

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ  
БІЛОРУСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ТОВ НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО "Зоря"  
ЛУГАНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ЦЕНТР МВС України  
ПрАТ „ХІМПРОЕКТ” (м. Сєвєродонецьк)  
ТОВ «НЦИР «РІЗІКОН» (м. Сєвєродонецьк)**

## **ТЕХНОЛОГІЯ-2020**

### **МАТЕРІАЛИ**

**XXIII міжнародної науково-технічної конференції  
24 - 25 квітня 2020 року  
м. Сєвєродонецьк**

**24 - 25 квітня  
2020 року**

**м.Сєвєродонецьк**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ  
БІЛОРУСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ТОВ НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО "Зоря"  
ЛУГАНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ЦЕНТР МВС України  
ПрАТ „ХІМПРОЕКТ” (м. Сєвєродонецьк)  
ТОВ «НЦИР «РІЗІКОН» (м. Сєвєродонецьк)**

# **ТЕХНОЛОГІЯ-2020**

## **МАТЕРІАЛИ**

XXIII міжнародної науково-технічної конференції  
24 - 25 квітня 2020 року  
м. Сєвєродонецьк



Сєвєродонецьк, 2020

Технологія-2020 : XXIII матеріали міжнар.наук.-техн. конф., 24-25 квіт. 2020 р., м. Сєвєродонецьк / [укл. : Тарасов В.Ю.]. – Сєвєродонецьк : [Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля], 2020. – 243 с.

Редакційна колегія:

Овчаренко Є. І., професор, д.е.н

Суворін О.В., професор, д.т.н.

Соколов В.І. професор, д.т.н.

Рекомендовано до друку Вченою радою факультету інженерії Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля (Протокол № 6 від 28.04.2020р.)

<b>Кохан І.В.</b> ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КАТАЛІТИЧНОЇ ГІДРАТАЦІЇ АЦЕТИЛЕНУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГОМОГЕННОГО МЕТАЛОКОМПЛЕКСНОГО КАТАЛІЗАТОРА.....	10
<b>Суворін О.В., Ожередова М.А., Зубцов Є.І., Шорохов М.М., Титаренко А.О., Яровий Є.В.</b> ВІДХОДИ ВИРОБНИЦТВА КАЛЬЦИНОВАНОЇ СОДИ ЯК ПЕРСПЕКТИВНА ВТОРИННА СИРОВИНА.....	11
<b>Самойлов Н.А.</b> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ АДСОРБЕНТОВ .....	13
<b>Kucher Halyna, Mischenko S.A.</b> STUDY AND MODELING OF THE DEHYDRATION PROCESS OF ETHANOL TO ETHYLENE IN THE CHEMCAD PROGRAM.....	15
<b>Базюкевич Ю. А., Белов В.В., Голосман Е.З.</b> КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АМИНОВ НА ОСНОВЕ СЛОЖНЫХ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ СОЛЕЙ.....	18
<b>Тарасов В.Ю.</b> О ВОЗМОЖНОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ ОПАСНЫХ СВОЙСТВ ШАХТОПЛАСТОВ ПО ГЕНЕТИЧЕСКИМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ УГЛЕЙ.....	19
<b>Субтельний Р.О., Оробчук О.М., Дзіняк Б.О.</b> ОДЕРЖАННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ СМОЛ ДИСПЕРСІЙНИМИ МЕТОДАМИ ОЛІГОМЕРИЗАЦІЇ ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ НАФТОПЕРЕРОБКИ.....	20
<b>Мельник Ю.Р., Безділь В. В., Мельник С.Р.</b> ТРАНСЕСТЕРИФІКАЦІЯ ТРИГЛЦЕРИДІВ ЕТАНОЛОМ У ПРИСУТНОСТІ ОБРОБЛЕНИХ ЛУГОМ КАТІОНІТІВ З ІММОБІЛІЗОВАНИМИ ІОНАМИ МІДІ.....	21
<b>Ивах А. А., Назаров В. Н.</b> ОПЫТЫ АЦИЛИРОВАНИЯ 4-АМИНО-1,2,4-ТРИАЗОЛА .....	22
<b>Жилина В.А., Лапшин И.Г., Самойлов Н.А.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРА ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА .....	23
<b>Михайловская Т.П., Воробьев П.Б.</b> ГАЗОФАЗНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ТОЛУОЛА НА ОКСИДНОВАНАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....	24
<b>Леоненко С.В., Кудрявцев С.О., Целішев О.Б., Лорія М.Г., Бойченко С.В.</b> МОДИФІКАЦІЯ ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО БЕНЗИНУ ІЗОПРОПАНОЛОМ В КАВІТАЦІЙНОМУ ПОЛІ.....	25
<b>Платонов О.И.</b> К ВЫБОРУ КОНДЕНСАТОРОВ СЕРЫ В УСТАНОВКАХ КЛАУСА. ....	27
<b>Ягодкина М.В., Запольская Е.С., Крутько Э.Т.</b> СТРУКТУРИРОВАННЫЙ ПОЛИАМИДНЫЙ КЛЕЙ-РАСПЛАВ .....	29
<b>Запольская Е.С., Крутько Э.Т.</b> ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИАМИДНОГО ОТВЕРДИТЕЛЯ НА ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ ЛАКОВЫХ ПОКРЫТИЙ	30
<b>Трофімова В.В., Маслош О.В.</b> ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕНТЕРОСОРБЕНТІВ	31
<b>Бушуєв А.С., Котова В.В., Хашен Хуссейн, Мороз О.В.</b> ПРОИЗВОДНЫЕ ФЕНОТИАЗИНА ДЛЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ .....	33
<b>Mykavy Kateryny</b> STUDY OF THE USEFULNESS OF INDOOR PLANTS FOR THE PURPOSE OF OXYGEN ENRICHMENT .....	35
<b>Hussein Saad, Maslosh O.V.</b> MEDICINAL PLANTS IN PEOPLE'S MEDICINE OF LEBANON	37
<b>Щипцов О. В., Романовская Е.В.</b> СИНТЕЗ МЕТАВАНАДАТА АММОНІЯ ІЗ ОКСИДА ВАНАДІЯ (V), ПОЛУЧЕНОГО ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОТРАБОТАННЫХ ВАНАДИВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ СЕРНОКИСЛОТНОГО ПРОИЗВОДСТВА .....	38
<b>Білець Д. Ю., Карножицький П. В., Мірошниченко Д. В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ З ВПЛИВУ РОЗМІРУ ВУГЛЕЦЕВОЇ НАСАДКИ ЕЛЕКТРОКОНВЕРТОРА НА ВИТРАТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ .....	40
<b>Ефремов В.Н., Тительман Л.И., Голосман Е.З.</b> ПОЛУЧЕНИЕ АЗОТОВОДОРОДНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КАТАЛИТИЧЕСКИМ КРЕКИНГОМ АММИАКА .....	41
<b>Біла Г. М., Антрапцева Н. М., Кравец В. О.</b> ПРО ЗАСТОСУВАННЯ ДИФОСФАТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТІЧНИХ ВОД.....	43

<b>Біла Г. М., Буров А.А., Антрапцева Н. М. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ МАЛОВІДХОДНОГО СИНТЕЗУ ВОДОРОЗЧИННИХ ФОСФАТІВ ЦИНКУ-МАНГАНУ(II).....</b>	<b>44</b>
<b>Ковалева А.А., Залыгина О. С. ВЫБОР ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОСАЖДЕНИЯ ГИДРОКСИДА НИКЕЛЯ ИЗ ОТРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ.....</b>	<b>45</b>
<b>Дятлова Е.М., Сергиевич О.А., Руба М.А., Самсонова А.С. ВОЛЛАСТОНИТСОДЕРЖАЩАЯ КЕРАМИКА ДЛЯ ЛИТЬЯ В КОКИЛЬ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ .....</b>	<b>47</b>
<b>Санкевич Н.Л., Лихачева А.В. АНАЛИЗ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДА ЦИНКА .....</b>	<b>48</b>
<b>Разыкулыев Х.Д, Лихачева А.В. ПРОБЛЕМА ОБРАЩЕНИЯ С РЕАКТИВАМИ С ИСТЕКШИМ СРОКОМ ГОДНОСТИ .....</b>	<b>51</b>
<b>Сажин В.Б., Сажин Б.С. СОЗДАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ СУШКИ ДИСПЕРСНЫХ И ДИСПЕРГИРУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ .....</b>	<b>52</b>
<b>Сажин В.Б., Сажин Б.С. ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА СУШКИ НА ОСНОВЕ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА .....</b>	<b>54</b>
<b>Schnurenko A. M., Antraptseva N. M. SYNTHESIS AND CHEMICAL NATURE OF Co(II)-Mn(II) AQUARHOSPHATECOMPLEXES .....</b>	<b>56</b>
<b>Антрапцева Н. М., Бегаль М.М.РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИЙ СИНТЕЗ ТВЕРДОГО РОЗЧИНУ КОБАЛЬТУ(II) І КУПРУМУ(II) СЕРЕДНІХ ФОСФАТІВ ОКТАГІДРАТІВ.....</b>	<b>57</b>
<b>Антрапцева Н. М., Коваль Л.Б., Шилін Б.С.ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ОДЕРЖАННЯ ОЛІГОФОСФАТІВ Co(II)-Mg КОНКРЕТНОГО АНІОННОГО СКЛАДУ .....</b>	<b>58</b>
<b>Красовский А.С., Хмылко Л.И., Коваленко Н.А. АНАЛИЗ ФИЛЬТРАТОВ ПОСЛЕ КИСЛОТНОЙ МОДИФИКАЦИИ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ.....</b>	<b>59</b>
<b>Хмылко Л.И., Перминов Е.В. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ГЛИНИСТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ.....</b>	<b>60</b>
<b>Казакова И. Н., Терещенко И.М НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СИНТЕЗА НАНОДИСПЕРСНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ.....</b>	<b>61</b>
<b>Потихонин Д.Е., Махнориллов В.И., Осипенко М.А., Курило И.И. ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОЕДИНЕНИЯМИ МАРГАНЦА АНОДНО-ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СПЛАВАХ АЛЮМИНИЯ С УЛУЧШЕННЫМИ ЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ.....</b>	<b>63</b>
<b>Папко Л.Ф., Кравчук А.П., Пупышев И.Е., Чайкина А.О. РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ СТЕКОЛ ДЛЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО СТЕКЛОВОЛОКНА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ MgO–CaO–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–SiO<sub>2</sub>.....</b>	<b>65</b>
<b>Минаковский А.Ф., Шатило В.И ПРИМЕНЕНИЕ САПРОПЕЛЕЙ БЕЛАРУСИ ДЛЯ АКТИВАЦИИ ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩЕЙ ПОЧВЕННОЙ МИКРОБИОТЫ. ....</b>	<b>68</b>
<b>Минаковский А.Ф., Кротова Е. Д., Зильберглейт М. А., Нестерова С. В., Шевчук М. О. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ В РАСТВОРЕ .....</b>	<b>70</b>
<b>Лухтура Ф.И., Кукин И А., Сидоренко Н.С. О ПРЕИМУЩЕСТВЕ ИМПУЛЬСНОЙ ПОДАЧИ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ГРАФИКА НАГРУЗОК НАСОСНОЙ СТАНЦИИ.....</b>	<b>71</b>
<b>Лухтура Ф.И., Цыганов В. И. О ЦИКЛИЧНОМ РЕЖИМЕ ПОДКЛЮЧЕНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛОТЫ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....</b>	<b>74</b>
<b>Брилевская Д. С., Галковский Т. В., Богомазова Н. В.. ХИМИЧЕСКОЕ НАСЛАИВАНИЕ ПЛЕНОК И ГЕТЕРОСТРУКТУР ZnO/SnS<sub>x</sub> ИЗ РАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ-ПРЕКУРСОРОВ.....</b>	<b>76</b>
<b>Вішталюк О.І., Тюльпін Д.О., Чумак В.О. ОТРИМАННЯ ПОРОШКІВ ОКСИДІВ МЕТАЛІВ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИМ МЕТОДОМ.....</b>	<b>78</b>

<b>Левицкий И.А., Костик Е.А. ГЛАЗУРИ КРАКЛЕ ДЛЯ МАЙОЛИКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ.....</b>	<b>80</b>
<b>Левицкий И. А., Кичкайло О. В., Тригубович А. И. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СПЕКАНИЯ КЕРАМИКИ СИСТЕМЫ <math>\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2</math>.....</b>	<b>82</b>
<b>Баранцева С.Е., Климош Ю.А., Гундилович Н.Н., Азаренко И.М ДИАБАЗОВЫЕ И БАЗАЛЬТОВЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ БЕЛАРУСИ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ.....</b>	<b>84</b>
<b>Shymanskaya N.N., Podsosonnaya A.D. MANUFACTURING OF HIGHLY POROUS MAGNESIUM-SUBSTITUTED HYDROXYAPATITE BIOCERAMICS VIA GEL-CASTING... </b>	<b>86</b>
<b>Титаренко А.О., Яровий Є.В., Ожередова М.А. Зубцов Є.І. Шорохов М.М., Суворін О.В.. АНАЛІЗ МЕТОДІВ УТИЛІЗАЦІЇ ШЛАМІВ СОДОВОГО ВИРОБНИЦТВА .....</b>	<b>88</b>
<b>Кот Д.В., Кравченко І.В. МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ПрАТ «ОБ'ЄДНАННЯ АЗОТ» У АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ м.СЄВЕРОДОНЕЦЬК</b>	<b>90</b>
<b>Ефремов В.Н., Голосман Е.З., Маленко П.И., Протопопов Е.А., Добрых С.С., Протопопов А.А. ДВУХСТАДИЙНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ВЫБРОСНЫХ ГАЗОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛИ ...</b>	<b>92</b>
<b>Елец И.Н., Лихачева А.В. ТЕХНОЛОГИЯ БИОКОМПОСТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ .....</b>	<b>93</b>
<b>Пропольский Д.Э., Красковский С.В. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД .....</b>	<b>95</b>
<b>Захарова А.І. ВУГЛЕЦЕВИЙ СЛІД ЛЮДИНИ .....</b>	<b>96</b>
<b>Косаревич А.В. АКТУАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ МАРКІВСЬКОГО РАЙОНУ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ .....</b>	<b>97</b>
<b>Байдук А.В., Тризнюк Я.В., Касперов Г.И. ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕНОСА ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ВОДОЕМАХ.....</b>	<b>99</b>
<b>Тризнюк Я.В., Касперов Г.И. ИСТОЧНИКИ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....</b>	<b>100</b>
<b>Шибека Л. А., Протас М. В. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ .....</b>	<b>102</b>
<b>Концевой И.А., Климович В.А. ТОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ВОЛНОВЫХ УРАВНЕНИЙ.....</b>	<b>105</b>
<b>Багрінцев В.В., Терехова І.М. АДАПТИВНИЙ ПІДХІД ДО КОНСТРУЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ТА ВУЗЛІВ .....</b>	<b>106</b>
<b>Батурін Є.О., Степанова О.Г., Соколов В.І. ПОЛІПШЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....</b>	<b>107</b>
<b>Крюков Р.В., Кучма І.В., Цинка О.О., Чернікова І.Д. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ .....</b>	<b>108</b>
<b>Скурідін Д.В., Львовчкін М.В., Бондаренко Р.В., Чернікова І.Д. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМАХ.....</b>	<b>109</b>
<b>Степанова О.Г. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИЛОВОЇ ЧАСТИНИ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ З ОБ'ЄМНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ.....</b>	<b>110</b>
<b>Ніколаєнко А.П., Базалій С.М. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ ШПИНДЕЛЯ РАДІАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА В СИСТЕМІ ANSYS.....</b>	<b>111</b>
<b>Шумакова Т.О., Брикова Ю.М. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ КРУГЛОЇ ПРОТЯЖКИ В СИСТЕМІ ANSYS .....</b>	<b>113</b>
<b>Кроль О.С., Замковець Д.М. ПАРАМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТУВАННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЗА МЕТОДОМ КОПІЮВАННЯ.....</b>	<b>115</b>

<b>Кроль О.С., Замковець Д.М.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРОСТІЙКОСТІ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА БАГАТООПЕРАЦІЙНОГО ВЕРСТАТА .....	117
<b>Кроль О.С., Замковець Д.М.</b> ВИКОРИСТАННЯ АРМ WINMACHINE В РОЗРАХУНКАХ МІЦНОСТІ ВАЛІВ МЕТАЛЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ .....	119
<b>Алтухов В. М.</b> ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ В БІСЕРНОМУ МЛИНІ .....	121
<b>Коротенко Б.М., Парашук А.В., Кузьменко С.В., Сергієнко О.В.</b> РОЗРОБКА РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В ГІДРАВЛІЧНИХ ГАСИТЕЛЯХ КОЛИВАНЬ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ ПРИ ПІДВИЩЕНОМУ ШВИДКІСНОМУ РЕЖИМІ.....	123
<b>Закутько В.Ю., Тараненко Г.В.</b> ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТАРЕЛОК ПРОВАЛЬНОГО ТИПА В ПРОИЗВОДСТВЕ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ .....	125
<b>Карпюк Л.В., Поляков І.А.</b> НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ. СИСТЕМАТИЗАЦІЯ МАТЕРІАЛА ЗА ГОЛОВНИМИ ПОЗИЦІЙНИМИ ЗАДАЧАМИ .....	127
<b>Літвінов К. А.</b> ТЕХНОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ З КОЛИВАЛЬНО-ІМПУЛЬСНИМИ ВИХІДНИМИ СИГНАЛАМИ .....	128
<b>Новгородський О. С., Герасименко О. В., Літвінов К. А.</b> МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ СЕПАРАТОРА 120-F ПРИРОДНОГО ГАЗУ ПРИ АПЕРІОДИЧНІЙ ЗМІНІ ВХІДНОГО МАТЕРІАЛЬНОГО ПОТОКУ .....	129
<b>Кліменко О. Г., Степанов Д. А., Літвінов К. А.</b> МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПІДГРІВАЧА 103-В СТАДІЇ СІРКООЧИЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ У ВИРОБНИЦТВІ АМІАКУ .....	131
<b>Кукота А., Стенцель Й. І.</b> МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА 191-С КОМПРЕСОРА 102-J У ВИРОБНИЦТВІ АМІАКУ .....	133
<b>Бригада Р., Стенцель Й. І.</b> МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ РЕАКТОРА ГІДРОСІРКООЧИЩЕННЯ 101-Д У ВИРОБНИЦТВІ АМІАКУ .....	135
<b>Радченко Р., Стенцель Й. І.</b> МЕТОДИ ОБРОБКИ КРИВИХ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ АПЕРІОДИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ.....	137
<b>Бондарчук Д., Стенцель Й. І.</b> МЕТОДИ ОБРОБКИ КРИВИХ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ КОЛИВАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ.....	139
<b>Амрахов М. Ф-огли, Стенцель Й. І.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ КОТРИ ПРАЦЮЮТЬ ЗА ПРИНЦИПОМ ІДЕАЛЬНОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ .....	141
<b>Олійник А., Поркуян О. В., Стенцель Й.І.</b> ЧАСТОТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ З ІДЕАЛЬНИМ ПЕРЕМІШУВАННЯМ.....	143
<b>Стенцель Й. І., Сотнікова Т. Г., Какауліна Г.</b> РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ З ІДЕАЛЬНИМ ПЕРЕМІШУВАННЯМ.....	145
<b>Чернікова І.Д., Черніков М.Г., Алієв В.Е., Доценко М.М.</b> ВИКОРИСТАННЯ ВАКУУМНИХ МАНІПУЛЯТОРІВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОВЕРХНІ ТВЕРДИХ ТІЛ .....	147
<b>Черніков М.Г., Чернікова І.Д., Беседа Т.А., Голубцов Ю.В.</b> НАДВИСОКОВАКУУМНИЙ СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ ТВЕРДИХ ТІЛ. ....	149
<b>Цимбал В.В., Самойлова Ж.Г.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАТИ ЦИФРОВОГО ОСЦИЛОГРАФА НА ОСНОВІ МІКРОСХЕМИ АТМЕГА8 .....	151
<b>Дубко А.О. Самойлова Ж.Г.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЮВАЧА НИЗЬКОЇ ЧАСТОТИ ЗВУКОВОГО ДІАПАЗОНУ.....	152
<b>Самойлова Ж.Г., Жуков Д.В.</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕННЯ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ .....	153
<b>Захожай О.І.</b> ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ДЕРЖАВНИХ УСТАНОВ В РАМКАХ КОНЦЕПЦІЇ «ДЕРЖАВА В СМАРТФОНІ» .....	154

<b>Паеранд Ю.Е., Захожай О.І. МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ П'ЄЗОАКТИВНОСТІ СКЛАДЕНИХ П'ЄЗОКЕРАМІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НА ОСНОВІ ПОЄДНАННЯ ПРОЦЕСІВ ПАЙКИ ТА ПОЛЯРИЗАЦІЇ .....</b>	<b>156</b>
<b>Самойлова Ж.Г., Гордиенко Т.С. ИССЛЕДОВАНИЕ АППРОКСИМАЦИИ КУБИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ПРИ ПОМОЩИ РАДИАЛЬНО БАЗИСНОЙ СЕТИ В MATLAB .....</b>	<b>158</b>
<b>Матюк Д.С., Деркач М.В. РЕАЛІЗАЦІЯ ПЕРЕРИВАНЬ І ТАЙМЕРІВ НА МІКРОКОНТРОЛЕРІ STM32 ПРИ РОЗРОБЦІ МОБІЛЬНОГО РОБОТА .....</b>	<b>159</b>
<b>Zinchenko V.V., Sotnikova T. COMPUTERS, ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FINE ARTS.....</b>	<b>161</b>
<b>Самойлова Ж.Г., Дрыгина В.С. АППРОКСИМАЦИЯ СТЕПЕННЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ПОМОЩИ РАДИАЛЬНО БАЗИСНОЙ СЕТИ GRNN В MATLAB .....</b>	<b>162</b>
<b>Babaeva Maya Orazmuradovna A MOBILE APPLICATION "HANDBOOK FOR THE CELEBRATION" .....</b>	<b>164</b>
<b>Кандидатова И.Н. СОЕДИНЕНИЯ СО СТРУКТУРОЙ ПЕРОВСКИТА КАК ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ОКСИДНЫЕ ФОТОЛЮМИНОФОРЫ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ИСТОЧНИКОВ ОСВЕЩЕНИЯ.....</b>	<b>165</b>
<b>Рудченко Ю.А.. РАБОТА ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ В АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОМ РЕЖИМЕ.....</b>	<b>166</b>
<b>Феськов Д.П. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ И ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ</b>	<b>168</b>
<b>Герасименко А.А., Руднев Є.С ЛІНЕАРИЗОВАНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИНХРОННОГО ДВИГУНА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ.</b>	<b>170</b>
<b>Шабанов В. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПІД ЧАС ВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ .....</b>	<b>172</b>
<b>Газієв Д.В., Ільчішин С.В. ПЕРСПЕКТИВИ СОЛЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ .....</b>	<b>173</b>
<b>Лесной Д.С., Паеранд Ю.Е. ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ .....</b>	<b>175</b>
<b>Сорокін В.С., Паеранд Ю.Е. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РЕКОМБІНАЦІЇ НЕГАТИВНИХ ІОНІВ ПРИ ШТУЧНІЙ ІОНІЗАЦІЇ ПОВІТРЯ.....</b>	<b>177</b>
<b>Ткаченко В. Ю. МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДІВ .....</b>	<b>179</b>
<b>Неженцев А.Б. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ.....</b>	<b>180</b>
<b>Бесседа А. А., Шляхова Т. В. MICROSOFT VISIO - ДІЛОВА ГРАФІКА.....</b>	<b>182</b>
<b>Пронюк О.Д., Пронюк Г.В. НОВІ ПІДХОДИ ДО АРХІТЕКТУРИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....</b>	<b>184</b>
<b>Гисцев А.Ю., Пронюк А.В. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 5G НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА. ...</b>	<b>186</b>
<b>Семененко І.М. ЗМІНИ В ІНСТИТУЦІЙНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ ВНАСЛІДОК ЗБРОЙНОГО КОНФЛІКТУ .....</b>	<b>188</b>
<b>Буравльов Д. В., Чорна О.Ю. ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ В ІТ-СФЕРІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ .....</b>	<b>190</b>
<b>Ракитянська А.В ДИНАМІКА ДОХОДІВ ЗОВНІШНЬОЇ ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ ЗА ПЕРІОД 2005-2019 рр.....</b>	<b>192</b>
<b>Цисевич І.А., Христофорова К.В. ПСИХОЛОГІЧНИЙ ПОРТРЕТ СУЧАСНОГО ПІДПРИЄМЦЯ.....</b>	<b>193</b>
<b>Ракитянська А., Ткаченко Н.Е. ОСОБЛИВОСТІ МОТИВАЦІЇ ТА МОЖЛИВОСТІ САМОМОТИВАЦІЇ ПІДПРИЄМЦІВ .....</b>	<b>195</b>
<b>Несенюк А.С. ОСОБЛИВОСТІ МОТИВАЦІЇ СТУДЕНТІВ, ЩО НАВЧАЮТЬСЯ У ВИЩОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ:АНАЛІЗ МОТИВІВ ТА СТИМУЛІВ .....</b>	<b>197</b>



<b>Горобинська І. ОСОБЛИВОСТІ МОТИВАЦІЇ ДО ЗАНЯТТЯ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ЖІНОК .....</b>	<b>199</b>
<b>Горбас К. О.. МОТИВАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПЛИННОСТІ ПЕРСОНАЛУ НА МЕРЕЖЕВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ СФЕРИ ПРОДУКТОВОГО РИТЕЙЛУ</b>	<b>201</b>
<b>Горбас К. О. СУТНІСТЬ ПОНЯТТЯ «РЕКЛАМА» ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ В СУЧАСНИХ РИНКОВИХ УМОВАХ .....</b>	<b>203</b>
<b>Денісова Т.М. УДОСКОНАЛЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ</b>	<b>204</b>
<b>Цисевич І.А., Христофорова К.В., Держак Н.О.. СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВЕДЕННЯ ДІЛОВИХ ПЕРЕГОВОРІВ .....</b>	<b>206</b>
<b>Хімченко А.О. ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИЙНЯТТЯ МАРКЕТИНГОВИХ РІШЕНЬ.....</b>	<b>208</b>
<b>Божич К. В., Чорна О.Ю. ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ НОМЕНКЛАТУРОЮ ТА АСОРТИМЕНТОМ ПІДПРИЄМСТВА .....</b>	<b>209</b>
<b>Матвієнко А.В., Христенко Л.М. НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОПЕРАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....</b>	<b>211</b>
<b>Терещенко М.Є., Христенко Л.М. АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....</b>	<b>213</b>
<b>Грод І.М. АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ДЕЯКИХ ПРОЦЕСІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ.....</b>	<b>215</b>
<b>Огар А.В. ХАРЧОВІ ІННОВАЦІЇ У СФЕРІ РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ: СВІТОВИЙ ДОСВІД.....</b>	<b>217</b>
<b>Агаджанов Д.А., Гараханова Г.А., Акмухаммедов М.Г. ЗНАЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ПОВЫШЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ. ....</b>	<b>218</b>
<b>Бабкін Ю., Сич Д. ПРОБЛЕМИ ЕПІДЕМІЇ ТА ПАНДЕМІЇ В СУЧАСНОМУ СВІТІ .....</b>	<b>220</b>
<b>Кірка О. М. ПЛАНУВАННЯ ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ ПІДПРИЄМСТВА.....</b>	<b>222</b>
<b>Вітченко В. В., Христенко Л. М. АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ЛІДЕРСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ НА ПУБЛІЧНІЙ СЛУЖБІ В УКРАЇНІ .....</b>	<b>224</b>
<b>Lontos Georgiana Simona PURPLE PROJECT.....</b>	<b>226</b>
<b>Sarah Helsoe MEDIEVAL URBAN CULTURE IN DENMARK.....</b>	<b>227</b>
<b>Oleksandr Makovei DIGITAL DIALOGUE - INTERCULTURAL DIALOGUE USING DIGITAL METHODS .....</b>	<b>228</b>
<b>Nurmuradova. A. B., Bashimova. A. S., Garadagova. M. Ya. THE MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF ENGLISH AND TURKMEN. PARTS OF SPEECH IN ENGLISH AND TURKMEN. ENGLISH AND TURKMEN NOUNS. ....</b>	<b>229</b>
<b>Balkanova Selbi Geldimyrudovna., Charyyeva Ayna Narkuliyevna THE GRAMMATICAL CATEGORIES OF VERBS IN ENGLISH AND TURKMEN .....</b>	<b>231</b>
<b>Ahmedova Jeren Sahetmyradovna, Babayev Shahymerdan Orazmuradovich COMPARISON OF ENGLISH AND TURKMEN DIALECTS. ....</b>	<b>233</b>
<b>Булочка А.В., Вахлакова В.В. УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ПІДПРИЄМСТВА, ЩО ЗАЙМАЄТЬСЯ ІННОВАЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ.....</b>	<b>234</b>
<b>Журавльова А., Маслош О. В СТАН СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ГОСПОДАРСЬКІ РІШЕННЯ У АГРОПОЛІТИЦІ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ. ....</b>	<b>236</b>
<b>Кривуля П. В. О СООТНОШЕНИИ ВЕЛИЧИН ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНАЛЬНОГО КЛАСТЕРА И СОСТАВЛЯЮЩИХ ЕГО ПРЕДПРИЯТИ .....</b>	<b>239</b>
<b>Штапаук С. С. О ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ТАКСОНОМІЇ ОПЛАТИ ПРАЦІ .....</b>	<b>241</b>

## ЛАБОРАТОРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КАТАЛІТИЧНОЇ ГІДРАТАЦІЇ АЦЕТИЛЕНУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГОМОГЕННОГО МЕТАЛОКОМПЛЕКСНОГО КАТАЛІЗАТОРА

Кохан І.В., асоційований член Інституту хімічних інженерів Великої Британії, аспірант  
*Східноукраїнський національний університет імені В. Даля*

Сучасна хімічна інженерія знаходиться в постійному пошуку шляхів модернізації існуючих процесів. Зокрема, постійного вдосконалення зазнають промислові процеси основного органічного синтезу. Одним із важливих напрямків вдосконалення багатьох промислових реакцій є застосування гомогенного металокомплексного каталізу, що дозволяє проводити такі промислові синтези в більш лагідних умовах при менших значеннях температури й тиску. В той же час застосуванням таких каталізаторів вдається досягти високої селективності й конверсії.

В даний час існує велика кількість доволі різноманітних гомогенних металокомплексних каталізаторів. Такі каталізатори застосовуються як в реакціях основного органічного синтезу, так й процесах тонкого органічного синтезу й в лабораторних синтезах, що проводяться в дослідницьких цілях. Незважаючи на це, постійно проводяться розробки нових каталізаторів із застосування різноманітних лігандів й комплексоутворюючих металів, що обумовлено пошуком більш лагідних умов проведення реакцій та більшими селективністю й конверсією. Але отримання нових комплексних сполук, що можуть бути використані в якості каталізаторів є лише першою ланкою в дослідженні й вдосконаленні тієї чи іншої промислової реакції. Необхідно мати можливість проводити широкий спектр кінетичних експериментів щодо досліджуваних реакцій із застосуванням таких каталізаторів.

Доволі велика кількість промислових реакції в основному органічному синтезі проводиться в газорідних реакторах із різними видами газогідродинамічної обстановки. Тому для проведення кінетичних досліджень синтезів із застосуванням гомогенних металокомплексних каталізаторів автором було розроблено газорідний реактор [1] із можливістю налаштування газогідродинамічної обстановки в реакторі. Зокрема, на основі зазначеного реактора, була розроблена та реалізована лабораторна установка для дослідження каталітичної гідратації ацетилену із застосуванням гомогенного металокомплексного каталізатора. Спрямування досліджень саме на цей процес пов'язано із нагальною потребою модернізації процесів побудованих на основі реакції Кучерова, в якій застосовуються в якості каталізаторів солі ртуті. Застосування для гідратації ацетиленових сполук (зокрема ацетилену) каталізаторів нової генерації — гомогенних металокомплексних каталізаторів, дозволяє не тільки забезпечити екологічну складову, а й забезпечити високу конверсію.

Розроблена автором лабораторна установка складається із газорідного реактора із можливістю переналаштування газогідродинамічної обстановки, системи підведення ацетилену, системи відведення продуктів реакції та флегматизації ацетилену, регулювальної арматури, облаштованої зокрема запобіжними клапанами, вимірвальних датчиків (Рис.1).

Реактор облаштований двома герметично ущільненими змінними кришками. Завдяки змінним кришкам існує можливість швидкого переналаштування газогідродинамічної обстановки в реакторі шляхом встановлення змінних модулів. Верхня кришка реактора облаштована штуцерами для подачі рідких реагентів, розчинника, та розчину каталізатора, а також для відводу газової фази, що містить продукт реакції — етаналь, та залишок ацетилену, що в подальшому флегматизується. В нижній кришці передбачені окремі штуцери для зливу рідкої фази, та для подачі на барботування ацетилену. Щодо вимірвальних датчиків, то у верхній кришці передбачений допоміжний штуцер для



Рис. 1 - установка для дослідження каталітичної гідратації ацетилену із застосуванням гомогенного металокомплексного каталізатору.

розміщення термопари. Обечайка реактора передбачає можливість встановлення безпечного зовнішнього нагрівача закритого типу.

Система підведення ацетилену дозволяє регулювати подачу ацетилену, та облаштована двома запобіжними клапанами.

Система відведення продуктів реакції та ацетилену дозволяє відділяти етаналь від ацетилену, та безпечно відводити залишок ацетилену, попередньо флегматизуючи його.

Для проведення кінетичних досліджень, необхідно забезпечити регулярний відбір проб, що доволі зручно виконується штуцером для зливу рідкої фази, розташованому на нижній кришці, або штуцером для подачі рідких реагентів, розташованому на верхній кришці реактора. Отримані проби можуть бути беззатримно проаналізовані.

Таким чином застосування розробленої автором установки дозволяє проводити кінетичні дослідження із гомогенними металокомплексними каталізаторами, що містять

різноманітні ліганди й утворені за допомогою різноманітних металів. Саме над розробкою такого типу каталізаторів із фосфорорганічними лігандами автор працює в даний час.

Література:

1. Кохан І.В., Газорідний реактор для процесів із застосуванням гомогенних металокомплексних каталізаторів. Технологія-2019, Матеріали ХХІІ Міжнародної науково-технічної конференції.
2. Вейлас С., Химическая кинетика и расчеты промышленных реакторов, Химия, М., 1967.
3. Домашнев А.Д., Конструирование и расчет химических аппаратов. Машгиз, М., 1961.

## **ВІДХОДИ ВИРОБНИЦТВА КАЛЬЦИНОВАНОЇ СОДИ ЯК ПЕРСПЕКТИВНА ВТОРИННА СИРОВИНА**

Суворін О.В. д. т. н., проф., Ожередова М.А. к. т. н., доц., Зубцов Є.І. к. т. н., доц., Шорохов М.М., аспірант, Титаренко А.О., ст. ТНР-19дм, Яровий Є.В., ст. ТНР-19дм  
*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля*

Проблема зберігання та утилізації відходів в Україні є однією з життєво важливих у зв'язку з накопиченням і триваючим утворенням великої кількості небезпечних і токсичних відходів. Це призводить і до значного погіршення стану навколишнього природного середовища, і до втрати великої кількості вторинних матеріальних ресурсів.

Стратегія розвитку промислового комплексу України на період до 2025 року передбачає впровадження ефективних практик управління відходами, зокрема створення прозорих і цивілізованих ринків вторинної сировини, розробку комплексу заходів щодо комерційного освоєння промислових відвалів, який сприятиме введенню в товарний обіг значного обсягу корисних сировинних матеріалів.

В даний час на території України в шламонакопичувачах міститься не менше 25 млрд. т твердих і дисперсних промислових відходів.

При виробництві кальцинованої соди аміачним методом на 1 т продукції як основний відхід утворюється 8 - 12 м<sup>3</sup> дистилерної рідини, що містить 200-250 кг/м<sup>3</sup>

сухого залишку. Складування цих відходів організовують в спеціальних шламонакопичувачах («білих морях»), що займають 300 - 350 і більше гектарів земельних ділянок в районі розташування содових заводів. При зберіганні відходів в шламонакопичувачах з часом відбувається їх поступове зневоднення.

Твердий залишок дистилерної рідини (дистилерний шлам) в сухому вигляді є світло-сірою масою щільністю близько  $970 \text{ кг/м}^3$ , на 70-80 % складається з часток розміром 0,1-0,2 мм. Його склад залежить від якості використовуваних в содовому виробництві сировинних матеріалів, деяких технологічних і інших чинників.

Метою роботи було визначення хімічного складу шламу з накопичувачів високомінералізованих промислових стоків Лисичанського содового заводу для подальшого пошук шляхів їх утилізації.

Усереднені об'єми та склад стічних вод, що надходили в накопичувач та відводились з нього, представлені в табл. 1 (у розрахунку на виробництво кальцинованої соди в кількості 46,2 тис. т/рік і бікарбонату натрію – 8,5 тис. т/рік).

Таблиця 1 - Кількість та склад стічних вод, що надходили до накопичувача «біле море» та відводилися з нього

№ стоку	Об'єм стоків, тис. м <sup>3</sup> /рік	Склад, г/дм <sup>3</sup>						
		Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Сухий залишок
Надходження в накопичувач								
1	510,0	99,0	28,0	-	0,7	0,3	29,2	157,2
2	14,3	164,0	0,02	4,0	3,4	-	107,0	278,4
Працювали за сухим способом без надлишку маточнику								
4	120,0	10,2	4,5	-	0,5	1,2	5,5	21,9
5	5,6	16,5	-	-	4,0	-	120,0	289,0
6	100	-	-	-	-	-	-	-
Всього	744,3	96,1	25,2	-	0,65	0,38	27,0	149,3

Для подальшого пошук способів утилізації відходів виробництва кальцинованої соди було проведено аналіз шламу з накопичувача, що був відібраний у 2019 році (табл. 2), порівняння його складу з шламом, відібраним у 1998 році (табл. 3) та аналіз водної витяжки шламу (табл. 4).

Таблиця 2 - Склад шламу з накопичувача Лисичанського содового заводу в 2019 р. в поверхневому шарі

Елемент	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Не розчинні домішки	Волога
Концентрація, % масові	32,0	1,2	0,23	0,48	1,34	2,2	11

Аналіз даних, наведених в табл. 2 та 3, показав, що склад шламу протягом 20 років майже не змінився за основними компонентами. Основними сполуками, що входять до складу шламу є: карбонати кальцію та магнію до 85 % мас., хлориди ~ 1,3% мас., сульфати ~ 1 % мас., оксид заліза (III) до 0,5 % мас., волога ~ 11 % мас. Збільшився тільки вміст не розчинних домішок у 4,2 рази.

Таким чином, твердий залишок дистилерної рідини включає значну частину сполук, що є частками силікатних систем, які володіють в'язкими властивостями, що указує на принципову можливість отримання в'язких матеріалів на основі цих відходів

содового виробництва. В даний час розроблені безліч різних варіантів технології одержання в'язких матеріалів на основі дистилерних шламів содових виробництв.

Таблиця 3 - Склад шламу з накопичувача Лисичанського содового заводу в 1998 р.

№ проби	Глибина відбору проби, м	Склад, % мас							
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Не розчинні домішки	Волога
1	поверхня	31,7	1,3	0,28	0,47	1,33	<0,1	9,2	12
2	1	31,7	1,2	0,21	0,48	1,36	<0,1	6,3	14
3	1,5	28,3	0,9	не визн.	0,5	1,81	<0,1	4,5	18
4	3	24,2	0,7	не визн.	0,51	не визн.	0,8	2,1	29
5	3,5	22,1	0,6	0,16	0,58	4,21	1,3	1,6	47

Таблиця 4 – Склад водної витяжки із шламу шламонакопичувача

№ проби	Глибина відбору проби, м	Вологість, %	Водна витяжка				
			pH,	сухий залишок, мг/л	Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>
1	поверхня	32,6	7,65	400	4,8	35,5	6,6
2	1	50,1	9,86	4710	49,6	124,3	4,85
3	1,5	56,6	10,24	5040	89,2	1775	8,4
4	3	51,4	10,82	10980	182,4	504,1	40
5	3,5	46	10,93	410	223,2	35,5	50,5

Окрім цього, перспективним є використання твердого залишку дистилерної рідини для меліорації кислих і солонцевих ґрунтів, для отримання хімічноосаженого карбонату кальцію та антижелезних препаратів для міських доріг.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ АДСОРБЕНТОВ

Самойлов Н.А. д.т.н., профессор

*Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия*

Применение адсорбентов в промышленных процессах экономически эффективно лишь при их многократном использовании. Однако в многоцикловых процессах, как правило, не обеспечивается полное восстановление динамической адсорбционной способности сорбентов относительно их первоначальной активности из-за постепенной дезактивации. По мере увеличения числа циклов работы адсорбента наблюдается уменьшение скорости дезактивации, причем в начале многоциклового процесса происходит интенсивное падение активности адсорбента, а затем она уменьшается с меньшей скоростью или стабилизируется. Это явление привело к необходимости разработки математической модели, которая сможет прогнозировать уровень снижения активности адсорбента в ходе его эксплуатации.

В [1] обобщены результаты разработки математической модели дезактивации адсорбентов в ходе их многоциклового работы как аналога химического

рециркуляционного процесса, рассмотрены варианты математического описания периодического и непрерывного адсорбционного процесса и приведены примеры осушки, очистки и разделения углеводородов на ряде адсорбентов в газовой и жидкой фазе, показавшие, что на основании результатов определения активности адсорбента на начальной стадии работы адсорбента можно предсказать его эффективность при дальнейшей эксплуатации. В данной работе приведены материалы по моделированию процесса очистки кобальтовых растворов от смеси органических примесей экстрагента Суапех 272 (35%) и жидких парафинов (65%) новым углерод-углеродным сорбентом Техносорб 1М на основе лабораторных экспериментов [2].

В связи с неполнотой исходных данных для детального моделирования дезактивации адсорбента в многоцикловом процессе использован приближенный вариант моделирования тривиальной дезактивации, в котором принято допущение о постоянстве доли дезактивации  $\alpha$  потенциально дезактивируемой поверхности адсорбента на всех циклах его работы. Тогда степень восстановления адсорбционной активности адсорбента  $\beta_x$  на  $x$  цикле работы может быть рассчитана при известной величине  $\beta_n$  на цикле  $n$  как

$$\beta_x = 1 - \frac{(1 - \beta_n)[1 - (1 - \alpha)^x]}{1 - (1 - \alpha)^n}, \quad (1)$$

а для расчета доли дезактивации  $\alpha$  достаточно иметь экспериментальные значения соответственно  $\beta_n$  и  $\beta_l$  для двух произвольных циклов работы  $n$  и  $l$ . Расчет  $\alpha$  выполняется как поиск корня функции

$$(1 - \alpha)^n(1 - \beta_l) - (1 - \alpha)^l(1 - \beta_n) - \beta_n + \beta_l = 0 \quad . \quad (2)$$

Для некоторых соотношений значений циклов  $n$  и  $l$  ( $l > n$ ) величина  $\alpha$  может быть рассчитана аналитически, в частности при  $l = 2n$

$$\alpha = 1 - \sqrt[n]{\frac{\beta_n - \beta_l}{1 - \beta_n}}, \quad (3)$$

а при  $l = 3n$

$$\alpha = 1 - \sqrt[n]{-0.5 + \sqrt[2]{\frac{1 - \beta_l}{1 - \beta_n}} - 0.75}. \quad (4)$$

Таким образом, при расчете величины доли дезактивации по результатам относительно небольшого объема экспериментов при исследовании нескольких  $\beta_n$  и  $\beta_l$  восстановления адсорбционной активности адсорбента в технологическом процессе при его дальнейшей циклической работе. Аналогично может быть рассчитана и динамическая активность адсорбента, и удельные количества очищенного продукта как одни из базовых параметров проектирования адсорбционных установок [1].

Из данных [2] по результатам сорбции примесей на лабораторной установке очистки водных растворов солей кобальта сорбентом Техносорб 1М были использованы материалы по адсорбционным характеристикам Техносорб 1М на первых двух циклах работы. Регенерация адсорбента обеспечивалась подачей водяного пара при температуре 145-150<sup>0</sup>С в количестве 10 г/г сорбента. Динамическая емкость свежего адсорбента и адсорбента после первой и второй регенераций составляла 43.5, 39.2 и 37.8 мг/г сорбента, что соответствует степени восстановления адсорбционной активности  $\beta_0 = 1$ ,  $\beta_1 = 0.90$  и  $\beta_2 = 0.87$ . Рассчитанная по уравнению (3) по  $l = 2$  и  $n = 1$  величина доли дезактивации  $\alpha = 0.70$ . Далее по модификации уравнения (1) была рассчитана динамическая емкость сорбента по извлекаемым

органическим примесям на всех пяти циклах работы лабораторной установки на основе экспериментальных данных по первым двум циклам (рис).

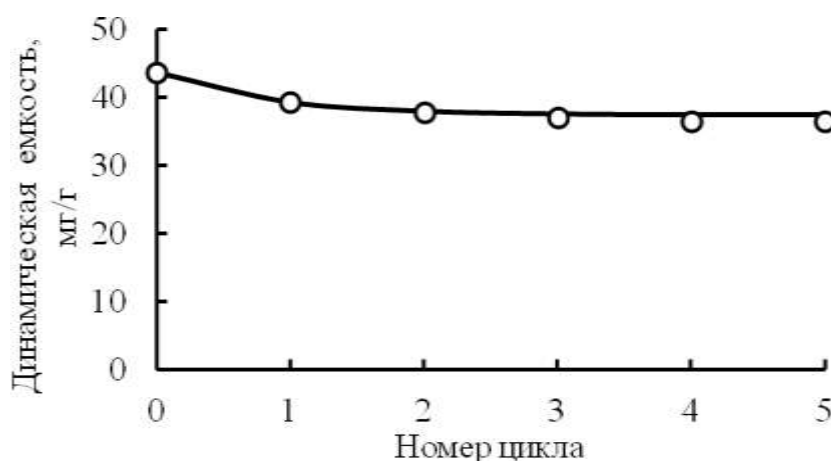


Рис. Зависимость динамической емкости адсорбента Суанех 272 от числа циклов работы лабораторной установки (точки – эксперимент, линия – расчет по модификации (1))

Результаты расчетов подтвердили приемлемость разработанного метода прогнозирования активности адсорбентов в многоцикловом процессе.

#### Литература

1. Самойлов Н.А. Феноменология адсорбции. Практические и теоретические аспекты адсорбционной очистки и осушки технологических потоков. –Уфа: ГУП ИНХП РБ. – 2014. –268 с.
2. Суровкин Ю.В., Лихолобов В.А., Сергеев В.В., Макаров И.В. Применение новых углерод-углеродных сорбентов для очистки технологических растворов //Химия твердого топлива – 2014. – №6. – С. 47-56.

## STUDY AND MODELING OF THE DEHYDRATION PROCESS OF ETHANOL TO ETHYLENE IN THE CHEMCAD PROGRAM

stud. Kucher Halyna group PEO-19dm, pHD student Mischenko S.A.

scientific supervisors: Glikina I.M. prof., Tarasov V.Yu. docent, Glikin M.A. prof.

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Severodonetsk*

Currently, Ukraine is an acute issue of minerals in both mining and processing. Therefore, most industries are trying to solve the issue of using alternative fuels. One of the alternative sources of raw materials is ethylene. The most famous production method is oil pyrolysis. However, oil as a mineral in Ukraine is not extracted, only slightly processed. Therefore, it is proposed to study a new method for producing ethylene by ethanol dehydration. This method can be considered an alternative to pyrolysis. Ethanol and bioethanol are used as raw materials here. Bioethanol is obtained by processing plant materials. There are enough such industries in Ukraine. This may even increase the ethylene production rate.

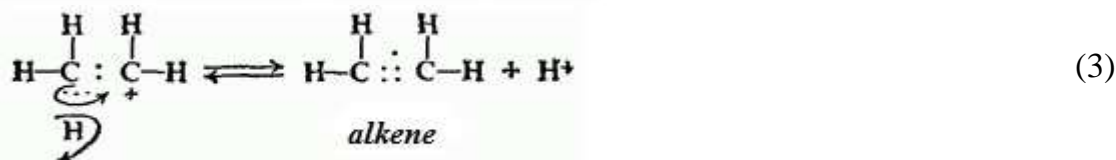
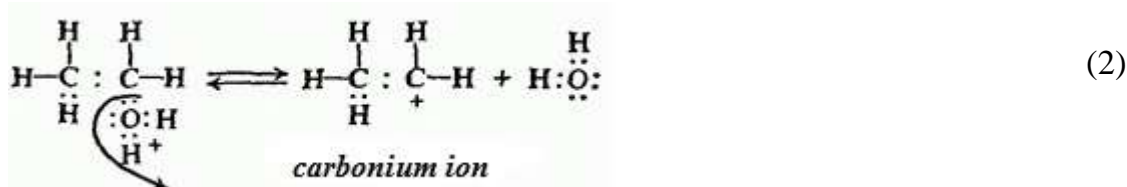
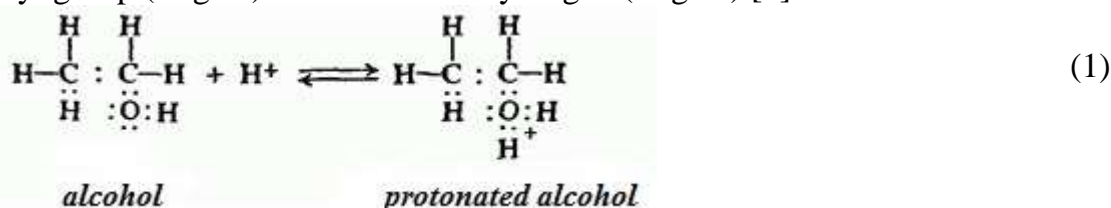
**Overview.** Ethylene is the simplest alternative raw material. We briefly consider the methods for its preparation. A widely known method is the pyrolysis of petroleum products. The reaction products comprise a large amount of gases (ethylene, propylene, butylene, butadiene) and liquid products (resins). The composition of the resin includes both monocyclic compounds (benzene, toluene, xylenes) and polycyclic compounds (naphthalene, anthracene). The history of world ethylene production shows in 1976 they received 35 million tons, and in 1980, production increased to 52 million tons. Moreover, more than 40%

of ethylene was used to produce polyethylene; ethyl alcohol and styrene (raw materials for the production of synthetic rubber) [1]. The next common method for producing ethylene is the oxidative dehydrogenation of ethane. Oxidative dehydrogenation is carried out by various oxidizing agents (oxygen, air oxygen, or an air-oxygen mixture. In this scheme, it is necessary to clearly solve the problems of obtaining explosive oxygen-hydrocarbon-carbon monoxide mixtures, which will make the technology simple and safe. Also, the technology allows the use of different catalysts for oxidative dehydrogenation of ethane [2].

A new alternative method for producing ethylene is the bioethanol dehydration method. This method allows to exclude from the scheme the stage of separation of ethylene from the reaction gases. The composition of the gases is a mixture of methane, CO and hydrogen - not more than 0.04% wt. In this case, it is possible to obtain particularly pure ethylene without a gas separation stage. Currently, a popular method is the production of bioethanol by fermentation of plant materials. It is an alternative fuel for countries without mineral reserves such as oil and gas. In countries where agricultural business is especially developed, this can be an alternative and development prospect. It is known that food ethanol is obtained from grain, waste from sugar production and starch-containing products. Technical alcohol is obtained by processing wood or oil [3].

### The results of the study.

The generally accepted reaction mechanism for the conversion of alcohol-containing compounds is presented below. It consists of three stages. In the first step, the alcohol binds a hydrogen ion to form a protonated alcohol. Then at stage 2, it dissociates into a water molecule and a carbonium ion. And in the third stage, the carbon ion loses the hydrogen ion and an alkene is obtained. We see that the double bond is created in two stages: the loss of the hydroxyl group (stage 2) and the loss of hydrogen (stage 3) [4].



The process was studied using the ChemCad program. It was created for computer modeling of chemical-technological processes in the development, modernization and optimization of chemical, petrochemical and oil refining industries [5].

As a result of a chemical transformation, we obtain a mixture, therefore, a phase separation separator was placed in the process model to separate ethylene from water. The schematic diagram of the model of chemical conversion from ethanol to ethylene is presented in Fig. 2. The chemical conversion of ethanol to ethylene was studied at a temperature of 150–400 °C and at a pressure of 1–2 atm with an alcohol flow rate of 60 kg/h.

The results of calculating the material balance in the Chemcad program are presented in Fig. 3.



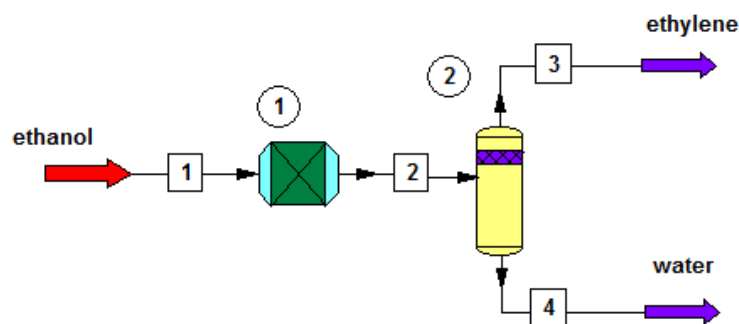


Fig. 2. The scheme of the model for studying the process of obtaining ethylene from ethanol

Overall Mass Balance	kmol/h	kg/h	Input	Output	Input	Output
Ethanol	1.302	0.008	60.000	0.372		
Ethylene	0.000	1.294	0.000	36.311		
Water	0.000	1.294	0.000	23.317		
Total	1.302	2.597	60.000	60.000		

Fig. 3. The table of the material balance of the process of dehydration of ethanol to ethylene (220 C, 1 atm, 100% ethanol)

The effect of temperature on the formation of reaction products at different ethanol concentrations showed a dependence (Fig. 4).

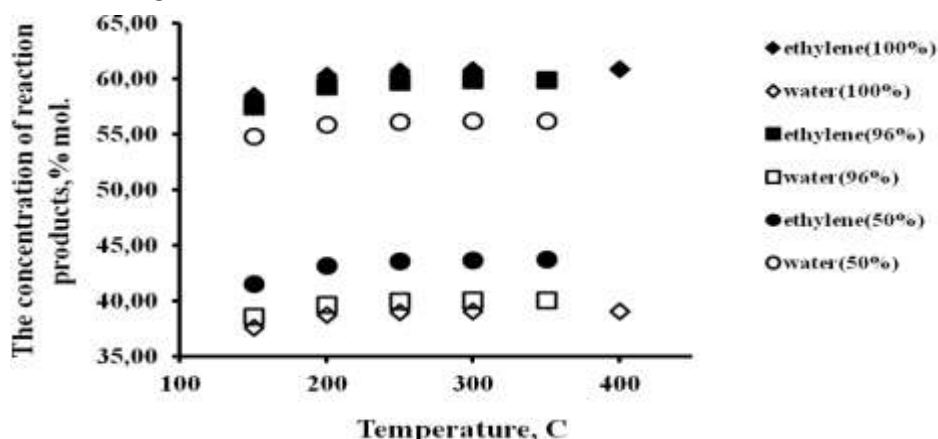


Fig. 4. The dependence of the yield of reaction products on temperature at 1 atm and different concentrations of ethanol

The study of the process allowed us to determine some optimal parameters of the chemical conversion of ethanol to ethylene. It was found that the process proceeds best at 220 °C, 1 atm and the alcohol concentration must be maintained in the range from 80 to 100%. A stronger dilution of the alcohol reduces the ethylene yield as the main reaction product.

### Discussion.

As a result of the work, the following was considered:

1. methods for producing ethylene and in detail the process of dehydration of ethanol to ethylene and their main difficulties and basic parameters (temperature, pressure, etc.) are determined.

2. Using a computer model created in the ChemCad program, changes in the ethylene yield from the main process parameters were analyzed.

3. The main favorable conditions for the process were identified as follows: temperature 220°C, P = 1 atm, ethanol concentration from 80 to 100%.

**Literature:**

1. Smidovich E.V. Tekhnologiya pererabotki nefiti i gaza. Ch. 2. Kreking neftyanogo syr'ya i pererabotka uglevodorodnykh gazov / E. V. Smidovich. – М.: Khimiya, 1980. – 328 s.
2. Absattarov A.I. Alternativnye metody polucheniya etilena / Absattarov A.I., Zelentsova N.I., Pisarenko Yu.A. // Khimicheskaya tekhnika. – 2016. – №11. – S. 41–43
3. Interv'yu etilovyy spirt tekhnicheskij i pischevoy [Elektronnyj resurs] // Kafedra organicheskogo sintza i nanotekhnologiy NTU KhPI. – 2019. – Rezhim dostupu do resursu: <https://web.kpi.kharkov.ua/nanochem/etilovyy-spirt-tehnicheskij-i-pishhevoj>
4. Morrison R. Organicheskaya khimiya / R. Morrison, R. Boyd. – М.: Mir, 1974. – 1133 s.
5. Matematicheskoe modelirovanie khimiko-tekhnologicheskikh sistem s ispol'zovaniem programmy ChemCad: Uchebno-metodicheskoe posobie / Kazanskij Gos. Tekhnol. Univ. Sost.: N.N. Ziyatdinov, T.V. Lapteva, D.A. Ryzhov. – Kazan', 2008. – 160 s.

### КАТАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АМИНОВ НА ОСНОВЕ СЛОЖНЫХ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ СОЛЕЙ

Базюкевич Ю. А.<sup>1</sup>, магистр, Белов В.В.<sup>1</sup>, к.х.н., доц., Голосман Е.З.<sup>2</sup>, д.х.н., проф., г.н.с.

<sup>1</sup>ГВУЗ Украинский государственный химико-технологический университет

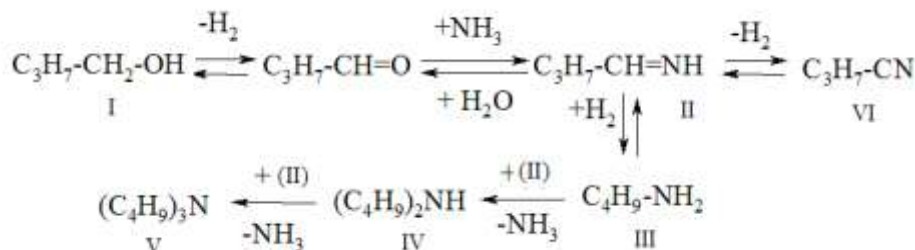
<sup>2</sup>Новомосковский институт азотной промышленности (ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР»)

Каталитическое аминирование кислородсодержащих соединений амиаком или его производными относится к процессам зеленой химии и позволяет получать амины различного строения с разнообразным прикладным применением.

В качестве катализаторов данного процесса предлагают бифункциональные композиции, включающие Cu-, Ni-, Co- и другие переходные элементы в оксидной форме на носителях, приготовленные обработкой предшественников при высоких температурах.

При низкотемпературном синтезе катализаторов образуются оксиды, названные анионно-модифицированными (АМО) [1], которые содержат примесные группы  $\text{OH}^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ . Такие физико-химические свойства АМО как, например, взаимная растворимость оксидов и структура ближайшего окружения активных ионов существенно отличаются от таковых для стехиометрических оксидов, что должно отражаться на каталитической активности.

Целью данной работы является установление взаимосвязи между природой соединений-предшественников – сложных медьсодержащих солей и их каталитическими свойствами в синтезе преимущественно дибутиламина (IV) по реакции:



Композитные материалы для испытаний приготовлены терморазложением медь-аммиачно-карбонатного раствора с раствором хромата алюминия (соль 1), с порошками молибдата алюминия, вольфрамата алюминия и псевдобемита (соли 2-4, соответственно).

В кварцевом реакторе проточного типа каждая соль предварительно подвергалась низкотемпературным термообработке в инертной ( $\text{N}_2$ , до 523К) и восстановительной ( $\text{H}_2\text{-N}_2$ , до 513К) средах. Гидроаминирование н-бутанола (I)

аммиаком проводилось в условиях: нагрузка 0,4 г I/(Г<sub>кат</sub>·ч), соотношение I:NH<sub>3</sub>:H<sub>2</sub> = 1,0:2,0:6,0, интервал температур 473-513 К.

В таблице приведены данные по каталитической активности образцов 1-4, испытанных при температуре 493 К.

Образец (состав, %)	Конв. I, %	Выходы, %				Сел. IV, %
		III	IV	V	x	
1 CuO – 62,3, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 11,7, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 26,0	86,3	8,5	71,4	4,7	1,7	82,7
2 CuO – 53,6, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 10,3, Mo <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 36,1	46,2	4,2	37,3	3,2	1,4	80,7
3 CuO – 52,4, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 6,7, W <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 40,9	4,8	0,9	2,9	0,4	0,6	60,4
4 CuO – 62,9, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 37,1	60,5	4,9	51,9	2,3	1,4	85,8

Предлагается объяснение полученным результатам.

Литература

1. Хасин А.А., Минюкова Т.П., Юрьева Т.М. Роль анионных примесей в формировании активного состояния катализаторов на основе переходных металлов // Кинетика и катализ, 2014. – Т. 55, № 4. – С. 528–534.

## **О ВОЗМОЖНОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ ОПАСНЫХ СВОЙСТВ ШАХТОПЛАСТОВ ПО ГЕНЕТИЧЕСКИМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ УГЛЕЙ**

Тарасов В.Ю., к.т.н., доц.

*Східноукраїнський національний університет імені В. Даля*

Отработка шахтопластов во многих случаях при ведении горных работ осложняется проявлением опасных свойств углей. Проявление опасных свойств углей при ведении горных работ обусловлено влиянием ряда генетических, горно-геологических и горнотехнических факторов. Они представляют, с одной стороны, качественно-количественный состав углей, с другой – горнотехнические условия отработки шахтопластов. Одну из главных ролей в проявлении опасных свойств шахтопластов играют генетические и технологические особенности ископаемых углей. Они сформировались в результате длительных геологических преобразований органической массы под воздействием давления и температуры при метаморфических процессах.

Проведен анализ нормативной базы Украины по добыче ископаемого твердого топлива, который показал, что существуют противоречия в параметрах характеризующие достоверность прогноза проявления опасных свойств шахтопластов при ведении горных работ и не исключает возможность возникновения аварийных ситуаций при полном выполнении профилактических мероприятий. Базой для установления опасных свойств шахтопластов являются средний показатель отражения витринита, содержание отдельных компонентов в органической массе ( $C^o$ ,  $O^o$ ,  $H^o$ ,  $N^o$ ), изменение содержания влаги и минеральных примесей. Эти классификационные показатели имеют количественную оценку во всём ряду степени метаморфизма углей. Дополнительным классификационным показателем для выявления опасных свойств антрацитов может быть логарифм удельного электросопротивления и другие вспомогательные показатели, после обоснования их применения в отдельных диапазонах ряда метаморфизма. Установлено, что существующий широкий диапазон изменения показателя отражения витринита для антрацитов характеризует значительные изменения в структуре и свойствах ископаемого топлива. Эти особенности изменения антрацитов в процессе из метаморфизма практически не установлены классификацией по генетическим и технологическим параметрам

## ОДЕРЖАННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ СМОЛ ДИСПЕРСІЙНИМИ МЕТОДАМИ ОЛІГОМЕРИЗАЦІЇ ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ НАФТОПЕРЕРОБКИ

Субтельний Р.О., к.т.н., доцент, Оробчук О.М., к.т.н., Дзіняк Б.О., д.т.н., професор  
*Національний університет "Львівська політехніка"*

Вуглеводневу фракцію С9 (423-473 К) отримують на основі піроконденсату побічних продуктів етилену. Вуглеводневі смоли (олігомери) одержуються на основі фракції С9 побічних продуктів нафтопереробки. Вони використовуються як плівкоутворюючі речовини в лакофарбових покриттях та антикорозійних композиціях.

Як сировину використовували вуглеводневу фракцію С9 рідких побічних продуктів піролізу дизельного палива. Бромне число – 68 г Br<sub>2</sub>/100г; густина – 936 кг/м<sup>3</sup>; вміст ненасичених сполук 47,4%мас. Вміст сполук здатних вступати у низькотемпературну ініційовану олігомеризацію з - 33,8 %мас. у т.ч. стирен - 16,5 %;; вінілтолуени - 6,1 %; інден 6,9 %; алілбензен – 1,3 %; метилінден – 1,0%; а метилстирен 2,0 %.

Використання дисперсійних методів олігомеризації (емульсійної і суспензійної) дозволяє суттєво знизити температуру реакції у порівнянні з існуючими технологіями.

Реакційна суміш складається з: дисперсійного середовища – води; дисперсної фази – фракція С9. рН реакційної суміші становить 2,8. У емульсійній олігомеризації застосовували аніоноактивний емульгатор першого роду – Е-30 та водорозчинні ініціатори – персульфат калію та пероксид гідрогену. Для ініціювання суспензійної олігомеризації використовували пероксид бензоїлу та ди-*трет*-бутил пероксид. Полівініловий спирт застосовувався для стабілізації суспензії.

Дослідження проводили при різних значеннях температури реакції (303-353 К); концентрації ініціаторів – 0,5-1,5 %мас. Та впродовж різного часу – 20-180 хв.

Встановлено лінійну залежність динаміки зростання густини олігомеризату від тривалості реакції для емульсійної олігомеризації. При суспензійній олігомеризації спостерігається значний приріст густини олігомеризату впродовж перших 60 хв з поступовим зменшенням приросту.

Порівняно синтез вуглеводневих смол на основі вуглеводневої фракції С9 суспензійною та емульсійною олігомеризацією. Емульсійна олігомеризація менше залежить від температури реакції та концентрації ініціатора, у порівнянні з суспензійною. У діапазоні температур 313-353 К не спостерігається залежності виходу олігомеру від температури реакції. Підвищення концентрації водорозчинного ініціатора емульсійної олігомеризації з 0,5 до 1,5 %мас. не має позитивного впливу на вихід вуглеводневої смоли. Встановлено, що за однакової температури реакції та співвідношення дисперсійне середовище:дисперсна фаза олігомери одержані олігомеризацією в емульсій характеризуються вищою середньою молекулярною масою (до 700) ніж при суспензійній олігомеризації (~500). Показник кольору вуглеводневих смол не залежить від методу дисперсійної олігомеризації.

Дані ІЧ-спектроскопії аналізів зразків олігомерів та хроматографічних аналізів вакуумних дистилатів показують, що в реакцію низькотемпературної олігомеризації вступають, стирен та його похідні. Такі вуглеводневі смоли характеризуються показником ненасиченості (бромним числом) 25-40 г Br<sub>2</sub>/100 г, температурою розм'якшення – 346-365 К, кольором за йодометричною шкалою – 20 мг I<sub>2</sub>/100 мл.

Одержані олігомери за своїми характеристиками відповідають вимогам ТУ У 6-05743160.020-99 на смолу нафтополімерну лакофарбову синтетичну.

**ТРАНСЕСТЕРИФІКАЦІЯ ТРИГЛІЦЕРИДІВ ЕТАНОЛОМ У ПРИСУТНОСТІ ОБРОБЛЕНИХ ЛУГОМ КАТІОНІТІВ З ІММОБІЛІЗОВАНИМИ ІОНАМИ МІДІ**

Мельник Ю.Р., к.т.н., доцент, Безділь В. В., студент, Мельник С.Р., д.т.н., професор

*Національний університет «Львівська політехніка»*

Для трансестерифікації тригліцеридів спиртами  $C_1$ – $C_4$  використовують гомогенні та гетерогенні основні або кислотні катализатори [1]. Сьогодні значну увагу приділяють дослідженню гетерогенних катализаторів реакції трансестерифікації, оскільки вони володіють рядом переваг порівняно з гомогенними: не викликають омилення тригліцеридів, легко відділяються від реакційної суміші, можуть бути використані повторно [1]. Іммобілізація іонів металів на катіоніті КУ-2-8 з подальшим його використанням як катализатора трансестерифікації рослинних олій спиртами  $C_2$ – $C_4$  дозволяє здійснювати реакцію за порівняно м'яких умов і відносно невеликого мольного надлишку спирту та досягати практично повного перетворення тригліцеридів [2].

З метою дослідження впливу зміни лігандного оточення іону металу, іммобілізованого іонообмінною смолою, досліджено закономірності трансестерифікації тригліцеридів соняшникової, ріпакової та лляної олії етанолом у присутності катіоніту КУ-2-8 із іммобілізованими іонами  $Cu^{2+}$ , обробленого протягом 90 хв та 7 діб розчином гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/л. Для порівняння реакцію трансестерифікації також досліджено в присутності не обробленого лугом катіоніту КУ-2-8 із іммобілізованими іонами  $Cu^{2+}$ . Трансестерифікацію вказаних олій здійснювали етанолом, джерелом якого була естеро-альдегідна фракція виробництва харчового етилового спирту, за температури 348 К, вмісту катализатора в реакційній суміші – 1 мас. % і мольного співвідношення тригліцериди : етанол – 1 : 4. З реакційної суміші періодично відбирали проби, в яких хроматографічно визначали вміст етанолу. За визначеним вмістом спирту розраховували конверсію спирту та тригліцеридів [2].

Встановлено, що найвищу швидкість реакції та практично повну конверсію тригліцеридів соняшникової олії за 120 хв забезпечує використання як катализатора катіоніту КУ-2-8 із іммобілізованими іонами  $Cu^{2+}$  та катіоніту КУ-2-8 із іммобілізованими іонами  $Cu^{2+}$ , обробленого розчином гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/л протягом 90 хв. Півторагодинна обробка катіоніту КУ-2-8 із іммобілізованими іонами  $Cu^{2+}$  розчином луку також забезпечує підвищення його каталітичної активності в процесі трансестерифікації ріпакової та лляної олій.

Лужна обробка катіоніту КУ-2-8 із іммобілізованими іонами  $Cu^{2+}$  також впливає на конверсію присутніх в оліях вільних жирних кислот. Зокрема, при трансестерифікації досліджених олій у присутності обробленого розчином гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/л протягом 90 хв катіоніту КУ-2-8 із іммобілізованими іонами  $Cu^{2+}$ , конверсія вільних жирних кислот становить від 21,6 % (соняшникова олія) до 74,1 % (ріпакова олія). При застосуванні катализатора, який обробляли розчином луку протягом 7 діб, конверсія вільних жирних кислот становить 12,5 % при трансестерифікації лляної олії, а при трансестерифікації соняшникової та ріпакової олій спостерігається незначне збільшення кислотного числа реакційної суміші, що свідчить про гідроліз тригліцеридів.

Отже, зміна лігандного оточення катализаторів трансестерифікації – іонообмінних смол з іммобілізованими іонами металів – є перспективних напрямком їх вдосконалення.

**Література**

1. Soetaert, W. Biofuels [Text] / W. Soetaert, E. Vandamme. – Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2009. – 242 p.
2. Melnyk Yu., Melnyk S., Palyukh Z., Dzinyak B. Research into transesterification of triglycerides by aliphatic alcohols  $C_2$ – $C_4$  in the presence of ionites // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – Vol.1, №6. – P.10-16.

## ОПЫТЫ АЦИЛИРОВАНИЯ 4-АМИНО-1,2,4-ТРИАЗОЛА

Ивах А. А., Назаров В. Н. к.т.н., доц. професор

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*


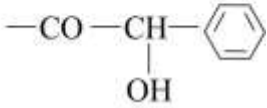

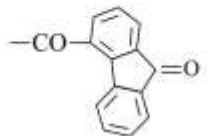
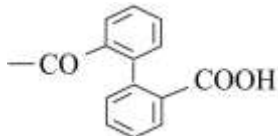
Производные 4-амино-1,2,4-триазола в настоящее время находят разнообразное применения в сельском хозяйстве, в медицине, в промышленности тонкого органического синтеза. Известны многочисленные соединения с ядром 1,2,4-триазола, которые успешно используют в качестве медицинских препаратов, гербицидов, фунгицидов, средств защиты растений.

Высокая реакционная способность 4-амино-1,2,4-триазола, обусловленная наличием первичной амино-группы и СН-кислотного центра в ядре 1,2,4-триазола, позволяет получать все новые (неизученные) производные и находить для них наилучшее применение.

В своем исследовании мы задались целью подобрать условия синтеза, провести ацилирование по амино-группе 4-амино-1,2,4-триазола и получить ряд амидов кислот, которые потенциально могут обладать отдельными видами биологической активности.

Для проведения синтеза были использованы как распространённые кислоты: муравьиная и уксусная, так и сравнительно редко употребляемые: 1,3-циклопентандикарбоновая, миндальная, 9-флуоренон-4-карбоновая, дифеновая кислота.

В таблице приведены основные результаты ацилирования, характеристика полученных продуктов, а также указаны специфические особенности проведения реакции, приводящие к получению продуктов с максимальным выходом.

Структура целевого соединения	Структура радикала, R	Специфические условия получения	Выход от теории, %	Температура плавления, °С растворитель
	—СОН	кипячение в кислоте	88	117 этанол
	—СОСН <sub>3</sub>	нагревание с уксусным ангидридом	82	129 этанол
		кипячение с кислотой в ДМФА	51	183 изопропанол
		обработка ангидридом кислоты	56	178 изопропанол
		обработка хлорангидридом	76	216 ДМФА
		обработка дифеновым ангидридом	79	224 ДМФА

Структура всех новых полученных соединений доказана на основании элементного анализа и ПМР спектров.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРА ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

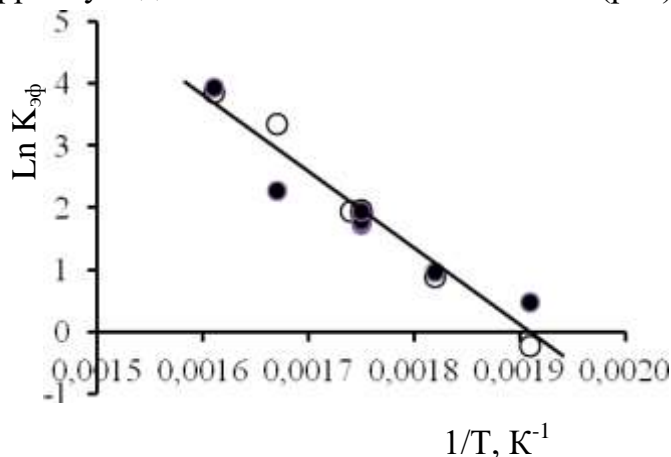
Жилина В.А., Лапшин И.Г., Самойлов Н.А. д.т.н., профессор

*Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия*

Производство высококачественного дизельного топлива в соответствии европейскими стандартами, обеспечивающее требуемое содержание серы на установках гидроочистки, невозможно без использования методов математического методов для определения значений параметров регулирования процесса (температура, давление, расход квенчига и др.), изменяющихся в зависимости от расхода и состава сырья, свойств катализатора. В частности, расчет температуры реакционной смеси в реакторе невозможен без наличия численных значений константы скорости десульфуризации.

Целью проведенного исследования является оценка изменения физико-химических характеристик Со-Мо катализатора гидроочистки промышленной установки Г-43-107М/1 «УНПЗ» в течение двух лет эксплуатации. Для этого была поведена серия экспериментов по гидроочистке фракции дизельного топлива 180-320 °С, содержащей суммарно 22570 ppm общей серы на проточной лабораторной установке при давлении водорода 5 МПа в диапазоне температур 250-420 °С при кратности водород-сырье 400:1 и удельной скорости подачи сырья 2-10 ч<sup>-1</sup>. В ходе опытов испытывались образцы свежего катализатора фирмы Axens и его же после двухлетней эксплуатации. Содержание общей серы в пробах гидрогенизата лабораторной установки определялось на приборе Spektroskan-S с погрешностью измерения концентрации 10 ppm. Сопоставлена эффективность гидроочистки на свежем и отработавшем катализаторах.

По результатам экспериментов для обоих образцов катализатора были рассчитаны константы скорости реакции гидроочистки дизельного топлива в широком диапазоне температур, которые в координатах линейной анаморфозы уравнения Аррениуса давали линейные зависимости (рис).



Линейная анаморфоза уравнения Аррениуса для зависимости константы скорости  $K_{эф}$  реакции гидродесульфуризации дизельного топлива от температуры  $T$  на свежем (○) и отработанном (●) катализаторе при удельном расходе сырья 6 ч<sup>-1</sup>.

Эффективная энергия активации реакции гидродесульфуризации на свежем и отработанном Со-Мо катализаторе составляет около 100 кДж/моль, несмотря на явные изменения, происшедшие с катализатором за два года работы: первоначальный серо-голубой цвет катализатора изменился на черный.

Насыпная плотность отработанного катализатора (0,925 г/см<sup>3</sup>) увеличилась на 19,1% по сравнению со свежим (0,772 г/см<sup>3</sup>), что с учетом дериватографического анализа можно объяснить отложением

и кремния, составляющие в совокупности около 4,6% масс, соотношение Мо/Со возросло до 5,4 по сравнению с 4,4 для свежего катализатора, у отработанного катализатора по сравнению со свежим на 40% уменьшилась удельная поверхность и изменилась текстура.

## ГАЗОФАЗНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ТОЛУОЛА НА ОКСИДНОВАНАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Михайловская Т.П., к.х.н., доц., Воробьев П.Б., д.х.н., доц.

*АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», г. Алматы, Казахстан*

Процессы парциального окисления углеводородов являются основным способом получения ценных кислородсодержащих продуктов, таких как органические кислоты и их ангидриды и др.

Бензойная кислота пользуется спросом и широко применяется в различных отраслях промышленности в качестве консерванта пищевых продуктов, антисептика, в производстве красителей и многих важных химических продуктов. Самый распространенный технический способ получения бензойной кислоты основан на жидкофазном каталитическом окислении толуола кислородом воздуха [1]. Технологически более перспективно газофазное окисление толуола на гетерогенных катализаторах (на основе оксидов переходных металлов V и Mo), селективность которых однако невысока. В последнее время уделяется внимание созданию более эффективных каталитических систем на основе оксидов металлов для газофазного окисления углеводородов кислородом воздуха. Эти процессы уступают жидкофазному окислению метилзамещенных ароматических углеводородов в селективности, но имеют преимущества за счет использования проточных реакторов непрерывного действия и экологически чистого окислителя – кислорода воздуха.

Окисление толуола проводили на лабораторной установке с изотермическим реактором проточного типа со стационарным слоем в интервале температур 200-400°C и атмосферном давлении.

Целью настоящего исследования была оценка активности некоторых оксиднованадиевых катализаторов, содержащих оксиды титана, олова и циркония в газофазном каталитическом окислении толуола. В результате проведенного исследования были установлены основные закономерности влияния условий реакции на окислительные превращения толуола на испытанных оксидных катализаторах.

Найдено, что по степени превращения исходного вещества бинарные ванадий-титановый и ванадий-циркониевые катализаторы активнее, чем исходный (индивидуальный) пентоксид ванадия. Наибольшая степень превращения толуола составила 95 % при температуре 310 °C на оксидном ванадий-циркониевом контакте. Наименьшую активность в окислении толуола проявил тройной ванадий-титан-оловянный катализатор. Одной из причин наблюдаемой закономерности может быть наличие на поверхности V-Zr-оксидного катализатора, богатого ZrO<sub>2</sub>, сильных кислотных центров, благодаря чему он обладает более высокими хемосорбционными свойствами по отношению к молекулам исходного толуола.

Изученные катализаторы направляли процесс окисления толуола главным образом в сторону образования бензойной кислоты, а выход бензальдегида на них был невелик. Проведенное исследование показало, что при окислении толуола на бинарном ванадий-цирконийоксидном катализаторе бензойная кислота может быть получена с выходом 50-52 % от теоретически возможного в расчете на поданное сырье при температуре 300 °C, а на ванадий-титан-оловянном оксидном катализаторе выход бензойной кислоты достигал 60-65 % при температуре 340 °C.

Литература

1. Ситтиг М. Процессы окисления углеводородного сырья. М.: Химия, 1970, 304 с.



**МОДИФІКАЦІЯ ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО БЕНЗИНУ ІЗОПРОПАНОЛОМ В КАВІТАЦІЙНОМУ ПОЛІ**

Леоненко С.В.<sup>1</sup>; Кудрявцев С.О.<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; Целіщев О.Б.<sup>1</sup>, д.т.н., доц.; Лорія М.Г.<sup>1</sup>, д.т.н., доц.; Бойченко С.В.<sup>2</sup>, д.т.н., проф.

<sup>1</sup> – *Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля;*

<sup>2</sup> – *Національний авіаційний університет*

Сучасні тенденції розвитку технологій виробництва автомобільних бензинів диктують більш жорсткі вимоги до їх екологічних характеристик. В Україні вміст різних добавок в бензини марок А-80, А-92, А-95, А-98 екологічних класів Євро-4,5,6 регламентується державним стандартом ДСТУ 7687:2015. Згідно цього стандарту допускається використання одноатомних спиртів в кількостях до 3% об'ємних (метанол), до 10% об'ємних (біоетанол), до 12% об'ємних (ізопропанол) тощо. Додавання спиртів до вуглеводневої основи дозволяє не лише збільшити октанове число автомобільних бензинів, але і покращити згоряння паливно-повітряної суміші, зменшити викиди неокислених вуглеводнів та монооксиду вуглецю в атмосферу. Таким чином, використання добавок спиртів для виробництва товарних марок автомобільних бензинів є доцільним та перспективним.

Ізопропіловий спирт є реальним конкурентом біоетанолу для використання в якості добавки до бензинів в умовах української економіки. Ізопропанол відносно недорогий, доступний на ринку, його обіг менше контролюється державою, чим обіг біоетанолу. Суміш бензинів та ізопропанолу може додатково підвищити свої антидетонаційні характеристики при використанні технології обробки в кавітаційному полі. Кавітаційна обробка використовується досить для вирішення проблеми покращення тих чи інших властивостей як окремих нафтових фракцій, так і товарних бензинів та інших нафтопродуктів. Кавітація є явищем виникнення в крапельній рідині бульбашок (порожнин). Енергія схлопування бульбашок призводить до створення *in situ* реакційних зон із високими температурами та тисками, де відбуваються хімічні перетворення, а також перебігає гомогенізація рідини, що обробляється.

Метою даної роботи є вивчення впливу кавітаційної обробки спирт-бензинової суміші на процес модифікації газоконденсатного бензину ізопропанолом. Дослідження проводились на лабораторній установці із тиском в очці кавітації 9,0 МПа. Суміш ізопропанолу та газового конденсату готувалась попередньо, та вже готова суміш посувала на кавітаційну обробку. Замірювання ОЧ здійснювалось октанометром SHATOX SX-150 на базі аналізатора SX-300. Похибка паралельних замірів не перевищує 0,2 пункту. Максимальна похибка заміру ОЧ не перевищує 0,5 пункту. Діапазон коректної роботи приладу складає 40-135 пунктів. Результати експериментів наведені в таблиці.

Застосування кавітаційної обробки до газового конденсату без додавання ізопропанолу дозволяє збільшити октанове число на 0,8 пункти за дослідницьким та на 0,5 пункти за моторним методом. Додавання ізопропанолу збільшує початкові значення октанового числа – вже 3% об'ємних достатньо для створення марки бензину, що має октанове число 95 пунктів за дослідницьким методом (аналог бензину марки А-95), а застосування кавітаційної обробки зменшує необхідну кількість ізопропанолу для досягнення цього ж результату до 2% об'ємних. Тобто, застосування кавітаційної обробки здатне або зменшити необхідну кількість ізопропанолу, або додатково збільшити октанове число та покращити антидетонаційні характеристики палива. Стале значення ОЧ досягається за 6-8 циклів кавітаційної обробки, що дещо більше, чим необхідна кількість циклів кавітації при модифікації газоконденсатного бензину біоетанолом. Тобто, використання ізопропанолу потребує підведення більшої кількості енергії до реакційної зони.

Таблиця

Зміна октанового числа за дослідницьким методом (RON) та за моторним методом (MON) від кількості циклів кавітаційної обробки для газового конденсату із добавкою ізопропанолу

ОЧ, пунктів	Кількість циклів кавітаційної обробки										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Газовий конденсат без добавки ізопропанолу										
RON	92,3	92,4	92,4	92,6	92,6	92,8	92,9	92,9	92,5	93,0	93,1
MON	83,3	83,5	83,5	83,7	83,7	83,7	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8
	Газовий конденсат із добавкою 0,5 % об. ізопропанолу										
RON	93,0	93,3	93,0	93,4	93,4	93,4	93,5	93,4	93,5	93,5	93,7
MON	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	83,9	83,8	83,9	83,9	83,9
	Газовий конденсат із добавкою 1% об. ізопропанолу										
RON	93,2	93,8	93,8	93,8	93,7	93,9	93,6	94,0	94,0	94,2	94,1
MON	83,8	84,0	84,0	84,0	83,9	84,0	83,9	84,0	84,1	84,2	84,1
	Газовий конденсат із добавкою 1,5% об. ізопропанолу										
RON	94,0	93,9	94,1	94,2	94,2	94,4	94,4	94,5	94,2	94,5	94,6
MON	84,1	84,0	84,1	84,2	84,2	84,4	84,4	84,5	84,2	84,5	84,6
	Газовий конденсат із добавкою 2 % об. ізопропанолу										
RON	94,6	94,6	94,7	94,7	94,7	94,7	94,8	94,9	94,9	94,9	95,0
MON	84,6	84,6	84,7	84,7	84,7	84,7	84,8	84,9	84,9	84,9	95,0
	Газовий конденсат із добавкою 2,5% об. ізопропанолу										
RON	94,9	94,9	94,8	95,0	95,0	95,0	95,0	95,1	95,5	95,7	95,8
MON	84,9	84,9	84,8	85,0	85,0	85,0	85,0	85,1	85,5	85,7	85,8
	Газовий конденсат із добавкою 3% об. ізопропанолу										
RON	95,0	95,0	95,1	95,1	95,4	95,1	95,4	95,6	95,7	95,8	95,9
MON	85,0	85,0	85,1	85,1	85,4	85,1	85,4	85,6	85,7	85,8	85,9
	Газовий конденсат із добавкою 3,5% об. ізопропанолу										
RON	94,9	95,3	95,5	95,7	95,7	95,8	95,8	95,8	95,8	95,8	95,8
MON	84,9	85,3	85,5	85,7	85,7	85,8	85,8	85,8	85,8	85,8	85,8

Енергія, що передається до спирт-бензинової суміші, витрачається на низку хімічних реакцій, продуктами яких є в тому числі і високооктанові компоненти автомобільних бензинів. Теоретично обґрунтовано, що в кавітаційних кавернах відбувається часткове перетворення спиртів в етери.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення процесів модифікації бензинів, отриманих при переробці нафти та нафтових фракцій, ізопропанолом в кавітаційному полі, на дослідження параметрів кавітації на процес, на порівняльний техніко-економічний аналіз застосування ізопропанолу в якості присадки до автомобільних бензинів відносно інших одноатомних спиртів, етерів та їх сумішей. Результатом повинна стати технологія модифікації бензинових фракцій спиртами в кавітаційному полі, що забезпечить покращені експлуатаційні та екологічні характеристики автомобільних палив.

**К ВЫБОРУ КОНДЕНСАТОРОВ СЕРЫ В УСТАНОВКАХ КЛАУСА**

Платонов О.И., к.т.н.

*ООО «Институт Гипроникель», Санкт-Петербург, Россия*

Все установки получения серы по способу Клауса из кислых газов предприятий нефте- и газопереработки для извлечения серы из парогазового потока используют газотрубные конденсаторы серы, эффективность которых определяется как характеристиками газового потока [1], так и конструктивными особенностями самого конденсатора [2], к которым относится и диаметр теплообменных труб. Игнорируя это, производители котлов зачастую навязывают потребителям, эксплуатирующим SRU, свою продукцию, выпускаемую из собственных интересов. Чтобы оценить реальный эффект увеличения диаметра теплообменных труб конденсатора на эффективность извлечения серы, сравнительно проанализировали реальную эффективность извлечения серы в двух промышленных газотрубных котлах с теплообменными трубками разного диаметра.

Использовали архивные данные мониторинга котлов-утилизаторов (КУ) на участке производства элементарной серы (УПЭС) Медного завода (МЗ) Заполярного филиала ПАО «Горно-металлургическая компания «Норильский никель» (ГМК «НН»). В качестве первичных котлов-утилизаторов КУ-1 УПЭС МЗ здесь используются горизонтальные газотрубные котлы Г-1030 производства ОАО «Белгородский завод энергетического машиностроения» (БЗЭМ), теплообменную поверхность ( $1030 \text{ м}^2$ ) и проходное сечение которых ( $1,568 \text{ м}^2$ ) образуют 1032 дымогарных трубки диаметром 50/44 мм длиной 7300 мм. Непосредственно за этим котлом КУ-1 в технологическую линию УПЭС МЗ включён конденсатор серы – газотрубный котёл Г- 950 производства также БЗЭМ, составленный из 1600 труб диаметром 32/26 мм длиной 7300 мм с общей поверхностью теплообмена  $953,5 \text{ м}^2$  и проходным сечением  $0,849 \text{ м}^2$ . По удельной нагрузке на теплообменную поверхность эти котлы УПЭС МЗ: КУ-1 (типа Г-1030) и КУ-2 (Г-950), включённые последовательно, практически идентичны. Выход серы из котлов сопоставляли по имеющимся данным синхронных (параллельных) обследований котлов КУ-1 и КУ-2 всего на  $n=109$  режимах работы для 4-х периодов обследований УПЭС МЗ, указанных в Табл.1.

Таблица. Осреднённые значения коэффициента извлечения серы  $R_s$  в газотрубных котлах-утилизаторах КУ-1-1 и КУ-2а-1 (КУ-2-1) УПЭС МЗ ЗФ ГМК «НН»

№ п/п	Период обследования (n режимов)	Котёл-утилизатор Г-1030 (КУ-1-1)		Конденсатор серы Г-950 (КУ-2а-1)	
		$s$	$R_s$	$s$	$R_s$
		кг/( $\text{м}^2$ час)	%	кг/( $\text{м}^2$ час)	%
1	26.08.÷14.09. 2005г. (n=49)	$7,3 \pm 2,4$	$10,9 \pm 7,5$	$10,3 \pm 2,8$	$65,5 \pm 33,4$
2	14.11.÷17.12. 2007г. (n=8)	$6,8 \pm 3,0$	$15,5 \pm 15,1$	$6,5 \pm 3,3$	$80,9 \pm 16,7$
3	13.07.÷13.10. 2009 г.(n=18)	$8,3 \pm 2,2$	$11,6 \pm 4,9$	$8,0 \pm 2,4$	$76,9 \pm 16,3$
4	7.09.÷11.10. 2012 г.(n=14)	$7,0 \pm 2,8$	$3,2 \pm 2,8$	$7,2 \pm 2,9$	$78,3 \pm 47,0$

Из сравнения приведённых значений  $R_s$  следует, что при близких или равных (в пределах статистического разброса  $\sigma$ ) значений аргумента  $s$  при пропуски одного

потока газа, коэффициент извлечения серы  $R_s$  в котлах Г-950 в 5 и более раз превосходит  $R_s$  для котлов Г-1030. При этом средневзвешенные значения  $R_s$  из Табл.1 для котлов Г-950 и Г-1030 (соответственно: 71,2% и 10,2%) отличаются в практически в 7 (в 6,95) раз.

Осреднённые значения коэффициента извлечения серы  $R_s$  в зависимости от удельной нагрузки  $s$  на теплообменную поверхность котлов-утилизаторов КУ-1-I и КУ-2а-I (КУ-2-I) УПЭС МЗ показаны на Рис.3. Светлыми символами здесь показаны средние из 4÷6 ближайших по аргументу  $s$  значения коэффициента извлечения серы  $R_s$  в конденсаторах Г-950, а вертикальным отрезком – их дисперсия (среднеквадратичное отклонение). Средние на интервалах  $s$  значения  $R_s$  в котле Г-1030 показаны зачернёнными значками, размер которых соответствует или сопоставим с дисперсией.

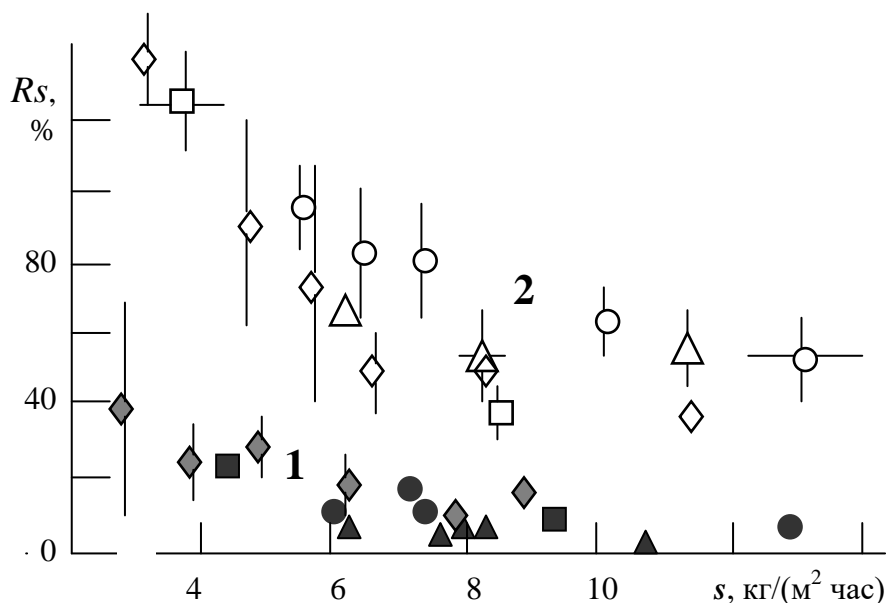


Рис. Распределение коэффициента извлечения серы  $R_s$  в котлах: КУ-1-I (1) и в конденсаторах КУ-2а-I или КУ-2-I (2) УПЭС МЗ ЗФ ГМК НН от удельного массопотока серы  $s$  на входе КУ за периоды: 14.11.07÷17.12.07(□ ◇); 13.07.09÷13.10.09 (o); 7.09.12÷10.10.2012 (Δ).

Как очевидно из Рис., во всём рабочем диапазоне удельных нагрузок  $s$  значения коэффициентов извлечения серы  $R_s$  в котлах-конденсаторах Г-950 при равных  $s$  заметно выше, нежели в котлах Г-1030.

Итак, прямое статистическое сопоставление коэффициентов извлечения серы в газотрубных котлах КУ-1-I и КУ-2а-I (КУ-2-I) УПЭС МЗ из практически одного газового потока показывает явное преимущество в конденсации серы газотрубного котла Г-950 сравнительно с аналогичным котлом-утилизатором Г-1030 с теплообменными трубами большего диаметра. При одинаковых нагрузках на эти котлы, коэффициент извлечения серы в конденсаторах Г-950 БЗЭМ в 5 и более раз выше. Этот результат пассивного промышленного эксперимента означает нецелесообразность увеличения диаметра теплообменных труб конденсаторов серы установок Клауса.

#### Литература

1. Платонов О. Особенности технологии получения серы из металлургических газов (физико-химические основы и практика). Saarbrücken, Germany: LAP - LAMBERT Academic Publishing, 2012. - 444 с.
2. Manenti G. // "Sulphur 2010" Conference, 1-4 Nov. 2010, Prague, Czech Republic. Conference papers. – London: CRU Publishing, 2010. pp. 191-198.

**СТРУКТУРИРОВАННЫЙ ПОЛИАМИДНЫЙ КЛЕЙ-РАСПЛАВ**

Ягодкина М.В., Запольская Е.С., Крутько Э.Т., д.т.н., проф.

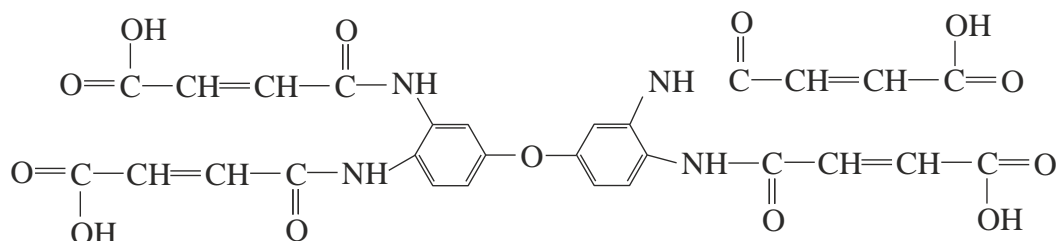
*Белорусский государственный технологический университет*

В ряде научных публикаций сообщается о возможности использования приема модификации алифатических полиамидов для улучшения адгезионных характеристик полимеров. Полученные положительные результаты авторы соответствующих публикаций объясняют образованием в композиционном термоплавком полимере дополнительных адгезионных центров, способствующих усилению адгезии, что в свою очередь значительно повышает устойчивость клеевых соединений к различного рода воздействиям (стирка, химчистка и др.).

В настоящее время клеи-расплавы широко применяются в высокопроизводительных процессах склеивания различных субстратов в упаковочной отрасли, машиностроении (производство автомобильных фильтров, производстве мебели. для склеивания деталей из древесных материалов, тканей, бумажных пленок, предварительного крепления деталей обуви и др. Известны различные клеи-расплавы на основе полиамидных смол, полученных путем сополимеризации гексаметилендиаммонийадипината с  $\epsilon$ -капролактамом (смола П-54), гексаметилендиаммонийадипината с гексаметилендиаммонийсебацатом и  $\epsilon$ -капролактамом (смола П-548), а также на основе смесей этих сополимеров. Известен также клей-расплав, включающий полиамидную смолу, глицерин, фталевый ангидрид, триметилпропан и клеевая композиция, содержащая полиамидную смолу, пластификатор, стеариновую кислоту, адипиновую кислоту, продукт конденсации гексаметилендиамина с адипиновой кислотой, канифоль, стабилизатор. Известна клеевая композиция, включающая следующие компоненты (мас.%): поли- $\epsilon$ -капроамид (полиамид 6) 90,0 – 97,0; терефталевая кислота 1,0 – 5,0; метафениленбисмалеинимид 1,0 – 2,0; модифицированная канифоль 1,0 – 3,0 (прототип). Однако общий недостаток используемых клеев – недостаточно высокая адгезия к склеиваемым материалам.

Цель данного исследования состояла в получении клея-расплава на основе промышленно производимого в Республике Беларусь (ОАО «ГродноАзот») полиамида 6 (поли- $\epsilon$ -капроамида) с повышенными по сравнению с прототипом адгезионными свойствами к склеиваемым элементам изделий, например, кожи, используемой в производстве обуви. Решение поставленной задачи было достигнуто тем, что клей-расплав, включающий поли- $\epsilon$ -капроамид (полиамид 6), терефталевую кислоту, модифицированную канифоль, малеинпроизводное полиамида (прототип), отличается тем, что содержит в качестве малеинпроизводного полиамида N,N,N',N'- 3,3',4,4'-дифенилоксид тетраамалеинамидокислоту (ТМАК) при следующем соотношении компонентов, мас.%: поли- $\epsilon$ -капроамид (полиамид 6) 90,0 – 97,0; терефталевая кислота 1,0 – 5,0; N,N,N',N'- 3,3',4,4'-дифенилоксид тетраамалеинамидокислота (ТМАК) 1,0 - 2,0; модифицированная канифоль 1,0 – 3,0.

N,N,N',N'- 3,3',4,4'-дифенилоксид тетраамалеинамидокислоту (ТМАК) формулы:



синтезировали по реакции взаимодействия ароматического тетрааминодифенилового эфира с эквимолярным количеством ангидрида малеиновой кислоты в минимальном количестве диметилформаида (ДМФА) в течение 2–3 часов. Образующаяся N,N,N',N'- 3,3',4,4'-дифенилоксид тетра-малеинамидокислота (ТМАК) выпадает в осадок в виде тонкодисперсного порошка.

Клей готовили следующим образом: в реактор при температуре 260–270°C в токе очищенного инертного газа последовательно вводили  $\epsilon$ -поликапроамид (полиамид б) и терефталевую кислоту, перемешивали 10-15 минут, затем вводили N,N,N',N'- 3,3',4,4'-дифенилоксид тетра-малеинамидокислоту (ТМАК) и температуру в зоне реакции снижали до 210–220 °С, затем загружали модифицированную канифоль и содержимое реактора гомогенизировали при перемешивании компонентов среды. Общее время синтеза составляло 25–30 минут. В качестве модифицированной канифоли использовали талловую канифоль, модифицированную 3–5% фумаровой кислоты. Поли- $\epsilon$ -капроамид (полиамид б) содержал минимальное количество (1–2%) низкомолекулярных веществ в соответствии с ОСТ 6-06-С9-83. Ток азота необходим для исключения контакта расплавленной смеси компонентов с кислородом воздуха и влагой, содержащейся в воздухе, для предотвращения термоокислительной деструкции компонентов и исключения гидролитической деструкции полиамида б. За счет особенностей структуры ТМАК, содержащей кроме адгезионно-способных непределельных связей четыре карбоксильные группы в молекуле, вероятно, возможно более эффективное структурирование системы модифицированного полимера в процессе формирования клеевого шва, что обеспечивает увеличение его адгезионной прочности к субстратам путем образования дополнительных химических связей по сравнению с прототипом. Готовый клей сливали из реактора и охлаждали (под азотной подушкой), затем измельчали.

Адгезионную прочность оценивали путем испытания склеек на расслаивание и сдвиг по известным методикам (ГОСТ 939-88). Испытания проводили на разрывной машине З-05. Температуру размягчения определяли методом кольца и шара по ГОСТ 11506-73. Экспериментально установлено, что предел прочности при расслаивании и предел прочности при сдвиге клеевого шва у разработанной композиции клея – расплава для всех сравниваемых примеров выше, чем у композиции-прототипа при несколько более низких температурах размягчения. Вероятно повышенные адгезионные характеристики разработанной композиции клея-расплава по сравнению с клеем-расплавом прототипа обусловлены свойствами образующихся сетчатых продуктов взаимодействия поли- $\epsilon$ -капроамида (полиамида б) с терефталевой кислотой, модифицированной канифолью, N,N,N',N'- 3,3',4,4'-дифенилоксид тетра-малеинамидокислотой (ТМАК) за счет особенностей химического строения молекул ТМАК, более эффективно сшивающей полимерную композицию.

## **ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИАМИДНОГО ОТВЕРДИТЕЛЯ НА ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ЭПОКСИДНЫХ ЛАКОВЫХ ПОКРЫТИЙ**

Запольская Е.С., Крутько Э.Т., д.т.н., проф.

*Белорусский государственный технологический университет*

На защитные свойства эпоксидных покрытий существенное влияние оказывает природа отвердителя. Используя отвердители различного химического строения можно целенаправленно регулировать свойства формируемых защитных покрытий. В данной работе изучено влияние комплексного отвердителя, состоящего из раствора полиамидной смолы в смеси органических растворителей (отвердитель Э№4, ТУ 6-10-1429-79) и модифицирующего полиаминного реагента – олигоаминофенилена, на свойства покрытия, формируемого на основе эпоксидной смолы Э-41р (ТУ 6-10-106-

78). Композиция может быть использована в качестве верхнего водостойкого покрытия в системах антикоррозионной защиты инженерных и гидротехнических установок портовых сооружений морской техники, эксплуатируемых на открытом воздухе и подвергающихся колебанию температуры, постоянному или периодическому воздействию влаги или воды. Покрытия наносили на предварительно очищенные металлические подложки из низкосортной стали. Отверждение покрытий проводили в термошкафу при  $100^{\circ}\text{C}$  в течение 3-4 часов. Твердость лакокрасочного покрытия определяли с помощью маятникового прибора в соответствии со стандартами ISO 1522 и ГОСТ 5233 «Материалы лакокрасочные. Метод определения твердости по маятниковому прибору». В работе использовали маятниковый прибор типа ТМЛ (Маятник А (Кенига)). Определение прочности при ударе проводили по ГОСТ 4765. Испытуемый образец помещали под боек покрытием вверх, Участок покрытия, на который падал груз, находился на расстоянии не менее 20 мм от края и не менее 40 мм от центра других участков, подвергшихся удару. За ударную прочность покрытий принималась наибольшая высота, при свободном падении с которой груз массой 1 кг не вызывает разрушения покрытия. Отвердители вводили в эпоксидную смолу в соотношении смола – отвердитель 0,8:1,1; 1,0:1,0; 1,2:1,0. Массы компонентов рассчитывали исходя из содержания эпоксидных групп в смоле и аминного числа отвердителя. Как показали результаты экспериментальных исследований, твердость формируемых защитных покрытий на металлических поверхностях из нержавеющей стали изменялась в зависимости от количества введенного отвердителя и его состава, в обоих случаях снижаясь со снижением введенных в эпоксидную смолу количеств как немодифицированного, так и комплексного полиамидного отвердителя, содержащего от 0,1 до 0,3 мас.% полиаминного реагента – олигоаминофенилена. Однако количественные показатели твердости и прочности при ударе покрытий, формируемых на основе эпоксидной смолы, отверждаемой комплексным полиамидным отвердителем с добавкой олигоаминофенилена, превышали соответствующие характеристики для покрытий, отвержденных немодифицированной полиамидной смолой, что свидетельствует о более эффективном структурировании в системе формируемого лакового покрытия на основе эпоксидного олигомера.

## ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕНТЕРОСОРБЕНТІВ

Трофімова В.В., Маслош О.В., к.х.н., доцент

*ДЗ «Луганський державний медичний університет»*

Ентеросорбція - це один з методів еферентної терапії - терапії виведення. Даний метод лікування заснований на здатності ентеросорбентів зв'язувати й виводити з організму різні екзогенні речовини, мікроорганізми і їх токсини, ендогенні продукти обміну, що здатні накопичуватися або проникати в порожнину шлунково-кишкового тракту в ході перебігу різних захворювань. Ентеросорбенти займають належне місце в арсеналі сучасних лікарських засобів. Напрямок сорбційної терапії сьогодні динамічно розвивається, а фармацевтичний ринок щорічно поповнюється новими препаратами сорбційної дії, проте в Україні в останні роки частка ентеросорбентів в загальному обсязі роздрібного ринку лікарських засобів і БАДів стабільно становить 3%.

Метою роботи є вивчення, аналіз і експериментальне порівняння різних груп ентеросорбентів.

Для порівняння було обрано та досліджено:

**Вуглецеві сорбенти**, які представлені в лікарській формі Активоване вугілля. Це пористі речовини, які отримують з різних вуглецевих матеріалів органічного походження та мають пори різного радіусу.

**Кремнійвмісні сорбенти** Ентеросгель і Білий вугілля - це високодисперсний діоксид кремнію, який складається з непористих сферичних частинок, об'єднаних в агрегати розміром 100-200 нм.

**Препарати на основі харчових волокон та пектинів** (в основному натуральні): мікрокристалічна целюлоза.

Експериментально порівнювали:

#### **1. Розчинність**

Розчинність — це властивість речовини розчинятися в різних розчинниках. Характеризується відповідно до критеріїв, наведених в [1, с.5].

Результат: Всі зазначені ентеросорбенти практично не розчинні у воді.

#### **2. рН водної витяжки**

рН- число, яке умовно характеризує концентрацію іонів водню у водних розчинах. Може бути віднесений до критеріїв чистоти, оскільки кислотні або лужні домішки можуть впливати на рН шлункового місту. Визначення рН проводять експериментально (потенціометрично), шляхом вимірювання різниці потенціалів між двома відповідними електродами, зануреними у випробовуваний розчин [2, розділ 2.2.3, с.51].

Результат: Всі ентеросорбенти мають слабо кислу, майже нейтральну величину рН.

#### **3. Втрата в масі при висушуванні**

Характеризує вміст як фізично зв'язаної води (вологість), так і залишкових розчинників, які можуть використовуватися при виробництві ентеросорбенту. Для визначення втрати в масі при висушуванні використовують гравіметричний метод аналізу.

Результат: Вугілля активоване (12,13%) і МКЦ (8,77%) мають більшу водоутримуючу здатність порівняно з білим вугіллям (4,44%) та ентеросгелем (0,45%). Пористі сорбенти на поверхні розділу фаз мають метильні та гідроксильні групи, гідрофільність – груп, пори формуються за рахунок проміжків між мікроглобулами полісилоксанової матриці, які заповнені водою. В мікрокристалічній целюлозі присутні первинні і вторинні гідроксильні, фенольні, карбоксильні групи, які обумовлюють міжмолекулярну взаємодію (водневі зв'язки) здатності сорбувати воду, цим і пояснюється водоутримуюча здатність. Втрата в масі при висушуванні не повинна перевищувати 15% (для вугілля активованого) згідно з вимогами вимогам Державної фармакопеї України.

#### **4. Випробування на граничний вміст домішок (сульфати, хлориди, залізо, важкі метали)**

Оскільки ентеросорбенти вживають у великих дозах (десятьки грамів за один раз), надзвичайно важливим є визначення вмісту домішок. Результат методу випробування на домішки оцінюють порівняно з еталонними розчинами, наведеними у ДФУ [1, с.56, 75,80].

Результат: В випробуваних розчинах забарвлення не було інтенсивніше за забарвлення еталона, що вказує на вміст домішки в допустимих межах і відповідає вимогам ДФУ.

Висновки. Експериментально було доведено, що всі ентеросорбенти доброякісні і відповідають вимогам Державної фармакопеї України (ДФУ) та аналітико-нормативної документації (АНД) виробника.

Література

1. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». — 1-е вид. — Доповнення 4—Харків: Державне підприємство Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2011. — 540 с
2. Державна Фармакопея України : в 3 т. / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». — 2-е вид. — Харків:



Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015

3. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». — 1-е вид., Харків: Державне підприємство Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2001. — 531 с.

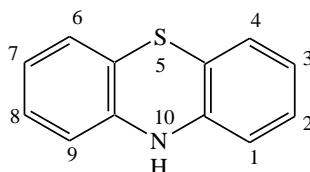
### ПРОИЗВОДНЫЕ ФЕНОТИАЗИНА ДЛЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Бушуев А.С. доц., Котова В.В., доц., Хашен Хуссейн ст. гр., 15 іф, Мороз О.В. ктн.

ДЗ «Луганський державний медичний університет» (м. Рубіжне)

Фенотиазин представляє собою одну з самих важких і перспективних груп лікарських речовин в сучасній фармації і фармакології.

Фенотиазиновий цикл представляє собою конденсовану систему трьох кілець – тиазина і зв'язаних з ним бензольних кілець, тому фенотиазин можна назвати як дибензопродукт тиазина:

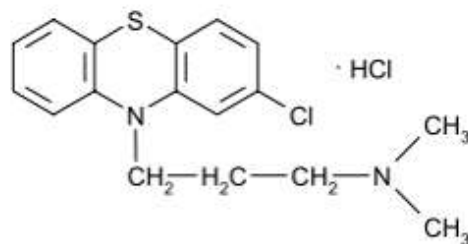


Як лікарські засоби найбільший інтерес представляють продукти фенотиазина, в яких атом водороду у атома азота замінений алкіламіноалкілними або алкіламіноацилними радикалами. Вони є нейрорептиками з седативним ефектом, посилюючи дію снодійних, болезасниваючих і місноанестезуючих засобів. Крім того, вони мають антигістамінну активність, холінолітичний ефект і інші фармакологічні властивості (наприклад, серцево-судинні, антиаритмічні).

Більше значення мають продукти фенотиазина, які мають замісники (R) в положеннях 2 і 10 циклу. Частіше R<sup>10</sup> представляє собою залишок 3-діалкіламінопропанолу. Подібні продукти фенотиазина об'єднують велику групу лікарських препаратів психотропного дії (нейрорептики). Фармакопейними препаратами фенотиазинового ряду є аміназин, дигараєин, трифтазин, хлораєин.

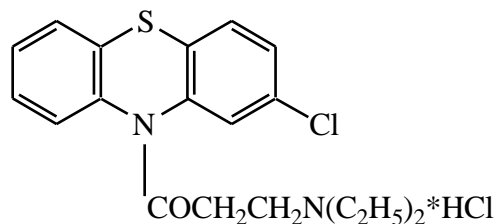
Дана робота присвячена синтезу продуктів тиазина – хлораєина і амінаєина для лікарських препаратів, відзначаючись тим, що як вихідне сировина пропонується використання виділених і очищених компонентів коксового газу і смоли після коксування каменного вугілля.

Амінаєин представляє собою хлористоводородну сіль M-(3'-діметиламінопропіл)-2-хлорфенотиаєина.

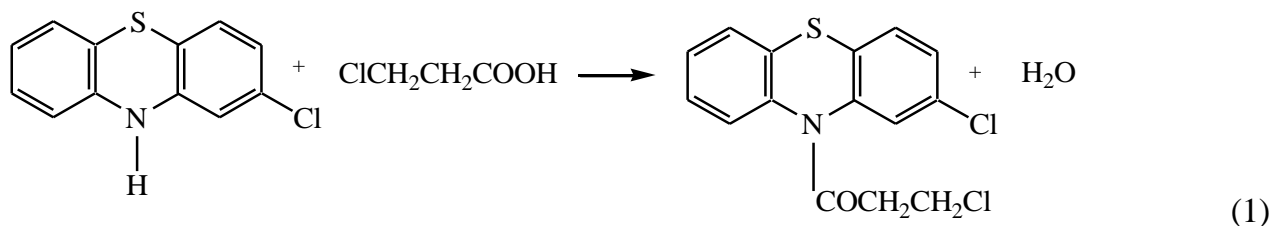


Хлораєин належить до продуктів фенотиазина і має схожість по будові з амінаєином, однак хлораєин є 10-діалкіламіноацилним продуктом, а

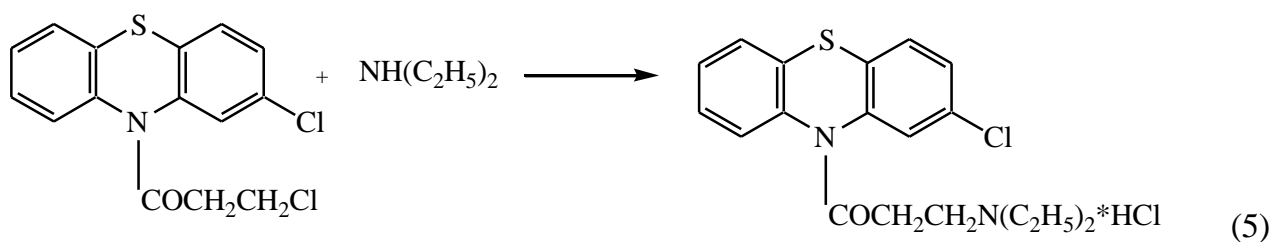
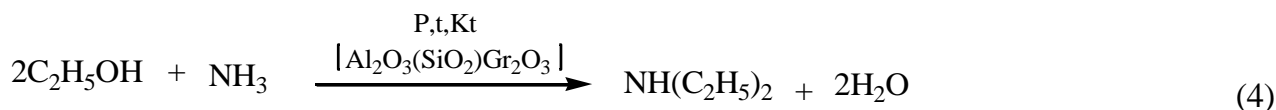
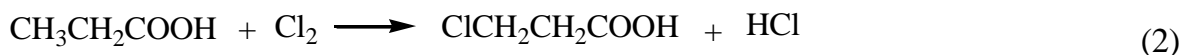
аміназин - діалкіламіноалкільним производним; крім того, аміназин має при кінцевому атомі азота дві метильні, а хлорацізин - дві етильні групи.



Згідно з пропозиційною технологією хлорацізин отримують ацилюванням 2-хлорфенотіазина хлорангідридом β-хлорпропіонової кислоти з наступним взаємодією утвореного 10-(β-хлорпропіоніл)-2-хлорфенотіазина з діетиламіном і переводом основи в хлоридат хлорацізину за рівняннями:



При цьому хлорпропіонова кислота і хлорангідрид β-хлорпропіонової кислоти отримують згідно реакцій 2 і 3:



Використання виділених і очищених компонентів коксового газу і смоли після коксування каменного вугля в якості вихідного сиров'язя для отримання производних фенотіазина значно спрощує схему синтезу хлорацізину.

#### Література

1. Основи органічної хімії лікарських речовин/А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, І.В. Шендрік. - М.: Хімія, 2001. - 192с.
2. Фармакологія: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів: переклад з української мови / І. С. Чекман, Н. А. Горчакова, Л. І. Казак [і др.]; під ред. професора І. С. Чекмана. - Вінниця: Нова Книга, 2013. - 792с. - ISBN 978-966-382-481-9.
3. Данилов Д. С. Сучасні класифікації антипсихотичних засобів і їх значення для клінічної практики (сучасний стан питання і його перспективи) // Огляд психіатрії і медичної психології ім. В. М. Бетхерева. - 2010. - С.36 - 42.

## STUDY OF THE USEFULNESS OF INDOOR PLANTS FOR THE PURPOSE OF OXYGEN ENRICHMENT

Mykavy Kateryny

scientific supervisors: Glikina I.M. prof., Tarasov V.Yu. docent, Glikin M.A. prof., Dr.Eng.Sc.

*Lysychansk Lyceum*

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,*

Oxygen is the most important and common element on planet Earth. According to scientists, the plants of our planet annually produce more than 140 tons of oxygen. About 60% of this volume is spent on the processes of oxidation and decomposition of organic substances, that is, all kinds of residues of plant and animal organisms. And the rest is absorbed as a result of breathing by the inhabitants of the planet. Earth's surface vegetation absorbs CO<sub>2</sub> and releases oxygen. These transformations are called photosynthesis. This is the process of the formation of organic compounds from CO<sub>2</sub> and water in the light with the release of oxygen.

**Overview.** A well-known fact is that in higher plants photosynthesis occurs in chloroplasts - these are oval-shaped plastids containing the chlorophyll pigment. Due to its green color, parts of the plant also have a green color. During photosynthesis, oxygen is released into the atmosphere. Chlorophyll is found in chloroplasts that are found in stems or fruits. Especially a large number of them in the leaves, because due to its very flat structure, the leaf can attract a lot of light, respectively, get much more energy for the photosynthesis process.

After absorption, chlorophyll is in an excited state. It transfers energy to other molecules of the plant's body, especially those that are directly involved in photosynthesis. The second stage of the photosynthesis process takes place without the obligatory participation of light and consists in obtaining a chemical bond with the participation of carbon dioxide obtained from air and water. At this stage, various very useful substances are synthesized, such as starch and glucose.

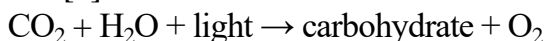
These organic substances are used by plants to nourish its various parts, as well as to maintain normal functioning. In addition, these substances are also obtained by animals, eating plants. People also get these substances by eating animal and vegetable products [1].

**The mechanism of the process.** The process of photosynthesis begins with the ingress of light on chloroplasts - intracellular semi-autonomous organelles containing green pigment. Under the influence of light, chloroplasts begin to consume water from the soil, splitting it into hydrogen and oxygen. Part of the oxygen is released into the atmosphere, another part goes to oxidative processes in the plant.

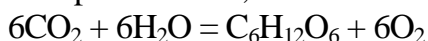
Contained in pyrenoids (protein granules surrounded by starch) carbon dioxide is mixed with hydrogen to form sugar molecules. This reaction also releases oxygen. Sugar combines with nitrogen, sulfur, and phosphorus coming from the soil. In this way, green plants produce starch, fats, proteins, vitamins and other complex compounds necessary for their life.

Photosynthesis is best done under the influence of sunlight, however, some plants may be content with artificial lighting.

In a simplified and visual form, the entire reaction can be described in one simple chemical formula [2]:



In expanded form, the formula looks like this:



### Houseplants.

The following are the most common plants for home and office: [3]:

Aloe vera (Aloe vera) is a unique plant that should be in every home. Thanks to its juice, almost any problem related to skin and health can be cured. It is known that this plant also emits a lot of oxygen at night. The plant is extremely hardy, it does not need to be watered often and taken care of in some special way. The plant is absolutely unpretentious, and very easy to breed..



Sansevieria (Sansevieria) is a plant, exactly what you need to have at home. It is rightfully considered one of the best natural air purifiers. The plant is also very unpretentious, durable and does not need any thorough care.



Orchid (Orchidaceae) - this plant is a real decoration of any home. In addition to aesthetics, it is proved that this plant, namely its beautiful flowers at night, emit a lot of oxygen. This makes them ideal plants for the bedroom. You can provide yourself and your loved ones a healthy and sound sleep. The plant also cleans the air of xylene, a harmful dirty substance contained in various dyes. Orchid makes the house cleaner, fresher and it will be easier to breathe fully in it. Orchid is a fairly unpretentious plant that does not require much care. There should be enough sunlight and water it properly.



Ficus Benjamin (Ficus benjamina) - this plant is a powerful source of oxygen, its leaves are also used to treat diabetes, prevent constipation and treat asthma.



Cactus Rozhdestvennik (Schlumbergera) is a unique flower that blooms only in December. Its succulent leaves benefit human health throughout the year. Cactus releases oxygen even at night, contributing to a healthy and sound sleep. It grows well in dark rooms.



Palm family plants (Arecaceae) - these versatile plants perfectly clean the air of harmful impurities and gases, and also moisturize it, filling it with useful trace elements. They effectively remove impurities and even contribute to better sleep. These plants come from rainforests, but they prefer rooms with a minimal amount of sunlight. Palm tree requires careful care.



Kalanchoe (Kalanchoe) - this flower has extraordinary beauty and attractiveness, also has rare beneficial properties. For its good growth and color, the presence of water and the abundance of bright sunlight are very important. This plant fills the air with oxygen day and night. It's authentically known that the smell of Kalanchoe effectively fights depression, bad mood and trouble sleeping.



Discussion.

**A person on average absorbs oxygen 0.5 dm<sup>3</sup> / min (720 dm<sup>3</sup> / day) during breathing [4].**

Decorating any room with plants, we not only bring in a living organism and create beauty, but also allow ourselves to influence the train of thought. The plant is essentially a partner to man. We inhale oxygen and exhale carbon dioxide, and the plant, on the contrary, feeds on carbon dioxide and releases oxygen. There are several basic rules of life next to indoor plants:

- it becomes easier to breathe;
- plants are natural humidifiers;
- plants are considered air purifiers;
- plants contribute to better health;
- plants contribute to mental concentration (marked growth of up to 70%).

It is noted that the placement of plants indoors depends on the goals that pursue:

- to improve health (relieve fatigue and stress) one large plant is considered sufficient;
- for air purification use up to 20 plants in pots up to 20 cm in an area of 170 m<sup>2</sup>.

**Literature:**

1. Nikolaev L.A. Khimiya zhisni. - M.: Prosvetshenie, 1977. - 214 s.
2. Chto takoe fotosintez? Istoriya otkrytiya protsessa, fazy fotosinteza i ego znachenie (4 aprelya 2019) / <https://rosuchebnik.ru/material/fotosintez/>, korporatsiya «Rossiyskij uchebnik»

3. 9 komnatnikh rastenij, vydelyayut kislorod dazhe noch'yu / <https://www.adme.ru/svoboda-sdelaj-sam/9-rastenij-kotorye-sdelayut-vozduh-v-kvartire-chische-poka-vy-spite-1560365/>, 2003–2020 TheSoul Publishing
4. Kukchenko E.V. Opredelenie kolichesnva kisloroda, vydelyaemogo komnatnymi rasteniyami, <https://school-science.ru/5/1/33974>, © 2016–2020 Rossiyskaya akademiya estestvoznaniya

### **MEDICINAL PLANTS IN PEOPLE'S MEDICINE OF LEBANON**

Hussein Saad, Maslosh O.V., Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor  
*"Lugansk State Medical University" (Ukraine)*

Ismail Jomha,

*Lebanon International University (Lebanon)*

Since the beginning of time, humans around the world have been using medicinal plants for treatment. Lebanon, whose first settlements belong to the 6th century BC, always had its unique history in the use of medicinal plants for medicinal purposes. The Mediterranean climate fully contributed to the growth of such plants in their natural habitat.

In treatment, they used different parts of plants - roots, bark, leaves, flowers, fruits.

Authors investigating the use of medicinal plants in Lebanon argue that there around 128 plant species that are most commonly use as remedy for various illnesses.

They can be distributed as follows [1]:

51 species are used in the treatment of gastrointestinal disorders;

32 - with diseases of the kidneys and urine;

37 - for diseases of the blood and cardiovascular system;

19 - for disorders of the nervous system;

21 – deals with diabetes;

18 - with sexual disorders;

17 - for hair problems;

15 - with breathing problems ( exception of asthma);

11 - with arthritis, pain in the joints and back;

12 - for allergies,

4-for asthma;

7 - in the treatment of the liver, and

6 - in the treatment of cancer.

Most plants are used to treat more than one medical condition, and the specificity of each treatment depends on how much of the plant is used and on the preparation method. According to the study [1], a survey shows that it was recommended to use in the form of water infusions from freshly picked plant material, which is fresh and tender during this period, however, due to the seasonality of the collection of most medicinal plants, the preparation of dried infusions is also widespread.

To a less extent, traditional medicine uses juices, fresh fruits, parts of plants, butter, milk and inhalation of essential oils. The resulting drugs are mainly administered orally and rarely as an external application, a water bath, and rectal syringes or through the nose.

It should be noted that the practice of treating with medicinal plants in Lebanon legally is possible only if the herbalists have the appropriate license and education. The largest number of herbalists live in the Bekaa Valley, and in southern Lebanon. The experience of many Lebanese herbalists was obtained from the family hereditary business and from the Arabic books on herbal medicine.

#### Literature

1. T Deeb, K Knio, ZK Shinwari, S Kreydiyyeh, E Baydoun. Survey of medicinal plants currently used by herbalists in Lebanon. - Pak. J. Bot, 2013 - pakbs.org. URL: [https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/45\(2\)/30.pdf](https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/45(2)/30.pdf) (accessed 04/06/2020)

## СИНТЕЗ МЕТАВАНАДАТА АММОНИЯ ИЗ ОКСИДА ВАНАДИЯ (V), ПОЛУЧЕННОГО ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОТРАБОТАННЫХ ВАНАДИВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ СЕРНОКИСЛОТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Щипцов О. В., Романовская Е.В. к.х.н., ст. преп.

*УО «Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск)*

Ванадий – один из наиболее ценных металлов, который встречается в природе в более чем пятидесяти минералах. Однако, несмотря на свое широкое распространение, в рудном сырье ванадий присутствует в незначительных количествах. Его содержание колеблется от 0,01%(мас.) до 0,2%(мас.), крайне редко встречаются источники ванадиевого сырья с максимальным содержанием до 2% (мас.). В последние годы интерес к ванадию и его соединением значительно возрос, что связано не только с его использованием в качестве легирующей добавки в сплавах металлов, но также и в качестве катализаторов, ванадий-ионных батарей, пигментов для керамической, стекольной и лакокрасочной промышленности, а также биологической добавки. В связи с этим особую актуальность приобретает получение ванадия и его соединений из вторичного сырья, такого как отработанные ванадиевые катализаторы различных химических производств [1,2], а также шламы и зольные остатки от сжигания мазутосодержащего топлива на ТЭС [3,4].

Целью данного исследования был синтез метаванадата аммония ( $\text{NH}_4\text{VO}_3$ ) из оксида ванадия (V) марки х.ч. и оксида ванадия (V), полученного из отходов производства серной кислоты – отработанных ванадиевых катализаторов (ОВК) типа сульфованадат на силикагеле (СВС). Метаванадат аммония является одним из компонентов для получения нетоксичного лакокрасочного пигмента желтого цвета – ортованадата висмута ( $\text{BiVO}_4$ ), поэтому получение данного вещества из отходов производства является весьма актуальной задачей.

Способ получения соединений ванадия из ванадийсодержащих отходов (ОВК) включает следующие стадии [1,5]: 1) измельчение ОВК; 2) растворение ОВК в растворах серной кислоты при Т:Ж = 1:5, рН 1,2–1,3 и наложении ультразвукового поля (время обработки 5 мин); 3) восстановительное выщелачивание при Т:Ж = 1:5 в 0,01 М раствор  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ; 4) отделение твердого остатка после выщелачивания; 5) термогидролитическое выделение  $\text{V}_2\text{O}_5$  из растворов с предварительным окислением пероксидом водорода или персульфатом аммония соединений ванадия до высших валентных форм; 6) отделение  $\text{V}_2\text{O}_5$  от раствора.

Состав полученного продукта, определенный на сканирующем электронном микроскопе JSM 5610 LV с системой химического анализа EDX JED 2201 JEOL (Япония) представлен в таблице.

Таблица – Состав выделенного из ОВК продукта

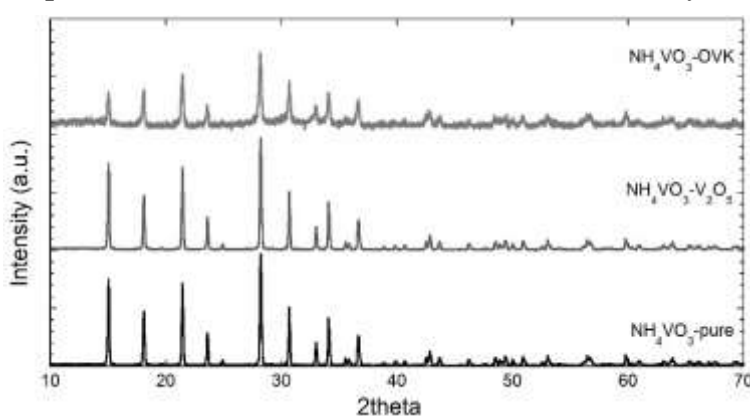
Способ выделения	Элемент	Мас.%	Соединение	Мас.%
Термогидролитическое осаждение $\text{V}_2\text{O}_5$ из растворов выщелачивания ОВК с предварительным окислением $\text{H}_2\text{O}_2$	O	42,63	–	0,00
	V	48,01	$\text{V}_2\text{O}_5$	85,70
	K	4,91	$\text{K}_2\text{O}$	5,92
	S	0,76	$\text{SO}_3$	1,90
	Si	2,03	$\text{SiO}_2$	4,34
	Fe	1,66	$\text{FeO}$	2,14
Термогидролитическое осаждение $\text{V}_2\text{O}_5$ из растворов выщелачивания ОВК с предварительным окислением $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$	O	42,05	–	0,00
	V	48,52	$\text{V}_2\text{O}_5$	86,62
	K	5,22	$\text{K}_2\text{O}$	6,29
	S	0,96	$\text{SO}_3$	2,39
	Si	0,61	$\text{SiO}_2$	1,31
	Fe	2,64	$\text{FeO}$	3,40

Синтез метаванадата аммония проводили по следующей методике: в стакане емкостью 200 мл растворяли при нагревании 3,5 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в 25 см<sup>3</sup> воды. При температуре кипения вносили небольшими порциями 5 г оксида ванадия (V). Когда прекращалось выделение  $\text{CO}_2$ , добавляли насыщенный раствор перманганата калия до исчезновения синей окраски раствора (при этом происходило окисление  $\text{V}^{4+}$ , содержащегося в качестве примеси в  $\text{V}_2\text{O}_5$ ). Образовавшуюся суспензию фильтровали несколько раз через один и тот же фильтр до тех пор, пока фильтрат не становится прозрачным. Осадок на фильтре промывали водой до отрицательной реакции промывных вод на ванадат-ионы (проба фильтрата, подкисленная 6 н. серной кислотой, не должна давать желтого окрашивания с перекисью водорода). Соединенные фильтраты нагревали до 60 °С и в горячий раствор вносили 15 г  $\text{NH}_4\text{Cl}$  в 25 см<sup>3</sup> воды. Через несколько часов выпавшие кристаллы  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  отсасывали на воронке Бюхнера, промывали малыми порциями воды (по 5 см<sup>3</sup>) до отрицательной реакции промывных вод на хлорид-ионы и сушили на воздухе.

Для сравнения полученных результатов проводили два параллельных опыта: в первом случае в качестве сырья использовали  $\text{V}_2\text{O}_5$  марки х.ч., а во втором –  $\text{V}_2\text{O}_5$ , полученный при переработке ОВК.

Качественный состав синтезированных веществ определяли методом рентгенофазового анализа (РФА) на дифрактометре D8 Advance Bruker AXS (Германия). Расшифровку рентгенограмм проводили с использованием базы данных международного центра стандартов JCPDS – ICDD. Состав полученных веществ представлен на рисунке.

Из представленных диаграмм видно, что качественный состав синтезированных образцов идентичен и полностью соответствует составу метаванадата аммония марки



х.ч. ( $\text{NH}_4\text{VO}_3$  - pure). Таким образом, проведенные исследования показали возможность использования для синтеза метаванадата аммония соединений ванадия (V), полученных при переработке ОВК.

Рисунок – Сравнительный состав метаванадата аммония

#### Литература

- Орехова С. Е., Крышилович Е. В., Курило И. И. Способ переработки отработанных ванадиевых катализаторов сернокислотного производства. Патент ВУ № 17007. 2013.
- Крышилович Е.В., Курило И.И., Жарский И.М. Способ переработки отработанного ванадиевого катализатора. Патент ВУ № 21560. 2018.
- Zharski, I.M. Vanadium-containing wastes recycling for enterprises using fuel oil: high expectations / I.M. Zharski, S.E. Orehova, I.I. Kurilo [at al.] // Proceedings of BSTU. No.3. P. 3–6.
- Жарский И. М., Выделение ванадийсодержащих продуктов из шламов теплоэлектростанций / И.М. Жарский, И.И. Курило, И.В. Бычек, Е.В. Крышилович // Труды БГТУ. Химия и технология неорганич. веществ. 2013, № 3 (159). С. 3–8
- Крышилович, Е.В Выделение соединений ванадия из растворов выщелачивания термогидролитическим методом / Е. В. Крышилович, И. И. Курило, С. Е. Орехова [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. хім. навук. 2013. № 1. С. 30–35.

## ДОСЛІДЖЕННЯ З ВПЛИВУ РОЗМІРУ ВУГЛЕЦЕВОЇ НАСАДКИ ЕЛЕКТРОКОНВЕРТОРА НА ВИТРАТУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Білець Д. Ю., Карножицький П. В. к.т.н., доц., Мірошниченко Д. В. д.т.н., проф  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

В роботах [1–2] представлено спосіб утилізації в'язких органічних відходів коксохімічного виробництва з отриманням генераторного газу та обґрунтовано застосування електроконвертора. Оскільки розігрів вуглецевої насадки здійснюється при подачі електричного струму до графітових електродів необхідно визначити вплив її розміру на витрату електроенергії [3].

В якості вуглецевої насадки обрано доменний кокс ПрАТ «ДХКЗ» 3–6, 6–10 та 10–13 мм. Під час досліду визначалась необхідна кількість електроенергії для нагріву вуглецевої насадки з температури оточуючого середовища до 1000 °С впродовж 3 хвилин.

На підставі отриманих даних було побудовано графічну залежність (рис.1) витрати електроенергії  $W$  від середнього діаметру зерен коксу  $d_{сеп}$ .

Аналізуючи отриману графічну залежність можна зробити висновок, що чим більше крупність зерен коксу тим менше витрати електроенергії потрібно.

Розроблено рівняння (1), яке характеризує залежність витрати електроенергії від середнього розміру доменного коксу:

$$W = -0,0571 \cdot d_{сеп} + 2,6905 \quad (1)$$

а також коефіцієнти кореляції та детермінації  $r=0,9608$  та  $R^2=0,9231$ .

З отриманих даних можна зробити висновок, що при використанні доменного коксу в якості вуглецевої насадки електроконвертора краще застосовувати клас крупністю 10–13 мм оскільки для його розігріву необхідно менше електроенергії та при нагріванні не спостерігаються великі коливання напруги, як при нагріванні класів меншої крупності. Отримана залежність витрати електроенергії  $W$  від середнього діаметру зерен коксу  $d_{сеп}$  має лінійний характер, достовірність якої підтверджують коефіцієнти.

### Літературні джерела

1. D. Yu. Bilets. Utilizing Viscous Organic Coke-Plant Wastes /D. Yu. Bilets, P. V. Karnozhitskiy, P. P. Karnozhitskiy// Coke and Chemistry, April 2018, Volume 61, Issue 4, pp 147–151.
2. Патент № 136361 UA МПК С10J 3/00. Спосіб отримання генераторного газу/ П. В. Карножицький, Д. В. Мірошниченко, Д. Ю. Білець, О. В. Богоявленська, Г. А. Григор'єв. – Заявл. 20.03.2019; опубл. 12.08.2019.
3. Білець Д. Ю. Дослідження з визначення оптимального розміру вуглецевої насадки електроконвертору / Д. Ю. Білець, П. В. Карножицький, Д. В. мірошниченко/ Майбутній науковець – 2019: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю 12 груд. 2019 р., м. Северодонецьк. Ч. I / укладач В. Ю. Тарасов – Северодонецьк: Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2019. – 282 с.

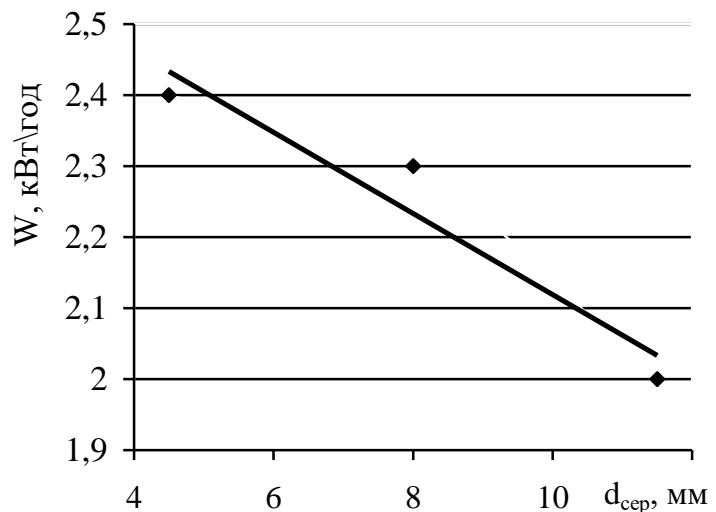


Рис.1 Графічна залежність витрати електроенергії  $W$  від середнього діаметру зерен коксу  $d_{сеп}$



## ПОЛУЧЕНИЕ АЗОТОВОДОРОДНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КАТАЛИТИЧЕСКИМ КРЕКИНГОМ АММИАКА

<sup>1</sup>Ефремов В.Н., к.т.н., доцент, <sup>2</sup>Тительман Л.И., к.т.н., <sup>1</sup>Голосман Е.З., д.х.н., профессор,  
<sup>1</sup>ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР», г. Новомосковск, РФ.  
<sup>2</sup>Ben-Gurion University, Israel.

Азотоводородная смесь (АВС), полученная каталитическим крекингом аммиака используется в качестве водородсодержащего газа в топливных элементах, защитной (контролируемой) атмосферы и восстановительного газа в металлургической, машиностроительной, электротехнической, химической и других отраслях промышленности. Ранее нами совместно с Институтом Газа Украинской АН были проведены исследовательские работы по получению АВС для топливных элементов [1]. При получении водородсодержащего газа для электрохимических генераторов используют метанол, этанол, природный газ, биогаз, пропан и т.д. Получение АВС каталитическим крекингом аммиака является экономически оправданным процессом. Ее стоимость в ~2 раза ниже стоимости электролитического водорода. Она не содержит такие нежелательные примеси как CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и O<sub>2</sub>. Важнейшим требованием, предъявляемым к АВС, является минимальное остаточное содержание аммиака в газе. Метод каталитического крекинга аммиака является перспективным в промышленности только в случае подбора эффективных катализаторов [2, 3].

В зависимости от требований, предъявляемых к остаточному содержанию аммиака, процесс крекинга осуществляют при различных температурах, объемных скоростях и давлениях.

Целью работы являлось исследование каталитической активности в процессе крекинга аммиака в интервале температур 480÷800°C, давлениях 1,25 и 3,0 атм. и объемных скоростях 250÷45000 ч<sup>-1</sup>.

Каталитическую активность изучали на никелевом катализаторе марки НИАП-13-02 (КДА-10А) [4], носителем которого служил активный оксид алюминия и технический алюминат кальция. Содержание активного компонента варьировали в диапазоне 15÷35 масс.%. Для проведения экспериментальных работ был сконструирован и изготовлен одноканальный проточный реактор, позволяющий проводить исследования катализатора в целых гранулах в широком диапазоне температур, объемных скоростей и давлений. Каталитический реактор был совмещен с подогревателем аммиака и теплообменником. В нем было выполнено при проведении каталитического процесса обязательное условие равенства температур аммиака на входе в слой катализатора и в самом слое. В одной конструкции были совмещены каталитический реактор, газовый подогреватель и газовый теплообменник.

Переменными величинами при исследовании каталитической активности были: температура - 500÷700 °С, объемная скорость по диссоциированному аммиаку (АВС) – 1000, 1500 2750 и 5000 ч<sup>-1</sup>. Определение остаточного содержания аммиака осуществляли через каждые 25°C в режиме снижения температуры с 700°C до 500°C с последующим ее термостатированием.

Для определения оптимального состава катализатора НИАП-13-02 (КДА-10А), в области низких температур (до 700°C) были приготовлены лабораторные образцы катализатора с содержанием NiO 25÷50 масс.%. Исследование проводили при следующих постоянных параметрах: объем загрузки катализатора – 15 см<sup>3</sup>, давление процесса крекинга – 0,25 ати, температура активации – 650 °С, время активации – 6 ч.

Результаты исследований в эксперименте с объемной скоростью 5000 ч<sup>-1</sup> приведены в табл.1. Было обнаружено, что активность катализатора увеличивается с ростом содержания NiO с 25 масс % до 37,5 масс %. Катализатор, имеющий максимальное

(49,7 масс %) содержание NiO вместе с тем обладает наименьшей активностью. Максимальную активность проявляют образцы, содержащие 34,9÷37,5 масс %. Наибольшее отличие в каталитической активности проявляется в интервале температур 500÷550°C. При температурах процесса крекинга 600°C и более активность катализатора практически не зависит от содержания в нем активного компонента.

Таблица 1

Зависимость остаточного содержания аммиака от температуры при различном содержании NiO в катализаторе при объемной скорости 5000 ч<sup>-1</sup>

Температура, °C	Остаточное содержание аммиака, об.%				
	25% NiO	28,5% NiO	34,9% NiO	37,5% NiO	49,7% NiO
500	17,0000	14,6000	12,7000	12,5000	15,8000
525	9,7500	9,0000	8,5000	8,6000	10,6500
550	5,0000	4,1000	3,6000	3,5000	5,4000
575	1,2500	1,2000	0,7500	0,7000	1,2500
600	0,2500	0,2100	0,1730	0,1600	0,2800
625	0,0760	0,0750	0,0525	0,0450	0,0830
650	0,0450	0,0440	0,0350	0,0320	0,0480
675	0,0370	0,0360	0,0320	0,0290	0,0420
700	0,0340	0,0310	0,0300	0,0280	0,0400

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что максимальные значения каталитической активности достигаются для катализатора, в котором содержание активного компонента находится на уровне 35÷40 масс.%.

Установлено, что снижение активности катализатора с содержанием 49,7 масс.% NiO происходит в результате рекристаллизации избыточного количества активного компонента по сравнению с носителем, на котором он распределяется. Дисперсность никеля для этого образца, рассчитанная по данным метода РФА, составляет 200 Å. В то же время, для катализаторов с содержанием активного компонента 28,5÷37,5 масс.%, она находится на уровне 160÷170 Å.

В фирме GenCell (Израиль) проведены длительные испытания катализатора КДА-10А, содержащего 35 масс.% NiO, с непосредственной подачей полученного водородсодержащего газа в топливный элемент.

#### Литература

1. Стеженский А.И., Русаков Г.В., Голосман Е.З., Лукьянчиков В.С. Генерация водорода для топливных элементов. Научно-производственный сборник "Химическая технология" Киев. 1971. № 4 (58), с 12-14.
2. Ефремов В.Н. Дисс. ... канд. техн. наук. М.: ГИАП, 1980.
3. Пат. США № 20180015443
4. ТУ 113-03-2008-2000. Катализатор диссоциации аммиака НИАП-13-02.

## ПРО ЗАСТОСУВАННЯ ДИФОСФАТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТИЧНИХ ВОД

Біла Г. М.<sup>1</sup> к.х.н., доц., Антрапцева Н. М.<sup>2</sup> д.х.н., проф., Кравец В. О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет харчових технологій

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України

В останній час питання вдосконалення методів очищення промислових стічних вод набули особливої актуальності.

Перспективним в цьому плані може стати осадження йонів важких металів у вигляді нерозчинних дифосфатів, які, згідно з нашими попередніми дослідженнями, мають сорбуючі властивості.

Мета цієї роботи – дослідити сорбційні характеристики твердого розчину гідратованих дифосфатів складу  $Mn_{2-x}Co_xP_2O_7 \cdot 5H_2O$  ( $0 < x \leq 0.83$ ) та визначити вплив природи катіона на формування їх пористої структури.

Дослідження сорбційних характеристик виконували методом БЕТ. Розрахунок величини питомої поверхні проводили за рівнянням БЕТ, ефективний радіус пор розраховували за формулою Кельвіна.

Для характеристики пористої структури та адсорбційних властивостей дифосфатів твердого розчину  $Mn_{2-x}Co_xP_2O_7 \cdot 5H_2O$  ( $0 < x \leq 0.83$ ) одержували та аналізували ізотерми сорбції парів n-гексану. Використання метилового спирту в якості адсорбата виявилось недоцільним. Результати досліджень наведено в табл.

Таблиця. Сорбційні характеристики дифосфатів  $Mn_{2-x}Co_xP_2O_7 \cdot 5H_2O$  ( $0 \leq x \leq 0.83$ )

Дифосфат	Ємність моношару ( $a_m$ ), ммоль/г	Гранична адсорбція ( $a_s$ ), ммоль/г	Питома поверхня, $S_{БЕТ} \cdot 10^3$ м <sup>2</sup> /кг	Ефективні радіуси пор, нм
$Mn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$	0,124556	1,282931	39,6	1.52; 3.88
$Mn_{1,58}Co_{0,42}P_2O_7 \cdot 5H_2O$	0,078061	0,366887	20,1	1.73; 4.24
$Mn_{1,45}Co_{0,55}P_2O_7 \cdot 5H_2O$	0,071258	0,396402	21,4	1.72; 4.35
$Mn_{1,17}Co_{0,83}P_2O_7 \cdot 5H_2O$	0,069128	0,457976	24,2	1.73; 4.58

Аналіз ізотерм дифосфатів різного складу показав, що десорбційна крива на зразку  $Mn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$  має чітку хвилеподібну форму, що свідчить про полішарову адсорбцію n-гексану на поверхні дифосфату. По мірі заміщення мангану(II) кобальтом(II) в структурі дифосфату  $Mn_2P_2O_7 \cdot 5H_2O$  форма ізотерм дещо змінюється, вони стають більш пологими. Такі зміни обумовлені тим, що поява кобальту(II) в структурі індивідуального дифосфату мангану(II) призводить до доволі різкого зменшення питомої поверхні дифосфатів (табл.). В дифосфатах  $Mn_{2-x}Co_xP_2O_7 \cdot 5H_2O$  складу  $0.43 \leq x \leq 0.83$  питома поверхня поступово збільшується. Аналогічно змінюються і значення граничної адсорбції та ємності моношару.

Результати розрахунку ефективних радіусів пор показали, що дифосфати характеризуються мезопористою структурою (табл.). Вони мають широкий набір пор з ефективними радіусами від 1.5 до 16.0 нм. Поряд з мікропорами (незакритий гістерезис) присутні мезопори (1.5, 1.7 нм) та крупні пори – перехідні пори на межі мезопор (16.0 нм). Саме пори радіусом 16.0 нм забезпечують підйом адсорбційних кривих в області великих відносних тисках і прояв другої петлі гістерезису в області  $P/P_s$  0.82 ÷ 1.0. Із збільшенням вмісту Co(II) в складі дифосфатів ефективний радіус пор збільшується.

Порівняльний аналіз сорбційних характеристик дифосфатів твердого розчину мангану(II) і кобальту(II) і таких відомих сорбентів як гідроксиапатит, фосфати на основі титану свідчать про те, що, у цілому, їх сорбційні властивості аналогічні.

## РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ МАЛОВІДХОДНОГО СИНТЕЗУ ВОДОРОЗЧИННИХ ФОСФАТІВ ЦИНКУ-МАНГАНУ(II)

Біла Г. М.<sup>1</sup> к.х.н., доц., Буров А.А.<sup>1</sup>, Антрапцева Н. М.<sup>2</sup> д.х.н., проф.

<sup>1</sup>Національний університет харчових технологій

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сьогодення харчової галузі вимагає створення нових та удосконалення існуючих виробництв, які б враховували наявні потреби у якісних харчових продуктах із використанням нешкідливих для здоров'я людини харчових добавок. Також відкритим питанням є використання деяких мікроелементів, що входять до складу комплексних харчових добавок [1, 2].

Мета даної роботи – розробити принципову технологічну схему маловідходного синтезу водорозчинних фосфатів цинку-мангану(II).

В якості основних об'єктів дослідження використовували цинк-манган(II) дигідрофосфати твердого розчину складу  $Zn_{1-x}Mn_x(H_2PO_4) \cdot 2H_2O$ , де  $0 < x < 1.00$ . Отримували його взаємодією фосфатної кислоти (64,13 мас.%  $P_2O_5$ ) з механічною сумішшю гідроксокарбонатів цинку (77,23 мас.% ZnO) і мангану (53,87 мас.% MnO), аналогічно описаному в [3].

В основу технологічної схеми покладені існуючі методики синтезу водорозчинних фосфатів перехідних металів, які передбачають: утворення гомогенізованої суміші відповідних гідроксокарбонатів, її взаємодію з фосфатною кислотою, відокремлення осаду фосфатів, його промивання і висушування.

Виходячи з цих основних стадій процесу запропоновано принципову технологічну схему маловідходного одержання водорозчинних дигідрофосфатів твердого розчину загального складу  $Zn_{1-x}Mn_x(H_2PO_4) \cdot 2H_2O$ , де  $0 < x < 1.00$ .

Згідно розробленої схеми одержання складається з таких технологічних стадій:

- підготовка сировини, яка полягає у попередньому змішуванні гідроксокарбонатів цинку і мангану, взятих у певному співвідношенні;
- взаємодія вихідних гідроксокарбонатів з фосфатною кислотою. Операція проводиться в реакторі з рамною мішалкою при постійній температурі.
- відокремлення осаду дигідрогенфосфатів, що утворюється, від маточного розчину фільтруванням на керамічному фільтрі та збирання в уловлювачі вуглекислого газу, що виділяється. Залишки відпрацьованої фосфатної кислоти надходять у збірник та після концентрування використовуються як оборотні.
- промивання осаду метилетилкетонем (або осушеним ацетоном).
- висушування осаду в розпилювальній сушарці за температури 40 °С, потужністю 150 кг/год. ). Рідка та газова фаза відходів метилетилкетону (або ацетону) після стадій промивання та висушування змішуються та конденсуються в конденсаторі, після чого повертаються на стадію промивання.

Для розширення області застосування одержаного продукту передбачена додаткова операція – гранулювання. Висушений порошок або гранулят надходить на фасування.

Запропонована принципіальна технологічна схема маловідходного синтезу водорозчинних фосфатів цинку-мангану(II) практично виключає втрати сировини.

Література

1. Нечаев, А.П. Пищевая химия: 5-е издание испр. и доп./А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова. – СПб : ГИОРД, 2015. – 672 с.
2. Дамодаран, Ш. Химия пищевых продуктов., Перев. С англ./Ш. Дамодаран, К.Л. Паркин, О.Р. Феннема.–СПБ.: ИД «Профессия», 2012.–1040 с., ил., табл.
3. Антрапцева Н.М., Турко О.В. Патент України 84621. Опубл. 25.10. 2013, Бюл. № 20.

## ВЫБОР ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОСАЖДЕНИЯ ГИДРОКСИДА НИКЕЛЯ ИЗ ОТРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ

Ковалева А.А., Залыгина О. С. к.т.н., доц.

*Белорусский государственный технологический университет (г. Минск)*

В машиностроении и других отраслях промышленности широкое распространение получили процессы гальванического и химического никелирования. По площади покрываемых деталей никелирование занимает второе место, уступая только цинкованию. В основном применяется гальваническое никелирование, но в некоторых случаях химическое никелирование является незаменимым. Главным достоинством процесса химического никелирования является равномерное распределение металла по поверхности рельефного изделия любого профиля, что недостижимо при электрохимическом покрытии.

Процесс нанесения никелевого покрытия химическим способом состоит из следующих стадий: механическая подготовка деталей, обезжиривание, травление, нанесение никелевого покрытия и многочисленные межоперационные промывки. В процессе промывок образуется значительное количество промывных сточных вод, которые сбрасываются на очистные сооружения. Часто вместе с ними сбрасывают отработанные электролиты химического никелирования (ОЭХН), которые характеризуются высокими концентрациями  $Ni^{2+}$ . Это приводит к ухудшению работы очистных сооружений и создает угрозу попадания ионов никеля, обладающих токсическими, мутагенными и канцерогенными свойствами, в окружающую среду. В тоже время ОЭХН являются вторичным материальным ресурсом. Так, в предыдущих исследованиях было показано, что отработанные электролиты химического никелирования являются ценным сырьем для получения пигментов различной цветовой гаммы [1].

Для исследования возможности использования ОЭХН в качестве вторичного сырья для получения пигментов в работе осуществлялось осаждение ионов никеля  $Ni^{2+}$  из ОЭХН гидроксидом натрия. ОЭХН были предоставлены опытным производством научно-исследовательского института физико-химических проблем Белорусского государственного университета. Состав исследуемых растворов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Составы исследуемых ОЭХН

Состав раствора, г/л	ОРХН №1	ОРХН №2	ОРХН №3
Сульфат никеля ( $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ )	21,48	20,86	21,05
Гипофосфит натрия ( $NaH_2PO_2 \cdot H_2O$ )	22,5	38,9	38,9
Глицин ( $NH_2-CH_2-COOH$ )	20	10	10
Ацетат натрия ( $CH_3COONa$ )	10	–	–
Малоновая кислота ( $C_3H_4O_4$ )	–	20	20
Сульфат меди ( $CuSO_4$ )	–	0,4	0,4
Нитрат свинца ( $Pb(NO_3)_2$ )	–	–	0,003

На основании потенциометрического титрования и дополнительных исследований в области высоких значений рН было установлено, что наилучшее осаждение ионов никеля из ОЭХН происходит при рН=10-13 [2]. При этом степень осаждения ионов никеля превышает 99% и образуется мелкодисперсный осадок светло-зеленого цвета, седиментация которого протекает крайне медленно.

Для интенсификации седиментации и последующего обезвоживания осадка в работе применялись различные коагулянты и флокулянты. Для выбора наиболее эффективных

реагентов проводилось пробное коагулирование, в процессе которого фиксировалась высота слоя осадка через определенные промежутки времени. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты пробного коагулирования

Наименование коагулянта и флокулянта	Высота слоя осадка в начале эксперимента, мм	Доза коагулянта, мг/дм <sup>3</sup>	Высота слоя осадка через 30 минут, мм	Высота слоя осадка через 60 минут, мм
Без добавления	170	–	150	105
Сульфат алюминия (Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> )	170	50	172	151
		100	169	157
		150	164	148
		190	162	147
		<b>200</b>	<b>155</b>	<b>118</b>
		210	163	145
Праестол 2530 (анионогенный)	170	5	175	165
		8	153	143
		9	145	129
		9,5	139	122
		<b>10</b>	<b>116</b>	<b>94</b>
		10,5	128	116
Zetag 8125 (катионогенный)	170	4	125	116
		4,5	136	110
		<b>5</b>	<b>105</b>	<b>73</b>
		5,5	124	112
		6	133	119
Magnafloc LT20 (неионогенный)	170	4	150	124
		4,5	142	112
		<b>5</b>	<b>125</b>	<b>81</b>
		5,5	136	118
		6	158	124

Из таблицы 2 видно, что наиболее эффективным является катионогенный флокулянт Zetag 8125 с оптимальной дозой 5 мг/дм<sup>3</sup>. Также было установлено, что при использовании выбранного флокулянта удельное сопротивление осадка снижается в два раза (от  $4,03 \cdot 10^{16}$  м/кг до  $2,05 \cdot 10^{16}$  м/кг).

Отфильтрованный осадок отмывали от водорастворимых солей, отфильтровывали и высушивали при температуре 100°C. Полученный материал светло-зеленого цвета может использоваться в качестве пигмента в различных отраслях промышленности.

#### Литература

- 1 Ковалева, А. А. Характеристика отходов химического никелирования и основные способы обращения с ними / А. А. Ковалева, О.С. Залыгина // Материалы XXII Международной научно-технической конференции «Технология-2019», Ч. I. – Северодонецк, 2019. – С. 110-112.
- 2 Ковалева, А. А. Определение условий осаждения ионов Ni (II) из отработанных электролитов химического никелирования / А.А. Ковалева // Сборник научных работ 70-ой научно-технической конференции студентов и магистрантов, Ч. 2 – Минск: БГТУ, 2019. – С. 362-366.

## **ВОЛЛАСТОНИТСОДЕРЖАЩАЯ КЕРАМИКА ДЛЯ ЛИТЬЯ В КОКИЛЬ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

Дятлова Е.М. к.т.н, доц., Сергиевич О.А. асс., к.т.н., Руба М.А., Самсонова А.С.  
*Белорусский государственный технологический университет*

В последнее десятилетие наметилась устойчивая тенденция расширения спроса на алюминиевую продукцию, вызванная общим ростом экономики. Дальнейшее экономическое развитие стран потребует повышения потребления алюминия во всех отраслях промышленности. По общему объему производства и экспорту алюминия Россия занимает второе место в мире, несмотря на это, в этой стране производят недостаточно специальных огнеупоров для цветной металлургии.

На данный момент в Республике Беларусь существует ряд предприятий (ОАО Минский завод автоматических линий им. П.М. Машерова; ОАО «Белшина»; ОАО «Минский моторный завод» и др.), деятельность которых направлена на литье металла в кокиль с использованием в качестве прибыльной части керамического огнеупорного материала. Огнеупорные припасы в основном закупают за границей (преимущественно в Италии), которые имеют высокую стоимость. Поэтому разработка отечественных огнеупоров для кокильного литья алюминиевых сплавов является актуальной и коммерчески выгодной задачей [1].

Кокиль представляет собой форму многократного использования (до 10000 заливок) и идеально подходит для организации серийного и крупносерийного производства. Форма не должна взаимодействовать с заливаемыми сплавами, изменяться в объеме во время изготовления, а также должна быть достаточно газопроницаемой.

Выбор соответствующего огнеупорного материала определяет такие свойства, как термостойкость, тепловое расширение при нагреве и химическую инертность по отношению к заливаемому металлу. В качестве огнеупорных материалов для изготовления керамических форм используют оксиды, силикаты, глиноземы, силициды, карбиды, бориды, нитриды и интерметаллические соединения [2].

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что наиболее перспективными керамическими огнеупорными материалами для литья алюминия и его сплавов являются огнеприпасы на основе силикатов, а именно волластонита. Особенностью волластонита является его инертность к химическому взаимодействию с расплавом алюминия. Это позволяет использовать его в металлургии алюминия и его сплавов. Кроме этого волластонит имеет малую плотность, высокую пористость, низкий коэффициент теплопроводности – не более 0,3–0,5 Вт/(м·К), количество отливок – более 1000, высокая термо- и шлакостойчивость [3].

Целью данной работы является получение огнеупорного припаса из волластонитсодержащей керамики на основе природного сырья для литья в кокиль алюминиевых сплавов.

Для синтеза волластонитсодержащей керамики были исследованы 2 серии масс: на основе природного волластонита (Россия), и с использованием карбонатного и кремнеземистого сырья Республики Беларусь.

Изготовление опытных образцов обеих серий осуществлялось полусухим прессованием. Компоненты подвергались совместному мокрому помолу в микрошаровой мельнице, далее масса увлажнялась водой до влажности 7–8 мас.% и вылеживалась в течение 1–2 суток. Опытные образцы в виде цилиндров прессовались на гидравлическом прессе при давлении 10–25 МПа, после подвергались сушке в сушильном шкафу. Полученные образцы обжигались в лабораторной печи в интервале температур 1100 – 1200 °С с выдержкой при максимальной температуре в течение 1 ч.

Первая серия масс кроме волластонита (70–80 %) содержала огнеупорную углистую глину Латненского месторождения (10–20 %), а для снижения плотности и теплопроводности материалов вводили вермикулит в количестве 10–15 % и выгорающие добавки в виде угольной пыли и сапропеля (2,5–5,0 %).

Общая усадка образцов составила от 0,7 до 1,5 % и увеличивалась с ростом температуры обжига. Синтезированные образцы обладали следующими характеристиками: водопоглощение – 13,9–31,3 %, кажущаяся плотность – 1100–1890 кг/м<sup>3</sup>, открытая пористость – 26,2–36,7 %, механическая прочность при сжатии – 24,3–30,7 МПа, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) –  $4,2\text{--}8,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . С увеличением температуры обжига водопоглощение, открытая пористость уменьшаются, а кажущаяся плотность увеличивается, вследствие интенсификации процесса спекания, нарастания количества жидкой фазы и сближения частиц под действием капиллярных сил и сил поверхностного натяжения. Согласно рентгенофазовому анализу основной кристаллической фазой синтезированного материала является волластонит, а дополнительной – кварц. Микроструктура керамических образцов, размер кристаллов, форма, взаимное расположение частиц, характер поверхности исследованы с помощью метода электронной микроскопии. Структура керамики равномерно зернистая, однородная, пористая. Кристаллы преимущественно пластинчатой формы размером от 7 до 15 мкм.

Синтез образцов волластонитсодержащей керамики второй серии проводился на основе мела Волковыского месторождения (51–62 %), огнеупорной глины Латненского месторождения (5–20 %) и маршалита (молотый кварцевый песок Гомельского ГОКа) (28–30 %).

Общая усадка образцов составила от 2,0 до 5,0 %. Образцы этой серии обладали следующими характеристиками: водопоглощение – 42,1–46,2 %, кажущаяся плотность – 1140–1650 кг/м<sup>3</sup>, открытая пористость – 50,4–56,8 %, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) –  $5,5\text{--}9,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Качественный фазовый состав образцов, обожженных при оптимальной температуре, представлен в основном волластонитом, незначительным количеством кварца и примесями алюмосиликатов кальция, натрия. Структура материала равномерно зернистая, однородная, пористая. Кристаллы неизометрической игольчатой формы размером от 3 до 15 мкм.

В результате проведенного исследования выбран оптимальный состав массы на основе сырья Республики Беларусь, из которого изготовлены образцы огнеприпаса, которые переданы ОАО «Минский моторный завод» для проведения испытаний при литье в кокиль алюминиевых сплавов.

Литература

1. Алексеев, М. К. Керамические материалы для металлургии / М. К. Алексеев // Наука – производству – 1999. – №9. – С. 25–26.
2. Волочко А. Т., Подболотов К. Б., Дятлова Е. М. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы. Минск: Беларуская навука, 2013. – 385 с.
3. Керамика из природного волластонита для литейных установок алюминиевой промышленности / Л. Н. Русанова [и др.] // Огнеупоры и техническая керамика. – 2008. – № 5. – С. 39–44.

## АНАЛИЗ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДА ЦИНКА

Санкевич Н.Л., Лихачева А.В. к.т.н, доц.

*Белорусский государственный технологический университет*

Оксид цинка может использоваться в различных отраслях народного хозяйства. Одним из направлений его применения является использование оксида цинка в качестве пигмента, кроме этого, он может использоваться в резинотехнической и



шинной промышленности, а также промышленности стройматериалов.

Основную массу цинковых белил производят из электрического цинка [1]. Но в качестве сырья для производства оксида цинка могут применяться отходы химической, медеплавильной и металлообрабатывающей промышленности. Эти отходы содержат цинк в виде металлического цинка или его соединений. Спектр цинксодержащих отходов достаточно широк, к ним относятся, например:

- пыли и шламы металлообработки;
- шлаки;
- отходы химической промышленности;
- отработанные серебряно-цинковые аккумуляторы;
- отработанные катализаторы;
- изгарь;
- серая окись;
- гарт-цинк;
- цинковые дрессы;
- цинксодержащие отходы вискозного производства;
- отработанные электролиты цинкования.

Для применения отхода в качестве сырья для производства цинковых белил, в его составе должен присутствовать цинк в значительном количестве, что подтверждается характеристиками отходов, приведенными ниже.

Состав цинксодержащих отходов вискозного производства [2]: сульфат-ионы – 0,92%; сера элементарная – 2,7 %; сера сульфидная – 3,34%; карбонат- ионы – 5,4%; железо – 3,2%; цинк – 14,3%; песок – 64,0%; массовая доля веществ, удаляемых при прокаливании (кроме  $\text{CO}_2$ , S,  $\text{H}_2\text{S}$ ) – 7,0 %; влажность – 19,8%.

Состав отхода горячего цинкования (гарт-цинка) следующий [3]: металлический цинк – 90-95%; железо – 0,01-2,4 %; медь – 0,01-0,1%; соединения свинца – 0,015-0,03%; соединения кадмия – 0,015-0,03%.

Серая окись представляет из себя смесь цинка с оксидом цинка, выпадающая в окислительной камере, при производстве цинковых белил из металлического цинка. В данном отходе содержится 77-80% цинка.

Под изгарью понимается металлический цинк, который не окислился в окислительной камере с вкраплениями оксида цинка, содержание цинка в изгари составляет 40 %.

Цинковые дрессы – это сплав железа и цинка, который образуется при горячем цинковании. В данном отходе содержится 93% цинка.

В составе шлаков медеплавильной промышленности присутствует 3,94 % цинка. В состав плавильной пыли входит 10-30 % цинка [4].

В зависимости от применяемого электролита для цинкования, в его состав может входить  $\text{ZnCl}_2$  (концентрация 30-200 г/л) или  $\text{ZnSO}_4$  (концентрация 70-700 г/л) [5].

В таблице представлены составы различных сырьевых ресурсов, из которых может быть получен оксид цинка.

Из таблицы видно, что процентное содержание цинка в руде незначительно отличается от содержания цинка в отходах. Это позволяет сделать вывод о том, что отходы также могут применяться в качестве исходного сырья для производства оксида цинка.

Если сравнивать цинковые белила, полученные из металлического цинка и вторичного сырья, то можно сделать вывод о том, что цинковые белила, полученные из отходов, уступают по качеству оксиду цинка, полученному из цинка. Однако металлический цинк достаточно дорогой материал, что не позволяет осуществить процесс получения оксида цинка на территории Республики Беларусь.

Таблица – Составы сырьевых ресурсов для получения оксида цинка

Компонент	Содержание компонентов, %						
	Руда	Металлический цинк	Отходы вискозного производства	Гартцинк	Изгарь	Цинковые дроссы	Отработанные электролиты цинкования
Цинк	52-67	97,5-99,997	14,3	90-95	40,0	93,0	5-15
Железо	-	<0,1	3,2	0,01-2,4	1,33	0,03	0,5-2,0
Медь	-	<0,05	-	0,01-0,1	-	-	-
Кадмий	0,3	<0,2	-	<0,03	-	-	-
Свинец	-	<2,0	-	<0,03	-	0,1	-
Сера	33,0	-	6,04	-	-	-	-
Сульфаты	-	-	0,92	-	-	-	-
Карбонаты	-	-	5,4	-	-	-	-
Хлориды	-	-	-	-	-	-	14-19
Примеси	-	-	70,14	-	58,67	7,0	-

Оксид цинка, полученный из вторичного сырья содержит примеси (3-6% PbO, 0,1% металлического цинка, до 2% водорастворимых солей), что придает пигменту серый оттенок, повышенную укрывистость, а также высокую атмосферостойкость.

Получение цинковых белил из цинксодержащих руд не получило широкого применения из-за сложности технологического процесса, а также при таком производстве оксид цинка получается с желтоватым оттенком.

Следует отметить, что на производство 1 т белил необходимо 803-880 кг цинка.

При производстве цинковых белил из вторичного сырья важным показателем является степень извлечения цинка из отходов. Она зависит от состава используемого отхода и способа извлечения из него цинка, и составляет от 80 до 99%. Это подтверждает целесообразность использования вторичных сырьевых ресурсов при производстве оксида цинка.

#### Литература

1. Цинк. Технические условия. ГОСТ 3640-94 – Введ. 27.06.1996. – СССР. Государственный комитет стандартов Совета Министров, 1996 – 36 с.

2. Способ переработки цинксодержащих отходов вискозного производства: пат. 14186 Республика Беларусь, МПК D 01F 13/00 / В.В Ясинецкий, Ю.В. Матвейчук; заявитель УО «Могилевский государственный университет продовольствия». - № а 20090927; заявл. 2009.06.25; опубл. 2011.04.30 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2004. – № 2. – С. 174.

3. Константинов В.М Обзор рынка цинка и цинковых отходов// Литейные процессы. – МГТУ, 2014 – С.293.

4. Валуев Д.В Технологии переработки металлургических отходов/ Д.В. Валуев. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. –196 с.

5. Чепрасова В.И., Залыгина О.С., Марцуль В.Н. Исследование возможности получения пигментов из отработанных электролитов цинкования // Вестник Витебского государственного технологического университета. – Витебск, 2018.

## ПРОБЛЕМА ОБРАЩЕНИЯ С РЕАКТИВАМИ С ИСТЕКШИМ СРОКОМ ГОДНОСТИ

Разыкулыев Х.Д., Лихачева А.В. к.т.н, доц.

*Белорусский государственный технологический университет*

Для обеспечения единства измерений показателей, характеризующих состав или свойства веществ и материалов, при проведении количественного химического анализа (испытаний) применяют реактивы, соответствующие действующим ТНПА. Применение реактивов с истекшим сроком годности в данном случае недопустимо.

Изготовитель при выпуске реактива из производства устанавливает гарантийный срок хранения, в течение которого несет ответственность перед потребителем за соответствие качества реактива требованиям нормативных документов, устанавливающих показатели качества, при соблюдении определенных условий хранения. По окончании гарантийного срока хранения использование реактива, качество которого может оказать влияние на точность результатов выполняемых в лаборатории измерений, допустимо только после проведения проверки его пригодности к применению.

Чем дольше хранится химический реактив, тем больше вероятность, что его свойства изменились. Если свойства изменились, то такой реактив является непригодным для использования. Скопление таких химических отходов на хозяйственных объектах создает повышенную опасность.

Переработка таких отходов это сложная задача, решение которой требует соблюдения всех установленных правил при работе с химическими веществами и поэтому чаще всего проводится на специальных полигонах.

В современной практике обращения с реактивами с истекшим сроком годности используются такие способы нейтрализации активности как гидролиз, хлорирование и алкоголиз. Вторым направлением обращения с данными отходами является термохимический пиролиз.

Однако, возможно и другое направление обращения с реактивами с истекшим сроком годности – это их переработка с получением целевых продуктов. Данное направление рассматривается на примере ацетата никеля.

В данной работе реактив с истекшим сроком годности ацетат никеля рассматривается как сырьевой ресурс для получения:

– высокодисперсного порошкового никеля термическим методом [1], который находит широкое применение в порошковой металлургии, в качестве катализаторов в химической промышленности, в производстве изделий из полимерных материалов и в лакокрасочной промышленности, при изготовлении пиррофоров и т.д.;

– гидроксида никеля, применяемого для производства положительных аккумуляторных масс Ni-Cd (никель-кадмиевых) и Ni-Fe (никель-железных) аккумуляторов;

– оксида никеля, применяемого при получении солей никеля (II), никельсодержащих катализаторов и ферритов, как зелёного пигмента для стекла, глазурей и керамики [2].

Таким образом, правильно организованная система сбора реактивов с истекшим сроком годности может позволить рассматривать данный отход в качестве сырьевого ресурса для получения востребованных продуктов.

### Литература

1. Каменщиков О.Ю., Кетов А.А., Корзанов В.С., Красновских М.П. Синтез дисперсного никеля термическим разложением формиата, ацетата и оксалата никеля (II) // Вестник Пермского университета. Серия «Химия». 2018. Т. 8, вып. 3. С. 278–285.
2. Волков, А.И., Жарский, И.М. Большой химический справочник / А.И. Волков, И.М. Жарский. – Минск: Современная школа, 2005. - 608 с

## СОЗДАНИЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ СУШКИ ДИСПЕРСНЫХ И ДИСПЕРГИРУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сажин В.Б., д.т.н., проф., академик, Сажин Б.С., д.т.н., проф., академик  
*Российский инвестиционно-инновационный Фонд «Научная Перспектива»*

Как известно, сушка является самым распространенным и самым энергоемким процессом в химической и других отраслях промышленности. Из подлежащих сушке сотен тысяч наименований продуктов около 80% составляют дисперсные и диспергируемые материалы, для которых наиболее эффективна сушка в режиме закрученных потоков.

Для выбора рационального аппаратного оформления процесса сушки до сих пор большинством разработчиков используется традиционный метод проведения экспериментальных исследований по сушке каждого материала на лабораторных и опытных моделях разных типов аппаратов. Это связано с огромными затратами времени, материалов, труда. Нами разработана и успешно реализуется стратегия выбора рационального аппаратно-технологического оформления процесса сушки без проведения прямых исследований по сушке материала на лабораторных или опытных сушилках на основе комплексного анализа материалов как объектов сушки с использованием принципа соответственных состояний и данных по кинетике сушки типовых модельных материалов. Стратегия предполагает не создание новой аппаратной базы, а использование, так называемого, типового, хорошо апробированного промышленностью доступного оборудования, в 1950-1980 годах выпускаемого в СССР крупными сериями. В рамках создания новой стратегии предложена новая классификация гидродинамических режимов взвешенного слоя, включающая ряд новых высокоэффективных режимов, предложена новая классификация материалов как объектов сушки (хорошо коррелирующая с известными, но обладающая существенно большими прогностическими возможностями), позволяющая по месту материала в классификационной таблице осуществлять обоснованный выбор типового сушильного оборудования. Предложена стратегия выбора эффективного сушильного оборудования, основанная на принципе стационарных состояний, позволяющая существенно сократить проведение экспериментальных исследований при выборе сушилки. Предложен метод оценки эксергетической оптимальности сушильных аппаратов. Предложено описание кинетики сушки на основе обобщенного уравнения тепло-массообмена. Теоретически обосновано и исследовано совмещение процессов в одном аппарате. Так аппараты с встречными закрученными потоками успешно совмещают процессы сушки с одновременным улавливанием дисперсной фракции. Открыт и исследован новый режим образования кольцевого слоя в аппаратах с встречными закрученными потоками, что позволяет использовать такие аппараты в качестве микрогрануляторов. Разработан удобный способ кодирования (включающий технологическую задачу и ее решение) для выбора рационального состава сушильной установки с учетом решения задачи пылеулавливания [1-6].

Для выбора типовых модельных материалов необходима классификация материалов как объектов сушки. Такая классификация разработана на основе сорбционно-структурных характеристик, ответственных за диффузионное сопротивление в процессе сушки, и обобщенного технологического показателя, характеризующего адгезионно-когезионные свойства высушиваемого материала. Разработке классификации предшествовал комплексный анализ материалов как объектов сушки, который показал, в частности, что энергия связи влаги с материалом является балансовым, а не кинетическим фактором, если в системе отсутствует «тепловой голод». Если же к высушиваемому материалу подводится недостаточно количество тепла, энергия связи влаги с материалом становится кинетическим фактором и отражается на кривой кинетики сушки материала [1-5]. В подавляющем большинстве случаев (если нет технологических ограничений по интенсивности сушки) можно обеспечить подвод к высушиваемому материалу

достаточного количества тепла, исключаяющее явление «теплого голода» (например, при сушке во взвешенном слое).

Фактором, определяющим кинетику сушки, является диффузионное сопротивление, которое зависит от распределения пор в материале по размерам. Показателем, однозначно определяющим принадлежность материала к определенному классу, является критический диаметр пор - наименьших по размеру пор, из которых по технологическим условиям надо удалять влагу. Предложена методика определения критического диаметра пор из кривых распределения пор по радиусам, полученных по десорбционной ветви изотермы сорбции-десорбции с использованием уравнения Кельвина-Томсона, которая в отличие от большинства известных методик (ртутная порометрия, рентгено-структурный анализ и др.) пригодна не только для гидрофобных, но и для гидрофильных материалов, так как определяет не чисто геометрический, а эффективный радиус пор с учетом взаимодействия поверхности пор с удаляемой влагой. Полученный таким образом критический диаметр пор является показателем сложности технологической задачи и наибольшего диффузионного сопротивления в процессе сушки данного материала. Для каждого класса классификационной таблицы выбираются типовые материалы, проводится их детальный комплексный анализ как объектов сушки, и определяются скорости удаления влаги из всех групп пор в соответствии с известной классификацией пор по размерам. Таким образом, был осуществлен переход от статики к кинетике сушки, используя принцип соответственных состояний. В последнее время классификационная таблица была усовершенствована [3, 5-6] за счет приведения её в соответствие с классификацией пор по радиусам; для каждого класса указан диффузионный критерий Био (для связи с другими классификациями, например, классификацией НИИХИММАШа).

Процесс сушки большинства материалов во многом определяется гидродинамической обстановкой в сушильном аппарате. При оптимальном применении гидродинамические режимы получили название активных гидродинамических режимов, которые являются эффективными режимами, то есть сочетают интенсивность с экономичностью и высоким качеством готового продукта. В связи с этим необходимо отметить, что не существует априори активных гидродинамических режимов, так как высокий уровень относительных скоростей взаимодействующих фаз не обеспечивает его высокую эффективность, если гидродинамический режим не соответствует технологической задаче по сушке данного материала. Мы трактуем эффективность как сочетание трех характеристик: интенсивность, экономичность, качество. Поэтому суть активного гидродинамического режима не столько в интенсивности, а в эффективности процесса с учетом не только самого сушильного аппарата, но и всей сушильной установки в целом. Именно поэтому в последнее время термин «активный гидродинамический режим» мы нередко заменяем термином-синонимом «эффективный гидродинамический режим» [5-6].

#### Литература

1. Сажин Б.С., Сажин В.Б. Научные основы техники сушки. - М.: Наука. 1997. - 448 с.
2. Сажин В.Б. Сажина М.Б. Сушка в закрученных потоках: теория, расчет, технические решения. - М.: РОСЗИТЛП, 2001. - 324 с.
3. B. S. Sazhin and V. B. Sazhin Scientific Principles of Drying Technology. - New York - Connecticut (USA) - Wallingford (U.K.): Begell House Inc., 2007. - 506 p.
4. Сажин Б.С. Булеков А.П., Сажин В.Б. Эксергетический анализ работы промышленных установок. - М.: МГТУ, 2000. - 297 с.
5. Сажин Б.С., Сажин В.Б. Научные основы термовлажностной обработки дисперсных и рулонных материалов. М.: Химия, 2012. -776 с., ил.
6. Сажин В.Б., Сажин Б.С. Научные основы стратегии выбора эффективного сушильного оборудования. М.: Химия, 2013, 544 с., ил.

## ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РЕЖИМА СУШКИ НА ОСНОВЕ ЭКСЕРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Сажин В.Б., д.т.н., проф., академик, Сажин Б.С., д.т.н., проф., академик  
Российский инвестиционно-инновационный Фонд «Научная Перспектива»

Оптимальная организация технологического процесса сушки предполагает выбор наиболее эффективного (в рамках решаемой технологической задачи и соответствующего характеристикам конкретного высушиваемого материала) гидродинамического режима. Нами разработан метод сравнительной оценки эффективности гидродинамических режимов с использованием эксергетического анализа по величине эксергетических коэффициентов полезного действия. Этот метод позволяет правильно выбрать гидродинамический режим сушки.

Необходимо сопоставлять полезный эффект, получаемый в результате использования эффективных гидродинамических режимов, с затратами на их реализацию. В качестве показателя, характеризующего термодинамическую эффективность используемых методов активизации гидродинамической обстановки в аппарате, целесообразно использовать отношение эксергетических коэффициентов полезного действия до и после применения указанных методов или для альтернативных технических решений различных авторов. В этом случае эффективным (применительно к конкретному материалу и аппаратному оформлению) следует считать гидродинамический режим, для которого указанный показатель достигает наибольшего значения. Эксергетический КПД является комплексным показателем для оценки гидродинамического режима и степени загрязнения окружающей среды тепловыми выбросами, которые характеризуют экологическую чистоту сушильной установки.

Уравнение, связывающее эксергетические характеристики взаимодействующих материальных потоков, может быть получено на основе балансовых соотношений

$$G_m \Delta h_m + W r_n = \alpha F \Delta t_{cp} \quad (1)$$

$$G_m \Delta u_m = \beta F \Delta x_{cp} \quad (2)$$

Для сушильного агента, рассматриваемого в виде смеси абсолютного сухого газа и пара, на основе закона аддитивности можно записать

$$\Delta h_c = c \Delta t_c + h_n \Delta x_c \quad (3)$$

Из уравнений (1) - (3) следует

$$\Delta h_c = G_m \Delta h_m \frac{c}{\delta \alpha F} + \frac{c \beta}{\delta \alpha} \Delta x_{cp} h_n + \Delta x_{cp} h_n \quad (4)$$

Введем безразмерные комплексы

$$Le = c \beta / \alpha, \quad g = G_c / G_m, \quad n = \beta F / G_c \quad (5)$$

Комплекс  $Le$  характеризует соотношение тепловых потоков, обусловленных теплообменом между сушильным агентом и влажным материалом, и теплотой, транспортируемой парами влаги. Безразмерную переменную процесса  $g$  можно рассматривать как относительную скорость сушильного агента,  $n$  - как аналог числа единиц переноса по газовой фазе.

С учетом безразмерных переменных (5) уравнение (4) преобразуем к виду

$$\Delta h_c = \frac{Le}{gn} \Delta h_m + \left(1 + \frac{Le}{\delta}\right) \Delta x_{cp} h_n \quad (6)$$

где:  $\Delta x_{cp}$  - средняя движущая сила процесса массопереноса;  $\Delta x_c$  - изменение влагосодержания сушильного агента;  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>·град);  $\beta$  - коэффициент массопереноса, кг/(м<sup>2</sup>·с),  $\delta = \Delta t_{cp} / \Delta t_c$ .

Учитывая, что в сушильной установке с активным гидродинамическим режимом наибольшим изменениям подвергается термическая составляющая эксергии

взаимодействующих потоков, можно воспользоваться эксергетической температурной функцией для перехода от тепловых характеристик этих потоков к эксергетическим. В этом случае из уравнения (6) следует

$$\frac{\Delta e_n}{\Delta e_c} = \eta_e = \frac{1 - Le \Delta e_m}{gn \Delta e_c (1 + Le / \delta) \Delta x_{cp}} \quad (7)$$

Входящие в соотношение (7) безразмерные переменные  $Le$ ,  $n$  связаны с кинетическими коэффициентами  $\alpha$  и  $\beta$ . Последние определяются степенью активности гидродинамической обстановки в аппарате.

Соотношение (7) позволяет путем сопоставления значений эксергетического КПД для различных вариантов активных гидродинамических режимов сделать вывод о целесообразности произведенных энергозатрат, тем самым выбрать оптимальный вариант, соответствующий наибольшему значению этого показателя.

Для более полной характеристики сушильной установки необходимо ввести в показатель  $\eta_e$  составляющую, учитывающую энергозатраты, обусловленные выделением высушенного продукта из газовой фазы или на пылеочистку, независимо от того, проводится это процесс непосредственно в сушильном аппарате или вне его.

Тогда получим

$$\eta_o = \frac{K_1 \eta_e + K_2 \eta_{cen}}{2} \quad (8)$$

Коэффициенты  $K_1$ ,  $K_2$  характеризуют относительный уровень ущерба, наносимого окружающей среде тепловыми и пылевидными загрязнениями.

$$\eta_{cen} = \frac{\eta_e + \eta_{yl}}{2} \quad (9)$$

$$\eta_e = \frac{\ln(p^{ex} - \Delta p) - \ln p_0}{\ln p^{ex} - \ln p_0} \quad (10)$$

где  $p^{ex}$ ,  $p_0$ ,  $\Delta p$  - давление соответственно: на входе в аппарат; окружающей среды и гидравлическое сопротивление аппарата.

Результаты эксергетического анализа показывают, что эффективные гидродинамические режимы являются ресурсосберегающими не только в отношении металла и производственных площадей (за счет малых размеров аппаратов), но и в отношении удельного расхода энергии. Разработанный метод оценки гидродинамических режимов позволяет среди альтернативных технических решений выбрать объективно наиболее эффективное.

Использование разработанной авторами стратегии выбора рационального аппаратурно-технологического оформления процесса сушки (подкрепленной тысячами авторских свидетельств и патентов, сотнями успешно защищенных кандидатских и докторских диссертаций) сокращает традиционную процедуру разработки установки для сушки в 10-100 раз по затратам времени, производственных площадей или финансовым затратам. В целом ряде случаев удается подобрать эффективный аппарат буквально за несколько дней, избежав многомесечной процедуры (до 15-20 месяцев) исследований на лабораторных, затем – на пилотных, а далее – полупромышленных аппаратах. Важно подчеркнуть, что рекомендуемые аппараты относятся к распространенным (рабочие чертежи и изготовление также вполне доступны). Рекомендованные аппараты (при необходимости (стратегия позволяет и это) – многофункциональные, совмещающие сушку с пылеулавливанием) являются ресурсо-энергосберегающими, способствующими снижению техногенной нагрузки на природу.

## SYNTHESIS AND CHEMICAL NATURE OF Co(II)-Mn(II) AQUAPHOSPHATE COMPLEXES

Schnurenko A. M., Antraptseva N. M. Dr.chem. sciences, Prof.

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Individual cobalt (II) and manganese (II) diphosphates are used as a basis of various modern materials: luminescent materials, catalysts of organic synthesis, pigments, heat-sensitive paints, corrosion-resistant coatings etc. Use for this solid solution of Co (II) and Mn (II) diphosphates, the contents of cations in them can be changed in the set limits is perspective. It will allow to create materials with a forecast complex of improved physico-chemical and production characteristics.

The purpose of the present work is synthesis of a new solid solution of hydrated cobalt (II) and manganese (II) diphosphates and determination their chemical nature.

The solid solution of composition  $\text{Co}_{2-x}\text{Mn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  for the first time is synthesized by interaction of mixture of water solutions of cobalt(II) and manganese(II) sulfates with solution of potassium diphosphate. The most significant parameters of their synthesis as it has been established, are: a ratio in composition of initial solutions  $n = \text{P}_2\text{O}_7^{4-}/\text{Co}^{2+}, \text{Mn}^{2+} = 0,25$  and  $K = \text{Co}^{2+}/\text{Mn}^{2+} = 19,0 \leq K \leq 49,0$ ; concentration of initial solutions – 0,05–0,1 mole/l; duration of contact of a solidphase with a mother solution – on achievement of equilibrium; temperature range – 293–298 K.

With use of a complex of chemical and physico-chemical methods of research it is established, that  $\text{Co}_{2-x}\text{Mn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  according to the chemical nature is the limited solid solution of replacement, which area of homogeneity ( $x$ ) change from 0 up to 0,23.  $\text{Co}_{2-x}\text{Mn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $0 < x \leq 0,23$ ) is formed owing to isomorphous substitution Co(II) on Mn(II) in octahedrons Co–O<sub>6</sub> of diphosphate-matrix  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . A coordination environment Co(II) includes four oxygen atoms to four molecules H<sub>2</sub>O and two oxygen atoms of diphosphates tetrahedrons.

Composition of a saturated solid solution conform to diphosphate  $\text{Co}_{1,77}\text{Mn}_{0,23}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , which contains 26,18 % mas. of cobalt and 3,47 % mas. of manganese. The attempt to substitute in crystalline structure of  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  more than 26,18 % mas. Co(II) on Mn(II) leads to formation of a mechanical mixture of two crystal phases – saturate solid solution  $\text{Co}_{1,77}\text{Mn}_{0,23}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  and a phase of structure  $\text{Mn}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

By X-ray diffraction measurement of diphosphates of solid solution it is established, that they crystallized in monoclinic system (space group  $P2_1/n$ ) and they are structural analogues  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Parameters and volume of elementary cell  $\text{Co}_{2-x}\text{Mn}_x\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $0 < x \leq 0,23$ ) are increased in proportion to substitution Co (II) on Mn (II) in accordance with values of efficient ionic radiuses  $\text{Co}^{2+}$  (0.088 nm) and  $\text{Mn}^{2+}$  (0.097 nm).

The influence of the cation nature on energy of hydrogen bonds which are realized in structure of diphosphates solid solution is appreciated. It is shown, that in proportion to substitution Co(II) in structure  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  value of energy of H-bonds is decreased. So, energy of the strongest H-bonds for  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  is 45,0 kJ/mole. For saturated solid solution  $\text{Co}_{1,77}\text{Mn}_{0,23}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  it decreases up to 42,7 kJ/mole.

The influence of the cation nature on diphosphate anion is displayed in change of angle of bridge bond P – O – P which connects tetrahedrons PO<sub>4</sub> through the general oxygen atom. For diphosphates of series  $\text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Co}_{1,80}\text{Mn}_{0,20}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{Co}_{1,77}\text{Mn}_{0,23}\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  values  $\Delta$  (the value  $\Delta = [\text{H}_{\text{as}} - \text{H}_{\text{s}} (\text{POP})] / [\text{H}_{\text{as}} + \text{H}_{\text{s}} (\text{POP})]$  utilized for an estimation of change of angle POP) are 10,94, 11,02 and 11,08 %. Such changes of value  $\Delta$  characterize the gradual increase of angle POP and increase of symmetry unsymmetrical  $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$  anions.



## РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИЙ СИНТЕЗ ТВЕРДОГО РОЗЧИНУ КОБАЛЬТУ(II) І КУПРУМУ(II) СЕРЕДНІХ ФОСФАТІВ ОКТАГІДРАТІВ

Антрапцева Н. М. д.х.н., проф., Бегаль М.М.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Роботу виконано в плані розширення асортименту твердих розчинів фосфатів двовалентних металів, які володіють покращеними фізико-хімічними властивостями у порівнянні з простими солями [1].

Мета цієї роботи – визначити умови синтезу твердого розчину кобальту(II) і купруму(II) середніх фосфатів октагідратів за мінімальних витрат сировини.

Для вибору методу синтезу, що забезпечить економні витрати вихідної сировини, вивчали можливість утворення твердого розчину спільним осадженням катіонів  $\text{Co}^{2+}$  і  $\text{Cu}^{2+}$  двома різними методами. Перший з них передбачав гомогенну взаємодію водних розчинів їх солей (хлоридів, сульфатів) і осаджувача  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  або їх суміш. Другий – гетерогенну взаємодію гомогенізованої механічної суміші кобальту(II) і купруму(II) гідроксокарбонатів з розчином фосфатної кислоти при фіксованих значеннях концентрації йонів гідрогену і температури, аналогічно описаному в [2].

Для ідентифікації фосфатів використовували хімічний, рентгенофазовий та ІЧ спектроскопічний методи аналізу.

Згідно з отриманими результатами, для синтезу твердого розчину кобальту(II) і купруму(II) фосфатів, як найбільш технологічний, був обраний другий метод, який відрізняється простотою виконання, меншими витратами вихідних реагентів, а також дозволяє варіювати в широких межах рН осадження і області гомогенності твердого розчину.

Для з'ясування оптимальних умов синтезу твердого розчину фосфатів кобальту(II) і купруму(II) в окремих серіях дослідів визначали залежність складу твердої фази від таких параметрів процесу, як: рН осадження (в межах 2.7–3.4), температура (25–75<sup>0</sup>С), концентрація  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (30–87%), співвідношення  $\text{Co}/\text{Cu}$  (К) в складі вихідних реагентів (0–100% мольн.).

Аналізуючи отримані залежності спільне осадження середніх фосфатів кобальту(II) і купруму(II) виконували за таких умов: рН 3.1, температура 45<sup>0</sup>С, 55% розчин  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , відновник 25-30% розчин  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Результати хімічного аналізу одержаних фосфатів і їх ідентифікацію наведено в табл.

Таблиця. Характеристика твердого розчину загальної формули  $\text{Co}_{3-x}\text{Cu}_x(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

K = Co/Cu, мольне	Склад твердої фази				
	% мас. (у перерахунку на оксиди)				Хімічний
	Co	Cu	P	H <sub>2</sub> O	
70,00	43,70	0,31	27,80	28,19	$\text{Co}_{2,98}\text{Cu}_{0,02}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
30,00	42,50	1,56	27,76	28,18	$\text{Co}_{2,9}\text{Cu}_{0,1}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
15,00	41,00	3,11	27,73	28,16	$\text{Co}_{2,8}\text{Cu}_{0,2}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
9,00	39,49	4,66	27,71	28,14	$\text{Co}_{2,7}\text{Cu}_{0,3}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
5,00	36,50	7,75	27,67	28,08	$\text{Co}_{2,5}\text{Cu}_{0,5}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
3,00	33,52	10,83	27,61	28,03	$\text{Co}_{2,3}\text{Cu}_{0,7}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
2,50	30,56	13,91	27,58	27,95	$\text{Co}_{2,1}\text{Cu}_{0,9}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
2,00	29,07	15,44	27,55	27,94	$\text{Co}_{2,0}\text{Cu}_{1,0}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
1,00	26,45	19,16	31,37	23,02	$\text{Co}_{2,0}\text{Cu}_{1,0}(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + \text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Згідно з даними табл., хімічний склад фосфатів можливо керовано змінювати в широких межах, варіюючи для цього під час синтезу співвідношення катіонів у складі вихідних гідроксокарбонатів (табл.).

На підставі кореляцій, встановлених між умовами осадження, складом і фізико-хімічними характеристиками синтезованого твердого розчину, визначено оптимальні умови реалізації його ресурсозберігаючого синтезу.

Література

1. Acton A.Q. Phosphates – advances in research and application / A.Q. Acton. –Atlanta, Georgia : Scholarly Editions, 2013. – 374 p.
2. Антрапцева Н.М. Тверді розчини та подвійні фосфати двовалентних металів / Н.М. Антрапцева, Н.В. Солод. – К : ТОВ "Центр поліграфії "КОМПРИНТ", 2018. – 443 с.

## ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ОДЕРЖАННЯ ОЛІГОФОСФАТІВ Co(II)-Mg КОНКРЕТНОГО АНІОННОГО СКЛАДУ

Антрапцева Н. М.<sup>1</sup> д.х.н., проф., Коваль Л.Б.<sup>2</sup> к.х.н., с.н.с., Шилін Б.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України

<sup>2</sup>Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України

Конденсовані фосфати з лінійною будовою аніону, що містять одночасно два різні катіони, вміст яких можна керовано змінювати, володіють технічно цінними властивостями. Відомо декілька способів їх одержання, найбільш технологічним з яких визнано випалювання відповідних кристалогідратів в ізотермічних умовах. Такі дані про термообробку  $Co_{1-x}Mg_x(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$  в літературі відсутні.

Мета даної роботи – встановити оптимальні умови одержання олігофосфатів Co(II)-Mg конкретного аніонного складу випалюванням в ізотермічних умовах дигідрогенфосфатів твердого розчину  $Co_{1-x}Mg_x(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$  ( $0 < x < 1.0$ ).

В якості основного об'єкту дослідження використовували дигідрогенфосфат складу  $Co_{0.5}Mg_{0.5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ . Його отримували взаємодією суміші кобальту(II) і магнію гідроксокарбонатів з 87% розчином фосфатної кислоти. Термообробку виконували в інтервалі 100-350°C ( $\pm 2$ ), витримуючи зразок при заданій температурі протягом 0.5, 1.5, 3.0, 5.0 і 7.0 годин. В продуктах випалювання визначали аніонний склад з кількісною оцінкою вмісту кожного з полімерних фосфатів і вільних фосфатних кислот.

Одержані експериментальні дані свідчать про те, що конденсація монофосфатного аніона починається у разі випалювання  $Co_{0.5}Mg_{0.5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$  за умов 150°C. Витримуючи зразок протягом 0.5 годин можна отримати олігомери зі ступенем поліконденсації  $n = 2-3$  (рис.).

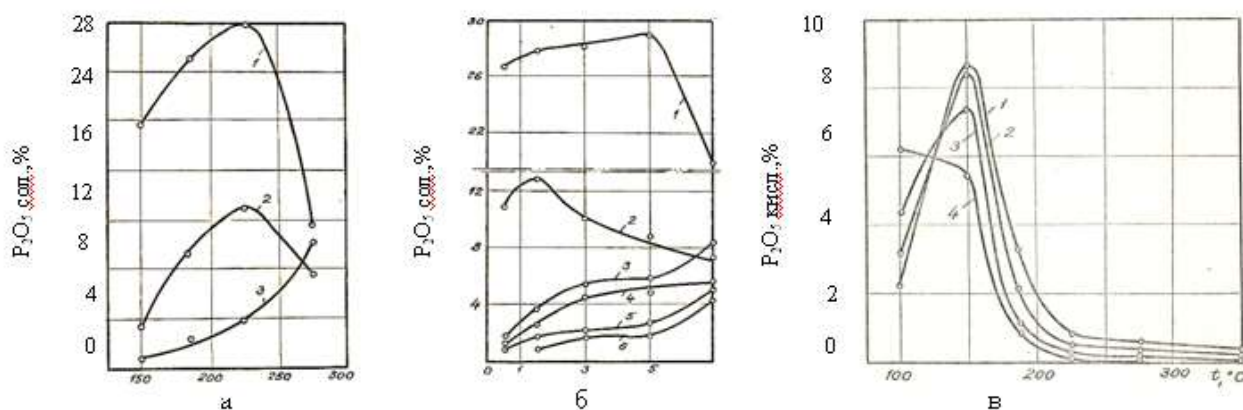


Рис. – Залежність вмісту олігофосфатів в продуктах випалювання  $Co_{0.5}Mg_{0.5}(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O$ : а – від температури (тривалість випалювання 0.5 годин); б – від тривалості термообробки (температура 225°C) 1 – ди-, 2 – три-, 3 – тетра-, 4 – пента-, 5 – гекса-, 6 – гептафосфат; в – залежність вмісту вільних фосфатних кислот від тривалості випалювання 1 – 0.5, 2 – 1.5, 3 – 3.0, 4 – 7.0 годин.

Під час збільшення тривалості випалу до 7 годин збільшується як ступінь поліконденсації олігомерів (до  $n = 4$ ), так і вміст кожного з конденсованих фосфатів. Найбільш складна суміш полімерних фосфатів з лінійною будовою аніона, ступінь поліконденсації в якій досягає 9, утворюється у складі продуктів випалювання витриманих протягом 7 годин при  $225^{\circ}\text{C}$  (рис. б). Утворення конденсованих фосфатів з циклічною будовою аніона за цих умов випалювання не відбувається.

Для встановлення впливу природи катіону на умови утворення та склад продуктів випалювання виконували аналогічні дослідження  $\text{Co}_{1-x}\text{Mg}_x(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  різного катіонного складу. Відповідно до одержаних результатів, встановлені для  $\text{Co}_{0.5}\text{Mg}_{0.5}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  залежності, зовсім коректно описують поведінку під час випалювання дигідрофосфатів іншого складу. Відміни стосуються кількісного складу та температурних інтервалів утворення полімерних фосфатів, які зі збільшенням магнію на  $10\text{-}15^{\circ}\text{C}$  зсуваються в бік високих температур.

Узагальненням одержаних результатів встановлено, що кореляції, визначені між температурою, тривалістю випалювання  $\text{Co}_{1-x}\text{Mg}_x(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $0 < x < 1.0$ ) та вмістом у продуктах випалу конденсованих фосфатів з різним ступенем поліконденсації, дозволяють обирати оптимальні умови одержання олігофосфатів  $\text{Co(II)-Mg}$  конкретного аніонного складу.

## АНАЛИЗ ФИЛЬТРАТОВ ПОСЛЕ КИСЛОТНОЙ МОДИФИКАЦИИ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Красовский А.С., Хмылко Л.И., к.х.н., доц.; Коваленко Н.А. , к.х.н., доц.

*Белорусский государственный технологический университет*

Использование природных алюмосиликатов позволяет увеличить скорость и улучшить селективность многих каталитических процессов. Большой интерес представляет применение природных кристаллических алюмосиликатов для катализа реакций изомеризации с участием терпеновых углеводородов, поскольку терпены и их производные, с одной стороны являются возобновляемым и доступным сырьем, а с другой – обладают биологической активностью. Каталитическая активность природных алюмосиликатов обусловлена такими особенностями, как трехмерная структура с порами и полостями и одновременное наличие кислотных центров различной силы и окислительно-восстановительных центров. Одним из приемов, позволяющим варьировать адсорбционные свойства и каталитическую активность природных алюмосиликатов, является их обработка минеральными кислотами.

Цель настоящей работы – провести анализ образцов фильтратов после кислотной обработки глауконита на содержание алюминия и железа (III).

Для приготовления катализаторов изомеризации 3-карена использовали глауконит из Лоевского месторождения (Республика Беларусь). Навески глауконита массой 3 – 5 г помещали в 3-х-горлую колбу и обрабатывали 10 %-ным раствором соляной кислоты в течение 3 ч при перемешивании с использованием магнитной мешалки. Количество используемой кислоты в расчете на 1 г глауконита составляло 50 мл. Обработку проводили при температурах 30, 50, 70 и  $90^{\circ}\text{C}$ . Фильтраты анализировали на содержание железа (III), алюминия, калия, кальция и магния. В работе были проанализированы фильтраты после кислотной обработки при следующих температурах:  $30^{\circ}\text{C}$  (образец № 1),  $50^{\circ}\text{C}$  (образец № 2);  $70^{\circ}\text{C}$  (образец № 3) и  $90^{\circ}\text{C}$  (образец № 4).

Определение алюминия в фильтратах после кислотной обработки глауконита основано на образовании интенсивно-окрашенного устойчивого комплекса алюминия с ксиленоловым оранжевым при  $\text{pH } 3,5 \pm 0,1$ .

Определение железа (III) в фильтрах после кислотной обработки катализаторов основано на способности Fe (III) при взаимодействии с роданид-ионами в сильноокислой среде образовывать комплексы состава 1:6, имеющие красную окраску.

Экспериментальные результаты определения ионов алюминия и железа в фильтрах после кислотной обработки глауконита приведены в таблице.

Таблица – Содержание алюминия и железа (III) в фильтрах

№ образца	Температура кислотной обработки, °С	Содержание алюминия, г	Содержание железа (III), г
1	30	0,072	0,242
2	50	0,017	0,480
3	70	0,383	0,900
4	90	0,648	1,540

Полученные результаты фотометрического определения содержания железа (III) в фильтрах после кислотной обработки глауконита приведены в таблице 1.

Таким образом, на основании проведенных исследований подобраны оптимальные условия и методики определения ионов алюминия и железа (III) в фильтрах после кислотной модификации глауконита с целью его дальнейшего использования в качестве активного катализатора изомеризации углеводородов.

### ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ГЛИНИСТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Хмылко<sup>1</sup> Л.И., к.х.н., доцент; Перминов<sup>2</sup> Е.В., к.т.н., доцент

1 – Белорусский государственный технологический университет г. Минск

2 – Белорусский государственный экономический университет г. Минск

Процессы сорбции широко используются в различных отраслях промышленности, в том числе в очистке сточных вод. Одним из наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды являются ионы тяжелых металлов из сточных вод гальванических производств, предприятий черной и цветной металлургии. Большинство известных способов очистки сточных вод от ионов металлов являются дорогостоящими, сложными в исполнении, ориентируются на сложное оборудование и дефицитные реагенты. Поэтому особый интерес представляют недорогие и эффективные способы очистки сточных вод, основанные на использовании отходов промышленности, растительного сырья и минералов в качестве сорбентов.

Из природных минералов в качестве сорбентов для водоочистки промышленных стоков от ионов тяжелых металлов широко используют глины различного состава. Повышение сорбционной емкости таких обычных природных глин, являющихся доступным и широко распространенным материалом, можно достичь путем их модифицирования разнообразными способами. При этом в основном используют метод кислотно-щелочной активации.

В данной работе представлены результаты изучения сорбционной очистки разбавленных сточных вод от ионов железа (II, III), меди и никеля. Объектом исследования являлись бентонитовые глины различных месторождений РБ. Основными компонентами таких глин по химическому составу являются оксид кремния 55-60 %, оксид алюминия 13-16 % и оксид железа (III) 5-6 %, которые могут взаимодействовать с образованием гидратных алюмосиликатов с высокоразвитой пористостью и удельной поверхностью. Удельная поверхность бентонитовой глины по адсорбции метилена голубого из водных растворов составляет 50-70 м<sup>2</sup>/г. Такие высокие значения обусловлены как особенностями строения, так и изменением структур алюмосиликатных композиций в процессе набухания. Из глинистого

материала были получены образцы сорбентов путем двухстадийной обработки. Первая стадия представляла собой операцию по удалению из глины балластных веществ, а вторая – перевод глинистого материала в натриевую форму посредством последовательной обработки глинистого минерала в солянокислом растворе и растворе гидроксида натрия с массовой долей щелочи 10 %. Следует отметить, что кислотная обработка приводит к частичному разрушению глинистых минералов и уменьшению содержания основных оксидов в химическом составе образцов.

Была определена статическая обменная емкость (СОЕ) по ионам железа (II, III), меди и никеля в водных растворах сульфатов этих металлов в интервале концентраций металлсодержащих ионов 0,3-6,0 г/литр. Для очень разбавленных растворов (0,3 г/литр) величина СОЕ по ионам железа (II), железа (III), меди и никеля составляет соответственно мэкв/г – 0,158; 0,190; 0,205 и 0,078. Для более концентрированных растворов (6,0 г/литр) соответствующие величины равны мэкв/г – 3,51; 3,74; 5,12; 1,85. Как видно из представленных данных наиболее высокая сорбционная емкость наблюдается по ионам меди, что сравнимо с ионообменной емкостью синтетических ионитов. Низкое значение СОЕ по ионам никеля можно объяснить пониженной сорбционной активностью гидратированных ионов металла.

Проведенные исследования показали перспективность использования глинистых минералов в качестве ионообменных и сорбционных материалов в процессах очистки природных и сточных вод.

## НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СИНТЕЗА НАНОДИСПЕРСНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

Казакова И. Н., Терещенко И.М. к.т.н, доцент.

*Белорусский Государственный Технологический Университет*

Целью настоящей работы является оптимизация технологических параметров процесса производства осажденного диоксида кремния (ОДК) на основе отечественного сырья, улучшение качества получаемого продукта.

На основе предварительно проведенного анализа способов получения ОДК выбран периодический способ сернокислотного осаждения  $\text{SiO}_2$  из промышленно получаемого жидкого стекла – растворимого силиката натрия.

Выбранный способ включает следующие стадии: осаждение диоксида кремния в ходе следующей реакции:  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2 + n\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + m\text{SiO}_2 \cdot (n+1)\text{H}_2\text{O}$ ; фильтрация полученного раствора; промывка осадка; его диспергирование; сушка и измельчение продукта.

Проведенными исследованиями показано, что стадию осаждения целесообразно проводить исходя из сильно разбавленных растворов исходных реагентов в несколько этапов, включающих:

- 1) получение водного базового раствора с  $\text{pH} < 4$ .
- 2) одновременное введение силиката и подкисляющего реагента при постоянном значении  $\text{pH}$ , при нагреве до определенной температуры и перемешивании.
- 3) увеличение значения  $\text{pH}$  до 7-10.
- 4) вновь одновременное введение силиката и подкисляющего реагента при сохранении принятого значения  $\text{pH}$ .
- 5) снижение значения  $\text{pH}$  (менее 6).

Для быстрого достижения гомогенности реакционной смеси, а также поддержания требуемых значений  $\text{pH}$  необходимо интенсивное перемешивание содержимого реактора с частотой не менее  $400 \text{ мин}^{-1}$ .

Установлено, что конечные свойства белой сажи, такие, как удельная поверхность частиц, сорбционный объем, плотность могут регулироваться за счет варьирования

концентрации реагентов, скорости их подачи в реактор, температуры на каждой стадии синтеза, интенсивности перемешивания, значений рН и другое.

Следует также отметить высокую вязкость отфильтрованного субстрата, и, как следствие, необходимость стадии его разжижения без дополнительного введения воды, поскольку при этом возрастают затраты на последующую стадию – обезвоживание осадка, для чего используются как химические, так и механические способы.

В настоящей работе рассмотрено влияние одного из влияющих факторов на качество конечного продукта, а именно, температуры синтеза в период формирования зародышей (этап 2 синтеза).

На начальных стадиях разработки технологического процесса она составляла 80 °С, а затем был опробовано ее снижение до 40 °С при сохранении неизменными значениями остальных параметров осаждения.

На рисунке 1 и таблице 1 представлены изотермы адсорбции азота для полученных образцов, а также значения удельной поверхности и сорбционного объема.

Полученные значения удельной поверхности соответствуют средним размерам частиц SiO<sub>2</sub> – 12,7 для первого образца и 10,0 нм – для второго.

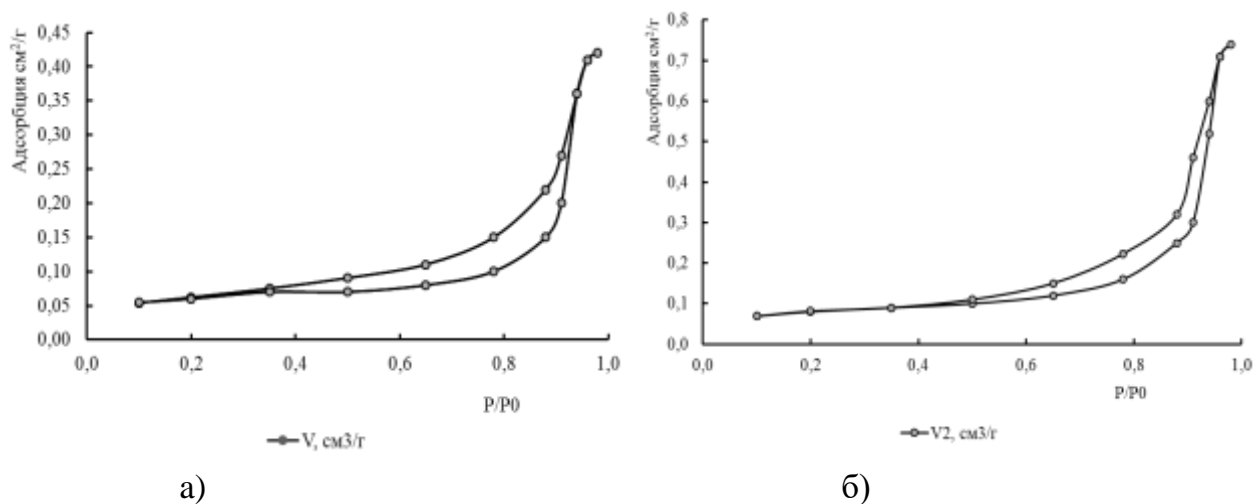


Рис. 1 Изотермы адсорбции БС: а)  $S_{уд} = 214 \text{ см}^2/\text{г}$ , б)  $S_{уд} = 260 \text{ см}^2/\text{г}$ .

Таблица 1. Значения основных характеристик полученных образцов

Свойство	Образец	
	а	б
Удельная поверхность по БЭТ, $\text{м}^2/\text{г}$	214,0	260,0
Сорбционный объем, $\text{см}^3/\text{г}$ . При $P/P_0=0,98$	0,42	0,72

Как известно, дисперсность частиц SiO<sub>2</sub> определяет его упрочняющую способность в случае использования в качестве наполнителя в составах полимерных композиций, прежде всего каучуков. Например, развития производства современных автомобильных шин идет по пути замещения технического углерода (традиционный усиливающий наполнитель) на ОДК. При этом, удастся снизить сопротивление качению, а значит – и расход топлива, улучшить сцепление с мокрым дорожным полотном при сохранении уровня износостойкости.

Чем выше площадь поверхности наполнителя, тем больше степень упрочнения полимера.

Высокое значение сорбционного объема (0,72  $\text{см}^3/\text{г}$  у образца б) свидетельствует о доминации микропор в структуре частиц, в то время как для второго образца характерна мезо- и даже макропористость.

Объяснить полученную закономерность следует следующим образом: на рассматриваемой стадии синтеза диоксида кремния происходит образование зародышей. При высокой температуре раствора (что соответствует повышенной растворимости осаждаемого вещества, образуется относительно небольшое количество центров (зародышей), на которых впоследствии осаждается выделяющийся из раствора нанокремнезем. Поскольку количество зародышей ограничено, то размер формирующихся частиц  $\text{SiO}_2$  возрастает. Наоборот, пониженная температура синтеза на этой стадии приводит к увеличению количества зародышей, что эквивалентно снижению диаметра частиц конечного продукта.

#### Литература

1. Осажденный диоксид кремния и способ его получения: пат. RU2087417: МПК C01B 33/193, C08K 3/00, C08L 101/00 / Ивонник Шевалье, Эвелин Прат; дата заявки: 1994.09.29, дата публ.: 1997.08.20.

2. Синтез и характеристика нанодисперсного кремнезема, получаемого переодическим кислотным способом / И.М. Терещенко [и др.] // Нефтехимия-2018: материалы методической научно-технической конференции, 27–30 ноября 2018. – Минск: БГТУ, 2018. – Ч.2. – С. 83–86.

### **ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОЕДИНЕНИЯМИ МАРГАНЦА АНОДНО-ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА СПЛАВАХ АЛЮМИНИЯ С УЛУЧШЕННЫМИ ЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

Потихонин Д.Е., Махнориллов В.И., Осипенко М.А., Курило И.И. к.х.н., доц.

*Белорусский государственный технологический университет, Минск*

Процесс анодирования находит широкое применение для защиты изделий из алюминия и его сплавов от негативного воздействия окружающей среды, для обеспечения надежного сцепления гальванических покрытий с алюминиевой матрицей, а также создания подслоя перед окрашиванием. В качестве электролитов анодирования используют растворы на основе серной, ортофосфорной, щавелевой и других кислот, а также их смесей. Анодирование в фосфорнокислых электролитах позволяет получать анодно-оксидные покрытия (АОП) с порами существенно большего размера и, как следствие, с лучшей адгезией к поверхности по сравнению с покрытиями, сформированными в сернокислых электролитах [1].

Для улучшения защитных свойств АОП подвергаются уплотнению, что приводит к закрытию пор образующимся бемитом и соединениями металлов, присутствующих в электролитах. В настоящее время широко используется гидротермальное уплотнение, а также уплотнение в растворах хроматов, что позволяет получать АОП, обладающие эффектом «самозалечивания». В ряде работ показана эффективность использования перманганата калия в качестве ингибитора коррозии, что делает целесообразным исследование возможности его использования в составах растворов уплотнения в качестве альтернативы экологически опасным и канцерогенным соединениям хрома [2,3]

Целью данной работы является установление влияния параметров процесса анодирования сплава алюминия АД31 и уплотнения в растворах перманганата калия полученных анодно-оксидных покрытий на их защитные свойства.

Объектом исследования в данной работе является медьсодержащий сплав алюминия марки АД31, номинального состава, масс. %: Si – (0.20–0.60); Fe – 0.50; Cu – 0.10; Mn – 0.10; Mg – (0.45–0.90); Zn – 0.20; Ti – 0.15; Al – баланс.

В исследованиях использовали образцы круглой формы диаметром 40 мм и толщиной 1 мм. Образцы перед анодированием предварительно проходили подготовку согласно ГОСТ 9.402–2004.

Анодирование проводили в растворе  $\text{H}_3\text{PO}_4$  с концентрацией  $200 \text{ г/дм}^3$  в течение 40 мин при комнатной температуре ( $\approx 20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и напряжении, равном 10, 20 и 30 В. Материал катодов – свинец.

Уплотнение АОП проводили в 0.2 М растворе  $\text{KMnO}_4$  при температуре  $100 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Время уплотнения – 20 мин. После уплотнения образцы модифицированных АОП промывали горячей дистиллированной водой и сушили с помощью термовоздуходувки.

Для изучения коррозионной стойкости образцов АОП, полученных при различных параметрах электролиза, а также в отсутствии и при наличии уплотнения в растворах перманганата калия, использовали метод линейной поляризации в 0.5 М растворе хлорида натрия.

Электрохимические параметры, полученные из анализа потенциодинамических поляризационных кривых для сформированных АОП, представлены в таблице 1.

Как видно из полученных данных, в отсутствие уплотнения для АОП, сформированных при напряжении 10 В, ток коррозии составляет  $3.12 \cdot 10^{-6} \text{ А/см}^2$ . Увеличение напряжения в процессе анодирования приводит к снижению тока коррозии примерно в 1.8 раз.

Таблица 1 – Электрохимические параметры, полученные из анализа потенциодинамических поляризационных кривых

Вид обработки	$b_{\text{к}}, \text{ В}$	$a_{\text{к}}, \text{ В}$	$b_{\text{а}}, \text{ В}$	$a_{\text{а}}, \text{ В}$	$i_{\text{корр}}, \text{ А/см}^2$
$\text{H}_3\text{PO}_4$ 10 В	-0.0230	-0.7517	0.0180	-0.5260	$3.12 \cdot 10^{-6}$
$\text{H}_3\text{PO}_4$ 20 В	-0.0432	-0.8632	0.0278	-0.4641	$2.39 \cdot 10^{-6}$
$\text{H}_3\text{PO}_4$ 30 В	-0.0467	-0.8495	0.0054	-0.5488	$1.69 \cdot 10^{-6}$
$\text{H}_3\text{PO}_4$ 10 В + уплотнение в $\text{KMnO}_4$	-0.0210	-0.7750	0.0080	-0.5982	$8.00 \cdot 10^{-7}$
$\text{H}_3\text{PO}_4$ 20 В + уплотнение в $\text{KMnO}_4$	-0.0304	-0.7802	0.0162	-0.4877	$5.28 \cdot 10^{-7}$
$\text{H}_3\text{PO}_4$ 30 В + уплотнение в $\text{KMnO}_4$	-0.0232	-0.8738	0.0219	-0.5873	$4.44 \cdot 10^{-7}$

Аналогичная зависимость наблюдается и для АОП с уплотнением, для которых токи коррозии составляют  $8.00 \cdot 10^{-7}$ ,  $5.28 \cdot 10^{-7}$  и  $4.44 \cdot 10^{-7}$  при напряжении анодирования 10, 20 и 30 В соответственно. Увеличение защитных свойств объясняется тем, что при более высоком напряжении процесса происходит формирование однородных, упорядоченных пор одинакового размера. В пользу этого предположения также свидетельствует образование более интенсивно окрашенных покрытий.

В свою очередь гидротермическое уплотнение пористого слоя полученных АОП в растворе перманганата калия приводит к запечатыванию пор бемитно-марганцовыми структурами и, как следствие, к затруднению миграции хлорид-ионов через анодно-оксидный слой к алюминиевой подложке. При этом токи коррозии уменьшаются примерно в 3.9, 4.5 и 3.8 раза для покрытий, сформированных при напряжениях 10, 20 и 30 В соответственно.

Таким образом, проведенные исследования показали, что увеличение напряжения в процессе анодирования сплавов алюминия, а также уплотнение сформированных АОП в растворах перманганата калия позволяет существенно уменьшить ток коррозии, а, следовательно, повысить защитный эффект поверхности.

Литература



1. E. Rocca, D. Vantelon, S. Reguer, and F. Mirambet, "Structural evolution in nanoporous anodic aluminium oxide," *Mater. Chem. Phys.*, Vol. 134, No. 2–3, P. 905–911, 2012.
2. Осипенко М.А. Изучение коррозионного поведения сплава алюминия АД31 в присутствии перманганата калия в кислой среде / М.А. Осипенко, Д.С. Харитонов, И.В. Макарова, И. И. Курило // *Коррозия: материалы, защита.* – 2020. – № 1. С. 22–27.
3. Харитонов Д.С. Механизм получения и защитные свойства конверсионных покрытий на основе соединений марганца на поверхности сплава алюминия АД31 / Д.С. Харитонов, И.В. Макарова, М. А. Осипенко [и др.] // *Физикохимия поверхности и защита материалов.* – 2020. – Т. 56, № 1. С. 91–103.

### **РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ СТЕКОЛ ДЛЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО СТЕКЛОВОЛОКНА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ $MgO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$**

Папко Л.Ф. к.т.н., доц., Кравчук А.П. к.т.н., доц., Пупышев И.Е., Чайкина А.О.

*Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск)*

Высокопрочное высокомодульное волокно (ВМП или тип S) используется для изготовления композиционных материалов, которые работают в условиях высоких нагрузок, под воздействием экстремальных температур и коррозионных сред. Упруго-прочностные характеристики таких волокон более чем на 30% превосходят аналогичные показатели алюмоборосиликатных стеклянных волокон (тип E). Кроме этого, волокна из стекла типа S обладают существенно более высокой прочностью при длительных нагрузках, а также термо- и водостойкостью. Показатели прочности промышленных высокопрочных волокон составляют 4,4–4,7 ГПа, модуль упругости 82–89 ГПа. Показатели модуля упругости экспериментальных материалов такого типа могут достигать 100–130 МПа, прочности – до 5,1 ГПа. Волокна типа S могут быть сравнены по показателям прочности с арамидными, углеродными, керамическими волокнами и другими эффективными материалами, при этом иметь относительно низкую стоимость [1–3].

Волокна типа S и материалы на их основе используются в аэрокосмической, авиационной, автомобильной, электротехнической и электронной промышленности, индустрии спортивных товаров и военной технике. На авиакосмическом и авиационном рынках волокна из S-стекла используются из-за их высоких прочностных свойств, в частности высокой устойчивости к разрушению (ударной вязкости) Перспективной сферой применения композиционных материалов, армированных высокопрочным волокном, является медицина.

Развитие рынка композиционных материалов требует увеличения объемов производства высокопрочного высокомодульного стекловолокна, разработки стекломатериалов с различным сочетанием показателей прочности и упругости [1]. Фактором, сдерживающим расширение объемов производства материалов такого типа, являются тугоплавкость стекол, получаемых на основе системы  $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ , высокая вязкость стеклорасплава и, как следствие, высокая температура формования волокна. Соответственно производство высокопрочного волокна является энергозатратным и низкопроизводительным процессом. Высокопрочные высокомодульные волокна, полученные на основе стекол системы  $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ , производятся по энергозатратной двухстадийной технологии, которая включает варку стекла и формование заготовок на первой стадии процесса, плавление заготовок и вытягивание волокна на второй стадии.

В этой связи возникает необходимость в разработке составов стекол для получения волокна, сочетающих высокую прочность и приемлемые для одностадийной выработки технологические свойства.

Целью работы является разработка составов стекол для получения высокопрочного стеклянного волокна с пониженной энергоемкостью на основе системы  $\text{MgO-CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ .

Проведен синтез стекол для высокопрочного волокна, составы которых включают, мол. %:  $\text{SiO}_2$  60–67,5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  17,5–25;  $\text{MgO} + \text{CaO}$  15–22,5, при этом молярное соотношение модификаторов  $\text{MgO}$  и  $\text{CaO}$  изменяется от 1/3 до 3/2. С целью улучшения технологических свойств стекол апробировалось также введение добавок  $\text{TiO}_2$  и  $\text{Na}_2\text{O}$ .

Для оценки стеклообразующей способности сырьевых композиций проводилась термическая обработка шихты в газовой печи при температуре 1400 °С. Установлено, что процессы стеклообразования при данной температуре завершаются только при максимальном содержании модификаторов.

Синтез стекол в газовой пламенной печи периодического действия при максимальной температуре 1550 °С и скорости подъема температуры 250 °С/ч также не обеспечил завершенность процессов стеклообразования. Стекла с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  более 17,5 мол. % имеют кристаллические включения, при этом объем стекловидной фазы уменьшается по мере роста содержания  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . С ростом содержания модификаторов и снижением молярного соотношения  $\text{MgO/CaO}$  скорость процессов стеклообразования возрастает.

Качественный анализ химического состава стекол и кристаллических включений в них проводился с помощью лазерного атомно-эмиссионного спектрометра LEA-S500 (Беларусь). Анализ включал снятие спектров в точке при локальном воздействии лазерного луча на кристаллическое включение и стекло.

На рис.1. представлены аналитические линии алюминия на спектре кристаллического включения и стекла. Сопоставление интенсивности линий выявляет существенное превышение содержания оксида алюминия во включениях. Аналогичный результат получен для такого элемента, как кремний.

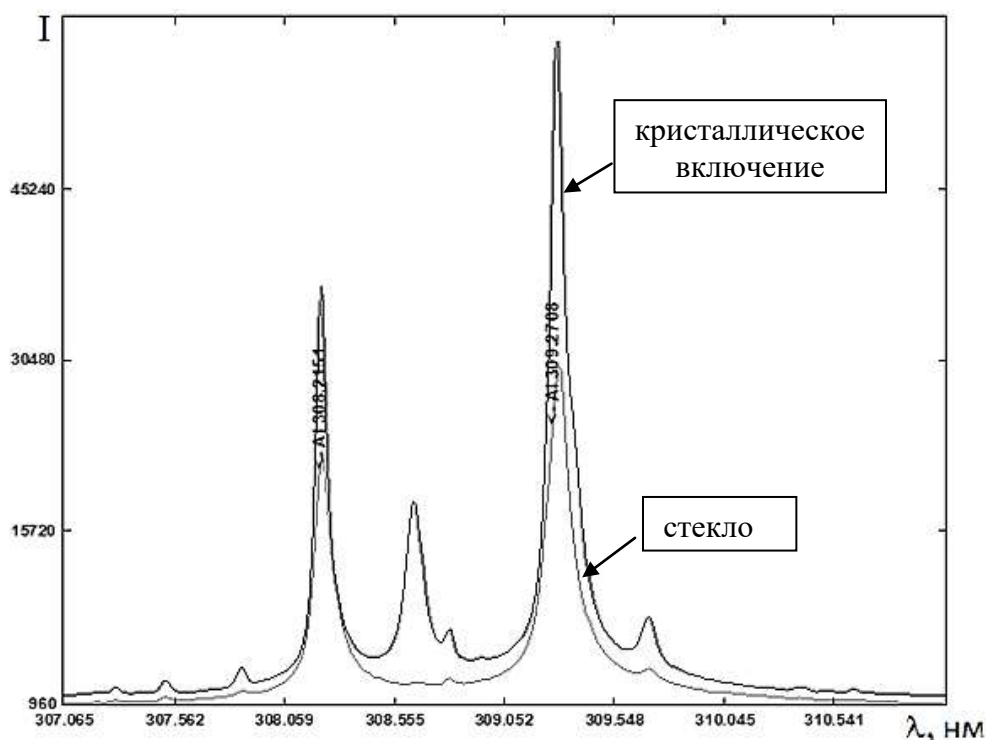


Рис. 1. Аналитические линии алюминия на спектрах стекла и кристаллического включения

По данным рентгенофазового анализа, проводимого на установке ДРОН-3, кристаллические включения представляют собой муллит, образующийся на стадии силикатообразования. Следовательно, качественный элементный анализ может быть использован для определения состава включений в стекле.

По результатам исследования технологических свойств композиций опытных составов завершенность процессов стеклообразования при температуре 1550 °С достигается при содержании  $\text{Al}_2\text{O}_3$  17,5–20 мол.% и  $\text{MgO} + \text{CaO}$  20–22,5 мол.%, в том числе при модифицировании композиций добавками оксидов титана и натрия.

Модифицирование стекол системы  $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  введением  $\text{CaO}$  ускоряет процессы стеклообразования, однако следует иметь ввиду, что замена  $\text{MgO}$  на  $\text{CaO}$  приводит к снижению показателей прочности волокна. Волокна на основе системы  $\text{MgO}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  с содержанием  $\text{CaO}$  8–15 мас.% относятся к высокопрочным, однако показатели прочности их ниже, чем волокон из магнийалюмосиликатного стекла – 4130 и 4890 МПа соответственно [1, 2].

Определение микротвердости по Виккерсу под нагрузкой 500 г проводили на приборе 401/402-MVD фирмы Wolpert Wilson Instruments (Германия). Согласно экспериментальным данным, микротвердость опытных стекол изменяется от 5785 до 6340 МПа.

Модуль упругости опытных стекол определялся расчетным методом А.А. Аппена. Показатели модуля упругости составляют 79,5–84,0 ГПа и возрастают с ростом содержания оксида алюминия.

Определение прочности при изгибе выполнялось с помощью универсальной электромеханической испытательной машины Galdabini Quasar 100 (Италия). Диаграммы деформации опытных стекол и промышленного стекла ВМП представлены на рис.2.

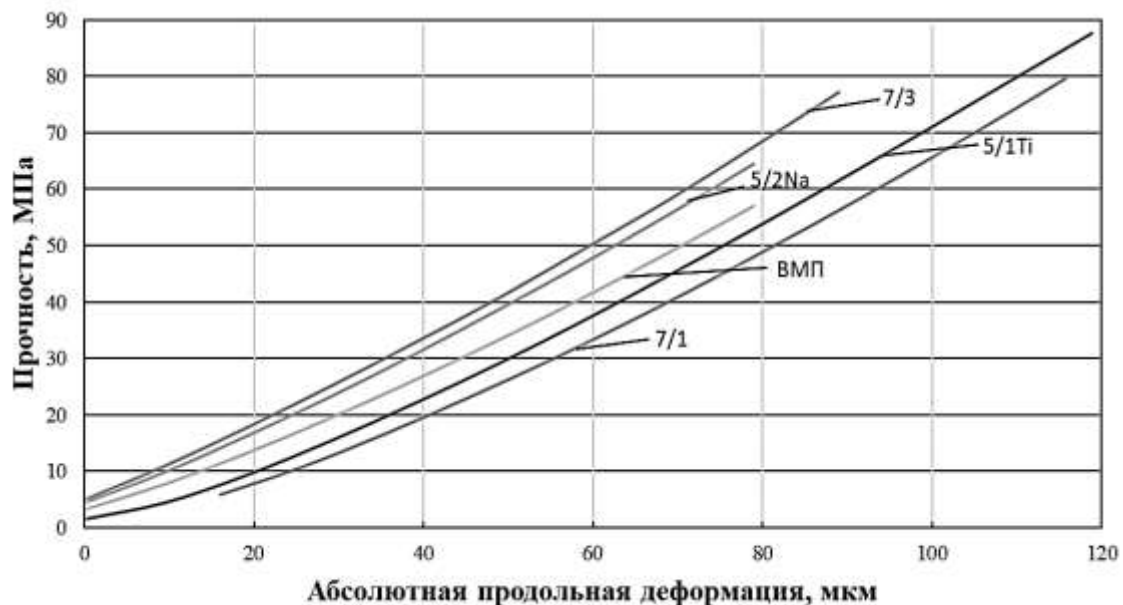


Рис. 1. Диаграммы деформации стекол опытных составов и промышленного стекла ВМП

Показатели прочности образцов опытных стекол изменяются от 64,5 до 90 МПа. Достаточно большой разброс данных по показателям прочности связан не только с изменением состава, но и с влиянием дефектности образцов. Наиболее высокие показатели прочности характерны для образцов стекла с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  22,5 мол.%, модифицированных  $\text{TiO}_2$ .

Таким образом, в результате исследования установлена возможность получения стекол системы  $MgO-CaO-Al_2O_3-SiO_2$  с повышенным содержанием  $Al_2O_3$  с удовлетворительными технологическими свойствами, которые могут быть использованы для получения высокопрочного стекловолокна по энергосберегающей одностадийной технологии.

Литература

1. Wallenberger, F.T. Fiberglass and Glass Technology. Energy-Friendly Compositions and Applications / F.T. Wallenberger, P.A. Bingham. – L.–N.Y: Springer, 2010. – P.197–227.
2. Fiber Technology for Fiber-Reinforced Composites / Edited by M. Ozgür Seydibeyoglu Amar K., Mohanty Manjusri Misra. – Woodhead Publishing, Elsevier Ltd., 2017. – Pp. 169–185.
3. Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres / Edited by Anthony R. Bunsell. – Woodhead Publishing, Elsevier Ltd., 2018. – Pp.805–840.

### **ПРИМЕНЕНИЕ САПРОПЕЛЕЙ БЕЛАРУСИ ДЛЯ АКТИВАЦИИ ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩЕЙ ПОЧВЕННОЙ МИКРОБИОТЫ**

Минаковский А.Ф., к.т.н., доцент, Шатило В.И., к.т.н., доцент  
*Белорусский государственный технологический университет*

Проблема обеспечения растений фосфором может решаться разными путями. Один из них – использование жизнедеятельности почвенных микроорганизмов для повышения усвояемости растениями фосфатов почв и удобрений.

Мобилизовать фосфор из труднодоступных соединений способны микроорганизмы многих видов. Они широко распространены в агроэкосистемах. В разных типах почв микроорганизмы, способные растворять фосфаты кальция, могут составлять 5 – 95% от общей численности микробов, причем корреляция между их количеством в почве и ее механическим составом [1].

Активностью мобилизации фосфата из труднорастворимых соединений характеризуются микроорганизмы родов *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Agrobacterium*, *Burkholderia*, сульфатовосстанавливающие бактерии рода *Desulfobacterium* [2].

Для культивирования микроорганизмов необходим источник углерода. В литературе встречаются питательные среды для культивирования бактерий ризосферы, в состав которых в качестве источника углерода, азота, минеральных солей и факторов роста входят сапропели.

Органическое вещество сапропеля представляет собой совокупность растительных и животных остатков, а также продуктов их распада. Групповой состав органического вещества сапропеля представлен битумоидами, гуминовыми веществами, легко гидролизуемыми (углеводный комплекс) и трудно гидролизуемыми (целлюлозные и лигниновые компоненты) веществами, негидролизуемым остатком [3, 4].

Биологически активный компонент сапропеля включает в себя целый комплекс разнообразных веществ: азотистые и гормоноподобные соединения, ферменты, каротины, пигменты, органические кислоты и спирты и др. В минеральной компоненте сапропелей примерно в равных частях содержится  $SiO_2$  и  $CaO$ , а также соединения железа, магния, калия, алюминия, серы, фосфора и других макроэлементов и микроэлементов [3, 4].

Для исследований были выбраны образцы двух основных типов сапропелей Беларуси: кремнеземистого и карбонатного.

Сапрпель кремнеземистого типа представлен образцом из озера Дикое (Петриковский район, Гомельской обл.), который представлял собой подвижную густую суспензию черного цвета. [3].

Содержание влаги в исследуемом образце составило 92,7% масс.; содержание органических веществ – 43,8% масс., а карбонатов в пересчете на  $\text{CO}_2$  – 4,0 % масс. от массы сухого образца.

В качестве сапропеля карбонатного типа исследован образец из подстиляющего слоя на выработанном участке торфяного месторождения Дитва (Гродненская обл., Лидский район), который представлял собой сыпучий влажный материал.

Содержание влаги в нем составило 19,7% масс.; содержание органических веществ – 16,7% масс., а карбонатов в пересчете на  $\text{CO}_2$  – 45,2 % масс. от массы сухого образца.

Результаты анализа элементного состава декарбонизированного образца методом сканирующей электронной микроскопии приведены в таблице.

При анализе данных таблицы обращает на себя внимание высокое содержание железа в минеральной части образца озера Дикое (70,13% масс. в пересчете на  $\text{FeO}$ ) при содержании кремнезема 21,0% масс. и невысоком содержании кальция (4,42 % в пересчете на  $\text{CaO}$ ). В исследуемом сапропеле торфяного месторождения Дитва высокое содержание кальция (77,41 % масс. в пересчете на  $\text{CaO}$ ) и достаточно высокое содержание  $\text{SiO}_2$  (15,63 % масс.) при малом содержании железа в минеральной части образца (3,78% масс. в пересчете на  $\text{FeO}$ ) и алюминия (2,18% масс. в пересчете на  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Таблица – Элементный состав декарбонизированных образцов сапропелей

Элементный состав	Содержание, масс. %	Оксидный состав	Содержание, масс. %
озеро Дикое			
O	30,19		
Mg	0,32	MgO	0,54
Al	0,98	$\text{Al}_2\text{O}_3$	1,85
Si	9,81	$\text{SiO}_2$	21,00
P	0,59	$\text{P}_2\text{O}_5$	1,34
Ca	3,16	CaO	4,42
Ti	0,44	$\text{TiO}_2$	0,73
Fe	54,51	FeO	70,13
месторождение Дитва			
O	32,88		
Al	1,15	$\text{Al}_2\text{O}_3$	2,18
Si	7,31	$\text{SiO}_2$	15,63
S	0,40	$\text{SO}_3$	1,00
Ca	55,32	CaO	77,41
Fe	2,94	FeO	3,78

Положительный агрохимический эффект применения сапропеля из озера Дикое обеспечивается также наличием в его составе соединений фосфора (1,34 % масс. в пересчете на  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) и магния (0,54 % масс. в пересчете на  $\text{MgO}$ ). В исследуемом сапропеле торфяного месторождения Дитва отсутствуют такие питательные элементы как фосфор и магний. В то же время следует отметить присутствие серы (1,00 % масс. в пересчете на  $\text{SO}_3$ ).

В результате выполненных исследований был изучен компонентный состав сапропелей двух крупных месторождений республики Беларусь. Данные сапропели могут быть использованы в качестве органического компонента при получении органоминеральных удобрений.

#### Литература

1. Муромцев Г.С. Роль почвенных микроорганизмов в фосфорном питании растений // Успехи микробиологии. – 1985. – Т. 20. – С. 174-178.

2. Лавринюк С.И. Мобилизация фосфата почвенными микроорганизмами // Агрохимический журнал «AgroCounsel» [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.agrocounsel.ru> – Дата доступа: 19.11.2018.
3. Б.В. Курзо, О.М. Гайдукевич. Ресурсы сапропеля Припятского Полесья и перспективы их использования. Природные ресурсы Полесья: оценка, использование, охрана: материалы Международной науч.-практ. конференции, Пинск, 8–11 июня 2015 г. : в 2 ч. – Пинск: УО «Полесский государственный университет», 2015. – Ч. 1. – С. 166-170
4. Минаковский А.Ф. Особенности фосфатмобилизующей способности почвенных микроорганизмов / Минаковский А. Ф., Игнатовец О.С., Шатило В. И., Босак В. Н., Сачивко Т. В. // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сборник статей по материалам XV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Заслуженного агронома БССР, Почетного проф. БГСХА А. М. Богомолова. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 265-267

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МЕДИ В РАСТВОРЕ

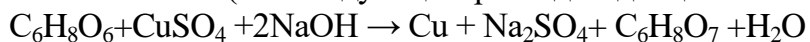
Минаковский А.Ф. к.т.н, доцент, Кротова Е. Д., Зильберглейт М. А. д-р хим. н., доц.,  
Нестерова С. В. к.х.н., Шевчук М. О. доц.

*Белорусский государственный технологический университет*

Интерес к разработке методов синтеза и изучению свойств наночастиц меди обусловлен ее специфическими физическими и химическими свойствами, находящими применение в катализе, оптических, сенсорных и электронных устройствах, медицине, сельском хозяйстве. Главным преимуществом наночастиц меди, в отличие от наночастиц серебра, является их небольшая цена и быстрая деградация в условиях окружающей среды, что снижает нагрузку на экосистему.

В данной работе синтезированы концентрированные дисперсии, содержащие наночастицы меди, путем восстановления сульфата меди (II) в водной среде аскорбиновой кислотой с применением высокомолекулярного природного стабилизатора. Исследовано влияние различных факторов (концентрации используемых растворов, их соотношения, pH и др.) на процесс восстановления меди с целью определения оптимальных условий их получения.

Сухая аскорбиновая кислота устойчива по отношению к кислороду воздуха, но в водном растворе вступает в реакции окисления (электродный потенциал при pH = 4 и 35 °C +0,166 В, а в щелочной среде и в присутствии кислорода воздуха +0,08 В), причем состав продуктов её окисления зависит от условий осуществления процесса. Без подщелачивания образуются фурфурол и кислород, а в щелочной среде - 2,3- дикетогулоновая кислота (с последующим распадом до щавелевой и L-треоновой кислот):



Процесс окисления способны ускорить ионы тяжёлых металлов, в наибольшей степени меди и железа. Т.е. протекание процесса восстановления в значительной степени зависит от реакционных условий, вероятно, не учёт этого фактора и является причиной разночтений в литературе. Для эффективного получения наночастиц меди важно определить характер и степень влияния каждого реакционного параметра, определить необходимое соотношение реагентов и выяснить остальные оптимальные условия процесса, чтобы не допустить побочных взаимодействий в системе, приводящих к разрушению образующегося продукта.

В ходе эксперимента использовались: водный раствор сульфата меди (II) (C=0,5-2 М); раствор природного высокомолекулярного стабилизатора (C=20-50 г/л); раствор аскорбиновой кислоты (C=1 М); гидроксид натрия (0,35-0,5 г. на 10 мл. раствора аскорбиновой кислоты).

Результаты эксперимента были обработана методами множественной регрессии и получено уравнение, связывающее приведенную оптическую плотность раствора (Col\_4) при 580-590 нм с переменными факторами процесса: Col\_1 (концентрация высокомолекулярного стабилизатора), Col\_2 (концентрация сульфата меди), Col\_3-расход едкого натрия. Общее количество точек составило 40.

Основные статистические характеристики полученного уравнения

$$\text{Col}_4 = 28,46 - 0,492 * \text{Col}_1 - 36,58 * \text{Col}_2 - 70,94 * \text{Col}_3 + 0,01 * \text{Col}_1 * \text{Col}_1 + 62,65 * \text{Col}_2 * \text{Col}_2 + 69,03 * \text{Col}_3 * \text{Col}_2 - 1,41 * \text{Col}_1 * \text{Col}_2 + 1,97 * \text{Col}_1 * \text{Col}_3 - 58,70 * \text{Col}_3 * \text{Col}_2 * \text{Col}_2$$

представлены ниже.

Квадрат коэффициента корреляции – 86,66%, он же исправленный 80,94%. Стандартная ошибка определения – 6,95, абсолютная ошибка 4,07.

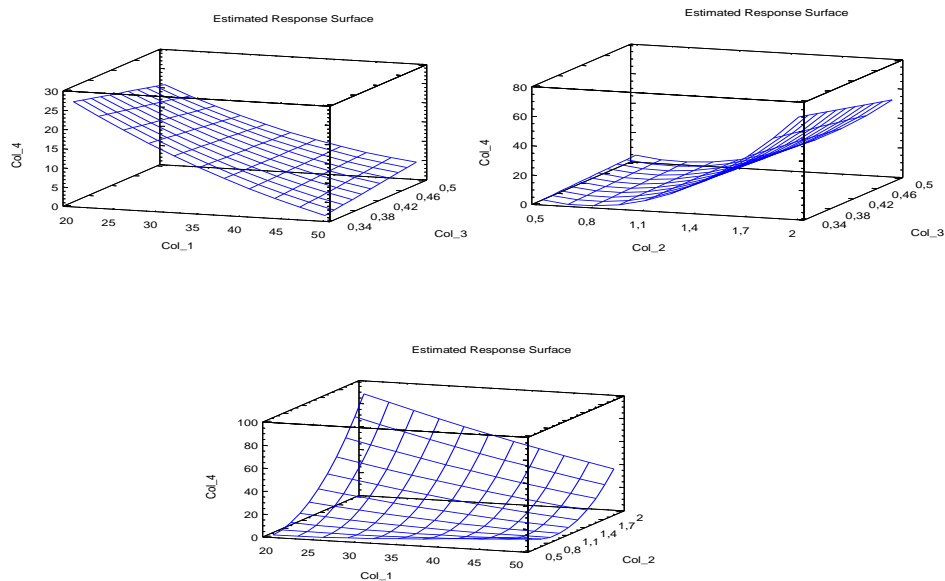


Рисунок 1 – Зависимость приведенной оптической плотности растворов наномеди от переменных факторов процесса.

На рисунке 1 показаны зависимости функции отклика Col 4 от переменных факторов процесса.

Очевидно, что максимальный выход наномеди можно получить при концентрации сульфата меди 2М, расход едкого натра и концентрации высокомолекулярного стабилизатора в изучаемых пределах не оказывает решающего влияния на процесс.

## О ПРЕИМУЩЕСТВЕ ИМПУЛЬСНОЙ ПОДАЧИ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ГРАФИКА НАГРУЗОК НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Ф.И. Лухтура, ст.препод., И.А. Кукин, Н.С. Сидоренко ст. гр. ПТЭ-17у  
ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»

В [1] представлена теория импульсной подачи рабочей среды на насосных станциях и аналитически показано преимущество применения импульсной подачи в сеть. Практическое доказательство эффективности отсутствует.

Цель работы - доказательство эффективности практического применения режима импульсной подачи рабочей среды при покрытии переменного графика нагрузок.

В работе была разработана методика расчета, которая по определенному алгоритму определяет регулировочные характеристики насосной станции (НС) для

покрытия суточного графика нагрузок на различных ее вариантах работы. Эта методика позволяет определить для каждого режима потребления продолжительность цикла, фаз нагнетания и холостого хода (или останова), величину скважности и др. при полном отключении насосов во время паузы. При этом в [1] рассматривали систему производства и распределения (СПР) с призматическим баком-аккумулятором объемом  $V$ , площадью поперечного сечения  $F$ , и начальным напором  $H_{нач}$  (или начальным давлением  $p_{нач}$ ), создаваемым напором  $H$  (избыточным давлением нагнетания  $p$ ), с полученным нелинейным его изменением во времени прохождения соответствующих фаз, с суммарной площадью сечения потребления  $f$ . Общую систему нагнетания заменяли эквивалентным объемом аккумулятора, давление окружающей среды и коэффициенты расхода системы трубопроводов сети принимали постоянными. Так время нагнетания, после линеаризации полученных зависимостей в [1], составило

$$\tau_{нагн} = \frac{2F \cdot H_{нач}^{нагн}}{Q_{нач.потр}} \cdot \frac{\sqrt{H_{нач}^{паузы}} - \sqrt{H_{нач}^{нагн}}}{\sqrt{H_{уст}} - \sqrt{H_{нач}^{нагн}}} = \frac{2V_{нач}^{нагн}}{Q_n} \cdot \frac{\sqrt{H_{нач}^{паузы}/H_{нач}^{нагн}} - 1}{1 - q_{V_{нач..нагн}}}, \quad H_{уст}^{\frac{1}{2}} = \frac{Q_{нас}}{\mu \cdot f \sqrt{2g}} \quad (1)$$

Длительность паузы (периода времени отключенной подачи) –

$$\tau_{паузы} = \frac{2F}{\mu \cdot f \sqrt{2g}} \left[ \sqrt{H_{нач}^{паузы}} - \sqrt{H_{нач}^{нагн}} \right] = \frac{2V_{нач}^{паузы}}{Q_n} \frac{\left[ 1 - \sqrt{H_{нач}^{нагн}/H_{нач}^{паузы}} \right]}{q_{V_{нач..паузы}}} \quad (2)$$

Продолжительность цикла и скважность процесса при полном отключении насосов станции составили соответственно  $\tau_{ц} = \tau_{нагн} + \tau_{паузы}$  и

$$S = \frac{\tau_{ц}}{\tau_{нагн}} = \frac{1}{q_{V_{нач..нагн}}} \frac{1 - q_{V_{нач..нагн}}}{1 - q_{V_{нач..паузы}}}, \text{ а частота циклов: } \omega = (\tau_{ц})^{-1}. \text{ Здесь } Q_{нач.}^{паузы} -$$

величина потребления (расход) в начале паузы;  $Q_{нач.}^{нагн}$  - величина потребления в начале нагнетания;  $V_{нач}^{нагн}$  и  $V_{нач}^{паузы}$  - объем жидкости в аккумуляторе в начале и конце процесса нагнетания,  $m^3$ ;  $\tau_{нагн}$ ,  $\tau_{паузы}$  - длительность процессов подачи и паузы;

$H_{нач}^{паузы}/H_{нач}^{нагн} = H_{max}/H_{min}$  - отношение максимального и минимального напора (давления);  $q_V = Q_{потр}/Q_{нас}$  - относительный параметр потребления рабочей среды;  $Q_{нас}$  - номинальная производительность насосов,  $m^3/c$ .

Мощность (количество энергии в единицу времени), потребляемую за цикл  $\tau_{ц} = \tau_{нагн} + \tau_{паузы}$  при условии полного отключения насосов

$$P_{ц} = \beta \cdot P_{max} = P_{max} \cdot \left[ q_{V_{нач..нагн}} \cdot (1 - q_{V_{нач..паузы}}) (1 - q_{V_{нач..нагн}})^{-1} \right] \text{ где } \beta = 1/S - \text{коэффициент}$$

заполнения цикла. При переводе насосов на холостой ход на основе анализа вышеприведенных соотношений можно записать как  $P_{ц} = P_{max} [\beta + k(1 - \beta)]$ .

Мощность, потребляемая насосами за цикл паузы на холостом ходу, принята равной  $P_{х.х} = k \cdot P_{max}$ , где  $k$  – коэффициент холостого хода.

В качестве конкретного примера рассмотрена НС, оборудование которой включает десять насосов производительностью  $Q_{нас} = 10 m^3/мин$ , номинальной мощностью  $N_n = 62 кВт$ , системой холостого хода при  $k = 0,5$  (и отключения насосов -  $k = 0$ ) с



диапазоном настройки  $H_{\max}/H_{\min} = 1,1$  каждый, при максимальной вместимости аккумулятора и сети  $V = 200 \text{ м}^3$ . Для упрощения расчета суточный график нагрузки и производительности НС (рис.1) сведен к линейно-ступенчатому, где число суточных часов разделены на 6 равных интервалов  $\Delta t$ . Величина нагрузки (сплошная полужирная линия) на каждом интервале указаны в поле рисунка в  $\text{м}^3/\text{мин}$ . Здесь же поинтервально нанесена по вертикали равномерная разбивка (светлые линии), указывающая единичную производительность насосов станции  $Q_{\text{нас}}$ . При решении этой задачи были приняты следующие основные допущения: КПД насоса при изменении потребления не изменяется и им пренебрегаем, мощность потребления уменьшается при уменьшении подачи, насосы оснащены системой регулирования, обеспечивающей изменение производительности насоса от 0 до 100%.

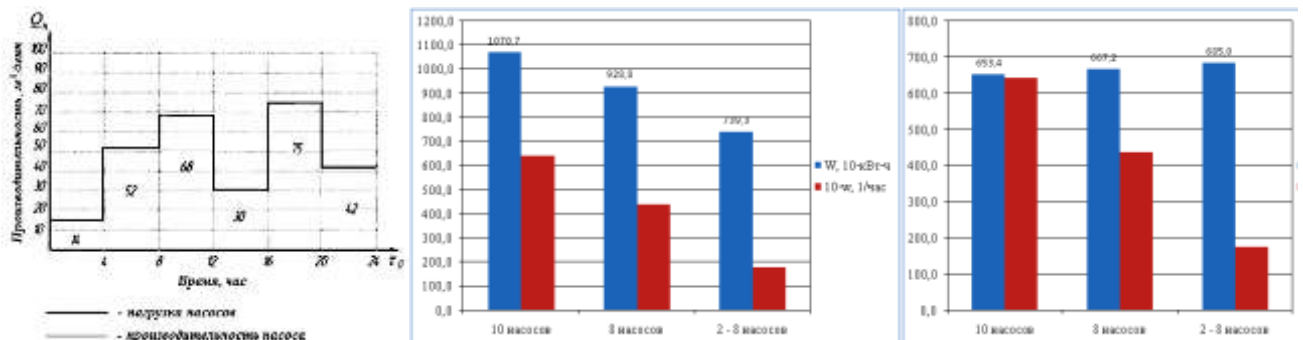


Рисунок 1 – Формализованный суточный график нагрузки НС (слева) и сравнительный анализ суточных потреблений электроэнергии и циклов при работе 2÷8, 8,10 насосов на импульсном режиме с переводом насосов на холостой ход (в центре) и с полным отключением насосов (справа)

Сравнительные графики суточных потреблений энергии (потребляемая энергия за рассматриваемый интервал времени  $\Delta t$ :  $W_i = P_{\text{ц}} \cdot \Delta t$ ) при циклической работе 10, 8, от 2 до 8 насосов представлены на рис. 1. Из рис. 1 видно, что наименьшая величина электроэнергии (7393 кВт·час) в сравнении с остальными вариантами была затрачена при работе от 2 до 8 насосов при переводе насосов на холостой ход при нулевой подаче, при этом уменьшается количество циклов. Наименьшая величина электроэнергии в сравнении с остальными вариантами в случае с полным отключением насосов (рис.1) затрачена при работе 10 насосов в импульсном режиме и составила 6534 кВт·час. При этом частота циклов наибольшая из всех вариантов сравнения. Для сравнения, работа НС по традиционному способу подачи с отключением насосов (без наличия объемного реципиента) и эксплуатации насосов от 2 до 8 приводит к суммарной потребляемой мощности 7688 кВт·час в сутки.

Таким образом, покрытие суточного графика нагрузок станции более выгодно осуществлять с использованием импульсного режима. Отрицательным моментом такого регулирования - лимитирование процесса числом «останова-пуска» приводных электродвигателей насосов, вносящим ограничение в частотные характеристики импульсов. Этот момент, возможно, может быть обойден подбором параметрических характеристик импульсного регулирования.

### Литература

1. Лухтура, Ф. И. О применении импульсного подачи рабочей среды в системы водоснабжения / Ф. И. Лухтура, М. В. Медведева // *Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2019. – № 5 (1330). – С. 48-57. – doi:10.20998/2413-4295.2019.05.07.

## О ЦИКЛИЧНОМ РЕЖИМЕ ПОДКЛЮЧЕНИЯ АККУМУЛЯТОРОВ ТЕПЛОТЫ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Ф.И. Лухтура, ст.препод., В. И. Цыганов, ст.препод.

*ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет»*

По возможному применению импульсного подвода (отвода) тепла в системах аккумулирования и распределения тепла теоретическое обоснование его эффективности и анализ его динамики в технической литературе, кроме получения доказательства эффективности в системах теплоснабжения зданий, практически отсутствует.

Цель работы - доказательство преимущества применения импульсного подвода тепла к системе распределения от аккумулятора теплоты на основе анализа упрощенной физической модели рабочего процесса.

Решение этой задачи может быть достигнуто при размещении в системе аккумулирования и распределения тепла нескольких (двух, трех и более) аккумуляторов, как, например, на энергоблоке кислородно-конвертерного цеха (ККЦ) Отбор теплоты от этих агрегатов следует осуществлять не одновременно, а с определенной периодичностью. Управление отбором теплоты легко реализуется поочередным подключением аккумуляторов к сети теплоснабжения. При этом достигается более высокая температура теплоносителя у потребителя.

Для доказательства эффективности такого импульсного подвода (отвода) тепла рассмотрим динамику работы системы пароснабжения (или теплоснабжения, в т.ч. отопительной), содержащей два аккумулятора. В начальный момент к потребителю подключен первый аккумулятор. По мере отбора тепловой энергии давление и температура насыщения в нем будут уменьшаться. При этом другой аккумулятор остается в режиме зарядки или в отключенном состоянии. Через некоторое время происходит отключение первого аккумулятора или перевод его на зарядку и подключение второго. При этом за время подключения первого аккумулятора температура циркулирующего теплоносителя в нем не должна достигать установившегося значения. Далее происходит уменьшение температуры и давления во втором аккумуляторе, а в первом аккумуляторе они начинают за счет зарядки известным образом увеличиваться. После некоторого снижения температуры и давления во втором аккумуляторе он переключается на зарядку, а первый аккумулятор подключается. Далее цикл повторяется.

Для проведения анализа работы в таком режиме приведем уравнение динамики нагрева теплоносителя у потребителя тепла. В общем случае это уравнение можно представить в формализованном виде:

$$dQ_1 = dQ_2 + dQ_3, \quad (1)$$

где  $dQ_1 = Pd\tau$  – подводимая теплота из аккумулятора, Дж;  $dQ_2 = mdi$  – теплота, затраченная на изменение энтальпии теплоносителя, Дж;  $dQ_3 = kF(\vartheta - \vartheta_0)d\tau$  – потери теплоты в окружающую среду, Дж;  $P$  – подводимая тепловая мощность от аккумулятора, Вт;  $d\tau$  – интервал времени, с;  $m$  – масса нагреваемого теплоносителя, кг;  $i$  – энтальпия теплоносителя, Дж/кг;  $\vartheta$  – текущая температура теплоносителя, К;  $k$  – коэффициент теплопередачи, Вт/м<sup>2</sup>·К;  $F$  – поверхность теплопередачи (поверхность труб до потребителя), м<sup>2</sup>;  $\vartheta_0$  – температура окружающей среды, К.

.Допускаем, что поскольку аккумулятор находится в слое изоляции, то собственно у него потерь в окружающую среду нет. Поэтому под слагаемым  $dQ_3$  мы понимаем потери теплоты в той части трубопровода с теплоносителем, которая находится за пределами аккумулятора до потребителя. Так как при существующих, на эксплуатируемых аккумуляторах соответствующего типа, диапазонах изменения параметров пара при дросселировании в регуляторах давления «после себя» можно принять, что энтальпия

теплоносителя (пара) пропорциональна температуре  $i = c \cdot \vartheta$ , где  $c$  – теплоемкость теплоносителя, то тогда уравнение (1) можно представить в виде

$$Pd\tau = mcd\vartheta + kF(\vartheta - \vartheta_0)d\tau, \quad (2)$$

После несложных преобразований уравнение (2) запишется так:

$$T \cdot \frac{d\vartheta}{d\tau} + \vartheta - \vartheta_{уст} = 0, \quad \vartheta_{уст} = \frac{P}{kF} + \vartheta_0, \quad T = mc/kF \quad (3)$$

где  $\vartheta_{уст}$  – установившееся значение температуры теплоносителя, достигаемое при прекращении его изменения, т.е. при выполнении условия  $d\vartheta/dt = 0$ , К. Выражение (4) представляет собой дифференциальное уравнение первого порядка, решением которого является

$$\vartheta = \vartheta_{нач}e^{-\tau/T} + \vartheta_{уст}(1 - e^{-\tau/T}) = \vartheta_{уст} - (\vartheta_{уст} - \vartheta_{нач}) \cdot e^{-\tau/T} \quad (4)$$

где  $\vartheta_{нач}$  – начальная температура теплоносителя (при  $\tau = 0$ ).

Для дальнейшего доказательства преимущества использования импульсного подключения аккумуляторов нас будет интересовать слагаемое  $dQ_2$  в выражении (1). Как было указано выше,  $dQ_2 = mcd\vartheta$ . Для получения сомножителя  $d\vartheta$  продифференцируем выражение (4) по  $d\tau$ :

$$d\vartheta = d\left[\vartheta_{нач}e^{-\tau/T} + \vartheta_{уст}(1 - e^{-\tau/T})\right] = \frac{1}{T}e^{-\tau/T}(\vartheta_{уст} - \vartheta_{нач})d\tau. \quad (5)$$

Тогда  $dQ_2 = \frac{mc}{T} \cdot e^{-\tau/T}(\vartheta_{уст} - \vartheta_{нач})d\tau$ . Для определения количества теплоты  $Q_2$  проинтегрируем это выражение:

$$Q_2 = \int mcd\vartheta = mc \cdot \frac{1}{T} \cdot (\vartheta_{уст} - \vartheta_{нач}) \int e^{-\tau/T} d\tau = mc(\vartheta_{нач} - \vartheta_{уст}) \cdot e^{-\tau/T} \quad (6)$$

Далее сравним количества тепловой энергии, переданной теплоносителю от теплового аккумулятора при непрерывной подаче пара и нагреву его от начальной  $\vartheta_{нач}$  до установившейся  $\vartheta_{уст}$  температуры за время от 0 до  $t$ , с количеством теплоты, переданной по рекомендуемому способу импульсного нагрева от начальной температуры  $\vartheta_{нач}$  до температуры, которую примет теплоноситель в результате нагрева за время от 0 до  $\frac{1}{2}t$ . Обозначим первое и второе количество теплоты соответственно символом  $Q_2^{(1)}$  и символом  $Q_2^{(2)}$ . В результате расчета будем иметь:

$$Q_2^{(1)} = \int_0^t dQ_2 = mc(\vartheta_{нач} - \vartheta_{уст}) \left( e^{-\frac{t}{T}} - 1 \right), \quad \text{и} \quad Q_2^{(2)} = 2 \int_0^{t/2} dQ_2 = 2mc(\vartheta_{нач} - \vartheta_{уст}) \left( e^{-\frac{t}{2T}} - 1 \right). \quad (7)$$

Для справедливости неравенства  $Q_2^{(2)} > Q_2^{(1)}$  необходимо, чтобы разность  $Q_2^{(2)} - Q_2^{(1)} = mc(\vartheta_{нач} - \vartheta_{уст}) \cdot \left( 2e^{-\frac{t}{2T}} - e^{-\frac{t}{T}} - 1 \right) > 0$ . Последнее неравенство будет соблюдаться при условии, что  $2 \cdot \exp(-t/2T) - \exp(-t/T) - 1 < 0$ , т.к. сомножители  $mc > 0$  и  $\vartheta_{нач} - \vartheta_{уст} < 0$ . Обозначим  $\exp(-t/2T) = x$ , тогда  $\exp(-t/T) = x^2$ , и запишем последнее неравенство с учетом принятых обозначений как:  $x^2 - 2x + 1 > 0$ . Решением этого неравенства служит множество  $x \in (-1; 1) \cup (\infty)$ . Исключая значение  $x \neq 1$  и принимая во внимание, что  $x = \exp(-t/2T)$  получим, что  $t \neq 0$ . Так как  $\exp(-t/2T) > -1$ , то при

любом действительном значении  $t$  (кроме  $t = 0$ ) и с учетом того, что  $t$  (время) всегда положительно, можно сделать вывод о выполнении неравенства  $Q_2^{(2)} > Q_2^{(1)}$ .

Таким образом, доказано, что подвод тепла от тепловых аккумуляторов в импульсном режиме с энергетической точки зрения более рационально.

## ХИМИЧЕСКОЕ НАСЛАИВАНИЕ ПЛЕНОК И ГЕТЕРОСТРУКТУР ZnO/SnS<sub>x</sub> ИЗ РАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ-ПРЕКУРСОРОВ

Брилевская Д. С., Галковский Т. В., Богомазова Н. В., к.х.н., доц.

*Белорусский государственный технологический университет*

Цель работы состояла в проведении экспериментов по изучению особенностей формирования субмикронных пленок и гетероструктур на основе сульфида олова и оксида цинка методом химического наслаивания из растворов катионной и анионной обработки с пониженной концентрацией соответствующих прекурсоров по сравнению с процессами гидрохимического или электрохимического осаждения.

При формировании тонких пленок с помощью химического метода ионного или ионно-коллоидного наслаивания одним из важных этапов разработки технологических режимов выступает анализ ионно-молекулярного состава растворов-прекурсоров, который определяется процессами диссоциации, гидролиза, комплексообразования и другими. В наших исследованиях выбор ресурсосберегающих условий катионного и анионного наслаивания пленок SnS<sub>x</sub> и ZnO осуществлялся с учетом литературных данных, а также на основе расчетов ионно-молекулярных равновесий в растворах-прекурсорах с использованием программы Medusa и базы данных Hydra [1].

При формировании слоев на основе сульфида или оксосульфида олова в качестве катионного прекурсора первоначально нами использовался раствор хлорида олова (II) с повышенной концентрацией соли на уровне 0,1 моль/л. Для обеспечения монослойного катионного наслаивания на подложку предпочтительно преобладание простых катионов Sn<sup>2+</sup> в сравнении с катионами SnOH<sup>+</sup> и SnCl<sup>+</sup>. В соответствии с рассчитанными диаграммами гидрохимического равновесия в водных растворах SnCl<sub>2</sub> при уменьшении концентрации соли от 0,1 до 0,001 моль/л наиболее широкий диапазон (область pH от 0 до 4) преобладания простых ионов Sn<sup>2+</sup> по сравнению с гидролизованнными ионами SnOH<sup>+</sup> и хлоридсодержащими ионами SnCl<sup>+</sup> наблюдается в 0,01 М растворе SnCl<sub>2</sub>. Кроме того, уменьшение концентрации хлорида олова приводит к немонотонному изменению ширины области устойчивости твердофазного монооксида олова. Наиболее узкий диапазон pH образования SnO (область pH от 4 до 9,5) характерен для 0,01 М раствора. Таким образом, было показано, что наиболее благоприятный ионно-молекулярный состав раствора хлорида олова соответствует концентрации 0,01 моль/л и области значения pH = 2–3.

При наслаивании сульфидных и оксосульфидных пленок в качестве анионного прекурсора использовались растворы тиосульфата натрия, который характеризуется повышенной устойчивостью к процессам гидролитического разложения по сравнению с растворимыми сульфидами. В наших экспериментах концентрация растворов Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> варьировалась в диапазоне 0,1–0,3 моль/л. Использование анионных прекурсоров с повышенной концентрацией тиосульфат-ионов по сравнению с концентрацией катионных прекурсоров связано с решением задачи минимизации включения кислорода в состав пленок. Анализ данных расчета гидрохимических равновесий в 0,1–0,3 М растворах Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> показывает, что уменьшение концентрации соли незначительно расширяет диапазон устойчивости тиосульфат-ионов в области кислых растворов. Для растворов Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в качестве области устойчивого преобладания негидролизованнных ионов S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup> определен широкий диапазон pH 6–12.

При формировании слоев ZnO в качестве катионного прекурсора использовался раствор сульфата цинка. В растворе сульфата цинка при различных значениях pH возможно протекание гидролиза катиона  $Zn^{2+}$  с образованием частиц  $ZnOH^+$ ,  $Zn(OH)_2$ ,  $Zn(OH)^3-$ , а также образование сульфатных комплексов  $Zn(SO_4)_2^{2-}$ ,  $Zn(SO_4)_3^{4-}$ ,  $Zn(SO_4)_4^{6-}$ . Для обеспечения катионного наслаивания на подложку в данном растворе при получении оксидных функциональных слоев предпочтительно преобладание простых катионов  $Zn^{2+}$ . Анализ ионно-молекулярного состава для раствора сульфата цинка был проведен в узком диапазоне среднекислых растворов (pH 3–5). Анализ диаграмм показал, что при концентрации раствора 0,01 моль/л содержание ионов  $Zn^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$  и частиц  $ZnSO_4$  примерно одинаково, что более благоприятно для проведения процессов ионного наслаивания. При формировании слоев ZnO в качестве анионного прекурсора использовался раствор перекиси водорода. Анализ диаграммы ионного равновесия для раствора  $H_2O_2$  показал, что при концентрации  $H_2O_2$  0,05 моль/л в растворе наблюдается широкая область устойчивости молекул  $H_2O_2$  (pH 1-11), что позволяет максимально благоприятно согласовывать между собой кислотность катионного и анионного растворов-прекурсоров при химическом наслаивании.

Нами проводились эксперименты по химическому наслаиванию сульфидных и оксидных пленок при количестве циклов обработки от 20 до 120. Экспериментальные данные по формированию пленок  $SnS_x$ , полученные при варьировании концентрации анионных и катионных растворов-прекурсоров, позволяют на данном этапе исследований в качестве наиболее благоприятного режима наслаивания пленки  $SnS_x$  предложить 0,01 М раствор хлорида олова и 0,3 М раствор тиосульфата натрия, с использованием которых получены однородные сплошные пленки толщиной около 120 нм с пониженной шероховатостью поверхности при соотношении основных компонентов Sn:S на уровне 1:0,47. Химическое наслаивание указанных пленок происходило при относительной скорости наслаивания около 2,0 нм/цикл, характерной для случая преобладания механизма ионного наслаивания. Указанный режим наслаивания обеспечивает невысокую абсолютную скорость наслаивания на уровне 1 нм/мин, что может быть актуальным для формирования наноразмерных функциональных пленок.

Химическое наслаивание пленок ZnO сопровождалась образованием достаточно однородных плотных пленок повышенной толщины порядка 200 – 300 нм. Сравнительный анализ относительной и абсолютной скорости осаждения пленок различной химической природы показывает, что наиболее высокая скорость осаждения на уровне 15,5 нм/цикл или 18,6 нм/мин зафиксирована для пленок ZnO при пониженном количестве циклов наслаивания, равном 20 (таблица 1). Для получения пленок толщиной 100 – 200 нм целесообразно использовать не более 15 циклов наслаивания. Дальнейшее повышение количества циклов обработки приводит к отслаиванию ранее нанесенных слоев и повышению шероховатости пленки.

Таблица 1 – Скорость осаждения оксидных и сульфидных пленок

Обозначение образца	Толщина пленки, нм	Скорость осаждения	
		относительная, нм/цикл	абсолютная, нм/мин
120 SnS	126	1,0	0,5
60+60 SnS	202	1,7	0,8
60 ZnO	203	3,4	4,6
20ZnO	310	15,5	18,6

При формировании гетероструктур ZnO/SnS<sub>x</sub> получены данные о снижении скорости наслаиванию по сравнению с индивидуальными пленками. Наиболее существенное

снижение скорости осаждения (в 3 раза) происходит для пленки ZnO в составе гетероструктур при варианте осаждения слоя ZnO на поверхности SnS<sub>x</sub>.

Литература

1. Толстой, В.П. Реакции ионного наслаивания. Применение в нанотехнологии / В. П. Толстой //Успехи химии. –2006. – Т.75, № 2. – С. 183 – 199.

## ОТРИМАННЯ ПОРОШКІВ ОКСИДІВ МЕТАЛІВ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИМ МЕТОДОМ

Вішталюк О.І.<sup>1</sup>, ст. гр. ПЕО-18д, Тюльпінюв Д.О.<sup>2</sup> провідний інженер, к.т.н., Чумак В.О.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля,

<sup>2</sup> ООО ТОВ „Науково-проектний інститут хімічних технологій (Хіммтехнологія)

Технологіям, що впроваджені в промисловості, властиві численні недоліки: утворення великої кількості сильно забруднених стічних вод; накопичення значної кількості відходів мінеральних солей, а також складність створення уніфікованих виробництв з швидкою зміною асортименту вироблених малотоннажних продуктів, обумовлена різноманітністю необхідних окислювачів або відновлювачів. Ці недоліки призводять до серйозних екологічних наслідків.

Перспективним напрямком зниження негативного впливу хімічної промисловості на навколишнє середовище є розробка виробництв на основі електрохімічних процесів, що дозволяють відмовитися від застосування хімічних окислювачів і відновників, істотно скоротити або повністю виключити утворення відходів мінеральних солей, більш ефективно використовувати вихідну сировину та матеріали, знизити викиди в оточуюче середовище.

Заміна хімічних стадій на електрохімічні в процесах синтезу неорганічних і органічних речовин дозволяє:

- розробляти уніфіковані технологічні схеми виробництва різних речовин (внаслідок універсальності окислювача і відновника – електричний струм);

- селективно здійснювати процес, завдяки можливості встановлення необхідного значення потенціалу електрода;

- знижувати кількість стічних вод і відходів за рахунок створення технологій із замкнутим циклом водокористування і виключення хімічних окислювачів або відновників.

Змінний струм знаходить широке застосування в різних областях виробництва. Використовуючи змінний струм, можна здійснювати різноманітні окислювально-відновні електрохімічні реакції в розчинах з участю або без участі матеріалу електродів. При електролізі на змінному струмі можуть протікати процеси руйнування металів з утворенням нанодисперсних порошків. При цьому неминує виникання питання про електрохімічну поведінку матеріалу електродів, з точки зору його стійкості при накладенні змінного струму.

Зазначені можливості електрохімічного способу не були в достатній мірі використані для розробки електрохімічних технологій синтезу нанодисперсних порошків оксидів металів.

Виробництво нанодисперсних порошків оксидів металів в даний час здійснюється традиційними методами хімічної технології. Існуючі поширені способи одержання ультрамікродисперсного порошку оксиду нікелю – золь-гель метод, метод «мокрого» спалювання відрізняються невисокою продуктивністю, застосуванням різних токсичних хімічних реагентів, а також великою кількістю викидів в атмосферу забруднюючих речовин, що створюють екологічні проблеми при реалізації промислової отримання порошків оксидів металів. Так при отриманні одного кілограма нанодисперсного порошку оксиду нікелю методом «мокрого» спалювання в атмосферу викидається близько 336 л двоокису азоту. При отриманні одного кілограма оксиду нікелю гомогенним золь-гель

методом утворюється 0,64 л нітратної кислоти і 2,2 л етанолу, термічне розкладання яких призводить до утворення двоокису азоту об'ємом 360 л і 1672 л двоокису вуглецю.

Таким чином, використовувані в технології способи отримання нанодисперсного порошку оксиду нікелю супроводжуються значними викидами в атмосферу забруднюючих речовин. У зв'язку з цим необхідна розробка досить простих і екологічно безпечних способів синтезу нанодисперсного порошку оксидів металів.

Нами досліджений процес електрохімічного синтезу на змінному синусоїдальній струмі, оскільки в процесі не застосовуються будь-які небезпечні і токсичні речовини і можлива організація виробництва із замкненим циклом використання реагентів і води.

При проходженні змінного струму через розчин електроліту, здавалося б, не повинні були зменшуватися або збільшуватися маси електродів, так як при зміні напрямку струму кількість металу, що перейшов у розчин в анодний напівперіод повинно компенсуватися кількістю металу, що виділився в катодний напівперіод. Однак відомо чимало прикладів, що показують можливість руйнування металів симетричним змінним струмом. Такий процес можливий, якщо при зміні полярності напруги продукт анодної реакції не відновлюється повністю в катодному напівперіоді струму.

При електролізі з використанням змінного струму зміна потенціалу електрода відбувається в умовах далеких від стану рівноваги, що зумовлює перебіг цілого ряду електродних реакцій. Напевно при цьому стає можливим утворення дефектної структури оксидних продуктів з різним ступенем окислення металу. Циклічність напруги викликає протікання на поверхні електрода двох послідовних процесів: перший – утворення оксидних зародків (анодний напівперіод струму); другий – розряд протонів з виділенням водню, який сприяє відриву оксидної частинки від поверхні (катодний напівперіод струму). Якщо допустити, що в анодний напівперіод реалізуються механізми утворення зародків такі ж, як і на постійному струмі, то слід очікувати формування нанодисперсних структур, оскільки час протікання стадії росту зародків буде обмежена частотою зміни полярності електродів. В катодний напівперіод струму оксидна плівка не встигає відновитися повністю із-за відмінності швидкостей прямої і зворотної реакції. Нанодисперсні частинки, в силу слабких адгезійних сил, відриваються від поверхні електрода і переходять в розчин електроліту, утворюючи колоїдну систему.

Застосування різних форм змінного струму дозволяє значно інтенсифікувати процеси анодного розчинення, усунути пасивацію електроду, а також значно спростити технологію виробництва нанодисперсних порошоків. Виявлено, що при однаковій щільності струму напруга при використанні змінного струму майже в два рази нижче, ніж при використанні постійного, що робить процес енергетично вигіднішим. Встановлено, що розмір часток і характеристика пористої структури матеріалів при проведенні процесу на змінному струмі забезпечуються заданими параметрами електролізу (щільністю змінного струму, складом і концентрацією розчину електроліту) і режимами подальшої обробки. Отже, при певних параметрах процесу можна отримати нанодисперсні порошки із заданими властивостями.

Спрямований електрохімічний синтез є одним із зручних і доступних шляхів формування металовмісних порошоків. Використання електролізу - екологічно чистого і дешевого процесу - дозволяє створювати нові каталізатори із заданими фізико-хімічними характеристиками.

Отримані дані дозволяють визначити основні параметри отримання порошоків оксидів металів нанорозмірів для застосування у якості каталізаторів. Впровадження нового способу у промисловість буде сприяти зменшенню техногенного забруднення оточуючого середовища.

## ГЛАЗУРИ КРАКЛЕ ДЛЯ МАЙОЛИКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Левицкий И.А. д.т.н., проф., Костик Е.А.

*Белорусский государственный технологический университет*

В данном исследовании разрабатываются глазури кракле, предназначенные для декорирования майоликовых керамических изделий.

Глазурь кракле представляет собой тонкий стекловидный слой с искусственно полученной сеткой глубоких трещин поверхности глазури. Такой художественный эффект, вызываемый образованием трещин, обеспечивается, когда изделия прямо после обжига погружают в холодную воду или оставляют на некоторое время на сквозняке. Существует также иной метод получения глазурного покрытия кракле, который заключается в значительном несоответствии температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) черепка и глазури, что в свою очередь также вызывает сетку трещин. Глазури такого типа служат только для придания изделиям декоративно-эстетического вида [1].

Растрескивание глазурного покрытия также может быть достигнуто путем тепловых ударов. Для этого обожженное глазурное покрытие нагревают до температуры 200–250 °С и после снятия температурного напряжения опрыскивают холодной водой.

Для синтеза глазурей кракле в нашей работе использовались следующие сырьевые компоненты: фритта глушенная 5Н, глина огнеупорная «Гранитик-Веско» (Украина), глина легкоплавкая месторождения «Гайдуковка» (Республика Беларусь), цинковые белила (диоксид титана), каолин просяновский (Украина), а также бой отработанных гипсовых форм, образующихся при шликерном литье керамических изделий.

Количество вводимой фритты варьировалось в интервале 32–35 мас. %, цинковых белил (диоксида титана) – 15–26 мас. %, боя гипсовых форм – 17–23 мас. %. Содержание глинистой составляющей (глина «Гранитик-Веско», каолин или глина месторождения «Гайдуковка») варьировалось в зависимости от состава и ее количество составляло 25– 27 мас. %.

Глина огнеупорная «Гранитик-Веско» вводилась с целью повышения реологических параметров получаемого глазурного шликера и его лучшего сцепления с обожженным керамическим черепком.

Оксид цинка (цинковые белила) или диоксид титана вводился с целью придания покрытию эффекта кракле.

Приготовление глазури велось путем совместного мокрого помола сырьевых составляющих в микрошаровой мельнице Speedy-1 (Италия) до полного прохождения через сито с сеткой № 0056. Влажность приготовленного глазурного шликера составила 41,0–43,0 %, плотность полученной суспензии – 1540–1600 кг/м<sup>3</sup>. Толщина нанесенного покрытия должна составлять 1,0–1,3 мм. Глазурированные изделия подвергались термической обработке в электрической печи фирмы Netzsch (Германия) при температуре 1000±5 °С с выдержкой при максимальной температуре 1,0 ч. Глазурное покрытие имеет эффект сборки с очень крупной, замыкающейся сеткой трещин, которая хаотично располагается по поверхности обожженного черепа. Глазурь отличается хорошей адгезионной способностью к керамическому изделию. Цвет покрытий – кремовый.

Глазури кракле для декорирования майоликовых изделий подвергались определению температурного коэффициента линейного расширения, блеска, белизны, микротвердости.

Значения показателей белизны синтезируемых глазурных покрытий изменяются в пределах 55–65 %. Блеск находился в диапазоне 43–65 %, что отвечает матовым покрытиям.



Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) образцов определялся с помощью электронного dilatометра DIL 402 PC Netzsch (Германия) в интервале температур 20–300 °С. Значения показателя изменялись в интервале  $(46,10–53,30) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ , и закономерно уменьшались при повышении в шихте содержания оксида цинка (диоксида титана).

Микротвердость глазурных покрытий определяли на приборе Wolpert Wilson Instruments (Германия), и ее значения равны 5140–5300 МПа.

Характер полученных покрытий приведен на рисунке.

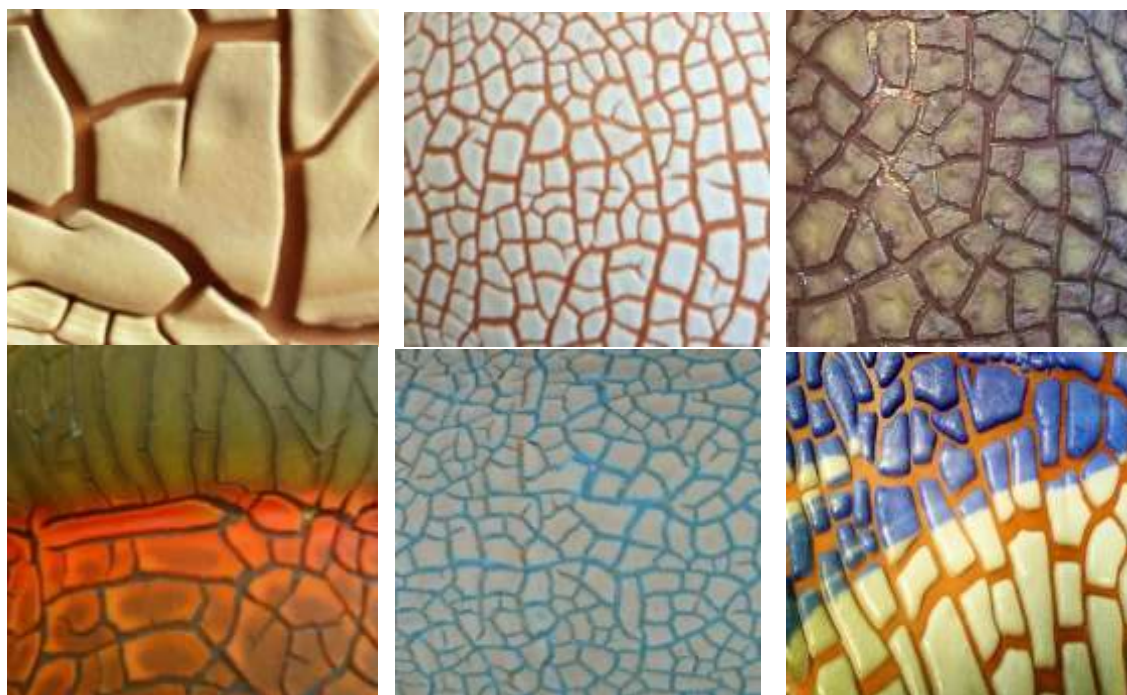


Рисунок – Синтезированные глазурные покрытия кракле

Для усиления декоративного эффекта в образующуюся сетку трещин иногда втираются контрастные, блестящие яркие глазурные суспензии с последующим обжигом или выполняется тонирование черепка изделий растворами солей: оксиды марганца и хлористого марганца обеспечивают окраску от коричневого до темно-коричневого цвета; сернистое и хлористое железо – темно-красный цвет. Рисунок эффекта кракле глазури чаще всего достигается, если трещиноватость глазури образуется на начальной стадии сушки. Дальнейшее углубление трещин и их рельефность обеспечивается уже при обжиге.

Интересные декоративные эффекты получаются путем объединения двух слоев глазури кракле различного цвета, формы и размеров рельефных трещин [2]. Например, после того, как высушенное глазурное покрытие кракле начало давать волосяные трещины, изделие с покрытием нагревают до температуры 150–160 °С и погружают в соль кобальта. Затем производят промывку изделия и обжигают при температуре 800–850 °С. После обжига изделие погружают в раствор соли железа и снова обжигают при 400–450 °С, после чего появляется сетка трещин, которая обладает высокодекоративными и эстетическими свойствами, объединив два глазурных покрытия.

#### Литература

- 1 Акунова, Л.Ф. Материаловедение и технология производства художественных керамических изделий / Л.Ф. Акунова, С.З. Приблуда – М.: Высшая школа, 1979. – 101 с.
- 2 Бъчваров, С.Ж. Глазури за керамични изделия / С.Ж. Бъчваров, С.И. Стефанов. – София: Държавно издателство «Техника», 1985. – 301 с.

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ СПЕКАНИЯ КЕРАМИКИ СИСТЕМЫ  $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$** 

Левицкий И. А. д.т.н., профессор, Кичкайло О. В. к.т.н., Тригубович А. И.

*Белорусский государственный технологический университет*

Литийсодержащая алюмосиликатная керамика характеризуется близкими к нулю значениями температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) в широком температурном интервале. Указанная особенность данной керамики обеспечивает возможность выдерживать без разрушения резкие изменения температуры. Данное свойство позволяет использовать данный тип материала для изготовления высокотермостойких электроизоляционных изделий.

Нами ранее [1] синтезированы керамические материалы в сечении литийалюмосиликатной системы, расположенные на диаграмме состояния в границах полей кристаллизации сподумена и эвкриптита. Недостатком указанной керамики являются высокие значения водопоглощения образцов, что не всегда позволяет применять данный тип масс при изготовлении технической керамики, к которой предъявляются высокие требования по низкому показателю водопоглощения и повышенной механической прочности изделий.

Согласно задачам исследования в качестве индивидуальных добавок, повышающих степень спекания материалов, применялись следующие: рубленое кремнеземное волокно с длиной волокон 5–25 мм, а также  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , электрокорунд и серпентин. Рубленое кремнеземное волокно и  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  вводились в количестве 0,5–1 %\* с шагом 0,5 %, электрокорунд и серпентин – 1–10 % с интервалом 5 %.

Исходный состав литийалюмосиликатной керамической массы включал: каолин просняновский марки КН-83 (Украина), песок кварцевый марки ВС (Беларусь), карбонат лития марки ЛУ-1 (Россия), глинозем марки NO-105 (Германия), глину «Керамик-Веско» (Украина) и апатитовый концентрат хибинский марки «Стандарт» (Россия) [1].

Сырьевые материалы измельчали мокрым помолом составляющих компонентов до остатка на сите № 0063 в количестве 1,2–1,5 %. Массы высушивали и из них готовили пресс-порошки с последующим увлажнением водой до влажности 4–6 % и вылеживанием в течение 3-х суток.

Образцы изделий изготавливали методом полусухого прессования при удельном давлении 10–12 МПа с последующей сушкой до влагосодержания не более 1 %. Обжиг образцов осуществляли в лабораторной электрической печи при температуре  $1250 \pm 5$  °С с выдержкой при максимальной температуре в течение 1,0 ч.

Исследование физико-химических свойств образцов проводили согласно стандартным методам керамического производства.

Установлено, что наиболее значимое влияние на повышение физико-химических свойств образцов оказывают добавки рубленого кремнеземного волокна. Показатели водопоглощения образцов при этом снижаются от 23,3 % без добавок до 2,6; 1,4 и 0,8 % соответственно при введении 0,5; 1,0 и 1,5 % кремнеземного волокна.

Механическая прочность образцов при изгибе с введением рубленого стекловолокна также вырастает от 14,0 МПа до 20,3; 26,2 и 28,8 МПа соответственно при добавке 0,5; 1,0 и 1,5 %.

ТКЛР опытных образцов при введении указанной добавки также изменяются. У исходного состава он составляет минус  $0,04 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  и возрастает до минус  $0,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  и минус  $0,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  при добавке 0,5 и 1,0 % кремнеземного волокна соответственно, а при 1,5 % – до плюс  $0,66 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

Добавка серпентина также оказывает положительное влияние на повышение характеристик физико-химических свойств образцов.

---

\* здесь и далее по тексту приведено массовое содержание (мас. %).

Так, при введении 1,0; 5,0 и 10,0 % указанной добавки значения водопоглощения снижаются до 2,7; 1,8 и 0,6 %. Механическая прочность при изгибе соответственно количеству введенных добавок возрастает и составляет 20,1; 22,7 и 27,8 МПа. ТКЛР образцов имеет положительные и низкие значения, составляющие соответственно  $0,31 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ;  $0,82 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  и  $1,23 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

Триоксид хрома также снижает значения водопоглощения соответственно его вводимому количеству. 0,5 % добавки снижает значения водопоглощения до 6,7 %.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в количествах 1,0 и 1,5 % приводит к снижению значений водопоглощения до 4,8 и 3,2 % соответственно. Механическая прочность при изгибе при этом соответственно возрастает до значений 17,6; 18,0 и 18,4 МПа. ТКЛР опытных образцов несущественно изменяют добавки  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , которые остаются отрицательными в узком интервале значений от минус  $0,35 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  до минус  $0,21 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

Электрокорунд наименее значимо снижает значения водопоглощения, которые составляют 11,7; 8,2 и 3,2 % при добавке его в количестве 1,0; 5,0 и 10,0 %. Механическая прочность при изгибе образцов при этом возрастает до значений 18,5; 22,2 и 28,1 МПа. Что касается показателей ТКЛР, то они изменяются в узком интервале значений, которые соответственно составляют минус  $0,1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  при добавке 1,0 % электрокорунда, плюс  $0,05 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  – при введении 5 % и плюс  $0,09 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  – при содержании 10 % электрокорунда.

Проведенные исследования позволяют констатировать, что интенсификация процессов спекания литийалюмосиликатной керамики наиболее существенно возрастает в ряду исследованных добавок и их количественного содержания: рубленое кремнеземное волокно → серпентин → триоксид хрома → электрокорунд.

При этом значения ТКЛР всех образцов остаются близкими к нулю, обеспечивая высокую термостойкость изделий.

Характеристики электрофизических свойств модифицированных керамических масс также зависят от введенных добавок. Так относительная диэлектрическая проницаемость при температуре 20 °С и частоте  $10^{10}$  Гц у исходной массы составляет 6,7. При введении добавок кремнеземного стекловолокна ее значения снижаются до 6,4; 6,1 и 6,0 соответственно количеству введенного рубленого волокна – 0,5; 1,0 и 1,5 %. Тангенс угла диэлектрических потерь при температуре 20 °С и частоте  $10^{10}$  Гц возрастает соответственно до значений 135; 140 и 145. При 700 °С эти значения составляют соответственно 560; 568 и 571. Близкие к указанным значениям характеристики электрофизических свойств керамики, модифицированной серпентином. Относительная диэлектрическая проницаемость при температуре 20 °С и частоте  $10^{10}$  Гц составляет соответственно количеству введенных добавок 1,0; 5,0 и 10,0 % – 6,8; 6,7 и 6,5. Тангенс угла диэлектрических потерь при тех же условиях составляет соответственно 115; 147 и 149, а при температуре 700 °С – соответственно 565; 561 и 574. Эти же количества электрокорунда снижают относительную диэлектрическую проницаемость при указанных значениях температуры и частоты до 6,3; 6,2 и 6,1 соответственно. Тангенс угла диэлектрических потерь составляет при температуре 20 °С – 145; 140 и 138; а при 700 °С – 586; 575 и 570.

Значения относительной диэлектрической проницаемости незначительно повышаются при введении 0,1; 0,5 и 1,0 %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и составляют 7,0; 7,1 и 7,3. Тангенс угла диэлектрических потерь при температуре 20 °С находится в интервале 135–138; при 700 °С возрастает до значений 561–575.

#### Литература

1. Кичкайло О. В. Интенсификация спекания термостойкой керамики на основе системы  $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  / О. В. Кичкайло, И. А. Левицкий // Огнеупоры и техническая керамика. – 2015. – №10. – С. 3–13

## ДИАБАЗОВЫЕ И БАЗАЛЬТОВЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ БЕЛАРУСИ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

Баранцева С.Е., к.т.н., доц., Климош Ю.А., к.т.н., доц., Гундилович Н.Н., Азаренко И.М.  
*Белорусский государственный технологический университет*

Анализ литературы, патентных данных по получению пористых заполнителей и собственные экспериментальные исследования, проведенные нами ранее по возможности получения пористого заполнителя на основе гранитоидных пород [1], а также рекомендации по составу сырьевых композиций для получения пористых заполнителей, позволили обоснованно подойти к поисковым исследованиям по получению пористого заполнителя на основе разведанных месторождений базальта Пинского участка Брестской области и диабазового месторождения Нагорновского комплекса юга Республики Беларусь, которые по мощности и запасам уже в ближайшей перспективе могут стать реальным источником сырья в случае их промышленной разработки на щебень и образования значительного количества отходов в виде некондиционной фракции.

По минеральному составу экспериментальная проба диабазов представлен плагиоклазом (лабрадор-андезин), по которому развиваются альбит, пренит, эпидот, цоизит, карбонаты; моноклинным пироксеном (авгит), замещаемого амфиболом; оливином и серпентиновых псевдоморфоз по нему; магнетитом и титаномагнетитом с вторичным лейкоксеном, калиевым полевым шпатом, кварцем.

Экспериментальная проба базальта толеитового состоит из моноклинных пироксенов (авгит, в меньшей степени пижонит) рудных минералов (титаномагнетит, ильменит); содержит цеолиты и вулканическое стекло, хлорофеит, глинистые минералы, халцедон, кварц, кальцит. Оксидный химический состав экспериментальных проб горных пород представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Оксидный состав экспериментальных проб диабазов и базальта

Порода	Оксиды и их содержание, мас.%							
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +FeO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	п.п.п.
Диабаз	45,54– 48,84	13,45– 14,84	10,8–11,02	7,78– 8,2	8,8– 9,43	4,67–4,92	0,76– 0,82	4,9– 5,23
Базальт	45,6– 54,5	8,9– 13,7	13,2–15,6	3,7– 6,5	5,1– 9,0	3,3–4,4	1,4–2,3	5,2– 7,1

Основным критериальным показателем пригодности горных пород для получения пористых материалов является температурный интервал их плавления, определенный методом дифференциальной сканирующей калориметрии и составляющий для диабазов 1085–1220 °С, для базальта 1125–1190 °С.

Объектом исследования являются сырьевые композиции, содержащие диабаз или базальт в виде тонкомолотой пробы, используемой в качестве основного компонента смеси при получении пористого заполнителя, порообразователь, пластифицирующие и связующие добавки, принятые согласно исследованиям, приведенным в [1]. Качественный состав сырьевой композиции разрабатываемых материалов представлен системой «диабаз (или базальт) – глина – карбид кремния – карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) – вода».

Основным требованием к керамическим массам является способность формоваться при получении полупродукта – сырцовых гранул. В связи с тем, что исходные породы являются непластичными, сырьевые композиции корректировались добавкой пластификатора (глины) в количестве 10–50 %. Установлена закономерность улучшения пластичности формовочных масс (3,8→10,2→17,5) в ряду содержания добавки

глинистого компонента 10→30→50 % соответственно. Оптимальным количеством глинистого компонента является 30 %, что позволило классифицировать керамическую массу как умереннопластичную и тем самым обеспечить процесс гранулирования в агрегате барабанного типа. Повышение количества глины не является целесообразным, так как в сырьевой композиции предполагается использование максимального количества породы.

При приготовлении массы варьировалось содержание карбида кремния, исследовалось его влияние на интенсификацию процесса порообразования при термической обработке. Для определения возможности гранулирования керамических масс в приближении к производственным условиям предложена многофакторная компьютерная модель движения материала во вращающемся барабане-грануляторе, учитывающая влажность керамической массы, частоту вращения барабана и линейную скорость агрегатов по его радиусу, а также форму и размер полуфабриката – сырцовых гранул, предназначенных для последующей термообработки.

Стадия обжига является наиболее важной и ответственной, обеспечивающей процессы порообразования и формирования структуры будущего пористого материала, поэтому нами выполнены исследования по определению температурно-временных параметров этой главной технологической стадии процесса получения заполнителя на основе диабазовых и базальтовых пород.

Проведение обжига по экспериментально разработанным оптимальным температурно-временным параметрам обеспечило необходимый комплекс физико-химических свойств полученных пористых заполнителей (таблица 2).

Таблица 2 – Основные свойства разработанных пористых заполнителей на основе диабазов и базальта фракции 14–16 мм

Свойства	Материал на основе диабазов	Материал на основе базальта
Объемная плотность, кг/м <sup>3</sup>	400–450	310–320
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	180–200	230–245
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,110–0,112	0,08–0,09
Механическая прочность при сжатии, МПа	2,1–2,2	1,9–2,0
Водопоглощение, %	14,6–15,5	18–22
Коэффициент вспучивания	2,9–3,1	2,8–3,0
Температура обжига, °С	1200±5	1180±5

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена взаимосвязь химико-минерального состава сырьевых компонентов, их качественного и количественного содержания, а также формовочных свойств керамических масс, что является критериальной основой направленного синтеза пористых материалов с заданными физико-техническими свойствами.

Разработанные материалы на основе диабазов и базальтов могут многофункционально использоваться в строительстве в качестве заполнителя легких бетонов, теплоизоляционных засыпок, а также для теплоизоляции и звукоизоляции полов и перекрытий в благоустройстве объектов индивидуального строительства.

Литература

1. Баранцева, С.Е. Использование отходов камнедробления для получения теплоизоляционного пористого материала – критерий улучшения экологической ситуации региона / С.Е. Баранцева, Ю.А. Климош, А.Н. Позняк // Технология – 2019: материалы XXII Международной научно-технической конференции, г.Северодонецк, 2019. – С.98–100.

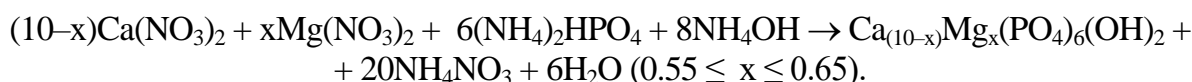
## MANUFACTURING OF HIGHLY POROUS MAGNESIUM-SUBSTITUTED HYDROXYAPATITE BIOCERAMICS VIA GEL-CASTING

Shymanskaya H.N., PhD; Podsosonnaya A.D.

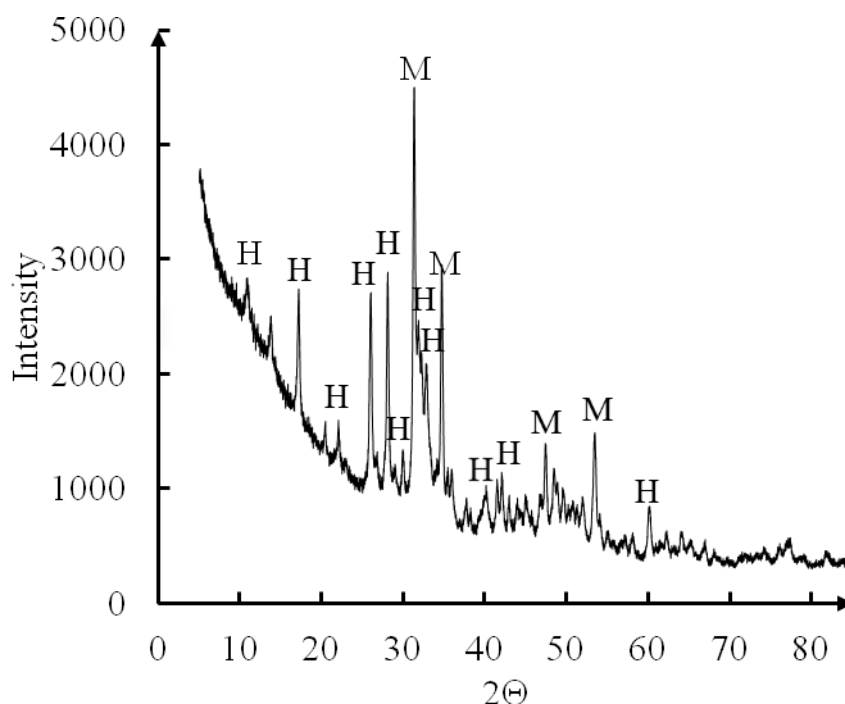
*Belarusian State Technological University, Chemical Technology and Engineering Faculty,  
Minsk, Republic of Belarus*

The aim of this work is to development of compositions and technological parameters for the production of magnesium-substituted hydroxyapatite bioceramics by gel-casting, to establish the relationship between physicochemical properties of the synthesized materials, their structure and composition of initial mixture. In this study, agar-agar was used as gelling agent.

The synthesis of magnesium-substituted hydroxyapatite was conducted using calcium nitrate tetrahydrate  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (chemically pure grade, GOST 4142); magnesium nitrate hexahydrate  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (analytical grade, GOST 11088); ammonium hydrogen phosphate  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  (grade A, GOST 8515); ammonium hydroxide  $\text{NH}_4\text{OH}$  (25 %  $\text{NH}_3$  in  $\text{H}_2\text{O}$ , ultrapure grade, GOST 24147) and distilled water according to the following equation:



The solution obtained by dissolving  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  in a beaker was added dropwise into a solution of  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  with constant stirring. By adding  $\text{NH}_4\text{OH}$ , the pH of the solution was kept constant at 7–7.5 throughout the synthesis process. The synthesis was carried out at 60 °C. The precipitate and the mother liquor were cooled down to room temperature and left for 7 days. The resulting precipitate was separated by filtration, washed with distilled water and dried at 80 °C. Particle size of obtained powder was between 5–10  $\mu\text{m}$  (Analysette 22, Germany), X-ray phase analysis (diffractometer DRON-2, Russia) indicated hydroxyapatite  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  and  $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaMg}_2(\text{PO}_4)_2$  (Figure 1).



H – hydroxyapatite  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  (ICCD file 9-432);

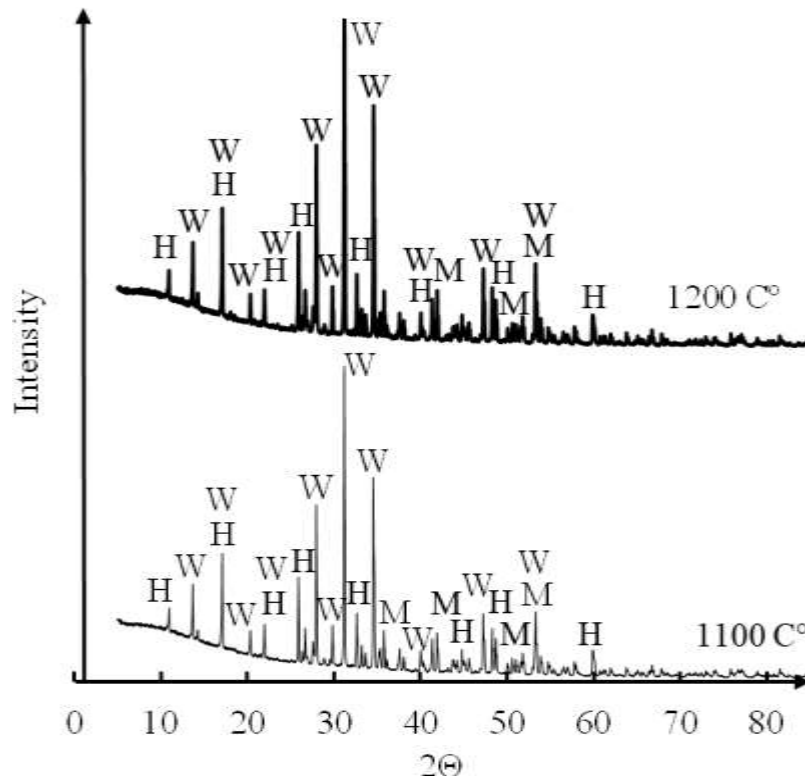
M –  $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaMg}_2(\text{PO}_4)_2$  (ICCD file 20-348)

Figure 1 – X-ray diffraction pattern of the synthesized powder

Prepared agar-agar solutions were mixed with hydroxyapatite at 60 °C. Ratio of magnesium-substituted hydroxyapatite/agar-agar was 17.1:1. The fluidity of the suspensions ranged between 15 and 16 s. The samples were prepared by gel-casting in plastic molds. After freezing, they were removed from the molds, dried at 80 °C, and fired at 1100, 1150 and 1200 °C.

The physical and chemical properties of the bioceramics sintering at 1100–1200 °C were the following: water absorption – 24.8–114.7 %, apparent porosity – 38.5–76.7 %, bulk density – 677–1643 kg/m<sup>3</sup>, compressive strength – 0.2–3.0 MPa.

XRD study revealed that crystalline phases were represented by hydroxyapatite,  $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaMg}_2(\text{PO}_4)_2$  and tricalcium phosphate  $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (Figure 2). The pore size was approximately 2–150  $\mu\text{m}$  (Figure 3).



H – hydroxyapatite  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  (ICCD file 9-432);

M –  $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaMg}_2(\text{PO}_4)_2$  (ICCD file 20-348);

W – tricalcium phosphate  $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (ICCD file 9-169)

Figure 2 – X-ray diffraction patterns of magnesium-substituted hydroxyapatite bioceramics

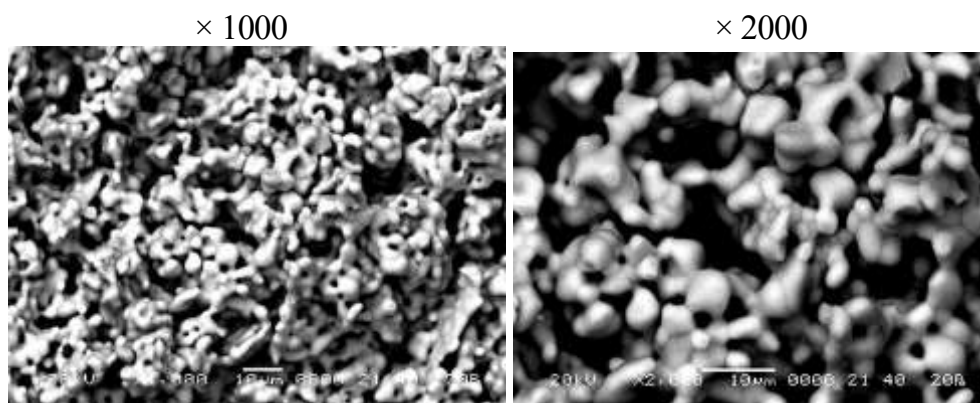


Figure 3 – SEM micrographs of magnesium-substituted hydroxyapatite bioceramics

Thus, the obtained porous material seem to be a promising bone substitution material.

**АНАЛІЗ МЕТОДІВ УТИЛІЗАЦІЇ ШЛАМІВ СОДОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

Титаренко А.О., ст. гр. ТНР-19дм, Яровий Є.В., ст. гр. ТНР-19дм, Ожередова М.А. к. т. н., доц., Зубцов Є.І. к. т. н., доц., Шорохов М.М., асп., Суворін О.В. д. т. н., проф.

*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля*

Актуальність: дослідження обумовлено необхідністю виявлення засобів і методів зниження небезпечних для довкілля властивостей шламів содового виробництва з наступною їх утилізацією.

Мета роботи: обґрунтування можливостей зниження об'ємів небезпечних для навколишнього середовища властивостей шламів содового виробництва з подальшою їх утилізацією.

В теперішній час проблема забруднення поверхневих і підземних вод стоками промислових підприємств гостро стоїть у всьому світі. В нашій країні щорічно до поверхневих водних об'єктів скидається приблизно 50 м<sup>3</sup> стічних вод. До найбільш екологічно небезпечних об'єктів хімічної промисловості відносяться підприємства по виробництву кальцинованої соди аміачним способом (метод Сольве). Приблизно 80 % усієї кальцинованої соди, що виробляється у світі, одержують цим способом.

Згідно загальноприйнятим нормам на одну тону виробленої кальцинованої соди за методом Сольве утворюється близько 9-10 м<sup>3</sup> дистильованої рідини, які скидались в так звані «Білі моря», що містять у своєму складі іони Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> та Cl<sup>-</sup> у вигляді CaCl<sub>2</sub> та NaCl, масова частка яких складає 98% і близько 250-300 кг твердого осаду, що містить у своєму складі CaCO<sub>3</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub>, масова частка якого складає близько 80%, а також SiO<sub>2</sub>, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [1]. Ці «Білі моря» негативно впливають на ґрунт, поверхневі водойми, що прилягають до них та підземні води. Збереження й утилізація величезних кількостей твердих та рідких відходів содового виробництва, що накопичуються, є важливою екологічною проблемою.

На сьогодні Лисичанський содовий завод не працює, але його накопичувачі існують й являють собою комплекс гідротехнічних споруд загальною площею 177,6 га що складаються з чотирьох відсіків два з яких експлуатувалися без захисту ґрунтів і, відповідно, ґрунтових вод від забруднення промисловими стоками більше 80 років [1]. Основними забруднюючими компонентами підземних вод на описуваній площі, за результатами проведених нами досліджень, є сполуки хлору, амонію, заліза, концентрація яких в десятки і сотні разів перевищують максимально допустимі концентрації (таблиця 1).

Таблиця 1 - Склад шламу з накопичувача Лисичанського содового заводу.

№ проби	Глибина відбору проби, м	Склад, % мас							
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Не розчинні домішки	Волога
1	поверхня	31,7	1,3	0,28	0,47	1,33	<0,1	9,2	12
2	1	31,7	1,2	0,21	0,48	1,36	<0,1	6,3	14
3	1,5	28,3	0,9	не визн.	0,5	1,81	<0,1	4,5	18
4	3	24,2	0,7	не визн.	0,51	не визн.	0,8	2,1	29
5	3,5	22,1	0,6	0,16	0,58	4,21	1,3	1,6	47



Твердий залишок дистильованої рідини (дистильований шлам) у сухому вигляді являє собою масу щільністю близько  $970 \text{ кг/м}^3$ , що на 70-80 % складається з часток розміром 0,1-0,2 мм. Наведена технічна характеристика відходів вказує на принципову можливість одержання в'язучих матеріалів на його основі. При цьому недостача у дистильованому шламі кремнеземистого компонента вимагає його компенсації, наприклад, кварцовим піском. Також є можливість використання шламів содового виробництва в складі будівельних матеріалів, але їх використання обмежене: тиксотропними властивостями матеріалу, малим розміром частинок, наявністю залишкових хлоридів і мінливістю його складу [2].

На сьогодні у Світі розроблені різні варіанти технології в'язучих матеріалів на основі дистильованих шламів содових виробництв. Відповідно до найпростіших з них дистильований шлам, вологість якого становить 25-30%, відбирають зі шламонакопичувача, підсушують і потім подрібнюють із кварцовим піском (82,2-86,3 %  $\text{SiO}_2$ ) у кульовому млині. Одержуваний при цьому продукт являє собою безклінкерний в'язучий матеріал автоклавного твердіння з досить складним хімічним складом.

Однак присутність у перероблюваних відходах содового виробництва таких ефективних мінералізаторів, як  $\text{CaCl}_2$  і  $\text{CaSO}_4$ , сприяє значній інтенсифікації процесів мінералоутворення під час випалу. Продуктом випалу є сірий сипучий матеріал з розмірами зерен 1-2 мм. Його охолоджують у барабанному холодильнику до  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  і відправляють на склад готової продукції. На основі одержуваних на Стерлитамакському заводі в'язких будівельних матеріалів організоване виробництво силкатної цегли за традиційною (як при використанні вапна) технологією [2].

Наявний виробничий досвід вказує на ефективність утилізації дистильованих шламів содових виробництв як сировини для виробництва безцементних в'язучих матеріалів. Поряд з перерахованими напрямками утилізації дистильованих шламів содових виробництв перспективним вважають їхнє використання для заміни цементу у виробництвах асфальтобетонів, а також як прискорювач твердіння азбестоцементних виробів, матеріалу для покриття ґрунтових доріг [2, 3]. Враховуючи незначну частку нерозчинних домішок, сполук  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  та  $\text{NH}_4^+$  такий техногенний відхід може використовуватись як сировина для виробництва хімічно осадженої крейди для технічного використання, протижелезних засобів та технічного нітрату кальцію. Чисельне значення рН водної витяжки зі шламу з поверхні становить 8,5 – 9, а на глибині від 1,5 зростає до 10,8 – 11,5, що свідчить про наявність активної  $\text{CaO}$  та дозволяє використовувати її для підлугування середовищ, наприклад при реагентному очищенні  $\text{Cr}^{6+}$ - вмісних стічних вод.

Таким чином, науково-технічне завдання по зниженню негативної дії на довкілля накопичених відходів виробництва кальцинованої соди є дуже актуальним. У зв'язку з використанням великих обсягів мінеральної сировини будівельна та хімічна галузі промисловості є перспективним споживачем вторинних ресурсів стабільної якості.

#### Література:

1. Мохонько В.И. Оценка влияния техногенных факторов на активизацию крейдо-мергельного карстогенезу// Первый независимый научный вестник -2015- №1. С.52-57.
2. Пугин К.Г., Пугина В.К. Особенности использования ресурсного потенциала отходов производства для получения строительных конструкций и материалов // Фундаментальные исследования. – 2016 - № 9. С.289-293.
3. Калинина Е.В., Рудакова Л.В. Снижение токсичных свойств шламов содового производства с последующей их утилизацией // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2018 - № 6. 85-96 – Т. 329.

## МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ПрАТ «ОБ'ЄДНАННЯ АЗОТ» У АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ м.СЄВЄРОДОНЕЦЬК

Кот Д.В., Кравченко І.В., к.т.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Якість атмосферного повітря міста Северодонецьк зазнавала змін за останнє десятиріччя. Індекс забруднення атмосфери падав з 10,1 у 2011 р., до 6,4 у 2014 р. та до 5,6 у 2019 р. За цей час змінювалась промислова інфраструктура, небезпечні підприємства скорочували свої потужності або зовсім припиняли діяльність, натомість виникали нові виробництва – джерела викидів токсичних речовин, не менш шкідливих та небезпечних. Кількість автотранспорту в місті збільшилася багатократно. Зросла кількість використовуваних твердопаливних котлів (підприємствами різних форм власності), основними компонентами викидів яких є оксиди азоту, оксиди сірки, оксиди вуглецю, пил та канцерогени (формальдегід, бенз(а)пірен тощо). Поступово змінюються кліматичні умови – підвищується температура повітря, коректуються напрямки пануючих вітрів, спостерігаються коливання в кількості опадів.

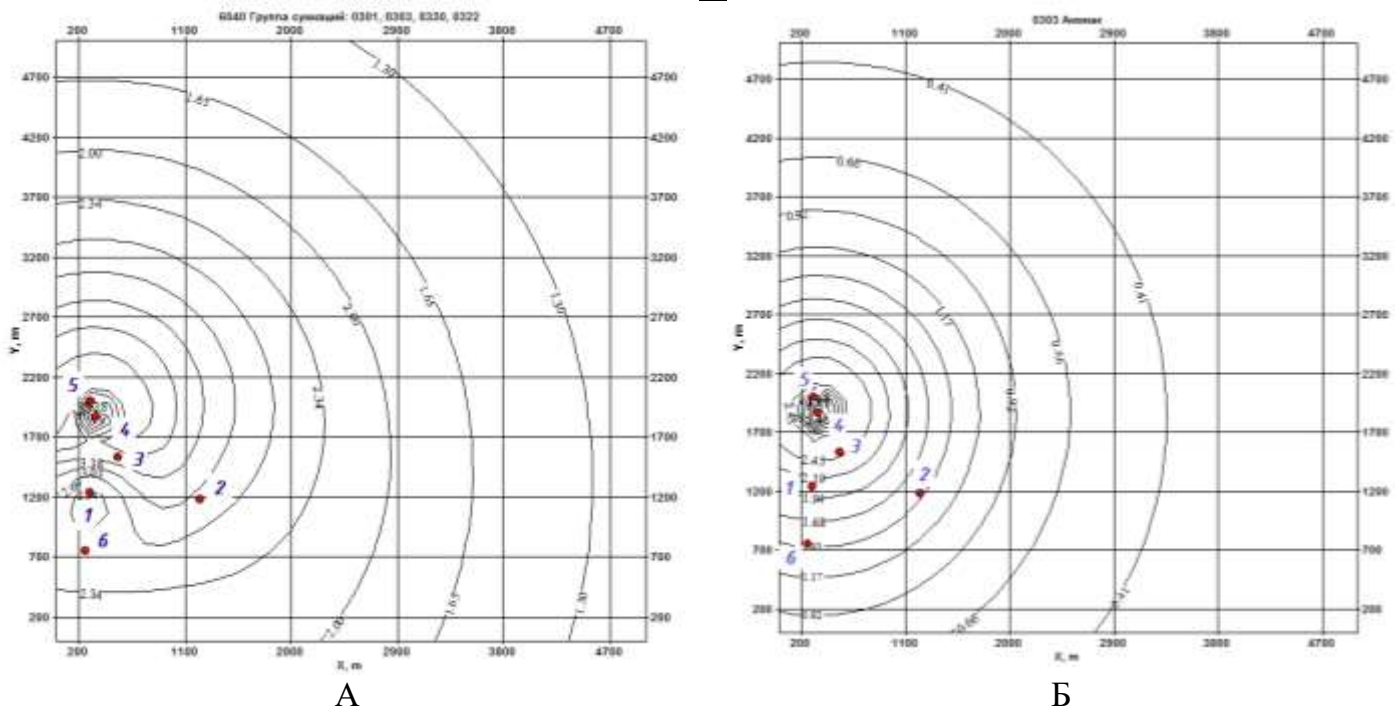
Безпосередньо або опосередковано на здоров'я людини впливає багато факторів, але найбільше – атмосферне повітря [1], а саме забруднюючі домішки в його складі. У сучасному світі адаптація організму до швидко мінливих зовнішніх чинників є важливою складовою формування здоров'я. Забруднення повітряного середовища токсичними речовинами може викликати розвиток запальних та алергічних реакцій і стати причиною захворювань дихальної та імунної систем [2]. Саме у *осінньо-зимовий період* зростає кількість звернень населення до амбулаторій з проблемами органів дихання та інфекційними хворобами. В цей час ризики тривалого (хронічного) впливу, що проявляються при накопиченні достатньої для цього дози, у рості неспецифічної патології, зниженні імунного статусу зростають. За даними ВООЗ близько 7% смертності серед міського населення, що проживає на найбільш забруднених територіях, обумовлено впливом забрудненого атмосферного повітря.

У зазначений період ПрАТ «Северодонецьке об'єднання Азот» відновило випуск аміаку, нітратної кислоти та мінеральних добрив (карбамід, аміачна селітра), ці виробництва мають стаціонарні джерела викиду шкідливих речовин різного ступеня токсичності. До того ж у опалювальний сезон функціонує Северодонецька ТЕЦ, що додає навантаження на повітряне середовище. Щоб оцінити внесок забруднення повітря джерелами ПрАТ «Азот» у *реальні* ризики загрози здоров'ю населення міста з метою їх усунення або мінімізації, необхідно визначити кількісну характеристику експозиції – концентрації хімічних речовин [3], що потрапляють у повітря від стаціонарних джерел.

З поміж майже 60 сполук, що викидаються в атмосферу існуючими виробництвами, розташованими на території ПрАТ «Азот», для зазначеного періоду року з урахуванням їх кількості, фізико-хімічних властивостей та біологічної активності як пріоритетні обрані діоксид азоту, діоксид сірки, аміак, нітратна кислота, сульфатна кислота, формальдегід, пил карбаміду та аміачної селітри.

Моделювання поширення пріоритетних речовин від стаціонарних джерел ПрАТ «Азот» та Северодонецької ТЕЦ без урахування впливу забудови на основі ГДК<sub>сд</sub> провели за допомогою програми з вільним доступом «ОНД-86 Калькулятор». Розмір розрахункового поля 5000×5000 м, крок вузлів сітки – 150 м. Результати моделювання – це поля концентрацій шкідливих речовин та груп сумації (рисунок).

Аналіз отриманих результатів показує, що з окремих речовин лише аміак та діоксид азоту дещо перевищують норму, це потребує незначної корекції меж санітарно-захисної зони з урахуванням пануючих вітрів. А от для групи сумації (*критичні системи*, на які



Модельоване поле концентрацій забруднювачів у частках ГДК<sub>сд</sub>:

А) групи сумачі  $\text{NO}_2+\text{SO}_2+\text{NH}_3+\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $C_{\max}=4,42$ ), Б) аміаку ( $C_{\max}=2,72$ )

1 - димова труба виробництва аміаку; 2 - вихлопна труба виробництва нітратної кислоти;  
3 - висотна труба виробництва карбаміду; 4 - труба вентилятора гранвежі виробництва аміачної селітри; 5 - труба вентилятора загальнообмінної вентиляції виробництва аміачної селітри; 6 - димова труба ТЕЦ

найбільше впливають ці речовини – це органи дихання) концентрація суттєво перевищує норму практично на всьому полі, досягаючи значення майже 2,5ГДК<sub>сд</sub> на відстані приблизно 3,5 км (це орієнтовно проспект Центральний у східному напрямку) і знижуються до допустимих значень за позначкою 5 км (райони багатопверхових забудов). За інгаляційного надходження розрахунок коефіцієнта небезпеки (ризик розвитку неканцерогенних ефектів) можна здійснювати за  $\text{H}Q=C_i/RfC_i$ , де  $C_i$  – рівень впливу  $i$ -тої речовини,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;  $RfC_i$  – безпечний рівень впливу,  $\text{мг}/\text{м}^3$  (найменший в групі сумачі 0,04  $\text{мг}/\text{м}^3$  для  $\text{NO}_2$ ). Попередньо можна стверджувати, що при  $\text{H}Q=2,5$  майже на всій території міста, а також у селищах Лісна дача, Павлоград і Синецький хронічний вплив токсичних речовин на здоров'я людини у осінньо-зимовий період, навіть без урахування впливу викидів від інших джерел (стаціонарних та пересувних), є небезпечним. Порівнюючи отримані результати з моніторинговими спостереженнями якості повітря, необхідно визначити джерела з найбільшим внеском у реальний  $\text{H}Q$  для обґрунтування найкращих в даній ситуації рішень зі зменшення ризиків, планування оздоровчих заходів та інформування населення.

Література:

1. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды: Учебник для вузов. – М.: Мир, 2005. – 296 с.
2. Okonenko TI, Gatilov DV. Appealability of patients with bronchial asthma and acute purulent conjunctivitis depending on air pollution level // Human Ecology, - 2013. – V.4. – P.61-64.
3. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Затв. Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184. – Київ, 2007. – 40 с.

## ДВУХСТАДИЙНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ВЫБРОСНЫХ ГАЗОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛИ

<sup>1</sup>Ефремов В.Н. к.т.н., доцент, <sup>1</sup>Голосман Е.З. д.х.н., профессор, <sup>2</sup>Маленко П.И. к.т.н., доцент, <sup>2</sup>Протопопов Е.А. ассистент, <sup>2</sup>Добрых С.С. магистр, <sup>2</sup>Протопопов А.А. д.т.н.

<sup>1</sup>ООО «НИАП-КАТАЛИЗАТОР», г. Новомосковск, РФ.

<sup>2</sup> Тульский государственный университет, г. Тула, РФ

Целью настоящей работы стал вопрос утилизации отходящих газов в процессе непрерывной выплавки стали из железной руды. Выброс этих газов, и прежде всего СО – это большая экологическая проблема [1].

Рассмотрен двухстадийный способ утилизации выбросных газов содержащих, в основном, монооксид углерода. Способ предусматривает получение на первой стадии водорода путем каталитической конверсии части монооксида с водяным паром. На второй стадии проводится гидрирование оставшейся части монооксида углерода до метана, образовавшимся на первой стадии водородом.

В связи с тем, что процессы каталитической конверсии монооксида с водяным паром и гидрирование монооксида углерода протекают с выделением большого количества тепла авторами предложено осуществление этих процессов в нескольких последовательно соединенных реакторах с промежуточным охлаждением газа. Катализаторы, которые могут эксплуатироваться в жестких условиях проведения этих процессов, должны иметь высокие каталитическую активность, термостабильность и механическую прочность [2].

Для осуществления процесса каталитической конверсии с водяным паром был выбран, разработанный нами медь-цинк-алюмокальциевый катализатор серии НТК-10 - 2ЛФ (НИАП-06-04) с содержанием меди  $27,0 \pm 4,0$  масс.% CuO и цинка –  $40,0 \pm 4,0$  масс.% ZnO. Уменьшенное содержание в катализаторе меди и увеличенное цинка способствуют меньшей рекристаллизации активного компонента при высоких температурах процесса, которые получают в случае переработки больших количеств монооксида углерода.

Катализатор достаточно устойчив при длительном воздействии воды и водяного пара [3].

Для проведения второй стадии (гидрирование СО до метана) предложен разработанный нами высокоактивный, термостабильный, имеющий большую механическую прочность никель-алюмокальциевый катализатор марки НКМ-7 (НИАП-07-07) с пониженной температурой активации [4]. Катализатор может работать при объемных скоростях до  $10000 \div 15000 \text{ ч}^{-1}$  и температурном диапазоне до  $650^\circ\text{C}$ . Отработана технология приготовления катализаторов НТК-10 (НИАП-06-04) и НКМ-7 (НИАП-07-07) в различной геометрической форме (таблетки, кольца, экструдаты).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Тульской области в рамках научного проекта № 19-48-710014.

### Литература

1. Голосман Е., Ефремов В. Получение и очистка защитных атмосфер на промышленных катализаторах. Изд.: Palmarium Academic Publishing. Saarbrücken, Deutschland. 2016. 59 с.
2. Голосман Е.З. Инновационные катализаторы для химической, нефтехимической, металлургической и др. отраслей промышленности / Е.З. Голосман, А.В. Дульнев, В.Н. Ефремов, М.А. Круглова, В.В. Лунин, М.А. Обысов, Б.И. Поливанов, И.С. Ткаченко, С.Н. Ткаченко // Катализ в промышленности. Т. 17. № 6. 2017. С. 487-509.
3. ТУ 113-03-2013-2001. Катализатор конверсии оксида углерода НИАП-06-04 (НТК-10-2ЛФ).
4. ТУ 2178-018-83940154-2016.

## ТЕХНОЛОГИЯ БИОКОМПСТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ

Елец И.Н., Лихачева А.В. к.т.н, доц.

*Белорусский государственный технологический университет*

Целью проводимых исследований является изучение влияния различных биоактиваторов на интенсивность биокomпостирования скопа ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин».

Сравнив показатели характеристики скопа с нормативными требованиями, был сделан вывод о том, что скоп (осадок сточных вод), полученный при производстве картонно-бумажной продукции на ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин», можно использовать для компостирования. Небольшое количество азота и фосфора не представляет проблем для дальнейшего использования скопа. При использовании скопа в качестве органических удобрений, а также для приготовления компостов необходимо дополнительное внесение азотных и фосфорных удобрений для корректировки содержания азота и фосфора.

Исходя из вышесказанного, данный скоп можно использовать для процесса компостирования, а также для рекультивации земель (карьеров), при смешении с минеральными компонентами, например, строительными отходами.

В лабораторных условиях проводились исследования процесса биокomпостирования осадков сточных вод ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин».

На первом подготовительном этапе проводили: постановку методик определения состава скопа и компоста; определяли свойства скопа.

На втором этапе исследовали влияние биоактиваторов на интенсивность процесса биокomпостирования. Для этого скоп, смешивали с опилками и биоактиваторами в соотношении 4:1:0,0005. В исследовании использовалось семь биоактиваторов. В качестве биоактиваторов использовались вещества, находящиеся в свободном доступе и рекомендованные для компостирования отходов, образующихся на садовых участках. В данном процессе использовались такие вещества как: бинарный биопрепарат «Горыныч»; ускоритель созревания компоста «Компостин»; биоактиватор компостирования «Компостелло»; биопрепарат «Экомик Дачный»; биоактиватор «Exrel»; средство для выгребных ям и септиков «Доктор Робик»; средство для выгребных ям и септиков «Microbes».

Всего приготовленных моделей было восемь: семь с биоактиваторами и одна без (проба для сравнения).

Процесс биокomпостирования протекал при поддержании необходимых условий процесса: смесь перемешивали и увлажняли раствором воды с биоактиватором один раз в две недели. Перемешивание проводилось для аэрации смеси, а увлажнение для поддержания влажности 50-60 %. Процесс компостирования длился около 12 месяцев, в результате которого получился ценный гумифицированный продукт – компост. Однако, было отмечено, что после 5 месяцев компостирования показатели качества компоста практически не изменялись.

По окончании процесса проводился контроль качества полученного продукта. Готовые компосты анализировались по следующим показателям: влажность; зольность; содержание органического вещества; pH; содержание питательных веществ (азота, фосфора, калия).

По полученным результатам исследований, можно сделать вывод о том, что наилучшими биоактиваторами являются Ускоритель созревания компоста «Компостин», Биоактиватор компостирования «Компостелло», Бинарный биопрепарат «Горыныч» и Средство для выгребных ям и септиков «Доктор Робик».

Результаты исследований легли основу разработанной технологической схемы

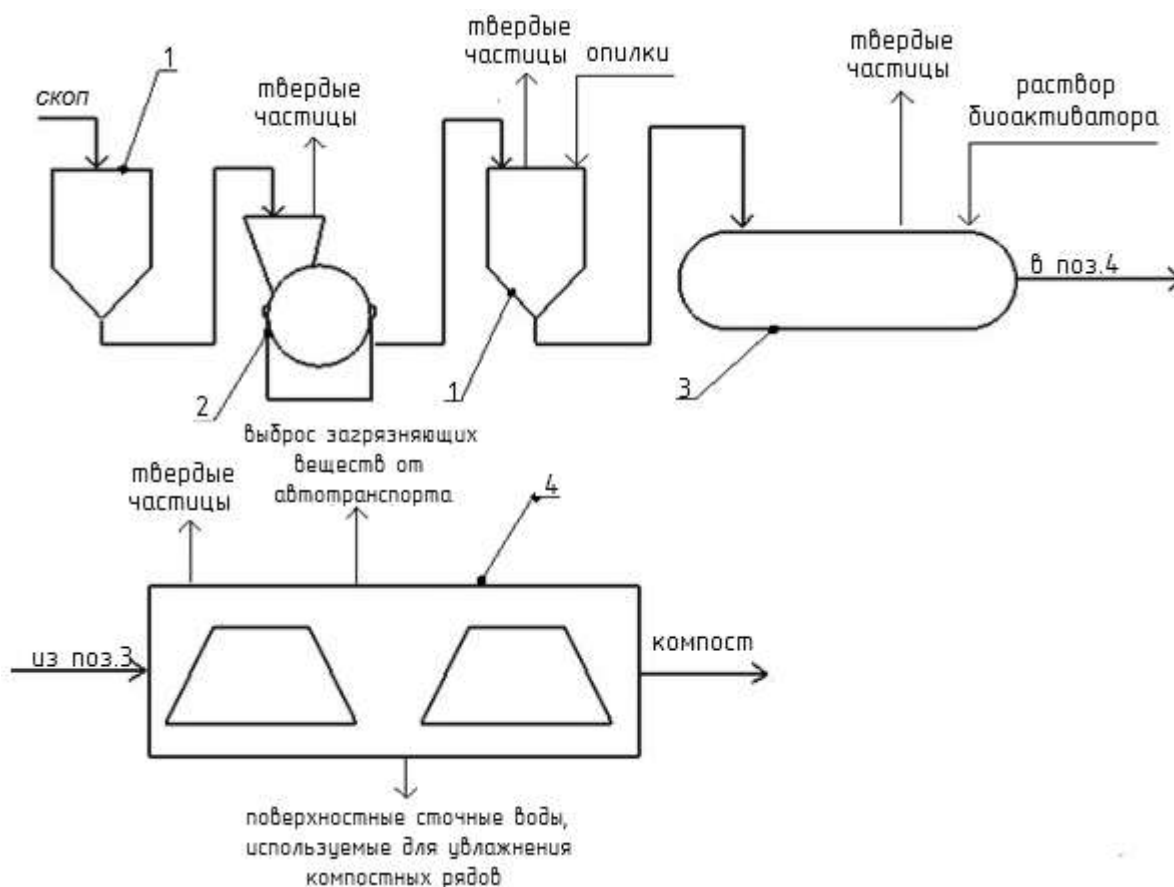


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса компостирования скопа

Образовавшийся на локальных очистных сооружениях картонно-бумажного производства скоп с влажностью не менее 65% транспортируется для временного хранения в приёмный бункер 1. Далее он поступает на измельчение в дробилку 2. Измельчение проводят до размеров частиц примерно 12,5 мм. На данной стадии от измельченного скопа отделяются примеси, например пластмассы, ферромагнитные частицы, отходы полиэтиленовой упаковки и пр. Затем измельченный скоп поступает на участок смешения 3, где он смешивается со структурообразующей добавкой (опилками) и с биоактиваторами в соотношении 4:1:0,005. Компостируемую смесь увлажняют до влажности не менее 65% (например, водные растворы биоактиваторов). После этого компостируемая смесь выгружается на площадку для компостирования 4, где из неё, с помощью погрузчиков, формируются компостные бурты. Бурты имеют приблизительно трапециевидную форму в сечении, их ширина в основании составляет 2,5 м, а высота не более 1,5 м. Бурты могут быть любой длины, в зависимости от рельефа площадки. Площадка для компостирования забетонирована, чтобы не разрушалась при движении транспортных средств и для сбора поверхностных сточных вод.

Процесс компостирования длится 5–6 месяцев. Во время процесса контролируется влажность смеси и для обеспечения аэрации смесь перемешивается. Перемешивание осуществляется с использованием бульдозера-экскаватора. В дождливые периоды ворошение приостанавливают до высыхания поверхностного слоя.

Таким образом, применение биоактиваторов при компостировании скопа, образующегося в технологическом процессе на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности, позволяет сократить продолжительность компостирования на 2-3 месяца.

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**<sup>1</sup> Пропольский Д.Э., <sup>2</sup> Красковский С.В. к.т.н., доцент<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет

Ненадлежащее качество питьевой воды (в частности повышенное содержание железа) совместно с микробным загрязнением оказывает негативное воздействие на здоровье человека, приводит к образованию отложений на внутренней поверхности труб сетей водоснабжения, а также к браку на производстве. По этой причине целесообразным является синтез фильтрующей загрузки с полифункциональным покрытием. В данной работе исследован модифицированный с помощью оксидов металлов активированный уголь (АС). В качестве покрытий выбраны оксид цинка (ZnO) для подавления жизнедеятельности бактерий [1] и оксид железа ( $Fe_xO_y$ ) для увеличения эффективности обезжелезивания очищаемой воды. Нанесения таких покрытий производилось последовательно (ZnO– $Fe_xO_y$ ) методом экзотермического горения в растворе (solution combustion synthesis – SCS) [2] с использованием мочевины (U) и лимонной кислоты (CA) в качестве восстановителя. Для оценки свойств полученных материалов был проведен ряд лабораторных исследований: изучение морфологии поверхности с помощью SEM анализа, химический и фазовый анализ образца – с помощью EDX и XRD.

Исследование поверхности образцов (Zn/Fe-CA, Zn/Fe-U) показало, что распределение ZnO и  $Fe_xO_y$  равномерно по всей поверхности образца. Зависимостей между распределением железа и цинка не наблюдалось. Наличие  $Fe_3O_4$  и ZnO на поверхности образцов АС было подтверждено с помощью XRD анализа, но с некоторым различием для образца Zn/Fe-U: пики оксидов цинка и железа обладали меньшей интенсивностью в сравнении с Zn/Fe-CA. Одна из возможных причин – наличие остаточного углерода на кристаллической структурах металлов. Результаты EDX анализа также показали одинаковую эффективность восстановителей (U, CA) с незначительной разницей процентного содержания цинка и железа (мас. %) на поверхности образцов (Zn/Fe-CA: Zn – 2,8, Fe – 1,0; Zn/Fe-U: Zn – 2,1, Fe – 1,4). Стоит отметить, что нанесение цинка и железа имеет свои различия. Распределение оксида железа на поверхности модифицированного АС более равномерное, но менее эффективное. Распределение оксида цинка более эффективное (почти в 2 раза), но распределение по поверхности неравномерное с ярко выраженными очагами. Использование образцов Zn/Fe-CA и Zn/Fe-U для обезжелезивания подземных вод на станции водоподготовки (по остаточному содержанию железа общего) превысило эффективность исходного АС в 3 раза. Все проведенные исследования могут свидетельствовать о целесообразности использования синтезированных образцов на станции водоподготовки.

**Литература**

1 Huang, T. Fast and cost-effective preparation of antimicrobial zinc oxide embedded in activated carbon composite for water purification applications / T. Huang, R. Zhou, J. Cui, J. Zhang, X. Tang, S. Chen, J. Feng, H. Liu. // *Materials Chemistry and Physics*. – 2018. – Vol. 206. – P. 124–129.

2 Propolsky, D. Modified activated carbon for deironing of underground water / D. Propolsky, E. Romanovskaia, W. Kwapinski, V. Romanovski // *Environmental Research*. – 2020. Vol. 182. – P. 108996.

## ВУГЛЕЦЕВИЙ СЛІД ЛЮДИНИ

Захарова А.І. студентка групи АМП-18м

Науковий керівник: доц., к.х.н., доц. Захарова О.І.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Глобальною проблемою людства є високий вміст в атмосферному повітрі парникових газів, що призводить до перегрівання поверхні планети. Основними джерелами парникових газів в атмосфері у різні геологічні епохи були: поверхня Світового океану, вулканічна діяльність та лісові пожежі. Розвиток промисловості суттєво збільшив кількість викидів парникових газів до атмосфери за рахунок [1]:

- спалювання викопних видів палива (вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>));
- розробки нафтових родовищ (метан);
- втрати хладагентів і використання аерозолів (фреони);
- ракетних запусків (оксиди азоту);
- роботи автомобільних моторів (озон).

Сукупність викидів всіх парникових газів – це «вуглецевий слід» (Carbon Footprint). Близько 75 % всіх антропогенних викидів парникових газів складає CO<sub>2</sub>, тому для зручності підрахунку всі парникові гази перераховують в еквівалент CO<sub>2</sub>. Таким чином, вуглецевий слід розраховують в тонах CO<sub>2</sub>-екв. Вуглецевий слід можна рахувати на одну людину, на організацію, на підприємство, на регіон або на державу, і для цього існують різні методи оцінювання. Все, що ми робимо, все, чим ми користуємося, залишає слід. За підрахунками спеціалістів США свій вуглецевий слід мають також різноманітні товари і послуги [2]:

- SMS повідомлення - 0,014 г CO<sub>2</sub>-екв.;
- E-mail-повідомлення - 4 г CO<sub>2</sub>-екв. або 50 г CO<sub>2</sub>-екв., якщо в листі є досить об'ємне додаток;
- використання мобільного телефону - 1250 кг CO<sub>2</sub>-екв. в рік, якщо говорити по 1 годині на день;
- яблуко в місці зростання - 0 г CO<sub>2</sub>-екв.; якщо яблуко привезено зі свого саду - в середньому 10 г CO<sub>2</sub>-екв.; яблуко місцевого виробництва в сезон збору яблук (яблуко не зберігалось в спеціальних умовах, що теж вимагає витрат енергії) - 80 г CO<sub>2</sub>-екв.; в середньому яблуко, з'їдене людиною, - 150 г CO<sub>2</sub>-екв.;
- морозиво - 500 г CO<sub>2</sub>-екв.;
- сміття, 1 кг - 700 г CO<sub>2</sub>-екв., а якщо це алюмінієві банки - 9 кг CO<sub>2</sub>-екв на кг;
- джинси - 6 кг CO<sub>2</sub>-екв.

Метою нашого дослідження було вивчення вуглецевого сліду окремої людини. Вуглецевий слід людини залежить від багатьох факторів, але найбільш впливовими є витрати на опалювання та освітлення житла, користування транспортними засобами (автомобіль, потяг, літак) та харчові звички. Це є показники якості життя, на які суттєво впливають вік людини та сфера її діяльності. Тому для нашого дослідження ми обрали групу людей, які входять в одну вікову (18-22 роки) та соціальну групу (студент вищого навчального закладу). Для розрахунку вуглецевого сліду ми взяли відомий калькулятор [3], якій розроблений *Henkel* разом з Вуппертальським університетом (Німеччина). Нижче наведені результати наших розрахунків.

На підставі даних нашої таблиці можна визначити екологічний слід студента, враховуючи умови його життя. Так, наприклад, якщо студент мешкає у гуртожитку, іноді їсть м'ясо, ходить пішки або користується екологічно чистим видом пересування – велосипедом, то його вуглецевий слід складає 3,5-4 тони CO<sub>2</sub>-екв. на рік. Для порівняння: середній світовий екологічний слід на людину складає 4,9 т, слід середньостатистичного мешканця Сполучених штатів — 20,41т, мешканця Казахстану 14,36 т CO<sub>2</sub>-екв.



	Показники	т, CO <sub>2</sub> -екв.
Домогосподарство (газове опалення, освітлення, електроприлади)	Кімната на 2-х осіб у гуртожитку площею 20 м <sup>2</sup>	0,94
	Однокімнатна квартира площею 40 м <sup>2</sup> (один мешканець)	2,25
	Разом з батьками у квартирі (з розрахунку 20 м <sup>2</sup> на одного члена сім'ї)	1,74
	Інше (кухня, прання, гігієнічні процедури)	0,5
Харчування	Їм м'ясо більше 3 разів на тиждень	2,54
	Їм м'ясо 1-3 рази на тиждень	2,06
	Вегетаріанець	1,7
	Веган	1,27
	Користуюсь системою громадського харчування (2 рази на добу, 5 днів на тиждень)	0,27
	Напої (наприклад, кава – 0,04, чай – 0,02, пиво – 0,03 т на 250 мл)	0,1-0,5
Пересування (з розрахунку 10 км 7 днів на тиждень)	Приватний бензиновий автомобіль	1,17
	Пасажир в автомобілі	0,23
	Пасажир в автобусі	0,32
	Велосипед або прогулянка	0,03
	Скутер або мопед	0,37
Дозвілля та відпочинок	Відпустка (потяг, літак), заняття спортом (плавання)	0,0-0,5

Висновки. Для ефективної боротьби з кліматичними змінами необхідно щоб вуглецевий слід людини не перевищував 2 т CO<sub>2</sub>-екв., що є світовою ціллю до 2050 року. Досягнути зменшення вуглецевого сліду за рахунок скорочення використання життєво необхідних послуг практично неможливо, що підтверджують наші розрахунки. Вирішенню цієї проблеми сприятиме формування екологічного мислення у кожної людини та глобальні зміни і використання принципово новітніх технологій в побуті, транспорті, промисловості.

#### Література

- [https://spravochnick.ru/ekologiya/biosfera/istochniki\\_parnikovyh\\_gazov/](https://spravochnick.ru/ekologiya/biosfera/istochniki_parnikovyh_gazov/)
- Berners-Lee M. How Bad Are Bananas?: The Carbon Footprint of Everything. Greystone Books, 2011. <http://www.amazon.co.uk/How-Bad-Are-Bananas-everything/dp/1846688914>
- <https://footprintcalculator.henkel.com/ru>

### АКТУАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ МАРКІВСЬКОГО РАЙОНУ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Косаревич А.В. – учень 11 класу Опорного закладу освіти Марківська гімназія  
Науковий керівник: доц., к.х.н., доц. Захарова О.І.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

**Актуальність проблеми.** Здоров'я - найбільша цінність людського життя. Від стану здоров'я залежить все те, що робить наше життя повноцінним і щасливим: якість життя, його тривалість, фізична активність. Загальновідомий факт: рівень здоров'я людини на 50% залежить від умов та способу життя, на 20% - від генетичних факторів, ще на 20% - від екології навколишнього середовища та лише на 10% від медицини. В свою чергу умови та спосіб життя не тільки фізична активність людини, а, на нашу думку, це в першу чергу якість та кількість споживаної води.

Чому саме марківська вода? У грудні 2018 року разом з ExLab у місті Києві ми тестували різні води Луганської області на кількість іонів.

Рекорд встановила саме марківська вода - це 1600 мг екв/ л. Наприклад, цей показник в хімічних стоках близько 1200 мг-екв/ л.

Таблиця 1. Загальний солевміст у водах Луганщини

Джерело води	Загальний солевміст	Джерело води	Загальний солевміст
Сєверодонецьк	710	р. Сів. Донець	970
Марківка	1600	Озеро Чисте	140
Лисичанськ	350	Озеро Паркове	480

Тому ми вирішили більш детально дослідити марківську воду на вміст найважливіших біогенних іонів: активна реакція (рН), твердість води ( $\text{Ca}^{2+}$ ), загальний солевміст та вміст хлоридів (Cl). Це й стало **метою нашого дослідження**.

**Експериментальна частина.** Дослідження твердості води і мінералізації проводилося протягом року, оскільки твердість водопровідної води може залежати від різних факторів, в тому числі і від пори року. Дослідження проводили з використанням методики комплексонометричного та кислотно-основного титрування [1-2]. Нами також досліджувалась вода міста Сєверодонецька та дуже популярна у мешканців Сєверодонецька «Льодовикова вода». Результати досліджень наведені у таблиці 2.

Таблиця 2. Порівняння показників твердості та солевмісту деяких вод

№	Джерело води	Загальна твердість (ЗТ)	Тимчасова твердість (ТТ)	Постійна твердість (ПТ)	Загальний солевміст
1.	Марківка*	16,0	5,0	11,0	930
2.	Сєверодонецьк**	8,5	5,0	3,5	420
3.	Льодовикова вода	1,4	1,2	0,2	100

\* - наведені усереднені значення досліджень, які були виконані протягом липня 2018 – грудня 2019 року; коливання значень зима-літо близько 5%.

\*\* - наведені усереднені значення для води м. Сєверодонецька протягом грудня 2019 року.

Вражаючи результати по марківській воді привели нас до наступного питання. Які солі, окрім солей твердості, містяться в нашій водопровідній воді? Ми вирішили визначити вміст хлоридів за методикою аргентометричного титрування по Морю [1]. Підсумкові результати наших досліджень наведені у таблиці 3. Занадто велике значення мінералізації марківської води пояснюється значним забрудненням хлоридами, котрі при кип'ятінні не осаджуються, як наприклад, гідрогенкарбонати. Це все накопичується у вашому організмі! Найбільше допустиме значення вмісту хлоридів для водопровідної води 250 мг/л, а у нас перевищення максимально допустимої концентрації на 48,68%. В порівнянні з Сєверодонецькою водопровідною водою Марківська вода містить в 17,5 разів більше хлоридів. Таку воду ні в якому разі пити не можна! Єдиний показник, який відповідає нормі – це водний показник (рН), тобто вміст іонів Гідрогену.

Таблиця 3. Узагальнення показників води

ЗТ	ТТ	ПТ	рН	Вміст хлоридів	Мінералізація
16 ммоль/л	5 ммоль/л	11 ммоль/л	6,89	371,7 мг/л	930 ppm

**Висновки.** Питна вода – джерело мінеральних речовин. Проте за надлишку тих чи інших показників питна вода може бути шкідливою. За даними соціологічного дослідження 23,6% мешканців Марківки споживають сиру водопровідну воду. Проведені нами дослідження показали, що вміст багатьох показників у разі перевищує норму. Рекомендуємо змінити джерело питної води.

#### Література

1. Аналітична хімія: Навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В.В.Болотов та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004.- 480с.
2. В.П.Васильев. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн.1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа. М., Дрофа; - 2003.- 368с.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕНОСА ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ВОДОЕМАХ

Байдук А.В., Тризнюк Я.В., Касперов Г.И. к. т. н., доц.

*Белорусский государственный технологический университет (г. Минск)*

Решение проблемы защиты населения и территорий Республики Беларусь от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, уменьшение их социально-экономических и экологических последствий возможно лишь с осуществлением комплекса мероприятий, обеспечивающих адекватную оценку условий их возникновения. Происходящие аварии на опасных объектах, сопровождаются химическим загрязнением водотоков и водоемов. Наибольшее количество случаев (более 90% от общего числа) при массовом выбросе загрязняющих веществ в водные объекты приходится на аварии в канализационных системах и на очистных сооружениях сточных вод. При этом установлено, что такие аварии, в особенности вблизи водных объектов, имеют большие площади распространения, и как следствие происходит значительный удар экологии. Надо также помнить, что загрязнение источников питьевой воды, ухудшение ее качества представляют большую опасность для здоровья человека, нередко являясь причиной возникновения инфекционных заболеваний. Поэтому изучение процесса переноса химических загрязнений в водных объектах дает возможность принятия превентивных решения для ограничения распространения химического загрязнения, локализации и последующей ликвидации последствий аварии.

Исследования проводятся в гидравлической лаборатории. Лабораторная установка позволяет моделировать плоскую задачу по исследованию переноса химических загрязнений в водотоках и водоемах при различных сценариях возникновения и развития источников чрезвычайных ситуаций техногенного характера (разливах, переливах, разрывах трубопроводов, продуктопроводов и т.д.). Установка представляет собой гидравлический лоток шириной 1,07 м и длиной 14,0 м. Непосредственно к лотку примыкает тарировочный бак, в котором установлен треугольный водослив

В ходе исследований определялись качественные показатели процесса переноса химических загрязнений в водотоках и водоемах при чрезвычайных ситуациях техногенного характера:

- распространение химического загрязнителя в зависимости от места возникновения аварии;
- время, за которое происходит распространение химического загрязнителя в водоемах;
- скорость распространения химического загрязнителя в водоемах;
- расход воды, поступающий через треугольный водослив лотка;
- наиболее неблагоприятные сценарии возникновения и развития аварии.

В лотке в соответствии с выбранным масштабом исследований устанавливали пространственные модели искусственных водных объектов (водохранилищ) на примере Вилейско-Минской водной системы. Модели выполняли с устройством водосбросных сооружений в теле плотины. Горизонтальный масштаб модели – 1:1000, вертикальный – 1:100. Данные масштабы выбраны для достижения наиболее максимального геоморфологического подобия моделей с натурными объектами. Маркеры-красителя для имитации химических загрязнителей подготавливаются весовым способом и в растворенном виде с помощью химических пипеток вносятся в водный поток.

По данным натурных исследований тестовых водохранилищ [1] на моделях наносили створы для измерения скорости потока с использованием

микрокомпьютерного расходомера-скоростемера. Для определения уровня воды устанавливаются мерные рейки.

Результаты экспериментальных исследований для Чижовского водохранилища обработаны в соответствии с ГОСТ 8.207 и приведены в таблице.

Таблица – Результаты лабораторных исследований

Номер опыта	Наименование объекта			Примечание
Чижовское водохранилище				
№4	время, сек	расстояние, см	скорость, м/с	Произведен линейный вылив загрязнителя у правого берега в объеме 250 мл
	10	50	5	
	20	90	4,5	
	30	110	3,666667	
	60	125	2,083333	
	90	140	1,555556	
	120	155	1,291667	
	150	170	1,133333	
	180	180	1	
	210	190	0,904762	
	240	200	0,833333	
	300	260	0,866667	

В результате проведенных лабораторных исследований установлено, что:

- скорость переноса загрязнителя изменяется в зависимости от длины и ширины водохранилища;
- конфигурация вылива загрязнителя не оказывает какого-либо воздействия на скорость перемещения фронта загрязнения;
- скорость перемещения фронта загрязнения зависит от плотности загрязнителя, скорости течения и морфометрических характеристик водохранилища.

#### Литература

1. Разработка алгоритма переноса химических загрязнений в водотоках и водоемах при чрезвычайных ситуациях техногенного характера: отчет о НИР (заключит.) /КИИ МЧС Респ. Беларусь; рук. темы Г.И.Касперов. – Минск, 2010. –144 с. – ГР №20091268.

### ИСТОЧНИКИ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Тризнюк Я.В., Касперов Г.И. к. т. н., доц.

*Белорусский государственный технологический университет (г.Минск)*

Согласно данным мониторинга, большинство рек Беларуси в соответствии с индексом загрязнения воды (ИЗВ), в основу которого положены такие параметры как растворенный кислород, БПК<sub>5</sub>, азот аммонийный и нитритный, нефтепродукты и цинк, относится к категории умеренно-загрязненных (ИЗВ изменяются от 0,8 до 2,5). Более высокие значения ИЗВ, как правило, характерны для участков рек ниже крупных промышленных центров.

Наибольшее количество недостаточно очищенных сточных вод, содержащих различные химические компоненты и соединения, поступает в реки бассейна Днепра (ежегодно около 650 млн. м<sup>3</sup> в год). В реки бассейнов Немана, Западной Двины и Западного Буга ежегодно сбрасывается около 200 млн.м<sup>3</sup>. Среди рек региона наибольшую нагрузку, связанную со сточными водами, испытывают: р. Свислочь

ниже Минска, р. Неман ниже Гродно, р. Березина ниже Бобруйска, р. Днепр ниже Могилева и Речицы, р. Зап. Двина ниже Новополоцка, р. Припять ниже Мозыря, р. Ясельда ниже Березы, р. Уза ниже Гомеля. В таблице 1 приведены данные о сбросе водные объекты загрязняющих веществ в составе сточных вод [1].

Таблица 1 – Данные о сбросе загрязняющих веществ в водные объекты

Показатель	Значение показателя	
	от	до
1. Органические вещества (БПК <sub>5</sub> ), т	8300	9700
2. Нефтепродукты, т	150	200
3. Взвешенные вещества, т	13400	14600
4. Сульфаты, т	59500	68400
5. Хлориды, т	71300	77600
6. Азот аммонийный, т	5900	6400
7. Азот нитритный, т	230	590
8. Азот нитратный, т	2800	3800
9. Медь, т	8,9	15
10. Другие металлы (железо, цинк, никель, хром), т	418	518
11. Количество предприятий, имеющих выпуски сточных вод в природные поверхностные водные объекты, ед	368	389

Результаты наблюдений за состоянием рек и водоемов свидетельствуют о том, что качество поверхностных вод в последние годы остаются стабильным. Это является следствием проводимой работы по сокращению сброса в водные объекты загрязненных сточных вод, объем которых за последние годы сократился почти в три раза. Однако, несмотря на предпринимаемые меры, содержание в воде загрязняющих веществ (азота аммонийного, азота нитритного, нефтепродуктов и цинка) все еще не отвечает нормативным требованиям.

Наряду с поступлением недостаточно очищенных сточных вод существенным источником химического загрязнения поверхностных вод, как уже было сказано выше, являются аварийные ситуации. Среди главных причин следует указать устаревшее оборудование, исчерпавшее ресурс эксплуатации; несвоевременный и некачественный ее ремонт; нарушение технологической дисциплины; небрежность обслуживающего персонала и т.д.

Анализ многолетней информации показал, что на территории Беларуси официально зарегистрировано более ста техногенных аварий, приведших к химическому загрязнению поверхностных вод республики, в результате которых нанесен экологический и материальный ущерб

Наибольшее количество случаев (более 90% от общего числа) сопровождающихся массовым выбросом загрязняющих веществ в водные объекты приходится на аварии в канализационных системах и на очистных сооружениях сточных вод.

Основными загрязняющими компонентами являются фосфор - и азотсодержащие соединения. Повышенное поступление их в водные объекты сопровождается снижением содержания растворенного в воде кислорода до критических значений (что приводит к массовой гибели рыбы) и развитием других крайне нежелательных процессов, ухудшающих качество поверхностны вод.

К потенциально опасным источникам химического загрязнения водных объектов следует отнести также автомобильный и железнодорожный транспорт, который перевозит химически опасные вещества. По железным дорогам страны ежемесячно перевозится до 1500 вагонов с взрывоопасными и ядовитыми веществами. На многих предприятиях этот вид транспорта является важнейшим при внутривозовских перевозках. Используются как цистерны вместимостью 40–60 тонн, так и различные контейнеры и емкости до 0.8 кубометров. На территории республики осуществляют перевозку опасных грузов более трех тысяч транспортных предприятий, в т.ч. автомобильным, железнодорожным и водным транспортом.

Основными причинами аварий на железнодорожном транспорте являются неисправности путей, подвижного состава, средств сигнализации, централизации и блокировки, ошибки диспетчеров, невнимательность и халатность машинистов. Чаще всего происходит сход подвижного состава с рельсов, столкновения, наезды на препятствия на переездах. Причинами чрезвычайных ситуаций на автомобильном транспорте являются неудовлетворительное техническое состояние дорог и техники, большое количество развязок и пересечений дорог на одном уровне, в том числе и с железными дорогами, возросшее количество автомобильного транспорта, принадлежащего физическим лицам и т.д.

Особую опасность представляют аварии при транспортировке химически опасных веществ на речном транспорте. В республике реки судоходны на протяжении 1900 км, что говорит о возможности переноса на большие расстояния химически опасных веществ, в случае возникновения аварий. Данный вид аварии представляет собой особую проблему, поскольку место возможной катастрофы с трудом поддается прогнозу.

В тоже время за последние годы зарегистрировано лишь несколько случаев аварий на транспорте с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ в водные объекты.

Таким образом, ежегодное повторение аварийных ситуаций, сопровождающихся массовым сбросом загрязняющих веществ в водные объекты (принимая во внимание стратегический характер водных ресурсов страны) требует принятия превентивных решений для ограничения их распространения, локализации и последующей ликвидации.

Литература

1. Апацкий А.Н., Аблажей В.П., Калинин М.Ю., Станкевич А.П. Водные ресурсы – основа устойчивого развития Республики Беларусь // Международное сотрудничество в решении водно-экологических проблем: материалы III Международного водного форума. Минск. 2006. С. 8–21.

## **ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ**

Шибека Л. А. к.х.н., доц., Протас М. В.

*Белорусский государственный технологический университет*

Загрязнение водных ресурсов относится к одной из глобальных экологических проблем. Обусловлено это как общим усилением антропогенного воздействия на компоненты окружающей среды, что вызывает загрязнение гидросферы, так и сбросом недостаточно очищенных сточных вод в водные экосистемы.

Общий объем сточных вод, образующихся в Республике Беларусь в 2018 году, согласно данным статистической отчетности [1] составил 1 134,2 млн. м<sup>3</sup>. Основное количество сточных вод (более 91% или 1 034 млн. м<sup>3</sup>) было отведено в поверхностные водные объекты. В составе стоков содержались органические и неорганические

соединения, относящиеся к различным классам опасности. Высокую опасность для живых организмов представляют тяжелые металлы, обладающие мутагенным, канцерогенным и другими отдаленными эффектами. Количество тяжелых металлов, поступающих со стоками в природные водоемы, в 2018 году составило: железо общее – 231 т, цинк – 20 т, хром общий, медь и никель – по 4 т, свинец – 0,5 т [1].

Цель работы – очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием древесных отходов.

Древесные отходы образуются в процессе лесозаготовок и деревообработки. В соответствии с классификатором отходов Республики Беларусь [2] древесные отходы имеют невысокий класс опасности (третий или четвертый) или относятся к неопасным отходам.

Исследования в работе проводили на образцах древесных отходов, содержащих кору и щепу с размером частиц до 30 мм. Для увеличения сорбционных свойств отходов их подвергали обработке карбамидом. Кроме этого, исследования проводили в отношении указанных образцов отходов, подвергшихся высокотемпературной обработке при 600 °С, – зольных остатков.

Исследования сорбционных свойств образцов проводили в статических условиях с использованием модельных сточных вод, содержащих ионы меди, никеля или цинка в диапазоне концентраций от 0,2 до 2,5 г/дм<sup>3</sup>. Время взаимодействия фаз составляло 1,5 часа. После отделили твердой фазы от раствора проводили определение ионов металлов в пробе титриметрическим методом [3].

Результаты исследований по использованию древесных отходов и древесных отходов, обработанных карбамидом, в процессах очистки сточных вод представлены на рисунке 1.

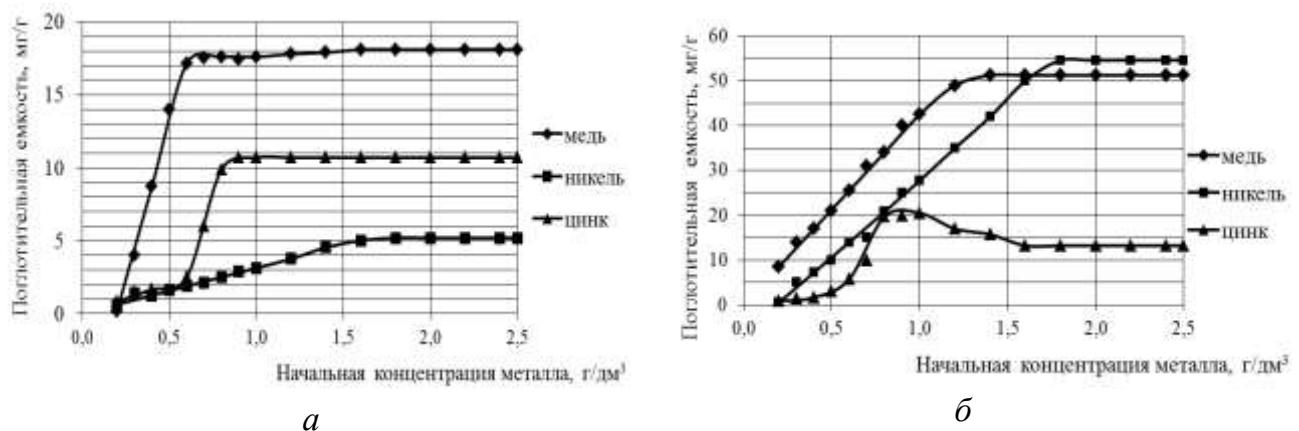


Рисунок 1 – Поглощительная емкость древесных отходов (а) и древесных отходов, обработанных карбамидом (б)

Полученные результаты свидетельствуют о том, что обработка древесных отходов карбамидом увеличивает их сорбционные свойства. По отношению к ионам никеля максимальная поглощительная емкость отходов увеличилась в 10,5 раз, а по ионам меди – в 2,8 раза. Максимальная величина поглощительной емкости древесных отходов, обработанных карбамидом, близка по ионам никеля и меди и составляет 51-55 мг/г.

Изменение поглощительной емкости зольных остатков исследуемых образцов от начальной концентрации металла в воде представлено на рисунке 2.

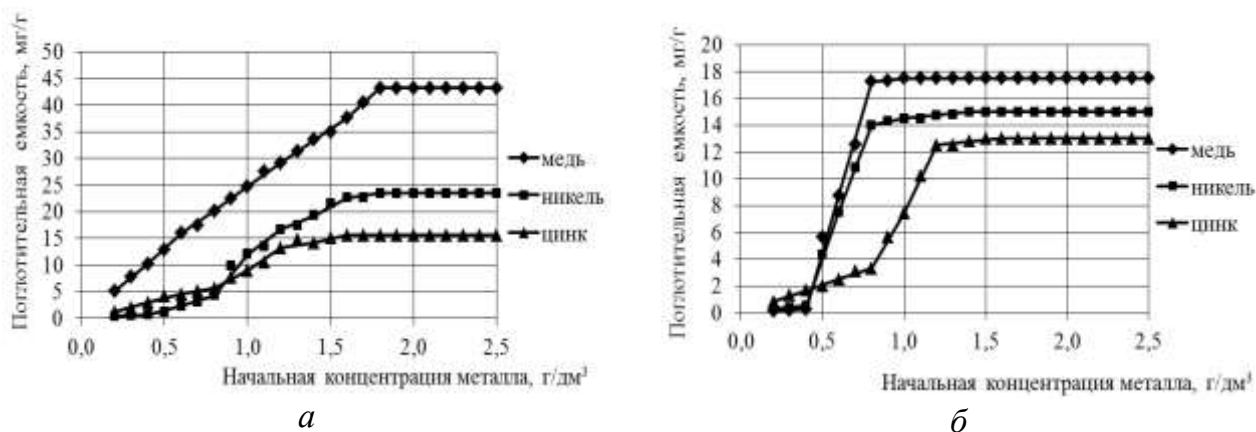


Рисунок 2 – Поглощительная емкость зольных остатков, образующихся после высокотемпературной обработки древесных отходов (а) и древесных отходов, обработанных карбамидом (б)

Установлено, что зольный остаток древесных отходов характеризуется большей поглощительной емкостью в отношении ионов тяжелых металлов по сравнению с древесными отходами, не подвергшимися высокотемпературной обработке. Причем данная закономерность имеет место в отношении всех металлов.

Высокотемпературная обработка древесных отходов, обработанных карбамидом, наоборот, уменьшает сорбционные свойства образца по ионам меди (в 2,9 раз) и никеля (в 3,6 раза), и практически не влияет на поглощительную емкость материала в отношении ионов цинка. Снижение поглощительной способности зольного остатка по отношению к исходным отходам, не подвергшимся высокотемпературной обработке, вероятно, обусловлено процессом выжигания органической части материала, в состав которой входит карбамид.

Сравнение предельных величин поглощительной емкости зольных остатков различных образцов свидетельствует также о том, что образец, полученный из древесных отходов, характеризуется большей эффективностью очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов по сравнению с остатком, полученным из древесных отходов, обработанных карбамидом.

Таким образом, установлено, что лучшими сорбционными свойствами в отношении ионов тяжелых металлов обладают древесные отходы, обработанные карбамидом.

#### Литература

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2019. – 200 с.
2. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь. ОКРБ 021-2019 «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь» // Утв. постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 9 декабря 2019 г. № 3-Т.
3. Лихачева, А.В. Химия окружающей среды. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие для студ. / А.В. Лихачева, Л.А. Шибика. Минск: БГТУ, 2011. – 204 с.



## ТОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ВОЛНОВЫХ УРАВНЕНИЙ

Концевой И.А., Климович В.А.

*Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого*

Цель работы: аналитическое и численное описание волновых процессов в двухкомпонентной системе с нелинейными конкурирующими источниками энергии.

Для двухкомпонентной системы два зацепляющихся волновых уравнения с неоднородными по координате источниками имеют вид:

$$\frac{\partial^2 T_\sigma}{\partial t^2} = w_\sigma^2 \frac{\partial^2 T_\sigma}{\partial x^2} + k_v^{(\sigma)}(x, T_1, T_2); \quad \sigma = 1, 2, \quad (1)$$

где  $T_1, T_2$  – температуры взаимодействующих друг с другом компонентов сплошной среды;  $w_1, w_2$  – две скорости распространения тепловых возмущений. В классе автомодельных решений типа распространяющейся волны

$$\xi = A_*x + B_*t; \quad A_*, B_* - \text{const}; \quad \tau_\sigma = \tau_\sigma(\xi) \equiv T_\sigma(\xi) - T_\sigma^0,$$

уравнения (1) имеют вид:

$$d^2 \tau_\sigma / d\xi^2 = Q_\sigma(\tau_1, \tau_2); \quad (2)$$

$$k_v^{(\sigma)} = Q_\sigma w_\sigma^2 A_*^2 (M_\sigma^2 - 1); \quad M_\sigma^2 = N^2 / w_\sigma^2; \quad \sigma = 1, 2, \quad (3)$$

где функции  $\tau_\sigma$  характеризуют отклонения от равновесных температур  $T_\sigma^0 \equiv \text{const}$  первой и второй компонент. Уравнения (2)–(3) имеют точное решение:

$$Q_1(\tau_1, \tau_2) = (2m^2 A_1^2 - A) \exp(-\tau_1) \cos \tau_2 - 2m^2 A_1 \exp(-\tau_1/2) \cos(\tau_2/2), \quad (4)$$

$$Q_2(\tau_1, \tau_2) = (A - 2m^2 A_1^2) \exp(-\tau_1) \sin \tau_2 + 2m^2 A_1 \exp(-\tau_1/2) \sin(\tau_2/2), \quad (5)$$

$$\tau_1(\xi) = \ln[(A_1 + (\bar{\alpha} + \bar{\beta}) \cos(m\xi))^2 + (\bar{\alpha} - \bar{\beta})^2 \sin^2(m\xi)],$$

$$\tau_2(\xi) = 2 \arctg D, \quad A = 8m^2 \bar{\alpha} \bar{\beta}, \quad D = (\bar{\alpha} - \bar{\beta}) \sin(m\xi) / [A_1 + (\bar{\alpha} + \bar{\beta}) \cos(m\xi)],$$

$$k_v^{(\sigma)}(\tau_1, \tau_2) = A_* w_\sigma^2 (M_\sigma^2 - 1) Q_\sigma(\tau_1, \tau_2), \quad \sigma = 1, 2.$$

На рисунке приведен пример нетривиального воздействия объемных источников энергии на среду. А именно: непрерывные источники  $k_v^{(\sigma)}(T_1, T_2)$ ,  $\sigma = 1, 2$  возбуждают разрывные колебания температуры.



Рисунок – Двухкомпонентная динамическая система (4), (5): разрывные колебания температуры одной из компонент ( $A_1 = -1$ ;  $m = 0,2$ ;  $\alpha = 1$ ;  $\beta = 2$ )

Прикладные аспекты данной работы связаны с задачами промышленной экологии, для которых важное значение имеет динамика волновых процессов, а также взаимодействие волн в двухкомпонентных системах.

Работа выполнена в рамках госпрограммы «Энергетические системы, процессы и технологии 2.84». Научный руководитель проекта профессор О.Н. Шабловский.

## АДАПТИВНИЙ ПІДХІД ДО КОНСТРУЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ТА ВУЗЛІВ

Багрінцев В.В., студент гр. ТМ-16да, Терехова І.М., студентка гр. ТМ-16да

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Деталі створюються не як окремі об'єкти, а як такі що входять до збірки. Деталі в збірках мають конкретне, жорстке розташування, вони пов'язані між собою певними залежностями. Перш ніж такий товар з'явиться на ринку, його потрібно виготовити. Процес виробництва складається з декількох етапів, серед яких значних засобів і часу вимагає етап проектування та конструювання. Від того, як оснащена інженерна група, які інструменти використовують проектувальники під час розробки виробів, залежать і терміни підготовки, і витрати, й якість майбутньої продукції. Скоротити час і витрати, а також отримати якісний продукт дозволяють системи автоматизованого проектування та конструювання. Використовуючи адаптивне конструювання можна швидко створити нову конструкцію виробу. Зрозуміло, що ця конструкція повинна бути виконана згідно з проектом та уточненими інженерними рішеннями, прийнятими під час проектування.

Що ж собою представляє адаптивне конструювання? Адаптивне конструювання дозволяє інженерам проектувати природним для себе чином, саме так, як вони звикли думати. Інструментальні засоби САПР з механізмом адаптивних даних дозволяють швидко відкривати і працювати з моделями збірок великих розмірів, що включають багато збірок, деталей. Причому при створенні моделі конструкції з окремих збірок реалізована процедура забезпечення їх суворого взаємозв'язку один з одним для подальшої точної збірки загальної конструкції в цілому. Користувальницька модель дає можливість розробляти конструкції вузлів і механізмів незалежно від конфігурації конструкції, її параметрів або розмірів. Визначення «відповідності» базується на тому, як вузли та деталі повинні розташовуватися в збірках, при цьому автоматично визначаються розміри і просторове розташування деталей. Такий метод дозволяє визначати зв'язки між елементами моделі без потреби в параметрах або рівняннях. Користувач звільняється від рутинної роботи з впорядкування параметричних залежностей, у результаті задання яких з'являються конструкції, які не можуть бути змінені.

Також в основу адаптивного конструювання покладено принцип твердотільного параметричного тривимірного конструювання, що базується на створенні дерева побудов, яке відображає етапи формоутворення деталі. Вихідні елементи, які додаються до поточної моделі або віднімаються з неї, формуються на базі плоского ескізу (плоского замкнутого контуру без самоперетинів). До них відносяться тіла обертання і витискування, тіла, отримані сполученням довільно орієнтованих перетинів. Апарат накладення розмірних і геометричних зв'язків на геометричні елементи забезпечує побудову параметричної моделі

Таким чином, адаптивне конструювання дозволяє:

- значно скоротити цикл розробки моделі конструкції;
- реалізувати можливість спільної роботи над конструкцією всіх розробників, включаючи групи інженерів, що знаходяться на великій відстані один від одного;
- реалізувати можливість введення призначених для користувача примітивів у параметричному вигляді з метою подальшого повторного використання;
- забезпечити доступ до тривимірної моделі конструкції не лише для розробників, але і для всіх груп користувачів, задіяних у роботі над проектом.

Такий підхід щодо реалізації технології моделювання значно перевершує традиційні параметричні або варіаційні моделі тим, що він дозволяє безпосередньо встановлювати взаємозв'язки між елементами в складальних одиницях незалежно від порядку і часу їх створення.

На основі тривимірного об'єкта можливе автоматичне створення кресленника деталі, що складається з основних і допоміжних видів, складних розрізів та перетинів.

## ПОЛПШЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Батурін Є.О., Степанова О.Г., Соколов В.І., д.т.н., професор

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Метою даної роботи є обґрунтування вибору найбільш ефективної типової коригуючої ланки для електрогідрравлічного слідкуючого приводу (ЕГСП) технологічного обладнання.

Сучасне технологічне обладнання, зокрема, обладнання для механічної обробки матеріалів, пред'являє високі вимоги до показників якості регулювання автоматичних приводів, а саме їх швидкодії та характеру перехідного процесу [1-4].

Істотна переробка агрегатів приводу не завжди можлива, а іноді і не дає бажаного результату (якщо інерційне навантаження на привід велике, а сили тертя у виконавчому механізмі незначні). Тому вихід знаходять при використанні додаткових коригувальних пристроїв [5-9]. Конструктивне виконання коригувальних пристроїв буває різним, і в сукупності їх можна розділити на дві великі групи: гідромеханічні та електричні. Для включення таких елементів в структуру системи необхідно, щоб в ній були зв'язки з фізичними величинами, відповідними їм за своєю природою.

Для корекції динамічних властивостей ЕГСП з дросельним регулюванням технологічного обладнання зручно використовувати електричні та електронні коригувальні пристрої. В якості коригуючої ланки рекомендована установка пропорційно-диференційного регулятора (рис. 1)

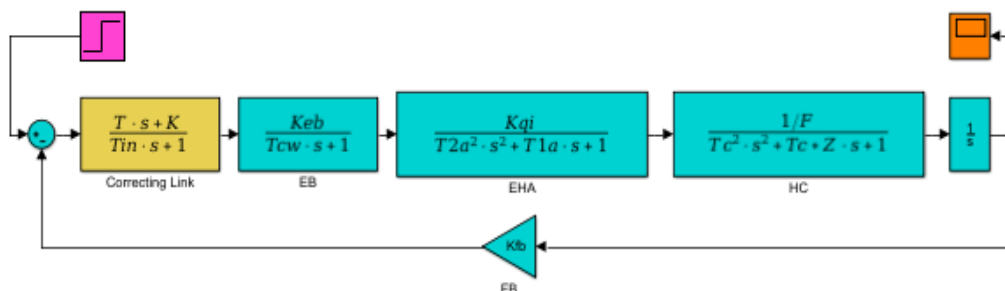


Рис. 1. Блок-діаграма для моделювання динамічних характеристик ЕГСП з коригувальною ланкою в середовищі Simulink пакета MATLAB

В якості параметрів налаштування коригуючої ланки розглядаються постійна часу та коефіцієнт передачі регулятора, до уваги також прийнята постійна часу, що характеризує інерційність ланки.

### Література

1. Sokolov, V., Krol, O., Baturin, Y.: Dynamics Research and Automatic Control of Technological Equipment with Electrohydraulic Drive. 2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE (2019).
2. Харламов Ю.А., Соколов В.И., Кроль О.С. Трибологическая надежность металлорежущих станков. – Северодонецк: ВНУ им. В. Даля. – 2017. – 320 с.
3. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Дифузійні процеси в системах вентиляції. – Северодонецк: СНУ ім. В. Даля. – 2018. – 148 с.
4. Sokolov, V., Krol, O., Stepanova, O.: Nonlinear simulation of electrohydraulic drive for technological equipment. Journal of Physics: Conference Series 1278, 012003 (2019).
5. Sokolov, V., Krol, O., Stepanova, O.: Automatic Control System for Electrohydraulic Drive of Production Equipment. 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE (2018).

6. Sokolov, V.: Transfer functions for shearing stress in nonstationary fluid friction. In: Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering, vol. 1, pp. 707-715. Springer, Cham (2020).
7. Sokolov, V.: Diffusion of Circular Source in the Channels of Ventilation Systems. In.: Advances in Engineering Research and Application. ICERA 2018. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 63, pp. 278-283. Springer, Cham (2019).
8. Соколов В.І., Кріль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. – Сєвєродонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. – 160 с.
9. Sokolov, V., Krol O., Stepanova O.: Choice of Correcting Link for Electrohydraulic Servo Drive of Technological Equipment. In: Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 702-710. Springer, Cham (2020).

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ

Крюков Р.В., Кучма І.В., Цинка О.О., Чернікова І.Д.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Складеною частиною будь-якого промислового підприємства є такі інженерно-технічні спорудження, як вентиляційні системи, що забезпечують необхідні санітарно-технічні норми у виробничих приміщеннях, безпеку праці та дотримання технологічних процесів [1-4].

На основі аналізу типових схем, конструктивних та технологічних особливостей промислових вентиляційних систем побудована методика декомпозиції систем вентиляції на типові розрахункові елементи, структури і зв'язки. Це дозволило запропонувати методи розрахунку характеристик газоповітряних потоків вентиляційних систем, що дозволяють удосконалювати промислові системи вентиляції та прогнозувати їх викиди на основі математичного моделювання [5-9].

Якщо виділити в довільній вентиляційній системі відповідно вищевикладеній методиці типові розрахункові елементи, конструктивні вузли і замкнуті контури, то в загальному випадку будемо мати  $KU$  вузлів і  $KK$  замкнутих контурів. Тоді, для всієї системи можна скласти узагальнену математичну модель, в котру ввійдуть  $KU$  рівнянь нерозривності (балансу витрат) у вузлових точках,  $KK$  рівнянь втрат тиску в замкнутих контурах системи,  $KU-1$  рівнянь зв'язку повних тисків у вузлових точках.

Використання запропонованої узагальненої математичної моделі для розрахунку параметрів стаціонарного режиму довільної системи передбачає завдання наступних вхідних даних: схема розташування елементів у системі; геометричні характеристики ділянок повітроводів і коефіцієнти встановлених місцевих опорів; аеродинамічні характеристики запірно-регулюючих пристроїв; характеристики джерел напору; висотні відмітки і значення температури у вузлових точках; фізичні властивості робочого середовища; граничні умови (величини тисків і температури в місцях забору і викиду робочого середовища).

Виконано аналіз та обґрунтування чисельних методів розрахунку характеристик вентиляційних систем на узагальненій математичній моделі. Розглянуто методи Ньютона і Зайделя, метод ітерацій та половинного ділення.

Для багатолінійних вентиляційних систем з єдиним вихідним каналом побудована типова розрахункова схема та деталізована узагальнена математична модель, на основі чого запропонований метод розрахунку параметрів подібних систем і розроблений алгоритм чисельної процедури.

### Література

1. Соколов В.И. Аэродинамика газовых потоков в каналах сложных вентиляционных систем. – Луганск: ВУГУ, 1999. – 200 с.

2. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Дифузійні процеси в системах вентиляції. – Сєвєродонецьк: СНУ ім. В. Даля. – 2018. – 148 с.
3. Sokolov V. Diffusion of Circular Source in the Channels of Ventilation Systems // Advances in Engineering Research and Application. ICERA 2018. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2019. – Vol. 63. – Springer, Cham. – P. 278–283.
4. Соколов В.И., Коваленко А.А., Калюжный Г.С. и др. Инженерные задачи диффузии примеси в потоке. – Луганск: ВНУ, 2000. – 168 с.
5. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.1. Основы механики сплошных сред. – Луганск: ВНУ, 2001. – 64 с.
6. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.3. Основы динамики сплошной среды. – Луганск: ВНУ, 2001. – 40 с.
7. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.5. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. – Луганск: ВНУ, 2002. – 64 с.
8. Sokolov V. Transfer functions for shearing stress in nonstationary fluid friction. In: Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2020. – Vol. 1. – Springer, Cham. – P. 707-715.
9. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. – Сєвєродонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. – 160 с.

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИФУЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Скурідін Д.В., Львовчкін М.В., Бондаренко Р.В., Чернікова І.Д.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Дифузійні процеси мають величезне значення у всіляких галузях науки і техніки [1-4]. У біології вони є визначальними в явищах проникності тканин, клітинних оболонок, дифузія визначає механізм і кінетику таких процесів, як окиснення, сорбція, конденсація, кристалізація. У техніці дифузія має численні застосування, визначаючи в значній мірі швидкість ряду виробничих процесів. Питання дифузії мають першорядне значення в завданнях техногенного забруднення навколишнього середовища, контролю викидів вентиляційними системами підприємств і атомних станцій шкідливих речовин.

Для аналізу дифузійних процесів у каналах вентиляційних систем запропонована узагальнена математична модель масопереносу в турбулентному потоці [5-9], побудована на базі моделі турбулентної течії при використанні  $k$ - $\epsilon$  гіпотези турбулентності та рівняння дифузії, перетвореного відповідно гіпотезі Фіка-Бусінеска.

Виконана оцінка впливу коефіцієнта молекулярної дифузії на загальний процес при турбулентній течії основного потоку, що показало можливість зневаги його величиною при числах Рейнольдса  $Re > 10^4$ , діапазон яких є робочим для промислових вентиляційних систем. Встановлена наявність автотурбулентної зони, коли довжина шляху вирівнювання концентрації не залежить від параметрів газового потоку.

Отримані аналітичні рішення процесів дифузії крапкового та кругового джерел домішки в круглому циліндричному каналі при допущенні рівномірного профілю швидкості, що дозволило встановити закономірності розподілу концентрації домішки по перетину каналу на різних відстанях від джерела. Форма представлення рівнянь дозволяє розглядати в якості вхідних параметрів безрозмірні перемінні і критерії, зокрема, дифузійне число Пекле.

Встановлені закономірності початкових етапів дифузії аерозолів в турбулентному потоці. Час індукційного періоду залежить від густини аерозольних часток, динамічної в'язкості основного потоку та діаметра часток. Час перехідного періоду однозначно не визначається властивостями аерозолів та основного потоку, а в

ряді випадків може встановлюватися виходячи зі ступеня турбулентності потоку і величини дифузійного числа Пекле. Апроксимація коефіцієнта Лагранжевої кореляції основного потоку експонентною залежністю дозволила отримати вираз для коефіцієнта дифузії аерозолів, який є перемінним під час перехідного періоду.

#### Література

1. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Дифузійні процеси в системах вентиляції. – Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля. – 2018. – 148 с.
2. Sokolov V. Diffusion of Circular Source in the Channels of Ventilation Systems // Advances in Engineering Research and Application. ICERA 2018. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2019. – Vol. 63. – Springer, Cham. – P. 278–283.
3. Sokolov V. Transfer functions for shearing stress in nonstationary fluid friction // Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2020. – Vol. 1. – Springer, Cham. – P. 707-715.
4. Соколов В.И., Коваленко А.А., Калюжный Г.С. и др. Инженерные задачи диффузии примеси в потоке. – Луганск: ВНУ, 2000. – 168 с.
5. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.1. Основы механики сплошных сред. – Луганск: ВНУ, 2001. – 64 с.
6. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.3. Основы динамики сплошной среды. – Луганск: ВНУ, 2001. – 40 с.
7. Коваленко А.А., Соколов В.И., Осенин Ю.И., Кондауров Е.Н. Аэрогидромеханика. Ч.5. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. – Луганск: ВНУ, 2002. – 64 с.
8. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. – Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. – 160 с.
9. Соколов В.И. Аэродинамика газовых потоков в каналах сложных вентиляционных систем. – Луганск: ВУГУ, 1999. – 200 с.

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИЛОВОЇ ЧАСТИНИ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ З ОБ'ЄМНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ

Степанова О.Г., аспірант

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Метою даної роботи є розробка адекватної математичної робочих процесів в силовій частині електрогидравлічного приводу обертального руху з об'ємним регулюванням.

Сучасні технології машинобудування та матеріалобробки пред'являють дедалі більші вимоги до технічних і функціональних характеристик верстатів і технологічного обладнання [1-4]. Якість одержуваних виробів при механічній обробці багато в чому залежить від можливості реалізації оптимальних законів руху робочих органів, точності регулювання їх переміщень, стабільності швидкостей в умовах змінного навантаження. Тому актуальною є науково-технічна задача підвищення точності і розширення функціональних можливостей верстатів і технологічного обладнання.

Досягнення довільної кінематики робочого органу, можливості програмної реалізації оптимальних законів його руху забезпечується застосуванням автоматичних електрогидравлічних приводів [5-9] і, зокрема, гідроприводів обертального руху з об'ємним регулюванням в обладнанні потужністю понад 8 кВт. Разом з тим, в даний час відсутні типові універсальні математичні моделі робочих процесів, які протікають в приводах верстатів і технологічного обладнання для механічної обробки, що можуть бути покладені в основу для розробки систем автоматичного керування обладнанням.

Силова частина гідравлічного приводу з об'ємним регулюванням включає об'ємний насос з регульованою подачею, допоміжні пристрої і виконавчий гідродвигун

об'ємного типу. Найбільше застосування в гідроприводах отримали аксіально-поршневі насоси, подача яких регулюється зміною кута нахилу блоку циліндрів або зміною кута нахилу шайби, що здійснюється зазвичай електрогідравлічними підсилювачами, що розміщені в корпусі насоса. В якості виконавчих гідродвигунів зазвичай використовують гідроциліндри з лінійним переміщенням вихідної ланки, гідроциліндри з поворотним рухом вихідної ланки і аксіально-поршневі або аксіально-поршневі гідромотори. До допоміжних пристроїв відносять клапани, фільтри, насос і бак системи підживлення робочою рідиною силової частини гідроприводу.

Розширення функціональних можливостей та підвищення ефективності технологічного обладнання за рахунок розробки та застосування систем автоматичного керування вимагає негроміздких достовірних моделей робочих процесів, що протікають в приводах та достатньо повно враховують особливості технологічного призначення обладнання.

#### Література

1. Sokolov, V., Krol, O., Stepanova, O.: Automatic Control System for Electrohydraulic Drive of Production Equipment. 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE (2018).
2. Sokolov, V., Krol, O., Baturin, Y.: Dynamics Research and Automatic Control of Technological Equipment with Electrohydraulic Drive. 2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE (2019).
3. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Дифузійні процеси в системах вентиляції. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля. – 2018. – 148 с.
4. Харламов Ю.А., Соколов В.І., Кроль О.С. Трибологическая надежность металлорежущих станков. – Северодонецк: ВНУ им. В. Даля. – 2017. – 320 с.
5. Sokolov, V., Krol, O., Stepanova, O.: Nonlinear simulation of electrohydraulic drive for technological equipment. Journal of Physics: Conference Series 1278, 012003 (2019).
6. Sokolov, V., Krol O., Stepanova O.: Choice of Correcting Link for Electrohydraulic Servo Drive of Technological Equipment. In: Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 702-710. Springer, Cham (2020).
7. Sokolov, V.: Diffusion of Circular Source in the Channels of Ventilation Systems. In: Advances in Engineering Research and Application. ICERA 2018. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 63, pp. 278-283. Springer, Cham (2019).
8. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. – 160 с.
9. Sokolov, V.: Transfer functions for shearing stress in nonstationary fluid friction. In: Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering, vol. 1, pp. 707-715. Springer, Cham (2020).

### **РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ ШПИНДЕЛЯ РАДІАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА В СИСТЕМІ ANSYS**

Ніколаєнко А.П. к.т.н., доц., Базалій С.М., студент гр. ОФБ-18дм

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Однією з найбільш відповідальних деталей верстата, яка є останньою ланкою коробки швидкостей та несе заготовку або інструмент, є шпindel. Від якості шпindelних вузлів залежить точність обертання інструменту або деталі, що оброблюється.

До них пред'являються вимоги точності обертання, що вимірюється биттям на передньому кінці шпинделя в радіальному або осевому напрямку; жорсткості шпindelного вузла, що визначається за пружним переміщенням переднього кінця

шпинделя; вібростійкості шпиндельного вузла, яка значно впливає на стійкість всього верстата; довговічності шпиндельних вузлів; обмеження тепловиділення та температурних деформацій, які мають значний вплив на точність обробки; швидке та надійне закріплення інструменту або заготовки, для забезпечення їх точне центрування та відповідно точне обертання.

*Мета досліджень* – провести дослідження шпиндельного вузла за міцнісними показниками та створити модель переміщення переднього кінця шпинделя в системі інженерних розрахунків ANSYS Workbench Static Structural.

Розглянемо задачу розрахунку напружено-деформаційного стану на прикладі шпиндельного вузла радіально-свердлильного верстата при обробці отворів  $D = 20^{+0.045}$  мм в деталях типу ступиця зі сплавів на титановій основі свердлами зі швидкорізальної сталі P9K5.

Шпиндель радіально-свердлильного верстата (рис. 1), що було досліджено в представленій роботі, обертається на трьох точних радіальних підшипниках в пінолі. В передній (нижній) опорі шпиндельного вузла, крім двох радіальних підшипників, встановлений упорний підшипник, що сприймає осьове навантаження під час процесу різання. Задня (верхня) опора складається з радіального та упорного підшипників. Останній служить для сприйняття осьових навантажень при зворотньому різанні та інших аналогічних операціях.

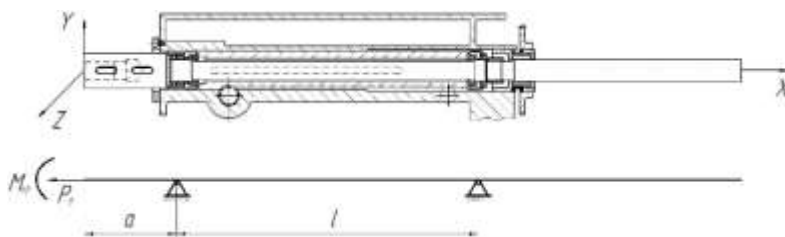


Рис. 1. Розрахункова схема шпинделя радіально-свердлильного верстата

Для досягнення поставленої мети в системі КОМПАС було створено тривимірну модель шпиндельного вузла. Потім, тривимірну модель було імпортовано в розрахункову систему ANSYS для проведення її статичного аналізу та виконання розрахунків на міцність.

Система інженерних розрахунків ANSYS Mechanical Enterprise, яка широко використовується на практиці для вирішення задач: механіки деформівного твердого тіла, оцінки реакцію моделей на всілякі навантаження, оптимізації конструкцій, не достатньо представлена в роботах вітчизняних вчених.

Вирішення задачі визначення жорсткості шпинделя в САЕ доцільно проводити в середовищі ANSYS Workbench Static Structural. Для імітації роботи підшипників використовується команда «Bearing» зі вкладки «Connections». За допомогою команд «Force» та «Moments» задаються сили та крутний момент, які діють на шпиндель.

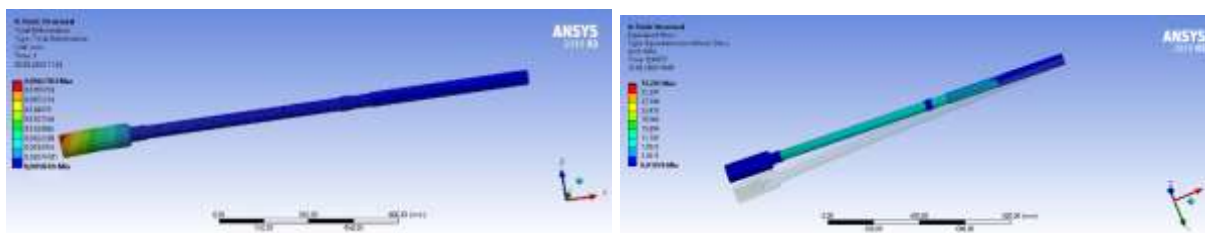
Для отримання результатів розрахунків переміщення переднього кінця шпинделя відносно початкового положення під дією сил різання використовується команда «Total Deformation». На отриманій моделі сірим відображено початкове розташування шпинделя, а кольором позначено його відхилення від мінімального до максимального значення.

Вибрав у розділі «Solution Information» еквівалентні напруги «Equivalent Stress», була проведена оцінка рівня напружень. Під дією прикладеної зовнішньої сили в конструкції виникають внутрішні напруження. В кожній точці конструкції діють 6 незалежних напруг: 3 нормальних та 3 дотичні. Еквівалентна напруга Мізеса відображує поведінку під навантаженням матеріалів з пружно-пластичною моделлю



поведінки (більшість конструкційних сталей та сплавів); та обчислюється через головні нормальні напруги.

Отримані результати досліджень представлені у вигляді епюр на рис. 2.



а)

б)

Рис. 2. Результати розрахунку на міцність круглої протяжки в системі ANSYS  
а) модель переміщення кінця шпинделя; б) епюри еквівалентних напруг по Мізесу

Із результатів досліджень видно, що мінімальний прогин шпинделя складає –  $0,6 \cdot 10^{-5}$  мм, максимальний – 0,0067 мм. Виходячи з вимог до точності обробки, прогин шпинделя від сил різання і сил приводу не повинен перевищувати третини допуску на лімітуючий розмір деталі [20]. Дана вимога виконується, оскільки допуск на розмір складає 0,045 мм, тобто  $2 \cdot 0,0067 = 0,013 < 0,045$  мм.

Як видно з рис. 2 б, максимальні еквівалентні напруження склали 35 МПа. В розглянутому в статті випадку, межа міцності матеріалу шпинделя, що виконано з сталі Ст40Х дорівнює 363 МПа. Всі отримані результати напружень показують значний запас міцності.

Висновки. Проаналізовано можливості системи ANSYS Mechanical Enterprise з модулями для статичного аналізу Static Structural та аналізу коливань Modal, що використовуються при комп'ютерному моделюванні металорізального обладнання.

Розроблено тривимірну модель шпиндельного вузла радіально-свердлильного верстата, отримано модель переміщення переднього кінця шпинделя, прогин якого знаходиться в полі допуску на лімітуючий розмір деталі.

Проведено розрахунок напружено-деформаційного стану, який показує, що напруги, які діють на шпиндель у 10 разів нижчі ніж межа міцності матеріалу. Це свідчить про значний запас міцності конструкції шпинделя.

Отримано значення власних частот коливань шпинделя та розраховано коефіцієнт динамічної стійкості шпинделя, який дорівнює 1,42.

Проведений розрахунок в програмному комплексі ANSYS дозволяє проаналізувати конструкцію шпиндельного вузла верстата та запропонувати необхідні корективи без виготовлення дослідних зразків, що значно скорочує час проектування шпиндельних вузлів і, як наслідок, підвищують продуктивність процесу їх виготовлення.

## РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ КРУГЛОЇ ПРОТЯЖКИ В СИСТЕМІ ANSYS

Шумакова Т.О. к.т.н., доц., Брикова Ю.М., студентка гр. ПМЕ-17д

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Одним з найбільш прогресивних і ефективних методів обробки металів різанням в машинобудуванні є протягання, яке в 3-12 разів перевищує продуктивність інших технологій механічної обробки металів (стругання, розточування фрезерування, розгортання та ін), а в деяких випадках, наприклад, обробка шліцьових отворів, протягання є єдино можливим процесом обробки деталей

Основними дефектами інструменту в процесі високопродуктивного протягання є посиленний знос і поломка зубів протяжки, а також підвищена пружна деформація зубів

через посилене навантаження на зуб. Дані фактори призводять до браку через порушення геометрії оброблюваних деталей. Існуючі класичні методи розрахунку протяжки на міцність проводяться з урахуванням тільки двох небезпечних перерізів інструменту (шийка хвостовика та стружкова канавка ріжучої частини), що обумовлено її складною геометрією.

*Мета досліджень* – за допомогою тривимірної моделі круглої протяжки виконати її дослідження на міцність методом кінцевих елементів в системі ANSYS.

Для досягнення поставленої мети було спроектовано круглу протяжку профільної схеми різання, що мала зварну конструкцію та використовується для обробки циліндричного отвору діаметром  $D=30H7^{+0,021}$  мм і довжиною  $L=55$  мм у заготовці зі Сталі 50ХГ;  $\sigma_B=1270$  МПа, НВ 321 в умовах багатосерійного виробництва. Матеріал робочої частини протяжки: швидкоріжуча сталь Р18 [ $\sigma_B$ ]=840МПа; щільність –  $8,8 \cdot 10^{-6}$  кг мм<sup>-3</sup>. Матеріал хвостовика – сталь 40Х, [ $\sigma_B$ ]=980МПа. Для обробки заготовок було обрано горизонтально-протяжний верстат моделі 7520 з максимальним тяговим зусиллям  $P_{\max} = 200$ кН (допустиме тягове зусилля [ $P$ ] = 0,85..0,9 $P_{\max}$ ), з найбільшою довжиною ходу повзуна  $l_x=1500$ мм, діапазоном швидкостей робочого руху  $V = 0,6 - 6$ м/хв. Схема різання протяжки, що досліджувалася, наведена на рис. 1.

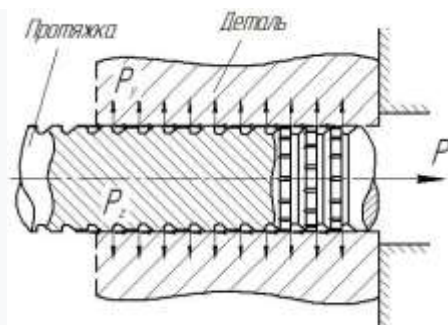


Рис. 1. Схема різання при протяганні:  $P$  – тягове зусилля;  $P_z$  – головна (осьова) складова сили різання при протяганні;  $P_y$  – поперекова складова сили різання при протяганні

Для досягнення поставленої мети в системі КОМПАС було створено тривимірну модель спроектованої протяжки. Потім, тривимірну модель було імпортовано в розрахункову систему ANSYS для проведення її статичного аналізу та виконання розрахунків на міцність.

Програмний комплекс ANSYS дозволяє методом кінцевих елементів вирішувати стаціонарні і нестаціонарні, лінійні і нелінійні задачі з таких областей, як механіка деформованого твердого тіла, механіка рідини і газу, теплопередача, електродинаміка. При цьому, у випадку що розглядається, вихідним об'єктом для застосування методу кінцевих елементів є тривимірна модель круглої протяжки профільної схеми різання, яку, за допомогою інструментів графічного редактора Ansys SpaceClaim, було поділено на частини – кінцеві елементи (134 компонента).

Розрахунки в системі ANSYS проводилися в пакеті Batch в інтерактивному Interactive режимі. ANSYS Workbench – це універсальна платформа для моделювання, що об'єднує всі інструменти інженерного моделювання компанії ANSYS. Конструкційні навантаження на базі платформи Workbench задаються в розділі Loads панелі інструментів Environment.

Завдання граничних умов (обмежень) було одним з необхідних етапів кінцево-елементного аналізу. Граничні умови в Workbench Static Structural задавалися в розділі

Supports панелі інструментів Environment. Для моделювання закріплення і навантажень протяжки, що досліджується, були використані такі типи навантажень і граничних умов – «Fixed Support», що обмежує для зазначених поверхонь ступеня свободи  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $rot_x$ ,  $rot_y$  та  $rot_z$ . Для дослідження характеру зміни напруженого стану протяжки до кожного її зубу було прикладено головну складову сили різання  $P_{zi}$ , а до хвостовика максимальне тягове зусилля  $P_{max}$ , що дорівнювало  $200кН$ .

Отримані результати досліджень представлені у вигляді епюр на рис. 2.

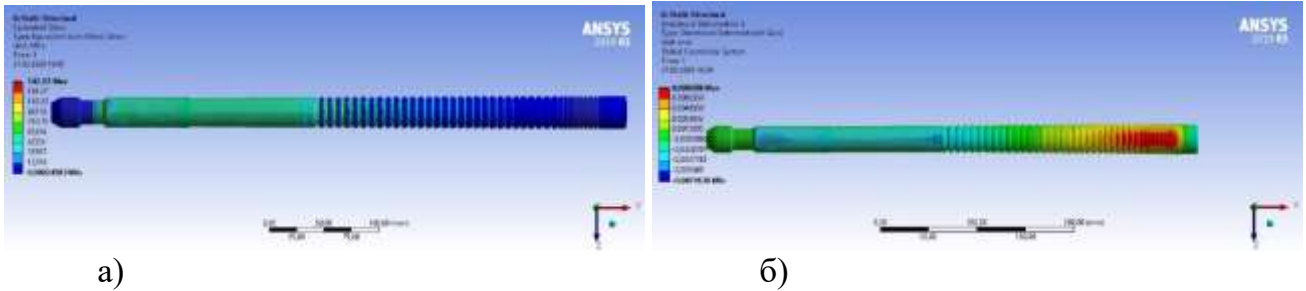


Рис. 2. Результати розрахунку на міцність круглої протяжки в системі ANSYS  
а) епюри еквівалентних напруг по Мізесу; б) епюри деформацій по осі X

Із результатів досліджень міцності протяжки видно, що в процесі різання, при контакті ріжучих зубів з поверхнею оброблюваного отвору виникають значні та не рівномірні напруги і деформації, що не враховуються при виконанні перевірочних розрахунків за формулами опору матеріалів.

Як видно з рис. 2 а, максимальні еквівалентні напруження склали 142,05 МПа на ріжучій кромці першого зуба, що може призвести до його притуплення. Також спостерігається підвищена напруга на крайках переходу від циліндричної до конічної ділянок хвостової частини, отже, на цих переходах необхідно виконання заокруглень. Всі отримані результати напружень далекі від граничних значень.

З епюр розподілу деформації по осі X (рис. 2 б) видно, що на ділянці врізання перших зубів протяжки в поверхню оброблюваного матеріалу деформація зростає при врізання кожного наступного зуба та досягає максимальних значень на ділянці врізання 30 зуба і становить 0,008 мм. Поступове збільшення деформації відбувається за рахунок теплових явищ. Як видно з епюри (рис. б), після зняття навантаження, виходу з отвору деталі калібруючої частини протяжки, ріжучі крайки не зайняли свою попередню позицію, оскільки є залишкова деформація, це явище прийнято називати сумарною термічної деформацією. Отримані в результаті досліджень значення зміщення зубів протягання не перевищують поля допуску оброблюваного отвору  $\Delta T = 0,021мм$ , оскільки  $2 \cdot 0,008 = 0,016 < 0,021мм$ .

## ПАРАМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТУВАННЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЗА МЕТОДОМ КОПІЮВАННЯ

Кріль О.С., к.т.н., доцент, Замковець Д.М., студент

*Східноукраїнський національний університет імені В. Даля*

Різноманітне проектування інструменту, що працює методом копіювання, є засобом підвищення технічного рівня прийнятих проектних рішень. Різноманітна номенклатура інструментів для нарізування циліндричних коліс з одного боку і наявність уніфікованих елементів конструкцій (на прикладі дискових модульних фрез) з іншого робить актуальним побудову параметричних моделей основних елементів (затілований зуб, евольвентний профіль) [1–3].

Метою даної роботи є підвищення продуктивності праці конструктора-інструментальника в процесі багатоваріантного синтезу проектних рішень.

На перших етапах дослідження різального інструменту здійснюється побудова тривимірної моделі різального інструменту, якій працює методом копіювання [4, 5]. Розглянемо конструкцію дискової модульної фрези, призначеної для обробки зубчастих коліс в широкому діапазоні значень модуля. На рис. 1 представлена 3D-модель дискової фрези, яка побудована в середовищі інтегрованої САПР КОМПАС-3D з використанням можливостей прикладних бібліотек, які знаходяться у складі КОМПАС.

З урахуванням призначення цього металорізального інструменту для зубчастих коліс евольвентного профілю визначимо головний уніфікований елемент: «евольвентна поверхня» [6, 7].

Для реалізації процедури параметричного моделювання евольвентної поверхні використана CAD/CAE/PDM середу наскрізного проектування в машинобудуванні АРМ WinMachine [1], яка інтегрована з САПР КОМПАС-3D.

Послідовність створення параметричної моделі ріжучого інструменту виконується по в наступній послідовності.

1. Проводиться аналіз вхідних даних, необхідних для побудови моделі. Дані поділяються на вихідні (незалежні) і похідні (залежать від вихідних).

2. Вхідні дані, у вигляді змінних, вводяться в діалоговому вікні *Змінні* (рис. 2), Причому для вихідних даних задається тільки значення, а для похідних також і вираз, що є функцією вихідних і вже оголошених похідних даних. Діє єдине правило: змінна, яка використовується в наступних виразах, повинна бути оголошена заздалегідь.



Рис. 1. 3D-модель дискової модульної фрези

Переменная	Выражение	Значение	Комментарий
m		4.5	модуль
z		32	число зубьев зубчатого колеса
x1		0.45	коэффициент смещения (коррекции)
ad		20	угол давления (зацепления)
ds		0.15	угонение зуба
c		0.25	коэффициент радиального зазора
ha		0.8	коэффициент высоты ножки
p0		10	число точек, рассчитываемого профиля
deltad	$M\_PI/(2*z)-2*x1*\tan(\text{rad}(ad))$	0.039892389	половина угловой ширины по делительной окружности
ro0	$m*z/2*\cos(\text{rad}(ad))$	67.657868966	радиус основной окружности
invad	$\tan(\text{rad}(ad))-rad(ad)$	0.0149043839	инволюта угла давления
deltad0	$(\text{deltad}-\text{invad})*180/M\_PI$	1.4317072349	половина угловой ширины по основной окружности
da	$m*z+2*(ha+x1)*m$	155.25	диаметр выступов

Рис.2. Вікно змінних у задачі параметризації

3. Графічно задається послідовність команд, яка веде до побудови потрібної моделі.

4. У списку параметричних команд вказуються, якщо потрібно, параметри для команд. При цьому, в розрахункових виразах використовуються змінні, задані в п.2, або допоміжні змінні, створені в процесі побудови моделі.

5. Аналізується відповідність сформованої таким чином моделі з необхідною, і, при необхідності, виправляються параметри команд або змінюється спосіб побудови всієї моделі або її частини.

6. Аналізується правильність побудованої моделі при різних значеннях вихідних даних.

7. Здається базова точка моделі. Координати базової точки або задаються параметрично, або використовуються координати однієї з існуючих контрольних точок. Висновок. В результаті виконання даної роботи розроблені методика, інструментарій та параметричні моделі ріжучого інструменту. Запропоновані засоби реалізації процедури параметричного моделювання дискових модульних фрез, забезпечують підвищення продуктивності і скорочення термінів профілювання і проектування ріжучих інструментів.

Література.

1. Шелофаст В. В. Автоматизация проектирования машин. Изд-во МГТУ им. Баумана; изд-во "Станкин", 2000. – 560 с.
2. Krol O., Sokolov V. Parametric Modeling Of Machine Tools For Designers: monograph. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academic Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 112 p. DOI: <https://doi.org/10.7546/pmmtd.2018>
3. Krol O., Osipov V. (2013). Modeling of construction spindle's node machining centre. TEKA Com. Mot. and Energ. in Agriculture. – OL PAN, Vol.13, 3. – Lublin, Poland. – №. 108-113.
4. Krol O.S., Sokolov V.I. 3D Modeling Of Machine Tools For Designers: monograph. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academic Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 140 p. DOI: [https://doi.org/10.7546/3D\\_momtfd.2018](https://doi.org/10.7546/3D_momtfd.2018)
5. Krol O., Tsankov P., Sokolov V. Rational choice of two-support spindles for machining centers with lubrication system/EUREKA: Physics and Engineering, is. 3, 2018. – P. 52–58. DOI: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00648>
6. Кроль О.С., Хмеловский Г.Л. Оптимизация и управление процессом резания: учебное пособие. – К: УМК ВО, 1991. – 140 с.
7. Кроль, О.С. (2013). Методы и процедуры оптимизации режимов резания: монография. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2013. – 260 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРОСТІЙКОСТІ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА БАГАТООПЕРАЦІЙНОГО ВЕРСТАТА

Кроль О.С., к.т.н., доцент, Замковець Д.М., студент

*Східноукраїнський національний університет імені В. Даля*

Удосконалення конструкцій металорізального обладнання, збільшення діапазону режимів функціонування, ускладнення форм заготовок і підвищення точностних характеристик, робить актуальним дослідження в напрямку вибору оптимальних умов формоутворення.

Разом з тим на високошвидкісних режимах функціонування обладнання на перший план виступає стабільність роботи верстатної системи, зниження рівня коливань і відбудова від резонансних частот. Це вимагає зміна моделей і алгоритмів оптимізації, облік чинника стійкості процесу формоутворення, що особливо актуально для сучасних багатоопераційних верстатів свердлильно-фрезерно-розточувального типу.

*Мета роботи.* Розробити модель і алгоритм пошуку оцінки вібростійкості, на базі тривимірної моделі шпинделя та його конструктивної схеми.

Як об'єкт дослідження прийнято формоутворювальний вузол - шпиндельний блок свердлильно-фрезерно-розточувального обробного центру моделі СФ68ВФ4. На рис. 1 зображена тривимірна модель [1–3], яка побудована в системі автоматизованого проектування КОМПАС-3D з застосуванням спеціальної прикладної бібліотеки «Вали та механічні передачі» (рис. 1, а). На рис. 1, б приведена конструктивна схема, як основа для подальших розрахунків шпинделя на міцність та вібростійкість.

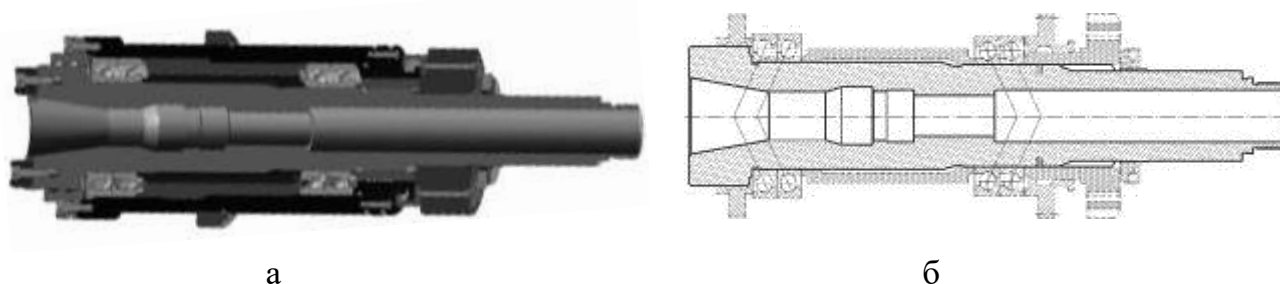


Рис. 1. Шпиндельний вузол: а – 3D-модель; б – конструктивна схема

У загальному випадку дану конструктивну схему слід розглядати як статично невизначену балку на чотирьох опорах (підшипник-опора), які в загальному випадку мають лінійні і кутові підатливості [4, 5]. Розрахункова схема вузла представлена на рис. 2. Для зменшення трудомісткості досить коректно замінити здвоєні підшипники однією опорою, переходячи до двоопорної розрахункової схеми.

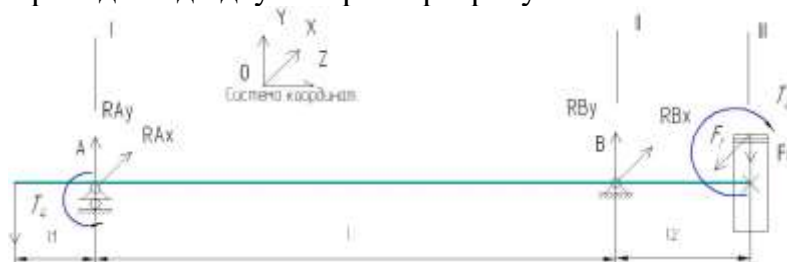


Рис. 2. Розрахункова схема двоопорного шпинделя

Згідно із запропонованою розрахунковою схемою, шпиндельний вузол представляється як пружна система "шпиндель-консоль" (ШК), податливість якої  $\Delta$  (1) визначається аналітично, як функція від довжини консолі  $l_k$ , за допомогою статичного формуляра шпинделя верстата моделі СФ68ВФ4:

$$\Delta = (30,37 + 0,61 l_k + 0,042 l_k^2) \cdot 10^{-8}. \quad (1)$$

Конструктору часто потрібно швидко зробити статичний розрахунок того чи іншого технологічного налагодження. Це можна зробити за допомогою номограми, що складається з двох частин: статичного формуляра  $\Delta$ , побудованого за формулою (1) і графіка податливості консолі  $\Delta_1$  (інструментального блоку), побудованого для консолей постійного перетину і різних значень діаметрів. Консоль розглядається як балка, затиснена в опорному перерізі і навантажена в місці різання одиничною силою.

Для пружної системи ШК досить визначити кілька перших, а найчастіше одну першу власну частоту, щоб знати резонансну частоту і частоту, на якій відбуваються автоколивання шпинделя [6, 7]. В роботі побудовані частотні рівняння за допомогою метода перехідних матриць [3].

**Висновки.** В роботі запропоновано процедура оцінки вібростійкості на базі тривимірної моделі шпинделя багатоопераційного верстату за допомогою статичного формуляру та частотних рівнянь. На основі 3D-моделі шпиндельного блоку ефективно використати метод кінцевих елементів, що дає достатньо повну картину пружно-деформованого стану та дату оцінку набору власних частот на яких здійснюється технологічні операції фрезерування різноманітних деталей машинобудівної галуззі.

Література.

1. Шелофаст В. В. Автоматизация проектирования машин. Изд-во МГТУ им. Баумана; изд-во "Станкин", 2000. – 560 с.
2. Krol O., Sokolov V. Parametric Modeling Of Machine Tools For Designers: monograph. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academic Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 112 p. DOI: <https://doi.org/10.7546/pmmttd.2018>

3. Krol O., Osipov V. (2013). Modeling of construction spindle's node machining centre. TEKA Com. Mot. and Energ. in Agriculture. – OL PAN, Vol.13, 3. – Lublin, Poland. – N. 108-113.
4. Krol O.S., Sokolov V.I. 3D Modeling Of Machine Tools For Designers: monograph. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academic Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 140 p. DOI: [https://doi.org/10.7546/3D\\_momtfd.2018](https://doi.org/10.7546/3D_momtfd.2018)
5. Krol O., Tsankov P., Sokolov V. Rational choice of two-support spindles for machining centers with lubrication system/EUREKA: Physics and Engineering, is. 3, 2018. – P. 52–58. DOI: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00648>
6. Кроль О.С., Хмеловский Г.Л. Оптимизация и управление процессом резания: учебное пособие. – К: УМК ВО, 1991. – 140 с.
7. Кроль, О.С. (2013). Методы и процедуры оптимизации режимов резания: монография. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2013. – 260 с.

## ВИКОРИСТАННЯ АРМ WINMACHINE В РОЗРАХУНКАХ МІЦНОСТІ ВАЛІВ МЕТАЛЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Кроль О.С., к.т.н., доцент, Замковець Д.М., студент

*Східноукраїнський національний університет імені В. Даля*

При розробці будь-якої конструкції вала перед проектувальником стоїть завдання знаходження розподілу напружень в її елементах. Крім того, потрібно знати величини переміщень окремих точок проектованої конструкції, як при статичному характері зовнішнього навантаження, так і в умовах дії змінних навантажень. В складі АРМ WinMachine знаходиться модуль АРМ Structure 3D [1–4] призначений для аналізу напружено-деформованого стану довільних тривимірних машинобудівних конструкцій, що складаються із стрижневих, пластинчатих, оболонкових і об'ємних елементів в їх довільній комбінації.

*Мета роботи.* Покращення процесу розрахунку міцності валів верстатів, на базі експрес-оцінки напружень в довільному перерізі в модулі АРМ Structure 3D.

До особливостей побудови розрахункових моделей, представлених в вигляді набору стрижневих елементів відноситься те, що конструкція повинна бути однозначно закріпленою в просторі та конструкція повинна мати вільні (не опорні) вузли, в яких дозволені переміщення, що виникають внаслідок деформації конструкції.

В процесі моделювання в середовищі АРМ Structure 3D створюється «дротова» модель конструкції, в якій кожен стрижень зображений у вигляді лінії, що розташовується по центру тяжкості майбутнього перетину. Для проведення розрахунку цієї конструкції необхідно додатково поставити: поперечні перерізи кожному зі стрижнів та опори для створеної конструкції, що визначають її положення в просторі.

Розглянемо задачу розрахунку вхідного вала приводу головного руху багатоопераційного

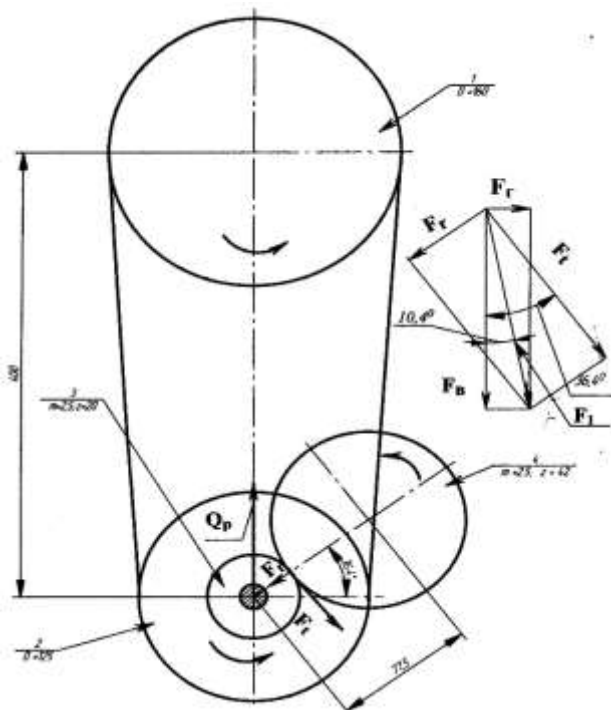


Рис. 1. Схема дії сил на вхідний вал

верстата моделі СФ68ВФ4, розрахункова схема дії сил на вхідний вал, з урахуванням просторового положення валів приводу наведена на рис. 1 [5–7].

Відповідно до алгоритму рішення задачі розрахунку на міцність в середовищі АРМ Structure 3D створимо дротяну модель конструкції вала, представлена на рис. 2.

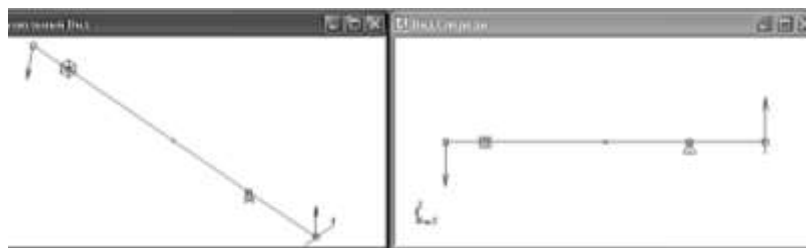


Рис. 2. Дротяна модель конструкції вала

Окремою опцією є можливість оцінки розподілу еквівалентних напружень в поперечному перерізі розглянутого стержня (рис.3). Розташована вертикально зліва колірна шкала вказує діапазон напружень в даному поперечному перерізі.

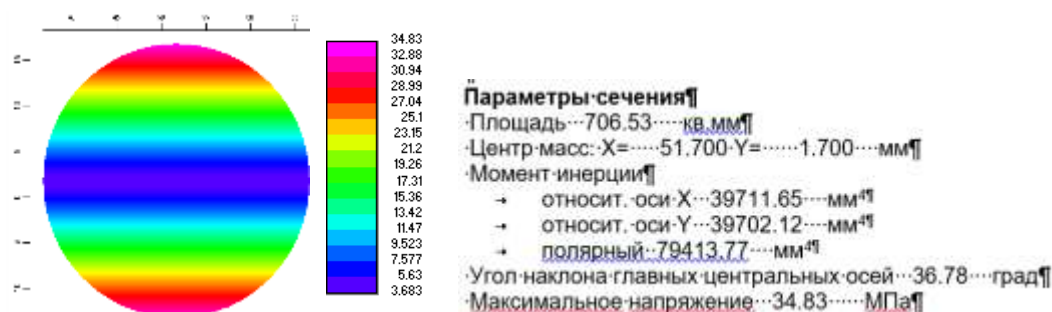


Рис. 3 Розподіл напружень у поперечному перерізі вала

Аналіз отриманих результатів показує що запас міцності  $S$  для вала досягає в небезпечному перерізі:  $S = 3,12 > [S] = 2,2$ , що свідчить про його роботоспроможність.

**Висновки.** В роботі запропонована процедура оцінки міцності вала металорізального верстата в середовищі АРМ WinMachine. На базі отриманих результатів з'являється можливість зниження металоємності і зменшення габаритів розглянутій конструкції.

Література.

1. Шелофаст В. В. Автоматизация проектирования машин. Изд-во МГТУ им. Баумана; изд-во "Станкин", 2000. – 560 с.
2. Krol O., Sokolov V. Parametric Modeling Of Machine Tools For Designers: monograph. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academic Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 112 p. DOI: <https://doi.org/10.7546/pmmtd.2018>
3. Krol O., Osipov V. (2013). Modeling of construction spindle's node machining centre. TEKA Com. Mot. and Energ. in Agriculture. – OL PAN, Vol.13, 3. – Lublin, Poland. – №. 108-113.
4. Krol O.S., Sokolov V.I. 3D Modeling Of Machine Tools For Designers: monograph. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academic Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 140 p. DOI: [https://doi.org/10.7546/3D\\_momtfd.2018](https://doi.org/10.7546/3D_momtfd.2018)
5. Krol O., Tsankov P., Sokolov V. Rational choice of two-support spindles for machining centers with lubrication system/EUREKA: Physics and Engineering, is. 3, 2018. – P. 52–58. DOI: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00648>
6. Кроль О.С., Хмеловский Г.Л. Оптимизация и управление процессом резания: учебное пособие. – К: УМК ВО, 1991. – 140 с.



7. Кроль, О.С. (2013). Методы и процедуры оптимизации режимов резания: монография. – Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2013. – 260 с.

## ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ В БІСЕРНОМУ МЛИНІ

Алтухов В. М., к. т. н., доцент

*Східноукраїнський національний університет імені В. Даля*

Бісерні млини використовуються в хімічному, анілінофарбовому, лакофарбовому, керамічному, харчовому, та інших виробництвах. Різні технічні характеристики таких млинів дозволяють отримувати тонину помелу від 60 нанометрів до 200 мкм. Діапазон продуктивності млинів складає від одиниці грамів до декількох тонн за одну годину.

Бісерні млини - це особливий тип хімічного обладнання, за допомогою яких отримують дрібнодисперсні продукти в рідких середовищах. Суспензія матеріалу перетирається твердими кульками - бісером.

Млини бісерного типу можуть бути горизонтальні і вертикальні. У горизонтальних бісерних млинах камера і ротор розташовані горизонтально, у вертикальних – вертикально.

Для розмелювання міцних матеріалів частіше використовують вертикальні бісерні млини. При вертикальному положенні камери маса бісеру надає високий абразивний тиск на дно ємності, підвищує процес розмелювання.

Бісерний млин в класичному виконанні [1] містить циліндричну помольну камеру, усередині якої розміщений ротор, який одержує обертання від приводу. На роторі закріплені диски. Помольна камера заповнена бісером. Бісер займає в млині приблизно 70-80 % обсягу. Під час перемолу в камеру надходить суспензія з перемелюючими речовинами, яка заповнює весь вільний об'єм камери. При швидкому обертанні ротора бісер змішується з речовиною, перетираючи його. У промислових масштабах бісерні млини працюють в постійному або циркуляційному режимі, перемелюють суспензію постійно або періодично.

Відомий бісерний млин [2], в якому, з метою підвищення ефективності подрібнення, диски закріплені на роторі за допомогою пружних елементів. Під дією виникаючих в процесі роботи навантажень, диски здійснюють коливальні рухи у вертикальній площині на пружних елементах. Речовина при цьому подрібнюється бісером і шляхом самоздрібнювання при взаємних зіткненнях і стиранні.

Недоліком відомого [2] бісерного млина є складне конструктивне виконання дисків з пружними елементами, що створює проблеми при виготовленні і ремонті млинів.

Метою роботи є інтенсифікація процесу подрібнення матеріалів в бісерному млині.

Завданням дослідження було покращення умов подрібнення матеріалу в робочій камері, що дозволить підвищити продуктивність, знизити крупність дрібних фракцій в готовому продукті, покращити якість продукції.

Для підвищення ефективності роботи шляхом інтенсифікації процесу подрібнення запропоновано торцеві поверхні дисків виконувати хвилястими, причому хвилі розташовані від центру до периферії.

На рис. 1 представлено бісерний млин, вертикальний розріз (хвилястість торцевих поверхонь дисків не відображено). На рис. 2 наведено диск, поперечний переріз.

Бісерний млин містить циліндричну помольну камеру 1, усередині якої розміщений ротор 2, забезпечений приводом. На роторі 2 закріплені диски 3. Помольна камера 1 заповнена бісером 4. Бісер є кульки, виконані з металу, скла,

твердих оксидів або сплавів. У днище камери 1 встановлено штуцер 5, який служить засобом для введення суспензії грубо подрібненої речовини. Грубе подрібнення до розмірів частинок, при яких вони вільно проходять через сітку 6 в штуцері 5, є підготовчою операцією перед тонким подрібненням. Діаметр  $d$  бісеру 4 більше розмірів осередків сітки 6. Амплітуда хвилі на торцевих поверхнях дисків виконується рівній  $(0,3-0,5)d$ . Засіб для виведення подрібненого продукту, виконаний у вигляді штуцера 7 з сіткою 8, розміщено у верхній частині камери 1. Верхній опорний вузол ротора забезпечено манжетою 11 для усунення подрібнюваної маси.

Бісерний млин працює наступним чином.

Підготовлена подрібнююча маса разом з рідким компонентом подається насосом в штуцер 5 і, проходячи між бісером 4, заповнює весь обсяг камери 1. Сітка 6 перешкоджає виходу бісеру з камери 1. При обертанні, від приводу, ротора 2, диски 3, внаслідок сили тертя, захоплюють в обертальний рух навколо ротора 2 усю масу, що складається з бісеру, рідини і подрібнюючої речовини. При цьому речовина подрібнюється бісером 4 і шляхом самоздрібнювання при взаємних зіткненнях і стиранні. Під дією виникаючих, за рахунок обертання дисків, в процесі роботи, відцентрових сил, спрямованих від центру дисків до периферії, бісер зміщується в радіальному напрямку. Оскільки на торцевих поверхнях дисків виконана хвилястість, то бісер 4 отримує не тільки радіальний, а й осьовий зсув. Це дозволяє здійснити додатковий силовий вплив на частинки речовини, інтенсифікує процес подрібнення, дозволяє забезпечити підвищення продуктивності млина і поліпшити якість готового продукту за рахунок зменшення крупності частинок речовини в готовому продукті, який виводиться крізь сітку 8 через штуцер 7.

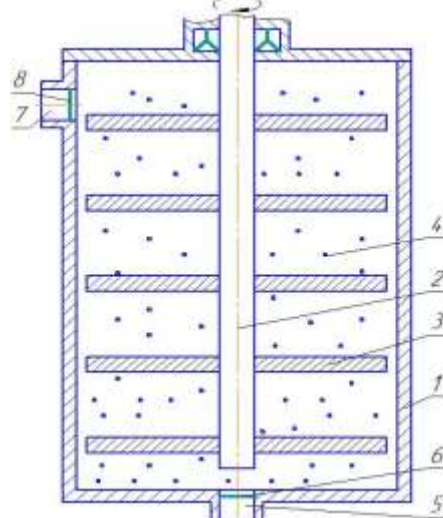


Рисунок 1 – Бісерний млин, вертикальний розріз

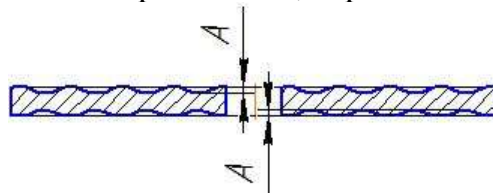


Рисунок 2 – Диск, поперечний переріз

Наведене технічне рішення виконання зони подрібнення у бісерному млині дозволить підвищити ефективність процесу подрібнення дрібних фракцій матеріалів за рахунок інтенсифікації процесу. Економічний ефект від експлуатації бісерних млинів може бути досить значним, враховуючи великі обсяги сировини, що підлягає подрібненню.

Слід зазначити, що виконання дисків з хвилястими торцевими поверхнями не має технічної складності і легко досягається на застосовуваних у машинобудування верстатах.

Актуальність даних розробок не викликає сумнівів, враховуючи постійно підвищувані вимоги до якості одержуваної продукції в умовах ринкових відносин.

Литература.

1. Машины и аппараты химических производств / А. С. Тимонин, Б. Г. Балдин, В. Я. Борщев, Ю. И. Гусев и др. / По общей редакцией А. С. Тимонина. – Калуга: Издательство Н. Ф. Бочкаревой, 2008. – 872 с.
2. Авторское свидетельство № 1706697 (СССР). Бисерная мельница / В. Н. Алтухов, Э. П. Левченко, Э. В. Борисочкин. Опубл. в Б. И. № 3, 1992.

### **РОЗРОБКА РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В ГІДРАВЛІЧНИХ ГАСИТЕЛЯХ КОЛИВАНЬ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ ПРИ ПІДВИЩЕНОМУ ШВИДКІСНОМУ РЕЖИМІ**

Коротенко Б.М. ст. гр. ЗТ-18д, Паращук А.В. асп., Кузьменко С.В. к.т.н., доц.,  
Сергієнко О.В. к.т.н., доц.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Збільшення терміну служби рухомого складу і зниження витрат на його ремонт потребує вирішення завдання щодо зниження динамічної завантаженості вагонів в експлуатації, параметри якої істотно залежать від працездатності та надійності ресорного підвищування експлуатованого рухомого складу [1].

Одним з важливих елементів системи ресорного підвищування експлуатованих електровозів, вагонів і моторвагонних секцій електропоїздів є гідравлічний гаситель коливань, призначений для поліпшення динамічних якостей рухомої одиниці за рахунок використання демпфуючих властивостей в'язкої рідини. Крім цього, наявність дефектного гасителя підвищує знос елементів рухомої одиниці, негативно впливає на шлях і призводить до необхідності зниження швидкості руху [2].

Основним питанням, якому до сьогоднішнього дня практично не приділялося ніякої уваги, є розподіл температурного потоку в гідравлічних гасителях коливань транспортних засобів у зв'язку зі складністю вирішуваних завдань і наявності безлічі змінних зовнішніх факторів, що призводять до складних граничних умов. Однак, облік температурних впливів на деталі гасителя може значно скорегувати силові та експлуатаційні характеристики його і дозволить цілеспрямовано створювати системи автоматичної температурної компенсації параметра опору [2].

Правильно розрахований гаситель повинен бути в змозі не тільки поглинути певну кількість механічної енергії, а й, перетворивши її в теплову, передати останню навколишньому повітрю. Рівновага цього термодинамічного процесу характеризується температурою нагрівача, яка не повинна бути вищою за допустиму, оскільки перегрів рідини і гумових сальників знижує довговічність гасителя. З іншого боку, невисоке нагрівання гасителя в найважчих умовах роботи, що мають місце при високошвидкісному русі рухомого складу, свідчить про його завищені розміри і зайве збільшення ваги. Отже, важливе значення для нормальної роботи гасителя має інтенсивність віддачі ним теплової енергії в навколишнє середовище.

Таким чином, розробка удосконаленої математичної моделі для дослідження теплових процесів в гідравлічних гасителях коливань високошвидкісних електропоїздів при підвищеному швидкісному режимі є актуальним науковим завданням.

Для розсіювання теплоти, еквівалентній енергії дисипації, необхідний ефективний тепловідвід в навколишнє середовище від усіх елементів конструкції гасителя коливань. Газы, розчинені в рідині, погіршують її стабільність і, як наслідок, експлуатаційні

характеристики. Особливо помітні температурні впливи в початковий момент роботи гасителя коливань після довгої стоянки електрорухомого складу. Цей перехідний процес характеризується різкою зміною температурного поля всього гасителя коливань, і як наслідок, значними внутрішніми температурними деформаціями і зміною режиму роботи. Особливо сильний вплив при цьому відчувають деталі гасителя коливань, виконані з різномірних матеріалів, так як мають різні коефіцієнти теплопровідності, різні геометричні розміри і масу і, отже, неоднакове в часі лінійне або об'ємне розширення.

Крім того, температурне поле гідравлічного гасителя коливань має несиметричну форму через напрямки зустрічного потоку повітря, що залежить від швидкості руху електровоза, а також від швидкості і напрямку вітру в довільний момент часу. Форму температурного поля в значній мірі може спотворювати сонячна радіація, яка в свою чергу може змінювати напрямок, інтенсивність і кут падіння на поверхню гасителя коливань, а може пропадати зовсім.

До теперішнього часу виконано недостатньо досліджень з вивчення температурних полів з використанням тривимірного рівняння теплопровідності. Точне аналітичне рішення його є достатньо громіздким, тому нами запропонований чисельно-аналітичний метод для інженерних розрахунків, що враховує дані експериментальних досліджень і експлуатації. Даний метод базується на технології граничних елементів із застосуванням кусочно-лінійної апроксимації.

Поставимо задачу математичного моделювання процесу розподілу температурного потоку в гідравлічних гасителях коливань довжиною  $L$  і діаметром  $D$  (рис. 1) з метою визначення температурних полів в залежності від фізико-механічних властивостей робочої рідини, температури наливу ( $T_{нал}$ ), температури навколишнього середовища ( $T_{сер}$ ), швидкості руху електропоїзда (електровоза)  $V$  і висоти наливу. Продукт заливається в гідравлічний гаситель коливань на висоту  $(D-h)$ .

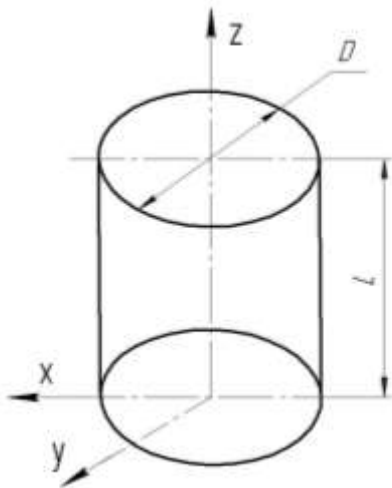


Рисунок 1 - Розрахункова схема для складання математичної моделі тепломеханічних полів, що виникають в гідравлічному гасителі коливань

Для складання диференціальних рівнянь для моделі оцінки закономірностей зміни температурних полів в гідравлічному гасителі коливань скористаємося наступними припущеннями і передумовами:

- гідравлічний гаситель коливань представимо у вигляді вертикально розташованої циліндричної тонкостінної сталеві оболонки діаметром  $D$  і довжиною  $L$ , повністю заповненої однорідною робочою рідиною з початковою температурою  $t_0$  (температура навколишнього середовища) і розташованим всередині суцільного сталевого циліндра діаметром  $d_1$ ;

- оболонка діаметра  $D$  і сталевий циліндр  $d_1$  мають загальну (наведену) масу  $m$ .

- джерело тепла вважаємо точковим і нерухомо розташованим на вертикальній осі

симетрії в точці, що відповідає положенню поршня в гасителі на завантаженому вагоні в стані статичної рівноваги. Тепло визначається як енергія роботи сил тертя: сухого (граничного) - в контактуючих рухомих деталях; в'язкого - при дроселюванні рідини;

- перемішуванням рідини при роботі гасителя коливань нехтуємо (надалі можна врахувати коригуючих коефіцієнтом);

- втрати тепла на випромінювання в навколишній простір, а також вплив сонячної радіації не враховуємо;

- кут  $\varphi$  характеризує зону (циліндричний сектор) обдування зустрічним потоком повітря оболонки гасителя коливань.

Література:

1. Мямлин С.В. Улучшение динамических качеств рельсовых экипажей путем совершенствования характеристик рессорного подвешивания: Дис. д-ра техн. наук: 05.22.07 / Мямлин Сергей Витальевич. – Д. – ДНУЖТ им. В. Лазаряна, 2003. – 455 с.

2. Іщенко В.М., Щербина Ю.В. Підвищення ефективності роботи гідравлічних гасителів коливань пасажирських вагонів на візках типу квз-цнии шляхом конструктивних змін / В.М.Іщенко, Ю.В.Щербина // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, 2017. - № 4 (234). – С. 106 - 110.

## ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТАРЕЛОК ПРОВАЛЬНОГО ТИПА В ПРОИЗВОДСТВЕ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

Закутько В.Ю., Тараненко Г.В. к.т.н., доц.

*Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля*

Целью работы является гидродинамическое моделирование тарелок провального типа, предназначенных для установки в колонне ректификации смеси уксусная кислота - пропионовая кислота.

Ранее было установлено [1]:

– в пределах устойчивой работы тарелок провального типа от минимальной скорости, при которой на тарелке появляется устойчивый барботажный слой, до максимальной скорости газа в сечении колонны, при которой происходит разрушение газожидкостного слоя, существуют три режима работы тарелки провального типа (режим однородного барботажного слоя; режим подвижного газожидкостного слоя и режим разрушения газожидкостного слоя).

– переход от режима однородного барботажного слоя к режиму подвижного газожидкостного слоя происходит в точке бифуркации, когда происходит принципиальное изменение структуры барботажного слоя, и основные его параметры (гидравлическое сопротивление тарелки и высота газожидкостного слоя) в данной точке приобретают определенную амплитуду и частоту.

– переход от режима однородного барботажного слоя к режиму подвижного газожидкостного слоя происходит при высоте газожидкостного слоя  $H \approx 0,1$  м для всех исследованных тарелок и всех соотношений расходов газовой и жидкой фазы в точке бифуркации.

Также делается вывод, что для тарелок провального типа обычного свободного сечения коэффициент масштабного перехода, для колонн диаметром больше 2 м, близок к единице. Т. е. гидродинамические, характеристики таких тарелок близки между собой. Для существующих в промышленности мощностей различных химических производств используются колонны, диаметр которых превышает 2 м. Поэтому для параметрического ряда была выбрана мощность 50000 т/год в производстве уксусной кислоты. В этом случае размер колонны получается меньше 2 м и становится актуальным проведение исследований таких тарелок, используя метод гидродинамического моделирования.

Расчетом было показано, что при линейной скорости пара в процессе ректификации  $w = 1,5$  м/с диаметр ректификационной колонны составил  $D = 1,66$  м; при скорости  $w = 2,0$  м/с соответственно -  $D = 1,44$  м, а при скорости  $w = 2,5$  м/с -  $D = 1,29$  м.

При этом был выбран диаметр колонн из размерного ряда предусмотренного ГОСТ 21944-76,  $D = 1,8$  м,  $1,6$  м,  $1,4$  м.

Проведенный расчет свободного сечения тарелок провального типа, установленных в колоннах ректификации, показал, что для колонны  $D = 1,66$  м свободное сечение тарелок составляет  $f = 0,14$ , рисунок 1.

Свободное сечение тарелок провального типа,  $f$ , рассчитывалось методом последовательных приближений (в соответствии с параметром  $\varepsilon$ ) по методике, предложенной в [2], в зависимости от линейной скорости пара,  $w$ , и диаметра колонны,  $D$ .

Следует ожидать, что гидравлическое сопротивление и высота газожидкостного слоя в колонне с диаметром  $D = 1,66$  м и свободным сечением  $f = 0,14$ , будут близки к этим параметрам на тарелке с диаметром  $D = 0,057$  м и свободным сечением  $f = 0,26$  при скорости пары  $w = 1,5$  м/с.

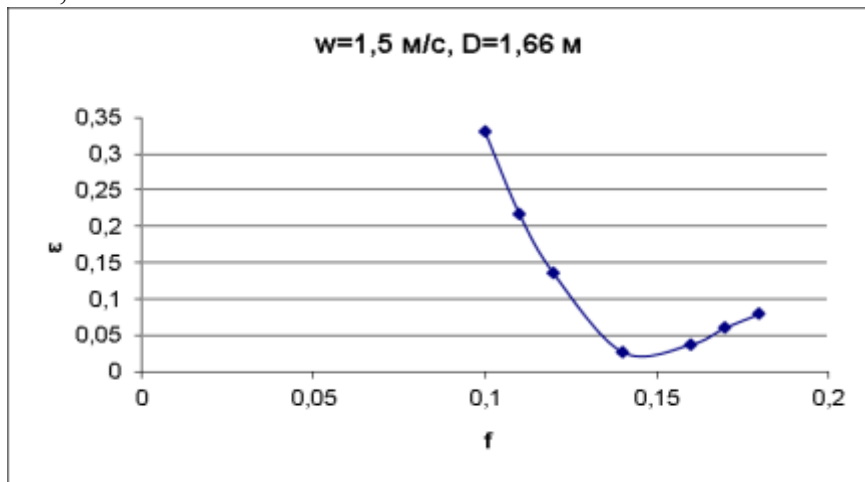


Рис. 1. Расчет свободного сечения тарелок провального типа для  $w = 1,5$  м/с и  $D = 1,66$  м

Было проведено гидродинамическое моделирование промышленных ректификационных колонн с использованием опытной модельной колонны диаметром  $D = 0,057$  м.

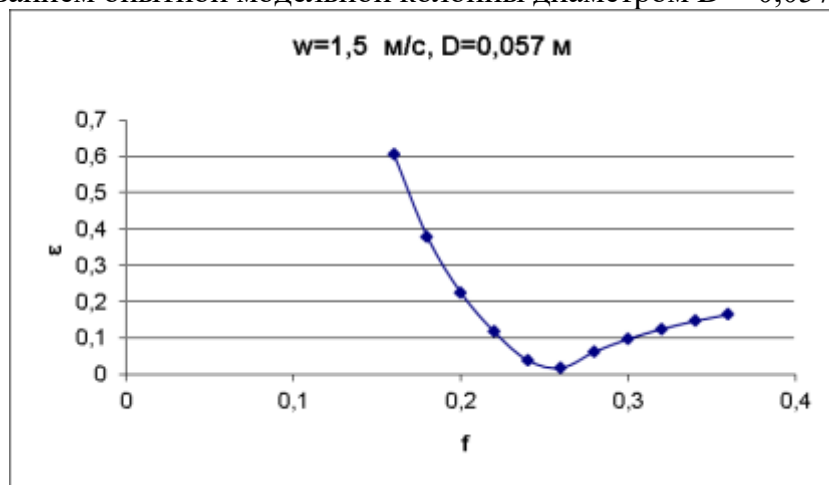


Рис. 2. Расчет свободного сечения тарелок провального типа для  $w = 1,5$  м/с и  $D = 0,057$  м

Из рисунка 2 видно, что для скорости  $w = 1,5$  м/с свободное сечение тарелки составляет  $f = 0,26$ , что соответствует тарелке с обычным свободным сечением. При такой скорости пара модельную колонну с диаметром  $D = 0,057$  м можно использовать для гидродинамического моделирования промышленных тарелок.

Литература

1. Тараненко Г. В. Гидравлические и массообменные характеристики тарелок провального типа с различным диаметром отверстий: монография. - Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2013. – 174 с.
2. Taranenko, G. V. Calculation of the lower operating limit of dual-flow plates with different geometrical characteristics [Text] / G. V. Taranenko // ScienceRise. – 2015. – Vol. 3, Issue 2 (8). – P. 67–73. doi: 10.15587/2313-8416.2015.39195

## НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ. СИСТЕМАТИЗАЦІЯ МАТЕРІАЛА ЗА ГОЛОВНИМИ ПОЗИЦІЙНИМИ ЗАДАЧАМИ

Карпюк Л.В., ст. викладач, Поляков І.А., студент гр. ГМ-17да

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Систематизація викладення навчального матеріалу має величезне значення для засвоєння знань студентами. Чим простіше, розвиваючись від простого до складного, йде побудова дисципліни, тим чіткіше простежується її логіка, і тим якісніше вона засвоюється. Дуже важливий такий підхід при вивченні нарисної геометрії. Адже досягнення основної мети її вивчення - оволодіння методом ортогонального проектування - опирається на образне уявлення дій, які виконуються, тобто уявному просторовому їх моделюванню.

Слід зазначити, що загальноприйнята послідовність викладення нарисної геометрії в початковій стадії вивчення дисципліни такої черговості дотримується. Міркування при цьому проводяться на прикладах простих геометричних образів: точка, пряма, площина. Водночас розглядаються пов'язані з ними метричні і позиційні задачі. Коли ж матеріал дисципліни підходить до поверхонь, то порядок його викладання розмивається. Головним чином це пояснюється досить широкою класифікацією поверхонь, тобто їх геометричною складністю і різноманіттям.

Ще більша плутанина виникає з розглядом матеріалів *Першої головної позиційної задачі* (1ГПЗ) і *Другої головної позиційної задачі* (2ГПЗ). Якщо проаналізувати зміст багатьох базових підручників з дисципліни, що використовуються, то видно, що ці завдання частинами вклинюються в матеріал нарисної геометрії, причому у різних авторів по-різному. А задачі типу 2ГПЗ взагалі викладаються розрізним набором. Такий підхід до цілісності дисципліни розмиває логіку розмірковувань при її викладанні. У вузах причинами такої ситуації є вимоги робочих програм дисциплін на різних спеціальностях.

Виникає задача, як відновити доцільно втрачену логіку структури головних позиційних задач.

Аналіз 1ГПЗ і 2ГПЗ показує, що вони відрізняються одна від одної рівнем кінцевих геометричних образів, отримуваних при вирішенні. Для 1ГПЗ - це «точка», а для 2ГПЗ - «лінія». Крім того, визначені у 2ГПЗ лінії перетину бувають також різними. Вони можуть мати плоску і просторову конфігурацію, мати контури плавних кривих або ж мати форму ламаних ліній, що складаються з відрізків прямих, кривих та їх поєднань.

Проведення такої деталізації ліній перетину по їх формі, за винятком окремих випадків, дозволяє охопити все різноманіття завдань блоку 2ГПЗ наступною класифікацією (Рис. 1).



Рис. 1 - Класифікація задач

Викладання навчального матеріалу з нарисної геометрії у відповідності з цією класифікацією 2ГПЗ дозволить систематизувати виклад, що послужить більш якісному його засвоєнню студентами.

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ З КОЛИВАЛЬНО-ІМПУЛЬСНИМИ ВИХІДНИМИ СИГНАЛАМИ**

Літвінов К. А., к. т. н., доцент

*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля*

Практично всі технологічні процеси, особливо хімічної, енергетичної, нафтопереробної виконуються в апаратах (об'єктах регулювання), на виході котрих формуються вихідні сигнали коливально-імпульсної форми. Амплітуда коливань вихідних параметрів таких об'єктів може складати 50 і більше відсотків від їх номінального значення. Дослідженнями встановлено, що частота коливань вихідних сигналів є різною, а відношення максимальної частоти до мінімальної може змінюватися до 10 і більше разів. Враховуючи, що амплітуда високочастотних коливань є незначною (зменшується зі збільшенням частоти), то можна виділити декілька частот, котрі створюють вихідні сигнали коливально-імпульсної форми. Джерелами таких частот можуть бути: періодична робота регуляторів у системах автоматичного регулювання (САР); зміна витрат, тиску, температури та концентрацій матеріальних і теплових потоків, а також зміна різноманітних впливових факторів. Як показали спостереження за роботою різноманітних технологічних апаратів, одними з основних джерел коливальних змін вихідних сигналів є власне технологічний процес, який протікає в цих апаратах, наприклад, перемішуючі пристрої, конвекційні складові, періодична зміна матеріального балансу тощо. Якщо прийняти, що всі коливання мають синусоїдальну (косинусоїдальну чи змішану) форму, то часткові коливальні сигнали об'єктів регулювання можна класифікувати за такими параметрами: амплітудою, частотою, періодом коливань та початковою фазою. Часткові коливання різних параметрів у технологічному апараті складаються за тим чи іншим законом, створюючи складний коливально-імпульсний вихідний сигнал, як показано на рис. 1.

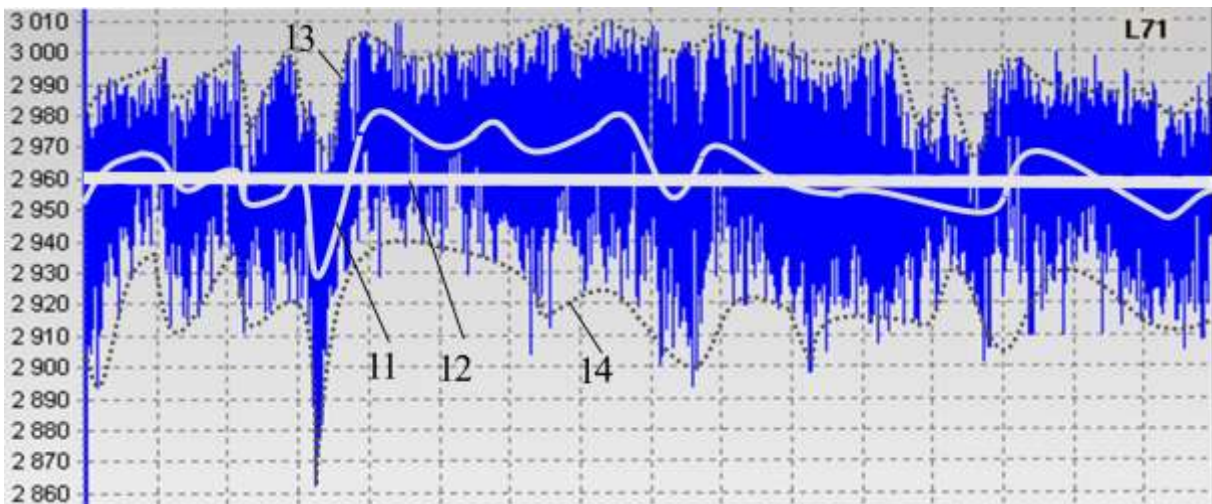


Рис. 1 - Тренд реального часу зміни рівня L71 аміачної селітри в напірному баку 402 тривалістю 8 годин без фільтрації вихідного сигналу

Як вказувалося в [1], технологічні об'єкти управління з коливально-імпульсним характером тренду мають по крайній мірі три джерела, котрі створюють коливання з власною амплітудою та кутовою частотою. До основних таких джерел відносяться регулюючі органи систем автоматичного регулювання та технологічний об'єкт управління.



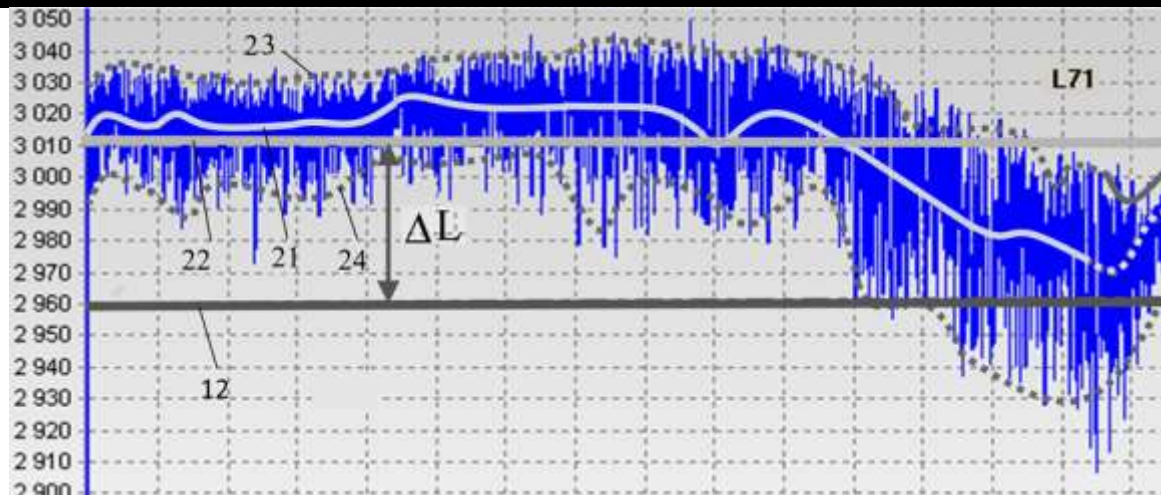


Рис. 2 - Тренд реального часу зміни рівня L71 аміачної селітри в напірному баку 402 тривалістю 8 годин після фільтрації вихідного сигналу

На рис. 1 і 2 показано: 11, 21 – лінії середнього значення рівня за 8 годин, які приймаються за дійсні значення відповідно; 12, 22 – лінії середнього поточного значення рівня, яке розраховується в комп'ютерній системі автоматизації (КСА); 13, 23 – обвідні для максимального відхилення рівня; 14, 24 – обвідні для мінімального відхилення рівня відповідно для вихідного сигналу без фільтрації та з фільтрацією. Порівнюючи рисунки, бачимо, що лінії середніх значень рівня без фільтрації 12 і з фільтрацією 22 є зміщеними на величину  $\Delta L$ . Прийmemo до уваги, що рівень у напірному баку стабілізується САР з ПІ-законом регулювання. А це значить, що систематична похибка вихідного сигналу повинна бути ліквідована інтегральною складовою регулятора. Про наявність таких похибок вимірювання вказували проф. Є. Володарський і Л. Кошева [2]. Подальшою задачею теоретичних та експериментальних досліджень є виявлення причин появи систематичної похибки, їх математичне описання, а також розробка методів зменшення. У [3], вказується, що коливально-імпульсні тренди являють собою сукупність двох і більше частот з різними амплітудами та частотами, котрі зумовлені створенням у САР локальних консервативних динамічних ланок.

#### Література.

1. Стенцель Й. І., Літвінов К. А. Математичні моделі консервативних об'єктів контролю. [Текст] / Й. І. Стенцель, К. А. Літвінов. Науково-виробничий журнал «Метрологія та прилади». №1 (81), 2020. – С. 30-36.
2. Володарський Е., Кошева Л., Добролюбова М. Оцінювання якості багаторічного технологічного процесу при кореляції його параметрів [Текст] / Е. Володарський, Л. Кошева, М. Добролюбова. Науково-виробничий журнал «Метрологія та прилади». №5 (67), 2017. – С. 20-24.
3. Стенцель Й. І. Математичні моделі консервативних систем контролю [Текст] / Й. І. Стенцель, К. А. Літвінов. Науково-виробничий журнал «Метрологія та прилади». №1 (81), 2020. – С. 30-36.

#### МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ СЕПАРАТОРА 120-Г ПРИРОДНОГО ГАЗУ ПРИ АПЕРІОДИЧНІЙ ЗМІНІ ВХІДНОГО МАТЕРІАЛЬНОГО ПОТОКУ

Новгородський О. С., Герасименко О. В., Літвінов К. А., к. т. н., доцент

*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля*

Сепаратори відносяться до технологічних апаратів, котрі призначені для розділення газових потоків від рідкої фази. Як правило вони є вертикальними і мають

циліндричну форму. У верхній частині сепаратора є сепаруючий пристрій, який складається з пакету металевих сіток. Він має наступні геометричні розміри: зовнішній діаметр  $D_{\text{зов}} = 1500$  мм, товщина стінки  $\delta_{\text{ст.}} = 14$  мм, висота апарата  $H = 5100$  мм. Середовище – природний газ. Параметри середовища: робочий тиск 1,7 МПа, робоча температура – від 15,5 до мінус 30°C. Місткість апарату  $V = 6,4$  м<sup>3</sup>. Матеріал: вуглецева сталь. Об'ємна витрата природного газу, котра проходить через сепаратор, складає  $F = 78000$  нм<sup>3</sup>/г, тиск газу  $P = 0,9-1,2$  МПа. Сепаратор має одну вихідну координату – рівень конденсату, котрий підтримується на рівні 70% від висоти апарату. Рівень конденсату стабілізується шляхом виведення його у збірник конденсату. Задача полягає в тому, щоби розрахувати відхилення рівня конденсату в сепараторі від номінального значення при зміні різних впливових параметрах з метою оптимізації системи автоматичного регулювання (САР).

Згідно з теорією балансу швидкостей маси матеріальних потоків сепаратор можна описати наступним нелінійним диференціальним рівнянням

$$\frac{\partial m_1(x, \theta)}{\partial \theta} + D \frac{\partial^2 m_1(x, \theta)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial m_1(x, \theta)}{\partial x} = \tau_2^2 \frac{d^3 m_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 m_2(t)}{dt^2} + \frac{dm_2(t)}{dt}, \quad (1)$$

де  $m_1(x, \theta)$  - маса газорідної суміші (природного газу+волога), яка поступає в сепаратор;  $\theta$  - час перебування газу в зоні конденсації природного газу;  $D$  - коефіцієнт дифузії вологи при її конденсації;  $v_k$  - конвекційна швидкість газу;  $m_2(t)$  - маса конденсату, в сепараторі;  $\tau_1 = V_C / F_G$ ,  $\tau_2 = S_{\text{ст}} / D$  - сталі часу сепаратора;  $t$  - час стоку конденсату.

Згідно з методом нульового градієнта рівняння (1) можна розділити на наступну систему двох диференціальних рівнянь:

$$\frac{\partial m_1(x, \theta)}{\partial \theta} + D \frac{\partial^2 m_1(x, \theta)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial m_1(x, \theta)}{\partial x} = 0; \quad (2)$$

$$\tau_2^2 \frac{d^2 m_2(t)}{dt^2} + \tau_1 \frac{dm_2(t)}{dt} + m_2(t) = k m_1(x, \theta), \quad (3)$$

де  $k$  – коефіцієнт перетворення.

Час перебування  $\theta = x / v_k$ . Тоді  $\partial \theta = (1 / v_k) \partial x$ . Підставивши ці рівняння в (2), при початковій умові  $\theta = 0$   $m_1(x, 0) = m_{10}$  отримуємо наступну систему лінійних диференціальних рівнянь:

$$\frac{D}{2v_k} \frac{\partial m_1(x, \theta)}{\partial x} + m_1(x, \theta) = 0,5 m_{10}; \quad (4)$$

$$\tau_2^2 \frac{d^2 m_2(t)}{dt^2} + \tau_1 \frac{dm_2(t)}{dt} + m_2(t) = k_2 m_1(x, \theta), \quad (5)$$

Таким чином, якщо відношення сталих часу  $\tau_1 / \tau_2 > 2$ , то сумісне рішення системи рівнянь (4) і (5) дає наступну аналітичну модель сепаратора:

$$m_2(t) = k_2 m_1(x, \theta) \left[ 1 - \frac{P_2}{P_2 - P_1} \exp(p_1 t) + \frac{P_1}{P_2 - P_1} \exp(p_2 t) \right], \quad (6)$$

де  $p_{1,2} = -\frac{\tau_1}{2\tau_2^2} \pm \sqrt{\left(\frac{\tau_1}{2\tau_2^2}\right)^2 - \frac{1}{\tau_2^2}}$  - корені характеристичного рівняння.

При початкових умовах, коли  $x = 0$  і  $\theta = 0$   $m_1(0,0) = m_{10}$ . Тоді

$$m_1(x, \theta) = k_1 m_{10} [1 - \exp(-2xv_k / D)]. \quad (7)$$

Прийmemo до уваги, що маса вологи, котра поступає у сепаруючий пристрій сепаратора,  $m_{10} = V_{СП} P_G / RT_G$ , де  $V_{СП}$  - об'єм сепаруючого пристрою;  $P_G$  - тиск газу;  $R$  - універсальна газова стала;  $T_G$  - температура газу. Маса конденсату, яка накопичується в сепараторі  $m_2(t) = L_k S_C \rho_k$ , де  $L_k$  - рівень конденсату в сепараторі;  $S_C$  - поперечний перетин сепаратора;  $\rho_k$  - густина конденсату. Так як сталі часу виходу конденсату  $\tau_1 = V_C / F_G$ ,  $\tau_2 = S_{СП} / D$ , то корені характеристичного рівняння (5) дорівнюють

$$p_{1,2} = -\left(\frac{V_C / F_G}{S_{СП} / D}\right) \pm \sqrt{\left(\frac{V_C / F_G}{S_{СП} / D}\right)^2 - \left(\frac{S_{СП}}{D}\right)^2} \quad (8)$$

Враховуючи сказане, та приймаючи, що  $V_{СП} = xS_{СП}$ , а  $S_{СП} \approx S_C$ , математична модель сепаратора приймає вигляд

$$L_k = k_2 \frac{xP_G}{S_C \rho_k RT_G} \left[ 1 - \frac{P_2}{P_2 - P_1} \exp(p_1 t) + \frac{P_1}{P_2 - P_1} \exp(p_2 t) \right] \quad (9)$$

Конвекційну швидкість газового потоку можна знайти за формулою:  $v_k = F_G / S_{СП}$ . Згідно з рівнянням (5) передавальна функція сепаратора

$$W(s) = \frac{M_2(s)}{M_1(s)} = \frac{m_1(x, \theta)}{\tau_2^2 s^2 + \tau_1 s + 1} = \frac{k_1 m_{10} [1 - \exp(-2xF_G / S_{СП} D)]}{(S_{СП} / D)^2 s^2 + (V_C / F_G) s + 1}. \quad (10)$$

З рівнянь (9) і (10) видно, що до основних впливових параметром можна віднести наступні:  $x$  - товщина сепаруючого пристрою;  $P_G$  - тиск природного газу;  $S_C$  - поперечний перетин сепаратора;  $T_G$  - температура природного газу;  $m_{10}$  - маса вологи в природному газі;  $F_G$  - масова витрата природного газу і  $D$  - коефіцієнт дифузії, котрий залежить від температури газу.

### МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПІДГРІВАЧА 103-В СТАДІЇ СІРКООЧИЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ У ВИРОБНИЦТВІ АМІАКУ

Кліменко О. Г., Степанов Д. А., Літвінов К. А., к. т. н., доцент  
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Підігрівачі відносяться до технологічних апаратів, котрі призначені для нагрівання газових потоків з метою їх подальшого використання. Після компресора 102-І газова суміш під тиском не більшим 4,54 МПа направляється в змійовики вогневого

підігрівача 103-В, де підігрівається до температури  $360 \div 399^\circ\text{C}$  за рахунок спалювання паливного газу в 4-х пальниках. Температура технологічного газу на виході з підігрівача підтримується автоматично регулятором, шляхом зміни витрати паливного газу. Підігрівачем є вертикальний апарат, який складається з радіаційної та конвекційної секцій. Радіаційна секція має циліндричну форму зовнішнім діаметром  $D_{\text{зов}}=4178$  мм, товщиною стінки  $\delta_{\text{ст.}}=6$  мм і висотою  $H=7400$  мм. Усередині вертикально розташований змійовик з труб діаметром  $D_{\text{зов}}=114,4$  мм, товщиною стінки  $\delta_{\text{ст.}}=6$  мм, довжиною  $L_{\text{тр.}}=6400$  мм, кількістю трубок  $n=56$  шт. Площа поверхні нагріву  $F=134,6$  м<sup>2</sup>. Конвекційною секцією є прямокутний апарат шириною 1250 мм, довжиною 4130 мм і висотою 3850 мм. Усередині горизонтально розташований змійовик з оребрених труб діаметром  $D_{\text{зов}}=101,5$  мм, товщиною стінки  $\delta_{\text{ст.}}=6$  мм і довжиною  $L_{\text{тр.}}=3430$  мм. Кількість трубок  $n=56$  шт. Площа поверхні нагріву  $F=607$  м<sup>2</sup>. Матеріал - вуглецева та легована сталі. Задача полягає в розробці математичних моделей підігрівача за температурою газового потоку на його виході з метою підвищення точності регулювання. Згідно з теорією балансу швидкостей зміни температури матеріальних потоків підігрівач можна описати наступним нелінійним диференціальним рівнянням

$$\frac{\partial T_1(x, \theta)}{\partial \theta} + a \frac{\partial^2 T_1(x, \theta)}{\partial x^2} + \frac{F_T}{S_{TP}} \frac{\partial T_1(x, \theta)}{\partial x} = \tau_2^2 \frac{d^3 T_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 T_2(t)}{dt^2} + \frac{dT_2(t)}{dt}, \quad (1)$$

де  $T_1(x, \theta)$  - температура природного газу у підігрівачі за його висотою  $x$  та часом перебування  $\theta$ ;  $a$  - температуропровідність природного газу;  $F_T$  - об'ємна витрата нагрітого газу в конвекційній секції підігрівача;  $S_{TP}$  - площа нагріву трубок;  $T_2(t)$  - температура нагрітого природного газу за час  $t$ .

Так як підігрівач працює за принципом кожухотрубного теплообмінника, то сталі часу  $\tau_1 = \tau' + \tau''$ , а  $\tau_2^2 = \tau' \cdot \tau''$ , де  $\tau' = m_c c_c / \alpha_p S_T$ ;  $\tau'' = m_p c_p / (F_T c_p + \alpha_p S_T)$ ;  $m_c, m_p$  - маса теплопередаючої стінки та нагрівачого газу відповідно;  $c_p$  - теплоємність газу;  $\alpha_p$  - коефіцієнт тепловіддачі стінки до газу;  $F_T$  - об'ємна витрата газу. Згідно з методом нульового градієнта рівняння (1) можна розділити на наступну систему двох диференціальних рівнянь:

$$\frac{\partial T_1(x, \theta)}{\partial \theta} + a \frac{\partial^2 T_1(x, \theta)}{\partial x^2} + \frac{F_T}{S_{TP}} \frac{\partial T_1(x, \theta)}{\partial x} = 0; \quad (2)$$

$$\tau_2^2 \frac{d^3 T_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 T_2(t)}{dt^2} + \frac{dT_2(t)}{dt} = 0. \quad (3)$$

Елементарну довжину  $x$  активної зони підігрівача можна знайти за формулою:  $\partial x = v_k \partial \theta$ , а  $\partial x^2 = v_k^2 \partial \theta^2$ . Підставивши ці залежності в рівняння (2), після інтегрування за відповідними змінними отримуємо наступну систему лінійних диференціальних рівнянь:

$$\frac{S_T^2 a}{F_T^2} \frac{\partial T_1(\theta)}{\partial \theta} + 2T_1(\theta) = k_1 T_{10}; \quad (4)$$

$$\tau_2^2 \frac{d^2 T_2(t)}{dt^2} + \tau_1 \frac{dT_2(t)}{dt} + T_2(t) = k_2 T_1(\theta), \quad (5)$$

Таким чином, якщо відношення сталих часу  $\tau_1/\tau_2 < 2$ , то сумісне рішення системи рівнянь (4) і (5) дає наступну аналітичну модель підігрівача:

$$T_2(t) = k_2 T_1(\theta) \left\{ 1 - \exp(\alpha t) \left[ \cos(\omega t) + \frac{\alpha}{\omega} \sin(\omega t) \right] \right\}, \quad (6)$$

де  $\alpha = -\tau_1/2\tau_2^2$  - ступінь загасання перехідного процесу;  $\omega = \sqrt{(1/\tau_2^2) - (\tau_1/2\tau_2^2)^2}$  - власна частота коливань температури.

При початкових умовах  $\theta = 0$   $T_1(0) = T_{10}$  маємо

$$T_1(\theta) = k_1 T_{10} \left[ 1 - \exp\left(-2\theta \frac{F_T^2}{S_T^2} \frac{1}{a}\right) \right]. \quad (7)$$

Прийmemo до уваги, що коефіцієнт температуропровідності природного газу  $a = \lambda/c_p \rho$ , де  $\lambda$  - коефіцієнт теплопровідності природного газу;  $c_p$  - теплоємність газу;  $\rho$  - густина. Так як для газових сумішей  $\rho = MP/848RT$ , де  $M$  - молекулярна вага одиниці об'єму газу;  $P$  - тиск;  $R$  - універсальна газова стала;  $T$  - температура газу, то з врахуванням цих рівнянь для зміни температури природного газу в підігрівачі маємо

$$T_1(\theta) = k_1 T_{10} \left[ 1 - \exp\left(-\frac{2\theta c_p MP}{848\lambda RT} \frac{F_T^2}{S_T^2}\right) \right]. \quad (8)$$

Час перебування природного газу у підігрівачі можна визначити за формулою:  $\theta = V/F_T$ , де  $V$  - об'єм конвекційної частини підігрівача;  $F_T$  - об'ємна витрата природного газу. Розкладемо рівняння (8) в ряд Тейлора та обмежимося його першим членом. Підставивши його в рівняння (6), отримуємо математичну модель підігрівача в такому вигляді

$$T_2(\theta) = k_1 T_{10} \frac{2Vc_p MP}{848\lambda RT F_T} \frac{F_T^2}{S_T^2} \left\{ 1 - \exp(\alpha t) \left[ \cos(\omega t) + \frac{\alpha}{\omega} \sin(\omega t) \right] \right\}. \quad (9)$$

З рівняння (9) видно, що до основних впливових параметрів підігрівача можна віднести об'ємну витрату, тиск, температуру природного газу, а також температура  $T_{10}$  димових газів у конвекційній частині нагрівача.

## МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПОВІТРЯНОГО ХОЛОДИЛЬНИКА 191-С КОМПРЕСОРА 102-Ж У ВИРОБНИЦТВІ АМІАКУ

Кукота А., Стенцель Й. І. д.т.н., професор

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Повітряні холодильники широко використовуються в різних галузях народного господарства, у тому числі в хімічній промисловості У виробництві синтетичного аміаку повітряні холодильники використовуються для охолодження нагрітих газових

потоків при їх нагнітанні, абсорбції вуглекислого газу з конвертованої газової суміші, охолодженні аміачно-газової суміші з метою конденсації аміаку тощо. Для міжступінчатого охолодження природного газу нагнітального компресора використовується одноелементний холодильник з повітряним охолодженням. Номінальна потужність електродвигуна  $N = 25$  кВА (22 кВт), кутова частота  $\omega = 24,3$  с<sup>-1</sup> ( $n = 1460$  об/хв). Трубочатка виконана з оребрених труб зовнішнім діаметром  $D_{\text{зов.}} = 25,4$  мм, товщина стінки  $\delta_{\text{ст.}} = 2,41$  мм, довжина трубок  $L = 12192$  мм, кількість трубок  $n = 90$  шт. Площа поверхні теплообміну  $F = 1853$  м<sup>2</sup>. Середовище трубного простору – природний газ. Параметри середовища: робочий тиск 2,21 МПа; робоча температура на вході 129,2°C, на виході 51°C. Матеріал – вуглецева сталь. Задача полягає в розробці математичних моделей повітряного холодильника за температурою газового потоку на його виході з метою підвищення ефективності його роботи. Згідно з теорією балансу швидкостей зміни температури матеріальних потоків підігрівач можна описати наступним нелінійним диференціальним рівнянням

$$\frac{\partial T_1(x, \theta)}{\partial \theta} + a \frac{\partial^2 T_1(x, \theta)}{\partial x^2} + \frac{F_{\Pi}}{S_{TP}} \frac{\partial T_1(x, \theta)}{\partial x} = \tau_2^2 \frac{d^3 T_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 T_2(t)}{dt^2} + \frac{dT_2(t)}{dt}, \quad (1)$$

де  $T_1(x, \theta)$  - температура природного газу на вході повітряного холодильника за його висотою  $x$  та часом перебування  $\theta$ ;  $a$  - температуропровідність природного газу;  $F_{\Pi}$  - об'ємна витрата газу на вході в холодильник;  $S_{TP}$  - площа поперечного перетину трубки;  $T_2(t)$  - температура охолодженого природного газу за час  $t$ .

Так як холодильник працює за принципом кожухотрубного теплообмінника, то сталі часу  $\tau_1 = \tau' + \tau''$ , а  $\tau_2^2 = \tau' \cdot \tau''$ , де  $\tau' = m_c c_c / \alpha_p S_T$ ;  $\tau'' = m_p c_p / (F_r c_p + \alpha_p S_T)$ ;  $m_c, m_p$  - маса теплопередаючої стінки та охолоджуваного газу відповідно;  $c_p$  – теплоємність газу;  $\alpha_p$  - коефіцієнт тепловіддачі стінки трубки до газу;  $F_r$  - об'ємна витрата газу. Згідно з методом нульового градієнта рівняння (1) можна розділити на наступну систему двох диференціальних рівнянь:

$$\frac{\partial T_1(x, \theta)}{\partial \theta} + a \frac{\partial^2 T_1(x, \theta)}{\partial x^2} + \frac{F_{\Pi}}{S_{TP}} \frac{\partial T_1(x, \theta)}{\partial x} = 0; \quad (2)$$

$$\tau_2^2 \frac{d^3 T_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 T_2(t)}{dt^2} + \frac{dT_2(t)}{dt} = 0. \quad (3)$$

Елементарну довжину  $x$  активної зони підігрівача можна знайти за формулою:  $\partial x = v_k \partial \theta$ , а  $\partial x^2 = v_k^2 \partial \theta^2$ . Підставивши ці залежності в рівняння (2), після інтегрування за відповідними змінними отримуємо наступну систему лінійних диференціальних рівнянь:

$$\tau_0 \frac{\partial T_1(\theta)}{\partial \theta} + T_1(\theta) = k_1 T_{10}; \quad (4)$$

$$\tau_2^2 \frac{d^2 T_2(t)}{dt^2} + \tau_1 \frac{dT_2(t)}{dt} + T_2(t) = k_2 T_1(\theta), \quad (5)$$

де  $\tau_0 = \frac{aS_{TP}}{v_k(v_k S_{TP} + F_{II})}$  - стала часу перенесення теплової енергії від нагрітих трубок до охолоджуючого повітря.

Після інтегрування рівняння (4) за часом  $\theta$  при відповідних початкових умовах отримуємо математичну модель для охолодження поверхні трубки потоком повітря:

$$T_1(\theta) = k_1 T_{10} \exp(-\theta / \tau_0), \quad (7)$$

де  $k_1$  - коефіцієнт передачі;  $T_{10}$  - температура нагріву зовнішньої поверхні трубки природним газом.

Рішенням рівняння (5) з врахуванням (7) при умові, що  $\tau_1 / \tau_2 = 2$ , буде наступним

$$T_2(t) = k_0 T_{10} \left(1 + \frac{t}{\tau_1}\right) \exp\left\{-\frac{t}{\tau_2} \left[1 + \left(\frac{\tau_2}{\tau_0}\right) \left(\frac{\theta}{t}\right)\right]\right\}, \quad (8)$$

де  $k_0 = k_1 k_2$  - коефіцієнт перетворення.

Так як  $\theta = \frac{V_{TP}}{F_G}$ ,  $\tau_0 = \frac{aS_{TP}}{v_k(v_k S_{TP} + F_{II})}$ ,  $\tau_1 = \frac{m_c c_c}{\alpha_p S_T} \left[1 + \frac{m_p}{m_c} \frac{\alpha_p S_{TP}}{(F_G c_p + \alpha_p S_{TP})}\right]$  і  $\tau_2 = \frac{m_p m_c c_c^2}{\alpha_p S_T (F_G c_p + \alpha_p S_{TP})}$ , то математична модель процесу охолодження природного газу приводиться до наступної форми

$$T_2(t) = k_0 T_{10} \left(1 + t \frac{\alpha_p S_{TP} (F_G c_p + \alpha_p S_{TP})}{c_c [m_c F_G c_p + (m_c + m_G) \alpha_p S_{TP}]}\right) * \exp\left\{-t \sqrt{\frac{\alpha_p S_{TP} (F_G c_p + \alpha_p S_{TP})}{m_G m_c c_c^2}} \left[1 + \left(\frac{v_k (v_k S_{TP} + F_{II}) \sqrt{m_G m_c c_c^2}}{aS_{TP} \sqrt{\alpha_p S_{TP} (F_G c_p + \alpha_p S_{TP})}}\right) \left(\frac{V_{TP}}{t F_G}\right)\right]\right\}. \quad (9)$$

Аналіз рівняння (9) показує, що до найбільш впливових параметрів повітряного холодильника відносяться: початкова температура  $T_{10}$  природного газу; витрата  $F_G$  нагрітого природного газу; маса  $m_G$  природного газу; конвекційна швидкість  $v_k$  повітря; об'ємна витрата  $F_{II}$  повітря, яка подається на холодильник і коефіцієнт температуропровідності  $a$  охолоджуючого повітря.

## МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ РЕАКТОРА ГІДРОСІРКООЧИЩЕННЯ 101-Д У ВИРОБНИЦТВІ АМІАКУ

Бригида Р., Стенцель Й. І. д.т.н., професор

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Підігріта до 360÷399°C газова суміш подається в реактор гідрування сірнистих з'єднань природного газу 101-D, заповнений 34 м<sup>3</sup> алюмокобальтмолібденовим каталізатором. Реактор являє собою вертикальний циліндричний зварний апарат. Розміри реактора: зовнішній діаметр  $D_{зов.} = 2300$  мм, товщина стінки  $\delta_{ст.} = 70$  мм, висота  $H = 13613$  мм. Каталізатор розміщений у реакторі в два шари: нижній шар, висотою

4170 мм, укладений на сітку з нержавіючої сталі та шар мулитових кульок; верхній шар, висотою 4140 мм, укладений на сітку з нержавіючої сталі та решітку. Об'єм каталізатора  $V=34$  м<sup>3</sup>. Середовище – природний газ і водень. Параметри середовища: робочий тиск 4,31 МПа, робоча температура 382°C. Місткість апарату  $V=45,6$  м<sup>3</sup>. Матеріал – легована сталь. У реакторі сіркомісткі сполуки з'єднуються з воднем, який подається з азотоводневою сумішшю. У результаті створюється сірководень  $H_2S$ , котрий у подальшому практично повністю виводиться з природного газу. Процес гідрування сполучень сірки проходить при тиску 4,3 МПа і температурі 360-399°C. Об'ємна витрата газової суміші (природний газ + 7500 м<sup>3</sup>/год азотоводневої суміші), яка подається в реактор, складає 28000-42500 м<sup>3</sup>/год. Задачею є вивчення процесів, котрі протікають у реакторі.

Згідно з теорією реологічних перетворень процес хімічного перетворення сіркомістких сполук у сірководень можна описати наступним диференціальним рівнянням

$$\frac{\partial Q_1(x, \theta)}{\partial \theta} + D \frac{\partial^2 Q_1(x, \theta)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial Q_1(x, \theta)}{\partial x} = -k_Q \left( \tau_2^2 \frac{d^3 Q_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 Q_2(t)}{dt^2} + \frac{dQ_2(t)}{dt} \right), \quad (1)$$

де  $Q_1(x, \theta)$  - розподілення концентрації сіркомістких сполук за висотою  $x$  реактора та часом  $\theta$  перебування в реакторі;  $D$  - коефіцієнт дифузії молекул сіркомістких сполук;  $\tau_1, \tau_2$  - сталі часу хімічного перетворення;  $v_k$  - конвекційна складова швидкості руху газового потоку;  $Q_2(t)$  - концентрація сірководню у газовій суміші на виході реактора;  $k_Q$  - коефіцієнт перетворення.

На підставі методу нульового градієнта нелінійне диференціальне рівняння (1) можна подати системою наступних рівнянь:

$$\frac{\partial Q_1(x, \theta)}{\partial \theta} + D \frac{\partial^2 Q_1(x, \theta)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial Q_1(x, \theta)}{\partial x} = 0; \quad (2)$$

$$\tau_2^2 \frac{d^3 Q_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 Q_2(t)}{dt^2} + \frac{dQ_2(t)}{dt} = 0. \quad (3)$$

Якщо реакційний процес проходить за поршневою моделлю, то прийнявши, що час

$\partial \theta = \partial x / v_k$ , рівняння (2) набуває такий вигляд

$$H_k \frac{\partial Q_1(x)}{\partial x} + Q_1(x) = Q_{10}, \quad (4)$$

де  $H_k = D / 2v_k$  - висота шару каталізатора.

Інтегруючи рівняння (3) за часом  $t$ , при нульових початкових умовах маємо

$$\tau_2^2 \frac{d^2 Q_2(t)}{dt^2} + \tau_1 \frac{dQ_2(t)}{dt} + Q_2(t) = k_2 Q_1(x). \quad (5)$$

При нульових початкових умовах рішенням рівнянь (4) і (5) відповідно будуть:

$$Q_1(x) = Q_{10} \exp(-x/H). \quad (6)$$

$$Q_2(t) = k_2 Q_1(x) \left[ 1 - \frac{p_2}{p_2 - p_1} \exp(-p_1 t) + \frac{p_1}{p_2 - p_1} \exp(-p_2 t) \right], \quad (7)$$

де  $p_{1,2} = -\frac{\tau_1}{2\tau_2^2} \pm \sqrt{\left(\frac{\tau_1}{2\tau_2^2}\right)^2 - \frac{1}{\tau_2^2}}$  - корені характеристичного рівняння.



$$\text{Сталі часу} \quad \tau_1 = \tau' + \tau'' = \frac{1}{K_p \exp(-E/RT_0)} + \frac{\rho_p V_0 c_p}{\alpha S_p}, \quad \text{а}$$

$$\tau_2^2 = \tau' \tau'' = \frac{\rho_p V_0 c_p}{\alpha S K_p \exp(-E/RT_0)}, \quad \text{де } K_p - \text{ передекспоненційна стала; } E - \text{ енергія}$$

активації реакції;  $R$  – універсальна газова стала;  $T_0$  – абсолютна температура;  $\rho_p, c_p$  – густина та теплоємність газу;  $V_0$  – об'єм каталізатора;  $\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі;  $S_p$  – площа поперечного перетину каталізатора.

Як показано в [1], товщина шару каталізатора, на котрому проходить повне перетворення сіркомістких сполук, визначається за формулою

$$x = \sqrt{2Q_s D \theta / \beta}, \quad (8)$$

де  $Q_1$  – масова концентрація сіркомістких сполук у природному газі;  $D$  – ефективний коефіцієнт дифузії;  $t$  – час перетворення сіркомістких сполук у сірководень (час перебування);  $\beta$  – масова концентрація водню в одиниці об'єму природного газу, яка потрібна для повного перетворення сіркомістких сполук.

Так як масова концентрація  $Q_s = m_s / F_r \theta$ , то рівняння (8) приводиться до наступного вигляду

$$x = \sqrt{2m_s D / \beta F_r}, \quad (9)$$

Підставивши (9) у рівняння (6), а останнє в (7) отримуємо математичну модель реактора в такій формі

$$Q_2(t) = k_2 Q_{10} \exp\left(-\frac{\sqrt{2m_s D / \beta F_r}}{H}\right) \left[ 1 - \frac{P_2}{P_2 - P_1} \exp(p_1 t) + \frac{P_1}{P_2 - P_1} \exp(p_2 t) \right]. \quad (10)$$

Аналіз рівняння (10) показує, що концентрація сірководню у газовій суміші на виході реактора у статичному режимі роботи залежить від маси сіркомістких з'єднань  $m_s$ , концентрації водню  $\beta$  у газовій суміші та її масової витрати  $F_r$ . Усталене значення перехідних процесів при зміні впливових параметрів у першому наближенні є квадратичною функцією та описується наступним рівнянням

$$Q_2(t) \approx k_2 Q_{10} \sqrt{2m_s D / \beta F_r} H^2. \quad (11)$$

При цьому потрібно відмітити, що залежність концентрації сірководню від зміни цих параметрів є нелінійною, що накладає відповідні умови на вибір дозволеного діапазону їх зміни та роботи систем автоматичного регулювання.

Література

1. Стенцель Й. І. Фотоколориметричні газоаналізатори. Монографія. Київ: УМК ВО. – 1992. – 120 с.

## МЕТОДИ ОБРОБКИ КРИВИХ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ АПЕРІОДИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ

Радченко Р., Стенцель Й. І. д.т.н., професор

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Розробка математичних моделей може бути виконана як експериментальними, так і теоретичними методами. Теоретичний метод передбачає відповідну обробку кривих, отриманих в результаті їх розрахунку на комп'ютері при зміні різних впливових параметрів. Як правило, це є залежності вихідних координат (концентрація, температура, тиск і рівень) від зміни вхідних, якими є енергетичні чи матеріальні витрати. Для більшості технологічних процесів вихідними координатами є концентрації, температура, тиск, а для рідинних середовищ ще й рівень. Окрім того

можуть бути інші координати, як густина речовини, в'язкість тощо. Вихідні координати технологічних об'єктів управління (ТОУ) позначимо у відносній формі  $y_i(t)$ , де  $t$  – поточний час перехідного процесу, вхідні координати  $x_j$  і впливові  $z_k$ . Тоді перехідний процес у загальному випадку описується такою формулою  $y_i(t) = f_1(z_k, \theta) f_2(x_j, z_r, t)$ , де  $f_1(z_k, \theta)$  – функція, котра описує поведінку вхідної координати в залежності від зміни впливових параметрів  $z_k$  і часу  $\theta$  перебування;  $f_2(x_j, z_r, t)$  – функція, котра описує процес створення нового матеріального потоку, за часом  $t$ . У загальному випадку, наприклад, для газового реактора сіркоочищення у виробництві аміаку математична модель має вигляд

$$Q_2(t) = \left[ k_2 Q_{10} \exp\left(-\frac{\sqrt{2m_s D / \beta F_r}}{H}\right) \right] * \left[ 1 - \frac{p_2}{p_2 - p_1} \exp(p_1 t) + \frac{p_1}{p_2 - p_1} \exp(p_2 t) \right], \quad (1)$$

де  $Q_2(t)$  – поточна зміна концентрації сірководню на виході реактора за час  $t$ ;  $k_2$  – коефіцієнт перетворення;  $Q_{10}$  – максимальна концентрація сіркомістких сполук у вхідному потоці газу;  $m_s$  – маса сіркомістких сполук у газовій суміші;  $D$  – ефективний коефіцієнт дифузії;  $\beta$  – масова концентрація водню в газі;  $F_r$  – об'ємна витрата

газової суміші через реактор;  $p_{1,2} = -\left(\frac{\tau_1}{2\tau_2^2}\right) \pm \sqrt{\left(\frac{\tau_1}{2\tau_2^2}\right)^2 - \left(\frac{1}{2\tau_2^2}\right)}$  – корені

характеристичного рівняння  $\tau_1 = \frac{1}{K_p \exp(-E/RT_0)} + \frac{MPV_0 c_p}{\alpha S_p RT_0}$ ;

$\tau_2^2 = \frac{MPV_0 c_p}{\alpha S_p K_p RT_0 \exp(-E/RT_0)}$  – сталі часу хімічного перетворення;  $K_p$  –

передекспоненціальний коефіцієнт;  $E$  – енергія активації;  $R$  – універсальна газова стала;  $T_0$  – абсолютна температура;  $M$  – молекулярна маса газу;  $P$  – тиск газу;  $V_0$  – об'єм каталізатора;  $c_p$  – питома теплоємність газу;  $\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі;  $S_p$  – площа поперечного перетину каталізатора.

Перший множник у рівнянні (1) характеризує вплив параметрів вхідного матеріального потоку (витрати, температури, тиску, його складу тощо) на вихідну координату. Другий множник у квадратних дужках характеризує зміну перехідних процесів ТОУ при зміні вхідної координати. До основних параметрів перехідних процесів ТОУ, котрі описуються рівняннями типу (1), відносяться: відхилення  $\Delta y_i$  вихідного сигналу від номінального значення при  $t \rightarrow \infty$ , усереднена стала перехідного процесу і час виходу перехідного процесу на усталене значення. На рис. 1 наведені результати досліджень кривих перехідних процесів при зміні температури  $T$  реакції для різних значень маси  $m_s$  сіркомістких сполук.

Так як перехідні процеси мають  $S$ -подібну форму, то на кривих визначаються точки  $a1, \dots, a5$ , у котрих швидкість руху ТОУ є максимальною, і проводяться дотичні, як показано на рис. 1, за якими визначаються усереднені сталі часу  $\tau 1, \dots, \tau 5$ . Зміну відхилень усталеного значення сигналу  $y(t)$  визначається при збільшенні та зменшенні маси сіркомістких сполук. За визначеними даними будуються відповідні залежності:  $y(t) = f(y_i)$ ,  $y(t) = f(\tau_i)$  і  $y(t) = f(\theta_i)$ , де  $i$  – кількість кривих перехідних процесів. Результати досліджень приведені на рис. 2 – рис. 4. З рис. 2 і рис. 3 видно, що зміна маси сіркомістких сполук, а також відхилення усереднених сталих часу у дозволеному діапазоні їх зміни мало впливатимуть на роботу систем автоматичного регулювання (САР).

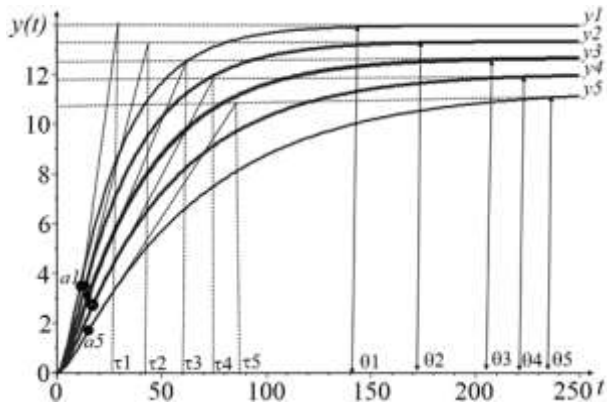


Рис. 1 - Перехідні процеси ТОУ при зміні температури реакції та різних значеннях маси сіркомістких сполук

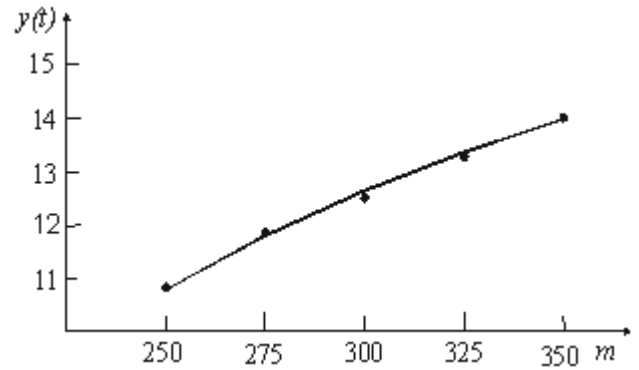


Рис. 2 - Графік залежності вихідної координати ТОУ від зміни маси сіркомістких сполук

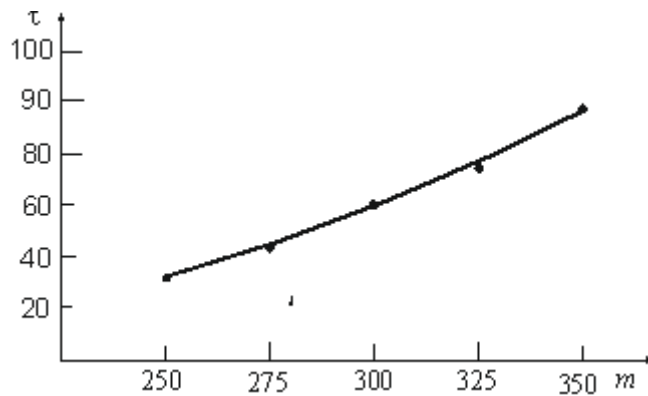


Рис. 3 - Графік залежності усереднених сталих часу перехідних процесів від зміни маси сіркомістких сполук

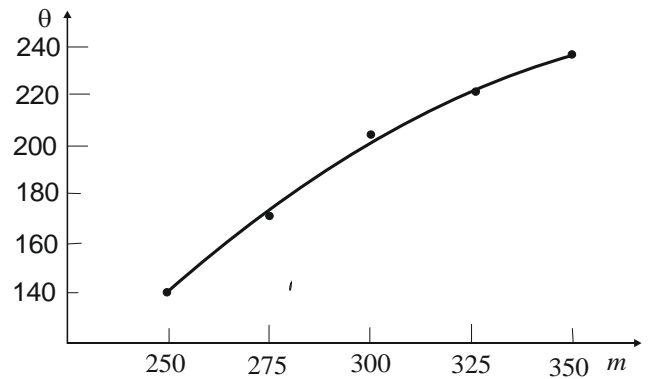


Рис. 4 - Графік залежності часу перебування сіркомістких сполук від зміни їх маси

Так як зміна часу перебування  $\theta$  сіркомістких сполук, який залежить від товщини шару каталізатора та його активності, є нелінійною функцією від зміни їх маси, то це впливатиме на роботу САР, а саме, викликати нестійку роботу реактора, збільшення концентрації сіркомістких сполук у газовому потоці на виході реактора, а також додаткову похибку регулювання.

## МЕТОДИ ОБРОБКИ КРИВИХ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ КОЛИВАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ

Бондарчук Д., Стенцель Й. І. д.т.н., професор

*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля*

Колівальними можуть бути практично всі технологічні об'єкти управління (ТОУ), котрі мають дві та більше вихідних координат, особливо котрі взаємопов'язані між собою. Наприклад, газовий реактор характеризується трьома основними вихідними координатами: концентрацією  $Q_2(t)$  цільового компонента на виході газового потоку, температурою реакції  $T_p(t)$  і тиском газової суміші  $P(t)$ , де  $t$  – поточний час зміни тої чи іншої вихідної координати, якщо має місце відхилення відповідних вхідних координат. Підігріта до відповідної температури газова суміш поступає в реактор, який заповнений тим чи іншим каталізатором. Математична

модель за концентрацією цільового компонента у газовій суміші на виході реактора може бути описана наступним нелінійним диференціальним рівнянням

$$\frac{\partial Q_1(\theta, x)}{\partial \theta} + D \frac{\partial^2 Q_1(\theta, x)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial Q_1(\theta, x)}{\partial x} = \tau_2^2 \frac{\partial^3 Q_2(t)}{\partial t^3} + \tau_1 \frac{\partial^2 Q_1(t)}{\partial t^2} + \frac{\partial Q_1(t)}{\partial t}, \quad (1)$$

де  $\tau_0 = SH / F_r$  - стала часу переміщення газової суміші в реакторі;  $S$  - площа поперечного перетину реактора;  $H$  - активна висота реактора;  $F_r$  - об'ємна витрата газової суміші на вході в реактор;  $x$  - поточна товщина накопичення цільового компонента в шарах каталізатора;  $Q_1(\theta, x)$  - концентрація цільового компонента у газовій суміші за лінійною координатою  $x$  та часом перебування  $\theta$ ;  $D$  - ефективний коефіцієнт дифузії;  $v_k$  - конвекційна швидкість руху молекул активної складової газової суміші в шарах каталізатора;  $\tau_1, \tau_2$  - сталі часу процесу перетворення активної сполуки в реакторі;  $Q_1(t)$  - залишкова концентрація активної сполуки у газовій суміші на виході з реактора.

Згідно з методом нульового градієнта рівняння (1) можна перетворити у наступну системи диференціальних рівнянь:

$$\frac{\partial Q_1(\theta, x)}{\partial \theta} + D \frac{\partial^2 Q_1(\theta, x)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial Q_1(\theta, x)}{\partial x} = 0; \quad (2)$$

$$\tau_2^2 \frac{d^3 Q_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 Q_2(t)}{dt^2} + \frac{dQ_2(t)}{dt} = Q_1(\theta, x). \quad (3)$$

Рішенням системи рівнянь (2) і (3) при відповідних краєвих умовах буде

$$Q_2(t) = k_2 Q_{10} \left[ \exp\left(-\frac{\sqrt{2M_s D / \beta F_r}}{H}\right) \right] * \left\{ 1 - \exp(\alpha t) \left[ \sin(\omega t) + \frac{\alpha}{\omega} \cos(\omega t) \right] \right\}, \quad (4)$$

де  $k_2$  - коефіцієнт перетворення;  $Q_{10}$  - концентрація цільового компонента в газовій суміші на вході в реактор;  $M_s$  - молекулярна маса газової суміші;  $D$  - ефективний коефіцієнт дифузії;  $\beta$  - масова концентрація реагуючого компонента в газі;  $\alpha = \tau_1 / 2\tau_2^2$  - ступінь загасання перехідного потоку;  $\omega = \sqrt{1/\tau_2^2 - (\tau_1 / 2\tau_2^2)}$  - кутова частота

коливального перехідного процесу;  $\tau_1 = \frac{1}{K_p \exp(-E / RT_0)} + \frac{M_s P V_0 c_p}{\alpha S_p R T_0}$ ;

$\tau_2^2 = \frac{M_s P V_0 c_p}{\alpha S_p K_p R T_0 \exp(-E / RT_0)}$  - сталі часу хімічного перетворення;  $K_p$  -

передекспоненціальний коефіцієнт;  $E$  - енергія активації;  $R$  - універсальна газова стала;  $T_0$  - абсолютна температура;  $M_s$  - молекулярна маса газу;  $P$  - тиск газу;  $V_0$  - об'єм каталізатора;  $c_p$  - питома теплоємність газу;  $\alpha$  - коефіцієнт тепловіддачі;  $S_p$  - площа поперечного перетину каталізатора.

До основних параметрів перехідних процесів ТОУ, котрі описуються рівняннями типу (1), відносяться: відхилення  $\Delta u_i$  вихідного сигналу від номінального значення при  $t \rightarrow \infty$ , перерегулювання, усереднена стала перехідного процесу і час виходу перехідного процесу на усталене значення. На рис. 1 наведені результати

досліджень кривих перехідних процесів при зміні температури  $T$  реакції для різних значень маси  $m_s$  сіркомістких сполук.

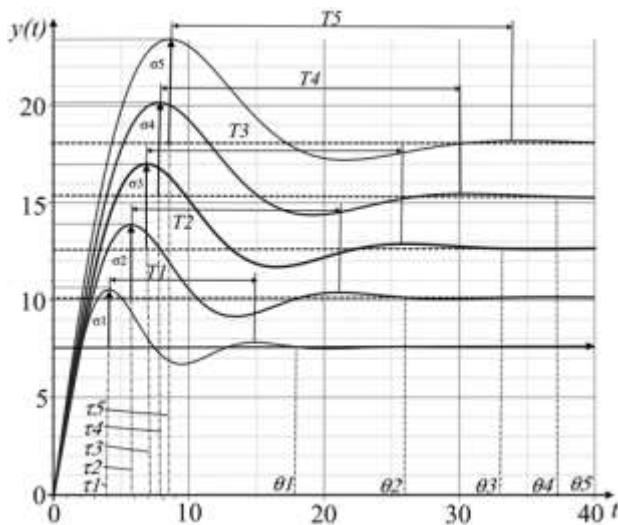


Рис. 1 - Перехідні процеси ТОУ при зміні температури реакції та різних значеннях маси реагуючого компоненту у газі

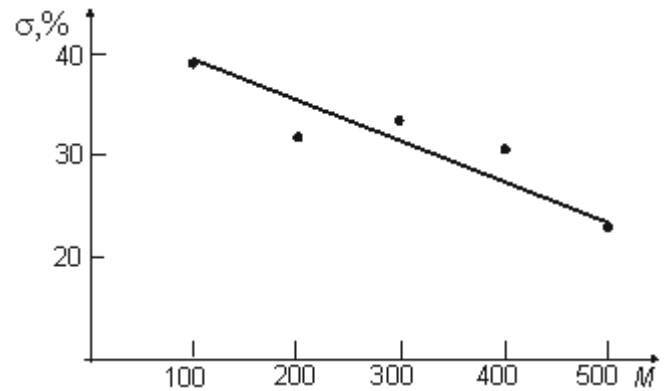


Рис. 2 – Графік залежності перерегулювання перехідного процесу від зміни маси реагуючого компоненту

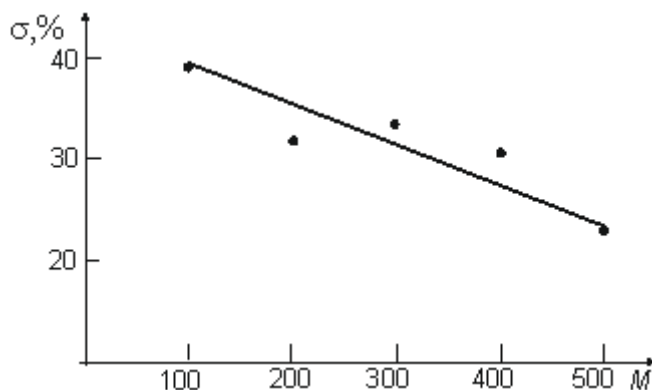


Рис. 3 – Графік залежності величини вихідного параметра від зміни маси реагуючого компоненту

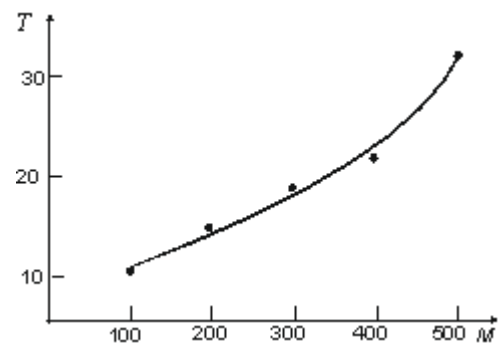


Рис. 4 – Графік залежності періоду коливань від зміни маси реагуючого компоненту

Результати теоретичних досліджень коливальних перехідних процесів приведені на рис. 2 – рис. 4, на котрих відповідно приведені основні залежності коливальних об'єктів управління.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ КОТРИ ПРАЦЮЮТЬ ЗА ПРИНЦИПОМ ІДЕАЛЬНОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ

Амрахов М. Ф-огли, Стенцель Й. І. д.т.н., професор

Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Технологічні об'єкти управління (ТОУ) з наближеним до ідеального перемішуванням матеріальних потоків достатньо часто використовуються як у хімічній, так і в інших галузях промисловості. Для таких ТОУ характерним є те, що швидкість уведення речовин у технологічний апарат практично не залежить від розподілення її за основною просторовою координатою (у більшості випадків за висотою апарату). Математична модель реактора може бути описана наступним нелінійним диференціальним рівнянням

$$\frac{\partial Q_1(\theta, x)}{\partial \theta} + D \frac{\partial^2 Q_1(\theta, x)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial Q_1(\theta, x)}{\partial x} = \tau_2^2 \frac{d^3 Q_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 Q_2(t)}{dt^2} + \frac{dQ_2(t)}{dt}, \quad (1)$$

де  $Q_1(\theta, x)$  - концентрація реакційного компонента за лінійною координатою  $x$  та часом перебування  $\theta$ ;  $D$  - ефективний коефіцієнт дифузії;  $v_k$  - конвекційна швидкість реакційного компонента в шарах каталізатора;  $\tau_1, \tau_2$  - сталі часу процесу перетворення;  $Q_2(t)$  - залишкова концентрація на виході з реактора.

Згідно з методом нульового градієнта рівняння (1) можна перетворити у наступну системи диференціальних рівнянь:

$$\frac{\partial Q_1(\theta, x)}{\partial \theta} + D \frac{\partial^2 Q_1(\theta, x)}{\partial x^2} + v_k \frac{\partial Q_1(\theta, x)}{\partial x} = 0; \quad (2)$$

$$\tau_2^2 \frac{d^3 Q_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 Q_2(t)}{dt^2} + \frac{dQ_2(t)}{dt} = 0. \quad (3)$$

Для зміни просторової координати запишемо наступні рівняння:  $\partial x = v_p \partial \theta$  і  $\partial x^2 = v_p^2 \partial \theta^2$ , де  $v_p$  - швидкість руху реакційної маси вздовж напрямку  $x$ . Після підстановки цих рівнянь у (2) та інтегрування при відповідних початкових умовах отримуємо

$$\tau_p \frac{\partial Q_1(\theta)}{\partial \theta} + Q_1(\theta) = k_1 Q_{10}, \quad (4)$$

де  $\tau_p = v_p D / v_k^2 (v_p + v)$  - стала часу руху реакційної маси;  $k_1$  - коефіцієнт перенесення;  $Q_{10}$  - початкове значення цільового компонента.

Враховуючи, що процеси уведення реакційної маси і стоку протікають одночасно, то, приймаючи, що  $\theta = t$ , маємо таку систему диференціальних рівнянь:

$$\tau_p \frac{\partial Q_1(t)}{\partial t} + Q_1(t) = k_1 Q_{10}; \quad (5)$$

$$\tau_2^2 \frac{\partial^2 Q_2(t)}{\partial t^2} + \tau_1 \frac{\partial Q_2(t)}{\partial t} + Q_2(t) = k_2 Q_1(t). \quad (6)$$

Після інтегрування системи рівнянь (5) і (6) при відповідних краєвих умовах та  $\tau_1 / \tau_2 = 2$  отримуємо аналітичну модель технологічного процесу в такій формі

$$Q_2(t) = k_0 \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_p}\right) \right] \left[ 1 - \left(1 + \frac{t}{\tau_1}\right) \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right) \right]. \quad (7)$$

Для газового реактора сталі часу  $\tau_1 = \frac{1}{K_p \exp(-E/RT_0)} + \frac{M_S P V_0 c_p}{\alpha S_p R T_0}$ ,  $\tau_2 = \frac{M_S P V_0 c_p}{\alpha S_p K_p R T_0 \exp(-E/RT_0)}$ , де  $K_p$  - стала реакції;  $E$  - енергія активації;  $R$  - універсальна газова стала;  $T_0$  - абсолютна температура;  $M_S$  - молекулярна маса газу;  $P$  - тиск газу;  $V_0$  - об'єм каталізатора;  $c_p$  - питома теплоємність газу;  $\alpha$  - коефіцієнт тепловіддачі;  $S_p$  - площа поперечного перетину каталізатора.

Для отримання передавальної функції такого ТОУ знайдемо похідну рівняння (6) за часом  $t$

$$\tau_2^2 \frac{d^3 Q_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 Q_2(t)}{dt^2} + \frac{dQ_2(t)}{dt} = k_2 \frac{\partial Q_1(t)}{\partial t}, \quad (8)$$

Підставимо (6) і (8) у рівняння (5) і після відповідних перетворень отримаємо наступне диференціальне рівняння

$$\tau_p \tau_2^2 \frac{d^3 Q_2(t)}{dt^3} + (\tau_p \tau_1 + \tau_2^2) \frac{d^2 Q_2(t)}{dt^2} + (\tau_p + \tau_1) \frac{dQ_2(t)}{dt} + Q_2(t) = k_0 Q_{10}. \quad (9)$$

Згідно з рівнянням (9) передавальна функція технологічного процесу має вигляд

$$W(s) = \frac{k_0 Q_{10}}{\tau_p \tau_2^2 s^3 + (\tau_p \tau_1 + \tau_2^2) s^2 + (\tau_p + \tau_1) s + 1}. \quad (10)$$

З рівняння (10) видно, що при роботі технологічного процесу близькому до ідеального перемішування процес перенесення цільового компонента в реакторі приводить до збільшення порядку характеристичного рівняння, а відповідно до зміщення частотних характеристик, що впливає на характер управління таким процесом. Математичну модель перехідного процесу такого ТОУ можна визначити за частотою переходу дійсної частотної характеристики, використовуючи методом квадратур. Так як при цьому виникає проблема визначення першої сталої часу модефікованого характеристичного рівняння, то рекомендується перехідний процес розрахувати для критичного режиму роботи технологічного апарату.

### ЧАСТОТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТІВ УПРАВЛІННЯ З ІДЕАЛЬНИМ ПЕРЕМІШУВАННЯМ

Олійник А., Поркуян О. В., Стенцель Й.І. д.т.н., професор  
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

У технологічних апаратах з практично ідеальним перемішуванням вхідні матеріальні чи теплові потоки перемішуються, що призводить до практичної відсутності залежності цільового параметра технологічного процесу від просторових координат. Для такого технологічного об'єкта управління (ТОУ) можна прийняти, що час перебування вхідної речовини для її перетворення є однаковим з часом виведення перетвореної речовини з апарату. У зв'язку з цим такий технологічний процес може бути описаний наступним нелінійним диференціальним рівнянням

$$\frac{D}{v_p^2} \frac{\partial^2 Q_1(\theta)}{\partial \theta^2} + \left(1 + \frac{v_k}{v_p}\right) \frac{\partial Q_1(\theta)}{\partial \theta} = \tau_2^2 \frac{d^3 Q_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 Q_2(t)}{dt^2} + \frac{dQ_2(t)}{dt}, \quad (1)$$

де  $D$  - ефективний коефіцієнт дифузії;  $v_p$  - швидкість перетворення вхідного параметра  $Q_1(\theta)$  за час перебування  $\theta$ ;  $v_k$  - швидкість конвекційної складової вхідної речовини;  $Q_2(t)$  - вихідний параметр перетвореної речовини за поточний час  $t$ ;  $\tau_1, \tau_2$  - сталі часу процесу виведення вихідної речовини з апарату.

Так як технологічний процес обмежений інтегральною імпульсною дельта-функцією Дірака, то згідно з методом нульового градієнта маємо:

$$\begin{cases} \frac{D}{v_p^2} \frac{\partial^2 Q_1(\theta)}{\partial \theta^2} + \left(1 + \frac{v_k}{v_p}\right) \frac{\partial Q_1(\theta)}{\partial \theta} = 0; \\ \tau_2^2 \frac{d^3 Q_2(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 Q_2(t)}{dt^2} + \frac{dQ_2(t)}{dt} = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Прийнявши, що час перебування  $\theta \approx t$ , після інтегрування системи рівнянь (2) і відповідних перетворень отримуємо наступне диференціальне рівняння

$$\tau_p \tau_2^2 \frac{d^3 Q_2(t)}{dt^3} + (\tau_p \tau_1 + \tau_2^2) \frac{d^2 Q_2(t)}{dt^2} + (\tau_p + \tau_1) \frac{dQ_2(t)}{dt} + Q_2(t) = k_p k_1 Q_{10}. \quad (6)$$

Передавальна функція технологічного процесу з ідеальним перемішуванням матеріальних потоків має вигляд

$$W(s) = \frac{Q_2(s)}{Q_{10}(s)} = \frac{k_p k_1}{\tau_p \tau_2^2 s^3 + (\tau_p \tau_1 + \tau_2^2) s^2 + (\tau_p + \tau_1) s + 1} \quad (7)$$

Для дослідження перехідних і частотних характеристик, враховуючи, що об'єктом управління є газовий реактор, прийнемо, що,

$$\tau_p = \frac{DS_g^2}{F_g(F_g + 2\pi RNS_g)}, \quad \tau_1 = \frac{1}{K_p \exp(-E/RT_0)} + \frac{M_S PV_0 c_p}{\alpha S_p RT_0} \quad \text{і}$$

$$\tau_2 = \frac{M_S PV_0 c_p}{\alpha S_p K_p RT_0 \exp(-E/RT_0)}.$$

Частотні характеристики ТОУ описуються наступними рівняннями:

- дійсна частотна характеристика

$$\text{Re}(\omega) = k_p k_1 \frac{[1 - \omega^2(\tau_p \tau_1 + \tau_2^2)]}{[1 - \omega^2(\tau_p \tau_1 + \tau_2^2)]^2 + \omega^2[\omega^2 \tau_p \tau_2^2 - (\tau_p + \tau_1)]^2}; \quad (8)$$

- уявна частотна характеристика

$$\text{Im}(\omega) = j k_p k_1 \frac{\omega[\omega^2 \tau_p \tau_2^2 - (\tau_p + \tau_1)]}{[1 - \omega^2(\tau_p \tau_1 + \tau_2^2)]^2 + \omega^2[\omega^2 \tau_p \tau_2^2 - (\tau_p + \tau_1)]^2}; \quad (9)$$

- амплітудна частотна характеристика (АЧХ)

$$A(\omega) = \text{sqrt}(\text{Re}(\omega)^2 + \text{Im}(\omega)^2). \quad (10)$$

На рис. 1 - рис. 3 приведені частотні характеристики ТОУ для різних значень об'ємної витрати і реакційної газової суміші, а на рис. 4 – перехідні процеси ТОУ.

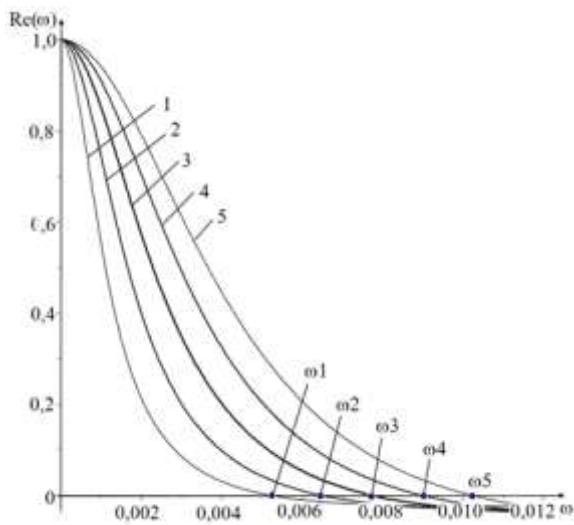


Рис. 1 – Дійсні частотні характеристики

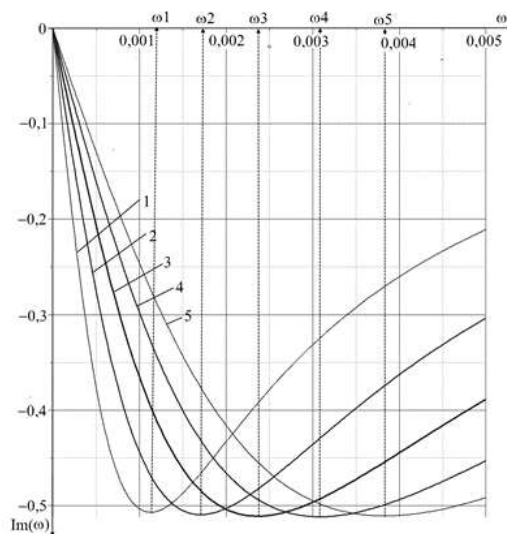


Рис.2 – Уявні частотні характеристики

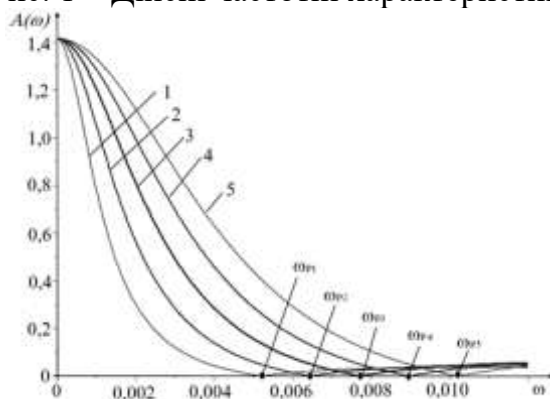


Рис. 3 – Амплітудно-частотні характеристики

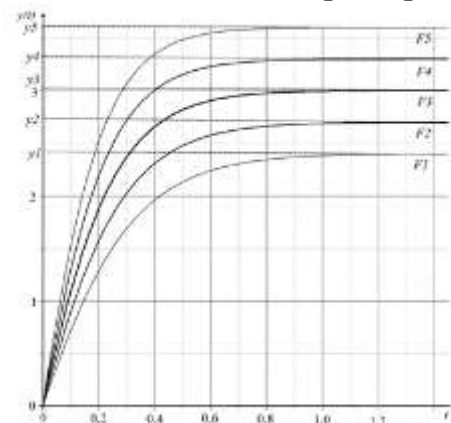


Рис.4 – Перехідні процеси ТОУ



## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ З ІДЕАЛЬНИМ ПЕРЕМІШУВАННЯМ

Стенцель Й. І. д. т. н., проф., Сотнікова Т. Г. к.т.н., доц., Какауліна Г. інженер

*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля*

Технологічний об'єкт управління (ТОУ) з ідеальним перемішуванням, у загальному випадку описується наступним диференціальним рівнянням

$$\tau_p \tau_2^2 \frac{d^3 Q_2(t)}{dt^3} + (\tau_p \tau_1 + \tau_2^2) \frac{d^2 Q_2(t)}{dt^2} + (\tau_p + \tau_1) \frac{dQ_2(t)}{dt} + Q_2(t) = k_p k_1 Q_{10}, \quad (1)$$

де  $\tau_p = \frac{DS_g^2}{F_g(F_g + 2\pi RNS_g)}$  - стала часу переміщення вхідного матеріального потоку;

$\tau_1 = \frac{1}{K_p \exp(-E/RT_0)} + \frac{M_S PV_0 c_p}{\alpha S_p RT_0}$ ,  $\tau_2 = \frac{M_S PV_0 c_p}{\alpha S_p K_p RT_0 \exp(-E/RT_0)}$  - сталі часу

технологічного процесу перетворення реакційних компонентів;  $Q_2(t)$  - концентрація цільового компоненту на виході з реактора за час  $t$ ;  $Q_{10}$  - концентрація реагуючого компоненту на вході в реактор;  $D$  - ефективний коефіцієнт дифузії;  $S_g$  - площа поперечного перетину реактора;  $F_g$  - об'ємна витрата реагуючого газу на вході в реактор;  $R$  - радіус реактора;  $N$  - швидкість обертання перемішуючого пристрою;  $K_p$  - стала реакції;  $E$  - енергія активації;  $R$  - універсальна газова стала;  $T_0$  - абсолютна температура;  $M_S$  - молекулярна маса газу;  $P$  - тиск газу;  $V_0$  - об'єм каталізатора;  $c_p$  - питома теплоємність газу;  $\alpha$  - коефіцієнт тепловіддачі;  $S_p$  - площа поперечного перетину каталізатора.

Дійсна частотна характеристика (ДЧХ) газового реактора має вигляд

$$\text{Re}(\omega) = k_p k_1 \frac{[1 - \omega^2(\tau_p \tau_1 + \tau_2^2)]}{[1 - \omega^2(\tau_p \tau_1 + \tau_2^2)]^2 + \omega^2[\omega^2 \tau_p \tau_2^2 - (\tau_p + \tau_1)]^2}. \quad (2)$$

ДЧХ реактора з ідеальним перемішуванням реагуючих компонентів приведені на рис. 1 – рис. 4 при відхиленні впливових параметрів на 20 відсотків як при збільшенні, так і зменшенні від їх нормованого значення. Основним параметром для ДЧХ є частота, яка визначається в точці переходу кривої через частотну вісь  $\omega$ . Залежність частоти переходу  $\omega_i$  від зміни впливового параметра приведені на тих же рисунках. Згідно з методом квадратур, частота переходу  $\omega_i = 1/\tau_{2i}$ , де  $\tau_{2i}$  - друга стала часу перехідного процесу ТОУ для диференціального рівняння другого порядку

$$\tau_{2i}^2 \frac{d^2 y}{dt^2} + \tau_{1i} \frac{dy}{dt} + y = kx, \quad (3)$$

де  $y$  - вихідна координата ТОУ;  $\tau_{1i}$  - перша стала часу;  $k$  - коефіцієнт передачі;  $x$  - вхідна координата.

Для критичного перехідного процесу  $\tau_{1i}/\tau_{2i} = 2$ , звідки стала часу  $\tau_{1i} = 2\tau_{2i} = 2/\omega_i$ . Рішення рівняння (3) має наступний вигляд

$$y(t) = kx[1 - (1 + 0,5t\omega_{2i})\exp(-t\omega_{2i})]. \quad (4)$$

Перехідні процеси ТОУ для лінійного відхилення частоти переходу від номінального значення та нелінійного приведені на рис. 5 і рис. 6.

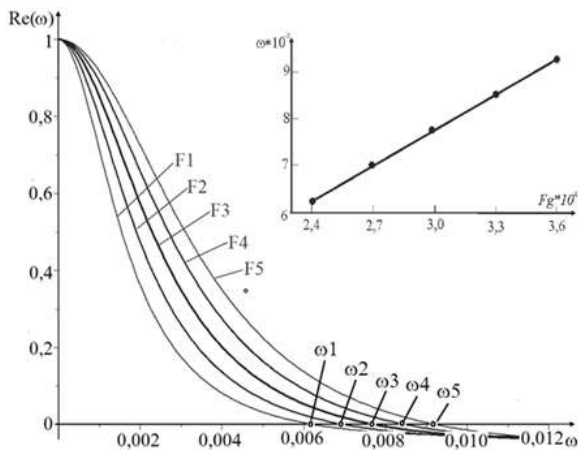


Рис. 1 – ДЧХ при зміні об'ємної витрати газової суміші

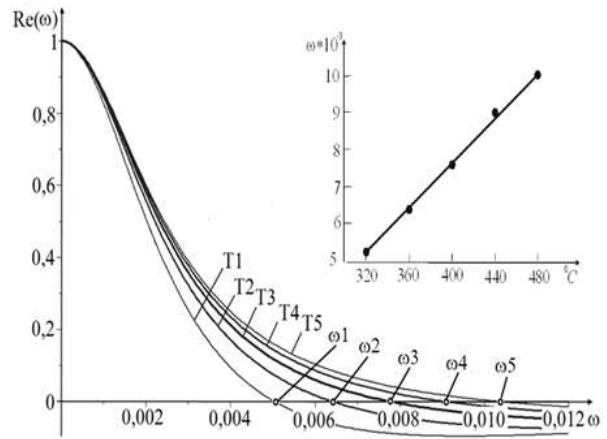


Рис. 2 – ДЧХ при зміні температури газової суміші

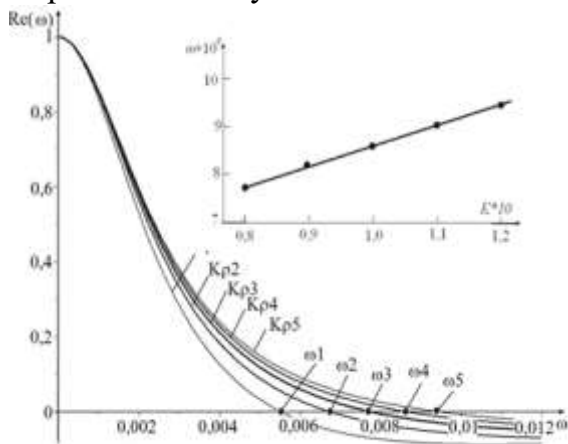


Рис. 3 – ДЧХ при зміні коефіцієнта реакції  $K_p$

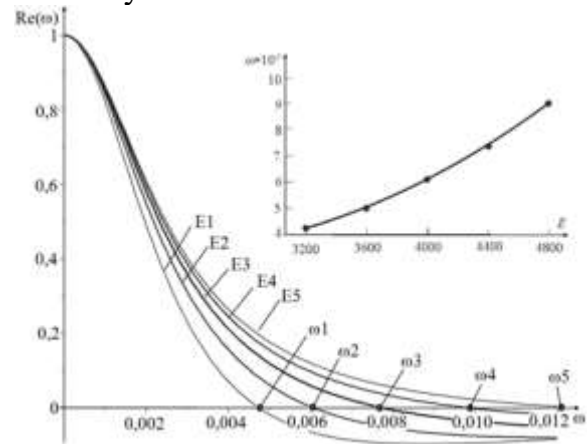


Рис. 4 – ДЧХ при зміні енергії активації реакції

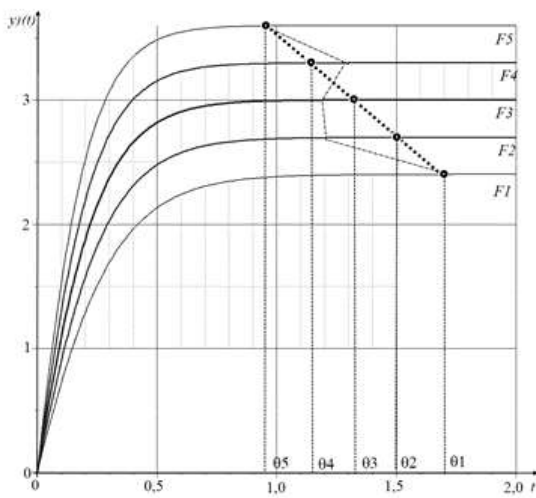


Рис.5 – Перехідні процеси при лінійній залежності впливового параметра від частоти  $\omega$

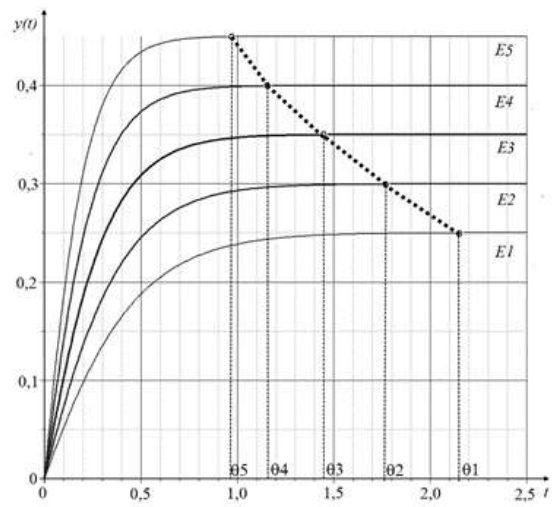


Рис.5 – Перехідні процеси при нелінійній залежності впливового параметра від частоти  $\omega$

## ВИКОРИСТАННЯ ВАКУУМНИХ МАНІПУЛЯТОРІВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОВЕРХНІ ТВЕРДИХ ТІЛ

Чернікова І.Д., ст.викл. Черніков М.Г., к.фіз-мат.н., доцент, Алієв В.Е., ст. Доценко М.М., ст  
*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля.*

Необхідність в пристроях для передачі руху у високий вакуум з'являється в зв'язку з тим, що для поліпшення умов роботи привід механізмів зручніше розміщувати поза вакуумної камери.

Пристрої для передачі руху в вакуум діляться на три групи: для передачі зворотно-поступального руху; для передачі руху, що гойдає; для передачі обертального руху.

У середині кожної групи можлива класифікація за граничним тиском, переданому зусиллю, швидкості переміщення, величиною ходу і т. д.

При конструюванні будь-яких введів руху в вакуум слід прагнути до того, щоб герметизуючий елемент не сприймав переданих зусиль, а напрямні та опори були б по можливості розташовані поза вакуумної камери. Для пар тертя, розміщених у вакуумі, слід вживати спеціальних заходів проти схоплювання тертьових матеріалів. З цією метою можна використовувати матеріали, які сильно відрізняються за своїми фізичними властивостями, наприклад метал і кераміку.

Ущільнення для введення поступального руху в високий і надвисокий вакуум виготовляються повністю з металу і можуть бути прогріті з метою знегажування до  $400 \div 500^{\circ}\text{C}$

Уведення обертання в вакуум відрізняються великою різноманітністю конструктивних рішень.

Введення обертання в вакуум з просторовим шарніром і ущільненням у вигляді гнучкого елемента, що здійснює рух, що гойдає, забезпечує кінематично жорстку передачу великих моментів з малою частотою обертання. Максимальна частота обертання обмежена втомної міцністю гнучкого елемента, наприклад сільфона або мембрани, і працездатністю пари тертя, що знаходиться у вакуумі. Введення може витримувати температуру до  $450 \div 500^{\circ}\text{C}$ , що дозволяє застосовувати його в надвисоковакуумних установках. За кількістю ступенів переміщення рухливі вводи діляться на одно- і багатоступінчасті. Вводи, які мають велику кількість ступенів переміщення, називаються маніпуляторами.

У даній роботі запропоновано вакуумний маніпулятор високовакуумної установки ( $p \approx 10^{-11}$  Па) для електронної та фотоелектронної спектроскопії. Для передачі обертального руху з атмосфери в вакуум використовувалися вводи з використанням шарнірів і сільфонного ущільнення [1].

Розглянутий вакуумний маніпулятор [2] дозволяє розширити функціональні можливості вимірювальної вакуумної камери за рахунок забезпечення обертання держателя зразків навколо власної осі, горизонтальній осі, а також його поступального руху при проведенні дослідження поверхні твердих тіл

Маніпулятор (рис. 1) складається з металевого корпусу 1 [3], на якому за допомогою фланцевих з'єднань 23, 24, 25 відповідно закріплені вакуумні вводи 2, 3, 4 обертання. У нижній частині корпусу розташований фланець 21, за допомогою якого забезпечується герметична установка маніпулятора на вакуумну камеру 22. Фланець вакуумного маніпулятора.

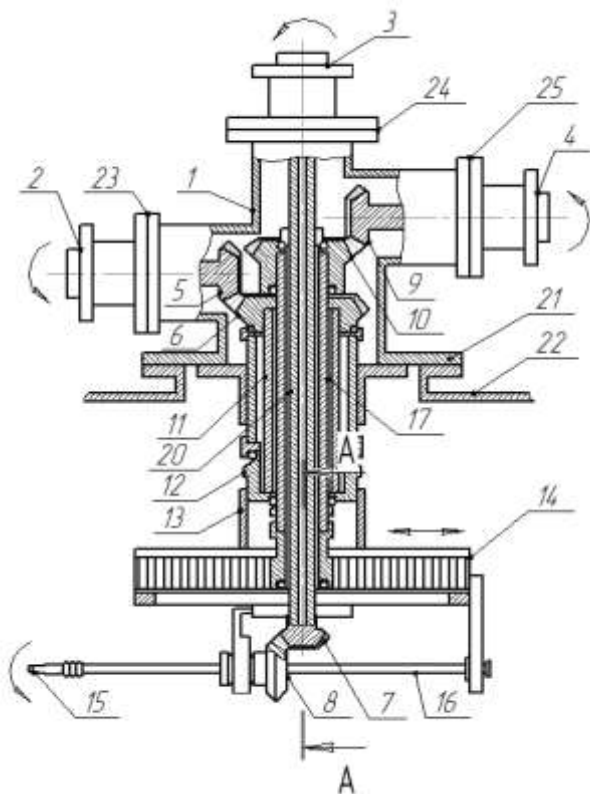


Рис. 1. Схема роботи маніпулятора триступеневого високо вакуумного

16 закріпленого на ньому захоплення 15 держателя зразка. Отже, обертання вакуумних вводів 2-4 забезпечує зворотно-поступальний переміщення зразка в горизонтальній площині на відстань порядку довжини зубчастої рейки 19 і поворот зразка на  $360^\circ$  в горизонтальній площині, а обертання вакуумного введення забезпечує обертання зразка навколо своєї осі у вертикальній площині на  $360^\circ$ , що дуже важливо при дослідженнях одного і того ж зразка різними методами в одній і тій же вакуумній камері.

Маніпулятор монтувався на вакуумних фланцях діаметром 100 мм. В якості центральної, середньої і зовнішньої співвісних труб використовувалися труби з нержавіючої сталі довжиною 463, 400 і 300 мм і діаметром 17, 33 і 43 мм відповідно. Параметри введеної труби, що забезпечує обертання захоплення держателя зразка навколо своєї осі від третього вакуумного введення, становить 540 мм (довжина) і 8 мм (діаметр). Рейково-зубчаста передача складалася з шестерні діаметром 20 мм і зубчастої рейки довжиною 100 мм; передавальне число застосовуваних конічних зубчастих передач 1: 1. Максимальна відстань від осі камери можна регулювати переміщенням кронштейна зі стрижнем і захопленням держателя зразка рухомої каретки. Маніпулятор оснащений касетою зі змінними зразками.

Використання вакуумного маніпулятора дозволяє розширити робочу зону маніпулятора, його функціональні можливості, підвищує продуктивність установки, тобто скорочується час підготовки експерименту і зменшуються похибки за рахунок точної установки зразка в потрібне для досліджень становище.

Розглянута конструкція прецизійного триступеневого маніпулятора для високовакуумних вимірювальних установок, який застосовується для дослідження поверхні твердих тіл методами фотоелектронної, вторинно електронної, іонно-електронної спектроскопії, а також при дослідженні кристалів методом дифракції повільних електронів.

Література.

Маніпулятор працює наступним чином: обертальний рух вакуумного введення 2 перетворюється в обертальний рух зубчастого конічного колеса 5, потім через зубчасте колесо 6 передається жорстко пов'язаної з ним трубі 11, закріпленій на ній втулці 12 і поворотній голівці 13 з напрямними підшипниками 26, 27, 28 і, отже, перетворюється в обертальний рух рухомої каретки 14 і захоплення 15 держателя зразка зі стрижнем в горизонтальній площині на  $360^\circ$ . Обертальний рух введення 4 за допомогою зубчастої конічної передачі 9, 10 перетворюється в обертальний рух труби 17, яка за допомогою рейково-зубчастої передачі 18, 19 потім перетворюється в зворотно поступальний рух каретки 14 в горизонтальній площині по напрямних підшипників 26-28.

Обертальний рух вакуумного введення 3 за допомогою конічної зубчастої передачі перетворюється в обертальний рух стержня

16 за допомогою конічної зубчастої передачі перетворюється в обертальний рух стержня

16 за допомогою конічної зубчастої передачі перетворюється в обертальний рух стержня

16 за допомогою конічної зубчастої передачі перетворюється в обертальний рух стержня

16 за допомогою конічної зубчастої передачі перетворюється в обертальний рух стержня

16 за допомогою конічної зубчастої передачі перетворюється в обертальний рух стержня

1. Уэстон Дж. Техника сверхвысокого вакуума: Пер. с англ. М. В. Фоминой – М.: «Мир», 1988. – 366 с.
2. А. с. 1302352 СССР Н 01 J 37/20 Вакуумный манипулятор / Н.Г. Черников, В.И. Чичирко, Ю.И. Щербаков и др.
3. Демихов К.Е. Вакуумная техника: Справочник – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2009. – 590 с.

## **НАДВИСОКОВАКУУМНИЙ СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕХНІ ТВЕРДИХ ТІЛ.**

Черніков М.Г., к.фіз-мат.н., доц., Чернікова І.Д., ст.викл., Беседа Т.А., ст., Голубцов Ю.В.  
*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля.*

Поверхня твердого тіла привертає все більшу увагу фахівців різних галузей науки і техніки. За останні роки створені оригінальні надвисоковакуумні багатоцільові аналітичні прилади для контролю і діагностики різноманітних властивостей поверхні твердих тіл. Наука про стан поверхні також бурхливо розвивається і, на думку вчених, дозволить отримати багато цінної інформації про межі поділу різних фаз речовини.

Корпускулярна низькоенергетична діагностика поверхні речовини заснована на використанні заряджених частинок малих енергій і методів фізичної електроніки і фізики плазми при дослідженні фізико-хімічних властивостей поверхні твердого тіла. При цьому заряджені низько-енергетичні частки можуть застосовуватися в якості первинних або частки, що зондують поверхню, або як частки, які використовуються як вторинні для аналізу поверхні і які порушені в твердому тілі.

Різноманіття первинних частинок і квантів, що впливають на поверхню, що виробляють різного роду порушення ансамблю частинок в приповерхневій області твердого тіла і створюють безліч вторинних частинок і квантів випромінювання, які виходять в вакуумну середу, зумовило створення цілого класу ефективних методик аналізу і контролю характеристик поверхні твердого тіла. Для більшості методик корпускулярної діагностики властивостей поверхні твердого тіла характерно використання пучків первинних збуджуючих або зондувальних частинок різного масового, зарядового і енергетичного складу, прискорених до різних енергій і падаючих на кордон розділу твердого тіла з вакуумом під різними кутами. Вторинні частки, що залишають поверхню, також мають різні масовий, зарядовий та енергетичний склад і характеризуються різними кутовими розподілами. Це дозволяє вивчати різноманітні енергетичні, кутові і зарядові залежності і масовий (елементний) склад поверхневої області твердого тіла, використовуючи вторинні розсіяні, а також розпорошені або емітовані частки і кванти електромагнітного випромінювання.

За способом отримання інформації про поверхні методи аналізу ділять на емісійні та зондувальні. Перші використовують конкретний вид емісії тих чи інших частинок з поверхні в результаті різних впливів: температури, електричного поля, механічних напружень, тертя, акустичних хвиль, електромагнітних хвиль. Другі засновані на емісії частинок або електромагнітного випромінювання в результаті впливу на поверхню зондувального потоку частинок: молекул, атомів, іонів, електронів, позитронів, квантів електромагнітного випромінювання.

Вибір експериментальної техніки і конкретного методу корпускулярної діагностики властивостей поверхні твердих тіл визначається завданнями дослідження, умовами, в яких проводиться діагностика, необхідним рівнем одержуваної інформації та її різноманітністю.

Розглянуто надвисоковакуумний спектрометр для комплексного вивчення електронної та кристалічної структури, а також для хімічного аналізу у приповерхневій області моно- і полікристалів з можливістю цілеспрямованого впливу на їх поверхневі

властивості за допомогою іонного бомбардування, високотемпературного відпалу, адсорбції різних газів та нанесення покриттів тонкими плівками.

Вакуумна система установки виготовлена зі сталі 12Х18Н10Т і складається з аналітичної камери і системи вакуумної відкачки на базі безмасляних засобів. Надвисоковакуумний орбітронний насоси СОН-А-1 (граничний залишковий тиск при охолодженні рідким азотом  $10^{-13}$  мм.рт.ст. і швидкість відкачування по повітрю в діапазоні тисків  $10^{-8} \div 10^{-11}$  мм.рт.ст. 500 л/с), і НМДО-0,25-1 (граничне залишковий тиск  $5 \cdot 10^{-9}$  мм.рт.ст. і швидкість дії по повітрю при тиску  $5 \cdot 10^{-5}$  мм.рт.ст. 300 л/с) дозволяють отримувати вакуум в аналітичній камері при експериментальних вимірюваннях  $5 \cdot 10^{-12}$  мм.рт.ст. Схема аналітичної камери представлена на рис. 1.

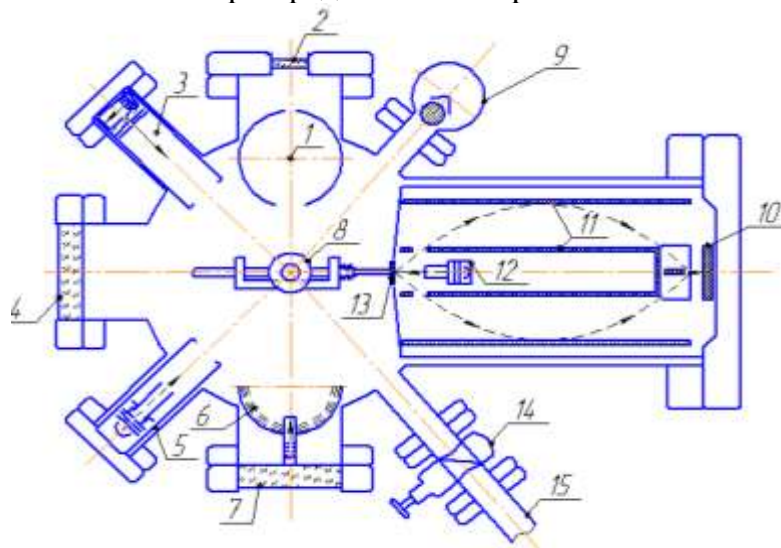


Рис. 1. Схема аналітичної камери надвисоковакуумного комплексного спектрометра.

1 – сферичний фотоелектронний спектрометр; 2 – вікно MgF для введення ультрафіолетового випромінювання; 3 – іонна гармата для очищення і травлення зразка; 4, 7 – оглядові вікна; 5 – електронна гармата для очищення і відпалу зразка; 6 – півсферичний чотирьох-сіточний дефрактометр; 8 – прецизійний маніпулятор з трьома ступенями свободи; 9 – монополярний мас-спектрометр; 10 – фотоелектронний помножувач; 11 – оже-аналізатор (циліндричне дзеркало); 12 – електронна гармата оже-аналізатора; 13 – досліджуваний зразок; 14 – затвор шлюзової камери; 15 – вхід в шлюзову камеру.

Уздовж осі камери розташований триступеневий прецизійний вакуумний маніпулятор 8, що дозволяє мати як обертальне так і радіальне переміщення зразків в екваторіальній площині, а також їх обертання навколо своєї осі. Зразки закріплені на утримувачах спеціальної конструкції, що дозволяють виробляти передачу від дослідженого зразка з маніпулятора в касету зі зразками, які потрібно досліджувати, і захоплення з цієї ж касети нового зразка. Це дає можливість досліджувати чотири різних зразка без розтину шлюзової камери (затвор 14 – вхід в шлюзову камеру) в однакових умовах.

Основними методами дослідження зразків є фотоелектронна спектроскопія в області вакуумного ультрафіолетового випромінювання, електронна оже-спектроскопія та дифракція повільних електронів.

Автоматизована система електроживлення, управління, ресстрації сигналу і обробки даних реалізована на базі персонального комп'ютера, оснащеного широким набором периферійних пристроїв.

Запропонований вище надвисоковакуумний комплексний спектрометр для дослідження поверхні твердих тіл має ряд позитивних характеристик:

- а) оригінальний триступеневої маніпулятор спільно з шлюзовою камерою дозволяє проводити дослідження різних зразків без розтину аналітичної камери;
- б) можливістю напуску в камеру дозованої кількості одного з восьми різних газів або їх сумішей в заданих пропорціях;
- в) поєднання кількох методів дослідження в одній установці, що дозволяє отримувати більш повну інформацію про стан поверхні у досліджуваних зразках в однакових умовах.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАТИ ЦИФРОВОГО ОСЦИЛОГРАФА НА ОСНОВІ МІКРОСХЕМИ ATMEGA8

Цимбал В.В., Самойлова Ж.Г., к.т.н., доцент

Східноукраїнський національний університет імені В. Даля

Метою даної роботи було дослідити проектування плати цифрового осцилографа на основі мікросхеми Atmega8.

Цифровий осцилограф, який було виготовлено на основі мікросхеми Atmega8 має багато корисних функцій, однак, йому не вистачає багатьох функцій осцилографа, головним чином через обмеження частоти вимірювання. Мікроконтролер тактується від зовнішнього кристала частотою 16MHz. Прилад виконаний у вигляді портативного пристрою діагностики. Він служить в якості осцилографа, але також може бути використаний в якості вольтметра.

Перемикання вхідного дільника напруги з коефіцієнтом 1: 12.5, таким чином, діапазон виміру становить від 0 до 62V.

Схема електрична принципова осцилографа наведена на рисунку 1.

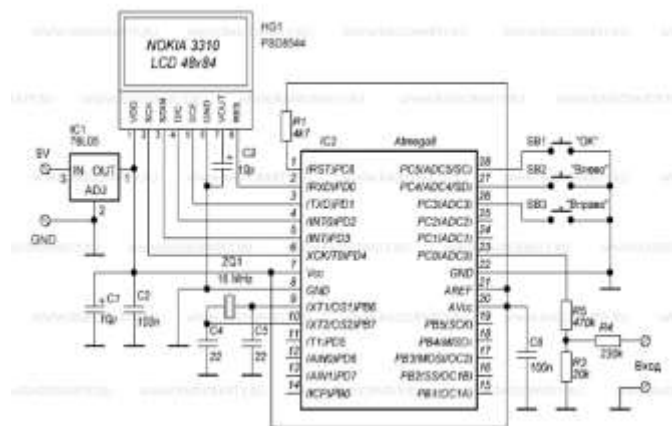


Рисунок 1. - Схема електрична принципова осцилографа

Atmega8 використовується в корпусі TQFP-32. Друкована плата зроблена під компоненти в SMD корпусах. Живиться пристрій від 9V батареї, стабілізатор регулює напругу до 5 V, споживання електроенергії 10 mA.

Було досліджено друковану плату простої прямокутної форми із співвідношенням сторін не більше 3:1 та розмірами не більше 470×470 мм. Довжину сторони плати вибирали таким чином, щоб вона була кратна 2.5 мм при довжині до 100 мм; 5 мм при довжині від 100 до 350 мм; 10 мм при довжині більшій ніж 350 мм. Найдовша сторона досліджуваної друкованої плати має бути довжиною 85 мм, технологічна зона повинна займати 2,5 мм з кожної сторони плати. Відстань між корпусами ІМС повинна бути не менше 1 мм, а відстань між ними по торцю не менше 1,5 мм. Це необхідно для забезпечення тепловідводу.

Таким чином при виконанні даної роботи була обрана форма і матеріал друкованої плати, а також рекомендовані елементи друкованого монтажу.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛОВАЧА НИЗЬКОЇ ЧАСТОТИ ЗВУКОВОГО ДІАПАЗОНУ

Дубко А.О. Самойлова Ж.Г., к.т.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет імені В. Даля*

В даній роботі було досліджено принцип дії, схему електричну принципову та розробку друкованої плати підсилювача низької частоти (ПНЧ), котрий призначений для посилення електричних коливань, відповідних чутному людиною звуковому діапазоні частот, таким чином до даних підсилювачів ставиться вимога посилення в діапазоні частот від 20 до 20 000 Гц за рівнем -3 дБ, кращі зразки підсилювачів звукових частот (ПЗЧ) мають діапазон від 0 Гц до 200 кГц, найпростіші ПЗЧ мають більш вузький діапазон відтворюваних частот. ПЗЧ може бути виконаний у вигляді самостійного пристрою, або використовуватися в складі більш складних пристроїв - телевізорів, музичних центрів, активних акустичних систем, радіоприймачів, радіопередавачів, радіотрансляційної мережі і т. ін.

Досліджуваний підсилювач побудований за комбінованою схемою, в якій є один потужний низькочастотний канал (40 Вт), що відтворює частоти до 400 Гц, і стереопідсилювач, канали якого виконані за двоканальною схемою СЧ (300-4000 Гц) та ВЧ (3000-30000 Гц). Стереосхема має потужність 2x18 Вт. Таким чином сумарна вихідна потужність підсилювача складає 102 Вт. Для кожного каналу використовуються окремі акустичні системи, виконані в окремих корпусах. Всього п'ять акустичних систем: одна низькочастотна і по дві для середніх і високих частот. Підсилювач виконаний на однотипній і не дорогій елементній базі-мікросхемі TDA2030A і двох транзисторах КТ1818ГМ і КТ819ГМ. Живиться підсилювач від трансформатора потужністю 200Вт.

Схема принципова електрична низькочастотного каналу показана на рисунку 1.

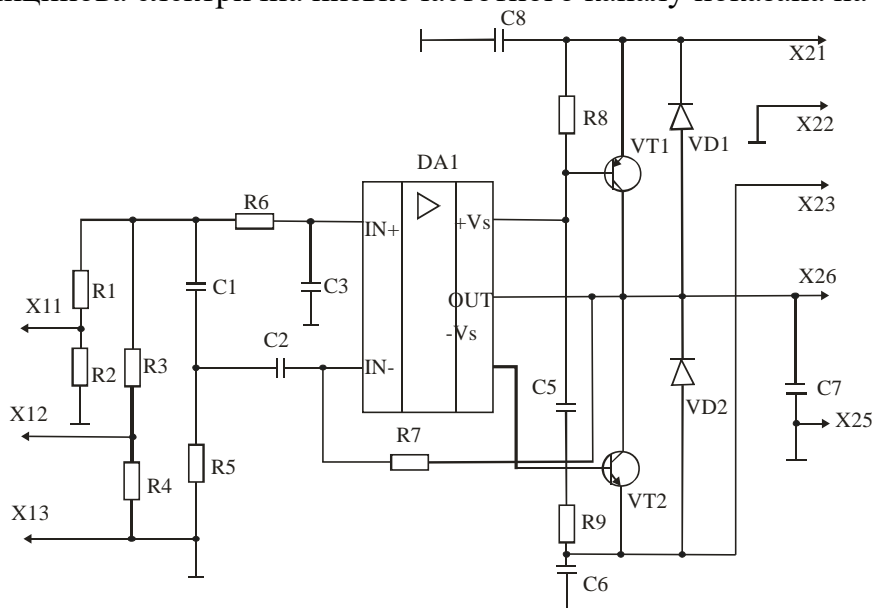


Рисунок 1. Схема принципова електрична низькочастотного каналу

Плата підсилювача зроблена так, що мікросхема і транзистори розташовані у протилежних краях.

Наводиться схема тільки одного стереоканалу, другий точно такий-же. Звукова частота одного з стерео-каналів надходить на клемі X1, X2.

Середньочастотний підсилювач виконаний на мікросхемі A1, а високочастотний - A2. Мікросхеми встановлені на один загальний радіатор. Тому на друкованій платі мікросхеми розташовані у одного її краю. Всього в підсилювачі дві такі плати - по одній на кожен стереоканал.



На платі є три перемички, виконані монтажним проводом. За однією подається сигнал на ВЧ підсилювач (її бажано зробити екранованим проводом) а по двом іншим харчування на ВЧ підсилювач

Перемички розташовані з боку друкованих провідників і прокладені найкоротшим напрямком.

Джерело живлення не стабілізоване, воно виконане на силовому трансформаторі, мостовому випрямлячі і батареї конденсаторів, що згладжують.

Стереосигнал з виходу попереднього підсилювача номінальним рівнем 0,8 У надходить на роз'єм ХР1. Безпосередньо біля роз'єму встановлені опори підлаштування R1-R5 для установки співвідношення рівнів звучання стереопідсилювачем і низькочастотного каналу для конкретного приміщення. Трансформатор зроблений на основі трансформатора ТС200 від старого лампового телевізора. Всі вторинні обмотки видалені і замість них намотані дві нові - по 50 витків ПЕВ 1,06. Обмотки з'єднати відповідно до схеми.

В акустичних системах використовуються найбільш доступні динамічні гучномовці зі звуковими котушками опором 4 Ом. Кожна акустична система містить 4 динаміка Низькочастотна АС містить 4 динаміка 10ГДШ-2, високочастотні - чотири 4-ГДВ-1, середньочастотні - 5ГДШ-4.

На основі електричної принципової схеми низькочастотного каналу була розроблена друкована плата ( рисунок 2), були обрані матеріал друкованої плати, елементи, метод виготовлення друкованої плати.

Матеріалом для друкованої плати був обран склотекстоліт, а також обрані елементи поверхневого монтажу. Методом виготовлення друкованої плати є комбінований позитивний метод.

В результаті дослідження роботи підсилювача низьких частот котрий призначений для посилення електричних коливань, відповідних чутному людиною звуковому діапазоні частот, була обрана електрична принципіальна схема і розроблена плата досліджуваного пристрою, обраний матеріал плати, елементи поверхневого монтажу і метод виготовлення друкованої плати.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕННЯ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ**

Самойлова Ж.Г., к.т.н., доцент, Жуков Д.В.

*Східноукраїнський національний університет імені В. Даля*

Виробниче освітлення - це така система природного і штучного освітлення, яка дозволяє працівникам, здійснювати технологічний процес з високою ефективністю і безпечно. Позитивний вплив правильно вирішеної системи освітлення на продуктивність праці не викликає сумніву. Так, сонячне освітлення збільшує продуктивність праці до 10%, а створення раціонального штучного освітлення - до 13%, при цьому в ряді виробництв, брак знижується до 20-25%.

Метою даної роботи було дослідження штучного освітлення приміщення насосної станції.

Проведемо розрахунок електричного освітлення приміщення насосної станції. Для того щоб дізнатися які світильники треба розмістити, ми дізнаємося розмір приміщення, клас та умови середовища. Клас приміщення – вибухонебезпечний клас 2; умови середовища – вологе. Розмір приміщення: довжина- 36 м, ширина = 12 м, і висота - 5 м

Враховуючи, що в приміщенні виконується зорова робота середньої точності, розрізнення кольорів не потрібне і висота приміщення насосної менше 6 м, приймаємо як джерело світла люмінесцентну лампу, типу (ЛПП-0,7В-2х58) і потужністю 116 Вт.

Знаючи висоту, довжину і ширину приміщення ми розрахуємо кількість світильників. По довжині це буде 8 світильників. По ширині буде 3 світильника. Тобто усього світильників буде 24. Вибираємо для аварійного освітлення світильник з люмінесцентними лампами типа ЛПП-05УЕх-2х40, світловий потік люмінесцентний лампи ЛБ-40 –  $\Phi_{\text{л}} = 2850$  лм.

Гігієна праці вимагає, в першу чергу, максимального використання природного освітлення, тому що денне світло краще сприймається органами зору. Поряд з природним кожне приміщення повинно мати і штучне освітлення. Від того, наскільки раціонально воно виконано, залежить безпека праці та самопочуття працівників, їх продуктивність і якість продукції.

В результаті проведених розрахунків, можна говорити про те, що для забезпечення необхідних санітарних норм по освітленості насосної станції, необхідно використовувати 24 світильника з люмінесцентними лампами типу ЛПП-0,7 В-2х58.

Література.

1. Кнорринг, Г.М. Осветительные установки / Г.М. Кнорринг. – Л. : Энергоиздат, 1981. – 286 с.
2. Кнорринг, Г.М. Светотехнические расчеты в установках искусственного освещения / Г.М. Кнорринг. – Л. : Энергия, 1973. – 200 с.
3. ГОСТ 17677-82 Светильники общие технические требования. – М.: Издательство стандартов. 1989. – 112 с.

## **ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ДЕРЖАВНИХ УСТАНОВ В РАМКАХ КОНЦЕПЦІЇ «ДЕРЖАВА В СМАРТФОНІ»**

Захожай О.І., к.т.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля*

Однією з пріоритетних програм розвитку сучасного світу є інформатизація усіх сфер людської діяльності. При цьому, особлива увага, насамперед, приділяється інформатизації діяльності державних установ, що значною мірою впливає на ефективність менеджменту та динаміку реалізації різноманітних державних програм і задач. Україна також анонсувала свою концепцію «Держава в смартфоні», яка викликана забезпечити інформаційну підтримку функціонування державних установ, автоматизації документообігу, оприлюднення звітів та загальної інформації, віддалений доступ до ресурсів і сервісів.

На шляху до ефективного впровадження сучасних інформаційних технологій в діяльності державних установ існує низка проблем, основні з яких наведені нижче.

1. Відсутність в штаті державних установ достатньої кількості досвідчених фахівців з інформаційних технологій, комп'ютерних систем та програмування, а також відсутність ресурсів на залучення таких висококваліфікованих фахівців;

2. Відсутність, в достатній мірі, матеріальних ресурсів на придбання спеціалізованого обладнання та програмного забезпечення, яке постачається та супроводжується напротязі свого життєвого циклу.

3. Відсутність загальних вимог, стандартів щодо організації таких комп'ютерних систем, що призводить до появи та використання локальних рішень, які реалізують певний спеціалізований функціонал та, як правило, складно інтегруються в загальну систему або взагалі не мають можливості такої інтеграції.

У зв'язку з визначеними проблемами, була поставлена задача створення апаратно-програмної платформи для інформатизації державних установ, яка відповідає наступним основним критеріям:

- мінімізація витрат на апаратне забезпечення через використання обладнання загального призначення, широко розповсюдженого, побутового рівня;
- використання вільно розповсюдженого програмного забезпечення з відкритим кодом, для можливості його адаптації під та переробки під необхідний функціонал системи;
- гнучке масштабування системи, яке не вимагає залучення висококваліфікованих фахівців галузі комп'ютерних систем та мереж, а також технологій програмування;
- гнучке управління підключенням та видаленням сервісів з мінімальним втручанням до основного функціоналу системи;
- простий, інтерактивний інтерфейс адміністрування системи, який може використовуватися обслуговуючим персоналом, який не володіє глибокими знаннями в галузі комп'ютерних систем та мереж, а також немає навиків програмування;
- можливість простої адаптації під коло вирішуваних задач, в залежності від специфіки діяльності державних установ.

В якості програмної платформи для реалізації такої комп'ютерної системи була обрана операційна система GNU/Linux Debian, яка поширюється за ліцензією GNU GPL. Для спрощення моніторингу системи та адміністрування, впроваджене середовище Cockpit. Також, до цієї системи було інтегровано ядро NAS Openmediavault для розгортання мережевого сховища даних, яке є платформою для функціонування інших прикладних сервісів. Ядро Openmediavault було адаптовано для реалізації можливості розгортання операційної системи NAS на одному жорсткому чи твердотілому диску разом з даними, що зберігаються. Таким чином, NAS не вимагає встановлення на окремому пристрої, що унеможливило би використання залишеного вільного простору для сховища даних. Організована легка настройка дискових масивів, включаючи RAID0, RAID1, RAID2, RAID3, RAID4, RAID5, RAID6, RAID10. Реалізована робота з усіма відомими файловими системами, включаючи NTFS, ZFS, EXT3, EXT4, FAT32, ExFAT тощо.

Для спрощення адміністрування системи, а також швидкого та зручного встановлення та видалення сервісів, управління їх ресурсами, використано підсистему віртуалізації Docker з візуальним інтерфейсом управління контейнерами Portainer. Переважно, усі сервіси системи встановлюються засобами Docker, що спрощує, в подальшому, зміну конфігурації, масштабування, перенесення та клонування системи для різних установ та організацій.

Також в системі реалізовано наступні додаткові прикладні сервіси.

- Хмарний сервіс на основі платформи Nextcloud з можливістю встановлення клієнтів на пристрої з операційними системами Windows, Android, iOS, Linux.
- Управління документами, контроль і архів версій документів, групова робота над документами з розподіленим доступом, в тому числі на основі власного хмарного сервісу Only Office.
- Управління календарем, подіями, контактами для кожного авторизованого користувача.
- Проведення конференцій, вебінарів, листування без використання сторонніх сервісів;
- Поштовий клієнт для мультиакаунтного моніторингу та ведення електронних листувань.
- Додаткові сервіси менеджменту паролів, онлайн географічних карт і геолокації, rss-лент.
- Власна платформа web-forms для організації анкетувань, опитувань, тестування.
- Власна система управління сайтами для спрощення розробки корпоративних онлайн-порталів установ та організацій. Платформа має власну систему шаблонів та

редакторів, що дозволяє створювати сайти без знань та навичок web-програмування. Кожен сайт може мати розвинену систему розподілу прав адміністрування та редагування, що дозволяє задіяти для супроводження сайту довільну кількість користувачів, кожен з яких має свій розділ (сторінку чи групу сторінок).

– Додаткова платформа віртуалізації, що дозволяє створити, за необхідністю, довільну кількість дочірніх віртуальних машин, що працюють на різних операційних системах, в тому числі Windows.

– Підтримка VPN-підключення, в тому числі OpenVPN сервер і клієнт.

– Підтримка протоколів SMB/CIFS, FTP, NFS. Синхронізація зі сторонніми сховищами по протоколу WebDAV

Перевірка обчислювальної складності створеної системи була проведена на апаратній конфігурації бюджетного рівня, а саме: процесор Intel Pentium G4400, материнська плата Gigabyte H110M-S2, оперативна пам'ять DDR4, жорсткі диски Toshiba DT01ACA100 (1Tb), WD Blue WD40EZRZ – RAID1 (2 диски).

Аналіз системних ресурсів показав, що базова конфігурація в однокористувальницькому режимі звантажує процесор в середньому на 6,5 %, оперативну пам'ять на 51,2 % (без використання віртуальних машин, особливо на базі операційних систем сімейства Windows). Необхідна продуктивність апаратного забезпечення для кожного конкретного застосування може бути розрахована на основі кількості клієнтів.

Апробація представленого комплексу програмного забезпечення була проведена на базі установ державної та недержавної форми власності, а саме:

- ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка» МОН України;
- ДЗ «Лисичанська багатoproфільна гімназія» Лисичанської міської ради;
- ТОВ «Аква Трейд» (м. Київ);
- ТОВ «Імпульс-Веро» (м. Київ).

## **МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ П'ЄЗОАКТИВНОСТІ СКЛАДЕНИХ П'ЄЗОКЕРАМІЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ НА ОСНОВІ ПОЄДНАННЯ ПРОЦЕСІВ ПАЙКИ ТА ПОЛЯРИЗАЦІЇ**

Паеранд Ю.Е., к.т.н., професор, Захожай О.І., к.т.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля*

Складений п'єзокерамічний перетворювач (СПП) представляє собою механічне поєднання п'єзокерамічних елементів між собою або п'єзокерамічних елементів з металевою пластиною [1, 2]. В результаті такого поєднання створюється жорстка конструкція, яка отримує нові властивості, що залежать від властивостей і розмірів елементів, з яких вона складається, а також технології їхнього з'єднання. Для поєднання елементів СПП використовується склеювання або паяння.

Практика виготовлення малорозмірних перетворювачів (10 мм і менше) показала, що застосування клейових з'єднань недоцільне з двох причин [3]. Перша пов'язана з неможливістю чіткого регулювання товщини та рівномірності нанесення клейового шару, що призводить до внутрішніх нерівномірних механічних напружень, погіршує коливальні характеристики СПП. Друга причина – шар полімеризованого клею має порівняно низьку добротність, яка призводить до зниження всієї добротності механічної системи поєднаних елементів СПП.

На відміну від клейового з'єднання, виготовлення СПП засобами пайки дозволяє забезпечити контрольовану товщину паяного з'єднання, а також більш високу добротність, порівняно з клейкою, за рахунок більш високої добротності припою. Однак, застосування пайки, поряд з зазначеними перевагами, виявляє суттєву проблему, пов'язану з тепловим ударом, який впливає на ступінь поляризації та, як наслідок, на п'єзоактивність СПП.

Для зниження теплового удару, в ряді випадків [1, 3], використовують низькоплавкі припої, з підвищеним вмістом олова. Але, в цьому випадку, також мається негативний момент – дифузія срібних контактів п'єзокерамічних елементів до припою та зниження якості з'єднання. З іншого боку, використання припоїв зі вмістом срібла, які мають порівняно високу температуру плавлення, призводить до деполаризації п'єзокераміки та зниженню п'єзоактивності СПП.

Таким чином, визначається важлива науково-технічна проблема забезпечення високої п'єзоактивності та якості з'єднання елементів СПП, яка полягає у наявності протиріччя:

- для забезпечення якісного, високочастотного з'єднання елементів СПП і зниження ступеня дифузії контактів, слід застосовувати припої зі вмістом срібла;

- застосування припою зі вмістом срібла вимагає підвищених температур пайки, що збільшує тепловий удар по п'єзокераміці та підсилює процес її деполаризації, в наслідок чого знижується п'єзоактивність СПП.

Таким чином, характеристики якості з'єднання та п'єзоактивності СПП є конкуруючими і вимагають розробки нових методів і засобів для одночасного забезпечення як якісного з'єднання складових частин СПП так і їх високої п'єзоактивності.

Для вирішення вказаної проблеми пропонується метод поєднання у часі процесу пайки і поляризації СПП. На рисунку 1 проілюстрована структурна схема пристрою, що реалізує цей метод. Пристрій містить блок завдання режимів 1, який визначає послідовність і величину параметрів технологічного процесу від джерела напруги поляризації 2 і джерела нагріву опором 3. Від джерела 3 через силові електроди 4 і металевий резонатор 5 подається імпульс струму, який нагріває його до необхідної температури протягом заданого часу. Від джерела 2 через притиски 6 до п'єзокерамічних елементів 7 підводиться напруга поляризації відповідної полярності.

Процес припайки п'єзокерамічних елементів здійснюється наступним чином. На поверхню металевого резонатора, попередньо, гальванічним шляхом, наноситься покриття олово-вісмут. Перед пайкою здійснюється збірка п'єзокерамічних елементів і металевого резонатора, та їх фіксація у пристрої з допомогою притисків 6. Нагрів здійснюється про пусканням через силові електроди 4 і металевий резонатор від джерела 3 електричного струму. Одночасно з цим, до п'єзокерамічних елементів 7 від джерела 2 через притиски 6 і силові електроди 4 підводиться напруга поляризації відповідної полярності. При цьому, блок завдання режимів 1 повинен забезпечити якісне механічне з'єднання елементів СПП та необхідну його п'єзоактивність при подальшій роботі. Останнє можливо отримати за рахунок забезпечення ефективного процесу поляризації п'єзокерамічних елементів як в процесі нагріву, так і при їх охолодженні.

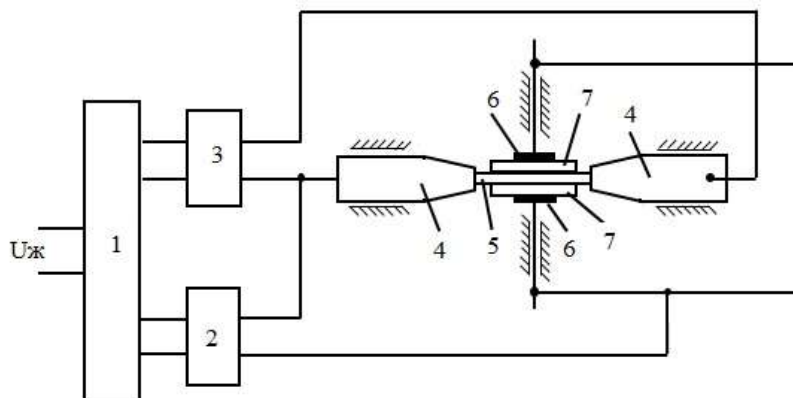


Рисунок 1 – Пристрій для паяння та поляризації СПП

Слід зазначити, що суміщення процесів паки і поляризації дозволяють негативний для поляризації аспект – температуру, повернути на користь. Так відомо [4], що при збільшенні температури рухливість доменної структури п'єзоелектричного матеріалу збільшується, а коерцитивні сили зменшуються, що дозволяє більш ефективно проводити поляризацію при менших значеннях напруги електричного поля. Крім цього, більша рухливість доменної структури дозволяє забезпечити меншу внутрішню напруженість поляризованої доменної структури, що знижує динаміку процесу старіння та забезпечує більшу стабільність характеристик СПП у часі.

Перевірка представленого метода була проведена експериментально для груп СПП на частоту 128кГц. В результаті, було визначено середнє значення відносного резонансного проміжку  $\bar{\Delta}_p = 5,146 \cdot 10^{-3}$  при дисперсії відтворювальності  $2,0420 \cdot 10^{-9}$ . При цьому, відносний резонансний проміжок збільшився на 6% при зниженні дисперсії цього значення на 12%, що вказує на підвищення п'єзоактивності і стабільності характеристик СПП.

Література.

1. Джонсон Р. Механические фильтры в электронике. Перевод с англ. В. П. Малугина и др. / Под ред. А. Е. Знаменского. - М.: Мир, 1986. – 406 с.
2. Никифоров В. Биморфные пьезоэлектрические элементы: актюаторы и датчики. / В. Никифоров, В. Климашин, А. Сафронов // Компоненты и технологии. – 2003. – №4. – С. 46–48.
3. Шарапов В.М. Пьезоэлектрические датчики. Справочное пособие / В.М. Шарапов, И.Г. Минаев, Ю.Ю. Бондаренко, Т.Ю. Кисиль, М.П. Мусиенко, С.В. Ротэ, И.Б. Чудаева. – Черкассы: ЧГТУ, 2004. – 435с.
4. Поляризация пьезокерамики / Под ред. Е.Г.Фесенко. – Ростов-на-Дону.: Изд-во РГУ, 1968. – 135 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АППРОКСИМАЦИИ КУБИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ПРИ ПОМОЩИ РАДИАЛЬНО БАЗИСНОЙ СЕТИ В MATLAB

Самойлова Ж.Г., к.т.н., доцент, Гордиенко Т.С.

*Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля*

Целью данной работы являлось исследование аппроксимации кубической функции с помощью радиально-базисных сетей в MATLAB 7.0.1.

Для решения задачи было необходимо создать сеть для аппроксимации функции вида  $T = P^3$  на отрезке  $[-1, 1]$ , используя следующие экспериментальные данные:

$$P = [-1 \quad -0,8 \quad -0,6 \quad -0,4 \quad -0,2 \quad 0 \quad 0,2 \quad 0,4 \quad 0,6 \quad 0,8 \quad 1]$$

$$T = [-1 \quad -0,51 \quad -0,22 \quad -0,06 \quad -0,01 \quad 0 \quad 0,01 \quad 0,06 \quad 0,22 \quad 0,51 \quad 1]$$

Зададим допустимое значение функционала ошибки, равное 0.01, параметр влияния определим равным 0,7 и будем использовать итерационную процедуру формирования радиальной базисной сети:

Исследуем сеть с радиальными базисными элементами:

$$\text{net1} = \text{newrbe}(P, T)$$

Для созданной сети в скрытом слое будет использоваться 4 нейрона.

Обучение сети занимает немного времени. Проверим результат работы сети:

$$Y = \text{sim}(\text{net1}, P)$$

$$Y =$$

Columns 1 through 7

$$-1,0000 \quad -0,5100 \quad -0,2200 \quad -0,0600 \quad -0,0100 \quad 0,0000 \quad 0,0100$$

Columns 8 through 11

0,0600 0,2200 0,5100 1,0000

Результаты работы сети представлены на рисунке 1.

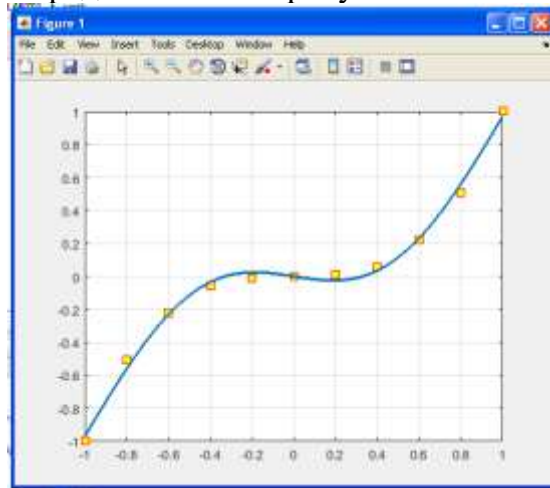


Рисунок 1.

На основании проведенных исследований, можно сделать вывод, что сеть с радиальными базисными элементами обучается быстрее, чем сеть прямого распространения и достаточно точно аппроксимирует кубическую функцию.

Література:

1. Yee. Regularized Radial Basis Function Networks: Theory and Applications./ Yee, Paul V. and Haykin, Simon.— John Wiley, 2001.

## РЕАЛІЗАЦІЯ ПЕРЕРИВАНЬ І ТАЙМЕРІВ НА МІКРОКОНТРОЛЕРІ STM32 ПРИ РОЗРОБЦІ МОБІЛЬНОГО РОБОТА

Матюк Д.С. Студент групи КІ-19д, Деркач М.В. к.т.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля*

Мета цієї роботи – показати необхідність реалізації переривань і таймерів при розробці мобільного робота на мікроконтролері STM32.

Оскільки розробка мобільного робота на мікроконтролері STM32 - це повноцінний проект з автономним режимом роботи, то без реалізації переривань і таймерів не обійтись.

Затримка переривання є однією з ключових характеристик мікроконтролера, і це вирішальне значення для багатьох програм із вимогами реального часу.

Переривання (Interrupt Request, або IRQ) - це сигнал, що генерується за певної події, і зазвичай приводить до виконання певної частини коду. Відповідна частина коду називається Interrupt Service Routine (ISR), або просто оброблювачем переривання. Такі переривання називають зовнішніми, так як вони генеруються зовнішніми по відношенню до мікроконтролера подіями. Переривання можуть виникати і в самому мікроконтролері, це дозволяє реалізувати асинхронну передачу даних. Частина мікроконтролера, що відповідає за управління переривань, називається Nested Vectored Interrupt Controller, або NVIC.

По-перше, адреси ISR зберігаються в спеціально відведеній ділянці пам'яті, так званої vector table. Саме цю адресу (тобто, елемент vector table) прийнято називати вектором. По-друге, переривання мають налаштовуванні пріоритети. Якщо під час обробки переривання прийде більш пріоритетне переривання, що виконується в даний момент, ISR буде припинений, і управління буде передано до більш пріоритетного переривання. Коли відпрацює, управління буде повернене назад в обробник менш пріоритетного переривання. Звідси і слово nested (вкладені) в назві пристрою.

Також в мікроконтролер вбудовані спеціальні пристрої, які називаються таймерами, які вміють генерувати переривання раз в заданий інтервал часу.

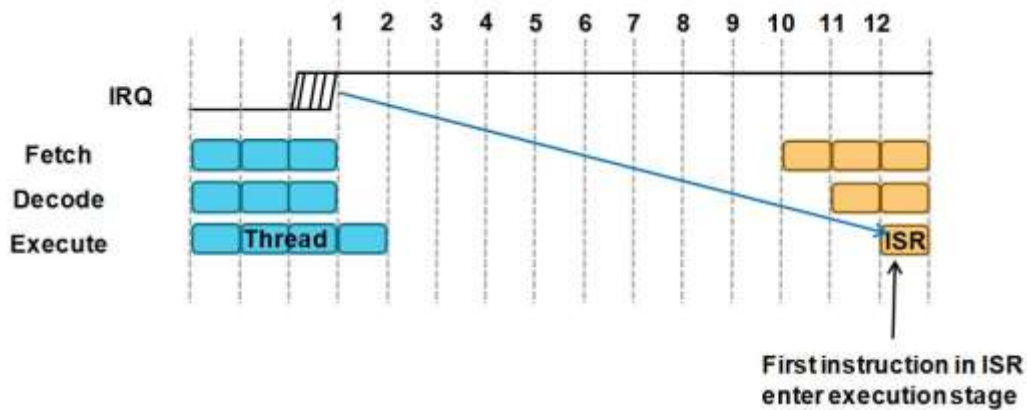


Рисунок 1- Визначення затримки переривання

Таймери мають імена TIM1, TIM2, TIM3, і так далі. У світі STM32 існує принаймні дев'ять видів таймерів, з яких основними видами є basic, general purpose і advanced.

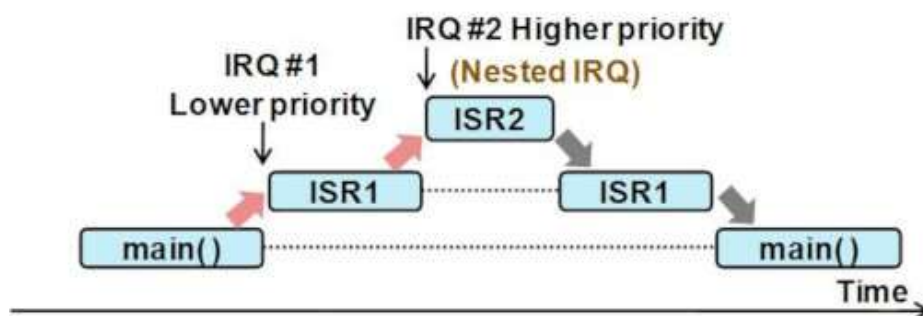


Рисунок 2 – Підтримка вкладених переривань

Найважливішою функцією майже всіх додатків на мікроконтролерах є обчислення затримок часу в програмі. В ядро процесора STM32 вбудований 24-бітний системний таймер STK (system timer, SysTick), який рахує в зворотному напрямку від завантаженої в таймер величини до нуля. У момент досягнення значення 0 лічильник автоматично на наступному тактовому перепаді перезавантажує сам себе значенням з регістра STK\_LOAD, і далі продовжує рахунок вниз, враховуючи кожен імпульс такту, що прийшов. Коли процесор зупинений (halted) для налагодження, лічильник не зменшується. Таймер SysTick спеціально призначений для операційних систем реального часу (real-time operating system, RTOS), але може використовуватися просто як стандартний лічильник вниз. Базова адреса для блоку регістрів SysTick дорівнює 0xE000E010. Лічильник SysTick працює від тактів процесора. Якщо тактовий сигнал зупинений в режимі зниженого енергоспоживання, то лічильник SysTick припиняє рахунок.

Нижче наведено код, який ініціалізує SysTick наступним чином:

```
void delay(int zd)
{
SysTick ->VAL = 0;
SysTick ->LOAD = zd*9000;
SysTick ->CTRL |= (1<<0);
while (!(SysTick ->CTRL & (1<<16))){}
SysTick ->CTRL &= ~(1<<0);
}
```



Таким чином, було розглянуто використання таймерів для виконання коротких періодичних дій, по відношенню до основного циклу програми. Таймери можуть використовувати як джерело сигналу не тільки як internal clock, а й інші таймери як зовнішні джерела. А ще у таймерів є режими роботи, які не були розглянуті, зокрема input capture mode і output compare mode. Крім того, таймери в STM32 мають спеціальні режими для читання роторних енкодерів і датчиків Холла. Надалі слід розглянути пріоритети і сабпріоритети переривань, які можна змінювати динамічно під час роботи прошивки. А також – можливість тимчасово відключати (маскувати) переривання.

#### Література

1. AN4013 STM32 cross-series timer overview site:st.com.
2. AN4277 Using STM32 device PWM shut-down features for motor control and digital power conversion site:st.com.

## **COMPUTERS, ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FINE ARTS**

Zinchenko V.V., Sotnikova T., Associate Professor

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

The aim of this work is the applying computers (computational system), artificial neural networks (ANNs) and artificial intelligences (AIs) kinds of arts.

Today there exist many various kinds of computer programs, software and AIs which can substitute human in many branches of life: from entertainment to microsurgery. Up to this day it was considered that the field of art is exclusive prerogative of humans. However, historically, some artists believe in mathematics as the true essence of the physical world and consider therefore fine arts as a part of this universe subordinated to the laws of maths. Those of them who used these laws, perspective and proportion golden ratio, algorithms etc, created masterpieces (e.g., Leonardo da Vinci or Anton von Webern). As computers use the mathematical principles for processing information works of art can also be made by machines.

Consider three technology of creating art by machines: computers (or computational systems), artificial neural networks and artificial intelligences.

The program is use of the enormous database and takes into account the opinions of critics, is able to create and adjust result in its own style based on current trends.

Artificial neural network (ANN)—mathematical model, as well as its software or hardware implementation, built on the principle of the organization and functioning of biological neural networks - networks of nerve cells of a living organism. Such systems "learn" (i.e. progressively improve performance on) tasks by considering examples, generally without task-specific programming.

Computational system applies an evolutionary approach to piece of art, i.e., work of art are obtained by simulated evolution. These themes compete to better adapt to a proper fitness function, generally grounded on formal and aesthetic criteria. The system encodes each theme in a genome, and the entire population of music pieces undergoes mimicking a complex embryological development process dynamics. The system is fully autonomous: once programmed, it create without human intervention.

There are programs and artificial neural networks (ANNs) that can not only process pictures, photos , but they also can create quite a new picture, or make a painting of any known style or their synthesis: computer program AARON (which was done back in the 1970s), deep dream generator ANN from Google, Bethge Lab ANN and many others.

In music the place of a human is occupied by EMI (Emily Howell), OrchExtra programs, MorpheuS, Magenta, Aiva AIs, Melomics computational system (which includes

Melomics109 and Iamus computer clusters) and others that can do everything: from composing symphony up to soundtrack for famous films.

Writing is represented by WordSmith (software article generator), Benjamin 2.0 AIs, Google poetry and novel makers etc. Although it should be noted that this sphere develops irregularly, on the one hand AIs write quite good novels which even were in the final of some literature competitions but on other hand, quality of poems and scenarios written by them are not perfect.

Thus, in the nearest future computers, perhaps, will be able to replace people even in such heuristic field as fine arts. It's just a matter of time.

### References

1. David Cope (1987), "Experiments in Music Intelligence." In Proceedings of the International Computer Music Conference, San Francisco: Computer Music Assn.
2. Pamela McCorduck (1991). Aarons Code. W.H.Freeman & Co Ltd. ISBN 0-7167-2173-2.

## АППРОКСИМАЦИЯ СТЕПЕННЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ПОМОЩИ РАДИАЛЬНО БАЗИСНОЙ СЕТИ GRNN В MATLAB

Самойлова Ж.Г., к.т.н., доцент, Дрыгина В.С.

*Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля*

Нейронные сети широко используются при решении самых разных задач, где обычные алгоритмические решения оказываются неэффективными или невозможными. Нейронные сети – универсальные аппроксимирующие устройства и могут с любой точностью имитировать любой непрерывный автомат. Нейронные сети GRNN (Generalized Regression Neural Network) предназначены для решения задач обобщенной регрессии, анализа временных рядов и аппроксимации функций. Характерной особенностью этих сетей является очень высокая скорость их обучения.

Целью данной работы являлось создание и исследование моделей радиальных базисных сетей GRNN с оптимальным количеством нейронов в системе MATLAB 7.0.1. для аппроксимации степенных функций  $Y=X^3$  или  $Y=X^4$ .

Для создания нейронной сети GRNN предназначена функция `newgrnn`. В данной работе использовалась итерационная процедура создания нейронной сети. Если задать следующее обучающее множество векторов входа и целей, то можно построить сеть GRNN для кубической функции:

$$P = [-1 -0,8 -0,6 -0,4 -0,2 0 0,2 0,4 0,6 0,8 1];$$

$$T = [-1 -0,51 -0,22 -0,06 -0,01 0 0,01 0,06 0,22 0,51 1].$$

Либо для функции  $Y=X^4$ :

$$P = [-1 -0,8 -0,6 -0,4 -0,2 0 0,2 0,4 0,6 0,8 1];$$

$$T = [1 0,4096 0,1296 0,0256 0,0016 0 0,0016 0,0256 0,1296 0,4096 1].$$

Примем значение параметра влияния SPREAD для кубической функции 0,7, а для функции  $Y=X^4$  - равным 0,1, чтобы построить аппроксимирующую кривую, близкую к заданным точкам.

Первый слой в сетях GRNN ничем не отличается от первого слоя в радиальных сетях. Найдем количество нейронов в скрытом слое с помощью среды MATLAB:

```
clear, P = P = [-1 -0,8 -0,6 -0,4 -0,2 0 0,2 0,4 0,6 0,8 1]; T = [-1 -0,51 -0,22 -0,06 -0,01 0 0,01 0,06 0,22 0,51 1];
```

```
net = newgrnn(P,T);
```

```
net.layers{1}.size % Число нейронов в скрытом слое
```

```
ans =
```

```
11
```

Обе сети имеют 11 нейронов в скрытом слое.

Сформированные сети GRNN используют всего одиннадцать нейронов в

скрытом слое и весьма успешно решают задачу аппроксимации и экстраполяции нелинейной зависимости, восстанавливаемой по экспериментальным точкам.

Результат моделирование сети GRNN для диапазона значений аргумента кубической функции показан на рисунке 1, а результат экстраполяции этой кривой за пределы области ее определения позволяет увидеть всю аппроксимирующую кривую на рисунке 2.

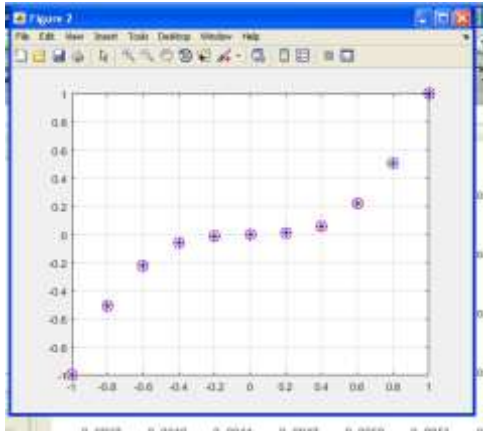


Рисунок 1.

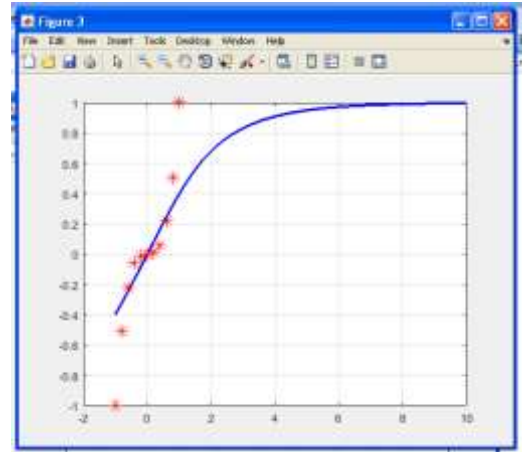


Рисунок 2

Для диапазона значений аргумента функции  $Y=X^4$  результат моделирования сети GRNN показан на рисунке 3, а увидеть всю аппроксимирующую кривую позволяет результат экстраполяции этой кривой за пределы области ее определения и представлен на рисунке 4.

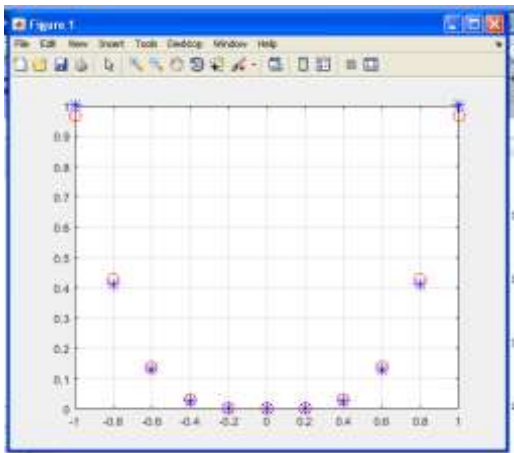


Рисунок 3

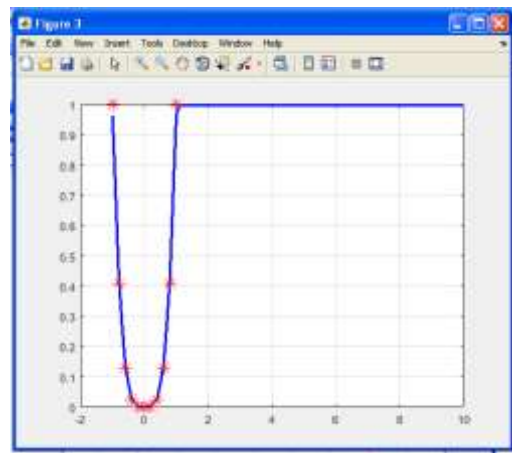


Рисунок 4

Недостатком моделирования сети GRNN являются ненулевые погрешности в отличие от радиальных сетей с нулевой ошибкой. Достоинством моделирования сети GRNN заключается в том, что скорость обучения сети очень высокая, так как обучение сводится только к присвоению значений весов промежуточного слоя.

## A MOBILE APPLICATION "HANDBOOK FOR THE CELEBRATION"

Babaeva Maya Orazmuradovna, KN-16d

*Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*

**Introduction:** You can enter the mobile application at any convenient time for the user and almost anywhere. It is available all the time, without breaks and days off. In addition, the presence of the application on the device saves users from wasting time associated with opening a browser and finding the right site.

The application provides the user with the easiest way to view options for various gifts, tips or horoscope information. The user can be informed about different gifts for any type of holiday.

**Goal:** View options for various gifts, tips or horoscope information for various types of holidays in one mobile application.

A brief description in this project: Creating a mobile application "Handbook for Celebration" for any user, containing information about different gifts for any type of holiday, tips and information on the horoscope.

The application describes the following functions:

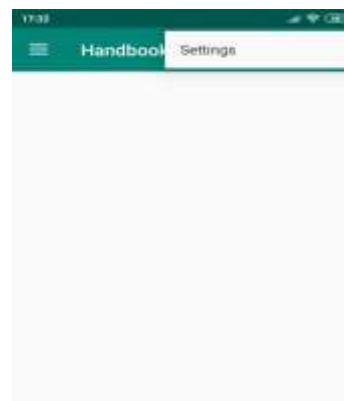
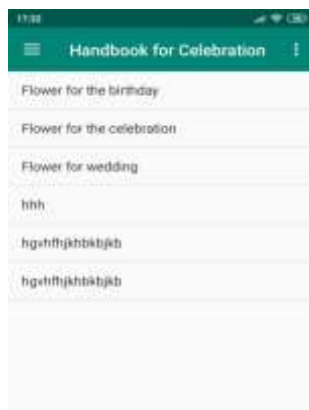
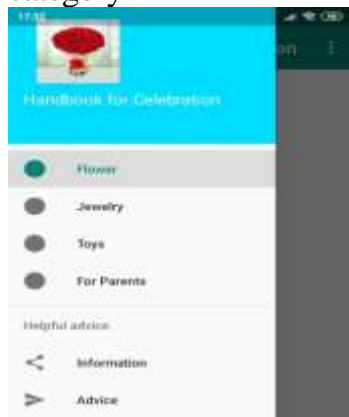
1. Flower
2. Jewelry
3. Toys
4. For Parents
5. Information
6. Advice

Clicking on each function opens a pop-up menu that displays category information.

The Information section contains brief information for each section.

In the "Advice" - contains a brief description for each category

Project goal: the mobile application contains information about different products for each category



Advantage of the application: information, selection of the best gifts about different types of recreation in one mobile application, convenient interface, free application, lack of advertising, the ability to view information by category

To create the project, Android Studio software was used.

Conclusions: Based on the created application, different versions for different software application products were considered. In the future, it is planned to develop a multilingual interface.

### References

1. JENS HENRIK HOSBOND & PETER AXEL NIELSEN. Department of Computer Science, Aalborg University, Denmark {joenne,pan}@cs.aau.dk
2. Google Android Developers. [2013-05-02]. Website of Google to train developers <http://developer.android.com/guide/components/index.html>

**СОЕДИНЕНИЯ СО СТРУКТУРОЙ ПЕРОВСКИТА КАК ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ  
ОКСИДНЫЕ ФОТОЛЮМИНОФОРЫ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ  
ИСТОЧНИКОВ ОСВЕЩЕНИЯ**

Кандидатова И.Н. к.х.н.

*УО «Белорусский государственный технологический университет»*

Соединения со структурой перовскита являются перспективными для использования в качестве эффективных материалов в различных областях техники, так как обладают высокой химической и термической стабильностью, устойчивы во влажной атмосфере, технологичны в производстве (могут быть получены как классическим методом твердофазных реакций, так и более «зеленым» золь-гель методом) и обладают спектром примечательных физико-химических свойств, как магнитных, так и оптических. Дополнительным плюсом вышеупомянутых соединений является тот факт, что в ряду  $\text{LaInO}_3\text{-RInO}_3$  (где R – редкоземельный элемент: Pr, Nd, Sm) установлено образование непрерывного ряда твердых растворов [1], что позволяет плавно изменять ключевое свойство, а не дискретно.

Одним из перспективных направлений использований материалов на основе индата лантана со структурой перовскита является изготовление люминофорных светодиодов белого света, а также люминофорных филаментных ламп, что обусловило повышенный интерес к их изучению в последние годы [2–5].

Светодиоды и филаментные лампы сами по себе являются энергосберегающими источниками освещения в сравнении с лампами накаливания, однако эффективная сенсбилизация излучающих ионов позволит еще больше увеличить эффективность излучения, а следовательно и снизить затраты на освещение.

Нами было экспериментально изучено влияние ряда ионов на эффективность фотолюминесценции редкоземельных ионов в индатах лантана со структурой перовскита и установлено, что введение ионов хрома  $\text{Cr}^{3+}$  позволяет увеличить эффективность люминесценции иона празеодима в синтезированном нами твердотельном оксидном фотолюминофоре со структурой перовскита  $\text{LaInO}_3\text{@Pr}^{3+}$ , излучающем в красной и зеленой области видимого света на 34-89% [6], а в фотолюминофоре  $\text{LaInO}_3\text{@Nd}^{3+}$  также со структурой перовскита, излучающем в ИК и видимой красной области, – на 44-77% [7], что позволяет рассматривать ион  $\text{Cr}^{3+}$  как эффективных сенсбилизатор фотолюминесценции в вышеописанных соединениях. Однофазные поликристаллические образцы люминофоров синтезировали из оксидов двустадийным керамическим методом при температуре обжига 1473-1523 К. Измерения спектров люминесценции и спектров возбуждения люминесценции проводились на автоматизированном спектрофлуориметре СДЛ-2, состоящем из светосильного монохроматора возбуждения МДР-12 и монохроматора регистрации МДР-23 в Институте физики им Б.И. Степанова НАН Беларуси.

Литература

1. Кандидатова И.Н. Тепловое расширение и термический анализ твердых растворов  $\text{Ln}_{1-x}\text{La}_x\text{InO}_3$  (Ln = Pr, Nd, Sm) // Молодежь в науке – 2012: прил. к журн. «Весті НАН Беларусі». В 5 ч. Ч.1. Серия химических наук / Нац. акад. наук Беларуси. Совет молодых ученых НАН Беларуси; редкол.: С.А. Усанов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 27–29
2. Liu X., Lin J. Synthesis and luminescent properties of  $\text{LaInO}_3 : \text{RE}^{3+}$  (RE = Sm, Pr and Tb) nanocrystalline phosphors for field emission displays // Solid State Sci. – 2009. – Vol. 11. – P. 2030–2036.
3. Tang An *et al.* Luminescent properties of a new red-emitting phosphor based on  $\text{LaInO}_3$  for LED // Optoelec. Adv. Mater. – 2011. – Vol. 5, No. 10. – P. 1031–1034.

4. Yukhno E.K. *et al.* Excitation and emission spectra of  $\text{LaInO}_3$ -based solid solutions doped with  $\text{Sm}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$  // *Journal of Luminescence*. – 2017. – Vol.182. – P.123-129.
5. Yukhno E.K. *et al.* Excitation and photoluminescence spectra of single- and non-single-phased phosphors based on  $\text{LaInO}_3$  doped with  $\text{Dy}^{3+}$ ,  $\text{Ho}^{3+}$  activators and  $\text{Sb}^{3+}$  probable sensitizer // *Journal of Luminescence*. – 2017. – Vol.190. – P.298-308.
6. Башкиров Л.А., Кандидатова И.Н., Першукевич П.П. Сенсibiliзирующее воздействие ионов хрома (III) на фотолюминесценцию активированного ионами празеодима люминофора на основе индата лантана. // Доклады НАН Беларуси. – 2014. – Т. 58, № 1. – С. 81–84.
7. Кандидатова И.Н. Фотолюминофоры на основе  $\text{LaInO}_3$  // Сборник материалов конференции в рамках Белорусско-Китайского молодежного инновационного форума «Новые горизонты – 2014» – Минск, 3–4 декабря 2014 г. – Минск: БНТУ, 2015. – С.50–51.

## **РАБОТА ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ В АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОМ РЕЖИМЕ**

Рудченко Ю.А. к.т.н., доц.

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Эффективность применения безредукторного электропривода возвратно-вращательного (колебательного) движения с мягким реверсом обусловлена тем, что он позволяет не только уменьшить металлоемкость и исключить электромеханические удары в рабочей машине, но и облегчить интеграцию привода с рабочим инструментом, повысить динамические и энергетические показатели, а значит, в целом повысить производительность рабочей машины и качество выпускаемой продукции.

Подобный режим может возникнуть и при использовании трехфазного асинхронного электродвигателя, что было показано, например, в работах [1, 2]. В то же время автоколебательный режим работы асинхронного двигателя слабо изучен, в общеизвестных литературных источниках по теории электрических машин и теории электропривода, например [3, 4] и др., нет упоминаний о данном режиме работы.

Целью работы является экспериментальное исследование работы трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором в автоколебательном режиме.

Для этого был изготовлен испытательный стен, описание и технические характеристики которого было приведены в работе [5].

Для работы в автоколебательном режиме двигатель подключали к сети по одной из схем однофазного включения [6]. В этом случае механическая характеристика асинхронного двигателя получается Z-образной, симметричной относительно начала координат. Экспериментально были исследованы возможные схемы включения двигателя и выбрана оптимальная (рис. 1).

При данной схеме включения потери мощности в двигателе наименьшие, скорость вращения вала двигателя при работе от однофазной сети наибольшая, возможный диапазон регулирования напряжения, для изменения параметров колебательного движения, также наибольший.

Запуск асинхронного двигателя в автоколебательный режим осуществляли способом, описанным в работе [7].

В ходе проведения испытаний асинхронного двигателя изменяли напряжение питания, а также суммарную жесткость автоколебательной системы, за счет изменения количества пружин. При этом контролировали изменение параметров колебательного движения (амплитуду и частоту колебаний), а также энергетические характеристики двигателя (потребляемую из сети активную мощность, КПД, значение силы тока и т.д.).

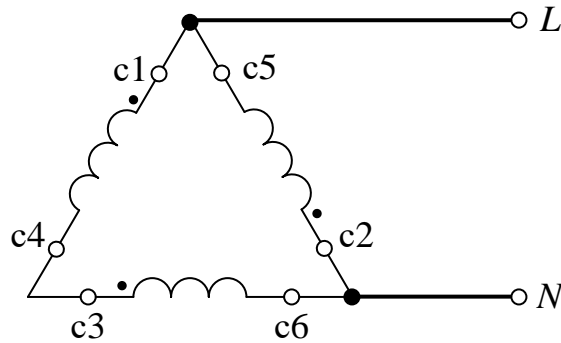


Рис. 1. Схема включения асинхронного двигателя для работы в автоколебательном режиме

По результатам проведенных измерений и дополнительных расчетов были сделаны следующие выводы.

1. Частота колебаний не зависит от изменения напряжения питания двигателя.
2. Частота колебаний вала двигателя зависит от количества пружин присоединенных к валу, с увеличением суммарной жесткости пружин частота колебаний увеличивается.
3. Амплитуда колебаний увеличивается с ростом напряжения питания двигателя.
4. С увеличением количества пружин прикрепленных к валу двигателя амплитуда колебаний вала уменьшается.
5. Частота и амплитуда колебаний зависят от схемы подключения трехфазного асинхронного двигателя к однофазной сети.
6. В зависимости от схемы подключения трехфазного асинхронного двигателя к однофазной сети двигатель в автоколебательном режиме может работать как на неустойчивой части механической характеристики, так и с «забеганием» рабочей точки в генераторный режим.
7. Двигатель потребляет из сети значительно меньше мощности, чем это требуется для растяжения пружин. Это говорит о том, что двигатель в рассматриваемой автоколебательной системе служит только для компенсации потерь мощности. Возвратно-поступательное (возвратно-вращательной) движение происходит за счет создания механического колебательного контура «масса - упругость» и сообщения данной системе начальной энергии – кинетической, в виде начальной скорости вращения вала двигателя (провернули вал) или потенциальной, в виде начального растяжения пружины.
8. Для работы в автоколебательном режиме лучше подходят асинхронные двигатели с высокими значениями критического момента и скольжения, и малым значением пускового момента.

### Литература

1. Антипенко, В.И. Исследование асинхронного двигателя в автоколебательном режиме / В.И. Антипенко // Автоматика. – 1963. – № 4. – с 51–62.
2. Рудченко, Ю.А. Проблемы теории и практики безредукторных электроприводов периодического движения / Ю.А. Рудченко, А.В. Козлов, А.А. Толстенков // Вестник Белорусско-Российского университета – 2011. – №4. – с.129-137.
3. Вольдек, А.И. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов. – СПб.: Питер, 2010. – 350 с.
4. Чиликин, М.Г. Общий курс электропривода: Учебник для вузов / М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.

5. Рудченко, Ю.А. Стенд для изучения работы электромеханической автоколебательной системы «асинхронный двигатель - пружина» / Ю.А. Рудченко // Материалы XXII МНТК «Технология-2019». – 2019. – часть 2. – С. 83–85.
6. Торопцев, Н.Д. Трехфазный асинхронный двигатель в схеме однофазного включения с конденсатором / Н.Д. Торопцев. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2000. – 72 с.
7. Пуск асинхронного двигателя в автоколебательный режим / Ю.А. Рудченко, Н.В. Самовендюк, В.А. Савельев, А.А. Толстенков // Вестн. ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2010. – № 1. – С. 82–89.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ И ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Феськов Д.П. магистрант

*Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого*

В настоящее время в Республике Беларусь, несмотря на строительство атомной электростанции, активно вводятся в эксплуатацию нетрадиционные возобновляемые источники энергии [1],[5],[6],[7],[8],[9]. Так в 2020 г планируется ввести в эксплуатацию 25 МВт мощностей ВИЭ [4]. Наибольшее распространение в нашей стране получили солнечные фотоэлектрические и ветроэнергетические станции.

Целью работы являлся анализ эффективности применения указанных выше энергетических установок в условиях Республики Беларусь.

В качестве критериев оценки эффективности применения солнечных и ветроэнергетических установок были приняты себестоимость выработки электроэнергии и удельная стоимость сооружения ВИЭ.

Путем интернет-поиска, а также в результате литературного обзора последних публикаций в научно-технических изданиях и средствах массовой информации [2], [3] были собраны исходные данные необходимые для проведения расчетов: годовую выработку электроэнергии ВЭУ при скорости ветра 4-4,5 м/с, и СЭС поликристаллических с КПД 13-17% со средней инсоляцией 2,86 кВт\*ч/м.кв. в сутки; годовые затраты на обслуживание ВЭУ и СЭС; годовые амортизационные отчисления для ВЭУ и СЭС; суммарные годовые издержки для ВЭУ и СЭС; коэффициент использования установленной мощности для ВЭУ и СЭС. Далее был произведен расчет критериев эффективности для солнечных и ветроэнергетических установок.

Себестоимость выработки электроэнергии определялась по выражению:

$$C_{\text{выр}} = \frac{I_{\text{год}}}{W_{\text{год}}},$$

где  $W_{\text{год}}$  – Годовая выработка электроэнергии, кВт\*ч за год.

$I_{\text{год}}$  – Суммарные годовые издержки, руб. бел./год

Удельную стоимость сооружения ВИЭ определяли по выражению:

$$C_{\text{удел}} = \frac{C_{\text{ВЭУ}}}{P_{\text{ВЭУ}}},$$

где  $C_{\text{ВЭУ}}$  – стоимость энергоустановки, руб.

$P_{\text{ВЭУ}}$  – установленная мощность энергоустановки, кВт.



Таблиця 1 - Себестоимость выработки электроэнергии

Мощность установки, кВт	Себестоимость выработки электроэнергии ВЭУ, руб. бел./кВт*ч	Себестоимость выработки электроэнергии СЭС, руб. бел./кВт*ч
3	0,0587 ÷ 0,0785	0,0666 ÷ 0,14
10	0,0785 ÷ 0,1056	0,1325 ÷ 0,186
20	0,0708 ÷ 0,0957	0,0715 ÷ 0,1013
50	0,0794 ÷ 0,1077	0,0673 ÷ 0,0942
500	0,0114 ÷ 0,0155	0,09 ÷ 0,105
1000	0,0109 ÷ 0,0147	0,0775 ÷ 0,1085

Таблиця 2 - Удельная стоимость сооружения ВИЭ, руб.бел./кВт

Мощность установки, кВт	Удельная стоимость ВЭУ, руб. бел./кВт	Удельная стоимость СЭС, руб. бел./кВт
3	1073,3	2000
10	1433	2650
20	1297,5	1432,5
50	1458	1344
500	210	1800
1000	200	1550

По результатам анализа эффективности применения солнечных и ветроэнергетических установок мы пришли к выводу, что наиболее эффективными по указанным критериям следует считать ветроэнергетические установки малой мощности до 50 кВт, а также солнечные энергетические установки большой мощности.

Литература

#### **Государственная программа "Энергосбережение" на 2016 – 2020 годы.**

Утверждена советом Министров Республики Беларусь 28 марта 2016 года №248.

1. Падалко, Л.П. Методические подходы к технико-экономическому обоснованию развития генерирующих источников на базе возобновляемых энергоресурсов / Л.П. Падалко, Л.П. Филянович // Энергетика и ТЭК. – 2018. – №4, с.18-22.
2. Журнал "Энергоэффективность". – 2019. – №9, с. 4-6.
3. [Мощность установок ВИЭ в 2020 году] - Режим доступа - <https://atom.belta.by/> (дата доступа: 29.03.2020).
4. [Ветряные электростанции] - Режим доступа - <https://minsk.deal.by/Vetrogenerator> (дата доступа: 19.03.2020).
5. [Ветрогенераторы] - Режим доступа - <https://invertory.ru/category/vetrogenerator/> (дата доступа: 17.03.2020).
6. [Солнечные электростанции] - Режим доступа - <https://nsia-energy.ru/> (дата доступа: 15.03.2020).
7. [Промышленные солнечные электростанции] - Режим доступа - <https://realsolar.ru/solar-station/ses-setevie/ses-prom/ses-prom-50kw-3f/> (дата доступа: 25.03.2020).
8. [Солнечные электростанции Solar Time] - Режим доступа - [https://solartime.by/gotovye\\_komplekty.html](https://solartime.by/gotovye_komplekty.html) (дата доступа: 22.03.2020).

## ЛІНЕАРИЗОВАНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИНХРОННОГО ДВИГУНА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

Герасименко А.А., Руднев Є.С. к.т.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет імені В.Даля*

Питання, пов'язані із розробкою математичного опису та створення деталізованих моделей синхронних двигунів, мають важливе наукове та практичне значення для дослідження робочих характеристик і проектування нових алгоритмів керування.

Задачею є отримання математичного опису, лінеаризація рівнянь руху та моделювання синхронного двигуна з постійними магнітами (СДПМ).

Для опису динамічних режимів роботи синхронного електродвигуна при будь-якому способі керування його швидкістю зручно звернутися до моделі узагальненої двофазної машини змінного струму [1].

Повний опис СДПМ в системі:

$$\begin{cases} \frac{d\psi_{1d}}{dt} = U_{1d} - \frac{R_1}{L_1}\psi_{1d} + \frac{R_1}{L_1}\psi_B + \omega Z_n \psi_{1q}, \\ \frac{d\psi_{1q}}{dt} = U_{1q} - \frac{R_1}{L_1}\psi_{1q} - \omega Z_n \psi_{1d}, \\ J \frac{d\omega}{dt} = \frac{m_1 Z_n \psi_B}{2L_1} \psi_{1q} - M_c, \end{cases} \quad (1)$$

Переходячи в (1) до операторної форми запису, після перетворень отримаємо:

$$\begin{cases} (T_{11}p + 1)\psi_{1d} = T_{11}U_{1d} + \psi_B + T_{11}\omega Z_n \psi_{1q}, \\ (T_{11}p + 1)\psi_{1q} = T_{11}U_{1q} - T_{11}\omega Z_n \psi_{1d}, \\ Jp\omega = \frac{m_1 Z_n \psi_B}{2L_1} \psi_{1q} - M_c, \end{cases} \quad (2)$$

де  $p$  – оператор диференціювання;

$T_{11} = \frac{L_1}{R_1}$  – електромагнітна постійна часу.

Синхронний двигун з постійними магнітами являє собою нелінійний об'єкт керування, що викликано наявністю множникових ланок. Проведемо лінеаризацію системи рівнянь (2) методом розкладання основних нелінійних залежностей в степеневий ряд Тейлора в околі деякої робочої точки з параметрами:  $\psi_{1d0}$  і  $\psi_{1q0}$ :

$$\begin{cases} (T_{11}p + 1)\psi_{1d0} = T_{11}U_{1d} + \psi_B + T_{11}\omega Z_n \psi_{1q0}, \\ (T_{11}p + 1)\psi_{1q0} = T_{11}U_{1q} - T_{11}\omega Z_n \psi_{1d0}, \\ Jp\omega = \frac{m_1 Z_n \psi_B}{2L_1} \psi_{1q0} - M_c. \end{cases} \quad (3)$$

Порівняння динаміки, яка отримується з повного та лінеаризованного опису СДПМ виконаємо моделюванням на прикладі машини Siemens 1FT6064-6AF71 с такими паспортними даними [1]:

$$\begin{aligned} U_{1H} &= 340 \text{ В}, n_H = 3000 \text{ об/хв}, Z_n = 6, \\ I_{1H} &= 4,9 \text{ А}, J_d = 16,3 \cdot 10^{-4} \text{ кгм}^2, \\ K_t &= 1,57 \text{ Вб}, R_s = 1,4 \text{ Ом}, L_d = 13,5 \text{ мГн}. \end{aligned}$$

Отримаємо наступні значення параметрів:  $R_1 = R_s$ ,  $L_1 = L_d$ ,  $\psi_B = 0,174 \text{ Вб}$ ,  $T_{11} = T_{e1} = 9,64 \text{ мс}$ ,  $J = 1,2J_d$ ,  $T_{m1} = 1,66 \text{ мс}$ .

При моделюванні машини по опису в системі координат  $0dq$ , жорстко зв'язаною з ротором машини (2) прийнято, що закон керування напругою забезпечує  $U_{1d} = 0$ . Напруга  $U_{1q}$ , відповідна номінальній швидкості в усталеному режимі розраховується так  $U_{1qH} = \omega_0 Z_n \psi_B = 328,82 \text{ В}$ . Процеси пуску та набросу навантаження в такій моделі спільно з процесами в лінеаризованій моделі представлені на рисунку 1,а. Пуск за 0,2 с в повній та лінеаризованій моделях організовується лінійною зміною сигналів  $U_{1q}$  і  $\omega_0$  відповідно до значень  $U_{1qH}$  і  $\omega_{0H}$ . Динаміка механічних процесів в двох

моделях суттєво різняться.

Це обумовлюється зміною потоку  $\psi_{1d}$  в результаті дії перехресного зв'язку в каналі формування  $\psi_{1d}$ . У разі ж її компенсації, коли  $U_{1d} = -E_{1q} = -\omega Z_{\sigma} \psi_{1q}$ , потік  $\psi_{1d}$  буде незмінним й рівним  $\psi_B$ , і механічні процеси співпадуть з процесами, отриманими в лінеаризованій моделі, так як при цьому забезпечуються допущення о постійності  $\psi_{1d}$  і  $\psi_B$ , які приймаються при отриманні лінеаризованої моделі. Необхідний сигнал  $U_{1d}$  для компенсації ЕРС  $E_{1q}$ , яка наводиться в каналі формування  $\psi_{1d}$ , при відпрацюванні представленої діаграми приведений на рисунку 1,б.

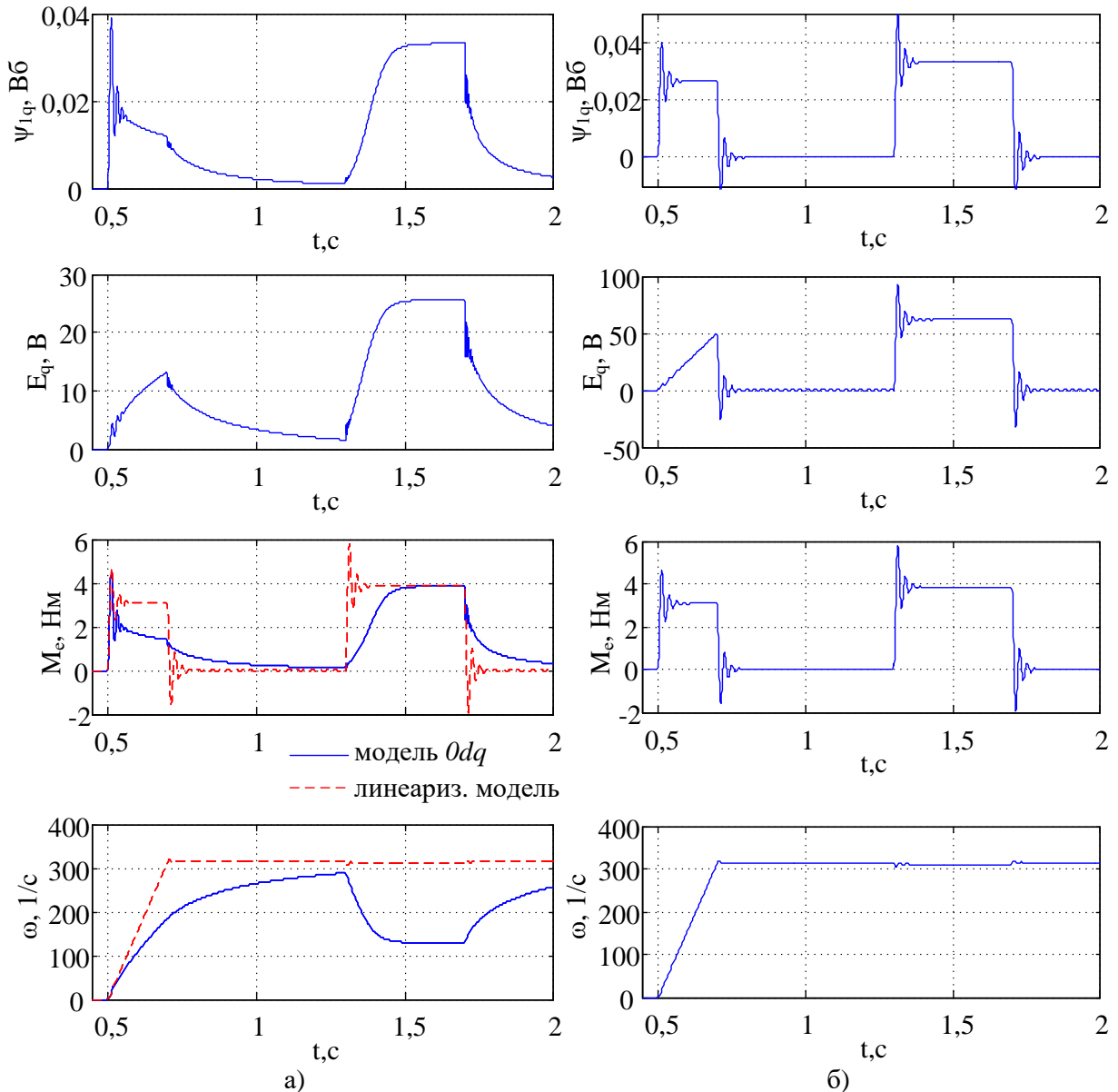


Рисунок 1 – Графіки перехідних процесів в моделях СДПМ: а – в просторі  $0dq$  без компенсації  $E_{1q}$  і лінеаризованій; б – в просторі  $0dq$  з компенсацією  $E_{1q}$

Висновок. В статті отримана лінеаризована математична модель синхронної машини з постійними магнітами. Отримані передатні функції по відношенню к керуючому та збурюючому впливам об'єкта керування - СДПМ. Наведені результати моделювання синхронного двигуна в ортогональній системі координат  $0dq$ , жорстко зв'язаної з ротором машини.

Література

1. Шевченко І. С. Спеціальні питання теорії електропривода. Динаміка синхронного електропривода: навч. посіб. / І.С. Шевченко, Д.І. Морозов. – Київ: Кафедра, 2014. – 276 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПІД ЧАС ВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

Шабанов В. – ГМ-16дв

Науковий керівник – к.т.н., доц. Мелконов Г.Л.

*Східноукраїнський національний університет імені В.Даля*

Вібраційна обробка широко застосовується для різних деталей, і в першу чергу для тих, які мають складну форму, але є обмеження, пов'язані насамперед з розміром деталей, тобто тонких та плоских, а також довгих деталей. Перші - через те, що під час обробки з використанням води або розчину, деталі прилягають до стінок ємності і виникає зібрання у мішки (це явище порушує процес обробки, знижує якість обробки плоских деталей невеликого розміру), другі - через їх нерівномірну обробку, пов'язані зі складністю забезпечення стабільного руху циркуляції при тривалій вібрації контейнеру. Тому необхідно шукати нові технологічні рішення для застосування вібраційної обробки таких деталей.

При обробці в тих же умовах потужність, витрачена на процес, однозначно характеризує її продуктивність, оскільки це загальний параметр для технологічних операцій, що характеризуються різними кінцевими технологічними результатами, які в свою чергу залежать від сукупності різноманітних факторів, також різних для кожної операції [3].

Нейай буде визначено взаємозв'язок між потужністю, витраченої на процес обробки, і продуктивністю цього процесу.

За рахунок дисипативної функції Релея розроблена математична модель дозволяє визначити середню корисну потужність за період, залежно від параметрів вібраційної машини. У цьому випадку рівняння можна записати у вигляді:

$$N = \frac{1}{2T} \int_0^T \left[ B_r (\dot{x}_r(\omega, r, t) - \dot{x}(\omega, r, t))^2 + B_r (\dot{y}_r(\omega, r, t) + \dot{y}(\omega, r, t))^2 \right] dt, \quad (1)$$

де  $\omega$  та  $r$  - кутова швидкість;  $T$  - період, визначений як  $\frac{2\pi}{\omega}$

Це визначить ефективність застосування певної частоти та амплітудного режиму, але залежність потужності обробки від місця розташування генератора вібрацій не може бути знижені таким чином. Це пов'язано з особливостями обраної схеми розрахунку.

Потужність, що розсіюється в робочому середовищі, буде пропорційною квадрату різниці швидкостей стінок ємності та шару робочого середовища. Тоді залежність корисної потужності від місця розташування генератора вібрацій може бути представлена у вигляді:

$$N = \frac{1}{l} \int \int_S \left[ \frac{1}{2T} B_r (\dot{x}_r(t) - \dot{x}_p(t))^2 + \frac{1}{2T} B_r (\dot{y}_r(t) + \dot{y}_p(t))^2 \right] dt ds, \quad (2)$$

де  $S$  - функція, що описує геометричну форму контейнера, через яку відбувається інтеграція, і значення яких підміняються під час обчислення функцій швидкості переміщення точок контейнера  $\dot{x}_p$  та  $\dot{y}_p$ , і які визначаються від:

$$x_p(x_0, y_0, t) = \dot{x}(t) + \sqrt{x_0^2 + y_0^2} \cdot \dot{\phi}(t) \cos \left( \phi(t) + \arctg \left( \frac{x_0}{y_0} \right) \right);$$

$$y_p(x_0, y_0, t) = \hat{y}(t) - \sqrt{x_0^2 + y_0^2} \cdot \phi(t) \sin\left(\phi(t) + \arctg\left(\frac{x_0}{y_0}\right)\right), \quad (3)$$

де  $l$  - довжина кривої, що наближається до лінії поперечного перерізу контейнера.

Координати розташування генератора вібрацій, опосередковано вказані у формулі (1), використовуються при визначенні швидкостей.

Враховуючи результати проведених досліджень, а також вплив розташування генератора вібрацій на корисну потужність, розташування генератора вібрацій у правому нижньому куті, безпосередньо під стінкою контейнера під кутом  $45^\circ$  до осі ординат, перпендикулярних до поздовжньої осі, проходження через центр маси є найбільш раціональним. Це підвищення продуктивності забезпечується як збільшенням корисної потужності, так і створенням умов для стабільної циркуляції маси вантажу.

Література:

1. Perez J.P., *Mécanique points matériels - solides - fluides* (Masson, 1995)
2. R. Bridson, R. Fedkiw and J. Anderson, *Robust treatment of collisions, contact and friction for cloth animation*, , ACM Transactions on Graphics, v. 21, pp. 594-603 (2002).
3. V.V. Strutinskiy, V.M. Drozdenko, *Dynamic processes in machine tools* (Osnova-Print, Kiev, 2010)

## ПЕРСПЕКТИВИ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

Газієв Д.В., Ільчішин С.В. – ЕЕ-18да

Науковий керівник - Мелконова І. В.

*Східноукраїнський національний університет імені В.Даля*

Проблема забезпечення електричною енергією багатьох галузей світового господарства, постійно зростаючих потреб населення Землі стає зараз все більш нагальною. При нинішньому рівні споживання ресурсів, людство вичерпає запаси нафти і газу вже через 50 років, тому необхідно використовувати альтернативні джерела енергії. Більш перспективною з них зараз вважається саме сонячна енергетика.

Для задоволення сучасного електроспоживання досить перетворити на електричну сонячну енергію, падаючу на 0,0025 % поверхні Землі. Для цього досить використовувати 1 % площі пустелі Сахара.

2017 рік став знаковим для сонячної фотоелектричної енергетики - в світі ввели в експлуатацію найбільше сонячних потужностей в порівнянні з іншими типами технологій виробництва електроенергії. На п'ять найбільших національних ринків - Китай, США, Індію, Японію і Туреччину - доводиться майже 84% знову встановлених потужностей. Далі йдуть Німеччина, Австралія, Республіка Корея, Великобританія і Бразилія. За сукупної потужності лідирують Китай, США, Японія, Німеччина, Італія та Індія.

Щорічний приріст виробництва енергії на сонячних електростанціях складає до 33%.

Оскільки в Україні сонячна енергія - досить популярний ВДЕ, можна спостерігати, що регіональний розподіл встановлених об'єктів ВДЕ корелює з рівнем інсоляції (тобто кількістю сонячного випромінювання на квадратний метр поверхні Землі). Основна увага приділяється регіонах з високою сонячною активністю, як показано на карті нижче.

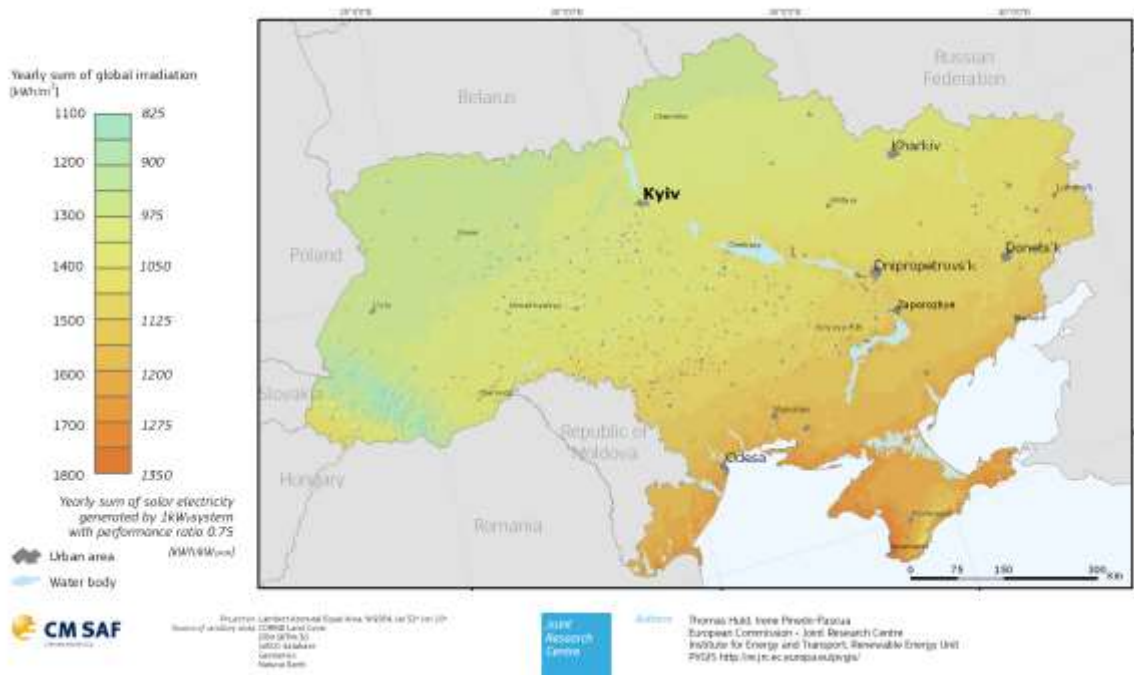


Рисунок 1 - Випромінювання і потенціал сонячної енергії в Україні.

В більшості областей України рівень інсоляції перевищує аналогічні показники Німеччини, яка є одним зі світових лідерів в області сонячної енергетики.

В умовах України питома річна, сонячна радіація складає для

- 1) АР Крим, м. Севастополь і Одеської області - 1350 кВтч/м<sup>2</sup>;

- 2) Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Кіровоградської, Луганської, Миколаївської і Херсонської областей - 1250 кВтч/м<sup>2</sup>;

- 3) Вінницької, Житомирської, Київської, Полтавської, Рівненської, Сумської, Харківської, Хмельницької, Черкаської і Чернігівської областей - 1150 кВтч/м<sup>2</sup>;

- 4) решті областей - 1000 кВтч/м<sup>2</sup>.

В Україні є всі перспектива розвитку сонячної енергетики. У нашій країні сприятливий клімат - рівень інсоляції (тобто кількість сонячного випромінювання на квадратний метр поверхні Землі) в більшості областей України перевищує аналогічні показники Німеччини, яка є одним зі світових лідерів в області сонячної енергетики. Сприятливе правове поле, яке реально стимулює інвестування в альтернативну енергетику, зелений тариф, за яким держава викуповує всю електрику, вироблену СЕС - один з найвищих в Європі. У квітні 2019 року прийнято закон про зелені аукціони. Згідно з ним, участь в аукціонах буде обов'язковим з 2020 року для проектів сонячної енергетики потужністю понад 1 МВт і вітрових електростанцій з потужністю більше 5 МВт. За умовами аукціону, той, хто пропонує найнижчу ціну, зможе продавати «чисту» електроенергію державі.

Можливості інвестувати в альтернативний енергетичний сектор України надзвичайно сприятливі, оскільки країна володіє різноманітними запасами сировини і добре освіченою робочою силою, має технічні ноу-хау, необхідні для розробки

Література.

1. Источник: REN21, Renewables 2018, Global Status Report, 2018.
2. Источник: Renewable energy sector: Unlocking sustainable energy potential, National Investment Council of Ukraine, 2018.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Лесной Д.С., Паеранд Ю.Е. к.т.н., професор

*Східноукраїнський національний університет імені В.Даля*

В схемах сучасних електронних пристроїв в якості елементів все частіше почали з'являтися елементи, які використовують прямий та зворотній п'єзоefекти. Серед таких елементів особливе місце займають п'єзотрансформатори. Використовують їх, в основному, через невеликі габарити та масу, а також економічність. Перевагами п'єзотрансформатора, у порівнянні з електромагнітним є високий ККД, великий коефіцієнт трансформації, здібність роботи на високих частотах, висока зносостійкість і те, що вони не створюють електромагнітних перешкод.

Експериментальні дослідження проводилися для одношарового ТП-Р1 800603 і багатшарового ТП-РМ 2005015 п'єзоелектричних трансформаторів напруги поперечно-подовжнього типів, які показані на рис. 1.

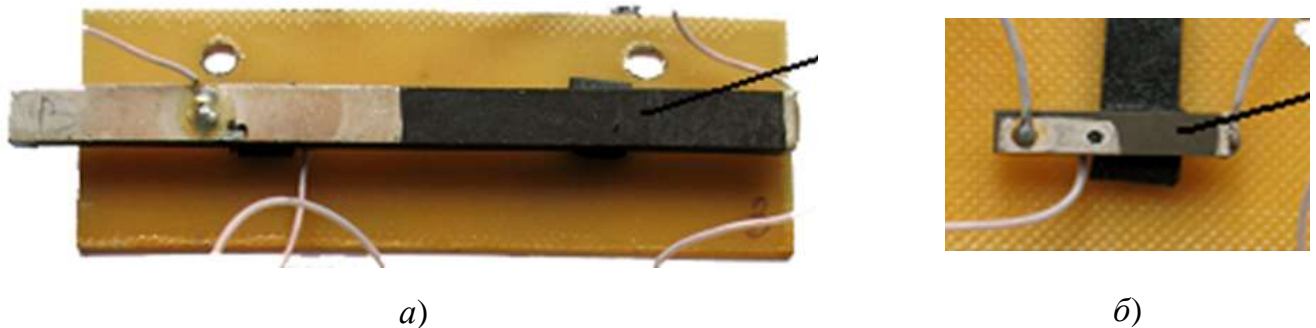


Рис.1 - П'єзоелектричні трансформатори, що досліджувалися:  
а) ТП-Р1 800603; б) ТП-РМ 2005015.

Таблиця - Електрофізичні параметри п'єзотрансформаторів

Тип	Частота основного резонансу, кГц	Тангенс кута діелектричних втрат вхідній секції, не більше	Вхідний струм, мА при навантаженні 100 МОм, не більше	Вихідна напруга, кВ при навантаженні 100 МОм, не менше	Коефіцієнт корисної дії при навантаженні 30 МОм, не менше	Максимальна вхідна напруга, В, не більше
ТП-Р1 800603	19,0-22,0	0,010	30	3,5	0,5	60
ТП-РМ 2005015	79,2-96,8	0,008	-	2,0	0,5	3

На рис. 2,а наведені результати вимірювання вихідної напруги п'єзотрансформатора типа ТП-Р1 800603 в залежності від частоти вхідної напруги, яка дорівнювала одному вольту, у діапазоні частот від 17000 до 21400 Гц, а на рис. 2б результати вимірювання для трансформатора ТП-РМ 2005015. Для цього п'єзотрансформатора діапазон частот, в якому проводилися дослідження, змістилися в бік більш великих значень через те, що довжина другого п'єзотрансформатора в три рази менша, ніж першого. Вимірювання проводилися при підключенні трансформаторів на навантаження 100 МОм.

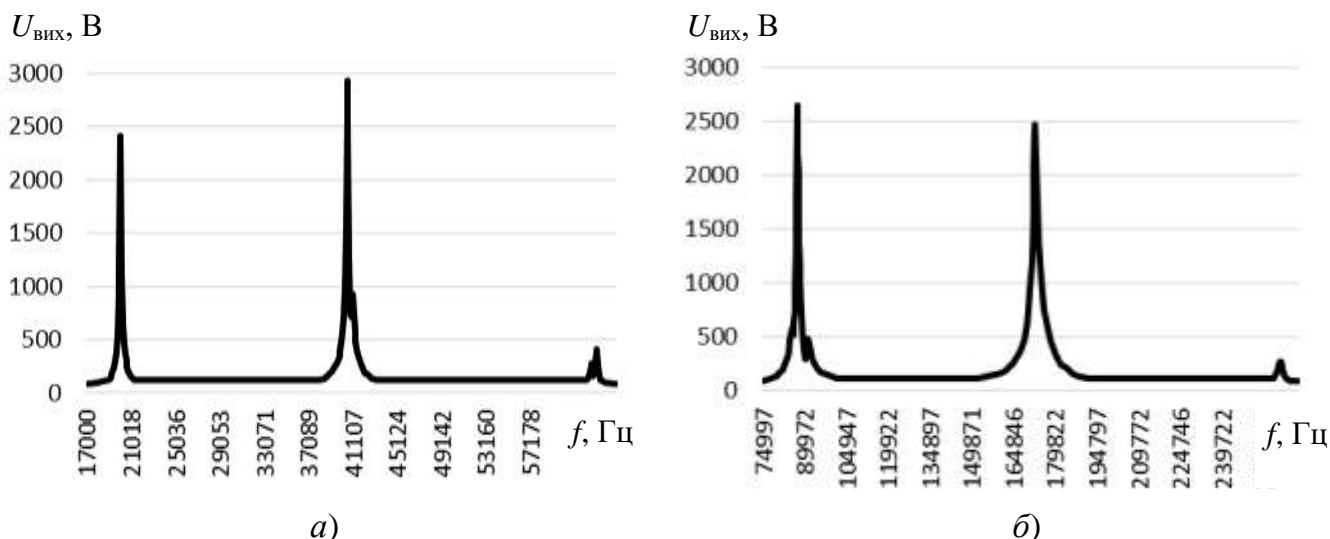


Рис.2 - Амплітудно-частотні характеристики п'єзоелектричних трансформаторів:

а) ТП-Р1 800603; б) ТП-РМ 2005015.

Результати проведених досліджень показали, що п'єзотрансформатори дозволяють отримати велике значення коефіцієнта трансформації, величина якого за результатами експерименту досягала значення 2934. При цьому одношаровий п'єзотрансформатор на другій гармоніці показав збільшення вихідної напруги, відносно напруги на першій, приблизно на 21%. В той же час багатошаровий п'єзотрансформатор показав збільшення вихідної напруги на першій гармоніці і це збільшення складало біля 7%. Використання третьої гармоніки недоцільно, так як вихідна напруга при цьому знижується на порядок, тобто ефективність роботи п'єзотрансформатора дуже низька.

На рис. 3 показані навантажувальні характеристики п'єзотрансформаторів ТП-Р1 800603 і ТП-РМ 2005015 для першої (крива 1) і другої (крива 2) гармонік.

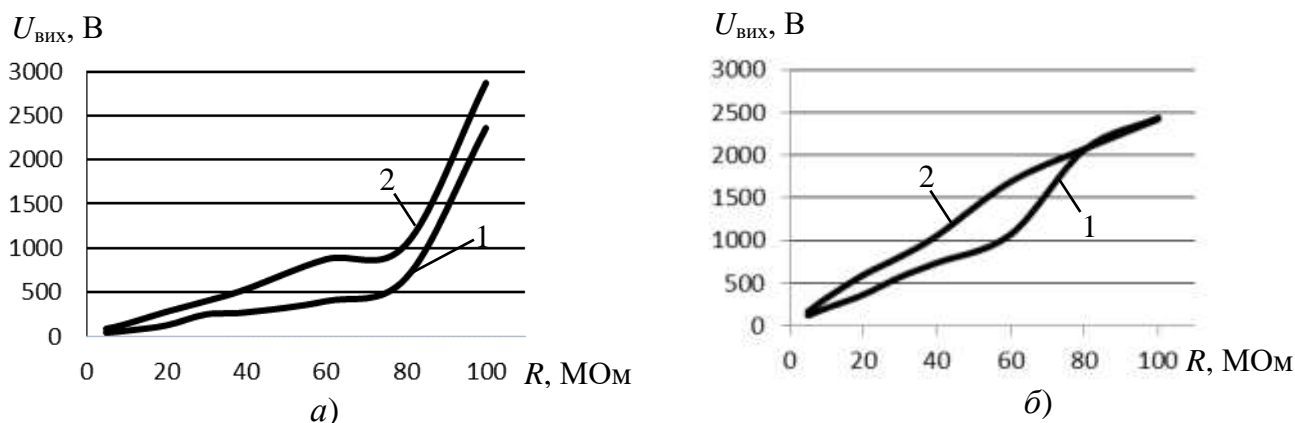


Рис. 3 - Навантажувальні характеристики п'єзоелектричних трансформаторів:  
а) ТП-Р1 800603; б) ТП-РМ 2005015

З наведених характеристик видно, що опір навантаження значно впливає на величину вихідної напруги і зі зменшенням опору вихідна напруга зменшується. При цьому зменшення напруги для одношарового п'єзотрансформаторів значно більше, ніж багатошарового, що свідчить про більшу здатність навантаження багатошарового, незважаючи на його менші розміри.



## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РЕКОМБІНАЦІЇ НЕГАТИВНИХ ІОНІВ ПРИ ШТУЧНІЙ ІОНІЗАЦІЇ ПОВІТРЯ

Сорокін В.С., Паеранд Ю.Е. к.т.н., професор

*Східноукраїнський національний університет імені В.Даля*

В багатьох роботах доведено, що аероіони позитивно впливають на організм та загальний стан людини, а саме: зменшують втоми та підвищують працездатність; позитивно впливають на сон; підвищують стійкість до охолодження, бактеріальній або хімічній інтоксикації; стимулюють тканинне дихання та інше. Численні дослідження вчених показали важливість додержання в повітрі, де знаходиться людина, оптимальної концентрації іонів.

В сучасних умовах людського життя серед великої кількості електронних пристроїв та зачинених приміщеннях ця вимога найчастіше не виконується. Для покращення іонного середовища використовуються спеціальні прилади, так звані іонізатори. Але позитивний ефект стає помітним лише при відповідній кількості аероіонів у повітрі.

Таблиця - Нормативні величини іонізації повітряного середовища виробничих та громадських приміщень

Рівень	Кількість іонів в 1 см <sup>3</sup>		Показник полярності П
	Позитивні іони n <sup>+</sup>	Негативні іони n <sup>-</sup>	
Мінімально необхідний	400	600	- 0,2
Оптимальний	1500-3000	n <sup>-</sup> ≤ 50000	від - 0,05 до 0
Максимально допустимий	50000	50000	від - 0,05 до + 0,05

В якості приладу для штучної іонізації повітря при проведенні експерименту використовувався іонізатор типу ИВП-1, а для вимірювання концентрації негативних іонів – лічильник аероіонів МАС-01.

Оцінка характеру розподілу концентрації іонів в залежності від відстані  $L$  до іонізатора і часу  $t$  після вимкнення проводилася в ізолюваному порожньому приміщенні розміром 6×12 м при відсутності зовнішніх електричного і магнітного полів за схемою представленою на рис.1.

Вимірювання проводилися на відстанях  $L$  від іонізатора повітря ИВП-1 - 0,5м; 1,0 м; 1,5 м; 2,0 м; 2,5 м; 3,0 м; 3,5 м; 4,0 м. Для динамічної фіксації результатів експерименту використовувалася відеокамера. Після фіксації данні, що знімалися на відео через проміжки часу 0, 2с, 4с, 6с, 8с, 10с, 12с, 14с, заносилися у таблицю, за результатами якої побудовані графіки залежностей концентрації негативних іонів  $n$  від часу після вимкнення іонізатора для відстані  $L$  (рис. 2) і часу на фіксованій відстані (рис. 3) .

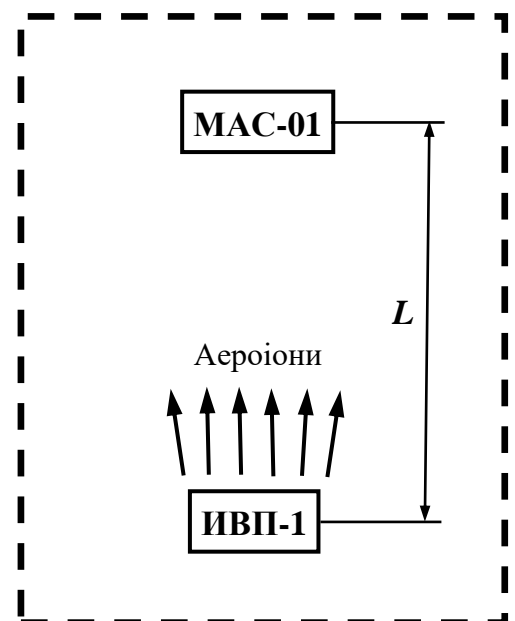


Рис. 1 - Розміщення приладів у кімнаті в процесі експерименту

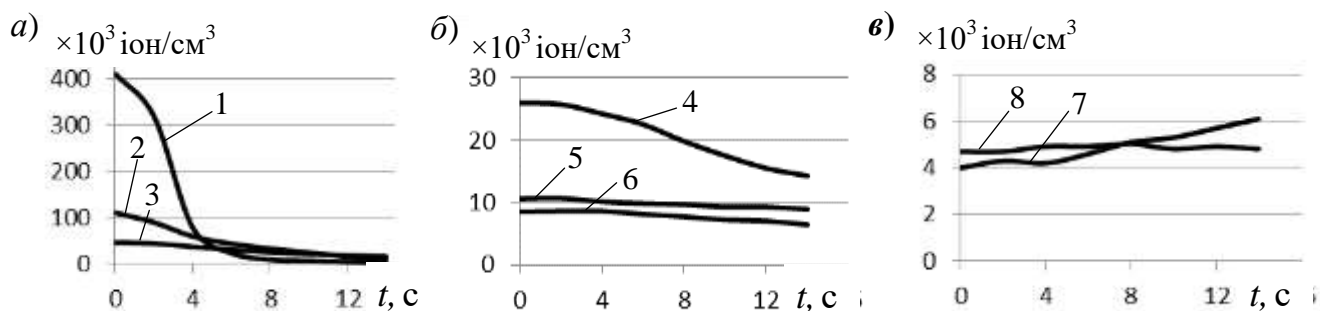


Рис. 2 - Графіки залежностей концентрації негативних іонів  $n$  від часу після вимкнення іонізатора для відстаней  $L$ :

1 - 0,5м; 2 - 1,0м; 3 - 1,5м; 4 - 2,0м; 5 - 2,5м; 6 - 3,0м; 7 - 3,5м; 8 - 4,0м

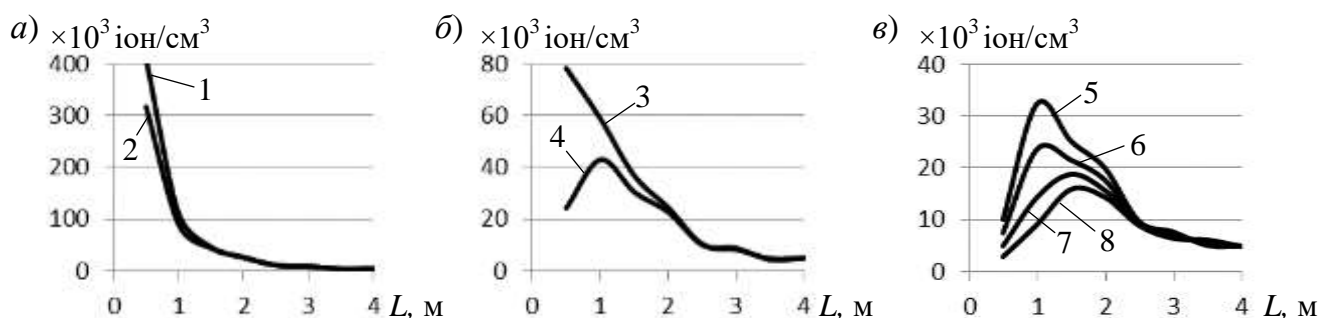


Рис. 3 - Графіки залежностей концентрації негативних іонів  $n$  від відстані  $L$  в момент вимірювання  $t$ :

1 - 0 с; 2 - 2 с; 3 - 4 с; 4 - 6 с; 5 - 8 с; 6 - 10 с; 7 - 12 с; 8 - 14 с

Аналіз залежностей на рис. 2 показує, що після виключення іонізатора деіонізація відбувається значно інтенсивніше в областях високих концентрацій іонів, ніж в областях низьких концентрацій. На видаленні від джерела іонів 3,5м протягом спостережуваного періоду часу спостерігається навіть деяке збільшення концентрації негативних іонів. Останнє пояснюється аж ніяк не іонізацією в досліджуваному просторі, а переміщенням негативних іонів з області високої концентрації в область меншої концентрації, тобто дифузією. Такому явищу можна дати назву «іонний вітер». Очевидно, що явище переміщення іонів (дифузія або «іонний вітер») має місце і на меншій відстані від джерела іонів, тобто на відстанях від 0,5 до 3,5 м, але тут ефект від цього переміщення менш помітний або не помітний взагалі в зв'язку з більш інтенсивними деіонізаційними процесами.

Аналіз залежностей на рис. 3 показує, що при роботі іонізатора (момент часу 0) розподіл іонів носить експоненціальний характер. Однак, з моменту виключення іонізатора характер розподілу іонів в просторі змінюється. Починаючи з четвертої секунди спостерігається різке зниження концентрації поблизу іонізатора (на відстані (0,5 метра), а з шостої секунди і далі почав проявлятися максимум концентрації в області простору спочатку на відстані 1 метр, потім цей максимум перемістився далі і став проявлятися на відстані 1,5 метра. Даний ефект пояснюється також як і раніше процесом дифузії іонів в область більш низької концентрації.

Результати проведених експериментів можна рекомендувати при розробці біполярних іонізаторів, де необхідно визначити оптимальний алгоритм почергового включення і відключення джерел негативних і позитивних іонів, для забезпечення оптимальної концентрації аероіонів.

## МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ КОНСТРУЮВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДІВ

Ткаченко В. Ю. аспірант

*Східноукраїнський національний університет імені В. Даля*

Для оптимізації процесу конструювання існує багато методів. Оскільки в більшості практично важливих випадків аналітичне розв'язання задач оптимізації важке або неможливе, ми маємо володіти чисельними методами, розрахованими на застосування сучасних комп'ютерів.

Розрізняють декілька методів за їх властивостями: чисельні методи одновимірної оптимізації, методи нульового, першого й другого порядків безумовної мінімізації, методи умовної багатовимірної оптимізації.

Розглянемо деякі методи, які минулого разу ще не розглядувались.

### Метод розгалужень та границь

В методі розгалужень та границь, процес розв'язання цілочисельної задачі починається з розв'язання неперервної задачі лінійного програмування двоїтим симплекс-методом. Якщо отриманий при цьому оптимальний опорний план  $x^0$  не задовольняє умові цілочисельності, то для продовження розв'язання вихідна множина припустимих розв'язків  $X^0$  розбивається на дві взаємно непересічні підмножини  $X_1^1$  і  $X_2^1$  за допомогою додаткових обмежень.

### Метод дихотомії

Метод дихотомії можна віднести до послідовних стратегій. Задається початковий інтервал невизначеності і необхідна точність. Алгоритм ґрунтується на аналізі значень функції в двох точках. Для їхнього знаходження поточний інтервал невизначеності ділиться навпіл і в обидва боки від середини відкладається по  $\delta/2$ , де  $\delta$  – мале додатне число. Умови закінчення процесу пошуку стандартні: пошук закінчується, коли довжина поточного інтервалу невизначеності виявляється меншою за встановлену величину.

### Метод Фібоначі

Для побудови ефективного методу одновимірної мінімізації, що працює за принципом послідовного скорочення інтервалу невизначеності, треба задати правило вибору на кожному кроці двох внутрішніх точок. Бажано, щоб одна з них завжди використовувалася в якості внутрішньої і для наступного інтервалу. Тоді кількість обчислень функції скоротиться вдвічі. В методі Фібоначі (L. Fibonaccі) реалізована стратегія, що забезпечує максимальне гарантоване скорочення інтервалу невизначеності при заданій кількості обчислень функції і претендує на оптимальність. Ця стратегія опирається на числа Фібоначі.

Числа Фібоначі визначаються за формулою

$$F_0 = F_1 = 1, F_k = F_{k-1} + F_{k-2}, k = 2, 3, 4, \dots$$

Послідовність чисел Фібоначі має вигляд: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, ...

### Адаптивний метод випадкового пошуку

Для того, щоби знайти безумовний мінімум функції  $f(x)$  багатьох змінних, тобто знайти таку точку  $x^* \in R^n$ , що  $f(x^*) = \min_{x \in R^n} f(x)$ . Задається початкова точка  $x^0$ . Кожна наступна точка знаходиться за формулою  $X^{k+1} = X^k + t_k \xi^k$ , де  $t_k$  – величина кроку;  $\xi^k$  – випадковий вектор одиничної довжини, що визначає напрямок пошуку;  $k$  – номер ітерації. На наступній ітерації за допомогою генерування випадкових векторів  $\xi^k$  одержимо точки, що лежать на гіперсфері радіуса  $\xi^k$  із центром в точці  $x^k$ .

Якщо значення функції в отриманій точці не менше, ніж в центрі, крок вважається невдалим (точки  $y^1, y^2$  при пошуку з  $x^0$ ;  $y^1, y^3$  при пошуку з  $x^1$ ). Якщо число невдалих кроків з поточної точки досягає деякого числа  $M$ , подальший пошук триває з тієї ж точки, але з меншим кроком доти, поки він не стане менше за задану величину  $R$ . Якщо

ж значення функції в отриманій точці менше, ніж в центрі, крок вважається вдалим і в знайденому напрямку робиться збільшений крок, що грає роль прискорювального кроку (як при пошуку за зразком в методі конфігурацій).

### **Метод проекції градієнта**

Серед методів можливих напрямків (або проективних методів) найбільш відомим є *метод проекції градієнта* (метод Розена (Rozen J. B.)), який застосовується в задачах пошуку умовного екстремуму з обмеженнями типу рівностей і нерівностей. Метод проекції градієнта враховує обмеження в явній формі і реалізується по траєкторії, що забезпечує поліпшення значень цільової функції і не виходить за межі області припустимих розв'язків.

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ**

Неженцев А.Б. к.т.н., доцент

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

В настоящее время из десятков тысяч эксплуатируемых в Украине грузоподъемных кранов более 80% отработали нормативный срок эксплуатации. В соответствии с нормативными документами Государственной службы Украины по вопросам труда (Держпраці) эти краны должны подвергаться экспертно-техническому обследованию, которое выполняют специализированные организации. По мере накопления больших объемов информации по результатам многократных экспертных обследований различных грузоподъемных кранов необходимы инструменты по учету, систематизации, обработке и контролю за параметрами, характеризующими техническое состояние кранов.

С целью систематизации информации о грузоподъемных кранах, отработавших нормативный срок эксплуатации, разработано программное обеспечение по накоплению, обработке и выводу информации, характеризующей техническое состояние обследованных кранов [1]. Оно было выполнено с использованием объектно-ориентированной среды Delphi и системы управления базами данных Paradox. Разработанный программный комплекс включает в себя модули для ввода и редактирования информации о грузоподъемных кранах, а также модули позволяющие осуществлять поиск и просмотр информации, отсортированной по критериям заданных пользователем. С его помощью можно проводить анализ изменения технического состояния кранов во времени, а также - устанавливать и анализировать причины возникновения дефектов металлоконструкций, механизмов, приборов безопасности, электрического, гидравлического и др. оборудования кранов.

Главное меню программы, приведенное на рис. 1, включает в себя пункты: «Файл», «Редактирование», «Просмотр информации», «Поиск» и «Справка». Каждый из этих пунктов разворачивается в меню следующего уровня. При выборе подпункта «Добавление информации» пункта «Редактирование» на экран последовательно выводится ряд окон для ввода информации об обследованном грузоподъемном кране.

Подпункт «Редактирование информации по крану рег. №» пункта «Редактирование» позволяет, после ввода регистрационного номера крана, редактировать его данные. После чего на экран последовательно выводятся окна, содержащие формы, заполненные информацией по данному крану. По завершении редактирования и нажатии кнопки «ОК» осуществляется изменение информации в соответствующих таблицах базы данных.

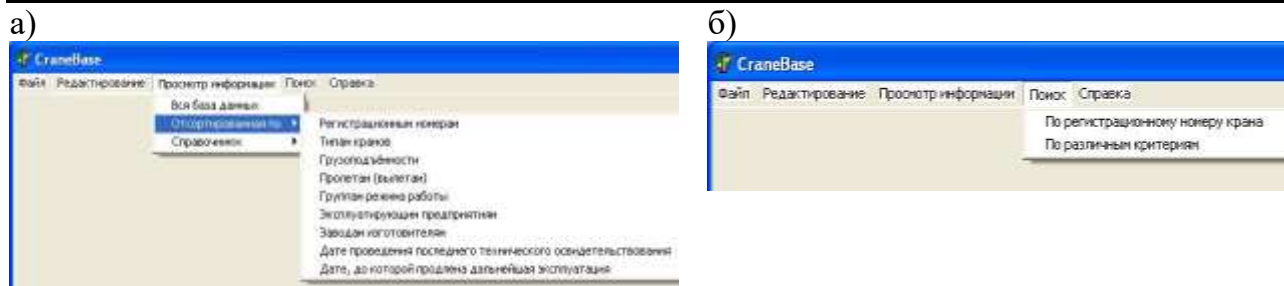


Рисунок 1 – Содержание некоторых пунктов главного меню

При выборе подпункта «Вся база данных» пункта меню «Просмотр информации» на экран выводится окно, приведенное на рис. 2. Верхняя область окна представляет собой таблицу, содержащую паспортные данные всех занесенных в базу грузоподъемных кранов в хронологическом порядке. Нижняя область формы содержит строку, отображающую информацию о результатах проведенного технического обследования того грузоподъемного крана, на который указывает маркер в таблице с паспортными данными кранов.

При выборе подпункта «По различным критериям» пункта главного меню «Поиск» на экран выводится окно, содержащее запрос на ввод параметров поиска грузоподъемных кранов, информацию по которым необходимо найти в базе данных. Поиск информации в базе данных можно осуществлять как по одному из критериев, так и по нескольким одновременно. Двойной щелчок левой кнопки мыши по строке таблицы, содержащей информацию по грузоподъемному крану, выводит на экран монитора окна, в которых отображены его паспортные данные, с последующим выводом результатов проведенного технического освидетельствования.

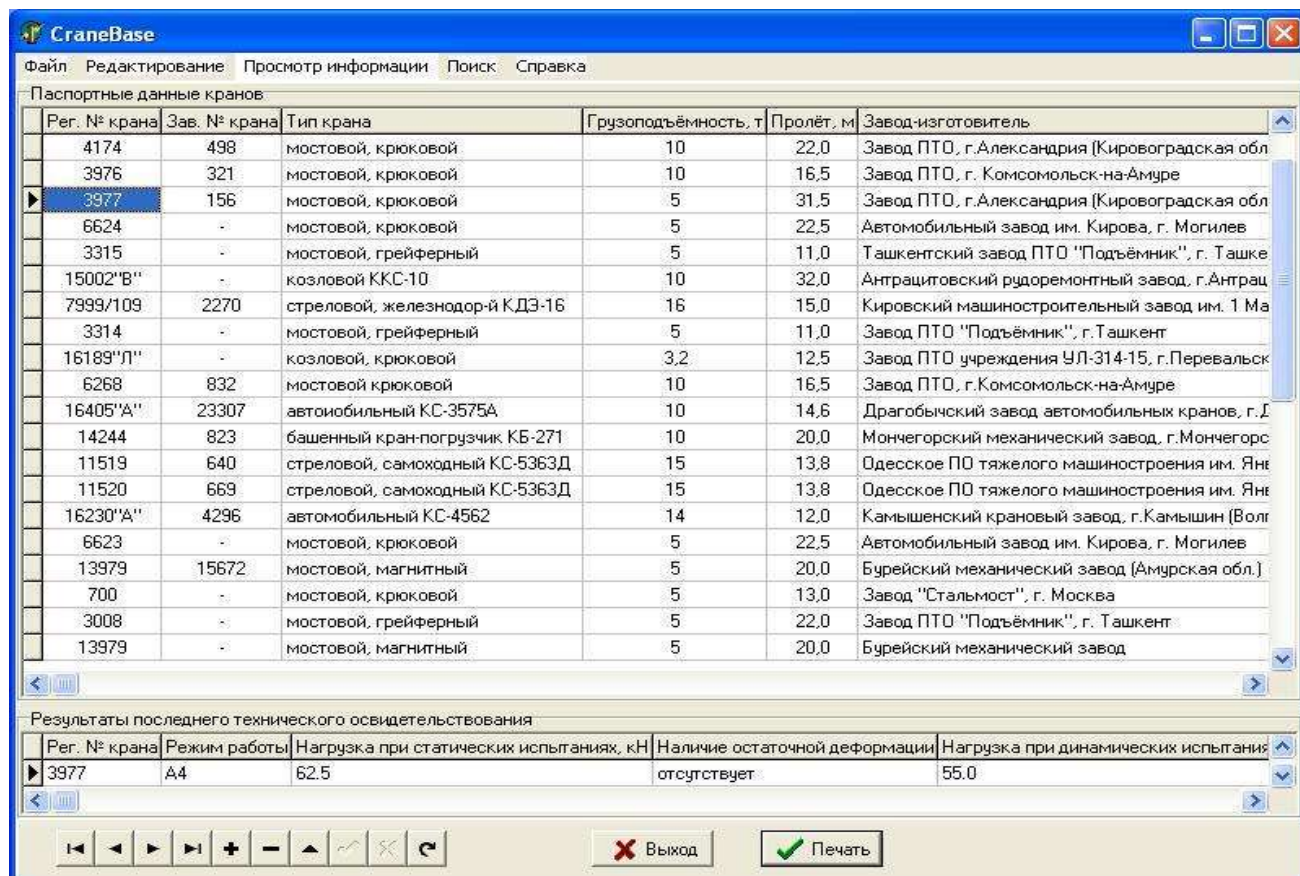


Рисунок 2 – Окно просмотра всей базы данных обследованных кранов

**Выводы.** Использование разработанной компьютерной программы по накоплению и обработке информации, характеризующей техническое состояние грузоподъемных кранов существенно облегчает систематизацию информации по результатам проводимых экспертных обследований кранов, позволяет проводить анализ изменения их технического состояния с течением времени и анализ причин возникновения дефектов металлических конструкций, механизмов и приборов безопасности этих кранов.

Література

1. Неженцев О.Б., Аветисян С.М. Програмне забезпечення для обробки інформації про технічний стан вантажопідйомних кранів // Priority directions of science development. Abstracts of the 1st International scientific and practical conference. (October 28-29, 2019) SPC «Sci-conf.com.ua», Lviv, Ukraine. 2019. Pp. 117-122.

### **MICROSOFT VISIO - ДІЛОВА ГРАФІКА**

Беседа А. А., студ. групи ІБС-18д; Шляхова Т. В., к. ф.-м. н., доцент  
*Східноукраїнський національний університет імені В.Даля*

Microsoft Visio - додаток для створення ділової графіки, що має дуже широку сферу застосування. Створений компанією Visio в 1990 році, він був виведений на ринок під торговою маркою Microsoft на рубежі тисячоліття і далі став розвиватися паралельно з офісними додатками.

Проекти, розроблені за допомогою цієї програми можна використовувати в управлінні бізнес-процесами, для аналізу даних, при побудові планів приміщень і місцевості, для складання звітів по інвентаризації та інших цілей.

Візуальне сприйняття інформації для людини дуже важливо, тому не дивно, що ми прагнемо наочно представити свої ідеї, проекти і готову продукцію.

Говорячи коротко, Visio - це продукт для візуалізації даних. Більш того, створені в ньому схеми і діаграми будуть не просто ілюстрацією. Вони інтерактивні, автоматично оновлюються, можуть містити багатоступеневу структуру - тобто їх можна налаштувати так, щоб при кліці на ту чи іншу фігуру користувач «провалювався» далі на нові дані і графіки.

Для побудови схем в Visio застосовується векторна графіка, яка дозволяє масштабувати зображення без втрати якості. У порівнянні з іншими спеціалізованими системами, даний продукт набагато простіший в управлінні, хоча здатний виконувати такі ж завдання.

У будь-якій організації виникає необхідність накреслити простеньку схему, навіть перукарня або ветлікарня, не кажучи вже про більш солідні установи, повинні мати затверджену схему пожежної сигналізації, схему евакуації при пожежі, план робочих приміщень і т.д.

Visio дозволяє визначати і документувати будь-які конструкції, з якими ви стикаєтеся у своїй повсякденній роботі, і пропонує можливість ефективного обміну ідеями та інформацією.

У Visio доступні десятки готових шаблонів, які допоможуть наочно візуалізувати проблеми та рішення у вигляді схем (Рис. 1.).

## Категории шаблонов



Рисунок-1. Категорії шаблонів MS Visio

Таким чином, завдання щодо створення необхідної графіки зводиться до вибору необхідного шаблону і перетягування потрібної фігури на сторінку документа (Рис. 2).

На створені об'єкти потім легко додаються колірні теми, фон і заголовки і виходять професійно оформлені документи.

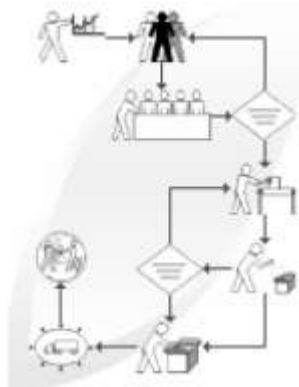


Рисунок-2. Діаграма потоку робіт виробничого процесу

Як правило, кожна фігура в діаграмі або графіку Visio пов'язана з певними даними. І у користувача є вибір, яке саме джерело призначити для отримання даних в Visio. Це може бути SQL Server, System Center, Dynamics, Office (Excel, Outlook), Project та інші рішення.

Створені схеми Visio можна також імпортувати в Word, Excel і PowerPoint, а також викласти на корпоративний портал, де схема буде автоматично оновлюватися при зміні вихідних даних, і інші користувачі зможуть її не тільки переглядати, але і коментувати.

Використовуючи Visio, можна легко і швидко оформити блок-схему алгоритму, зобразити структуру вашої організації або, наприклад, послідовність операцій деякого технологічного процесу. При цьому зовсім необов'язково мати навички малювання - програма комплектується великою кількістю готових елементів або «фігур», що підходять для використання в найрізноманітніших ситуаціях. Розмістивши елементи на аркуші, з'єднавши їх лініями, що вказують на зв'язок між об'єктами або ходом дій, і забезпечивши пояснювальними написами, ви отримаєте ілюстрацію, яку можна надрукувати і використовувати як самостійний документ або помістити в якості малюнка в документ, підготовлений в іншій програмі (Рис. 2).

Створені в Visio діаграми виглядають вельми привабливо. У діаграмах використовується чіткий текст, виразні лінії і графіка. Розширені функції форматування, такі як прозорість, поліпшена градієнтна заливка і базові засоби редагування зображень дозволяють користувачам створювати професійні діаграми.

Особливо варто сказати про склад електронних бібліотек зображень. У цих бібліотеках можна знайти все, що завгодно. Причому всі образи відповідають ГОСТу.

Основними перевагами Visio є:

- легкість створення схем. Для розробки схем процесів не потрібне спеціальне навчання. Малювання діаграм і схем процесів здійснюється за допомогою простого і зрозумілого інтерфейсу;
- наявність зразків діаграм. У Microsoft Visio включено велику кількість різних зразків діаграм, що спрощує і прискорює процес створення схем різного роду процесів;
- зв'язок схем процесів з даними з офісних додатків. Оскільки Visio входить до складу пакета Microsoft Office, то схеми процесу можна пов'язати з документами і даними з Word, Excel, PowerPoint і Access;
- застосування стандартних нотацій.

Література

1. [http://eprints.kname.edu.ua/12572/1/2009\\_печ\\_вар.\\_мет\\_сист\\_проект\\_09\\_укр\\_ред.pdf](http://eprints.kname.edu.ua/12572/1/2009_печ_вар._мет_сист_проект_09_укр_ред.pdf)
2. [http://ito.vspu.net/ENK/2015-2016/Specinformatika/Lectons/vizio/lek\\_2.pdf](http://ito.vspu.net/ENK/2015-2016/Specinformatika/Lectons/vizio/lek_2.pdf)
3. <https://studfile.net/preview/5910872/page:8/>

## **НОВІ ПІДХОДИ ДО АРХІТЕКТУРИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ**

Пронюк О.Д., Пронюк Г.В. к.т.н., доцент

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

Сьогодні компанії стали активно звертати увагу на хмарні сервіси, думати про оптимізацію і ущільнення обчислень на своїх і хмарних ресурсах, розглядати шляхи скорочення витрат на ресурси для «великих» обчислень. Тому все більше великих компаній використовують безсерверну архітектуру.

Говорячи про serverless computing, потрібно розуміти, що насправді без фізичних і віртуальних серверів не обійтися ні за яких умов. Отже, мова йде не про відмову від заліза, а про новий підхід до надання сервісів у вигляді функцій - FaaS (Function-as-a-Service) або безсерверного обчислення. Сервери ж як і раніше працюють з кодом.

Безсерверне обчислення - модель виконання коду хмарних обчислень, коли хмарний провайдер цілком управляє запуском і зупинкою віртуальних машин за потребою, щоб обслуговувати запити. Безсерверними обчислення називаються тому, що користувач, який володіє системою, не зобов'язаний купувати, орендувати або вводити в експлуатацію сервери або віртуальні машини, щоб запускати на них серверний код. Слово "безсерверний" в цьому контексті означає, що завдання, пов'язані з підготовкою і адмініструванням інфраструктури, виконуються непомітно для розробника.

Такий підхід дозволяє розробникам швидше створювати додатки, усуваючи необхідність в управлінні інфраструктурою. Завдяки безсерверним додаткам постачальники хмарних служб можуть автоматично підготувати, масштабувати і адмініструвати інфраструктуру, необхідну для виконання коду. Тепер розробники можуть зосередитися на бізнес-логіці і підвищити рентабельність рішення. Безсерверні обчислення допомагають командам підвищувати продуктивність і прискорювати виведення продуктів на ринок. Крім того, за допомогою цих технологій організації можуть краще оптимізувати ресурси і зосередитися на впровадженні інновацій.

Вважається, що творцем нового ринку стала компанія Amazon Web Services, яка представила в 2014 році платформу безсерверних обчислень Lambda. У 2016 році з'явилися сервіси Google Cloud Functions, Microsoft Azure Functions, IBM/Apache's OpenWhisk і в 2017-му - Oracle Cloud Fn.

Підсумовуючи, можна сформулювати такі переваги безсерверних обчислень:



1. Вони усувають необхідність займатися питаннями управління інфраструктурою - такими, наприклад, як виділення серверів або кластерів, необхідних ресурсів, а також установка виправлень і обслуговування операційної системи.

2. Їх можна використовувати практично для будь-якого типу додатків або сервісів серверної частини, при цьому все, що потрібно для запуску і масштабування додатку з високою доступністю, виконується без втручання клієнта.

3. Найважливіша відмінність безсерверних платформ в тому, що сплачується рівно стільки процесорного часу, скільки витрачено клієнтом, точність обліку становить  $\pm 100$  мілісекунд.

4. При створенні безсерверних додатків розробники можуть зосередитися на основному продукті, не піклуючись про управління серверами, обслуговування серверів або середовищ виконання як в хмарному, так і в локальному середовищі. Serverless скорочує час розробки, дозволяючи розробнику зосередитися виключно на бізнес-логіці програми та написанні коду. Як наслідок, час виходу розробок на ринок скорочується і розробники зберігають час і сили на розробку відмінних продуктів з високою надійністю і можливістю масштабування.

Безсерверні обчислення мають також і свої недоліки, які на сьогоднішній день пов'язані з незрілістю ринку:

1. Керувати великомасштабними додатками, що працюють в безсерверному режимі, досить складно. Бракує інструментів для координації виконання груп функцій. Слабо розвинене відповідне програмне забезпечення безпеки, моніторингу та оптимізації. Недоліком також може бути час холодного старту (в середньому до 1 секунди для таких мов як JavaScript, Python, Go, Java, Ruby).

2. Безсерверні обчислення вимагають від розробників іншого підходу до створення додатків, і це, можливо, найважливіше. Крім того, хоча безсерверні функції можна використовувати багаторазово, вони не зберігають стан і мають короткий час життя функції (timeout, за який функція повинна виконатися).

3. Тарифи зазвичай складають частки цента на кожен мільйон виконаних функцій, але коли таких функцій багато, розрахувати витрати буває непросто.

4. Існує і ще одна небезпека - це прив'язка до оператора. Додаток, розроблений для будь-якої FaaS-платформи, не просто перенести на іншу - локальну або діючу в публічній хмарі. Оскільки ринок ще дуже молодий, сьогодні у кожної безсерверної платформи свій особливий набір компонентів.

5. Не всі системи зможуть працювати за Serverless-схемою.

В цілому, як вважають фахівці, безсерверне обчислення - вельми потужна альтернатива існуючим обчислювальним парадигмам, заснованим на віртуальних машинах і контейнерах. Про це говорить і статистика їх використання: за 2018 рік відсоток використання Serverless виріс в 1,5 рази. Серед компаній, які вже впровадили технологію в свої сервіси, такі гіганти ринку як Twitter, PayPal, Netflix, T-Mobile, Coca-Cola.

Таким чином, на даному етапі розвитку ринку безсерверні обчислення доцільно застосовувати, якщо компанія хоче скоротити прості ресурсів, швидко обробляти дані (стискати картинки, вирізати фон, змінювати кодування відео, працювати з датчиками IoT, виконувати математичні операції), імплементувати інші сервіси або балансувати навантаження.

Література

1. Стоянович С., Симович А. Бессерверные приложения на Javascript - М.: ДМК Пресс, 395 с. Режим доступа: <https://dmkpress.com/files/PDF/978-5-97060-782-4-1.pdf>
2. Вайгенд А. BIG DATA. Вся технология в одной книге – М.: Эксмо, 2018. - 384 с.

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 5G НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

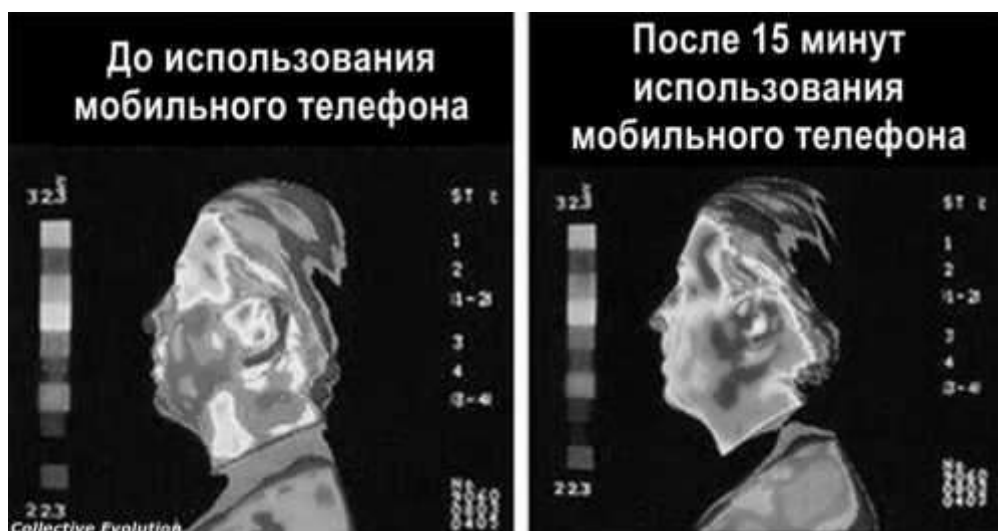
Гисцев А.Ю., Пронюк А.В.. к.т.н., доцент

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

Третье тысячелетие открыло ворота в удивительный и яркий мир IT-технологий, без которых сегодня сложно представить жизнь даже в отдалённых частях мира. Ещё совсем недавно мобильный телефон был едва ли не роскошью, а уже сегодня стал неотъемлемой частью жизни почти каждого человека. Практически не осталось людей, которые не используют телефон и мобильную связь. Технология связи 5G построена на использовании микроволнового излучения высокочастотных волн (СВЧ). Разработчики 5G предложили несколько частотных диапазонов для использования: 0,8 ГГц, 3,4-3,8 ГГц, 28 ГГц и 38 ГГц. Ещё точно не известно, какие частоты будут использовать эта технология.

На сегодняшний день проблема, связанная с влиянием 5G технологий на наш организм актуальна, ведь очень скоро в нашей стране начнется внедрение этой новой технологии. Исследование украинских ученых в 2018 году показали, что частота связи 5-G оказывает влияние на потовые протоки и железы человека, принцип действия которых во многом повторяет действие антенн. Когда вместо обычного электромагнитного излучения в тело проникают неестественно короткие электромагнитные импульсы, заряды сами становятся излучателями электромагнитных волн и направляют их глубже в тело провоцируя развитие различных заболеваний. Большой вред наносится нервным клеткам, нейронам мозга, хрусталикам глаз, половым клеткам, снижается возможность клетками усвоения кальция, кислорода, и различных питательных веществ, из-за чего падает зрение, возникают головные боли и даже угроза слабоумия и бесплодия.

Всемирная организация здравоохранения опубликовала подробный доклад, доказывающий, что никаких негативных последствий нет, вышки с интернетом 5G вред здоровью не наносит! Максимально возможное последствие – повышение температуры тела в незначительных пределах. Такие поля способны повышать температуру тканей локально на 5-10 °С. Нагревание, вызываемое РЧ-полями по данным ВОЗ, с силой удовлетворяющей международным стандартам для базовых станций и мобильных телефонов, варьируется. Ниже представлено влияние телефона после 15 минут разговора. Как видно на фото, температура тканей вокруг ушной раковины заметно повысилась.



Так, как технология 5G базируется на использовании высокочастотных волн, меры предосторожности такие же как и от электромагнитных волн, ниже представлены советы врачей и ученых как снизить влияние на наше здоровье.

- Уменьшить время разговора по телефону. В среднем не стоит разговаривать дольше 3 минут, а также делать интервалы между звонками в 30 минут.
- Использовать гарнитуру Она позволяет увеличить расстояние между человеком и мобильным устройством.
- Не носить устройство в карман брюк/джинс. Согласно ДСН 239-96 смартфон нужно держать на расстоянии 10-15 сантиметров от человека. Лучше положить его в сумку.
- Не следует использовать устройство вблизи высоковольтных линий электропередач, в троллейбусах, трамваях и там где природное электромагнитное магнитное поле.

В наше время люди все больше пользуются гаджетами. Факт того, что мобильная связь и познавательные функции смартфонов очень удобны и полезны не отрицается, и отказываться от использования смартфонов нелогично. Однако, в первую очередь необходимо позаботиться о защите пользователя. Самый простой и дешевый способ, который мы все можем применять, придерживаться правил использования смартфонов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вышки 5G: вред и опасность для здоровья [Электронный ресурс] <https://4gltee.ru/vyshki-5g-vred-zdorovyu/>
2. Про затвердження державних санітарних правил та норм (ДСН 239-96) [Электронный ресурс] <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96>
3. Вихарев А. П. Влияние сотовой связи на здоровье пользователя / А. П. Вихарев // Наука-производство-технологии-экология : сб. материалов конф. - Киров, 2004. - Т. 4. - С. 181-182.
4. Редковская В. Ю. Влияние мобильных сотовых телефонов на здоровье человека / В. Ю. Редковская, В. В. Ачмасов // Научная сессия ТУСУР-2006 : материалы докл. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и мол. ученых. - Томск, 2006. - Ч.5. - С. 92-94.

## **ЗМІНИ В ІНСТИТУЦІЙНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ ВНАСЛІДОК ЗБРОЙНОГО КОНФЛІКТУ**

Семененко І.М., д.е.н., проф.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Конфлікти є постійно присутнім аспектом людської цивілізації, який має суттєві економічні, соціальні, політичні, етичні й екологічні наслідки. Збройний конфлікт представляє собою, насамперед, військовий акт між двома або більше групами. Наслідки збройного конфлікту можуть сягати цілого спектру екологічних масштабів і призводити до несподіваних та складних результатів: як негативних, так і позитивних, або комбінацій цих двох [1]. Дослідженню цих наслідків присвячена значна кількість праць вітчизняних і закордонних науковців.

Дослідники [2] провели комплексний огляд літератури, щоб з'ясувати вплив збройного конфлікту на дику природу та зрозуміти й узагальнити канали цього впливу. Під час систематичного пошуку академічної та науково-популярної літератури було виявлено 144 приклади з усього світу, які документують наслідки впливу збройних конфліктів на живу природу. В результаті аналізу було виділено п'ять каналів впливу збройного конфлікту на стан навколишнього середовища, а отже, і на сталий розвиток певного регіону. Ці канали включають такі, що безпосередньо пов'язані з військовими активностями – військові дії та підтримка військових дій, і такі, що безпосередньо не пов'язані з військовими активностями – міграційні процеси, зміни в економіці та доходах, й зміни в інституціях. Слід зазначити, що окрім цих каналів дослідники [2] визначили також напрями і типи впливу, та їх співвідношення з цими каналами. Зокрема, тип впливу може бути прямий і непрямий, а напрям – позитивний і негативний.

Вельми цікавим є той факт, що згідно досліджень [2], у зонах конфліктів найпоширенішими руйнівниками дикої природи є не гармати та бомби, а занепад інституцій, суспільства та економіки. Вчені зазначали, що будь-який збройний конфлікт значною мірою негативно впливає на живу природу, середовища проживання та популяції через військові дії та вплив на інституції, міграцію людей та стан економіки. Але найбільший негативний вплив конфлікту на дику природу виникає не через безпосередньо військові дії як такі, а через інституційні та соціально-економічні зміни, пов'язані з конфліктом. Конфлікт породжує складну соціальну та екологічну динаміку у просторі та часі, а наслідки конфлікту на стан навколишнього середовища відрізняються між регіонами та таксонами. Покращене розуміння зв'язків між збройним конфліктом та навколишнім середовищем можуть допомогти ефективному інформуванню, довгостроковому управлінню та природозбереженню [2].

Отже, зміни в інституційному забезпеченні сталого розвитку регіону внаслідок збройного конфлікту включають:

- порушення правозахисних механізмів, які стосуються як захисту екологічних прав, так і соціальних й економічних;

- припинення фінансування різноманітних ініціатив, у тому числі відкликання міжнародної підтримки, насамперед, через небезпеку продовження їхньої діяльності;

- занепад дослідницької та іншої діяльності, що унеможлиблює не лише сам розвиток, а і визначення проблематики, пріоритетів і шляхів розвитку певних аспектів стану навколишнього середовища;

- руйнування системи управління і погіршення традиційного управління ресурсами.

Причому, згідно визначеної у [2] типології впливу ці зміни впливають на сталий розвиток регіону негативно і опосередковано.

Конфлікт на Сході України не є виключенням. На жаль, він призвів до негативних змін в інституційному забезпеченні сталого розвитку Луганської області. Внаслідок

окупації значної частини території Луганської області відбулась втрата нагляду над діяльністю тих промислових підприємств, які залишились на окупованій території, а також над процесами утилізації, зберігання і використання шкідливих речовин. Зокрема, у [3] зазначено про наявність значної кількості видобувних, хімічних, металургійних, машинобудівних та інших підприємств, які працювали раніше, а деякі і продовжують працювати на непідконтрольних територіях, а також про відсутність з боку тих територій коштів на реалізацію контрольних заходів з моніторингу та нагляду над дотриманням екологічних вимог цими підприємствами.

У [4] зазначено про суттєві зміни у забезпеченні правосуддя і захисту прав на території Луганської області. Зокрема, проблема отримання справедливості та миру тісно пов'язана з внутрішньою міграцією в Україні внаслідок збройного конфлікту, що характеризувалось підвищенням небезпеки, насильством, смертями, злочинами, присвоєнням майна, відсутністю правового захисту, корупції тощо. З іншого боку, масштабна внутрішня міграція, яка також є каналом впливу збройного конфлікту на сталий розвиток регіону, спричинила нові конфлікти, особливо між ВПО та населенням приймаючих громад.

Фінансування різноманітних програм, особливо за рахунок обласного бюджету, припинилось через руйнування інфраструктури, зв'язків, обмеження доступу до певних ресурсів, а також перерозподіл коштів на інші потреби. На жаль, різноманітні проекти, у тому числі з охорони навколишнього середовища залишились без фінансування [5]. При чому це відбулось не лише через брак ресурсів, а також через руйнування системи управління і погіршення традиційного управління ресурсами. Ці ж зміни пов'язані і з занепадом дослідницької діяльності на території, яка постраждала від збройного конфлікту, що гальмує подальший розвиток регіону.

Зміни в інституційному забезпеченні сталого розвитку внаслідок збройного конфлікту не є миттєвими, проте саме цей факт і робить зворотну позитивну зміну інституційних рамок досить складною. Це потребує значних зусиль з боку органів управління і підтримки громадськості і міжнародної спільноти, а також відповідних досліджень у цій сфері.

#### Література:

1. Lawrence M., Stemberger H., Zolderdo A., Struthers D., Cooke S. The effects of modern war and military activities on biodiversity and the environment. *Environmental Reviews*. 2015. Vol. 23 (4). Pp. 443-460. Doi: 10.1139/er-2015-0039
2. Gaynor K., Kathryn F., Gillian G., David K., Katherine S., Lauren W., Justin B. War and wildlife: linking armed conflict to conservation. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2016. Vol. 14. Pp. 533-542. Doi: 10.1002/fee.1433.
3. Шуть О. Постріл у природу: як військові дії руйнують довкілля в зоні АТО / Наш Киев. 2017. URL: <https://nashkiev.ua/vlast/infografika/ustril-ou-prirodou-yak-viyskovi-dii-vplivayut-na-ekologiyu-ou-zoni-ato.html> (дата доступу 15.03.2020)
4. Semenenko I., Khandii O. Forced migration in Ukraine and reality of sustainable development goals achievement. *Problemy Ekorozwoju – Problems of Sustainable Development*. 2018. Vol. 13, No 1. P. 165–172.
5. Надходження екологічного податку та використання коштів на фінансування природоохоронних заходів на прикладі Луганської області. URL: <http://www.ppk.org.ua/uk/node/329> (дата доступу 15.03.2020)

## ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ В ІТ-СФЕРІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Буравльов Д. В., Чорна О.Ю., к.е.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет імені В.Даля*

За відносно короткий проміжок часу сфера інформаційних технологій зі звичайної, подекуди другорядної галузі, перетворилась на один з головних драйверів світової економіки, ставши каталізатором для тектонічних змін і трансформацій у багатьох інших індустріях.

Разом із загальним ростом ринку, збільшується і частка ІТ-аутсорсингу (послуги з розробки програмного забезпечення, створення інфраструктурних рішень для замовників тощо). Розвиток сегменту стимулюється стабільно високим попитом, який і надалі буде зростати завдяки всюдисущій «цифровій трансформації», що все активніше проникає як в приватний, так і у державний сектори. Тим часом, розвиток ІТ-індустрії в Україні, яка в своїй більшості представлена сервісними (аутсорсинговими) ІТ-компаніями, значно випереджає середні темпи розвитку сегменту у світі. Мова йде як про фінансові показники, так і кількість фахівців. За підсумками 2018 року ІТ стала другою найбільшою галуззю з експорту послуг. Так, в 2018 році надходження від експорту ІТ послуг склало 3,204 млрд долл, дохід від експорту ІТ послуг склав 1,578 млрд долл, це на 20% більше ніж в 2017 році, загальне надходження від експорту товарів і послуг в 2018 році, за даними НБУ –59,117 млрд долл, тобто частка ІТ надходжень становила 5,4%, середня кількість персоналу, зайнятого в ІТ сфері в 2019 році наблизилась до 143 385 чоловік.

Таким чином не виникає сумніву, що ІТ-сфера має стратегічне значення для розвитку економіки нашої країни. А тому сьгодні актуальності набувають нові дослідження за різними аспектами її розвитку і перш за все питання управління проектами в ІТ-сфері.

Визначенню сутності понять «проект», «управління проектами» присвячено досить багато наукових праць. Цікавими в цьому напрямі є дослідження В. А. Рача, в роботах якого ретельно розкрито зміст, технологію та організаційні аспекти діяльності з управління проектами в рамках реалізації стратегії розвитку соціально-економічних систем [1].

Існує велика кількість трактувань поняття проект, ми в дослідженні під проектом будемо розуміти діяльність, спрямовану на створення певного продукту чи послуги протягом визначеного терміну та за певних фінансових обмежень.

Виходячи з сутності проекту, його слід розглядати як інструмент розвитку, реалізації стратегій і здійснення перетворень. Тому сьгодні методологія управління проектами має все більше застосування практично в усіх галузях діяльності державних, громадських і комерційних структур [1].

Управління проектом — це методологія організації, планування, керівництва, координації трудових, фінансових та матеріальнотехнічних ресурсів протягом проектного циклу, спрямована на ефективне досягнення його цілей шляхом застосування сучасних методів, техніки та технології управління для досягнення певних результатів щодо складу та обсягу робіт, вартості, часу, якості та задоволення учасників проекту. Також, проектний менеджмент можна трактували як процес управління командою, ресурсами проекту за допомогою спеціальних методів та прийомів з метою успішного досягнення поставленої мети. Класично найважливішими параметрами у процесі управління проектом вважають виконання роботи у заданих обсягах, вчасно і в межах виділених коштів [2]. Проект завжди націлений на результат, на досягнення певних цілей, на певну предметну область. Управління ІТ-проектом – це

вміння планувати, організовувати й розподіляти обов'язки та відповідальність для досягнення поставлених цілей.

У роботах за проектом можуть брати участь представники лінійних і функціональних підрозділів компаній, відповідальних за виконання покладених на них завдань, видів діяльності, функцій, включаючи планування, керівництво, контроль, організацію, адміністрування й інші загальносистемні функції.

Проектне управління в сфері ІТ можна розглядати за допомогою вивчення ефективних підходів, методик і способів надання послуг. Всі розроблені методи управління проектами відрізняються деталізованістю, формалізованістю, областями застосування та ін.

Проектне управління в сфері ІТ частіше здійснюється за допомогою використання однієї з методологій (сукупності підходів, організації робочого процесу) управління проектами. Методологія спрямована на ефективне досягнення цілей проекту шляхом застосування сучасних методів, техніки й технології управління для досягнення певних результатів у проекті щодо складу й обсягу робіт, вартості, часу, якості й задоволення учасників проекту. Управління проектами розглядається як універсальна мова спілкування між учасниками проекту. Від однозначного розуміння мови проектного менеджменту залежить результат реалізації проекту з огляду на обрані критерії (час, вартість, якість), передусім сприйняття досвіду, підходів, ідей.

Успішність реалізації проекту багато в чому залежить від його організаційної структури. Поняття організаційної структури охоплює організаційні структури управління проектом та організаційні форми. Під організаційною структурою управління проектом розуміють сукупність взаємозалежних органів управління, що перебувають на різних рівнях системи, а під організаційною формою – організацію взаємодії та взаємовідносин учасників інвестиційного процесу. Найпоширенішими структурами в управлінні проектами є: функціональна, матрична та проектна [5].

Отже, підсумовуючи слід зазначити, що сьогодні, у час бурхливих змін і постійної позитивної динаміки росту ІТ сфери, виникає необхідність об'єднання наукових досліджень понятійно-категоріального апарату, який зможе вирішити існуючі проблеми проектного менеджменту, особливостей та перспектив розвитку ІТ-сфери.

Перспективним напрямом подальших наукових досліджень вважаємо більш детальний та глибокий аналіз процесу управління проектами с не тільки з точки зору бізнесу (планування, вартість, строки виконання), але і з точки зору психології, соціології та інших наук, спрямованих на вивчення та аналіз морально-психічного, емоційного стану людини як окремого індивідууму, так і групи індивідуумів. Це дозволить переосмислити уже існуючі методології проектного менеджменту, а також, можливо, розробити нові, більш гнучкі, універсальні та продуктивні.

Література:

1. Управління проектами: практичні аспекти реалізації стратегій регіонального розвитку Навч. посіб. / В. А. Рач та ін. ; за ред. В. А. Рача. Київ: «К. І. С. », 2010. 276 с.
2. Батенко Л.П., Загородніх О.А., Ліщинська В.В. Управління проектами. Київ: КНЕУ 2003. 231 с.
3. Костюк Г.В., Деренська Я.М. Актуальність формування системи управління проектами у фармації в умовах впровадження Належної Виробничої Практики . *Фармацевтичний журнал*. 2007. № 2. 251 с.
4. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Project Management Institute, PMI Publishing Division. 1996. 116 с.
5. М.Мескон, М.Альберт, Ф.Хедоури. Основы менеджмента. Москва: Дело. 1992. 702 с.

## ДИНАМІКА ДОХОДІВ ЗОВНІШНЬОЇ ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ ЗА ПЕРІОД 2005-2019 рр.

Ракитянська А.В, гр. МЕВ-18д,  
наук.керів, .к.е.н., доц.Овечкіна О.А.

*Східноукраїнський національний університет ім.В.Дала*

В умовах складної економічної ситуації Україна намагається вплинути на динаміку внутрішніх і зовнішніх потоків товарів, ресурсів, грошей. Макроекономічним показником, що є надчутливим до цього впливу виступає валовий внутрішній продукт (ВВП), обсяг і розподіл якого відіграє дуже важливу роль в побудові державного бюджету країни. Враховуючи вище сказане, метою даної роботи є дослідження змін у зовнішній торгівлі України, що відбулися за останнє десятиріччя. Багато наукових і публіцистичних матеріалів присвячені виявленню й розв'язанню проблем зовнішньо-економічної діяльності будь-якої країни. Для України ці питання набувають особливої актуальності, адже протягом останнього десятиріччя спостерігається стійка тенденція зростання від'ємного чистого експорту (табл.1).

Таблиця 1

Стан зовнішньо-торгівельного балансу України за період  
2005 – 2019 років (млн. грн.)

Рік	Номінальний ВВП за рік	Експорт товарів і послуг		Імпорт товарів і послуг		Сальдо (чистий експорт)	
		%ВВП	%ВВП	%ВВП	%ВВП	%ВВП	%ВВП
2005	441452	227252	51.5	-223555	-50.6	3697	0.8
2007	720731	323205	44.8	-364373	-50.6	-41168	-5.7
2008	948056	444859	46.9	-520588	-54.9	-75729	-8.0
2012	1408889	717347	50.9	-835394	-59.3	-118047	-8.4
2013	1454931	681899	46.9	-805662	-55.4	-123763	-8.5
2014	1566728	770121	49.2	-834133	-53.2	-64012	-4.1
2016	2383182	1174625	49.3	-1323127	-55.5	-148502	-6.2
2017	2982920	1430230	47.9	-1618749	-54.3	-188519	-6.3
2018	3558706	1608890	45.2	-1914893	-53.8	-306003	-8.6
2019	3974564	1636416	41.2	-1947599	-49.0	-311183	-7.8

( За даними Державного комітету статистики України)

Згідно табл.1, позитивний підсумок зовнішня торгівля України отримала лише у 2005 році. Надалі у 2006 році відбувся негативний стрибок торгівельного сальдо, і його рівень сягнув 2,8% від ВВП того ж року. Піки зростання від'ємного чистого експорту спостерігалися у період світової фінансової кризи 2007-2008 років, яка в Україні тривала значно довше – з 2007 по 2010 рр. В цей час негативне сальдо скало 8% від ВВП, сягнувши рівня 75729 млн грн. Другий негативний пік відбувся у 2012- 2013 роках, коли дефіцит зовнішньої торгівлі України коливався на рівні 8,4%-8,% від ВВП відповідного року. Нарешті останній пік падіння чистого експорту відбувався протягом 2018-2019 років. За останні роки дефіцит зовнішньо-торгівельного бюджету утримується на рівні 8,8%-7,8% від ВВП. Ця вкрай негативна ситуація, що склалася для України на зовнішньому ринку, створює додаткові проблеми на внутрішньому ринку країни, адже завозяться дешеві, отже неякісні товари, особливо продукти споживання, ліки, й вивозиться в основному сировина, що закріплює сировинну спрямованість й не вирішує, а посилює фінансові проблеми.



Література

1. Экспорт и импорт Украины [Электронный ресурс]. Государственный комитет статистики Украины. – Режим доступа: <https://index.minfin.com.ua/economy/gdp/eximp/>
2. Внешняя торговля Украины ушла в минус на \$2,6 млрд. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://biz.liga.net/ekonomika/all/novosti/vneshnyaya-torgovlya-ukrainy-ushla-v-minus-na-26-mlrd>

**ПСИХОЛОГІЧНИЙ ПОРТРЕТ СУЧАСНОГО ПІДПРИЄМЦЯ**

Цисевич І.А. студ. гр. ЕК-18д, Христофорова К.В. студ. гр.ООП-18д,  
Ткаченко Н.Е., к.е.н., доц.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Вважається що підприємці – це люди, які характеризуються особливими психологічними властивостями, які надають їм можливість оперативно й ефективно вирішувати практичні завдання, проявляти спритність і винахідливість при організації і веденні нової справи, йти на ризик, а насамперед, бути підприємливими. До того ж підприємців характеризують прагнення стати самому собі господарем, віддавати всі свої сили на створення власної справи.

Формування психологічного портрету підприємця потребує виявлення психологічних особливостей людей, що займаються підприємництвом, дослідження їх рис характеру, здібностей, інтересів та схильностей, всього того що в своїй сукупності і є психологічними особливостями людини.

Дослідження психологічних особливостей підприємців представляють як практичний так і науковий інтерес. Цілий ряд авторів, М.Вебер, В.Зомбарт, Й.Шумпетер, Д.Кейнс, М.Вудкок, Д.Френсис, Р.Хизрич, Л.Дж.Пітер, В.М.Русалов, С.Д.Бирюков, Е.А.Климов, Л.В.Дунаєвський, В.Д.Попов, О.А.Раковська досліджували індивідуально-психологічні особливості підприємців. Дослідженню умов розвитку підприємництва, відкриття власної справи та особливостей забезпечення успіху в підприємницькій діяльності, в тому числі й з урахуванням психологічних характеристик сучасних підприємців приділяли увагу автори [1-3 та інші]. В межах даного дослідження представляється доцільним узагальнити типові психологічні риси підприємців та доповнити їх з урахуванням психологічних особливостей вітчизняних підприємців.

Практична значимість такого роду досліджень полягає в тому що для людини, яка має схильність до заняття підприємницькою діяльністю, необхідно заздалегідь знати, якими психологічними якостями повинен володіти підприємець. В межах бізнес-інкубаторів та інших інституцій, що займаються підтримкою підприємницьких ініціатив, також доцільно виявляти людей більш схильних до підприємництва та підтримувати їх, та спрямовувати майбутніх підприємців на постійне удосконалення та саморозвиток особистих психологічних рис та якостей.

Будь-який підприємець повинен розраховувати, перш за все, на себе, вміти приймати самостійні рішення, тому підприємництво зазвичай вибирають люди, схильні самостійно контролювати процес прийняття рішення.

Успішному підприємцю необхідні здібності та уміння щодо прийняття ефективних рішень в складних ситуаціях; реалізації ідей, здатних принести дохід; прийняття на себе ризику там, де це необхідно; впливу на інших людей; стійкості до стресів.

За даними АМА (American Management Association) психологічний портрет бізнесмена становить: вміння знаходити нові можливості; завзятість; орієнтир на ефективність і якість; цілеспрямованість; систематичне планування; спостережливість; здатність налагоджувати потрібні контакти; незалежність; організаторська здатність, впевненість в собі [2].

До основних рис характеру підприємця також відносять врівноваженість, ентузіазм, лідерство, комунікабельність, сумлінність, практичність, креативність, авантюризм, цілеспрямованість. Серед особистих якостей підприємця належать: аналітичний склад розуму; гнучке мислення; творчий підхід; широкий світогляд, допитливий розум і спостережливість, розвинена інтуїція, здорова недовіра, швидке прийняття рішень, уміння приймати нестандартні рішення, прагнення до самонавчання, концентрація уваги. Особливостями підприємців також є: прагнення примножити багатство; інноваційний підхід до способів заробітку грошей; вміння накопичувати суми.

У майже половини бізнесменів світу яскраво виражено бажання стати незалежними від працедавців. У Україні тільки 13% опитуваних хочуть позбавитися від оков дядька, на якого треба працювати з 09:00 до 18:00. 22% українських підприємців хочуть реалізувати свої ідеї (у світі - 44%), а ось найвагомішим очікуванням стало бажання отримувати не основний, а усього лише додатковий дохід (31%). Проте, в Україні 39% опитаних не змогли з точністю вибрати основний мотив відкрити власну справу з пропонованого переліку варіантів. Вагома частка українських бізнесменів (41%) боїться обтяжити себе і свою сім'ю наслідками від фінансових невдач. 26% побоюються правових наслідків і не вірять в справедливість закону. Кожного п'ятого підприємця лякає криза [3].

Отже, боязнь все ще залишається однією з основних перешкод. На відміну від бізнесменів у світі, основним драйвером для яких є незалежність, українці шукають в підприємстві додаткове джерело доходу, а також можливості для реалізації ідей. Повна самостійність є другорядною для підприємців-початківців України. Молоді люди є більш відкритими і готовими до започаткування власної справи, хоча страхів перед новою діяльністю у них більше, ніж у людей, які старше 50 років.

Серед негативних рис підприємців визначають те що прийняті ними рішення часто є короткостроковими; очікувані результати бувають нереалістичними; вони також мають схильність до консерватизму, особливо після досягнення певного рівня розвитку. Крім того, почавши свій бізнес, людина, як правило, переконується, що вона не є абсолютно самостійною та незалежною, і зобов'язана пристосовуватися до правил і контролю різних відомств, задовольняти запити клієнтів і кредиторів, тому виникає необхідність мати та розвивати таку якість як гнучкість.

Підводячи підсумок, зауважимо, що узагальнений портрет сучасного підприємця характеризується сукупністю якостей, рис характеру, здібностей та умінь, які потрібно розвивати людям, які мають бажання займатися підприємництвом. Визначено також й негативні риси підприємництва, побоювання, страхи та психологічні перешкоди, які виникають та стримують підприємницьку активність, які необхідно долати на шляху до успіху підприємця. Також необхідно урахувати що обирати певний вид підприємницької діяльності необхідно ґрунтуючись на характері, інтересах, схильностях та з урахуванням досвіду людини. Варіантів підприємницької діяльності безліч, будь-який можна пристосувати до умов, індивідуальних здібностей підприємця і, що особливо важливо, до специфічних запитів клієнтів. Не слід забувати, що підприємництво є серйозним випробуванням, яке перевіряє можливості та стійкість людини. Тому необхідно налаштуватися не стільки на швидкий успіх і прибуток, скільки на тривалу, важку працю, в тому числі і над собою, без якої ні перше, ні друге не досягне.

#### Література

1. Моргачов І.В. Перші кроки відкриття власної справи: сучасні технології та дилеми//І.В. Моргачов І.В., О.Ю. Чорна О.Ю., Н.О.Держак// Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2018. – № 4(245). – С. 66-70.

2. Д. Шасимов Психологический портрет бизнесмена [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://thebusinesscourier.com/ru/psihologicheskij-portret-biznesmena>

3. Исследователи составили портрет украинского предпринимателя (инфографика) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dengi.ua/business/286112-Issledovateli-sostavili-portret-ukrainskogo-predprinimatelja--infografika->

## ОСОБЛИВОСТІ МОТИВАЦІЇ ТА МОЖЛИВОСТІ САМОМОТИВАЦІЇ ПІДПРИЄМЦІВ

Ракитянська А., студентка гр. МЕВ-18д, Ткаченко Н.Е., к.е.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Підприємці відіграють ключову роль в сучасних умовах розвитку економік різних країн світу. Країни, в яких вище відсоток підприємців, більш динамічно розвиваються, зростають їх економічні показники, покращується рівень життя населення. В основі підприємницької діяльності знаходиться так звана підприємницька жилка, або дух підприємництва, який містить такі властивості людини як схильність йти на ризик, вміння бачити нові ідеї та використовувати їх в підприємницькій діяльності, креативність та революційність у поглядах. Саме енергія, креативність і мотивація підприємця запускають виробництво нових, часто революційних для свого часу, товарів і послуг.

Основною організаційно-правовою формою для здійснення підприємницької діяльності в Україні є фізична особа-підприємець (ФОП). Загалом, на початку 2019 року в Україні нараховувалося понад 1,91 млн ФОПів, як зазначається в інформаційних джерелах YouControl [1]. Проте, незважаючи на таку немалу кількість підприємців, все ж таки, подальший розвиток підприємництва є важливим для забезпечення розвитку країни.

Слід зауважити що цілий ряд авторів, а саме, Барановський, З. Варналія, А. Виноградська, Л. Воротіна, А. Кисельов, Т. Ковальчук, Л. Мельник, С. Мочерний, І. Моргачов та інші, досліджували перші кроки відкриття власної справи [2], вивчали підприємницьку діяльність у різних її проявах, визначали причини та фактори, що впливають на підприємницьку активність, в тому числі й що стосуються мотиваційних аспектів даного виду діяльності людини. З урахуванням того що мотивація є рушійною силою поведінки підприємців, в межах даного дослідження, представляється доцільним визначити мотиваційні особливості зайняття підприємництвом та виявити що саме спрямовує людину до зайняття підприємництвом, які саме мотиви сприяють розвитку підприємництва.

В основі різних видів діяльності людини знаходиться процес мотивації, так само він лежить в основі й підприємницької діяльності. У кожної людини є свої потреби, які в подальшому перетворюються на мотиви, через які людина починає робити певні кроки щодо задоволення своїх потреб. Для підприємця важливо зрозуміти чого саме намагається досягнути в сфері підприємництва, яку саме ціль та яку підприємницьку ідею буде покладено в основу підприємницької діяльності. Безумовно, важливою умовою успіху підприємницької ідеї є її корисність для суспільства, до того ж це є важливим і для забезпечення задоволеності підприємця від здійснення даної діяльності. Вже потім, з урахуванням етапів процесу мотивації, вибудовується ланцюг дій у відповідності до основних етапів процесу мотивації. Вчені виділяють 6 стадій мотивації. З урахуванням зазначених етапів, розглянемо особливості поведінки підприємців на кожному з них.

1 стадія: Людина починає відчувати нестачу чогось. Виникає потреба й необхідність її задовольнити. Відносно підприємця та його потреб, слід зауважити, що для підприємців, як і для звичайних людей характерними є ті ж самі потреби і матеріальні, і соціальні, і самоповаги, і самореалізації. Проте, є потреби, які є більш важливими для підприємців, а саме, висока мотивація досягнення та рівень потреби в незалежності, самореалізації.

2 стадія: З'являється необхідність в реакції. Тобто, треба щось робити, вживати певні необхідні засоби. На цьому етапі у підприємця виникає потреба в пошуку ідей для підприємницької діяльності.

3 стадія: Людина чітко ставить перед собою ціль та визначає шлях до її виконання. Маючи ідею, підприємець встановлює основні цілі щодо її досягнення та шляхи її забезпечення, що організації підприємницької діяльності.

4 стадія: Людина починає докладати зусиль для задоволення своєї цілі. Підприємець на даному етапі здійснює підприємницьку діяльність. Отже, обравши певний напрям та вид підприємницької діяльності, підприємець здійснює необхідні бізнес-процеси задля її забезпечення та відповідно рухається в напрямі задоволення власних потреб.

5 стадія: На цій стадії людина вже отримує те, що задовольняє її потреби. З'ясовується чи повністю це влаштовує людину. Залежно від рівня задоволеності, підприємець вирішує продовжити підприємницьку діяльність чи завершити її. Ураховуючи потреби, які було визначено на першій стадії, спочатку підприємець повинен отримати можливість задовольнити свої домінуючі потреби або базові потреби, зокрема матеріальні.

6 стадія: Людина завершує свою діяльність або продовжує її для задоволення інших потреб. Що стосується підприємців то для них, як вже було зазначено раніше, важливими є потреби в незалежності, самореалізації, яка проявляється в креативності та творчості, а також можливості реалізації інноваційних ідей у підприємницькій діяльності. Важливим є й забезпечення задоволення потреби у досягненні.

Безумовно, підприємці теж люди, та їх схильність до ризику аж ніяк не гарантує те, що у підприємців не виникає страх робити перші кроки у підприємницьке життя. Важливу роль у формуванні мотиваційної спрямованості щодо зайняття підприємницькою діяльністю займає самомотивація та внутрішня мотивація, способи розвитку якої розглянуто в джерелах [3-4]. Для започаткування підприємницької діяльності треба описати своє ідеальне життя, своє підприємство, щоб знати до чого прагнути. Також необхідно вивчити всі аспекти, роздивитися всі негативні та позитивні сторони підприємництва. Адже підприємницька діяльність це не лише удача, а й розчарування. Але потрібно не зациклюватися на невдачах. Також можна подивитися мотиваційні фільми, почитати мотиваційні та психологічні книги. Саме там може щось сильно надихнути або знайти щось цікаве та пізнавальне. Психологи радять вибрати собі видатну особистість, яка досягла своєї цілі та прочитати його видавництва, біографію та шлях до успіху. Для додаткової мотивації можна розвісити цитати «великих людей», які змушують рухатись вперед. А найголовніше, не звертати увагу на навколишніх людей, які не вірять в досягнення цілі та змушують сумніватися в своїй рішучості.

Підводячи підсумок, зауважимо, що підприємництво як дуже специфічний вид діяльності людини для забезпечення успіху має бути в достатній мірі вмотивованим. В процесі мотивації підприємців необхідно ураховувати особливості процесу їх мотивації, зокрема вміти визначати потреби які властиві підприємцям та впливати на них відповідними стимулами. Також важливою умовою забезпечення успішної підприємницької діяльності є самомотивація та внутрішня мотивація підприємців, які важливо формувати та розвивати підприємцям.

#### Література

1. Програмування та торгівля “вирішують”: в Україні зросла кількість ФОПів [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://youcontrol.com.ua/data-research/v-ukrayini-zrosla-kilkist-fopiv/>
2. Моргачов І.В. Перші кроки відкриття власної справи: сучасні технології та дилеми//І.В. І.В. Моргачов, О.Ю. Чорна, Н.О.Держак// Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2018. – № 4(245). – С. 66-70
3. Самомотивація: як мотивувати себе правильно?[ Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.zip.ua/samomotivatsiya-yak-motivuvati-sebe-pravilno/>

4. Ткаченко Н.Э. О внутренней мотивации персонала в контексте обеспечения устойчивого развития организации/ Н.Э. Ткаченко// «Економіка та суспільство» Електронне наукове фахове видання/ – 2016. – № 7 (2016). – С. 505-509

### **ОСОБЛИВОСТІ МОТИВАЦІЇ СТУДЕНТІВ, ЩО НАВЧАЮТЬСЯ У ВИЩОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ: АНАЛІЗ МОТИВІВ ТА СТИМУЛІВ**

Несенюк А.С., студ. гр. МЕН-16д, наук.керівник Ткаченко Н.Е. к.е.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет імені В.Даля*

В сучасних умовах розвитку суспільства освітні процеси стають важливою рушійною силою забезпечення економічних, соціальних і правових перетворень в країні. Знання стають ключовим фактором, що впливає на рівень і якість життя громадян. Управління знаннями стає невід'ємною складовою покращення якості підготовки персоналу організації, трудовий шлях якого розпочинається з навчання студентів у ВНЗ [1]. Тому на рівні державного управління відбувається максимальне сприяння розвитку освіти і науки, в тому числі й вищої освіти.

Питання мотивації студентів до навчання досліджуються такими авторами як М.І. Алексєєва, Б.Ф.Баєва, Г.О. Балл, Н.О.Бойко, М.Й.Боришевський, Ю.З.Гільбух, С.У.Гончаренко, О.К.Дусавицький, Ю.І.Машбиц, В.О.Моляко, С.Г.Москвичова, Н.А.Побірченко, В.В.Рибалко, Н.Е. Ткаченко та іншими, однак й надалі цей напрям є актуальним і представляє практичний інтерес як для викладачів, так і для студентів з урахуванням змін середовища функціонування ВНЗ, вимог щодо навчального процесу та поглядів й спрямованості щодо навчання серед молоді різних поколінь.

На початок 2019 року за даними Держстату університетів, академій та інститутів в країні налічується 282, кількість студентів становить 1,3 млн. осіб. Однак, за останні роки спостерігається тенденція зменшення кількості студентів вищих навчальних закладів [2].

Серед основних причин такої тенденції зменшення кількості студентів визначають: наявність роботи для молоді та можливість її працевлаштування без освіти, труднощі у фінансовому плані студентів, навантаження і об'єм навчального матеріалу, особисті та сімейні проблеми. Значний вплив на навчальну активність студентів надають мотиваційні фактори та умови. Тому, аналіз мотивації студентів, виявлення їх мотивів та стимулів до навчання, є актуальним питанням сьогодення, що потребує подальшого дослідження.

Мотивація до навчання є досить непростим і неоднозначним процесом зміни ставлення особистості як до окремого предмету вивчення, так і до всього навчального процесу, ефективним способом поліпшення процесу навчання. Конструювання процесу навчання і засвоєння матеріалу неможливе без урахування мотивів та стимулів студентів. Крім цього ефективність навчання залежить від взаємодії фізіологічних та психічних процесів, що властиві кожному конкретному індивідові. Сформованість навчально-пізнавальних мотивів зумовлює в цілому ефективність навчальної діяльності студентів.

Серед мотивів навчальної мотивації студентів виділяють наступні. Широко-соціальні мотиви – прагнення проявити себе як особистість, самоствердитися в суспільстві, затвердити свій соціальний статус через вчення. Прагматичні формуються мотивами мати в майбутньому більш високий зарібок, отримувати гідну винагороду за свою працю. Професійно-ціннісні утворюються мотивами усвідомлення важливості та престижності вищої освіти; перспективності обраної професії; широтою можливостей, які дає спеціальність для подальшого працевлаштування. Естетичні мотиви виражають задоволення від навчання, ступінь розкриття своїх прихованих здібностей і талантів. Статусно-позиційні – прагнення утвердитися в суспільстві через вчення або громадську діяльність, отримати визнання оточуючих, або зайняти певну посаду. Мотиви соціального і особистісного престижу збігаються у більшості студентів з опосередкованим мотивом

навчальної діяльності – отриманням диплому. Мотиви комунікативні є проявом потреби розширення кола спілкування студента за допомогою підвищення свого інтелектуального рівня і отримання нових знайомств в процесі навчання. Традиційно-історичні мотиви утворюють стереотипи, які виникли в суспільстві і зміцнилися з плином часу щодо важливості та необхідності вищої освіти. Утилітарно-практичні мотиви виражають прагнення до самоосвіти і в подальшому застосування отриманих знань у вигляді навиків. Неусвідомлені мотиви – отримання освіти не за власним бажанням, а під стороннім впливом, наприклад батьків, які обумовлені нерозумінням сенсу одержуваної інформації та відсутністю інтересу до пізнавального процесу [3].

Якщо розглядати систему навчання як сукупність взаємопов'язаних елементів, призначену для виконання певних функцій, то її елементами можна вважати суб'єктів навчальної діяльності – педагогів, студентів, інфраструктуру навчального закладу, а в якості об'єктів розглядати високоосвічених випускників. Щоб система була працездатною, всі її елементи повинні злагоджено та результативно працювати і взаємопов'язано діяти для досягнення мети. Виходячи з цього, стимулювання студентів до навчальної діяльності – це сукупність методів, засобів, що застосовуються керівництвом і викладачами вищого навчального закладу в напрямі створення необхідного мотиваційного середовища для забезпечення процесу навчання.

Стимули розділяють на кілька видів: 1) стимули оцінювання на основі рефлексії студентами своїх дій; 2) стимули емоційного настрою на сприйняття навчальної інформації та співробітництва; 3) стимули проблемного навчання і активізації навчальної діяльності; 4) стимули прояву творчості в ході виконуваної діяльності.

Найчастіше прийнято розрізняти стимули за спрямованістю дії на такі види: позитивного підкріплення: схвалення, позитивні відмітки (бали, показники тестів), матеріальні винагороди (стипендія, призи, тощо); негативного підкріплення: вербальне покарання (засудження, зауваження і т.п.), негативна оцінка, матеріальні санкції (позбавлення стипендії), соціальна ізоляція (зневага, ігнорування), погрози у випадку нездійснення діяльності або її недостатньої якості [4].

Як бачимо, серед авторів існують різні погляди щодо визначення складу та класифікації мотивів та стимулів, проте кожний з них доповнює один одного. Виявлення та аналіз можливостей впливу на мотиви та стимули студентів є важливим етапом формування сучасних можливостей підвищення мотивації студентів до навчання у вищому навчальному закладі. Результати проведеного аналізу дозволять використовувати заходи мотивування у напрямі забезпечення покращення співпраці викладачів і студентів в цілях активізації студентів до навчання та забезпечення результативності та якості навчального процесу.

Література:

1. Бучнев М.М., Анучкіна Т.В. "Управління знаннями" - як невід'ємна складова покращення якості підготовки персоналу організації/ М.М. Бучнев, Т.В. Анучкіна// Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" (економічні науки). – Харків: НТУ "ХПІ" . – 2019. – № 23. – С. 28-32
2. Форми державних статистичних спостережень та фінансової звітності // Державна служба статистики України. – 2019. – [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. Занюк С. С. Психологія мотивації: навч. посіб./ С. С. Занюк. – К. : Либідь, 2002. – 304 с.
3. Ткаченко Н.Э. Особенности формирования мотивационной сферы учебной деятельности студента и ее влияния на мотивацию в процессе обучения/ Н.Э. Ткаченко// Економіка. Менеджмент. Підприємництво. Збірник наукових праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ: СХУ ім.В. Даля. – 2007. – № 17 (I). – С. 275-281

## ОСОБЛИВОСТІ МОТИВАЦІЇ ДО ЗАНЯТТЯ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ЖІНОК

Горобинська І., студентка групи МЕН-16д,  
наук.керівник, Ткаченко Н.Е., к.е.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет імені В.Даля*

Важлива роль в сучасних економічних умовах належить малому підприємництву. Підприємницька діяльність є більш мобільною, орієнтованою на клієнтів, організація діяльності якої та подальше функціонування не потребує великих витрат та зусиль, якщо порівнювати з великим та навіть середнім бізнесом. Для багатьох людей підприємницька діяльність стала можливістю розкрити свої здібності, задовольнити потреби, отримати незалежність та самостійність, забезпечити себе та свої сім'ї необхідними коштами для життя.

Традиційного, під впливом соціальних стереотипів сформувалися погляди що більш спроможними до керівної роботи схильні чоловіки. Стосовно підприємницької діяльності, яка схожа з управлінською діяльністю по багатьох аспектах, також існують певні стереотипи відповідно до яких вважаються більш схильними до підприємництва також чоловіки. Проте, насправді стан речей дещо інакший. Так, в результаті глобальних процесів еволюції в суспільстві посилилась важливість гендерного питання, розпочалася зміна ролєвих стереотипів, реальні можливості та ролі чоловіків та жінок також змінювалися щодо їх можливостей як в управлінській сфері, так і в підприємстві.

Загальне співвідношення чоловіків та жінок серед керівників організацій та підприємців складає 60% до 40%. Приватне підприємництво в Україні є наближеним до гендерного балансу (46% жінок серед ФОП), водночас жінки набагато рідше є керівниками підприємств чи організацій (зокрема урядових та різних неурядових організацій)[1].

Слід зауважити що станом на 1 грудня 2019 року в Україні проживало 20,009 млн жінок та 17, 28 млн чоловіків, що на 2,7 млн більше [2]. Оскільки жінки становлять більшу частину населення в Україні, то їх самореалізація в сфері підприємництва, безумовно, суттєво впливає на розвиток економіки країни. В межах даного дослідження представляється доцільним розглянути особливості мотивації жінок щодо підприємницької діяльності, визначити та сформулювати мотиви жінок до початку самостійної підприємницької діяльності, адже розуміння цього дозволить знаходити можливості впливу та активізувати жінок в даному напрямі.

Слід зауважити що до соціальних обмежень, які стримують жінок від підприємництва належать: дискримінація при прийомі/звільненні/оплаті праці; соціальні стереотипи про ролєві функції жінки в сфері праці; форми соціального захисту, які мають обмежувальний характер.

Жінки, що представляють малий бізнес, займаючись підприємництвом, найчастіше обирають такий суб'єкт економічної діяльності як фізична особа-підприємець (46% від усіх ФОП в Україні). В якості сфери господарювання для свого майбутнього бізнесу жінки обирають ті сфери, де вони мають досвід роботи найманим працівником або види діяльності в які вони здатні розвивати себе, зокрема, більшою мірою це сфера послуг , а саме: роздрібна торгівля одягом, харчовими продуктами, напоями, тютюновими виробами з лотків, на ринках та у спеціалізованих магазинах, продаж виробів власного виробництва, – hand made, консультування та сфера освіти. Достатньо часто жінки обирають такі види підприємницької діяльності якими користуються самі в своєму побутовому житті або які відображають їх коло інтересів, наприклад це: сфера краси (салони краси та б'юті послуги); сільське господарство

(рослинництво, тваринництво, бджільництво); роздрібна торгівля (жіночий та дитячий одяг); кулінарія, шиття та мілкий ремонт одягу.

Серед мотивів для початку власного бізнесу у жінок визначають такі: страх втратити роботу при обмеженому виборі; відчуття незалежності та вміння планувати своє життя, встановлювати цілі; змога впроваджувати свої вміння на практиці; додаткова можливість заробляти гроші; відчуття власної важливості, бажання почувати себе більш незалежною; покращити фінансове становище своєї сім'ї; можливість самореалізуватися за своїми інтересам та схильностями.

Якщо розглядати ієрархію мотивів жінки до відкриття власного бізнесу, то вони будуть розташовуватися так (за спаданням): самореалізація, інтерес, матеріальна складова; турбота про рідних; професійне зростання; самоствердження. Так схильними до самореалізації у підприємництві виявилось 40% жінок; інтерес до певного виду підприємництва домінує у 35%; для 30% прекрасної половини найважливішу роль відіграють мотиви спрямовані на матеріальну надійність та гроші; 25% жінок займаються підприємництвом тому що важливою для них є турбота про тих, хто поруч; лише 20% жінок мають можливість отримати професійне зростання у підприємстві. Вельми скромну позицію в системі мотивів жінок-підприємців займає мотив самоствердження, що відрізняє жіночу мотивацію від чоловічої. Матеріальний інтерес завжди змагається з особистісними мотивами і якщо перемагає, то, як правило, в разі загострення страху за фінансове благополуччя тих, хто знаходиться поруч. Дослідження показали, що чим вище самооцінка і задоволеність тим, що відбувається, тим нижчу сходинку займають гроші. Отже, є відсоток жінок, які стають професіоналами у своїй сфері та дійсно морально готові до підприємництва. Вони хочуть започаткувати успішне підприємництво, але яке можна буде поєднувати із сім'єю [1].

Однак, на жаль, ще достатньо мала частка жінок в Україні взагалі розглядає підприємництво як вид зайнятості для себе. Більшість представниць прекрасної статі досі живуть під впливами соціальних стереотипів про «задачі жінки на цьому світі» та її можливості. А якщо жінки і замислюються про започаткування свого власного бізнесу, то це відбувається скоріше від: небажання працювати найманим працівником; не змогою взагалі знайти роботу; фінансовим неблагополуччям у сім'ї. Отже, жінки, більшою мірою, приходять у сферу підприємництва під впливом зовнішніх складних життєвих умов. Також не сприяє розвитку підприємництва серед жінок й невисокий рівень поінформованості про даний вид діяльності та можливості навчання, отримання фінансування, підтримки з боку суспільних організацій та органів місцевого самоврядування, які наразі є в Україні [3].

Підсумовуючи сказане, Україна як країна з перехідною економікою повинна й надалі розробляти заходи щодо підтримки та збільшення малого підприємництва в цілому та, зокрема, жіночого підприємництва, приділяти більше уваги підтримці жінок як підприємців, застосовувати стимули, які сприятимуть підвищенню рівня вмотивованості жінок до зайняття підприємницькою діяльністю.

#### Література

1. Шатська В. Жіноче підприємництво в Україні: тенденції, проблеми, перспективи / Валерія Шатська. – 2019. – [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <https://www.businesslaw.org.ua/jinoch-pidpryemnyctvo-v-ukraini/>
2. Женщин в Украине на 2,7 млн больше, чем мужчин — результаты электронной переписи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hromadske.ua/ru/posts/zhenshin-v-ukraine-na-27-mln-bolshe-chem-muzhchin-rezultaty-elektronnoj-perepisi>



3. Моргачов І.В. Перші кроки відкриття власної справи: сучасні технології та дилеми//І.В. Моргачов І.В., О.Ю. Чорна О.Ю., Н.О.Держак// Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2018. – № 4(245). – С. 66-70.

### **МОТИВАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПЛИННОСТІ ПЕРСОНАЛУ НА МЕРЕЖЕВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ СФЕРИ ПРОДУКТОВОГО РИТЕЙЛУ**

Горбас К. О., студ. гр. МЕН-16д, наук. керівник, Ткаченко Н.Е. к.е.н., доц.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Сьогодні сфера торгівлі займає все більше місце в економіці країни. Мережі супермаркетів та фірмових магазинів поширюються в різних регіонах та містах, забезпечуючи високі темпи зростання сфери продуктового ритейлу за останні роки. Сфера торгівлі має один з найбільш високих показників рентабельності. Середній рівень операційної рентабельності українських підприємств в першому півріччі 2019-го перебував на рівні 9,4%, а загальної рентабельності – не перевищував 7%. Операційна рентабельність в сфері оптових і роздрібних продажів досягала 26,4%, а загальна рентабельність була на рівні 16,6% [1]. Високий рівень прибутковості разом з високою швидкістю обігу капіталу стимулює активне зростання інвестицій та забезпечує розвиток підприємств мережевої торгівлі сфери продуктового ритейлу.

Однак, незважаючи на достатньо високі темпи розвитку та показники прибутковості роботи мережевих підприємств сфери продуктового ритейлу, все ж таки в їх діяльності існують проблеми забезпечення персоналом, обумовлені постійною плинністю персоналу в багатьох з них. Деякі фахівці з персоналу відзначають що для продуктового ритейлу плинність на рівні 80-100% можливо вважати нормою. Багато торгових мереж України прийшли до висновку, що високі показники плинності можна компенсувати за рахунок швидкого навчання та введення в посаду співробітника [2].

На наш погляд, плинність персоналу на рівні 80-100% є зависокою. З урахуванням ж того що через постійну зміну персоналу підприємства втрачають близько 15% прибутку та при однакових умовах оплати праці, виграє та торговельна мережа, де умови праці та ставлення до персоналу буде краще, все ж таки дослідження в напрямі виявлення причин плинності та шляхів її зниження є актуальними та мають практичну цінність.

Також слід зауважити що проблема плинності персоналу безпосередньо пов'язана із станом мотивації на підприємствах мережевої торгівлі, зокрема, обумовлена зниженням рівня мотивації до праці працівників торгівлі, тобто їх демотивацією. З урахуванням того що людські уявлення про власну поведінку є неповними, а горизонт розуміння людиною власних реакцій є обмеженим, прогнозування змін у людських реакціях є взагалі, для більшості людей нереальним. Відповідно, важкопрогнозованими є наслідки плинності персоналу та демотивації, що можуть виникнути як наслідок у працівників, які залишилися в організації та загрози для економічної безпеки підприємства з боку звільнених працівників, що докладно висвітлено в [3,4]

Для того щоб подолати плинність та запобігти демотивації персоналу, керівнику необхідно створювати сприятливі умови праці, в яких кожен співробітник прагнутиме працювати максимально ефективно. Для цього існують різноманітні способи мотивації.

Мотивація – це, в першу чергу, психологічний процес, що дає змогу управляти діями конкретних людей, а також це створення особливих робочих умов і стимулів в середині підприємства, що заохочують персонал до якісного виконання своїх обов'язків, досягнення поставлених цілей. Мотивація виконує конкретні задачі на підприємствах мережевої торгівлі: стимулює працівників якісно виконувати поставлені перед ними завдання; підвищує продуктивність праці; створює позитивний настрій всередині команди; залучає та затримує цінних, компетентних працівників; підвищує лояльність працівників до компанії в

якій вони працюють; створює корпоративну культуру та, безумовно, знижує кадрову плинність. Виконання цих задач залежить від того, які види мотивації використовуються на підприємстві.

Демотивація ж, навпаки, негативно впливає на діяльність організації та часто стає причиною низької ефективності роботи, збитків та загрожує безпеці підприємства. Серед факторів демотивації працівників торгівлі виділяють дві вагомі складові групи: матеріальна незадоволеність та психологічний дискомфорт. Вагомим фактором формування демотивації, є невдало сформована система мотивації. При цьому така ситуація складається у наступних випадках: відсутній системний підхід до мотивації персоналу; нововведення в сфері мотивації, які не супроводжуються викладом, донесенням до персоналу очікуваних від нього результатів; система мотивації не відповідає потребам персоналу, через відсутність змін в ній поряд зі змінами організації.

Ситуацію, що склалась в магазинах мережевої торгівлі необхідно виправляти. Існують теорії мотивації, скориставшись якими керівництво може підвищити трудову мотивацію персоналу. Так, відповідно до теорії А. Маслоу, вкрай важливо досягти необхідного рівня задоволення фізіологічних, соціальних потреб і потреб у безпеці, для того, щоб працівники могли насамперед задовольняти свої первинні потреби, а потім вже й вторинні. Серед вторинних потреб потребує особливої уваги задоволення соціальних потреб працівників, адже група факторів що задовольняє дані потреби належить до факторів умов праці відповідно до теорії Ф. Херцберга та, не надає можливості розвинути у працівників нездоволеності роботою та, відповідно стримує демотивацію та плинність персоналу.

Для підвищення трудової мотивації персоналу підприємств мережевої торгівлі керівництву варто звернути увагу на теорію справедливості. На нашу думку, в процесі роботи людина буде краще замотивована, якщо конкретно розумітиме скільки коштує її праця та чи справедливо оцінюють витрачений нею труд.

Уваги керівництва потребує й концепція партисипативного управління. Адже дана теорія припускає залучення працівників до участі в управлінні організацією. Таким чином працівник відчуває себе частиною організації та не боїться проявляти ініціативу. Для підвищення рівня мотивації персоналу мережевої торгівлі варто розглянути й інші теорії мотивації, і в кожній з них можна виокремити корисну інформацію до використання.

Підсумовуючи вище сказане, стає очевидним, що мотивація співробітника є інструментом управління персоналом, результативне застосування якого сприяє вирішенню проблеми плинності персоналу підприємств мережевої торгівлі. Тому, з метою запобігання появи демотивуючих ознак, та запобігання плинності, система мотивації персоналу повинна уважно контролюватися керівництвом і піддаватися якісній оцінці щодо її відповідності та впливу на стан плинності персоналу з урахуванням положень теорій мотивації.

#### Література

1. Симоненко К. Торговля – одна из самых прибыльных отраслей украинской экономики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rau.ua/ru/news/torgovlya-prybylnyh-otraslej/>
2. Текучесть: норма или катастрофа? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://h-art.com.ua/stati/tekuchest-norma-ili-katastrofa/>
3. Овчаренко Є.І. Роль та поведінкові властивості людини в системі економічної безпеки підприємства/ Євген Овчаренко// Управління проектами та розвиток виробництва. – 2015. – № 3(55). – С. 147-157
4. Ткаченко Н.Э. Демотивация и текучесть персонала: причины, следствия, взаимоотношенность/ Наталия Ткаченко// Науковий вісник міжнародного гуманітарного університету. Серія економіка і менеджмент. — 2015. – № 14. – С. 173-177

## СУТНІСТЬ ПОНЯТТЯ «РЕКЛАМА» ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ В СУЧАСНИХ РИНКОВИХ УМОВАХ

Горбас К. О., студентка 4 курсу, гр.. МЕН-16д

Науковий керівник: к.е.н., доц. Чорна О.Ю.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Сучасні умови розвитку економіки, перенасиченість ринку товарами потребують ефективних маркетингових комунікацій, найважливішою з яких є реклама.

Сумарний річний об'єм витрат на рекламу в світі оцінюється більш ніж 1,5 трильйонів американських доларів, в сфері реклами працюють мільйони співробітників в сотні тисяч рекламних агентств і бюро. Ринок реклами в Україні характеризується постійною позитивною динамікою, так за підсумками 2019 року ринок медіа реклами виріс на 25%, а в 2020 року цей показник збільшиться ще на 18%. Обсяг ринку Інтернет-реклами у 2019 році в Україні склав 12,6 млрд грн, що перевищує результати 2018 року на 35%. Отже, з кожним днем значення реклами зростає практично у всіх сферах суспільного життя, вона виступає вагомим елементом маркетингової діяльності та здійснює економічний вплив в цілому на стан організації, на промисловість, конкурентів і споживачів і економіку країни в цілому.

Проте, питанням дослідження реклами останнім часом у вітчизняній науці приділяється недостатньо уваги, а ця сфера діяльності постійно прогресує і потребує сучасних досліджень з урахуванням постійних змін зовнішнього середовища.

Історія реклами на пряму пов'язана з історією людства. Зародилась вона разом з розвитком товарних відносин між людьми, задовго до появи грошей, як еквівалента вартості. Існування реклами в доісторичні часи підтверджується знахідками археологів, наприклад, папірусу з оголошенням про продаж раба. В Стародавньому Єгипті та Римі рекламні оголошення розміщували на спеціальних стендах [1, с. 83]. Ще в більш далекі часи, безперечно, існувала усна реклама. Адже товарообмін застосовується людством тисячі років, приблизно скільки ж і використовується реклама.

В Україні рекламна діяльність почала бурхливо розвиватись після розпаду Радянського союзу. Адже радянська влада, в міру своєї політики, всяко заважала розвитку рекламної діяльності та оцінювала її як пропаганду.

Теоретичні та практичні розробки в сфері реклами знайшли своє відображення в роботах Г. Картера, А.А. Кошелева, Б.Д. Семенова, К.А. Аканова, А. Агафонова, К.А. Аксенова, С.Г. Божук, М. Горштейн. Ці автори розглядали рекламу як економічну категорію. Реклама як один з елементів маркетингової діяльності представлена в роботах Д. Бернета, А. Дейана, Ф. Котлера, Є. Ромата, Ж. Сегели.

Розглянемо існуючі, більш відомі трактування поняття реклама, визначення її сутності, значення.

В науковій літературі приведено близько 20-ти трактувань поняття реклами. Наприклад, Американська асоціація маркетингу під рекламою розуміє: «будь-яку форму неособистого уявлення і просування ідей, товарів або послуг, оплачувану точно встановленим замовником». Відомий науковець Ф. Котлер під рекламою розумів будь-яку платну форму неособистого представлення і просування ідей, товарів або послуг, яку замовляє і фінансує певний спонсор, та наголошував, що реклама представляє собою неособисті форми комунікації, що здійснюється за посередництвом платних засобів поширення інформації з чітко вказаним джерелом фінансування [4, с. 43]. А. Дейлян приводить наступне визначення, що реклама - платне, односпрямоване і неособисте звернення, здійснюване через засоби масової інформації та інші види зв'язку, агітація на користь будь-якого товару або послуги [2, с. 25]. Цікаве і таке трактування реклама - сплачені кошти непрямих комунікацій між виробником

(рекламодавцем), і покупцем (споживачем), спрямовані на досягнення поставлених маркетингових цілей [4, с. 111].

У приведених трактуваннях реклами відбиті різні підходи учених і фахівців до вивчення реклами. Проте всі вони не позбавлені спільних рис :

неособистий характер, бо реклама здійснюється через посередників;

реклама – односторонній процес, спрямований від рекламодавця до споживача;

невизначеність реклами, тому що неможливо конкретно оцінити ефект реклами, встановити кількісні та якісні показники впливу на споживача;

громадський характер рекламної діяльності: рекламується товар а межах закону та загальноприйнятий;

реклама містить інформацію про замовника, отже споживач завжди розуміє кому вигідно рекламувати продукцію.

Виходячи з узагальнення наявних підходів до визначення реклами та виявивши їх спільні риси вважаємо, що під рекламою слід розуміти багатофункціональний продукт маркетингової діяльності, що представляє форму платного, односпрямованого, неособистого просування творчої ідеї, товару чи послуги, створених для підвищення ефективності збутової діяльності шляхом психологічної дії на потреби споживачів.

Таким чином, можна зробити наступний висновок, що реклама пройшла довгий шлях розвитку та трансформувалась у невід’ємний аспект ринкової економіки кожної країни. Дослідження реклами, рекламної діяльності досить актуальний напрям для подальшого наукового дослідження. Перспективним напрямом подальших наукових досліджень вважаємо питання рекламної діяльності та оцінювання ефективності ведення рекламної кампанії.

#### Література:

1. Агафонов А. Сетевой Маркетинг. Система рекрутирования в Интернете. Москва : Омега-Л, 2017.154 с.
2. Божук С. Маркетинговые исследования. Учебник. Москва : Юрайт, 2017. 280 с.
3. Горштейн М. Современный маркетинг. Москва : Дашков и Ко, 2017. 404 с.
4. Котлер Ф., Армстронг Г., Вонг В., Сандерс Дж. Основы маркетинга, 5-е европейское изд. Москва : Вильямс, 2017. 752 с.

## УДОСКОНАЛЕННЯ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

Денісова Т.М., студентка гр. ПУ–19гзм

*Східноукраїнський національний університет імені В. Даля*

Менеджмент підприємства може керуватися основами стратегічного управління для виділення найбільш пріоритетних механізмів управління організацією. Виходом України на простори світової економіки обумовлена нагальна потреба освоїти актуальні закони співпраці із зовнішнім середовищем. Саме тому наразі необхідно підвищити ефективність керування підприємствами, увести в дію новітні технології менеджменту, почати використовувати дієві управлінські інструменти. Не менш значущим є стратегічне управління, що дозволяє підвищити конкурентну спроможність підприємства. На теперішній момент ситуація наступна: економіка країни відзначається підвищеною нестабільністю, що підвищує рівень невизначеності. Це затрудняє функціонування вітчизняних підприємств на світовому ринку. Аналіз минулого досвіду та практики на внутрішньому ринку показує, що такі труднощі можна подолати за умови дотримання ряду умов. По-перше, це гнучкість та швидкість пристосування до зовнішніх змін. А по-друге, це наявність чіткого плану на перспективу та виділення власних конкурентних переваг. Для цих цілей можна використати досвід закордонних організацій, що застосовують методи моніторингу і аналізують зовнішні та внутрішні чинники. Отриману інформацію щодо переваг та

недоліків підприємств, ризиків та сприятливих умов варто використовувати для постановки та доопрацювання стратегічних планів та цілей, а також тактики їх досягнення.

На сьогоднішній день, ігнорування принципів стратегічного планування призводить до неможливості ефективного функціонування підприємства. Можна з упевненістю стверджувати, що наразі це найважливіша рушійна сила виробництва, розподілу, обміну і споживання у суспільстві.

Постановка завдання. В реаліях теперішнього функціонування підприємства неможливе без стратегічного управління. Використання концептуальних методів в стратегічному управлінні дозволить отримувати актуальну інформацію про свої можливості. Наразі це пріоритетне завдання, адже це дозволить організаціям підвищувати власну конкурентоспроможність на міжнародному ринку.

Аналіз результатів. Разом зі зміною обставин функціонування підприємств має коригуватися й система управління. Вона повинна містити в собі елемент – стратегічне, оперативне і тактичне управління з відповідними функціями, загальними та конкретними характеристиками, організаційними структурами [1, с. 6].

На сьогоднішній день існує вже чимало визначень поняття «стратегічне управління». Одні з них описують його як процес [2, с. 9], інші – вкладають значення результату діяльності. В той час, як спеціаліст с менеджменту М. Мескон визначає це поняття як «детальний комплексний план» [3, с. 260].

Спеціаліст з стратегічного управління І. Ансофф підкреслює багатогранність терміну «стратегія» і наводить наступні визначення: "стратегія – набір правил для прийняття рішень ... " [4, с. 68]; "орієнтир являє собою мету, що прагне досягти фірма, а стратегія – засіб для досягнення мети... стратегія та орієнтири взаємозамінні як в окремі моменти, так і на різних рівнях організації" [4, с. 6]; " ... стратегія – це системний підхід, що забезпечує складній організації збалансованість і загальний напрямок зростання" [4, с. 71].

Поняття «стратегічне управління» виникло наприкінці 60-х – на початку 70-х років ХХ ст. В той час його використовували для визначення поточного управління на рівні виробництва, на противагу тому, що має місце на вищому рівні [5, с. 15]. Для впровадження стратегічного управління на підприємстві має виконуватися одна умова: організація повинна бути стратегічно орієнтованою. Задля досягнення цієї мети необхідні співробітники зі стратегічним мисленням та наявність механізмів стратегічного планування. Останнє дозволяє сформувати інтегровану систему стратегічних планів і поточну, повсякденну діяльність, орієнтовану на досягнення стратегічних цілей.

Чим слабкіші стратегічні і фінансові досягнення підприємства, тим більшою є необхідність перегляду його стратегії. Адже слабкі досягнення – це сигнал про низький рівень стратегії чи про слабе її виконання, а іноді навіть про обидва ці фактори [6, с. 102].

Висновки. На сьогоднішній день ефективність функціонування підприємства напряму залежить від стратегічного управління. Воно надає організації необхідні інструменти координації та інтеграції різноманітних видів функціонування. Крім того, стратегічне управління дозволяє підприємствам передбачати зміни та адаптуватися до них, а також встановлює зв'язок між розробкою та реалізацією стратегії.

#### Література

1. Мартиненко М. М. Стратегічний менеджмент : підручник / М. М. Мартиненко, І. А. Ігнат'єва. – К. : Каравела, 2006. – 320 с.

2. Томпсон А. А. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегии : учебник для вузов / А. А. Томпсон, А. Дж. Стрикленд ; пер. с англ. ; под ред. Л. Г. Зайцева, М. И. Соколовой. – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 576 с.
3. Мескон М. Основы менеджмента / М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури ; пер. с англ. – М. : Дело, 2005. – 720 с.
4. Ансофф И. Стратегическое управление / И. Ансофф; пер. с англ.– М.: Экономика, 2007. – 519 с.
5. Виханский О.С. Стратегическое управление : учебник / О. С. Виханский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Гардарики, 2003. – 296 с.
6. Василенко В. А. Стратегічне управління : навч. посібник / В. А. Василенко, Т. І. Ткаченко. – К. : Центр навч. л-ри, 2003. – 396 с.

## СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВЕДЕННЯ ДІЛОВИХ ПЕРЕГОВОРІВ

Цисевич І.А., Христофорова К.В., Держак Н.О. к.е.н., доц.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

В сучасному підприємницькому бізнесі ведення ділових переговорів є досить важливою складовою успіху. Адже сучасна підприємницька діяльність може ефективно здійснюватись і розвиватись за умови належного дотримання вимог не тільки економічного і соціально-духовного та політичного характеру, а й не менш важливої складової у досягненні комерційної мети це дотримання елементів та етапів процесу переговорів. Дану проблему, що стосується складових такого процесу в бізнесовій діяльності допоможе вирішити ретельна підготовка до цього процесу, успіх у складних ділових ситуаціях

Типовими помилками прийнято вважати ті, які відбуваються найчастіше і найбільшою кількістю людей. Здебільшого ці помилки властиві новачкам, що тільки набираються досвіду в справі переговорів, але й більш досвідчені переговорники можуть їх допускати. Найпоширеніші з них:

1. Думати за інших;
2. Діяти тільки згідно з логікою;
3. Не досягати результату;
4. Піддаватися страху;
5. Ігнорувати свої помилки;
6. Перетворювати переговори в дорогу презентацію. [2]

Основні правила ведення переговорів. Існують шість основних правил налагодження відносин між партнерами, запропоновані американськими фахівцями.

1. Рациональність (вміння вести себе стримано);
2. Розуміння (уважність до точки зору партнера);
3. Спілкування (дозволяє зберегти і поліпшити відносини);
4. Достовірність (помилкова інформація несприятливо впливає як на аргументи, так і на репутацію);
5. Уникнення менторського тону (неприпустимо повчати партнера);
6. Прийняття (постарайтеся встати на сторону партнера і будьте відкриті отримати щось нове від нього); [1]

Технологія та структура процесу переговорів представлено в таблиці 1. Ведення переговорів. Успіх переговорів багато в чому складається з уміння правильно задавати питання і сприяє прийняттю потрібного вам рішення, тому хід переговорів можна контролювати та регулювати за допомогою таких питань:

## Структура переговорного процесу

Етап переговорів	Найбільш важливі запитання переговорного процесу
Підготовка переговорів	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Інформаційні питання призначені для збору відомостей;</li> <li>• Контрольні питання необхідні, щоб з'ясувати, чи розуміє вас партнер. Наприклад: «Що ви про це думаєте?», «Чи вважаєте ви так само, як і я?»;</li> <li>• Провокаційні питання дозволяють встановити бажання вашого партнера. Наприклад: «Ви впевнені, що зможете ...?», «Ви дійсно вважаєте, що...?»;</li> </ul>
Етап переговорів	Найбільш важливі запитання переговорного процесу
Процес переговорів	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Напрямні питання допомагають вам взяти в свої руки управління ходом переговорів і направити їх в необхідне вам русло;</li> <li>• Альтернативні питання представляють співрозмовнику можливість вибору, але не більше трьох варіантів. Наприклад: «Який термін обговорення підходить вам найбільше — понеділок, середа або четвер?»;</li> <li>• Підтверджуючі питання необхідні для взаєморозуміння. Наприклад: «Ви дотримуетесь тієї ж думки, що ...?», «Напевно ви раді тому, що...?»;</li> <li>• Зустрічні питання спрямовані на звуження розмови і підводять до остаточного вирішення;</li> <li>• Ознайомчі питання визначають думку співрозмовника з даного питання. Наприклад: «На який ефект ви розраховуєте при прийнятті цього рішення?»;</li> <li>• Однополюсні питання мають на увазі повторення співрозмовником вашого питання в знак того, що він зрозумів, про що йде мова;</li> <li>• Питання, що відкривають переговори, значно впливають на ефективність і зацікавленість обговорення. Наприклад: «Якщо я запропоную вам спосіб, за допомогою якого можна швидко вирішити проблему, нічим при цьому не ризикуючи, зацікавить вас це?»;</li> </ul>
Досягнення згоди	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Питання для орієнтації потрібні, щоб з'ясувати, чи не змінив ваш партнер своєї думки. Наприклад: «Яка ваша думка з цього пункту?», «До яких висновків ви при цьому прийшли?»;</li> <li>• Заключні питання впливають на позитивне завершення переговорів. При цьому найкраще спочатку задати один-два підтверджуючих питання: «Чи зміг я переконати вас у вигоді цієї пропозиції?». А потім можна задати питання, що укладає переговори: «Який час реалізації цієї пропозиції вас більше влаштовує - травень або червень?».</li> </ul>

Стратегії переговорів. Для уникнення типових помилок при веденні переговорів необхідно користуватися максимально ефективними принципами:

1. Визнайте наявність конфлікту, окресліть його як «наша проблема».

2. Розмежуйте учасників і предмет переговорів: відокремте людей від проблеми, тобто дотримуйтеся доброзичливого, шанобливого, але твердого курсу при вирішенні проблеми.

3. Зосередьтеся на інтересах, а не на позиціях, оскільки мета переговорів полягає в задоволенні інтересів учасників.

4. Головну увагу слід звертати не на позиції учасників, а на аналіз спільних інтересів. Розробіть взаємовигідні і багатопланові варіанти. Керуйтеся критеріями, які не мають особистого відношення до сторін, поступайтеся доводам, а не тиску.

5. Досягніть угоди і втілюйте план в життя. [3]

При дотриманні зазначених правил можливе здійснення переговорів «без поразок».

Література

1. Этика деловых отношений: учебник и практикум для академического бакалавриата: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Н. Ю. Родыгина 2014. - 429 с.
2. Слинкин М.М. Этика делового общения  
<http://www.economics.com.ua/lib/detail.php?cat=1&rub=6&id=516>
3. Столяренко Л.Д. / Психология: Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2010. — 592 с.
1. менеджмент.- Владимир 2014.

## **ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИЙНЯТТЯ МАРКЕТИНГОВИХ РІШЕНЬ**

Хімченко А.О., студент гр.МАР-17д

Науковий керівник доц. Моргачов І.В.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Одним з важливих елементів в роботі маркетолога є - прийняття рішень. Від якості прийнятого рішення залежить ефективність досягнення головної цілі організації. Особливо рішення в області маркетингу дозволяють скоординувати діяльність підприємства на збут продукції на певному ринку, тим самим підвищити конкурентні переваги.

Під маркетинговим рішенням будемо розглядати вибір альтернативного рішення, прийнятого шляхом системного аналізу, пошуку, збору і представлення інформації, що стосується певної ринкової ситуації. Сьогодні маркетингові рішення включають в себе безліч напрямків. Одним з важливих є забезпечення конкурентних переваг.

Актуальність теми полягає в тому, що в сучасних ринкових умовах вдале прийняття маркетингових рішень дозволить підприємству отримати вагомий конкурентні переваги на ринку та зміцнити свої позиції серед конкурентів. Таким чином важливість досліджуваної проблеми є очевидною.

Рішення в області маркетингу дозволяють скоординувати діяльність підприємства на збут продукції на певному ринку і, відповідно, отримання максимального прибутку від збуту.

Можна провести безліч прикладів компаній в яких вдало прийняті маркетингові рішення забезпечують конкурентні переваги не один рік. Немає ніяких сумнівів що компанія «Apple» виступає однією з найуспішніших компаній нашого часу. Адже велику увагу компанія приділяє маркетинговій стратегії, вдала реалізація якої, дозволила компанії досягти високих успіхів.

Одним з таких маркетингових рішень стало рішення направлене на якість продукції. Незалежно від розміру бюджету і оригінальності маркетингової компанії успіх все в більшій мірі залежить від якості пропонованого продукту чи послуги. Поступове просування бренду дозволило компанії «Apple» створити у споживачів відчуття що вони купують статусний та якісний продукт. Так формувалася велика група споживачів відданих товарам бренду «Apple». Маркетингові рішення компанії «Apple» були направлені на задоволення потреб існуючих клієнтів. Адже основою для створення лояльності є наявність споживачів які постійно будуть користуватися продуктами та послугами компанії.



Виходячи з вищевикладеного, можна зробити обґрунтований висновок про те, що прийняття маркетингових рішень є обов'язковою умовою успіху товарів, пропонованих на ринку.

Література:

1. Моргачов І.В. Інфраструктура розвитку регіонів: монографія. — Северодонецьк: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2018. 180 с.
2. Моргачов І.В. Проблеми і перспективи розвитку бізнес-інкубаторів в Україні, *Інтелект XXI*, 2018. № 5. С. 138 - 142.
3. Моргачов І.В., Чорна О.Ю., Держак Н.О. Перші кроки відкриття власної справи: сучасні технології та дилеми, *Вісник СНУ ім. В. Даля*, 2018. № 4(245). С. 66-70.
4. Моргачов І.В. Використання інформаційних систем і технологій як напряму державної підтримки умовно-депресивних регіонів, *Бізнес Інформ*, 2017. № 12. С.403 - 407.

## ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ НОМЕНКЛАТУРОЮ ТА АСОРТИМЕНТОМ ПІДПРИЄМСТВА

Божич К. В., Чорна О.Ю. к.е.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет імені В.Даля*

В сучасних умовах розвитку ринкової економіки, постійної зміни потреб і інтересів споживачів формування раціонального асортименту та ефективного його управління є одним з важливих факторів успішної діяльності та отримання прибутку підприємства. Складні умови конкурентної боротьби потребують вдалого проведення товарної політики підприємства, основними елементами якої виступають номенклатура і асортимент.

Управління формуванням асортименту товарів на підприємстві є складним процесом, на який впливає безліч проблемних питань у зв'язку з певними обставинами: висока мінливість зовнішнього оточення; негативний стан макросередовища; розірвання раніше існуючих господарських зв'язків підприємств торгівлі з підприємствами-виробниками товарів; значним зменшенням обсягу виробництва товарів народного споживання і звуження їх асортименту на вітчизняних підприємствах; наявність товарів-підробок низької якості, висока конкуренція з широким асортиментом імпортих виробів тощо. У результаті асортимент товарів в багатьох підприємствах формується за принципом випадковості.

Отже, питання управління номенклатурою та асортиментом підприємства набувають значення, актуальності і потребують ретельного дослідження.

Питання управління номенклатурою та асортиментом підприємства досліджувались наступними авторами як в зарубіжній літературі, так і у вітчизняній: Бланк І.А., Балабанова Л. В., Валевич Р. П., А.В. Войчак, Давидова Г. А., Віноградова С.Н., С.М. Ілляшенко, Дашков Л.П., Жукова Т.Н., Кардаш В. А., Каплина С.А., Лебедева С. Н., Осіпова Л.В., Орловська Г. В., Хруцкий, В.Є.

Проаналізувавши вищезазначені дослідження, слід зауважити, що в багатьох відсуне чітке визначення поняття «асортимент». Багато дослідників надають досить широке поняття: «Товарний асортимент – це сукупність товарів, відповідних між собою за певними ознаками, які підприємство просуває на ринок залежно від його можливостей, з урахуванням найбільш повного задоволення вимог споживачів, за умови отримання максимально додаткового ефекту для підприємства» [1], або надають досить вузьке поняття: «Асортимент - це сукупність асортиментних груп товарів, що їх пропонує підприємство» [2].

Ми під асортиментом будемо розуміти групу товарів, які тісно пов'язані між собою або у силу подібності їх функціонування або у силу того, що їх продають

однаковим групам клієнтів, або через однакові типи торгівельних установ, або у межах одного і того ж діапазону цін з урахуванням найбільш повного задоволення вимог споживачів, за умови отримання прибутку підприємства.

Аналіз літературних джерел [1, 2, 4] дозволяє виділити певні ознаки, за якими вчені визначають асортимент:

- реалізація через конкретні типи торгівельних закладів;
- для визначеної категорії споживачів;
- продаж у певному діапазоні цін;
- для визначеної області застосування

Існує два способи розширення товарного асортименту: нарощення товарного асортименту та насичення товарного асортименту і результати діяльності підприємства в цьому напрямі багато в чому визначаються якістю управління. Управління є однією з найважливіших умов функціонування та розвитку підприємств. Сутність управління полягає в спрямованості керованого об'єкта на досягнення поставлених цілей [3].

Управління асортиментом та номенклатурою – це формування асортименту, його підтримка і зміна з метою як найкращого задоволення споживача.

Управління асортиментом товарів підприємства обов'язково потребує узгодження і встановлення оптимального значення із урахуванням інтересів продавця і споживача з пріоритетом останнього. Підприємство не зможе домогтися сталого успіху якщо не буде застосовувати новітніх досягнень маркетингу в галузі управління асортиментом і номенклатурою товарів.

Ефективне управління асортиментом торгівельного підприємства – одне з найбільш складних завдань. Рішення про збільшення або скорочення товарної номенклатури торгівельного підприємства повинно ґрунтуватися на цілому комплексі маркетингових, фінансових і стратегічних підходів і здійснюватись наступними етапами:

визначення переліку основних груп та підгруп товарів, що реалізуються, виходячи з обраної товарної спеціалізації підприємства та потреб його потенційних споживачів;

здійснення розподілу окремих груп і підгруп товарів в розрізі споживчих комплексів і мікрокомплексів;

визначення кількості видів і різновидів товарів в рамках окремих споживчих комплексів і мікрокомплексів (за окремими групами та підгрупами товарів), тобто мікроасортимент торгового асортименту;

розробка конкретного асортиментного переліку товарів для даного магазину, пропонований для реалізації обслуговуваному контингенту покупців

В процесі розподілу окремих груп і підгруп товарів в розрізі споживчих комплексів і мікрокомплексів в першу чергу визначаються їх кількість і найменування. Особлива увага цьому етапу формування асортименту повинна бути приділена в супермаркетах. Обстеження показало, що в супермаркетах, асортимент яких згрупований по споживчих комплексах, товарообіг на 1 кв.м. площі торгового залу в середньому на 12% вище, а витрати часу покупців на здійснення покупки на 17% менше, ніж на підприємствах, що не практикують цей принцип формування і пропозиції товарів.

Ефективна асортиментна програма повинна орієнтуватися на: отримання прибутку підприємством роздрібною торгівлю від реалізації товарів, які включені в асортиментну програму; максимальне задоволення платоспроможного попиту споживачів; довгочасну ринкову стійкість підприємства торгівлі, включених до асортименту товарів, створення позитивного іміджу підприємства торгівлі й визнання з боку громадськості (PR) [4].

Підсумовуючи слід зазначити, що в сучасних умовах функціонування підприємств існує широке коло проблемних питань, які негативно впливають на його асортиментну

діяльність. Хоча, на наш погляд, саме управління асортиментом є значним ресурсом підвищення рентабельності реалізації споживчих товарів на підприємствах. Завоювання нових покупців можливе лише у випадку ефективного управління асортиментом товарів, шляхом упровадження в практику діяльності підприємств запропонованої асортиментної програми та алгоритму етапів процесу формування асортименту товарів.

Література:

1. Кубишина Н.С. Методика розробки стратегічного набору товарів на промисловому ринку. *Економічний вісник Національного технічного університету України*. 2018. № 6. С. 171-178.
2. Мороз Л.А., Чухрай Н.І. Маркетинг. Львів: ІНТЕЛЕКТ+, 2002. 244 с.
3. Менеджмент підприємства : [навч. посіб.] / За ред. В.М. Огаренка, С.Я. Салиги. Запоріжжя, 2009. 310 с.
4. Бозуленко О.Я. Формування асортименту товарів як стратегічний елемент комерційної діяльності. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. № 4. С. 294–297.

## НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОПЕРАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Матвієнко А.В., Христенко Л.М., к. е. н., доцент

*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля*

Операційна діяльність є головною функціональною ланкою звичайної діяльності будь-якого суб'єкта господарювання, зміст якої полягає у створенні нової вартості (продукції або послуги), що відповідає споживчому попиту на ринку, та доведення таких товарів або послуг до конкретного споживача. Фундаментальною базою у здійсненні операційної діяльності на підприємстві є надійним чином сформована система, елементи якої мають бути взаємопов'язаними, взаємозалежними і взаємодіючими. За такої умови буде не лише активізована оперативна роль операційної діяльності – забезпечення постійності поточної ефективності підприємства, а й активований її стратегічний курс, який забезпечить досягнення цілей створення бізнес-організації, виконання місії її основної діяльності, завоювання успіху на ринку відповідних товарів або послуг, забезпечення стійкого положення у зовнішньому середовищі під впливом різноманітних чинників як економічного, так і неекономічного характеру (політичні обставини, екологічний стан, крос-культурні відмінності, форс-мажорні обставини та ін.). Ефективність операційної системи підприємства, її гнучкість та адаптованість до змін у середовищі функціонування цілком залежить від управлінської складової – операційного менеджменту, який відповідає за прийняття і реалізацію своєчасних, виважених та обґрунтованих управлінських рішень у цій сфері.

Поняття операційного менеджменту можна визначити у дещо різний спосіб. По-перше, «операційний менеджмент – це діяльність, пов'язана з розробкою, використанням і удосконаленням операційних (виробничих) систем, на основі яких виробляються основна продукція або послуги бізнес-організації» [1]. По-друге, він визначається як «цілеспрямована діяльність, яка передбачає керування операційними процесами, що розпочинаються із залучення (комерційного придбання, нефінансового залучення) необхідного переліку ресурсів, їхньої трансформації у готовий товар (послугу) з поставкою останнього або останніх на ринок з метою задоволення потреб покупців» [2]. Заслугує на увагу ще одне трактування операційного менеджменту як «системи реалізації управлінських рішень щодо розробки, проектування, планування, контролю, забезпечення та організації функціонування виробничих систем підприємства» [3]. Тож, беззаперечно, операційний менеджмент є одночасно як видом операційної, так і управлінської діяльності,

а також системною категорією, яка відповідає за реалізацію комплексу загально-управлінських та специфічних (відповідно до етапу реалізації операційного процесу) функцій. Головною метою операційного менеджменту, при цьому, є забезпечення у оперативній та стратегічній перспективах найбільш повного задоволення попиту споживачів на товари або послуги, які створюються підприємством за умови досягнення достатнього рівня ефективності операційної діяльності

Основним завданням операційного менеджменту є побудова певної управлінської системи та підготовка комплексу управлінських рішень, які мають забезпечити виконання потрібних операційних дій і процедур з метою отримання прибутку від функціонування операційної системи на підприємстві. Бажана результативність дії певної операційної системи є результатом чіткого професійного врахування об'єктивних можливостей, обмежень, критеріїв і стандартів, що мають застосовуватися у спосіб, який передбачає розвиток як операційної системи, так і виробничої, яка є її центом. Оптимальність й ефективність управлінських рішень потребує від менеджерів розуміння сутності кожного з елементів операційної системи на кожному з етапів реалізації операційної діяльності як на оперативному, так і стратегічному рівнях. Доцільне поєднання в одному цілому основних функціональних елементів звичайної діяльності підприємства – технічних, технологічних, трудових, маркетингових, фінансових, збутових, організаційних та ін. – є запорукою раціонального й виваженого операційного менеджменту на підприємстві.

Виділення напрямів удосконалення системи операційного менеджменту на підприємстві має походити від складових системи операційного менеджменту, що потребує розкриття цього питання.

Існують різні підходи до висвітлення складу та змісту елементів системи операційного менеджменту. З цього приводу, слід погодитися з твердженням, згідно якого «основу операційного менеджменту складають чотири основних елементи – технологія, організація, економіка і математичні моделі дослідження операцій, які є взаємопов'язані і забезпечують успішну діяльність і розвиток операційної системи підприємства» [2]. Тож, напрямами удосконалення системи операційного менеджменту можуть стати впровадження позитивних змін у межах означених елементів.

Крім того, операційний менеджмент як вид практичної діяльності по управлінню функціональним напрямом діяльності підприємства включає такі складові [4]: управління процесами проектування та створення операційної системи; управління поточним функціонуванням операційної системи; управління забезпеченням стабільного функціонування операційної системи; управління якістю та продуктивністю операційної системи; управління перетвореннями та розвитком операційної системи. У цьому зв'язку, напрямами удосконалення системи операційного менеджменту є зміни у механізмах реалізації та комплексі інструментів означених сегментів управління.

Наступним підходом у виділенні напрямів удосконалення системи операційного менеджменту є підхід, що ґрунтується на структурі елементів безпосередньо самої операційної системи підприємства. У наукових джерелах літератури до елементів операційної системи, як правило, відносять: планування та контроль, переробку, забезпечення, ресурсний вхід в систему, товарний вихід із системи, а також інформаційне забезпечення з боку внутрішнього та зовнішнього середовища функціонування системи [5]. При цьому слід пам'ятати, що операційна система формується з врахуванням специфічних (притаманних лише окремій операційній системі конкретного підприємства) особливостей, таких, наприклад, як: відмінність (унікальність) операційного процесу; вимоги до технічного та технологічного забезпечення; форма організації робочих місць, вимоги до складу та кваліфікації персоналу та ін. Це має обов'язково бути врахованим при визначенні напрямів удосконалення операційного менеджменту.

Таким чином, важливість операційної діяльності та ґрунтовної до неї операційної системи, спрямованих на створення товарів або послуг на вимогу попиту на споживчому ринку, вимагає з боку менеджменту пошуку все досконаліших напрямів управління. Такі напрями можуть формуватися відповідно до елементів самої операційної системи та системи, яка відповідає за функціональне управління у цій сфері – системи операційного менеджменту. Подальшого розвитку набувають питання щодо аналітичного розбору кожного з визначених напрямів.

Література:

1. Чейз Р.Б., Эквילайн Н. Дж., Якобс Р. Ф. Производственный и операционный менеджмент. 8-е издание: пер с англ. М.: Издательский дом «Вільямс», 2004. 704 с.
2. Громов Н.Н. Менеджмент на транспорте. Учебн. пособие для ВУЗов. М.: Машиностроение, 2004. 448с.
3. Федулова Л. І., Декалюк О. В. Управління операційною системою виробничого підприємства: монографія. Хмельницький: ХНУ, 2005. 192 с.
4. Капінос Г. І., Бабій І. В. Операційний менеджмент: навч. посіб. К.: «Центр учбової літератури», 2013. 352 с.
5. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. М.: Дело, 1997. 704 с.

### **АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗВИТКУ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

Терещенко М.Є., Христенко Л.М., к.е.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет імені В. Дала*

За сучасних ринкових умов, у яких здійснюють свою господарську діяльність підприємства, важливої ролі набуває конкурентоспроможність як характеристика окремо взятого підприємства, що свідчить про його реальну здатність вести змагання (конкурентну боротьбу) за бажані позиції на внутрішніх та зовнішніх товарних ринках (або ринках послуг) шляхом реалізації виваженої конкурентної стратегії задля забезпечення надійного фінансово-економічного стану, ефективності господарської діяльності у поточній та стратегічній перспективах та можливостей подальшого стійкого розвитку.

Конкурентоспроможність базується, насамперед, на виявленні та розвитку конкурентних переваг, тобто конкретних чинників (компонентів) зовнішнього та/або внутрішнього середовища функціонування підприємства, або його компетенцій, що можуть зараз (тактична спрямованість) або зможуть у майбутньому (стратегічна спрямованість) забезпечити підприємству переважаюче, у порівнянні з конкурентами, становище, що дозволяє у більш ефективний спосіб (за умови оптимального витрачання усіх видів ресурсів) досягати цілей створення та функціонування підприємства. Конкурентна перевага свідчить про наявність на підприємстві певної унікальної цінності (створеної самим підприємством або сформованої у зовнішньому середовищі), що дає йому переваги над конкурентами. Тобто, можна погодитися з твердженням, що конкурентоспроможність підприємства є як раз тією характеристикою підприємства, яка проявляється через ступінь реалізації його потенційної спроможності визначати (формуєвати), підтримувати, використовувати та розвивати конкурентні переваги [1,2].

У науковій літературі виділяють абсолютні і відносні конкурентні переваги. Абсолютні конкурентні переваги галузі пов'язані з наявністю унікальних ресурсів і можливостей, які складаються з географічних, природно-кліматичних, демографічних умов. Відносні конкурентні переваги обумовлені кращими у порівнянні з іншими галузями можливостями або умовами виробництва і збуту тієї або іншої продукції [3].

За джерелами виникнення конкурентні переваги підприємства поділяються на внутрішні та зовнішні. Зовнішні переваги базуються на спроможності підприємства створити більш значимі цінності для споживачів продукції, що створює можливості більш повного задоволення їхніх потреб, зменшення витрат чи підвищення ефективності їхньої

діяльності. Внутрішні – це характеристики внутрішніх аспектів діяльності підприємства (рівень затрат, продуктивність праці, організація процесів, система менеджменту та ін.), які перевищують аналогічні характеристики пріоритетних конкурентів [4].

Внутрішні конкурентні переваги на рівні підприємства, як правило, забезпечуються за рахунок економічного потенціалу у розрізі його складових. Як приклад можна назвати такі конкурентні переваги: виробничі (продуктивність праці, економність витрат, ефективність використання основних засобів, забезпеченість матеріально-технічними ресурсами); технологічні (сучасність, досконалість, гнучкість технологічних процесів); кваліфікаційні (професійність, майстерність, активність, креативність персоналу, схильність до нововведень); організаційні (сучасність, прогресивність, гнучкість, структурованість діючої організаційної структури) та управлінські (ефективність і результативність системи менеджменту, ефективність управління функціональними сферами діяльності); економічні (ефективні джерела фінансування, платоспроможність фінансова стійкість, рентабельність). Такі конкурентні переваги забезпечуються за рахунок виробничо-технологічного, кадрового, фінансового, інноваційного, інвестиційного, організаційно-управлінського потенціалу підприємства.

У свою чергу зовнішні конкурентні переваги можна поділити на інформаційні й комунікаційні (наявність унікальних каналів і способів розповсюдження інформації про підприємство та його продукцію), конструктивні (доступ до передових технічних характеристик продукції та їхнє використання, унікальні особливості дизайну або упаковки), кон'юнктурні (особливі ринкові умови діяльності); сервісні (високий рівень якості та унікальність сервісних послуг), іміджеві (сформований позитивний імідж підприємства, його торгівельної марки, популярність продукту підприємства), цінкові (можливість впливу на позитивну динаміку цін, можливість отримання додаткових пільг та преференцій від застосування соціальних елементів у діяльності підприємства), збутові (наявність розширеного за структурою або обсягами портфелю замовлень, наявність відмінних методик та прийомів розподілу товарів між споживачами). Такі конкурентні переваги забезпечуються за рахунок попередньо зазначених видів економічного потенціалу підприємства із залученням ринкового та кон'юнктурного його видів.

У розвиток попередніх класифікацій серед конкурентних переваг виділяють також ті, що вже реалізуються підприємством – фактичні, та потенційні, що не використовуються у теперішній час.

Подана класифікаційна розмаїтість конкурентних переваг є свідченням того, що для кожного підприємства їх системний комплекс є абсолютно унікальним, що впливає на складність реалізації (через відсутність уніфікованих методик) кожного етапу забезпечення належного рівня конкурентоспроможності підприємства через формування нових або виявлення існуючих конкурентних переваг, їхню підтримку, використання і розвиток. Проте саме останній етап – розвиток конкурентних переваг (навіть у порівнянні з їхнім використанням) – є ключовим у цій ланці, оскільки без нього втрачається цільова спрямованість попередніх етапів. Тож, особливої уваги потребує саме розвиток конкурентних переваг, який активізує на постійній основі інформаційно-аналітичний блок системи управління підприємством як у поточній, так і на стратегічну перспективу. У такому разі зростає зацікавленість менеджерського персоналу у виявленні й формуванні конкурентних переваг, переведенні їхнього стану з поточного у фактичний, а також підтримання цих конкурентних переваг, що дозволить надалі розвинути їх та отримати додаткові зиски. Крім того зростає актуальність постійного економічного обґрунтування використання фактичних конкурентних переваг з метою виявлення можливостей, часу та умов їхнього подальшого розвитку.

Таким чином, наявність конкурентних переваг на підприємстві є запорукою забезпечення його конкурентоспроможності в сучасному нестабільному середовищі.

Цільовим етапом у реалізації цього процесу є розвиток конкурентних переваг, який надає динамічний поштовх для інших етапів (формування, виявлення, підтримання та використання конкурентних переваг). Подальшого розвитку набувають питання щодо створення комплексу конкурентних переваг на підприємстві та формування умов для їхнього розвитку.

Література:

1. Бондаренко С. М., Лісовський М. Ю., конкурентні переваги – унікальні особливості сучасних Підприємств. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Випуск 15, частина 1, 2017. С. 42-45.
2. Христенко Л.М., Іванова С.О. Вибір способів підвищення конкурентоспроможності підприємства. Матеріали I всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Менеджмент: розвиток, теорія та практика» (27 грудня 2012 року). Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2012. С. 45-47.
3. Драч О.І. Функціональний аспект взаємозв'язку елементів конкурентного потенціалу машинобудівного підприємства. Вісник Хмельницького національного університету №1, 2017. С. 44-47.
4. Маслак О. І., Квятковська Л. А., Безручко О. О. Визначення рівня конкурентної переваги машинобудівного підприємства на засадах забезпечення розвитку його економічного потенціалу. Ефективна економіка № 7, 2014 / <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&>

## АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ДЕЯКИХ ПРОЦЕСІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ

Грод І.М. кандидат фізико-математичних наук, доцент,

*Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка*

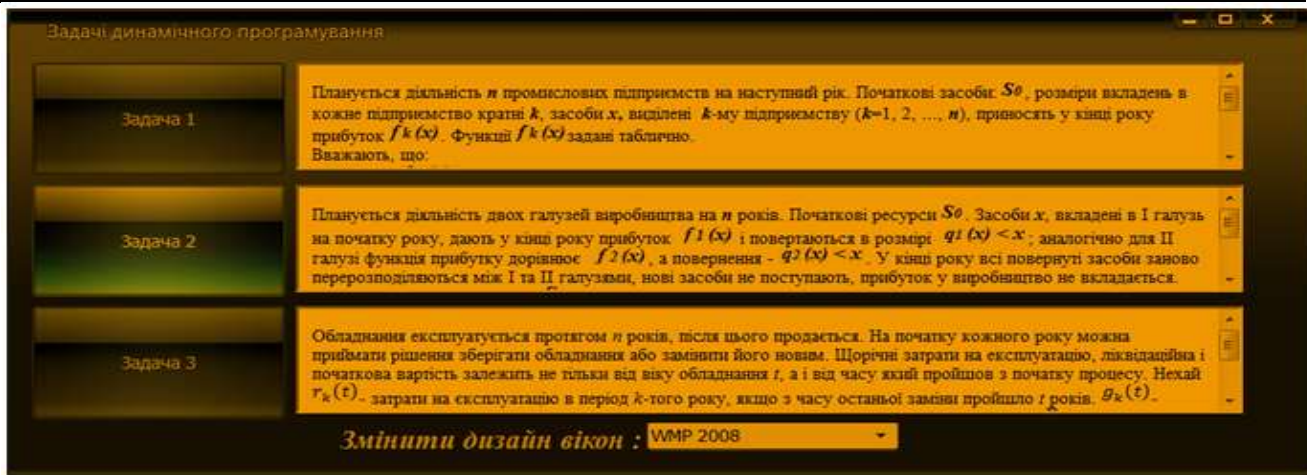
Динамічне програмування – це процес, в якому прийняття рішень можна розбити на етапи. Такі моделі використовують при розв'язанні задач вибраного класу, наприклад: при розв'язанні задач управління запасами; при розробці календарного планування виробництва; при складанні планів поточного і капітального ремонту обладнання і його заміни; тощо.

У функціонуючих економічних системах потрібно приймати певні рішення. Моделі динамічного програмування цінні тим, що дозволяють на основі стандартного підходу при мінімальному втручанні людини приймати такі рішення. І якщо окреме рішення малоістотне, то в сукупності ці кроки можуть значно впливати на результат.

Чим особливі моделі динамічного програмування? Задача оптимізації інтерпретується як  $n$ - кроковий процес управління; цільова функція дорівнює сумі цільових функцій кожного кроку; вибір управління на  $k$ -му кроці залежить тільки від стану до цього кроку, не впливає на попередні кроки; стан  $s_k$  після  $k$ -го кроку управління залежить тільки від попереднього стану  $s_{k-1}$  і управління  $X_k$ ; на кожному кроці управління  $X_k$  залежить від скінченого числа управлінських змінних, а стан  $s_k$  – від скінченого числа параметрів. [3]

Такі моделі успішно створюються і використовуються в навчальному процесі. Дуже зручним для викладача є те, що він має можливість створювати власні моделі, зберігати їх, а також користуватися тими зразками, які створені спільнотою студентів та містяться в додатках [1].

Хочемо представити конкретний приклад застосування методу динамічного програмування і ефективність його використання. Ключовим моментом при розв'язанні задач методом динамічного програмування є завдання знаходження функції Белмана. Вибір такої функції задає ефективність необхідного алгоритму для розв'язування задач [2].



Розглянемо додаток, в якому реалізовано три задачі: задача про розподіл засобів між підприємствами; задача про оптимальний розподіл ресурсів між галузями на  $n$  років; задача про заміну обладнання.

Реалізацію потрібної задачі вибираємо в головному вікні програми.

Якщо вибрати задачу про оптимальний розподіл ресурсів між галузями на  $n$  років, то після того, як будуть введені вхідні дані, програма обрахує розв'язок задачі і виведе результат в таблицю, яка знаходиться на тій самій формі.

Умова задачі

Планується діяльність двох галузей виробництва на  $n$  років. Початкові ресурси  $S_0$ . Засоби  $x$ , вкладені в I галузь на початку року, дають у кінці року прибуток  $f_1(x)$  і повертаються в розмірі  $q_1(x) < x$ ; аналогічно для II галузі функція прибутку дорівнює  $f_2(x)$ , а повернення -  $q_2(x) < x$ . У кінці року всі повернуті засоби заново перерозподіляються між I та II галузями, нові засоби не поступають, прибуток у виробництво не вкладається. Потрібно розподілити засоби  $S_0$  між двома галузями виробництва на  $n$  років так, щоб сумарний прибуток від двох галузей за  $n$  років був максимальним.

Початкові ресурси  $E_0$ : 10000

Діяльність планується на (років) 4

$f_1(x) = 6/10 * x$   
 $q_1(x) = 7/10 * x$   
 $f_2(x) = 5/10 * x$   
 $q_2(x) = 8/10 * x$

Варіанти вхідних даних

Варіант 1  
 Варіант 2  
 Варіант 3

**Обрахувати**

	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік
1 галузь	0	0	6400	4480
2 галузь	10000	8000	0	0

Представлений педагогічний програмний засіб сприяє інтенсифікації освітнього процесу та активізації пізнавальної діяльності студентів завдяки застосуванню сучасних засобів комп'ютерних технологій. На нашу думку, доцільно й надалі проводити дослідження в напрямі розробки нового та вдосконалення сучасного методичного забезпечення навчального процесу з урахуванням сучасних тенденцій його розвитку

Література.

1. Грод І.М. Реалізація моделі управління запасами за допомогою програмного додатку // Матеріали XXII Міжнародної науково-технічної конференції «Технологія-2019» – Северодонецьк: 26-27 квітня 2019 р. – С. 117-119
2. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Математичне програмування: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. - К.: КНЕУ, 2001. - 248 с.
3. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: Підручник. — 4-те вид., перероб. і допов. — К., 2000. — 688 с.



## ХАРЧОВІ ІННОВАЦІЇ У СФЕРІ РЕСТОРАННОГО БІЗНЕСУ: СВІТОВИЙ ДОСВІД

Огар А.В., асистент

*Східноукраїнський національний університет імені В.Даля*

Що таке харчові інновації та чому це важливо? Харчові інновації – це розробка та модифікація нових продуктів харчування, процесів та послуг. Підприємства, які виготовляють продукти харчування та напої, шукають всі можливі способи зробити їх не тільки цікавими та унікальними, а й також здоровими та поживними. В останніх трендах харчових інновацій можна побачити нововведення в упаковках та обробці продуктів харчування, а також багато цікавих інгредієнтів. У цій статті розглянуто останні нововведення в області продуктів харчування на прикладі світових кампаній та закладів ресторанного господарства:

➤ Люблюєте часник та ненавидите запах від нього? Кампанія «Garlidoux» стверджує, що знайшла спосіб обійти це. Вона виробляє природну часникову пасту, яка приносить користь для здоров'я з чудовим смаком часнику, але без неприємного запаху.

➤ Кампанія «Farther Farms» (Рочестер, штат Нью-Йорк) створила нову технологію, яка використовує надкритичний діоксид вуглецю для природної пастеризації продуктів харчування, усуваючи необхідність заморожування, охолодження та штучних консервантів. Такий підхід подовжує термін зберігання свіжих продуктів та скорочує енергію, що використовується при обробці на 70%, що може мати серйозні наслідки для логістики та поставок.

➤ Портлендська кампанія «Brew Dr.» має кругову безвідходну бізнес-модель. Кампанія продає чай, чайний гриб (комбуча) та дистильовані спиртні напої, при цьому скорочуючи витрати на продаж кожної з цих позицій. Чай використовується для виробництва чайного гриба, а спирт, який виробляється в процесі ферментації чайного гриба, перетворюється у лікер, джин та абсент через власний спиртозавод.

➤ Конкуруючі ресторани в Xintiandi, популярному обідньому районі у Шанхаї (Китай), об'єднали зусилля, щоб зменшити кількість харчових відходів та продавати невикористані інгредієнти. Вони об'єднали їжу, що залишилась та використали її для приготування піци, яку назвали «RePizzas». Така піца має більш ніж 200 смаків та доступна для замовлення кожен день.

➤ Слоган голандської кампанії «Tony's Chocolonely» говорить: «Божевільно про шоколад, серйозно про людей». Спираючись на цю соціально відповідальну мету бренду, кампанія виробляє та продає шоколад, використовуючи методи чесної торгівлі, одночасно виступаючи проти рабства, дитячої праці та експлуатації, купляючи какао-боби напряму у фермерів (надаючи їм справедливу ціну) через партнерські відносини у Гані та Кот-д'Івуарі.

➤ Ресторан «Edwins» у Клівленді наймає минулих в'язнів для своєї кухні. Заклад пропонує своїм співробітникам гостинність та кулінарне навчання, що дозволяє пропонувати споживачам класичні високоякісні страви французької кухні. Мережа ресторанів приносить користь суспільству, даючи членам її команди шанс встати на ноги та збудувати кар'єру.

➤ Стартап «Stixfresh» випустив наліпку, яка дозволяє фруктам залишатися свіжими на 50% довше. Наліпка працює, створюючи захисний шар навколо фруктів. Її покриття зроблено з пчелиного воску та інгредієнтів, що мають статус GRAS (продукт, що вважається безпечним), виданий Управлінням по контролю за продуктами та ліками США.

➤ Кількість людей з харчовою алергією та непереносимістю зростає, тому стануть у пригоді такі продукти як харчовий алерген «Allergy Amulet». Кампанія розробила

одноразову тест-смужку, яка дозволяє перевірити, чи є у їжі, яку ви збираєтесь їсти, потенційний алерген.

➤ У 2018 році Університет Тафтса (штат Массачусетс) оголосив, що його дослідники розробили датчик, що встановлюється на зуб та може визначати кількість алкоголю, що споживається, цукру або солі. Датчик 2x2 мм може бути корисним у медичних цілях та дозволить людям з певними дієтами, слідкувати за тим, що і скільки вони їдять.

➤ Хоча нутригеноміка – використання генетики людини для рекомендацій плану харчування – все ще знаходиться на початковому рівні, такі кампанії як «23andMe», «DNAFit», «Nutrigenomix» та «Habit» пропонують індивідуальні дієти на основі зразка ДНК. Деякі навіть пропонують вам готові страви в залежності від ваших потреб. Тим не менш, вчені все ще вивчають, наскільки генетичний склад людини впливає на його дієтичні потреби.

➤ Дві тенденції, які йдуть рука об руку – це здорове харчування та соціальні мережі. Фітнес-центри з радістю прорекламують страви вашого ресторану через Instagram безкоштовно, якщо ваша їжа достатньо модна, щоб викликати інтерес. «Шоу Авокадо» в Амстердамі знає про це. В ресторані подають виключно страви із авокадо. З моменту відкриття у 2017 році новинка бренду та його велика кількість прихильників отримали більше ніж 150 запитів на франшизу.

➤ Куди використати м'якоть і шкірку, яку ви викидаєте після того як зробили апельсиновий сік? Італійська дизайнерська студія «Carlo Ratti Associati» пропускає їх через автоматизовану сокову панель Feel the Peel. Після подачі шкірку та м'якоть подають до спеціального барабану, нагрівають та змішують з полімолочною кислотою для отримання біопластику, який потім подають у 3D-принтер.

➤ Харчові відходи – це проблема, на яку споживачі та роздрібні продавці звертають все більше уваги. Копенгагенський додаток для обміну продуктами «Too Good To Go» об'єднує однодумців та гурманів. Інноваційний сервіс пов'язує клієнтів з ресторанами, які пропонують свої непродані залишки продуктів харчування[1].

Таким чином, можна зробити висновок, що інновації у продуктах харчування не стоять на місці. Власники ресторанів, виробники харчових продуктів та напоїв, усі, хто має відношення до їжі, постійно прагнуть винайти щось нове не тільки для залучення нових клієнтів, а й тому що інновації є основою виживання та росту бізнесу. Вони допомагають закладам залишатися конкурентоспроможними, тому постійно треба шукати те, що буде привертати увагу та приносити цінність своїм споживачам[2].

#### Література

1. 40 food innovations you should know about. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.boardofinnovation.com/blog/40-food-innovations-that-excite-us/>.
2. Restaurant Innovation That Goes Beyond Menu Items. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://modernrestaurantmanagement.com/restaurant-innovation-that-goes-beyond-menu-items/>.

## **ЗНАЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА В ПОВЫШЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ.**

Д.А.Агаджанов, Г.А.Гараханова, М.Г.Акмухаммедов

*Государственный энергетический институт Туркменистана, Мары.*

В настоящее время под руководством Президента Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедова ведутся комплексные работы в области диверсификации национальной экономики. Это обеспечивает стабильный рост всех секторов экономики и создает крепкий фундамент для социально-экономического развития страны. Внедрение инновационных технологий и передовых методов управления во

все отрасли экономики, а также поэтапный переход к рыночной экономике являются приоритетными направлениями экономической политики Туркменистана. Следовательно, разработка механизмов эффективного управления стратегическими отраслями экономики является важной основой экономического роста страны.

Снижение вредных выбросов в окружающую среду при расходовании энергетических ресурсов, повышение энергетической эффективности, переход к возобновляемым источникам энергии, минимизация потерь энергии в системах энергопотребления являются важными задачами современной энергетической отрасли. «Государственная программа по энергосбережению на 2018-2024 годы», принятая по инициативе уважаемого Президента Туркменистана, направлена именно на решение данных задач и проблем. Приоритетами Программы являются:

- Обеспечение эффективного и рационального использования энергетических ресурсов с целью стабильного развития экономики Туркменистана.
- Увеличение в топливном балансе доли нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, а также вторичных энергетических ресурсов.
- Обеспечение экологической безопасности и состояния защищенности окружающей среды, жизни и здоровья населения от возможного негативного воздействия в условиях использования энергетических ресурсов [1].

Проблема рационального использования электрической и тепловой энергии во всех отраслях экономики становится все более острой проблемой современного общества и требует поиска эффективных путей и способов энергосбережения. В этой связи, в мировой энергетике широко используется понятие «энергетический менеджмент».

Энергетический менеджмент – это постоянно действующая система управления энергопотреблением, позволяющая значительно оптимизировать объемы энергетических затрат, прогнозировать и контролировать процессы выработки, транспортировки и использования необходимого количества энергоресурсов для обеспечения хозяйственной деятельности объектов.

Энергетический менеджмент основывается на проведение комплексного анализа энергопотребления и его изменение в зависимости от осуществляемых энергосберегающих мероприятий на предприятии.

Основные задачи энергетического менеджмента:

- модернизация производства;
- снижение энергетических затрат на предприятии;
- уменьшение количества вредных выбросов в окружающую среду при выработке электрической энергии;
- повышение конкурентоспособности продукции на основе внедрения энергоэффективных технологий;
- разработка и использование эффективных систем, контролирующих объемы энергопотребления;
- проведение тренингов для сотрудников предприятия или организации, а также создание системы, которая будет стимулировать работников эффективно использовать ресурсы и снижать энергетические затраты [2].

Мотивация работающего персонала в области повышения энергетической эффективности является неотъемлемой частью деятельности по энергосбережению. Каждый работник предприятия должен быть заинтересован в реализации энергетической политики предприятия.

Выделяют следующие направления мотивирующих действий энергоменеджеров:

- хорошая организация процесса повышения энергоэффективности;
- удовлетворение ожиданий персонала при повышении энергоэффективности;

- управленческий контроль за процессом потребления энергоресурсов [4].

Еще одним способом мотивации является разработка проектов управления энергоресурсами. Непрекословное выполнение работы в рамках процесса управления энергоресурсами, контроль над процессом управления энергоресурсами должны быть главными обязанностями работающего персонала.

Таким образом, разработка на предприятиях проектов управления энергоресурсами, а также снижение энергетических затрат будет способствовать энергоэффективности предприятия. Энергетический менеджмент должен обеспечить высокую прибыль для каждого персонала предприятия. Если специалист с высшим профессионализмом выполняет свою работу, вносит весомую лепту в дело реализации энергосберегающих программ, ведет работы по внедрению энергоэффективных методов и технологий в процесс производства, то, в целях мотивации этого специалиста, целесообразно его наградить почетной грамотой и ценными подарками.

Для энергоэффективного действия предприятия наряду с инновационными технологиями и техническими оборудованьями огромное значение имеет и эффективный менеджмент. Эти две основы определяют энергетическую эффективность работы любого предприятия.

### Литература

1. Государственная Программа по энергосбережению на 2018 – 2024 годы. Ашгабад, 2018.
2. Андрижиевский А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент.- Минск, 2005.
3. Лопыгин Ю.Н. Управление проектами:отспланирование до оценки эффективности. – 2009.
4. Рощина С.И.,Захаров П. Н., Трунин Г. А., Скуба Р. В., Гойхер О.Л. Энергетический

## ПРОБЛЕМИ ЕПІДЕМІЇ ТА ПАНДЕМІЇ В СУЧАСНОМУ СВІТІ

Бабкін Ю., гр. ООП-18д та Сич Д., гр. ФКР-18д  
наук. кер. к.е.н., доц. Держак Н. О.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

**Мета роботи:** провести порівняльний аналіз епідемій які вже виникали у минулому та які наслідки від епідемії Covid-19, що вже перетворилась на пандемію. Та які збитки вже несуть держави світу.

**Виклад основного матеріалу:** Історія нашої цивілізації дійсно наповнена різними надзвичайними ситуаціями. Значну частину з яких викликали саме дії людства. Техногенні катастрофи, війни, соціальна боротьба, глобальне потепління, екологічне забруднення – це той не великий перелік непоправних дій які вчиняють представники нашого виду з планетою та один з одним. Але особливе місце в цьому переліку займають епідемії.

Епідемія – це тип хвороби, що є новою чи нововідкритою для популяції та поширюється зі швидкістю, що значно перевищує очікувану, ґрунтуючись на попередньому досвіді. Епідемії викликаються вірусами чи бактеріями. Протягом усієї своєї історії людство постійно потерпало від різного роду епідемій. На кожному етапі суспільного розвитку є згадки про те як та чи інша хвороба впливало на населення, як люди намагалися боротися з нею та чи боролись взагалі [1].

У сучасному, технологічному світі ситуація змінилася і значно, але їй далеко до ідеалу. Кожного року ми читаємо в Інтернеті, чуємо в новина чи дізнаємося від знайомих, що в якійсь країні третього світу, десь в Африці знову лютує епідемія малярії. І ми зовсім не приділяємо цьому уваги, це, здавалося, ніби так далеко, та зовсім не стосується нас. Але це не правда. На землі існує велика кількість вірусів, і кожного року трапляються спалахи тієї чи іншої інфекції в різних куточках світу. 2015 рік спалах лихоманки Еболи в Африці, 2015 рік спалах вірусу (лихоманки) Зіка в Латинській Америці, 2010 рік – Холера на острові Гаїті, 2011 рік – кишкова паличка в Європі, епідемія ВІЛ, що триває більше десятка років. І

звісно не потрібно забувати про сезонні спалахи таких хвороб як грип та кір, що трапляються майже у всіх країнах світу. [2]

Усе це типові епідемії, але навіть вони приносять велику шкоду не тільки для населення, але й для країн. Окрім того, що вони несуть загрози здоров'ю, вони також несуть за собою страх і паніку, не враховуючи економічних ризиків. Першим за все є те, як державі вдається справлятися з вірусом, чи є від нього ліки та чи контролює держава ситуацію. Якщо державі не вдається взяти все під свій контроль, то темпи зараження збільшуються, медична система перевантажується, або зовсім руйнується. Уряд має відволікатися від рішення всіх інших проблем аби унормувати ситуацію. Крім того, чим більша кількість хворих, тим менше кількість людей, що працюють.

Страх зараження може призвести до соціальної роз'єднаності, закриття шкіл, підприємств, комерційних установ, припинення надання транспортних та комунальних послуг. Все це дуже сильно підриває соціально важливі сфери. Страх того, що епідемія може розширитись, значно зменшує обсяги торгівлі між країнами. Наприклад, після того як у Великобританії було виявлено спалах коров'ячого сказу, накладена Європейським союзом заборона на імпорт британської яловичини зберігалася 10 років, незважаючи на те, що епідемія пішла на спад. Також значно зменшується потік туристів в регіони з епідемією та навіть в сусідні. Деякі тривалі епідемії, такі як ВІЛ і малярія, також обмежують прямі іноземні інвестиції. Епідемії пов'язані з чималими економічними ризиками. За недавньої оцінкою Вікторії Фен, Діна Джеймісон і Лоуренса Саммерса, збитки від пандемії грипу складають близько 500 млрд. доларів США в рік.

Навіть при відносно обмеженому впливі спалаху захворювання на здоров'я громадян її економічні наслідки можуть швидко зрости. Наприклад, в період з 2014 по 2015 рік, коли в Західній Африці був зареєстрований останній спалах лихоманки Ебола, темп зростання ВВП Ліберії знизився на 8 відсоткових пунктів, навіть незважаючи на те, що загальний рівень смертності в країні знизився в той же період. Але різні сфери економіки по різному реагують на епідемії. Монопольні фармакологічні компанії отримують колосальні прибутки, а, наприклад, фірми зі страхування життя та здоров'я такі ж збитки. Також це сильно може вплинути на фермерство та експорт продукції, якщо хвороба поширюється серед тварин. Вся ця ненадійність, можливість погіршення ситуацій, та не стабільна економіка дуже сильно впливають на ставки по кредитах, валютні курси та цінні папери. Більшість економістів порівнюють коливання економічної системи під час епідемії з такими ж коливаннями як під час природної катастрофи чи війни.[3]

Але назви вірусів змінюються, території, на яких вони виникають, також не стоять на місці, а провідні держави світу не мають бажання щось змінювати. Під час майже кожної епідемії лікарні переповнюються, вся робота зараженої території або припиняється або значно уповільнюється, фармакологічні компанії не поспішають знаходити вакцину чи ефективний метод лікування, політики замість того, щоб знайти рішення ситуації перекладають провину на один одного. А після закінчення епідемії майже нічого не змінюється. Так, сучасна медицина пішла далеко вперед, але вона постійно уповільнюється нестачею фінансування, політичними проблемами, монополією, та постійним збільшення пацієнтів та звісно мутаціями вірусу.

Проте сьогоднішня ситуація значно гірша. Це вже не епідемія, а пандемія – поширення хвороби у світових масштабах. За офіційною статистикою на початок квітня у світі 1 300 000 інфікованих, та 76 000 померлих [4]. Для сучасної медицини – це катастрофічні цифри. По всьому світу вводяться карантини, забороняється торгівля, більшість компаній переходять на дистанційну роботу, лікарні переповнені, устаткування не вистачає, лікарі працюють на межі своїх сил, дуже сильно зменшився туризм, акції багатьох компаній впали і це далеко не все. Одні ці фактори вже принесли, а в майбутньому ще принесуть колосальні втрати для бюджетів держав. Лише за перші два тижні березня світова

економіка вже втратила 9 млрд. доларів. А провідні держави світу вже анонсували, що виділять з бюджету колосальні суми на подолання цієї ситуації. Наприклад: Канада виділяє загалом 725 млн. доларів на вивчення вірусу та на закупку медичного обладнання; Великобританія – 40 млрд. доларів на підтримку малого та середнього бізнесу та виплати працівникам сфери збереження здоров'я, Італія – 25 млрд. євро на підтримку економіки.

**Висновок:** Людство зустрілося з глобальною проблемою і щоб впоратися з нею воно має залучити всі свої ресурси. А, після того як подолає її, має зробити все аби ця ситуація не повторилася.

#### **Література:**

1. Виноград Н. О., Василюшин З. П., Козак Л. П., Романенко Т. А. Загальна епідеміологія (навч. посібник) — К: ВСВ «Медицина», 2010—176 с.
2. Давлетшін Ф. А., Соловова С. О., Петручук О. Є. Пандемії холери в світі і її профілактика в Російській Федерації // Міжнародна науково-практична конференція «Динаміка наукових досліджень» 07-15 липня 2012 року Польща.
3. Дэвид И. Блум, Дэниэл Кадаретт и Х. П. Севилья Епидемии і економіка - Фінанси і розвиток
4. Коронавірус COVID-19: загальна статистика [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://index.minfin.com.ua/reference/coronavirus/>

## **ПЛАНУВАННЯ ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ ПІДПРИЄМСТВА**

Кірка О. М.(ПУ-19гзм)

*Східноукраїнський національний університет імені В.Даля*

Працюючи в сучасних умовах ведення господарської діяльності підприємства завжди стоять перед вибором, щодо прийняття оптимальних рішень відносно: ціни реалізації, обсягу виробленої продукції, інвестиційної політики підприємства, обсягів витрат та ресурсів підприємства. Тому дуже важливим є планування витрат, основним завданням якого є визначення економічних результатів діяльності підприємства, що очікуються в майбутньому періоді. Планування це основа для прийняття рішень, яка представляє собою управлінську діяльність, що передбачає розробку цілей і завдань управління виробництвом, а також визначення шляхів реалізації планів для досягнення поставлених цілей. Сутність планування є розробка та обґрунтування цілей найефективніших методів і способів їх досягнення при ефективному використанні всіх видів ресурсів, необхідних для виконання поставлених завдань, і встановлення взаємодії між ними. Питання планування витрат є актуальним в умовах ринкової економіки та виконує дуже важливу економічну функцію. Мета дослідження полягає у визначенні концепції сучасних підходів до поняття, ролі, значення та мети планування витрат суб'єктів підприємства.

В умовах нестабільної економіки нашої країни, останні події спонукають підприємства до максимального прогнозування та фінансового планування витрат підприємства задля ефективного управління фінансовою діяльністю підприємств та забезпечення стійкості виробничої діяльності. В основі планування лежить прийняття управлінських рішень для розробки цілей і завдань ефективного управління підприємством, задля визначення шляхів реалізації планів та отримання прибутку для власників підприємства за допомогою надання послуг вищої якості по конкурентоспроможним цінам на великій кількості ринків. Витрати діяльності підприємства необхідно планувати за місцями, видами і носіями. Мета планування витрат за місцями – це контроль за їх формуванням та організація відповідальності за досягнутий рівень витрат через аналіз фактичних і планових показників. Використовується безпосередньо підрозділами підприємства, який є концентрованими місцями витрат і центрами відповідальності за їх рівень.

Процес планування діяльності підприємства складається: виробництво, реалізація і

собівартість продукції, характеристика фінансового стану підприємства, інвестиційна діяльність і привабливість підприємства, фінансові результати діяльності підприємства, забезпеченість матеріальними, фінансовими і трудовими ресурсами. Планування дає можливість визначити витрати на виробництво, а також з'ясувати фактори які можуть впливати на зниження обсягу витрат та спрогнозувати фінансовий результат діяльності підприємства. Плани по собівартості продукції розробляються в короткостроковому і довгостроковому періодах. Короткострокові плани являють собою детальні річні кошториси. Базою для складення планів (кошторисів) собівартості продукції служить розробка систем і норм, а також нормативів витрачання ресурсів. Одним з найважливіших економічних показників, що характеризує виробничу діяльність будь-якого підприємства є собівартість продукції. Цей показник є одним з найбільш важливих в управлінні економічними параметрами ефективності господарської діяльності. Процес визначення собівартості продукції прийнято називати калькулюванням. На думку Філінкова О.М., поняття «собівартість»: – відображає, скільки і яких ресурсів було використано; – представляє собою величину використаних ресурсів у грошовому виразі; – пов'язує використані ресурси з конкретним об'єктом витрат. Основними завданнями планування витрат та собівартості продукції (робіт і послуг) є: визначення оптимальних розмірів фінансування виробництва продукції, в результаті чого забезпечується вивільнення фінансових ресурсів, які можуть використовуватись із метою необхідних капіталовкладень; прогнозування необхідності в оборотних засобах (запасах, незавершеного виробництва, готовій продукції); прогнозування та планування прибутку від реалізації; оцінювання характеру виробленої продукції по споживанню у складі собівартості окремих видів витрат (матеріаломісткості, трудомісткості, фондомісткості); забезпеченні випуску додаткової кількості продукції за рахунок зниження собівартості одиниці продукції; при запланованому рівню рентабельності виробництва та скороченні собівартості продукції, що дає можливість, отримувати зниження цін на продукцію. Це в свою чергу буде сприяти підвищенню конкурентоспроможності підприємства на ринку збуту; забезпеченні приросту прибутку та рентабельності за рахунок зниження собівартості продукції при встановлених цінах на продукцію; прискоренні оборотності засобів в результаті скорочення витрат на виробництво та реалізацію продукції.

Для аналізу собівартості продукції і виявлення резервів її зниження використовується ресурсний аспект витрат. До однорідних видів витрат (витрат за економічними елементами) належать матеріальні витрати, заробітна плата, амортизаційні відрахування на відшкодування зносу основних засобів, амортизаційні відрахування на відшкодування зносу нематеріальних активів, відрахування на соціальні потреби, інші витрати. При плануванні йдеться про витрати в майбутньому періоді, їх величина є певною мірою ймовірною, для очікуваних витрат, хоча й обчислена на обґрунтованій нормативній базі. Ряд чинників обумовлює відхилення фактичного рівня витрат від запланованого. Наприклад зміни в обсязі виробництва, цінах на ресурсах, інші непередбачені в плані чинники впливу на виробничий процес. Такі відхилення докладно аналізуються і є підставою для прийняття відповідних управлінських рішень

#### Висновки

Метою розробки плану витрат підприємства є визначення планових економічно обґрунтованих витрат стосовно: товарного і реалізованого обсягу господарської діяльності з виготовленої продукції (надання послуг, виконання робіт, придбання товарів); здійснення управління підприємством; виконання господарських операцій зі збуту продукції; виплати податкових платежів; здійснення капітальних інвестицій; виконання господарських операцій у сфері фінансових операцій.

## **АДМІНІСТРАТИВНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ЛІДЕРСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ НА ПУБЛІЧНІЙ СЛУЖБІ В УКРАЇНІ**

Вітченко В. В., Христенко Л. М., к. е. н., доцент  
*Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля*

На сьогодні світ постав перед проблемою відповідального лідерства на публічній службі. Знаковим є те, що одним із визначальних гасел щорічного Всесвітнього економічного форуму в Давосі (Швейцарська Конфедерація) стало гасло про відкрите і відповідальне лідерство. Саме це гасло, як на нашу думку, є важливим не лише по відношенню до політиків, а й до корпусу публічної служби на різних її рівнях та до більшості громадян, які уповноважені на виконання функцій держави й місцевого самоврядування.

Політико-правові та державно-управлінські реалії сьогодення ставлять перед Україною складні виклики, конструктивне розв'язання яких вимагає насамперед реалізацію системних реформ у сфері державного управління та місцевого самоврядування, а також якісної трансформації публічної служби. Важливі кроки щодо проведення таких реформ в Україні здійснюються, починаючи із 2015 року. Так, 31 серпня 2015 р. Верховна Рада України проголосувала у першому читанні Закон України «Про внесення змін до Конституції України (щодо децентрації влади)» (реєстр. № 2217а), Кабінет Міністрів України своїм розпорядженням від 18 березня 2015 року № 227-р схвалив «Стратегію реформування державної служби та служби в органах місцевого самоврядування в Україні на період до 2017 року» [1], на реалізацію якої Верховна Рада України прийняла 10 грудня 2015 р. новий Закон України «Про державну службу» [2] тощо.

Питання теорії та практики діагностики й розвитку лідерського потенціалу на публічній службі з кожним роком привертають усе більше уваги фахівців з різних галузей, як то адміністративного права, державного управління, психології, соціології, права та ін. Проте слід зауважити, що більшість наукових та практично-прикладних доробок були опубліковані до середини 2016 р., коли новий Закон України «Про державну службу» вступив у дію. Серед значної кількості заявлених проблем у цій сфері звертає на себе увагу слабка опрацьованість правозастосовної та державно-управлінської практики виявлення та розвитку лідерства на публічній службі, що особливо актуалізувалося під час проведення конкурсів на вакантні посади державних службовців категорії «А».

У розвиток виявленого проблемного питання слід зауважити, що під лідерським потенціалом на публічній службі слід розуміти здатність індивіда до успішного виконання ним певних повноважень з приводу прийняття управлінських рішень та здійснення організації їхнього виконання з позиції визнаного (ним самим та колективом) лідера, що ґрунтується на системі морально-вольових, мотиваційних, інтелектуальних, практично-прикладних, індивідуально-психологічних та інших якостей і набутих компетенцій керівника-лідера.

У свою чергу, розвиток лідерського потенціалу на публічній службі являє собою цілеспрямований процес застосування суб'єктами системи управління публічною службою (Кабінетом Міністрів України, Національною державною службою, Комісією з питань вищого корпусу державної служби і іншими конкурсними комісіями, керівниками публічної служби і службами управління персоналом) методів і програм, навчальних модулів і курсів, спрямованих на системний розвиток лідерських здібностей державних службовців і службовців ОМС, насамперед категорій «А» і «Б».

При постановці та вирішенні питання розвитку адміністративно-правових засад розвитку лідерського потенціалу на публічній службі відправною точкою слугує ідея саморозвитку і самореалізації особистості, яка є надзвичайно значимою для більшості сучасних концепцій розвитку людини. Актуальні потреби у саморозвитку, прагнення до самовдосконалення і самореалізації представляють значну самостійну цінність, вони є



показниками особистісної зрілості і, водночас, умовою її досягнення.

Важливим інструментарієм розвитку лідерського потенціалу на публічній службі є різноманітні програми діагностики, виявлення та розвитку професійно важливих управлінських та лідерських якостей публічних службовців у трансформаційний період в Україні.

Під час проходження відповідного курсу підготовки розкриваються такі ключові поняття як керівництво та управління, проактивний менеджмент та особистісний лідерський потенціал, стилі керівництва, команда та основи її побудови, колектив та засоби колективного управління, лідерство.

Програма складається із трьох змістовних модулів [3]. Основними і найбільш ефективними методами, формами і програмами розвитку лідерських компетенцій на публічній публічних службі в Україні є: навчання через дію (діяльнісне навчання); наставництво (менторство); коучинг; SWOT-аналіз (ефективний не лише для діагностики, а й щодо розвитку лідерського потенціалу на публічній службі); програми психологічної діагностики, виявлення та розвитку професійно важливих управлінських та лідерських якостей публічних службовців; саморозвиток.

Кожен із зазначених, але далеко не вичерпних, компонентів інструментарію розвитку лідерства на публічній службі має свої переваги і недоліки. Найкраще сприяє досягненню цілі щодо розвитку лідерського потенціалу державних службовців і службовців місцевого самоврядування, як на наш погляд, комбінування різних елементів означеного методологічного інструментарію.

Разом із тим, передбачені чинним законодавством про публічну службу, зокрема Типовими вимогами до осіб, які претендують на зайняття посад державної служби категорії «А», затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України від 22 липня 2016 р. № 448, компетенційні вимоги щодо «наявності лідерських навичок» на сьогодні передбачено виявляти шляхом співбесіди. Така ситуація вимагає свого виправлення, оскільки оцінка лідерства у цьому випадку передбачає суб'єктивне оцінювання членами конкурсних комісій.

Тому, висновки, пропозиції і рекомендації щодо виявлення та розвитку лідерства на публічній службі в Україні зумовлюють нагальну потребу щодо:

удосконалення чинного Закону України «Про державну службу» від 10 грудня 2015 р. у частині унормування вимог щодо наявності лідерських здібностей для кандидатів на вакантні посади державних службовців категорії «А» і «Б» та щодо обов'язку державних секретарів, керівників державної служби і служб управління персоналом застосовувати сучасні методи і програми розвитку лідерського потенціалу керівників державної служби;

доопрацювання та підготовки Закону України «Про службу в органах місцевого самоврядування» щодо унормування положення про необхідність лідерських здібностей для кандидатів на вакантні посади службовців ОМС категорії «А», чи категорій «А» і «Б»;

модернізації Порядку проведення конкурсу на зайняття посад державних службовців, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 25 березня 2016 р. № 246, у частині унормування тестування, структурованої співбесіди, SWOT-аналізу, коучингу та інших методів і форм виявлення лідерського потенціалу осіб, які мають намір замістити вакантні посади державних службовців категорій «А» і «Б» та ін.

Література:

1. Стратегія реформування державної служби та служби в органах місцевого самоврядування в Україні на період до 2017 року, схвалена Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 березня 2015 року № 227-р. Офіційний вісник України. 2015. № 24. Ст. 680.;
2. Про державну службу: Закон України від 10 грудня 2015 р. Офіційний вісник України. 2016. № 3. Ст. 149.

3. Ірхін Ю.Б., Федоренко В.Л. Діагностика та розвиток професійних управлінських і лідерських здібностей державних службовців і службовців органів місцевого самоврядування в Україні: навч. посібник. К., 2015. 114 с.

## **PURPLE PROJECT**

Lontos Georgiana Simona

*Asociatia Nationala de Sprijinire a Tineretului Ecologist din Romania*

The organisation shall provide financial support to the participant for undertaking a mobility activity for the European Voluntary Service (called hereafter the "EVS") under the Erasmus+ Programme.

The total duration of the mobility period, including previous participation in EVS activities, shall not exceed 12 months for a participant.

The start date of the mobility activity shall be the first day that the participant needs to be present at the receiving organisation.

The end date shall be the last day the participant needs to be present at the receiving organisation.

Role and tasks divisions in the pre-departure stage:

Coordinating/Hosting association:

- enroll the volunteer in the Mobility Tool;
- clarify any aspect that the volunteer may consider necessary via e-mail;
- establish a skype meeting in order to present the main aspects of the EVS, local community and any relevant issues for the volunteer, with a focus on the present contract rights and obligations;

- in case of need provide all documents in order to apply for the visa and offer support in the process;

- provide assistance to the volunteer in establishing the best travel route;

Sending association:

- inform the volunteer of all aspects regarding his/her EVS based on the project proposal, info-kit and other documents provided by the coordinator;

- present the volunteer with the EVS Info KIT, the vision and rules of the Erasmus Plus program;

- explain the volunteer the present contract and ensure that him/her is fully aware of the rights and obligations of this contract, before signing it, including the Info-pack of the project with the detailed description of activities;

- register the volunteer for the insurance provided by the program and provide all information to the volunteer regarding how this insurance can be used;

- if it is necessary assist the volunteer in the travel planning and tickets purchase;

- if it is the case assist the volunteer in the visa obtaining process;

Volunteer:

- to inform the hosting association of any medical problem that can translate in the adjustments of the activities, as well of any special needs with at least 15 days prior to his/her departure;

- to inform both sending and hosting association about his/her travel option before making any purchase;

- to purchase the travel tickets and inform hosting association about his/her arrival;

- to apply for the visa not later then 45 days before the stage is starting and to inform both sending and hosting about the evolution of the process;

- to raise and discuss any amendments to this contract before signing it with the coordinating association;

- to inform both sending and hosting association of any aspect that can affect his/her commitment to this EVS as soon as he/she are becoming aware of this situation;

The participant shall carry out an online assessment of linguistic competences before and at the end of the mobility period, with the exception of native speakers. The participant shall immediately inform the organisation if he/she is unable to carry out the online assessment.

Role and tasks of the volunteer in the organisation:

- to be actively involved in suggesting, developing and implementing the project activities;

- to respect the safety and risk prevention plan;

- to attend the on arrival training held by National Agency;

- to attend the trainings held by the hosting association as part of the on-going formation plan;

- to attend de weekly Romanian language courses in the first month;

- to submit the activity report at the end of each month;

- to develop public campaigns as written in the application;

- to develop activities in the frame of working with the youth from the "Penitenciarul de Tineri si Minori Craiova"

- to organize and implement all other activities detailed in the application and/or suggested by the association/volunteers;

- to disseminate on-line and off-line the activities results;

Any dispute on the execution of this Contract shall be regulated by the Romanian law.

The competent court determined in accordance with the applicable national law shall have sole jurisdiction to hear any dispute between the institution and the participant concerning the interpretation, application or validity of this Agreement, if such dispute cannot be settled amicably.

Literature

Various sources for collecting information on Google

Volunteering agreement European Voluntary Service (EVS)

## **MEDIEVAL URBAN CULTURE IN DENMARK**

Sarah Helsoe

*AFS Interkultur Denmark*

The Medieval Centre is a self-containing foundation, financially supported by state and county authorities. The Centre has some 50.000 visitors p.a. The foundation of the centre states a duty to perform research in early technology and craftsmanship, and to present the results to the public.

The Medieval Centre is a non-profit institution, dedicated to the research in and educational presentation of 14th century urban culture in Denmark. Physically, the centre consists of a reconstructed medieval town, in which the educational work takes place as re-enactment by staff dressed in reconstructed clothing and houses, acting as medieval people.

The work is widely dependant on voluntary work, but has a number of regular employees. Educational work takes place from May to September every year, but research is performed the entire year round. Events at the center include knight tournaments, knight shows, trebuchets, canon and bombards, markets, midsummers eve, autumn vacation activities as well as private events

The Centre expects the volunteers to take an active part in the daily educational work, dressed in reconstructed clothing and acting as citizens of the medieval town. Informal training will be provided as needed, and the volunteers may among other things be required to take part in tournaments, demonstrations of siege engines, and similar activities – depending on the personality and abilities of each individual. The work at the centre will

provide the volunteer with an indepth knowledge of medieval life in Denmark and at the same time it will give the volunteer volunteer the possibility of developing a wide range of abilities and experience within the various areas of activities of the Middelaldercenter. It's important that the volunteer understand that the work at Middelaldercentret is only practical. We have no tasks in the administration or any academic work to offer the volunteer. In between the activities we expect that the volunteer work with some of the handcraft we show the guests. The volunteer can choose between dying, rope making, sewing or carpenting. The volunteer have the possibility to help prepare the horses for the tournament. A typical working day will be from 9.15 am to 16.15 pm and the volunteer will also do occasional work at weekends. However, the working week will not exceed 35 hours per week.

The work in the medieval town is team work, it's important that everybody can rely on each other, so it demands responsibility to the work and the tasks which is given.

Literature

Various sources for collecting information on Google

<https://www.brenderuphojskole.com/>

[https://www.afs.dk/over18/evs-hosting-opportunities-in-denmark/?fbclid=IwAR0\\_JO23Evhzo7QPBhoPRjumAKRqGy8Jm-ZqDK\\_hQaaz46awCJU311sO0FQ#afs-nav-brenderup-hoejskole](https://www.afs.dk/over18/evs-hosting-opportunities-in-denmark/?fbclid=IwAR0_JO23Evhzo7QPBhoPRjumAKRqGy8Jm-ZqDK_hQaaz46awCJU311sO0FQ#afs-nav-brenderup-hoejskole)

## **DIGITAL DIALOGUE - INTERCULTURAL DIALOGUE USING DIGITAL METHODS**

Oleksandr Makovei

*Caucasus Youth Nexus*

Intercultural dialogue is a process that comprises an open and respectful exchange or interaction between individuals, groups and organizations with different cultural backgrounds or worldviews. During this training we aim to develop a deeper understanding of diverse perspectives for youth workers using digital means of expressions, like videos and photography. Modern European societies are getting more and more diverse in terms of culture and religion. The present influx of migrants and refugees is causing tensions and misunderstanding between minority and majority groups and many young people are prone to radical or even violent behaviors. The problem stems from lack of understanding between people with diverse cultural background, who often lack the possibility to truly get to know each other's opinions and values.

We believe that the way to address this problem is to give youth workers a method to let the youth interact more in a peaceful manner and provide them with a safe space for dialogue, which should in turn lead to a better understanding between them. This project is to teach youth workers and young leaders who work with youth with diverse cultural background how to encourage their beneficiaries and how to interact more by creating and sharing their digital creations.

### **OBJECTIVES**

To provide youth workers with knowledge about the digital dialogue method and its possible benefits for youth work

To equip youth workers with the skills necessary to design and implement digital dialogue projects for intercultural dialogue in their own respective communities

To enhance the ICT skills of youth workers and to promote the use of innovative youth work methodology based on digital means

To establish a network of like-minded organizations and individuals, who are interested in the further exchange on the topic of effective non-formal educational learning methods

To develop follow-up projects using the skills and knowledge gained during this Training Course

Literature

Various sources for collecting information on Google  
Volunteering agreement European Voluntary Service (EVS)

## **THE MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF ENGLISH AND TURKMEN. PARTS OF SPEECH IN ENGLISH AND TURKMEN. ENGLISH AND TURKMEN NOUNS.**

Nurmuradova. A. B., Bashimova. A. S., Garadagova. M. Ya.

*State energy institute of Turkmenistan. Mary.*

1. Languages may be synthetic and analytic according to their grammatical structure. In synthetic language, such as for instance Russian, the grammatical relations between words are expressed by means of inflections: e.g. крыша дома.

In synthetic languages, such as Turkmen the grammatical relations between words are expressed by means of form words and word order: e.g. Men kitap okaýaryn.

English is an analytic language, it is characterized by the use of separate words, such as auxiliary verbs and prepositions.

However, the structure of a language is never purely synthetic or purely analytic. According to the English language, there are: 1. Endings (-s, -ed), 2. Inner inflexions (man-men), 3. The synthetic forms of the Subjunctive Mood (were, be, have).

The Turkmen language belongs to the agglutinative type of languages. In agglutinative languages derived morphemes and grammatical forms of various words are formed by adding standard affixes in definite order. That is why, there are two types of morphemes in Turkmen: root morphemes and affixal morphemes.

2. According to their meaning, morphological characteristics and syntactical functions, words fall under certain classes called parts of speech. We distinguish between notional and structural parts of speech. The notional parts of speech perform certain functions in the sentence: the functions of subject, predicate, attribute, object, or adverbial modifier.

The notional parts of speech are: the noun, the adjective, the pronoun, the numeral, the verb, the adverb, the words category of state and the modal words.

The structural parts of speech either express relations between words or sentences or emphasize the meaning of words or sentences. They never perform any independent function in the sentence. They are: the preposition, the conjunction, the particle, the article and the interjection in English. They are: the conjunction and interjection in Turkmen.

3. The noun is a part of speech, which denotes thingness. Thus noun name things (book, table, kitap, oturgyç), living beings (man, girl, gyz, adam), places (valley, geçelge, Mary, London, England), materials (iron, oil, demir, nebit), processes (life, laughter, durmuş, gülki), states (sleep, consciousness, uky), abstract notions (joy, time, şadyýanlyk, wagt), qualities (kindness, courage, sahylyk, edermenlik).

Semantically all nouns fall into proper nouns and common nouns. Proper nouns are individual names given to separate persons or things. They are personal names (Mary, Peter, Maral, Maksat), geographical names (London, Kawkaz), the names of the months and days (February, Baýdak, Monday, duşenbe), names of ships, hotels, clubs and etc. Common nouns are names that can be applied to any individual of a class of persons or things (man, dog, adam, kitap), collections of similar individuals or things regarded as a single unit (peasantry, family, daýhançylyk, maşgala), materials (snow, iron, gar, demir) or abstract nouns. Common nouns in their turn fall under the following divisions: collective nouns, and nouns of material, abstract nouns. Collective nouns denote a number of collection of similar individuals or things as a single unit (police, cattle, maşgala). Nouns of material denote material (gold, paper, altyn, kagyz). Abstract nouns denote some quality, state, action or idea (kindness, fight, jomartlyk, göreş).

4. English and Turkmen nouns have three grammatical categories. They are the categories of gender, number and case.

It is doubtful whether the grammatical category of gender exists in Modern English for it is hardly ever expressed by means of grammatical forms. There is only one gender-forming suffix in Modern English, the suffix *-ess*, expressing feminine gender. It is not widely used. E.g.:

Heir – heiress

Poet – poetess

Actor – actress

Waiter – waitress

Host – hostess

In Turkmen gender is expressed semantically. E.g. *gyz*, *oglan*.

The category of number of English nouns is the system of oppositions (such as girl-girls, foot-feet) showing whether the noun stands for one object or more than one, in other words, whether its grammatical meaning is "oneness" or "more-than-oneness" of objects. English nouns that are inflected for number (count. nouns) have singular and plural forms. In Modern English the singular form of a noun is unmarked (zero).

The main types of the plural forms of English nouns are as follows:

1. The general rule for forming the plural of English nouns is by adding the ending *-s* (*-es*) to the singular. E.g. *day – days*, *toy – toys*, *book – books*.

2. There are some nouns which form the plural by changing the root vowel. E.g. *man – men*, *mouse – mice*, *foot – feet*.

3. There are two nouns which form the plural with the help of the suffix *-en*. e.g. *ox – oxen*, *child – children*.

4. Some words borrowed from Latin or Greek keep their Latin or Greek plural forms. e.g. *phenomenon – phenomena*, *datum – data*

5. Some nouns have only the plural forms. e.g. *trousers*, *spectacles*.

In Turkmen nouns also have singular and plural forms. Plural forms of the nouns are formed with the help of the affixes *-lar*, *-ler*. E.g. *depder – depderler*, *edara – edaralar*.

There are two cases in English. They are common case and possessive case. Common case of nouns has not inflections. English nouns denoting living beings (and some nouns denoting lifeless things) can have possessive case. The possessive case is formed by adding *'s* (the apostrophe *s*) to the noun in singular and only *'* (the apostrophe) to plural forms ending in *-s*.

e.g. *a girl's school*    *girls' school*

The main meaning of the possessive case is that of possession. E.g. *Mary's room*, *Jane's dress*. The noun in the possessive case may denote qualitative relations. E.g. *man's blood*, *woman's work*. Sometimes the possessive case denotes measure. E.g. *an hour's trip*, *a mile's distance*.

The possessive case is used:

- with nouns denoting persons and animals: e.g. *John's idea*, *swallow's nest*
- with nouns denoting time and distance: e.g. *a hour's drive*, *a few minute's silence*
- with inanimate nouns to denote the relation between a part and a whole: e.g. *oak's leaves*
- in some set expressions: e.g. *for God's sake*, *to one's heart's delight*.

In Turkmen there are six cases, each of them, except the common case has its own affix. They are:

1. Common case : *saz*
2. Possessive case: *-yň, -iň, -uň, -üň, -ň, -nyň, -niň* *sazyň*
3. Dative case: *-a, -e, -ne, -na, -ä* *saza*
4. Accusative case: *-y, -i, -ny, -ni* *sazy*

5. Temporal-locative case: -da, -de sazda

6. Ablative case : -dan, -den sazdan

The possessive case denotes the possession. The Dative case denotes the direction in space and time. The accusative case denotes object to which an action is directed. The temporal-locative case denotes location of the subject, place, time. The ablative case denotes the initial position of the action in the relation with space and time, material the object is made of, comparison of two objects. The Turkmen possessive case is similar to English possessive case of nouns. Other cases of the Turkmen language are translated into English with the help of prepositions.

e.g. Oglanyň köýnegi uzyn – The boy’s shirt is long.

Ol kitaby Jerene berdi – He gave the book to Jeren.

Myrat Keyigi halaýardy – Myrat liked Keyik.

Men Aşgabatda ýaşaýaryn – I live in Ashgabat.

Biz kitaby kitaphanadan aldyk – We took the book from the library.

Literature

Ganshina, Vasilevskaya. English Grammar. Moscow, 1976

Bloch M.I. Theoretical Grammar of the English Language. Moscow, 1983

Häzirki zaman türkmen dili. Aşgabat, 1962

Türkmen diliniň grammatikasy. Morfologiýa. Aşgabat, 1960

Türkmen diliniň grammatikasy. Sintaksis. Aşgabat, 1960

## THE GRAMMATICAL CATEGORIES OF VERBS IN ENGLISH AND TURKMEN.

Balkanova Selbi Geldimrydovna., Charyyeva Ayna Narkuliyevna,

*State energy Institute of Turkmenistan, Mary.*

1. The category of tense is very clearly expressed in the forms of the English and Turkmen verbs. This category denotes the relation of the action either to the moment of speaking or to some definite moment in the past or future.

The Present Indefinite Tense is formed from the infinitive without the particle to. In the third person singular the ending –s is added. E.g. he writes, I go. The Present Indefinite Tense is used to denote customary, repeated actions.

The Past Indefinite Tense is formed by adding –ed or -d to the stem, or by changing the root vowel, or in some other ways (irregular verbs). The Past Indefinite denotes an action performed within a period of time which is already over. E.g. I played, we went.

The Future Indefinite Tense is formed by means of the auxiliary verbs shall and will and the infinitive without to of the notional verb. The Future Indefinite Tense is used to denote a future action. E.g. I shall play, we shall go.

The Future in the Past is formed by means of the auxiliary verbs should and would and the infinitive without to of the notional verb. The Future in the Past denotes an action which was future from the point of view of the past. E.g. I should play, we should go.

The Present Continuous Tense is formed by means of the Present Indefinite of auxiliary verb to be and Participle I of the notional verb. The Present Continuous Tense is used to denote an action going on at the present moment. E.g. I am playing, we are going.

The Past Continuous Tense is formed by means of the Past Indefinite of auxiliary verb to be and Participle I of the notional verb. The Past Continuous Tense is used to denote an action which was going on at a definite moment in the past. E.g. I was playing, we were going.

The Future Continuous Tense is formed by means of the Future Indefinite of auxiliary verb to be and Participle I of the notional verb. The Future Continuous Tense is very often used in modern English in the same meaning as the Future Indefinite. E.g. I shall be playing, we shall be going.

The Present Perfect Tense is formed by means of the Present Indefinite of the auxiliary verb to have and Participle II of the notional verb. The Present Perfect Tense denotes a completed action connected with the present. E.g. I have played, we have gone.

The Past Perfect Tense is formed by means of the Past Indefinite of the auxiliary verb to have and Participle II of the notional verb. The Past Perfect Tense denotes an action completed before a certain moment in the past. E.g. I had played, we had gone.

The Future Perfect Tense is formed by means of the Future Indefinite of the auxiliary verb to have and Participle II of the notional verb. The Future Perfect Tense denotes an action completed before a definite moment in the future. E.g. I shall have played, we shall have gone.

In the Turkmen and English languages the category of tense is presented by the forms of the Past, Present and Future Tenses. E.g. I go – I went – I shall go. Men gidýäriň – Men gitdim – Men gitjek.

2. In the English language the category of aspect is formed by means of the opposition of noncontinuous and continuous types (makes, it making) and in the Turkmen language it is expressed by the forms of the Present Indefinite Tense (-ýär, -ýar affixes) and the Present Concrete Tense (dur, otyr, ýatyr). E.g. Ol gepleýär. Ol gepläp dur. In the Turkmen language there are five voices:

– The Main Voce. All the verbs in the initial form belong to this voice, which has no special affixes. Gel, git.

– The Passive voice. It is formed by means of affixes -yl, -il, -ul, -ül, -yn, -un, -ün, -n, -l. (ýygylmak, bölünmek) gaýdym dereje.

– The Reflexive voice. -yl, -il, -un, -ün (tikinmek, ýazynmak) özlük dereje.

– The Joint-reciprocal voice. – yş, -iş, -uş, -üş, -ş (gülüşmek, ýazyşmak) şäriklik dereje.

– The Motive voice. –dyr, -dir, -dur, -dür, -t (okatmak, bildirmek) ýükletme dereje.

In the English language the category of voice is formed by means of the opposition of the forms of the Active and Passive voice. E.g. She makes a dress for her dolls. The dress is made by her for her dolls.

3. The category of mood is presented by the opposition of the Indicative (You are a student), Imperative (Go and take it) and Subjunctive Mood (I wish you were quiet). The Indicative mood shows that the action or state expressed by the verb is presented as a fact. E.g. We went home early.

The Imperative Mood expresses a command or a request. E.g. Be quiet and hear what I tell you.

The Subjunctive Mood shows that the action or state expressed by the verb is presented as a non-fact, as something imaginary or desired. E.g. I wish I were ten years older.

In the Turkmen language all the verbs refer to:

7. The Indicative Mood. Men geldim. Mälim şekil

8. The Imperative Mood. Gel, git. Buýruk şekil

9. The Conditional Mood. –sa, -se, gelse, görse. Şert şekil

10. The Desirable Mood. –aýady, -ýedi. Alaýady, geläýedi. Arzuw şekil

11. The Obligatory Mood. –maly, -meli, gelmeli, almaly. Hökmanlyk şekil

12. The Mood of Intention. –makçy, -mekçi, almakçy, gelmekçi. Hyýal şekili.

Ganshina, Vasilevskaya. English Grammar. Moscow, 1976

Bloch M.I. Theoretical Grammar of the English Language. Moscow, 1983

Häzirki zaman türkmen dili. Aşgabat, 1962

Türkmen diliniň grammatikasy. Morfologiýa. Aşgabat, 1960

Türkmen diliniň grammatikasy. Sintaksis. Aşgabat, 1960



## COMPARISON OF ENGLISH AND TURKMEN DIALECTS.

Ahmedova Jeren Sahetmyradowna, Babayev Shahymerdan Orazmuradovich  
State Energy Institute of Turkmenistan. Mary.

”Business school of the Union of industrialists and intrepeneurs of Turkmenistan”.Mary.

1. The adverb in English and Turkmen.
2. Types of adverbs in English and Turkmen.
3. The degrees of comparison of adverbs in English and Turkmen.

1. The adverb is a part of speech which expresses some circumstances that attend an action or state, or points out some characteristic features of an action or a quality. For example:

Annette turned her neck *lazily*.

Harris spoke *quite kindly* and *sensibly* about it.

Myrat ertesi *ir* oýandy.

Olar *düýn* geldiler.

The function of the adverb is that of an adverbial modifier. For example:

We shall do it *tomorrow*.

*Ozal* bu ýer çöllükdi.

According to their structure adverbs are divided into simple, derivative, compound and composite adverbs.

Simple adverbs: long, enough, then; *ir*, *derrew*, *eýýäm*, *çalt*.

Derivative adverbs: slowly, likewise, forward; *ogrynça*, *gahrymanlarça*, *wagtlayyn*, *batyrgaý*, *düýbünden*.

Compound adverbs: anyhow, sometimes, nowhere; *bireýäm*, *ikiçäk*, *birwagtlar*, *gijara*.

Composite adverbs: at once, at last.

2. In English and Turkmen according to their meaning adverbs fall under several groups:

1. Adverbs of time: today, tomorrow, soon; *giç*, *günortan*, *güýzüne*, *ýyl-ýyldan*.

2. Adverbs of manner: kindly, quickly, hard; *batyrgaý*, *gyssanmaç*, *täzeden*.

3. Adverbs of cause and consequence: therefore, consequently; *tötänden*, *gaharyna*.

4. Adverbs of degree, measure and quantity: very, enough, half, too, once; *az-azdan*, *tutuşlaýyn*, *ýyllap*, *az-kem*.

5. Adverbs of place and direction: inside, here, there, backward; *ilerligine*, *aşak*, *ýokaryk*, *daşaryk*.

Besides there are adverbs of repetition or frequency in English: often, seldom, ever, never, sometimes.

There are adverbs of comparison and likening in Turkmen: *gahrymanlarça*, *mençe*, *ýakynrak*, *daşrak*.

In English three groups of adverbs stand aside: interrogative, relative and conjunctive adverbs.

Interrogative adverbs are used in special questions: where, when, why, how.

Conjunctive are relative adverbs are used to introduce subordinate clauses. Conjunctive adverbs: where, when, how, why.

Relative adverbs: where, when.

3. In English and Turkmen some adverbs have degrees of comparison.

In English:

a) If the adverb is a word of one syllable, the comparative degree is formed by adding *-er* and the superlative by adding *-est*.

fast – faster – fastest

hard – harder – hardest

b) Adverbs ending in *-ly* form the comparative by means of *more* and the superlative by means of *most*.

wisely – more wisely – most wisely

beautifully – more beautifully – most beautifully

c) Some adverbs have irregular forms of comparison:

well – better – best

badly – worse – worst

much – more – most

little – less – least

In Turkmen adverbs have four degrees of comparison: positive degree, superlative degree, intensive degree and affectionate-diminutive degree.

Positive degree can be characterized as root adverbs. For example: *çala*, *hemişe*, *ýaňy*, *häzir*.

Superlative degree is formed in the following ways:

1) by means of affixes *-rak*, *-räk*. For example:

e.g. Olar öz işlerini *çaltrak* boljak boldylar.

Geliň, ol ýere *irräk* baralyň.

2) by putting the following auxiliary words before the adverb: *örän*, *iň*, *juda*, *iňňän*, *dym*.

e.g. Ol *örän çalt* ýerinden turdy.

*Iň tiz* ýöreyän türgenler saýlanylyp alyndy.

Intensive degree is formed by the repetition – reduplication of adverbs. For example:

e.g. Başlyk meseläni *aç-açan* goýdy.

Ol *çalt-çalt* ädimläp, edarasyna girdi.

Indi iş *mese-mälim* edildi.

Affectionate-diminutive degree has two types: a) affectionate degree, b) affectionate-diminutive degree.

Affectionate degree is formed with the help of the following affixes: *-ja*, *-je*, *-jyk*, *-jik*.

e.g. Ol *pessajja* gürlledi.

Affectionate-diminutive degree is formed with the help of the combination of following affixes: *-rak*, *-räk*, *-jyk*, *-jik*.

e.g. Işiňi *tizräjik* gutarjak bol!

#### References

1. Stevick, E. 2000. Teaching languages: A way and ways. Rowley, MA: Newbury House.
2. CELCE-MURCIA, M. ET AL. 2013. Teaching English as a Second or Foreign Language. Boston: National Geographic Learning. 706 p.

## УПРАВЛІННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ПІДПРИЄМСТВА, ЩО ЗАЙМАЄТЬСЯ ІННОВАЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ

Булочка А.В., Вахлакова В.В. к.е.н., доцент

Східноукраїнський національний університет імені В. Даля

Сьогодні Україна – це країна, яка намагається рухатися шляхом сучасних європейських країн. Все більш необхідним стає відкриття малого та середнього бізнесу, кількість і якість якого значно нижча, ніж у розвинутих країнах.

Разом з тим, розвиток та існування малого та середнього бізнесу суттєво залежить від можливості ведення бізнесу за інноваційною моделлю, яка дозволяє отримати значно більші прибутки, ніж за класичним підприємництвом.

Метою роботи є визначення основних параметрів управління бізнес-процесами підприємств, що займаються інноваційною діяльністю.

Поняття «бізнес-процес» є дуже багатограним та містить багато складових. Під цим поняттям слід розуміти структуровану послідовність дій з виконання певного виду діяльності, тобто від створення ідеї та до самої її реалізації та отримання певних результатів [1, с. 104].

Американський дослідник Майкл Хаммер зазначає, що бізнес-процес – це сукупність різних видів діяльності, в межах якої «на вході» використовується один або декілька ресурсів, а в результаті цієї діяльності «на виході» створюється продукт, що має цінність для споживача [1, с. 104].

У свою чергу інноваційна діяльність спрямована на пошук і реалізацію інновацій з метою розширення асортименту та підвищення якості продукції, вдосконалення технології і організації виробництва.

Основна проблема підприємства, що займається інноваційної діяльності, у тому, що все існуюче старіє. Тому необхідно систематично оновлювати все те, що застаріло та стало гальмом на шляху до прогресу, а також враховувати помилки, невдачі та прорахунки. Для того що б успішно займатися інноваційною діяльністю вкрай необхідно проводити ретельний моніторинг як внутрішніх процесів й стану підприємства, так і обов'язково бути в курсі сучасних тенденцій і чітко стежити за споживчим попитом.

Бізнес-процес завжди відбувається за участю людей. Метою бізнес-процесу – є аналіз і регламентація тих чи інших дій в колективі.

Моніторинг і контроль є невід'ємними елементами управління бізнес-процесами підприємства. Інноваційна діяльність - це завжди ризикована діяльність. Адже потрібно чітко знати і розуміти бажання та можливості клієнтів й асортимент, який пропонують конкурентні фірми. Власне, з цієї причини необхідно компетентне й відповідальне управління бізнес-процесами.

Підприємства мають велику кількість бізнес-процесів, кожен з яких потребує відповідального та кваліфікованого підходу. Кожне підприємство залежно від власних характеристик, таких як розмір, вид діяльності й напрямок виробництва мають визначати самостійно відповідний власний йому набір бізнес – процесів. Постійні звіти й відстеження витрат і надходжень забезпечать моніторинг динаміки підприємства, та допоможе істотно вплинути на процес управління чи виробництва, задля уникнення зайвих витрат, збільшення прибутку і поліпшення якості товарів або послуг для споживачів. Постачання, виробництво, маркетинг, технічна підтримка та багато інших процесів і є тими самими бізнес-процесами.

У сучасному бізнесі простежується тенденція того, що більше значення набувають якісні показники, тобто нематеріальні активи підприємства. Як правило сучасні підприємства конкурують між собою і борються саме за кваліфікований персонал, лояльних клієнтів, позитивні відгуки замовників і найголовніше за власний імідж. Саме цей високий рівень якості продукції та гарний імідж обмінюється на гроші споживачів і забезпечує зростання норми прибутку [2, с. 57].

Для стабільного забезпечення зростання якості необхідно вчасно удосконалюватися. Але удосконалення бізнес-процесів не лише на інноваційних підприємствах, а незалежно від сфери діяльності, більшою мірою, здійснюється стихійно. Для підприємств, обов'язковим пунктом свого стратегічного плану, необхідно включати удосконалення бізнес-процесів, розробляти та покращувати методи та техніку впровадження змін. Лише через саморозвиток і самовдосконалення організації вдало обходять складності організаційних змін та можуть здійснювати управління бізнес-процесами підприємства та заявляти про власну конкурентоспроможність.

Зазначається, що управління бізнес-процесами підприємства суттєво вплинуло на методи керування виробництвом і, взагалі, стало першою областю успішного застосування набору методів, що згодом одержали назву «процесного підходу». Головним

елементом процесного підходу до управління є бізнес-процес, який становить з себе ретельно спланований регламент, та який постійно підлягає удосконаленню під впливом факторів зовнішнього і внутрішнього середовища [3, с. 91].

Підприємства інноваційної діяльності в Україні є перспективними і тому підприємці мають розуміти, що у сучасних умовах мінливого бізнес-середовища, для подальшого розвитку та покращення показників виробництва, вони мають думати про організацію підприємства цілком і насамперед про його внутрішнє регулювання. Обов'язково мають бути визначені бізнес-процеси підприємства, класифіковані, досліджені та проаналізовані висококваліфікованими спеціалістами. Завдяки ретельному аналізу бізнес-процесів можливо заздалегідь запобігати кризовим ситуаціям на підприємстві та уникнути непередбачених витрат, а також покращити якість своєї продукції. Саме за цієї причини функціонування українських підприємств відрізняється необхідністю застосування процесного підходу до управління, задля вдалого і продуктивного виробництва.

Таким чином, завдяки злагодженій роботі компетентних фахівців в сфері управління бізнес-процесами, можливо значно поліпшити стан підприємства, яке займається інноваційною діяльністю. Запорукою ефективного управління бізнес-процесами на підприємстві є залучення всіх ресурсів виробництва, ретельний підбір персоналу, регламентація їх дій і відповідальне вивчення та задоволення потреб споживачів, задля підвищення прибутку та здобутку додаткових ринкових сегментів.

#### Література

Хаммер М. Реінжинірінг корпорації: Манифест революції в бізнесі/ Майкл Хаммер, Джеймс Чампи; пер. с англ. Ю.Е.Корнилович. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2006. - 287с.

Бай С.И. Развитие организации: политика, потенциал, эффективность: монография. — К.: Киев. нац. торг.ек. уніт, 2009. — 280 с.

Ефимов В. В. Улучшение качества проектов и процессов: Учебное пособие /В. В. Ефимов. - Ульяновск: УлГТУ, 2004. - 185 с

## СТАН СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ГОСПОДАРСЬКІ РІШЕННЯ У АГРОПОЛІТИЦІ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Журавльова А., Маслош О. В. к.х.н., доцент

*Східноукраїнський національний університет імені В. Даля*

Нинішні реалії у світі показують, що людство має замислюватися з приводу нашого майбутнього. Наразі світ недостатньо забезпечений продовольчими товарами та продуктами харчування. А населення світу з кожним роком збільшується і вже через роки тридцять станеться дефіцит продуктів харчування як на світовому ринку так і на вітчизняному.

Все це напряму взаємопов'язано з агропромисловим сектором економіки кожної країни, саме від цієї ланки залежить наше та майбутнє покоління. Відповідно важливим є дослідження стану агропромислового сектору та пропонування господарських рішень щодо покращення ситуації у агрокомплексі.

Щоб отримати позитивну динаміку розвитку сільського господарства треба почати з регулювання державою агропромислового комплексу за допомогою законів та нормативно-правових актів, які регулюють цю діяльність, адже право користування земельними ресурсами України регулюється законом.

В Україні провідну галузь економіки – сільське господарство, регулюють нормативно-правові акти, статті та закони. Найпершим чином регламентує діяльність цієї сфери головний документ – Конституція України. Стаття 92 Конституції встановлює, що тільки законами здійснюється контроль використання природних ресурсів, гарантії соціального захисту, правові основи та гарантії підприємництва.[1] Наступним документом

регулювання агросектору є Земельний Кодекс України, згідно ст.3 ЗКУ п.2 {Земельні відносини, що виникають при використанні надр, лісів, вод, а також рослинного і тваринного світу, атмосферного повітря, регулюються цим Кодексом, нормативно-правовими актами про надра, ліси, води, рослинний і тваринний світ, атмосферне повітря, якщо вони не суперечать цьому Кодексу} [2]

Центральний органом регулювання агрокомплексу є Міністерство аграрної політики та продовольства України, Кабінет Міністрів України, Міністерство фінансів України тощо.

За твердженням В.Мамутова, система заохочування суб'єктів господарювання, які зацікавлені у прогресі своєї діяльності, повинна розглядатися як комплекс взаємопов'язаних заходів, щодо постійного підвищення ефективності виробництва, спрямованих на розвиток галузі.[3]

Щодо стану агрокомплексу України, то в ньому за останні десятиліття відбулися суттєві зміни. Країна незважаючи на бойові дії на Сході продовжує займати лідируючі позиції на європейському ринку по експорту своєї продукції за кордон. За словами в минулому в.о. міністра аграрної політики та продовольства України Максима Мартинюка: «Вплив воєнного стану в 10 областях України на агропромисловий комплекс був мінімальним. Цьому сприяло два фактори: перший - що бізнесу був одразу доведений чіткий сигнал стосовно того, що жодні обмеження діяльності застосовуватись не будуть. І другий – природне сезонне зменшення активності галузі в грудні, яке пом'якшило для гравців ринку турбулентність, пов'язану із процесом входження в режим ВС» [4]

Однак, збройний конфлікт на Донбасі, нестабільна економіка, відсутність допомоги з боку держави – все це спричинило спад обсягів виробництва сільгосппродукції Луганщини. Так, станом на 2017р. (згідно із дослідженнями USAID) райони Луганської обл. мали наступну кількість агропідприємств (табл.1).

Таблиця 1

Кількість агропідприємств Луганської області станом на 2017р [4]

Район	Діяльність за видами продукції					
	мясо	молоко	фрукти	овочі	риба	мед
Міловський	3	1	1	0	0	0
Марківський	3	3	1	1	0	2
Новоковпівський	2	5	1	0	0	0
Білокуракинський	8	4	0	1	0	3
Троїцький	3	4	1	0	1	0
Сватівський	11	7	0	0	0	0
Кремінський	10	6	3	4	2	0
Старобільський	9	6	0	0	0	0
Новоайдарський	2	3	1	2	0	0
Біловодський	6	5	0	0	0	1
Попаснянський	2	1	1	0	0	0
Станічно-луганський	4	2	0	0	0	0

Динаміка зміни обсягів виробництва у рослинництві (рис.1) та тваринництві (рис.2) суттєво різняться між собою.

Аналізуючи дані з діаграм можна зазначити, що у галузі рослинництва стан у 2019р. порівняно з 2017 р. покращився на 8%, але цей показник мав шанси бути вищим. А показники сфери тваринництва показує невтішні результати, відбулося зниження на майже 20% обсягів вирощування сільськогосподарських тварин [5].



Рис.1 Динаміка у галузі рослинництва у Луганській області [5]



Рис.2 Динаміка у галузі тваринництва у Луганській області [5]

У АПК Луганщини існують такі проблеми:

- недостатня фінансова допомога держави у галузі тваринництва;
- скорочення поголів'я худоби та птиці в усіх видах господарств, наслідком чого є зменшення валової продукції тваринництва;
- застаріла техніка;
- скорочення чисельності працівників аграрного сектору;
- відсутність напрямків реалізації аграрної продукції;
- зона проведення ООС.

Органами місцевого самоврядування регіону та урядом держави вже приймаються господарські рішення щодо покращення ситуації АПК Луганської області.

Перш за все, уряд країни впроваджує проект Закону України від 05.02.2019 р. N 10001 «Про внесення змін до розділу X "Перехідні положення" Земельного кодексу України щодо мораторію на відчуження земель сільськогосподарського призначення» [6] цей законопроект передбачає зняття мораторію з українських земель, що дасть право громадянам володіти, користуватися, розпоряджатися своїми землями.

Також органами місцевого самоврядування Луганщини впроваджено систему по збільшенню врожайності у галузі рослинництва, шляхом застосування модернізованої сільгосптехніки та збільшення посівних площ, що дозволить збільшити валовий збір зернових культур до 100 тис.тон.

У сфері тваринництва до кінця 2020 р. очікується збільшення кількості поголів'я усіх видів сільськогосподарських тварин та підвищення їх продуктивності за рахунок власних коштів аграріїв. Крім того, передбачається участь агропромисловців району у державній бюджетній програмі підтримки розвитку хмелярства, закладення молодих садів, виноградників та ягідників.

До кінця 2020 року планується участь в обласній програмі розвитку та підтримки агропромислового комплексу у частині надання часткової компенсації на закупівлю 30 доїльних апаратів вітчизняного виробництва для індивідуальних селянських господарств, в яких утримується не менше трьох голів корів на суму 150000 гривень.[7]

Загалом, можна сказати, що від ефективності та продуктивності прийнятих рішень, залежить стан та розвиток як економіки регіону, так і національної економіки загалом.

Література:

1. Конституція України URL: <https://www.president.gov.ua/documents/constitution> (дата звернення: 6.04.2020)

2. Земельний Кодекс України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (дата звернення: 6.04.2020)
3. Мамутов В. К. Системный подход к стимулированию повышения эффективности промышленного производства // Экономика и право. – К., 2003. – С. 273–274
4. Аналіз агросектору Донецької, Луганської та прилеглих районів Запорізької області станом на 2017р у рамках проекту USAID: URL: [https://www.prostir.ua/wp-content/uploads/2017/07/FINAL\\_2017\\_07\\_27\\_DNLU-Research-Final-Report\\_210x297\\_UKR.pdf](https://www.prostir.ua/wp-content/uploads/2017/07/FINAL_2017_07_27_DNLU-Research-Final-Report_210x297_UKR.pdf) (дата звернення: 10.02.2020)
5. Державна служба статистики України. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 6.04.2020)
6. Проект Закону України від 05.02.2019 р. N 10001 «Про внесення змін до розділу X "Перехідні положення" Земельного кодексу України щодо мораторію на відчуження земель сільськогосподарського призначення» URL:<https://ips.ligazakon.net/document/view/JH7PT00I> (дата звернення: 6.04.2020)
7. Луганська обласна державна адміністрація. URL: [http://loga.gov.ua/oda/press/news/rozvitok\\_agrarnogo\\_sektoru\\_vimagaie\\_strategichnogo\\_planuvannya\\_yuriy\\_garbuz](http://loga.gov.ua/oda/press/news/rozvitok_agrarnogo_sektoru_vimagaie_strategichnogo_planuvannya_yuriy_garbuz) (дата звернення: 6.04.2020)

## **О СООТНОШЕНИИ ВЕЛИЧИН ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНАЛЬНОГО КЛАСТЕРА И СОСТАВЛЯЮЩИХ ЕГО ПРЕДПРИЯТИЙ**

Кривуля П. В. к.э.н., доц.

*Восточнoукраинский национальный университет имени Владимира Даля*

В экономической литературе часто встречаются наравне утверждения о неиспользованности экономического потенциала и о потребности изыскания резервов использования экономического потенциала, которые могут привести к увеличению эффективности его использования и общему уровню производства и потребления соответственно. В обосновании таких высказываний почти всегда происходит смещение в интерпретациях базового понимания экономических категорий в некие бытовые их трактовки: экономический потенциал становится нормой трактовать как некий аналог «общего экономического резерва» или даже ещё шире – как аналог «ресурсной базы хозяйственного объекта». Большое количество научной литературы, посвящённой вопросу оценки, управлению, развитию и т. д. экономического потенциала размыла понимание этой категории, превратив её в почти что угодно, относимое к хозяйственным объектам.

Для пояснения негативных результатов таких нетерминологических, а бытовых трактовок, проведём параллель между экономическим потенциалом и его частной составляющей – производственной мощностью, поскольку именно эта категория (производственная мощность) оказалась незатронутой нестрогими переистолкованиями, но имеет самое прямое отношение к научному истолкованию категории экономический потенциал. Итак, производственная мощность – это то, что согласно традиции определения её как экономической категории (то есть определения как дефиниции), является максимально возможным объёмом производства на базе основных производственных фондов предприятия, а согласно традиции её расчёта (то есть определения как использования определённого способа вычисления значений) является минимальной пропускной способностью производственной структуры предприятия. И никого из специалистов это противоречие «максимального» и «минимального» не путает, поскольку речь в сущности идёт о минимаксе. Однако, слово мощь – это всего лишь русскоязычный аналог слова потенция, а потенциал – мощь\мощный\силовой. Экономический же – расширение указателя

производственный на все виды ресурсов (не только ОПФ, но и предметы труда, рабочую силу, финансы, информацию, ноу-хау и т. д.) и все экономические сферы (не только производства, но и обмена, распределения, потребления). То есть очевидно, что категория экономический потенциал является более широкой по отношению к категории производственной мощности, и вполне могла бы именоваться экономической мощностью, но иногда в терминологии проявляется традиция использования иноязычных терминоэлементов только в сочетании с другими иноязычными, и наоборот русских с русскими: производственная мощность предпочтительнее производственного потенциала (но могла бы закрепиться версия термина типа продукционный потенциал), а экономический потенциал предпочтительнее экономической мощности (но могла бы закрепиться версия термина типа [обще]хозяйственная мощность).

Начиная корреспондироваться в сознании многих использующих термин с усвоенными трактовками слова потенциал в других науках и его бытовыми значениями, экономический потенциал в экономических текстах как будто остаётся в поле действия слова «максимальный», но исключается из поля действия определителя «минимальный», то есть во многих текстах утрачивается его минимаксное понимание. В результате у многих авторов таких текстов сквозит их суггестивное ощущение того, что экономический потенциал больше производственной мощности, потому что это более общая категория и включает в себя оценку большего числа факторов производства и вообще экономических ресурсов. Но на самом же деле нет: чем больше включать параметров в модель оценивания по параметру минимакса, тем вероятно меньше будет оценка. А экономический потенциал, в силу того, что является более общей категорией, а соответственно в него включены все иные частные виды потенциалов-мощностей, несомненно должен получать меньшие оценки, быть меньше по значению. Чем большее число параметров в оценке по концепту «узкое место» (аналог «бочки Либиха» у экологов), тем с большей вероятностью найдётся ещё более узкое место. Отождествлять потенциал с резервами увеличения мощности – терминологически опасно, поскольку это две взаимосвязанные категории, и чем меньше одна, тем с высокой вероятностью может быть больше другая (если речь идёт о состояниях использования резервов в одном и том же хозяйственном объекте). Прагматически же такое отождествление нецелесообразно, поскольку категория неиспользованных доступных ресурсов и пропускных способностей, конечно же, будучи востребованной, имеет собственное название «резервы». Но помимо такого отождествления встречается ещё и отождествление с суммой мощности и резервов, - и такое понятие востребовано, но не востребовано отождествление, поскольку в такая комбинация терминов-омонимов дезориентирует специалистов.

Ещё более обострённой ситуация терминологической путаницы в этом вопросе становится тогда, когда речь идёт об экономическом потенциале региональных кластеров. Мало того, что термин «кластер» отождествляют то с «консорциумом», то с производственно-территориальным комплексом (ТПК), то вообще придают ему некие собственные узкие значения, хотя термин не является собственностью пользователей-неофитов. Но и расширение числа предприятий, входящих в региональный кластер, в таких суггестивных интерпретациях экономического потенциала срывает аналогично расширению числа учитываемых факторов: создаётся массовое интуитивное заблуждение, что экономический потенциал регионального кластера больше любого экономического потенциала входящего в производственную структуру кластера предприятия. Если бы экономический потенциал был суммой хозяйственных мощностей и экономических резервов, то так бы и было, но это не так, поскольку экономический потенциал – это и есть общехозяйственная мощность, то есть



максимально возможный объём производства с учётом всех видов ресурсов, или что то же самое – минимальная пропускная способность в производственной структуре, учитывающей всю совокупность ресурсов по всей совокупности хозяйственных объектов. Таким образом экономический потенциал регионального кластера в лучшем случае равен какой-то конкретной (минимальной) производственной мощности одного из входящего в этот кластер предприятия, но и такое равенство крайне неправдоподобно, а более правдоподобно то, что экономический потенциал регионального кластера значительно меньше даже самой маленькой производственной мощности предприятия, входящего в производственную структуру переделов регионального кластера. Всякие же интенции развития экономического потенциала региональных кластеров – это в первую очередь интенции о выявлении и преодолении узких мест в структуре кластеров.

## ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ТАКСОНОМІЇ ОПЛАТИ ПРАЦІ

Штапаук С. С., к. е. н., доцент

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, доцент*

Останнім часом в практиці управління з'явилася велика кількість систем оплати праці, так чи інакше пристосованих до конкретних умов діяльності працівників та сподіваного результату їхньої праці. Маючи за мету найбільш адекватне відображення результатів праці в її оплаті, підприємства значно відійшли від традиційних форм і систем, а порядок оплати праці, що запроваджується для окремих категорій працівників, іноді не вміщується в теоретичні рамки описуваних у підручниках форм і систем.

Тому надзвичайно важливою з теоретичної точки зору є необхідність побудови нового систематичного опису оплати праці, яка, у свою чергу, вимагатиме запровадження нових рангових категорій досліджуваного питання. Саме тому питання розробки таксономії оплати праці, побудованої на існуючих або знову запроваджених рангових категоріях, та систематики існуючих систем оплати праці відповідно цієї таксономії дедалі набувають більшої актуальності та, враховуючи їхню практичну значущість, потребують якомога швидшого вирішення.

Існуюча таксономія оплати праці передбачає виділення трьох рангових категорій: система оплати праці (на зразок тарифної), форма оплати праці та система оплати праці (на зразок відрядно-преміальної). Вже із самого переліку найменувань рангів стає очевидним недосконалість усталеного підходу, що має два ранги з однаковими назвами (хоча найменування рангів не є першочерговим завданням цього дослідження). Якщо років з п'ятдесят тому така ситуація видавалася цілком задовільною, бо крім тарифної системи інших систем не існувало, то нині, з появою не тільки безтарифної системи (яка, до речі, визначена досить нечітко), але й безлічі інших, т. з. «змішаних систем», подібна вада дедалі сильніше заважатиме як у побудові теоретичного обґрунтування оплати праці, так і в її практичній реалізації. До того ж використання слова «система» для позначення окремих таксономічних рангів за наявності інших визначальних слів («форма») для інших рангів також є недоцільним, оскільки система оплати праці — це, передусім, категорія найвищого (нульового) рангу, яке може існувати тільки в однині і яка створюється як результат повної систематики оплати праці.

Проте запровадження принципово нових таксономічних рангів є недоцільним з прагматичної точки зору, оскільки це значною мірою ускладнить їхнє впровадження як у теоретичний вжиток, так і у практичну діяльність. Тим більше, що наявність саме трьох рангів, можливо, є необхідною та достатньою для систематики всіх існуючих способів оплати праці.

Перший, найвищий, таксономічний ранг — система оплати праці — має описувати клас способів оплати праці, побудованих на єдиному принципі виміру вартості праці. Проте, аби не плутати його з іншим рангом з такою ж назвою та враховуючи обмежену практику альтернативного найменування, його варто називати системою організації оплати праці. Крім усунення можливої плутанини, така назва точніше відбиватиме узагальнюючий характер рангу та інтуїтивно визначатиме його як вищий за інші. Виходячи з практики виокремлення тарифної та безтарифної систем як альтернативних систем організації оплати праці першу з них необхідно визначити як побудовану за принципом залежності оплати праці від конкретних затрат праці, а другу — як побудовану за принципом залежності оплати праці від кінцевого результату. Саме тому тарифна система передбачає організацію оплати праці «знизу вверх», тобто формування фонду оплати праці з розмірів оплати конкретних працівників, а безтарифна — «зверху вниз», тобто розподіл визначеного кінцевим результатом фонду між окремими працівниками. З огляду на такий поділ певна систематична проблема виникає з систематикою колективних форм оплати праці, які традиційно відносяться до тарифної системи, проте передбачають порядок нарахування заробітку, в тому числі, виходячи з розміру групового фонду оплати праці. Можливо, для підтримання суворості принципів систематики колективні форми оплати праці необхідно виокремити в окрему систему. Зі «змішаними системами» також необхідно розбиратися далі, проте очевидно, що в своїй «мішанині» вони мають поєднувати три названих принципи виміру.

Другий ранг — форми оплати праці — має описувати способи оплати праці, що узагальнені на підставі однорідності зв'язку між мірою праці та мірою споживання. Тобто об'єднання конкретних способів оплати має відбуватися за ознакою однорідного виміру праці для визначення розміру основної заробітної плати (наприклад, час роботи, валова продукція, вантажообіг, тощо).

Третій ранг — системи оплати праці (можливою, точнішою його назвою може бути «методи оплати праці») — має виокремлювати конкретні способи оплати праці, кожен з яких характеризується певним способом нарахування заробітку, виходячи з встановленої міри праці та індивідуальних, групових чи колективних результатів праці.

На конкретному підприємстві будь-яка система оплати праці знаходитиме своє індивідуальне втілення, яке, за необхідності, можна розглядати як четвертий таксономічний ранг, який, втім, матиме суто практичне значення і не потребуватиме теоретичної концептуалізації. До того ж побудова конкретної оплати праці може здійснюватися з використанням декількох систем оплати праці (таксонів третього рангу) і навіть форм (таксонів другого рангу), а можливо і систем оплати праці (таксонів першого рангу) тобто по суті являти собою змішану, «гібридну» оплату праці. Однак проблема «раціональної гібридизації» має стати окремим важливим напрямом цього дослідження.

Таким чином, основною таксономічною одиницею в систематиці оплати праці мають стати системи оплати праці (третій ранг), а відтак її побудова має здійснюватись від попереднього визначення складу таксонів на цьому рівні.

**ТЕХНОЛОГІЯ-2020**  
**матеріали,**  
**XXIII міжнародної науково-технічної конференції**  
24 - 25 квітня 2020 року  
м. Сєвєродонецьк

Підписано до друку 28.04.2020р.  
Формат 60×90 1/16. Папір офсетний.  
Друк на різнографі. Умовн. друк. арк. 3,0. Обл. – видав. арк. 0,89.  
Тираж 300 прим. Зам. 134.

Поліграфічний центр  
видавництва Східноукраїнський національний університет  
ім. Володимира Даля  
пр. Центральний, 59-а, м. Сєвєродонецьк, 93400

