

Супонев В.Н., Вивчар С.М., Балесный С.П.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКЕ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Представлено обзор и анализ технологий и оборудования для бестраншейной прокладки подземных коммуникаций в городах. Их предлагается разделить на две большие группы: с осевым приложением силы на рабочий инструмент и без него. Анализ технических характеристик машин и установок по существующим критериям экономической эффективности позволил установить наиболее перспективные из них.

Ключевые слова: бестраншейные технологии, инженерные коммуникации, горизонтальная скважина, установка, разработка скважин.

В настоящее время с расширением городов всё больше растёт необходимость прокладки подземных инженерных коммуникаций. Всё чаще для решения этой задачи используются установки для бес-траншейной прокладки кабелей и труб. Эффективность их применения, особенно в стеснённых городских условиях определяется целым рядом преимуществ по сравнению с традиционным траншейным способом прокладки сетей. К ним можно отнести следующее:

- уменьшение трудоёмкости и стоимости строительства переходов через существующие автомобильные дороги, железнодорожные и трамвайные пути;
- сведение к минимуму нарушение ритма нормального транспортного движения;
- минимизация убытков окружающей природной среде, сохранность зелёных насаждений;
- значительное сокращение сроков строительства.

Успешная реализация бестраншейных технологий обеспечивается целым рядом методов решения этой задачи и соответствующим оборудованием для разработки горизонтальных скважин. Накопившийся практический опыт их применения позволяет провести комплексный анализ и определить области рационального применения, а также выявить тенденции развития.

Анализ публикаций. В работах [1;2] приводятся сведения о машинах и установках для бестраншейной прокладки подземных коммуникаций, приводится разная их классификация. В работе [1] все машины по степени разрушения поверхности грунта делятся на две большие группы: прокладка коммуникаций с минимальным нарушением поверхности грунта и прокладка коммуникаций в закрытом грунте. В работе [2] предлагается подход к анализу с точки зрения затрат по выемки грунта при формировании скважины рассматривать три технологии: без извлечения грунта из скважины, с извлечением и комбинированным методом. Существует ряд других подходов. Однако ни один из них не предлагает разделять машины и механизмы с точки зрения их применения в стеснённых городских условиях при прокладке распределительных сетей, у которых диаметр скважины в 80% случаев ограничен в пределах 300-350мм, а длина соответствует ширине проезжей части дорог, то есть до 40-50м [3].

Цель работы. Целью данной работы является установление тенденций развития бестраншейных технологий прокладки подземных коммуникаций путём комплексного анализа известных технических решений и характеристик существующих установок и оборудования для формирования горизонтальных скважин.

Основная часть. Для анализа существующих средств механизации, реализующих бестраншейные технологии всё их многообразие условно можно разделить по принципу передачи осевого усилия на рабочий орган при формировании горизонтальной скважины на две большие группы: с принудительным заглублением и самоходные.

К технологиям, у которых рабочий орган принудительно задавливается в осевом направлении, отнесем следующие методы разработки горизонтальных скважин:

- шнековое бурение;
- статический прокол;
- статический вибропрокол;
- продавливание;
- горизонтально-направленное бурение.

К технологиям, где применяется самоходный рабочий орган, можно отнести такие технологии прокола:

- гидро-, пневмопробойником;
- раскатчиком;
- бионично-сентизрованным рабочим органом;
- тянущим винтовым рабочим органом.

Как видно, имеется много конкурирующих между собой способов бестраншейной прокладки коммуникаций, используемых средств механизации. Поэтому при осуществлении строительства коммуникаций приходится решать сложную задачу выбора, как способа ведения работ, так и средств, для его осуществления. Решение задачи осуществляется путем сравнения конкурирующих показателей, характеризующих и способы, и

средства механизации. Этому могут помочь сведения, представленные в табл.1. Вместе с тем для принятия окончательного решения необходимо располагать достаточной предварительной информацией.

Таблица 1 – Машины и установки для бестраншейной прокладки подземных коммуникаций

Показатели	Принципы формирования горизонтальных скважин							
	С принудительным заглублением				Самозаходные			
	Горизонтально-направленным бурением	Шнековым бурением	Продавливанием	Уплотнением статическим проколом	Уплотнением пневмо-, гидро-пробойниками	Раскаткой	Уплотнением бионично-синтезированным р.о.	Уплотнением винтовым р.о.
Диаметр прокладываемой трубы, мм	До 350	До 350	До 300	До 250	До 200	До 350	До 100	До 250
Рекомендуемая длина, м	От 100 до 400	До 40*	До 30*	До 20*	От 30 до 40	До 25*	До 15*	До 30*
Точность прокладки	Отклонение от проектной глубины ±5см	Отклонение от проектной точки выхода головки из забоя в долях единицы длины						
		0,015	0,015	0,05**	0,01 **	0,05 **	0,01	0,01
Темп проходки с укладкой трубы, м/ч	До 15	10 – 12	3	25	20	10 – 20	6	25
Целесообразная область применения	Спокойный рельеф, грунты без включений, болотистые грунты	В грунтах с содерж.гравия не более 30% не рекоменд. для водонасыщ. грунтов	Лёгкие грунты I-II категории, обводнённые	Грунты I-III категории и с каменными включениями до 50мм	В грунтах с содерж.гравия не более 30% не рекоменд. для водонасыщ. грунтов	Любые грунты без крупных каменных включений, наиболее эффективно использовать в легких грунтах I-III категории		
Ориентировочная удельная себестоимость прокладки труб, грн/м. без учета стоимости труб	2500	2200	1800	400	600	800	-	-
Обобщённый показатель Π_{NG}	1670÷2900	3200÷4600	2800÷6640	6,3÷12,1	63÷67	180÷320	-	-

Важное место здесь занимают сведения о результатах зондирования грунтов по трассе будущего трубопровода. Так наличие грунтовых вод, плывунов, высокой водонасыщенности грунта не позволяют применять направленное бурение, продавливание, прокол пневмопробойниками. Наличие твердых включений также препятствует использованию прокола. В городских условиях кроме стеснённых условий необходимо учитывать переплетение подземных коммуникаций, положение которых не всегда соответствуют архивным проектам. Точное их местонахождение можно установить с помощью современных поисковых приборов. Это определяет и проектную траекторию прокола, ось которой не всегда может быть проложена по прямой.

С учётом выше сказанного для сравнительного анализа были изучены технические и экономические показатели машин и установок обеих групп технологий и их средств механизации, которые могут быть использованы при бестраншейной прокладке распределительных трубопроводов в городских условиях.

В качестве обобщенного критерия технического уровня установок для разработки горизонтальных скважин воспользуемся обобщенным показателем эффективности землеройной техники [4]:

$$\Pi_{NG} = \frac{NG_{\text{Общ}}}{\Pi^2} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где N – мощность привода установки, кВт;

$G_{\text{Общ}}$ – общая масса установки и энергетического модуля, т;

Π – производительность, $\Pi = \frac{\pi D^2 V_{\text{ПР}}}{4}$, м³/ч;

D – диаметр скважины, м;

$V_{\text{ПР}}$ – техническая скорость проходки скважины, м/ч.

Оценке по указанному показателю были подвергнуты технические параметры промышленно выпускаемых установок для методов статического и динамического прокола, продавливания и шнекового бурения, раскатки.

При общем анализе для всех установок принято условие разработки горизонтальной скважины диаметром 250 мм без учета подготовительных и завершающих работ. Обобщенный показатель эффективности представлен в табл. 1 для каждой установки с учетом энергоблока (гидростанция, компрессор, и т.п.).

Так для разработки скважины методом горизонтального шнекового бурения были исследованы характеристики установок: УГБ-1, УГБ -2 и УГБ-3 отечественного производства (г. Запорожье), и мировых лидеров: американских компаний Verbo и American Augers, и немецкой компании Bohrtec.

Усилие подачи шнеков реализуется в этих установках с помощью гидродомкратов, работающих от упорной плиты, которая в свою очередь упирается в стенку котлована в котором находится установка.

Метод горизонтально направленного бурения (ГНБ) на сегодняшний день является наиболее динамично развивающимся среди других методов строительства коммуникаций.

В настоящее время созданы установки, позволяющие прокладывать трубопроводы диаметром до 1400-2000 мм на глубину до 20 м и длиной до 1,5 км [5,6]. Все установки по мощности делятся на классы: MINI, MIDI, MAXI и MEGA. В условиях города применяются, как правило, малогабаритные установки класса MINI.

Предельное значение осевого усилия для прямого и обратного хода оборудования в грунте при пионерном проколе, расширении скважины и протаскивании трубы достигается за счёт сцепного веса машины, анкерных устройств и якорного упора.

Для обеспечения потребностей строительства машиностроителями быстрыми темпами было освоено производство соответствующих машин и установок ведущими мировыми производителями фирм США: «Wermeer», «Stringht Line», «Ditch Witch», ФРГ- «Tracto Techik». Имеет место производство таких машин в Южной Ко-рее, Белоруссии, готовится к выпуску таких машин и Одесский завод строительно-отделочных машин, Украина. Естественно, что каждый производитель вносит свои особенности в выпускаемую продукцию, тогда как основной принцип действия их по существу одинаков. Пример установки направленного бурения представлен на рис.1.



Рис.1. Установка направленного бурения фирмы «Wermeer» (США).

Метод продавливания представляет собой разработку горизонтальной скважины путем внедрения в грунтовой массив трубы с открытым торцом. Этот метод, как правило, применяют для прокладки труб больших диаметров 250-1500 мм на расстояние 60-80 м в грунтах I-III категорий прочности. [7]. Однако он находит применение и при прокладке труб небольших диаметров.

В качестве силовой установки может применяться практически любой домкрат, который в состоянии развить необходимое усилие. Как правило, это гидравлические установки с 3-4 толкающими гидроцилиндрами (рис. 2).



Рис. 2. Установка для продавливания горизонтальной скважины «Горизонт»

Метод формирования скважины радиальным уплотнением грунта грунтопрокалывающими установками статического действия является наиболее эффективными в ряду первой группы технологий. Установки монтируются на дне котлована. Усилие от домкратов передаётся на прокалывающую головку через наборные штанги. При этом реактивная сила – сила сопротивления грунта проколу воспринимается упорной плитой, которая в свою очередь воспринимает реакцию грунта от стенки котлована в которую она упирается. Из-за больших усилий и разрушительного воздействия на основание дороги или прилегающие коммуникации эти установки применяют при проколах с диаметром скважины до 300мм. Также из-за низкой точности длина участков ограничена в пределах 15-20м. Это резко сокращает область применения установок статического действия.

В песчаных, супесчаных и водонасыщенных грунтах нельзя получить устойчивую скважину и поэтому статический прокол сильно затруднён или практически становится невозможным.

При большом сопротивлении движению рабочего органа, применяют вибропрокол. В качестве возбудителей продольно направленных колебаний используются вибраторы направленного действия и вибромолоты, которые кроме вибрации сообщают рабочему органу ударные импульсы.

Аналізу характеристик были подвергнуты установки статического прокола украинских производителей: НПП «Газтехника» (МП-125) (рис. 3) и машиностроительной компания «Тясмин Бурмаш», г. Каменка, а также установки российских компаний.



Рис. 3. Грунтопрокалывающая установка статического действия НПП «Газтехника»

В группе бестраншейных технологий с самозаходным рабочим оборудованием наибольшее распространение получили технология уплотнения грунта пневмопробойниками.

Пневмопробойники – пневматические самодвижущиеся машины ударного действия – предназначены для проходки скважин в грунтах I...III категорий диаметром до 200 мм. Независимо от назначения пневмопробойники имеют одинаковые принципы действия и систему воздухораспределения, однотипные реверсивные устройства и различаются между собой размерами и массой, энергией и частотой ударов, составом оснастки и приспособлений.

Принцип перемещения рабочего органа в грунте заключается в следующем. С помощью распределения воздушными потоками происходит возвратно-поступательное движение ударника относительно наковальни, встроенной в корпус. Ударяясь о наковальню ударник передаёт корпусу кинетическую энергию. Это даёт возможность пневмопробойнику преодолевать силы лобового и бокового сопротивления и осуществлять внедрение в грунт на некоторую величину.

Пневмопробойники имеют низкий КПД и малую энергию единичного удара, приходящуюся на единицу поперечного сечения скважины, из-за применения пневматического привода.

Повышение энергетических характеристик рассматриваемых машин возможно путем замены пневматического привода гидравлическим, имеющим более высокий КПД.

Для осуществления прокола грунта используются пневмопробойники, компрессорная станция и комплект вспомогательного оборудования. Это оборудование выпускается различными фирмами: Wegmeer, Traco-Technik, ПО «Полет», «Комбест» (Россия), ПО «Строймаш» (Минск), Одесский завод СОМ.

Технология формирования скважины раскаткой скважины в грунте получают все большее распространение. Эти машины безударного действия с самозавинчивающимся рабочим органом для раскатки в грунте горизонтальных, вертикальных и наклонных скважин.

Машины для раскатки скважин (рис.4) состоят из привода 2 (мотор-редуктора) и жестко соединенного с его выходным валом рабочего органа. Последний представляет собой консольный эксцентриковый вал 3, на шейках которого установлены свободно вращающиеся конические катки 4. Шейки вала и, соответственно, оси катков развернуты под углом ϕ к продольной оси вала. При вращении вала катки перекатываются по спирали, центром которой является ось рабочего органа и завинчиваются в грунт, формируя скважину 1 с уплотненными стенками. Угол ϕ определяет шаг завинчивания катка, т.е. подачу рабочего органа за один оборот эксцентрикового вала.

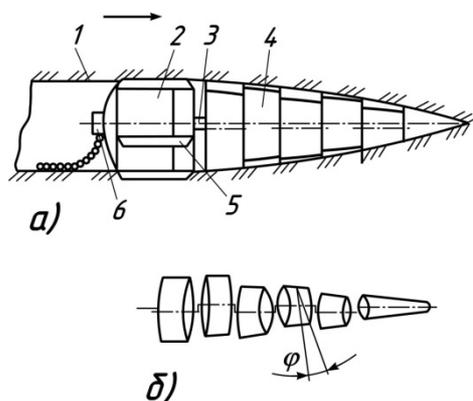


Рис.4. Машина для раскатки скважин

а – принципиальная схема; б – схема разворота катков; 1 – скважина; 2 – привод; 3 – эксцентриковый вал; 4 – конические катки; 5 – ребра-грунтозацепы; 6 – кабель или гидрошланг.

Число катков на валу рабочего органа зависит от технологии производства работ и длины (глубины) проходки. Приводной мотор-редуктор снабжен ребрами 5 для восприятия реактивного крутящего момента при вращении вала рабочего органа. Питание привода раскатчика осуществляется посредством кабеля 6 или гидрошланга высокого давления. Частота вращения вала раскатчика бесступенчато регулируется в широком диапазоне. Средняя скорость проходки скважины в различных грунтах 10...20 м/ч.

Технология формирования скважины радиальным уплотнением грунта с помощью бионично-синтезированного рабочего оборудования может быть реализована, например, на подземнодвижущемся устройстве с пружинным аккумулятором энергии, представленном на рис 5.

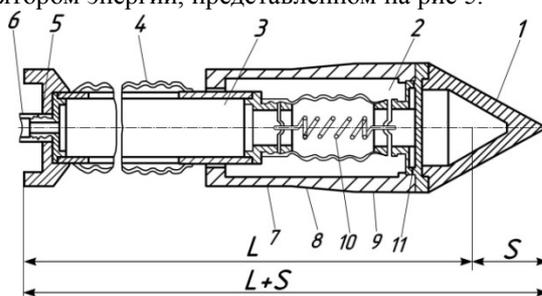


Рис.5. Бионично-синтезированное устройство для прокола грунта с пружинным аккумулятором энергии.

1 – конический наконечник; 2 – гидро-пневмодвигатель с пружинным аккумулятором энергии; 3 – перфорированный цилиндр; 4 – эластичкая оболочка фиксирующей камеры; 5 – штуцер; 6 – трубопровод; 7, 9 – цилиндрические части соответственно меньшего и большего диаметра; 8 – переходная часть корпуса; 10 – пружинный аккумулятор энергии; 11 – передняя стенка.

Устройство состоит из конического наконечника 1, присоединенного к корпусу прямого гидро-, пневмодвигателя 2 с пружинным аккумулятором энергии 10 и хвостовой части, которая в свою очередь, состоит из пустотелого перфорированного цилиндра 3 с эластичкой оболочкой 4 (задняя фиксирующая камера) и штуцера 5 для соединения с гибким трубопроводом 6 внешнего источника энергии. Диаметр цилиндрической части 7 корпуса гидро-, пневмодвигателя меньше диаметра цилиндрической части 9 из-за наличия переходного срезанного конуса 8. Это необходимо для предотвращения движения назад носовой части устройства за счет сил трения на боковой поверхности цилиндрической части 9 корпуса в процессе подтягивания пружины 10 хвостовой части устройства.

Устройство работает следующим образом. Источник питания подает по трубопроводу 6 импульсы энергии в перфорированный цилиндр 3. Рабочее тело (жидкость или газ) создает давление, в частности, на внутреннюю поверхность эластичкой оболочки 4 и переднюю стенку 11. При этом задняя фиксирующая камера 4 увеличивается в объеме до упора в стенку скважины, которая образована носовой частью, с целью фиксации. После этого носовая часть коническим наконечником 1 деформирует грунт, перемещаясь вперед, растягивая пружину 10 с гофрированным корпусом, образует скважину длиной S. В дальнейшем внутри устройства давление рабочего тела уменьшается за счет перемещения поршня насоса блока питания в обратном направлении. В результате чего задняя фиксирующая камера 4 уменьшится в объеме, ее контакт с поверхностью скважины прекратится и растянутая пружина 10 подтянет хвостовую часть устройства до носовой части на величину S, в результате чего длина корпуса уменьшится до первоначальной длины L и он переместится вперед на величину шага S. В дальнейшем цикл повторяется. Периодическое возрастание и уменьшение давления внутри устройства приводит к поступательному распорно-дискретному движению устройства в подземном пространстве.

Бионично-синтезированные устройства по сравнению с известными гидропробойниками позволяют снизить энергоёмкость (до 40%) и материалоемкость (до 38%) за счет существенного уменьшения сил трения на их боковой поверхности.

Согласно анализа технических характеристик известных машин и установок, а также анализа научной и патентной литературы установлено, что среди оборудования первой группы технологий наиболее эффективными являются установки статического прокола грунта. Об этом свидетельствует и самый лучший обобщенный показатель эффективности.

Существенным недостатком метода является низкая точность траектории прокола, что приводит к ограничению его длины в пределах 15-20м. Однако, целым рядом патентных решений и проведенными исследованиями выявлена тенденция, которая позволяет существенно расширить эту зону ограничения за счёт коррекции траектории прокола грунта.

Рассмотрим схему статического прокола грунта с коррекцией его траектории движения, которая представлена на рис. 4. Условно участок проходки скважины с возможным отклонением от проектной оси прокола можно разбить на следующие участки движения прокалывающей головки в грунте: участок 1 – гарантированного прямолинейного движения; участок 2 – движения с отклонением траектории; 3 – участок коррекции траектории движения; участок 4 – последующее прямолинейное движение.

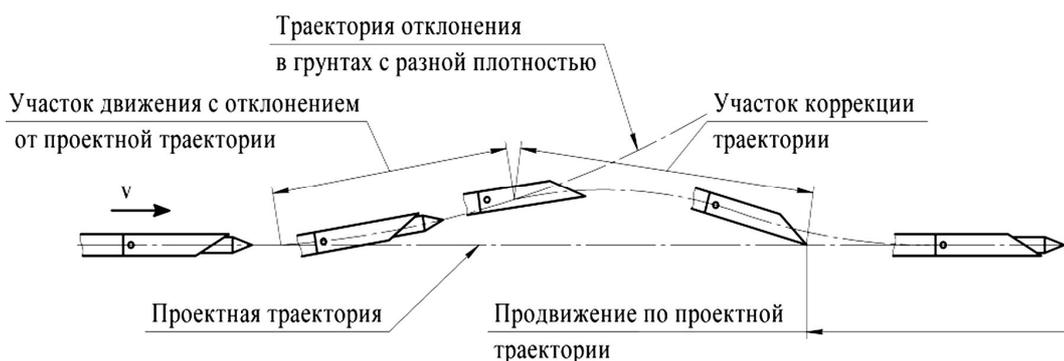


Рис. 6 – Схема статического прокола грунта с коррекцией траектории движения.

Таким образом, конструкция прокалывающей головки должна обеспечивать возможность движения по траектории, максимально приближенной заданному направлению по прямой линии. В данном случае движение по траектории приближенной к прямой на участках 1 и 4 реализуется прокалывающей головкой с коническим наконечником с углом заострения $\gamma = 30^{\circ} \dots 45^{\circ}$. А при коррекции траектории рабочая часть головки должна быть в виде скошенной площадки, повернутой в противоположную сторону от возможного увода в сторону.

Реализация этого процесса возможна с помощью специальной прокалывающей головки с адаптированным в процессе прокола наконечником. Известны устройства, у которого конусный наконечник может изменять свое положение наклона относительно оси основного цилиндра.

Авторами предлагается, относительно не сложное устройство прокалывающей головки для коррекции траектории движения ее в грунте, которое состоит из полого цилиндра 1 со скошенной лобовой частью и конусного стержня 2. (см. рис. 7).

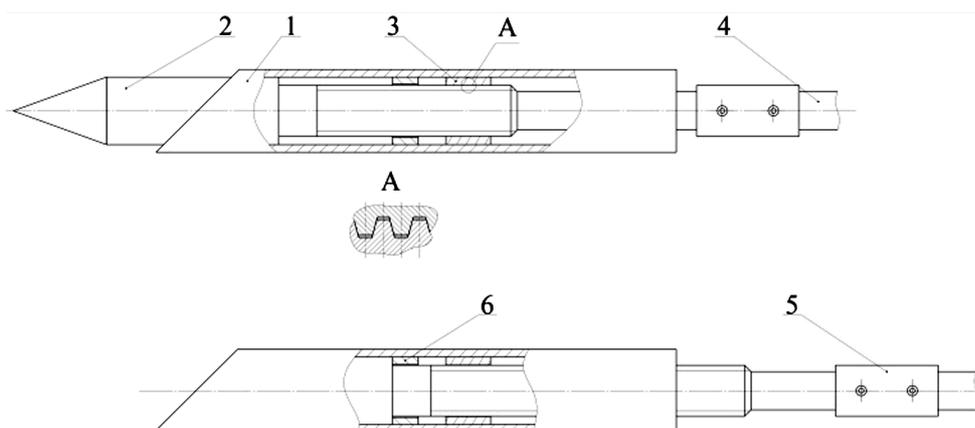


Рис. 7. Схема конструкции грунтопрокалывающего рабочего органа с адаптированным наконечником

Конусный стержень выполнен в виде выступающей иглы, который с помощью винтовой пары встроенной в цилиндре 3 может выдвигаться вперед для прямолинейного прокола и задвигаться, если необходимо преобразовать лобовую часть рабочего органа в скошенную площадку для осуществления движения с коррекцией траектории. Передача вращения в обе стороны передается от силовой установки к рабочему органу

с помощью штанг 4, соединенных между собой специальным нераскручиваемым замком 5, предназначенных для реверсного движения. Позиционирование скошенной площадки цилиндра относительно оси трассы осуществляется после достижения выдвижного стержня упора 6. При этом вращательный момент при ввинчивании передаст на цилиндр дополнительное усилие и произойдет его проворачивание.

Управление движением головки может быть реализовано устройством по патенту [6]. Благодаря оригинальной конструкции гидроцилиндра со встроенной винтовой парой, соединённой с его штоком можно с помощью включения и отключения храпового механизма осуществлять не только поступательное, но и вращательно-поступательное движение.

Решение задачи, связанной с коррекцией траектории прокола грунта установками статического действия позволят закрыть широкую нишу практического их применения в диапазоне длины участка от 20м до 100м. Верхний предел перекрывается областью эффективного применения установок горизонтально-направленного бурения.

Анализ второй группы бестраншейных технологий позволил выявить следующие их особенности.

Все установки имеют высокий показатель эффективности. Очевидно, это связано с меньшими энергозатратами, необходимыми для формирования скважины методом радиального уплотнения грунта, которое реализуется высокопроизводительными установками с малыми габаритами и весом. Отсутствие штанги для передачи осевого усилия на рабочий орган не только упрощает оборудование, но и повышает точность прокола, поскольку потеря устойчивости штанги на определённой её длине не оказывает отклоняющее воздействие на рабочий орган.

Среди технологий, представленных во второй группе обращает на себя внимание новое направление, связанное с совершенствование процесса прокола грунта с использованием тянущей силы «винтовая лопасть – грунт», то есть с помощью винтового рабочего органа.

Особенностью установки (см. рис. 8) согласно патенту [5] является то, что вращающий момент от силового привода на винтовой рабочий орган передаётся через штанги либо гибкий вал. Для устойчивости установка может прижиматься к грунту анкерами. Процесс прокола осуществляется со стартового приямка. После достижения приёмного приямка в готовую скважину протягивается кабель или трубопровод.

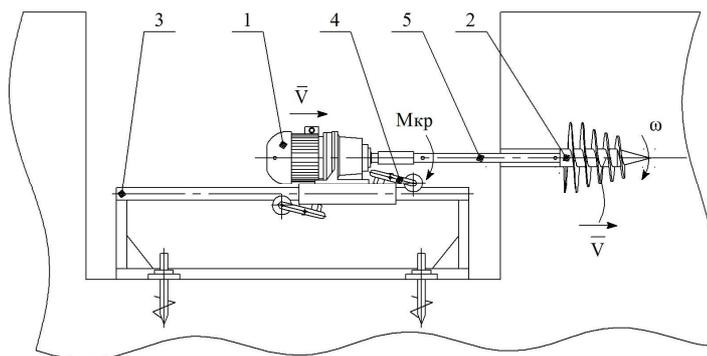


Рис. 8. Установка для бестраншейной прокладки коммуникаций : 1 – привод; 2 – винтовой рабочий орган; 3 – продольные направляющие; 4 – роликовая опора. 5 – штанга.

В настоящее время выявленные перспективные технологии проходят практическую апробацию и исследования процессов в ХНАДУ. Подтверждена их практическая работоспособность, разработаны практические рекомендации по изготовлению.

Выводы.

1. Предложено разделение технологий и оборудования для бестраншейной прокладки подземных коммуникаций по принципу формирования горизонтальной скважины на технологии с задавливанием рабочего органа в грунт и самозаходные.

2. Приведен анализ технических средств для их реализации с точки зрения возможности применения в сложных городских условиях.

3. Выявлены тенденции и перспективы развития технологий и машин по предложенной классификации.

4. Для первой группы: повышение эффективности формирования горизонтальных скважин установками статического действия путём обеспечения возможности коррекции траектории прокола грунта. По второй группе: прокол грунта с помощью винтовых рабочих органов. Выявленные технологии бестраншейной прокладки подземных коммуникаций получили практическое подтверждение их работоспособности в ХНАДУ.

Литература

1. Машины для бестраншейной прокладки подземных коммуникаций / С.В. Кравец, Н.Д. Каслин, В.К. Руднев, В.Н. Супонев. – Харьков: ООО «Фавор», 2008. – 256 с.
2. Олексин В.И. Выбор и обоснование параметров рабочего оборудования грунто-прокалывающих установок для создания горизонтальных скважин комбинированным методом. дисс. ... канд. техн. наук: 05.05.04/ Олексин Владимир Иванович. – Харьков. – 2013. – 200 с.

3. Супонев В.Н. Требования, выдвигаемые к параметрам горизонтальных скважин, и эффективность безтраншейных методов их разработки / В.Н. Супонев, В.И. Олексин, С.М. Вивчар // Вестник ХНАДУ. Сб. науч. ст. Вип. 65-66. X. 2014. С. 101-106.
4. Машини для земляних робіт: навч. Посібник / Л.А. Хмара, С.В. Кравець, В.В. Нічке и др. – Рівне – Дніпропетровськ – Харків, 2010. –558 с.
5. Пат. 111733 Україна, МПК E21B 10/22. Установа з гвинтовим ґрунтопроколюючим робочим органом для безтраншейної прокладки підземних комунікацій/ Пенчук В.О., Сідак В.С., Супонев В.М., Олексин В.І., Щукін О.В., Вивчар С.М.; заявник і патентовласник Харківський нац. автомоб.-дорожній ун-т. – № u201604141; заявл. 15.04.2016; опубл. 25.11.2016. Бюл. №22.
6. Пат. 95501 Україна, МПК E02F 5/18. Установа для керованого проколу ґрунту / Пенчук В.О., Белицький Д.Г., Супонев В.М., Олексин В.І., Балесний С.П.; заявник і патентовласник Харківський нац. автомоб.-дорожній ун-т. – № u201407764; заявл. 10.07.2014; опубл. 25.12.2014. Бюл. № 24.

References

1. Mashiny dlja bestranshejnoy prokladki podzemnyh kommunikacij / S.V. Kravec, N.D. Kaslin, V.K. Rudnev, V.N. Suponev. – Har'kov: ООО «Favor», 2008. – 256 s.
2. Olexsin V.I. Vybor i obosnovanie parametrov rabocheho oborudovanija grnuto-prokalyvajushhih ustanovok dlja sozdanija gorizontol'nyh skvazhin kombinirovan-nym metodom. diss. ... kand. tehn. nauk: 05.05.04/ Olexsin Vladimir Ivanovich. – Har'kov. – 2013. – 200 s.
3. Suponev V.N. Trebovanija, vydvigaemye k parametram gorizontol'nyh skvazhin, i jeffektiv-nost' bestranshejnyh metodov ih razrabotki / V.N. Suponev, V.I. Olexsin, S.M. Vivchar // Vestnik HNADU. Sb. nauch. st. Vip. 65-66. H. 2014. S. 101-106.
4. Mashiny dlja zemljanih robit: navch. Posibnik / L.A. Hmara, S.V. Kravec', V.V. Nichke i dr. – Rivne – Dnipropetrovs'k – Harkiv, 2010. –558 s.
5. Pat. 111733 Ukraїna, MPK E21V 10/22. Ustanovka z gvintovim rruntoprokoljujuchim robochim organom dlja bestranshejnoї prokladki pidzemnih komunikacij/ Penchuk V.O., Sidak V.S., Suponev V.M., Olexsin V.I., Shhukin O.V., Vivchar S.M.; zajavnik i patentovlasnik Harkivs'kij nac. avtomob.-dorozhnij un-t. – № u201604141; zajavl. 15.04.2016; opubl. 25.11.2016. Bjul. №22.
6. Pat. 95501 Ukraїna, MPK E02F 5/18. Ustanovka dlja kerovanogo prokolu gruntu / Penchuk V.O., Belic'kij D.G., Suponev V.M., Olexsin V.I., Balesnij S.P.; zajavnik i patentovlasnik Harkivs'kij nac. avtomob.-dorozhnij un-t. – № u201407764; zajavl. 10.07.2014; opubl. 25.12.2014. Bjul. № 24.

Супонев В.М., Вивчар С.М., Балесний С.П.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БЕЗТРАНШЕЙНОГО ПРОКЛАДАННЯ ПІДЗЕМНИХ КОМУНІКАЦІЙ В МІСЬКИХ УМОВАХ

Наведено огляд та аналіз існуючих технологій і обладнання для безтраншейної прокладання підземних комунікацій в містах. Їх запропоновано розділити на дві великі групи: з осьовим прикладанням сили на робочий інструмент та без нього. Аналіз технічних характеристик машин та установок по існуючим критеріям економічної ефективності дозволили встановити найбільш перспективніші з них.

Ключові слова: безтраншейні технології, інженерні комунікації, горизонтальна свердловина, установки для проколу ґрунту.

Suponev V.N., Vivchar S.M., Balesnyiy S.P.

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT FOR TRENCHLESS LAYING OF UNDERGROUND UTILITIES IN URBAN ENVIRONMENTS

An overview and analysis of technologies and equipment for trenchless laying of underground utilities in the cities is presented. To divide into two large groups: with an axial force application on the tool and without it is proposed. Analysis of technical characteristics of the machines and plants on existing criteria of economic efficiency helped to set the most promising of them.

Key words: trenchless technologies, engineering communications, horizontal well, soil thrust boring plant.

Відомості про авторів:

Супонев В.Н. – канд. техн. наук, доцент кафедри строительных и дорожных машин Харьковского национального автомобильно-дорожного университета им. А.М. Холодова. e-mail: v-suponev@mail.ru

Вивчар С.М. – аспирант кафедри строительных и дорожных машин Харьковского национального автомобильно-дорожного университета им. А.М. Холодова. e-mail: vivchar.stanislav@gmail.com

Балесний С.П. аспирант кафедри строительных и дорожных машин Харьковского национального автомобильно-дорожного университета им. А.М. Холодова. e-mail: balesniy_s.p@gmail.com