

Венцель Е.С., Шукин А.В.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАНЕСЕНИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОГРЕЙДЕРА

Представлены результаты расчета экономической эффективности повышения износостойкости режущих элементов землеройно-транспортных машин за счет нанесения ионно-плазменного покрытия системы TiN-Cr₂N на поверхность ножей автогрейdera. Рассмотрены возможных два варианта организации нанесения покрытия TiN-Cr₂N на поверхность режущих элементов. Установлено, что наилучшим вариантом с точки зрения экономической эффективности является нанесение покрытия собственными силами предприятия с применением своей установки.

Ключевые слова: автогрейдер, ионно-плазменное покрытие, режущий элемент, нож, износ, ресурс, затраты, затраты, доход, прибыль, себестоимость, экономический эффект.

Актуальность темы. Обеспечение достаточно высокого ресурса режущих элементов землеройно-транспортных машин (ЗТМ) представляет собой одно из обязательных условий, которое предопределяет надежную работу ЗТМ и обуславливает получение наибольшей эффективности их эксплуатации. Это связано с тем, что в большинстве случаев преждевременный отказ и потеря ресурса ЗТМ происходит именно по причине износа их режущих элементов рабочих органов (РО).

В настоящее время происходит непрерывное изыскание новых, а также совершенствование уже существующих методов и способов увеличения ресурса из-за быстропротекающих процессов изнашивания материалов, которые применяются для изготовления режущих элементов.

Обзор исследований Повысить износостойкость РО ЗТМ можно несколькими способами, а именно применением наплавки различными твердыми сплавами, объемной закалки, методов поверхностного упрочнения и т.д.

Таким образом, в настоящее время существует значительное количество различных способов обработки поверхности РО ЗТМ, которые способствуют значительному повышению износостойкости последних.

Существующие способы и методы повышения ресурса режущих элементов РО ЗТМ не могут в полной мере обеспечить требуемые физико-механические свойства, а следовательно, и износостойкость. Некоторые способы снижают ударную вязкость материала, тем самым повышая вероятность преждевременного разрушения режущего элемента при воздействии ударных нагрузок. [1].

Наиболее распространенным способом повышения ресурса режущих элементов ЗТМ является наплавка поверхности РО различными сверхтвердыми материалами. Однако главным недостатком данного способа является плохая адгезия наплавленного материала с поверхностью РО.

Для повышения ресурса режущих элементов РО ЗТМ достаточно упрочнить лишь поверхностный слой деталей. Этого можно достичь за счет применения ионно-плазменных покрытий [2]. Одним из главных методов нанесения таких покрытий является метод конденсации (осаждения) из газовой среды твердого вещества за счет ионной бомбардировки (КИБ) [2]. Такой метод является наиболее рациональным для получения износостойких покрытий на поверхности РО ЗТМ, так как он основан на взаимодействии полученных в низкотемпературной плазме энергетических частиц (ионов и электронов) с поверхностью РО. Основным достоинством такого метода является возможность регулирования температуры процесса в пределах 300–800°C. Это позволяет наносить покрытия на детали, изготовленные из различных материалов. Такой принцип делает представленный метод универсальным и доминирующим среди подобных технологий, повышающих эксплуатационные характеристики материалов, в частности, износостойкость [2].

Цель статьи. Оценить экономическую эффективность от нанесения ионно-плазменного покрытия системы TiN-Cr₂N методом конденсации ионной бомбардировки на поверхность ножей автогрейdera.

Основной материал. Вместе с тем, в результате проведения стендовых и эксплуатационных исследований нами было установлено, что применение ионно-плазменного покрытия системы TiN-Cr₂N на поверхности отечественных режущих элементов (ножей), которые в Украине в основном изготавливают из стали 65 Г и подвергают закалке токами высокой частоты (ТВЧ), оказывает положительный эффект на износостойкость РО ЗТМ и, как результат, увеличивает их ресурс. При этом наименьший износ ножей достигается при нанесении покрытий со следующими параметрами: твердость основного металла должна составлять 50 HRC, шероховатость подложки – 0,32 мкм, толщина покрытия – 4 мкм [3, 4]. Такие значения параметров ионно-плазменного покрытия системы TiN-Cr₂N позволяют повысить износостойкость более чем в 1,7 раза. Вместе с тем увеличение износостойкости ножей за счет нанесения покрытия системы TiN-Cr₂N на их поверхность позволяет увеличить ресурс всего РО. Это подтверждено полученными результатами эксплуатационных исследований. Так, ресурс ножей, подверженных лишь закалке ТВЧ, составил около 320 маш-часов, а таких же ножей с ионно-плазменным покрытием TiN-Cr₂N – 550 маш-часов (рис. 1).

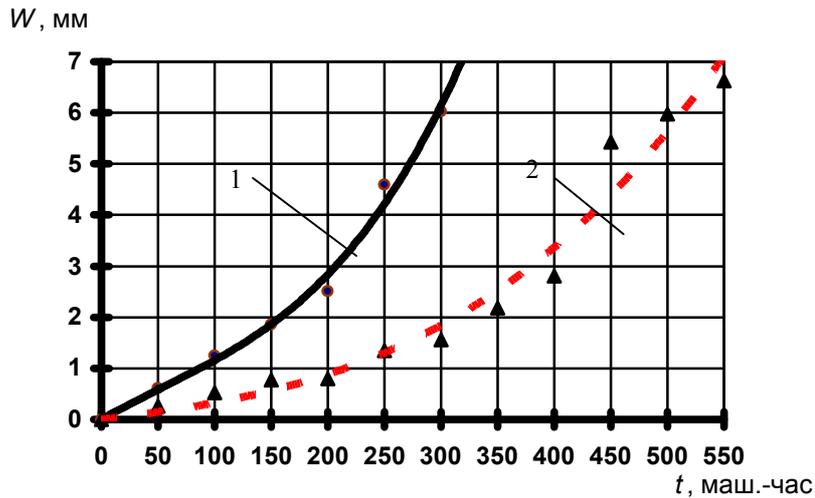


Рис. 1. Зависимость износа W ножа автогрейдера с закалкой ТВЧ (1) и с ионно-плазменным покрытием системы $TiN-Cr_2N$ (2) от времени t эксплуатации машины

Таким образом, использование ионно-плазменного покрытия системы $TiN-Cr_2N$ на поверхности ножей автогрейдера дает возможность повысить ресурс РО за счет уменьшения их износа и как результат сократить простои, связанные с приобретением, демонтажем и монтажом новых режущих элементов, а следовательно, уменьшить затраты на выполнение земляных работ.

Экономический эффект мероприятия научно-технического прогресса (НТП) можно определить используя формулу [5–7]

$$E_T = P_T - Z_T, \quad (1)$$

где P_T – стоимостная оценка результатов использования мероприятия НТП, грн.;

Z_T – стоимостная оценка затрат на осуществление мероприятия НТП, грн.

Для исходного варианта мероприятия НТП выражение (2) будет иметь следующий вид

$$E_T^{\bar{}} = P_T^{\bar{}} - Z_T^{\bar{}}, \quad (2)$$

а для модернизированного варианта

$$E_T^H = P_T^H - Z_T^H, \quad (3)$$

где $P_T^{\bar{}}$ и P_T^H – стоимостная оценка результатов использования соответственно, исходного и модернизированного варианта мероприятия НТП, грн.;

$Z_T^{\bar{}}$ и Z_T^H – стоимостная оценка затрат при использовании соответственно, исходного и модернизированного варианта мероприятия НТП, грн.

Принимаем в качестве исходного варианта мероприятия НТП эксплуатацию автогрейдера с установленными штатными ножами, которые подвержены только закалке ТВЧ. В качестве модернизированного варианта принимаем эксплуатацию автогрейдера с установленными ножами, на поверхность которых нанесено ионно-плазменное покрытие системы $TiN-Cr_2N$. В таком случае можно выделить два варианта по нанесению ионно-плазменного покрытия системы $TiN-Cr_2N$ на поверхность ножей автогрейдера:

- 1) предприятие-подрядчик;
- 2) автохозяйство с собственной установкой Булат–ЗТ.

В случае когда нанесение ионно-плазменного покрытия системы $TiN-Cr_2N$ на поверхность ножей автогрейдера проводится предприятием-подрядчиком капитальные вложения не предусмотрены за исключением затрат на соответствующие научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки (НИОКР).

В случае когда нанесение ионно-плазменного покрытия системы $TiN-Cr_2N$ на поверхность ножей автогрейдера проводится автохозяйством со своей установкой капитальные вложения будут включать в себя затраты на приобретение в собственность установки Булат–ЗТ и затраты на соответствующие НИОКР. Стоимость приобретения установки Булат–ЗТ составляет 250 000 грн., а затраты на НИОКР в расчете на

единицу автогрейдера – 10 000 грн. Однако при этом расчет дополняется еще и расчетом периода возврата капитальных вложений на покупку автохозяйством в собственность установки Булат–3Т.

Период возврата капитальных вложений – это период времени, в течение которого сумма накопленной прибыли превысит сумму капитальных вложений. Период возврата капитальных вложений определяется исходя из следующего условия [5]

$$\sum_{t=t_{в.е.з.}}^{t=t_{г.е.з.}} (\Delta Pp_t - \Delta K_t) \cdot \alpha_t \geq 0, \quad (4)$$

где ΔPp_t – дополнительная прибыль от реализации мероприятия НТП в году t расчетного периода, грн.;

ΔK_t – дополнительные единовременные затраты для реализации мероприятия НТП в году t расчетного периода, грн.;

α_t – коэффициент дисконтирования в году t расчетного периода;

$t_{в.е.з.}$ – год возврата единовременных затрат.

Таким образом, решение поставленной задачи сводится к определению:

1. Нанесение ионно-плазменного покрытия системы TiN-Cr₂N на поверхность ножей автогрейдера осуществляется предприятием-подрядчиком:

- экономии годовых текущих затрат за счет увеличения срока службы ножей автогрейдера;
- увеличение годового дохода и прибыли от работы самого автогрейдера за счет увеличения производительности машины.

2. Нанесение ионно-плазменного покрытия системы TiN-Cr₂N на поверхность ножей автогрейдера осуществляется автохозяйством за счет приобретения собственной установки Булат–3Т:

- дополнительных капитальных вложений на приобретение установки Булат–3Т;
- экономии годовых затрат за счет увеличения фактического ресурса ножей автогрейдера;
- увеличение прибыли от работы самого автогрейдера за счет роста производительности машины (увеличения фактического ресурса его режущего элемента).

Среднегодовое количество замен ножа автогрейдера с покрытием TiN-Cr₂N определяется из выражения

$$\bar{N}_{p.o}^H = \frac{T_r}{t_{p.o}^H}, \quad (5)$$

где $t_{p.o}^H$ – периодичность замены ножа автогрейдера с покрытием системы TiN-Cr₂N, ч.

В первом случае использование ножей с ионно-плазменным покрытием системы TiN-Cr₂N не возможно без дополнительных текущих затрат на его нанесение предприятием-подрядчиком. Такие дополнительные затраты представляют собой стоимость одной единицы данного вида работы и периодичность замены ножа автогрейдера. Стоимость одной единицы работы, связанной с нанесением ионно-плазменного покрытия системы TiN-Cr₂N на поверхность ножа автогрейдера, составляет 235,00 грн., а периодичность замены такого ножа – 550 часов.

Во втором случае затраты, обусловленные нанесением ионно-плазменного покрытия системы TiN-Cr₂N на нож автогрейдера зависят от себестоимости единицы подобного вида работы с применением собственной установки Булат, которая составляет 161,70 грн. и периодичностью замены режущего элемента – 550 часов.

В общем случае себестоимость маш-часа эксплуатации автогрейдера в году t определяется из выражения [5]

$$S_{мч} = \frac{Z_r}{T_r} + Z_ч + Z_{оп} + Z_a, \quad (6)$$

где Z_r – годовые условно-постоянные затраты, грн.;

T_r – годовой эффективный фонд времени эксплуатации автогрейдера, ч.;

$Z_ч$ – часовые затраты, грн.;

$Z_{оп}$ – общепроизводственные затраты на 1 маш.-час эксплуатации автогрейдера, грн.;

Z_a – административные расходы на 1 маш.-час эксплуатации автогрейдера, грн.

Прочие прямые затраты составляют 1...3% от суммы прямых эксплуатационных затрат на работу автогрейдера.

Общепроизводственные затраты рассчитываются в процентах от прямых производственных затрат (принимая 25 %).

Административные расходы рассчитываются в процентах от прямых производственных затрат (принимается 50 %).

Стоимость маш.-часа эксплуатации автогрейдера устанавливается по исходному варианту работы и определяется из выражения [5]

$$Ц_{мч} = S_{мч}^6 \cdot \left(1 + \frac{R}{100}\right) \quad (7)$$

где $S_{мч}^6$ – себестоимость маш.-часа эксплуатации исходного варианта автогрейдера, грн.;
 R – плановый уровень рентабельности, %.

Годовые условно-постоянные затраты определяются суммой годовых амортизационных отчислений и рассчитываются по формуле [5]

$$З_{г} = A_{o(r)} = \frac{Ц_{м} \cdot}{T_{н.сл}}, \quad (8)$$

где $A_{o(r)}$ – годовые амортизационные отчисления, грн.;

$T_{н.сл}$ – нормативный срок службы автогрейдера, лет;

$Ц_{м}$ – первоначальная стоимость автогрейдера, грн.

Часовые затраты $З_{ч}$ состоят из:

- затрат на основную заработную плату экипажа автогрейдера $З_{осн}$;
- затрат на дополнительную заработную плату экипажа автогрейдера $З_{доп}$;
- отчислений на социальные мероприятия $З_{с.м.}$;
- затрат на топливо для работы двигателя автогрейдера $З_{т}$;
- затрат на смазочные материалы для работы автогрейдера $З_{см.м.}$;
- затрат на масло для работы гидросистемы автогрейдера $З_{м.г.}$;
- затрат на текущий ремонт автогрейдера $З_{ТР}$;
- затрат на техническое обслуживание автогрейдера $З_{ТО}$;
- затрат на замену режущего органа автогрейдера по причине его полного износа ;
- прочих прямых затрат .

Исходя из этого часовые затраты определяются по формуле

$$З_{ч} = З_{осн} + З_{доп} + З_{см.м} + З_{т} + З_{м.д} + З_{м.г} + З_{ТР} + З_{ТО} + \bar{З}_{з.р.о} + З_{пр} \quad (9)$$

Годовой доход, получаемый от эксплуатации автогрейдера при исходном и модернизированном варианте ножа, определяется из соответствующих выражений [5]

$$P_t^6 = Ц_{мч} \cdot T_t^6; \quad (10)$$

$$P_t^H = Ц_{мч} \cdot T_t^H. \quad (11)$$

Годовая прибыль, получаемая от эксплуатации автогрейдера при исходном и модернизированном варианте ножа, определяется из соответствующих выражений [7]

$$Пр_t^6 = P_t^6 - З_t^6; \quad (12)$$

$$Пр_t^H = P_t^H - З_t^H. \quad (13)$$

Экономический эффект от внедрения исходного варианта ножа автогрейдера в году t расчетного периода определяется из выражения [5]

$$\Theta_t = Пр_t^H - Пр_t^6 - K_t^H, \quad (14)$$

где K_t^H – единовременные затраты, грн.

Отметим, что в случае организации нанесения покрытия системы TiN-Cr₂N предприятием-подрядчиком единовременные затраты зависят от затрат на НИОКР в расчете на одну единицу автогрейдера, а в случае организации нанесения ионно-плазменного покрытия TiN-Cr₂N автохозяйством – дополняются затратами на приобретение установки Булат-3Т.

Экономический эффект от эксплуатации автогрейдера с установленными ножами с ионно-плазменным покрытием системы TiN-Cr₂N, за расчетный период определяется из выражения [7]

$$\Theta_T = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (\Theta_t \cdot \alpha_t). \quad (15)$$

Коэффициент дисконтирования в году t расчетного периода определяется из выражения [7]

$$\alpha_t = (1 + E_H)^{t_p - t}, \quad (16)$$

где E_H – норма дисконта, принимаем $E_H=0,1$;

t_p – расчетный год;

t – год, доходы и расходы которого приводятся к расчетному году.

Результаты расчета составляющих себестоимости маш.-час работы автогрейдера при различных вариантах ножа и организации нанесения покрытия системы TiN-Cr₂N приведены в табл. 1

Результаты расчета годовых текущих расходов, годового дохода и годовой прибыли от работы автогрейдера при различных вариантах режущего органа и организации нанесения покрытия системы TiN-Cr₂N приведены в табл. 2.

Расчетный период принимаем 17 лет – остаточный ресурс работы автогрейдера до списания.

В качестве начального принимаем 2016 год – год начала финансирования работ по разработке новой технологии использования автогрейдера ДЗ-180, оборудованного ножами с покрытием системы TiN-Cr₂N.

В качестве расчетного принимаем 2017 год – год начала эксплуатации автогрейдера ДЗ-180, оборудованного ножами с ИПП TiN-Cr₂N.

Конечный год расчетного периода за вышеприведенными условиями – 2032 год.

Количество автогрейдеров в эксплуатирующей организации, свыше которого будет обеспечено постоянное превышение экономического эффекта от нанесения ИПП TiN-Cr₂N автохозяйством над услугами предприятия-подрядчика найдем из условия $\Theta_T^{н.собств} \geq \Theta_T^{н.стор}$.

Экономический эффект, получаемый от эксплуатации N машин, оборудованных модернизированным вариантом режущего органа определяется:

1) при нанесении покрытия предприятием-подрядчиком

$$\Theta_T^{н.стор} = N \cdot \sum_{t=t_n}^{t=t_k} ((\Pi_t^{н.стор} - \text{Пр}_t^{\delta}) \cdot \alpha_t) - N \cdot K_{\text{НИОКР}} \cdot \alpha_t, \quad (17)$$

2) при нанесении покрытия эксплуатирующей организацией (автохозяйством), которая приобретает установку

$$\Theta_T^{н.собств} = N \cdot \sum_{t=t_n}^{t=t_k} ((\Pi_t^{н.собств} - \text{Пр}_t^{\delta}) \cdot \alpha_t) - N \cdot K_{\text{НИОКР}} \cdot \alpha_t - K_{\text{уст}} \cdot \alpha_t, \quad (18)$$

где Пр_t^{δ} , $\text{Пр}_t^{н.стор}$, $\text{Пр}_t^{н.собств}$ – прибыль, получаемая от эксплуатации автогрейдера в году t расчетного периода соответственно, с базовым вариантом режущего органа и новым вариантом режущего при организации работы по нанесению покрытия сторонним предприятием и эксплуатирующей организацией, которая приобретает установку Булат-3Т, грн.;

$K_{\text{НИОКР}}$ – единовременные затраты на НИОКР в расчете на 1 машину, грн.;

$K_{\text{уст}}$ – единовременные затраты на приобретение установки Булат-3Т, грн.

Таблица 1

Результаты расчета составляющих себестоимости маш.-час работы автогрейдера при различных вариантах режущего органа отвала и организации нанесения ИПП TiN-Cr₂N

Показатель	Вариант РО		
	исходный	модернизированный при организации работы по нанесению покрытия	
		сторонним предприятием	собственными силами
1	2	3	4
Первоначальная стоимость автогрейдера, грн.	780000	780000	780000
Нормативный срок службы автогрейдера, лет	17	17	17
Годовые условно-постоянные затраты (амортизационные отчисления), грн.	45882,35	45882,35	45882,35
Тоже на 1 час работы автогрейдера, грн.	31,98	27,02	27,02
Часовые затраты на работу автогрейдера, грн.	232,41	226,62	226,49
Процент общепроизводственных затрат, %	25,0	25,0	25,0

Таблица 2

Результаты расчета годовых текущих расходов, годового дохода и годовой прибыли от работы автогрейдера при различных вариантах режущего органа и организации нанесения ИПП TiN-Cr₂N

Показатель	Вариант РО		
	исходный	Модернизированный при организации работы по нанесению покрытия	
		сторонним	собственными силами
Себестоимость маш.-час работы автогрейдера, грн.	438,70	423,61	423,38
Годовой полезный (эффективный) фонд часа работы автогрейдера, при полном его использовании, ч.	1435	1698	1698
Плановая рентабельность, %	25	–	–
Цена маш.-час работы автогрейдера, грн.	548,37	548,37	548,37
Годовые текущие затраты, грн.	629443,12	719194,78	718817,35
Годовой доход от работы автогрейдера, грн.	786803,90	931017,48	931017,48
Годовая прибыль от работы автогрейдера, грн.	157360,78	211822,70	212200,13

Исходя из условия $\mathcal{E}_T^{\text{н.собств.}} \geq \mathcal{E}_T^{\text{н.стор.}}$, получаем

$$\begin{aligned}
 & N \cdot \sum_{t=t_n}^{t=t_k} ((\text{Пр}_t^{\text{н.собств.}} - \text{Пр}_t^{\text{б}}) \cdot \alpha_t) - N \cdot K_{\text{НИОКР}} \cdot \alpha_t - K_{\text{уст}} \cdot \alpha \geq \\
 & \geq N \cdot \sum_{t=t_n}^{t=t_k} ((\text{Пр}_t^{\text{н.стор.}} - \text{Пр}_t^{\text{б}}) \cdot \alpha_t) - N \cdot K_{\text{НИОКР}} \cdot \alpha_t
 \end{aligned} \tag{19}$$

или

$$N \cdot \left(\sum_{t=t_n}^{t=t_k} ((\text{Пр}_t^{\text{н.собств}} - \text{Пр}_t^{\delta}) \cdot \alpha_t) - \sum_{t=t_n}^{t=t_k} ((\text{Пр}_t^{\text{н.стоп}} - \text{Пр}_t^{\delta}) \cdot \alpha_t) \right) \geq K_{\text{уст}} \cdot \alpha_t \quad (20)$$

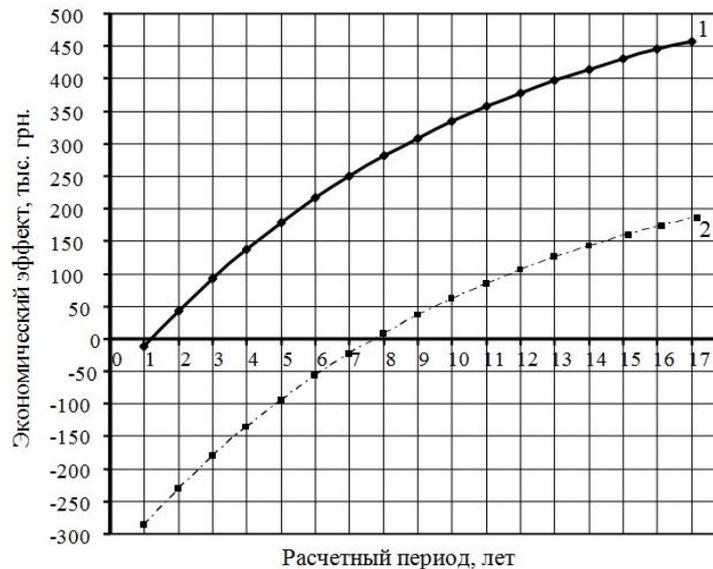
Отсюда находим искомое количество автогрейдеров в эксплуатирующей организации

$$N \geq \frac{K_{\text{уст}} \cdot \alpha_t}{\sum_{t=t_n}^{t=t_k} ((\text{Пр}_t^{\text{н.собств}} - \text{Пр}_t^{\delta}) \cdot \alpha_t) - \sum_{t=t_n}^{t=t_k} ((\text{Пр}_t^{\text{н.стоп}} - \text{Пр}_t^{\delta}) \cdot \alpha_t)} \quad (21)$$

Подставляя в формулу (21) соответствующие данные получаем искомое количество автогрейдеров в эксплуатирующей организации

$$N \geq \frac{250 \cdot 1,1}{471,95 - 468,7} = 84,7 \text{ машин.}$$

Результаты расчета экономического эффекта от реализации предложенного организационно-технического мероприятия в расчете на один автогрейдер приведены на рис. 2.



1 – стороннее предприятие; 2 – собственные силы автохозяйства

Рис. 2. Экономическая эффективность при организации нанесения покрытия системы TiN-Cr₂N

Период возврата единовременных затрат на приобретение установки Булат-ЗТ зависит от количества автогрейдеров в автохозяйстве.

Выводы

Повышение ресурса РО ЗТМ за счет нанесения ионно-плазменного покрытия системы TiN-Cr₂N на поверхность ножей автогрейдера оказывает возможным получить экономический эффект от эксплуатации одного автогрейдера за расчетный период 17 лет при организации нанесения ионно-плазменного покрытия:

1) предприятием-подрядчиком 457704 грн.;

2) автохозяйством 185952 грн. Период возврата капитальных вложений на покупку установки Булат-ЗТ составляет 7 лет.

Литература

1. Венцель Е.С. Повышение износостойкости рабочих органов землеройно-транспортных машин : монография / Е.С. Венцель, А.В. Щукин. – Харьков, 2015. – 106 с.
2. Роик Т.А. Повышение стойкости пресс-форм литья под давлением медных сплавов / Т.А. Роик, Д.Б. Глушкова. – Харьков, 2013. – 108 с.

3. Венцель Е.С. Исследование влияния ионно-плазменного покрытия на ресурс режущих элементов автогрейдера / Е.С. Венцель, Д.Б. Глушкова, А.В. Шукин, С.А. Волощук // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2014. – Вып. 65–66. – С. 273–278.
4. Венцель Е.С. Определение оптимальных параметров ионно-плазменного покрытия на поверхность режущих элементов землеройно-транспортных машин / Е.С. Венцель, Д.Б. Глушкова, А.В. Шукин // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2013. – Вып. 60. – С. 53–58.
5. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / В. В. Косов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров, Н. Г. Алешинская. – М. : Экономика, 2000. – 18 с.
6. Виленский П. Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов : теория и практика : учеб. пособие / П. Л. Виленский, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк. – 2-е изд. – М. : Дело, 2002. – 194 с.
7. Лукашев В. И. Оценка реальной эффективности мероприятий научно-технических программ и инвестиционных проектов / В. И. Лукашев, Л. А. Крищенко // Вестник ВНИИЖТ. – 2005. – № 5. – С. 3–7.

References

1. Vencel E.S. Povyshenie iznosostojkosti rabochix organov zemlerojno-transportnyx mashin : monografiya / E.S. Vencel, A.V. Shhukin. – Xarkov, 2015. – 106 s.
2. Roik T.A. Povyshenie stojkosti press-form litya pod davleniem mednyx splavov / T.A. Roik, D.B. Glushkova. – Xarkov, 2013. – 108 s.
3. Vencel E.S. Issledovanie vliyaniya ionno-plazmennogo pokrytiya na resurs rezhushhix elementov avtogrejdera / E.S. Vencel, D.B. Glushkova, A.V. Shhukin, S.A. Voloshhuk // Vestnik Xarkovskogo nacionalnogo avtomobilno-dorozhnogo universiteta. – 2014. – Vyp. 65–66. – S. 273–278.
4. Vencel E.S. Opredelenie optimalnyx parametrov ionno-plazmennogo pokrytiya na poverxnost rezhushhix elementov zemlerojno-transportnyx mashin / E.S. Vencel, D.B. Glushkova, A.V. Shhukin // Vestnik Xarkovskogo nacionalnogo avtomobilno-dorozhnogo universiteta. – 2013. – Vyp. 60. – S. 53–58.
5. Metodicheskie rekomendacii po ocenke effektivnosti investicionnyx proektov / V. V. Kosov, V. N. Livshic, A. G. Shaxnazarov, N. G. Aleshinskaya. – M. : Ekonomika, 2000. – 18 s.
6. Vilenskij P. L. Ocenka effektivnosti investicionnyx proektov : teoriya i praktika : ucheb. posobie / P. L. Vilenskij, V. N. Livshic, S. A. Smolyak. – 2-e izd. – M. : Delo, 2002. – 194 s.
7. Lukashev V. I. Ocenka realnoj effektivnosti meropriyatij nauchno-texnicheskix programm i investicionnyx proektov / V. I. Lukashev, L. A. Krishhenko // Vestnik VNIIZhT. – 2005. – № 5. – S. 3–7.

Венцель Е.С. , Шукин О.В.

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НАНЕСЕННЯ ІОННО-ПЛАЗМОВОГО ПОКРИТТЯ НА ПОВЕРХНЮ РІЖУЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ АВТОГРЕЙДЕРА

Представлено результати розрахунку економічної ефективності підвищення зносостійкості ріжучих елементів землеройно-транспортних машин за рахунок нанесення іонно-плазмового покриття системи TiN-Cr2N на поверхню ножів автогрейдера. Розглянуто можливих два варіанти організації нанесення покриття TiN-Cr2N на поверхню ріжучих елементів. Встановлено, що найкращим варіантом з точки зору економічної ефективності є нанесення покриття власними силами підприємства із застосуванням своєї установки.

Ключові слова: автогрейдер, іонно-плазмове покриття, ріжучий елемент, ніж, знос, ресурс, витрати, витрати, дохід, прибуток, собівартість, економічний ефект.

Ventsel E.S. , Schukin A.V.

THE ECONOMIC RATIONALE FOR NANESENIYA ION-PLASMA COATINGS ON THE SURFACE OF THE CUTTING ELEMENTS OF THE MOTOR GRADER

The results of calculating the economic efficiency of increasing the wear resistance of cutting elements of earth-moving machines are presented by applying the ion-plasma coating of the TiN-Cr2N system to the surface of the motor grader's knives. Two possible options for the organization of coating of TiN-Cr2N on the surface of cutting elements are considered. It is established that the best option from the point of view of economic efficiency is to cover the enterprise's own forces with the use of its installation.

Keywords: Motor grader, ion-plasma coating, cutting element, knife, wear, resource, costs, costs, income, profit, cost, economic effect.

Відомості про авторів:

Венцель Е.С. – докт. техн. наук., профессор кафедри строительных и дорожных машин Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. e-mail: 7051956@bigmir.net

Шукин А.В. – аспирант кафедры строительных и дорожных машин Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. e-mail: supercar_88@mail.ru