

Turgumbaev Jenishbek Jumadilovich (Bishkek, Kyrgyzstan) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of Mechanics and industrial engineering of the Kyrgyz State Technical University (KSTU) named after I.Raz-zakov (720044, Bishkek, Ch.Aitmatov ave., 66, e-mail: t_jenish@mail.ru).

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ПРОХОДКИ СКВАЖИН В ГРУНТЕ

¹ Институт горного дела им. Н. А. Чинакала, г. Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия

Предложена принципиальная схема лебедки с гибридным пневматическим приводом, имеющая переменную тягово-скоростную характеристику при ограниченном расходе энергоносителя, реализация конструкции которой при виброударном продавливании и комбинированном способе позволяет сократить время технологического цикла образования скважин и повысить производительность проходческих работ.

Ключевые слова: виброударное продавливание, комбинированная проходка, грунтозаборное устройство, грунтопроходчик, лебедка, пневматический привод.

(бестраншейных) методов, основанных на образовании каналов в приповерхностных слоях грунтового массива [1].

Анализ потребностей строительного производства и данные международного Союза предпринимателей подземного строительства показывают, что при устройстве таких переходов значительное количество работ приходится на проходку скважин диаметром до 600 мм и длиной до 40 м. По принятой классификации сооружения таких размеров относятся к классу непроходных. В этом случае реализация бестраншейных методов является особо сложной задачей, так как управление техническими средствами может осуществляться

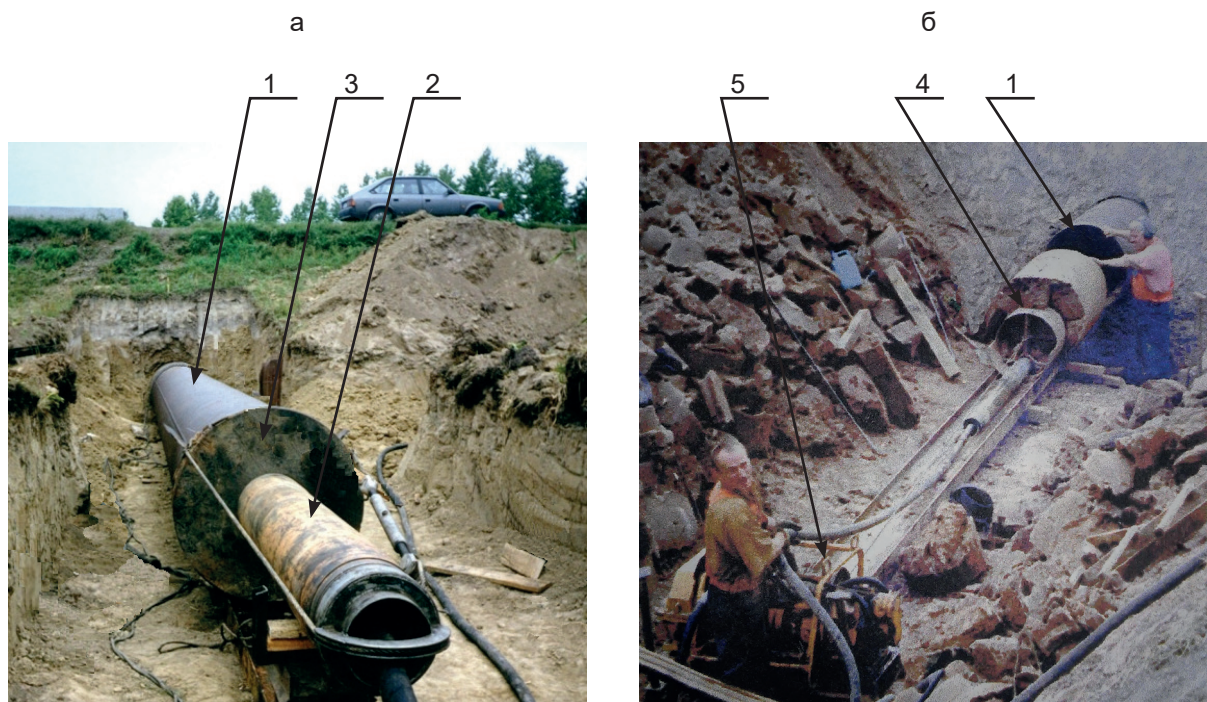


Рис. 1. Проходка скважины виброударным продавливанием с погружением трубы-кожуха (а) и экскавацией грунтового керна (б): 1 – труба-кожух; 2 – пневмомолот; 3 – переходная насадка; 4 – грунтозаборное устройство; 5 – лебедка

только дистанционно с дневной поверхности, исключая нахождение обслуживающего персонала непосредственно вблизи забойной зоны [2-6].

Среди многообразия технологических приемов для получения скважин непроходного сечения достаточно известны виброударные способы проходки с использованием пневматических машин ударного действия. Для образования диаметров скважин диаметром до 300 мм в уплотняемых грунтах методом прокалывания широко используют пневматические машины ударного действия – пневмопробойники [7]. Опыт эксплуатации такого оборудования в России, ближнем и дальнем зарубежье показал эффективность технологических процессов с их использованием. К достоинствам пневмоударных машин можно также отнести возможность прокладки трубопроводов из любых материалов, сравнительно низкая себестоимость, высокая надежность, малые габаритные размеры, что позволяет существенно сократить транспортные расходы, объемы подготовительных, земляных, монтажных и восстановительных работ.

Для проходки скважин большего сечения до 1420 мм включительно применим метод

виброударного продавливания [8, 9]. Он заключается в предварительном внедрении стального трубчатого элемента 1 с открытым передним торцом в грунтовой массив (рис. 1а). Источником импульсного воздействия служит пневмомолот 2, оснащенный переходной насадкой 3. Внедряемый стержень одновременно является и рабочим инструментом разработки забойной зоны, и обсадной оболочкой долговременной защиты стенок скважины от обрушения. Поступающий при этом во внутреннюю полость трубы грунт затем удаляется. Данный процесс может быть как непрерывным и протекать за счет эффекта вибротранспортирования грунтовой массы, наблюдаемом при определенном сочетании статической и динамической нагрузки [10], так и носить циклический характер [11]. Последний является наиболее универсальным, так как не требует погружения трубной плети на всю длину перехода и выхода ее в приемный приямок, позволяет проводить экскавацию керна на любом этапе проходки, обеспечивая тем самым приемлемые скоростные показатели процесса, эффективно вести работы в широком спектре грунтовых условий. Комплект оборудования (рис. 1б) включает грунтозабор-

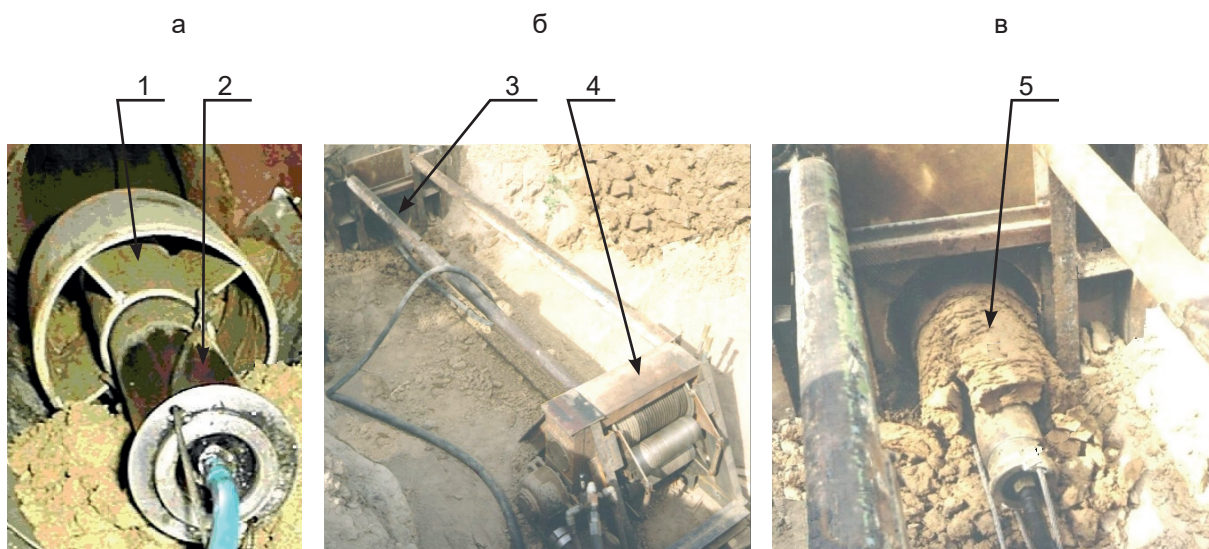


Рис. 2. Оборудование для проходки скважины комбинированным способом:

*а – общий вид грунтопроходчика; б – разработка забоя; в – извлечение грунтового керна
1 – кольцевой рабочий орган; 2 – пневмоударный привод;
3 – устье скважины; 4 – лебедка; 5 – грунтовой керн*

ное устройство 4, выполненное в виде полого цилиндрического керноприемника в качестве рабочего органа, жестко соединенного с пневмоударным приводом. Доставка агрегата к забою и его разработка осуществляются под действием динамической импульсной нагрузки. Обратное извлечение устройства с керновой массой в рабочий приямок производится канатной лебедкой 5.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Накопленный многолетний опыт по созданию и практическому применению оборудования на базе пневмоударной техники для реализации представленных выше способов прокладки подземных коммуникаций показал перспективность использования для выполнения переходов диаметром 300 – 600 мм альтернативного комбинированного метода проходки. Суть технологии заключается в разделении всего объема вытесняемого грунта на две фракции, одна из которых уплотняется в радиальном направлении, обеспечивая временную устойчивость стенок скважины, а другая – удаляется за ее пределы [12-14].

Для его апробации был спроектирован и изготовлен опытный образец проходческого комплекса для образования каналов диаметром 325 – 426 мм (рис. 2). Основным его функциональным элементом является грунтопроход-

чик с кольцевым рабочим органом 1, установленным на корпусе пневмоударного привода 2 (рис. 2а). Доставка оборудования к забойной зоне через входное устье скважины 3 и его последующее извлечение осуществляется канатной лебедкой двустороннего действия 4 (рис. 2б). Ударный механизм включается только на время перемещения забоя, что улучшает условия его эксплуатации и в целом продлевает срок службы агрегата. Разработанный грунтовой керн 5 в виде тела волочения совместно с грунтопроходчиком удаляется за пределы скважинного пространства в рабочий приямок (рис. 2в). Режим работы оборудования носит циклический характер, заключающийся в периодическом повторении перечисленных выше технологических операций.

Полевые испытания проходческого комплекса велись на полигоне ИГД СО РАН и на различных строительных объектах г. Новосибирска. В ходе их выполнения успешно пройдено около 200 м промышленных скважин различного назначения.

С целью дальнейшего совершенствования технологии комбинированной проходки и оптимизации параметров функциональных элементов оборудования была проведена обширная исследовательская работа. Постановка стендовых экспериментов осуществлялась в лабораторных условиях по методике приближенного физического моделирования

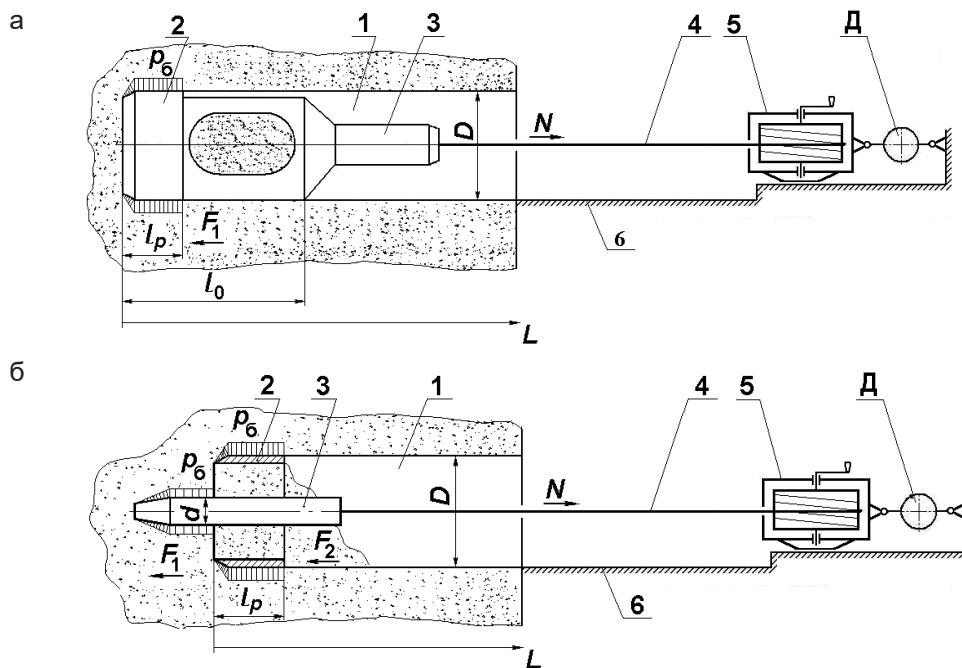


Рис. 3. Схема экспериментальной установки при работе с устройством емкостного (а) и перепускного (б) типа

процесса [15]. Объектами исследований выступали действующие масштабные модели грунтопроходчиков, функционирующие на тех же принципах, что и устройства натуральных размеров. Наружный диаметр калибрующей части составлял $D = 110$ мм. В первом варианте передний кольцевой рассекатель размером $l_p = 85$ мм совмещался с грунтоприемной капсулой, образуя замкнутую полость ограниченного объема общей длиной $L_0 = 0,5$ м (рис. 3а). Энергия удара источника импульсной нагрузки составляла $E = 40$ Дж при частоте $f = 10,8$ Гц [16]. Во втором случае рабочий орган выполнялся в виде короткого кольцевого фрагмента длиной, равной его диаметру ($l_p = D = 110$ мм), обеспечивающего перепуск грунта в ранее разработанный участок скважины для последующей экскавации (рис. 3, б). Параметры ударной мощности привода соответствовали значениям: $E = 8$ Дж; $f = 4,2 - 10,4$ Гц [17].

Серии опытов проводились на стенде, представляющем собой грунтовый канал с необходимым набором оборудования и измерительно-регистрирующих средств. По своим характеристикам стендовый грунт соответствовал супеси с объемным весом $\gamma = 1770$ кг/м³, влажностью $\omega = 5,6$ %, ударной плотностью $C = 5 \div 6$. Контроль перечисленных пара-

метров осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ 5180-84.

В ходе экспериментов на моделях сохранялись основные технологические принципы циклической проходки скважин оборудованием натуральных размеров, включая выполнение следующих операций (рис. 3):

- доставку модели грунтопроходчика по скважине 1 к забою статическим усилием подачи;

- разработку забойной зоны с разделением грунта на фракции и формированием стенок канала рабочим органом 2, приводимым в действие ударным приводом 3;

- экскавацию излишней грунтовой массы при обратном перемещении оборудования тяговым канатом 4, наматываемым на барабан ручной лебедки 5, закрепленной на направляющей рамной конструкции 6.

В первом варианте величина внедрения в забой была постоянной и составляла $x = 0,4$ м, а во втором изменялась в каждой серии опытов, начиная от значения в одну длину рабочего органа ($x = l_p = 0,11$ м) с шагом, равным его половине:

$$x_i = x_{i-1} + 0,5 \cdot l_p.$$

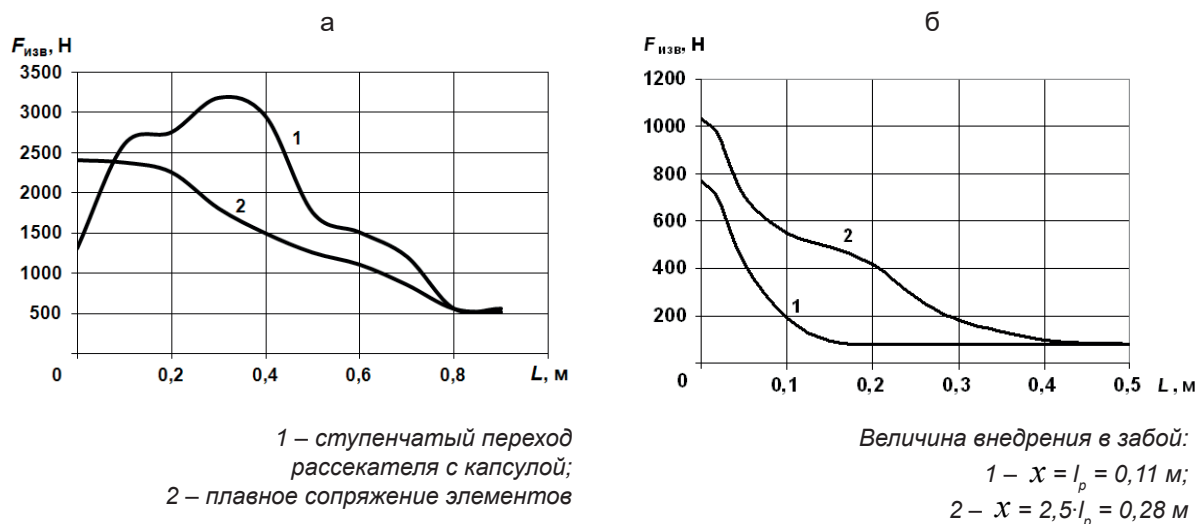


Рис. 4. Изменение силы сопротивления извлечению по мере удаления от забоя модели грунтопроходчика емкостного (а) и перепускного (б) типа.

Одним из исследуемых параметров являлись усилия, развиваемые лебедкой при обратном перемещении грунтопроходчика с грунтовым керном, которые фиксировались по показаниям пружинного динамометра Д (рис. 3) типа ДПУ-01-2 ГОСТ 13837-79.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные значения позволили определить характер изменения сопротивления стендового грунтового массива извлечению моделей различного исполнения. На рис. 4 представлены графические зависимости, построенные после соответствующей обработки экспериментальных данных. При этом за исходную точку отсчета принято положение в момент отрыва устройства от забоя (рис. 3).

Анализ построенных графиков функций показывает, что в большинстве случаев (кривые 2 на рис 4а и 1, 2 на рис 4б) пиковые значения необходимого тягового усилия развиваются в начальной фазе процесса и соответствуют максимуму сопротивления грунтового массива. Исключение составляет вариант, когда сопряжение переднего рассекателя размером $D = 110$ мм с грунтоприемной капсулой, диаметр которой меньше на 5 мм, выполнено в ступенчатой форме (рис. 3а). При обратном перемещении по вновь пройденному участку эта ступенька начинает срезать стенку скважины, постепенно образуя плотный грунтовой нарос на наружной поверхности капсульной полости, что приводит к увеличению внешнего трения и трехкратному росту силы сопротив-

ления движению на участке 0,1 – 0,3 м (кривая 1 на рис.4а). Дальнейшее движение в сторону скважинного устья на расстояние, равное приблизительно двукратной величине шага проходки для грунтопроходчика емкостного типа (рис. 4а) и полторократной - для модели с перепускным рабочим органом (рис 4б) сопровождается постепенным снижением максимальных значений функций до минимального уровня, остающегося неизменным вплоть до полного выхода устройства за пределы грунтового массива.

Сопоставление двух кривых на рис. 4б показывает, что для модели с перепускным рабочим органом увеличение величины внедрения в 2,5 раза не приводит к существенному росту усилия отрыва, которое повышается менее чем в 1,4 раза с $F_{изв} = 770$ Н до $F_{изв} = 1030$ Н. Однако при этом на графике 2 имеется участок, на котором падение силы замедляется, что объясняется наличием перепущенного грунтового керна (рисунок 3б), трение которого о стенки скважины создает дополнительное сопротивление перемещению. Наличие данной особенности не позволяет увеличить глубину разработки забоя за цикл проходки свыше $x = 2,5 \cdot l_p$ из-за опасности возникновения анкерного эффекта, который выражался в резком увеличении силы сопротивления обратному перемещению грунтопроходчика после его отрыва от забоя, что приводило к перегрузке лебедки и полной остановке процесса.

Сравнение двух вариантов исполнения моделей показывает, что в случае использования оборудования емкостного типа с грун-

топриемной капсулой имеет место более тяжелый (приблизительно в два раза) режим нагружения лебедки (рис. 4а). Данный факт объясняется большей величиной разработки забоя за цикл проходки, увеличенными массогабаритными показателями таких устройств, что приводит к росту силы внешнего трения боковых поверхностей о стенки скважины по сравнению с устройствами перепускного типа (рис. 4б).

Опираясь на полученные экспериментальные данные и используя расчетную схему взаимодействия грунтопроходчика с массивом, построенную на основе известного решения задачи о расширении грунтовой полости коническим расширителем [18] предложены методики упрощенного расчета таких устройств [16]. В них, согласно принятой оценке показателей основных механических характеристик различных категорий грунтов [19], получены аналитические зависимости, описывающие сопротивление среды внедрению устройств ударного действия с кольцевыми рабочими органами. При этом внешнее боковое сопротивление изменяется пропорционально величине нормального давления обжатия грунтовым массивом взаимодействующих с ним элементов грунтопроходчика:

$$F_1 = k_1 \cdot S_{бок} \cdot \psi \cdot (b_l - a_l R) \cdot (\rho g h + P_{атм}), \quad (1)$$

где k_1 – коэффициент трения «металл-грунт»; $S_{бок}$ – суммарная площадь боковых поверхностей, контактирующих с грунтом, м²; ψ – коэффициент пропорциональности, $\psi = 0,15$ [17]; a_l , b_l – коэффициенты линейной аппроксимации среднего давления грунта [18]; R – наружный радиус рабочего органа, м; ρ – плотность грунта, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с², $g = 9.81$ м/с²; h – глубина залегания скважины, м; $P_{атм}$ – атмосферное давление, Па, $P_{атм} = 101325$ Па.

Извлечение устройства из скважины сопряжено с преодолением основного сопротивления, вызванного как действием самой силы F_1 (рис. 3а), так и присоединением к ней дополнительного трения F_2 перепущенного через рабочий орган грунтового керна о стенки канала (рис. 3б). Последнее можно учитывать через зафиксированную разницу между усилием извлечения при минимальном $x_i = I_p$, когда

$F_{изв} = 770$ Н и максимальном $x_i = 2,5 \cdot I_p$, когда $F_{изв} = 1030$ Н внедрении модели в забой, составляющую около 35% (рис. 4б). Исходя из этого, номинальное значение силовой характеристики лебедки должно быть не менее:

$$N \geq F_{изв} = 1,35 \cdot F_1, \quad (2)$$

На основе проведенных исследований выполнен инженерный расчет основных параметров различных типоразмеров натуральных образцов проходческого оборудования комбинированного типа. В дальнейшем это позволило перейти к проектированию его отдельных функциональных элементов, включая и канатную лебедку. При этом, соблюдая принцип использования единого энергоносителя, для питания последней целесообразно использовать тот же сжатый воздух, на котором работает и сам импульсный генератор грунтопроходчика. Благодаря своим преимуществам пневматические приводы нашли широкое распространение в горном машиностроении [20]. Отечественная и зарубежная промышленность выпускает большую номенклатуру двигателей вращательного действия, обладающих мягкими нагрузочными характеристиками. С учетом ограниченного потребления энергоносителя, обусловленного возможностями передвижных компрессорных станций, применяемых в условиях строительной площадки, максимальная мощность пневмомотора не может превышать $10 \div 12$ кВт. Исходя из этого, в соответствии с нормами проектирования грузоподъемного оборудования [21], разработан ряд тяговых механизмов, предназначенных для использования как в технологии комбинированной проходки (рис. 2), так и при виброударном продавливании для очистки труб от грунтового керна (рис. 1а). Их технические данные приведены в таблице 1.

Производительность проходческих и очистных операций напрямую зависит от величины перемещения забоя за один рабочий цикл и скорости обратного транспортирования устройства с порцией извлекаемого грунта в рабочий приямок. Поэтому дальнейшее повышение технического уровня создаваемого оборудования связано с улучшением выходных характеристик применяемых лебедок. Однако практическая реализация такого подхода традиционными способами существенно сдерживается возможностью создания более мощных приводов вращательного действия, их высоки-

Таблица 1
ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕБЕДОК

Параметр	Тип лебедки		
	Однобарабанная	Однобарабанная	Двухбарабанная
Номинальное тяговое усилие, кН	32	50	40
Скорость намотки каната, м/мин	0 ÷ 15	0 ÷ 12	0 ÷ 13
Канатоемкость барабана, м	70	65	2×95
Двигатель; - тип;	П8-12	П12-12	П8-12
- номинальная мощность, кВт;	8	12	8
- номинальная частота вращения, с ⁻¹ ;	12,5	12,5	12,5
- давление сжатого воздуха, МПа	0,6	0,6	0,6
- расход сжатого воздуха, м ³ /мин	8,2	12,2	8,2
Общее передаточное отношение привода	52	80	60

ми передаточными отношениями (табл.), что дополнительно усложняет и удорожает конструкцию.

Вместе с тем, как показали исследования, при извлечении устройства с грунтовым керном из скважины действие номинального значения тягового усилия и, соответственно крутящего момента на валу двигателя, требуется на сравнительно коротком интервале по сравнению с длиной самого перехода (рис. 4). В ходе дальнейшего движения нереализуемый запас мощности может быть трансформирован в более высокие скоростные показатели лебедки, что уменьшит время обратного перемещения оборудования и цикла экскавационных работ. Исходя из таких особенностей, возникает целесообразность создания гибридного пневматического привода, обеспечивающего переменную тягово-скоростную характеристику проектируемого механизма при ограниченном расходе энергоносителя [22].

Предложенная конструкция пневматической лебедки (рис. 5а) состоит из рамного основания 1, пневмодвигателя 2, редуктора 3, барабана 4, валы которых соединяются управляемой муфтой 5. Дополнительным силовым элементом привода служит пневмоцилиндр двустороннего действия 6, корпус которого шарнирно связан с рамой, а шток передает усилия на исполнительный орган лебедки при помощи рычажного механизма преобразования движения. Последний включает в себя рычаг 7 и обгонную муфту, состоящую из храпового колеса 8 и собачки 9.

Функционирование устройства заключается в последовательном выполнении необходи-

мых рабочих операций (рис. 5б). Для отрыва от забоя и начала процесса извлечения грунтозаборного оборудования 10 из выработки 11, включением муфты барабан соединяется с редуктором основного привода. Через распределитель 12, магистрали 13, 14 сжатый воздух подается в пневмомотор и штоковую полость 15 пневмоцилиндра. Поворотом крана 16 так же запитывается и его поршневая камера 17. За счет разности их рабочих площадей шток начинает выдвигаться, а его поступательное перемещение помощью рычажного механизма преобразования движения и обгонной муфты трансформируется во вращательное движение, передаваемое на барабан. Совместная работа двух двигателей позволяет в течение ограниченного промежутка времени достичь максимального значения крутящего момента и реализовать номинальное значение тягового усилия на канате 18, необходимое для преодоления сопротивления грунтовой среды.

Дальнейшая фаза движения системы характеризуется падением нагрузки до минимального уровня. При этом дифференциальная схема включения пневмоцилиндра не позволяет резко возрасти скорости движения его штока. Снижение крутящего момента на барабане до величины, реализуемой основным пневмодвигателем вращательного действия, позволит ему выйти на номинальную частоту вращения, увеличив скорость намотки каната. Обгонная храповая муфта автоматически снимет силовое воздействие пневмоцилиндра, шток которого, завершив рабочий ход, останавливается, а заполненный объем поршневой полости впоследствии служит аккумуля-

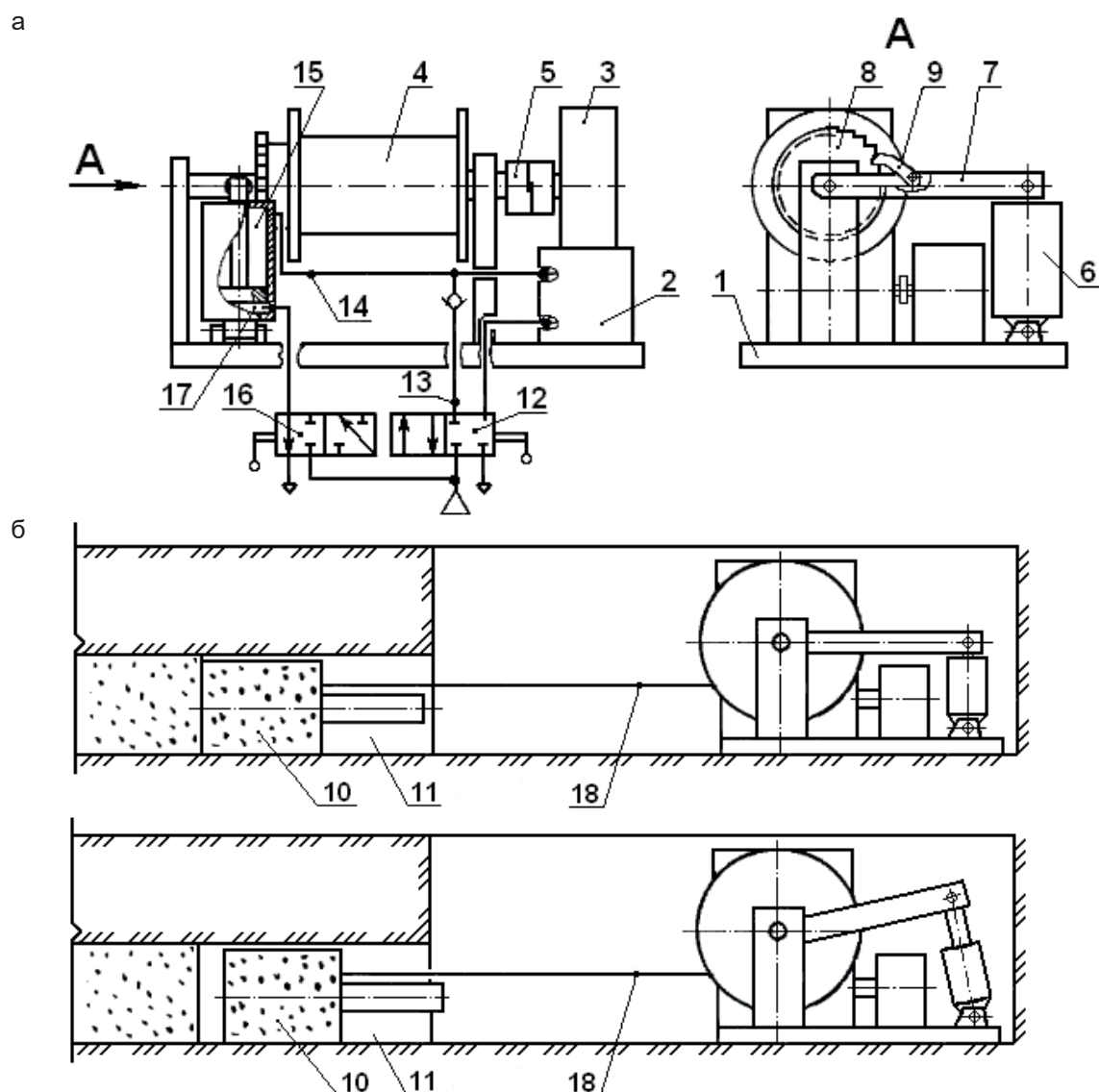


Рис. 5. Общий вид пневматической лебедки (а) с гибридным приводом и схема ее работы при отрыве ГЗУС от забоя (б) и транспортировании по скважине (в)

тором для стабилизации давления энергоносителя на входе в пневмомотор.

ВЫВОДЫ

Созданы самодвижущиеся грунтозаборные устройств (ГЗУС) с рабочими органами емкостного и перепускного типа для выполнения скважин в уплотняемых грунтах с расположением рабочего органа впереди пневмоударной машины или в ее средней части.

Предложена эмпирическая формула для определения силы сопротивления извлечению модели из забоя. Установлено, что усилие

отрыва ГЗУС емкостного типа от забоя превышает усилие транспортирования более чем в 3 раза, а для ГЗУС перепускного типа – более чем в 7 раз.

Предложена принципиальная схема лебедки с гибридным пневматическим приводом, обеспечивающим переменную тягово-скоростную характеристику при ограниченном расходе энергоносителя, реализация конструкции которой при виброударном продавливании и комбинированном способе позволяет сократить время технологического цикла образования скважин и повысить производительность проходческих работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рыбаков, А. П. Основы бестраншейных технологий (теория и практика) / А. П. Рыбаков. – М.: Стройиздат, 2006. – 304 с.
2. Кюн, Г. Закрытая прокладка непроходных трубопроводов / Г. Кюн, Л. Шойбле, Х. Шлик; Пер. с нем. Е.Ш. Фельдмана. – М.: Стройиздат, 1993. – 169 с.
3. Бестраншейная прокладка инженерных коммуникаций / Е. Д. Баландинский и др. – М.: Центр технического инжиниринга и маркетинга и рекламы, 1991. – 139 с.
4. Кершенбаум, Н. Я. Проходка горизонтальных и вертикальных скважин ударным способом / Н. Я. Кершенбаум, В. И. Минаев. – М.: Недра, 1984. – 246 с.
5. Строительство городских систем газоснабжения. Справочник строителя / А. П. Шальнов и др. – М.: Стройиздат, 1976. – 360 с.
6. Руководство по проходке горизонтальных скважин при бестраншейной прокладке инженерных коммуникаций / ЦНИИОМТП Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1982. – 96 с.
7. Пневмопробойники в строительном производстве / А. Д. Костылев и др. – Новосибирск: Наука, 1987. – 142 с.
8. Повышение эффективности и долговечности импульсных машин для сооружения протяженных скважин в породных массивах / Б. Н. Смоляницкий и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 204 с.
9. Современные технологии сооружения протяженных скважин в грунтовых массивах и технические средства контроля их траектории / Б. Н. Смоляницкий и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. – 237 с.
10. Тищенко, И. В. Виброударное продавливание и комбинированный способ очистки труб от грунтового керна / И. В. Тищенко // Строительные и дорожные машины. – 2013. – № 11. – С. 39-42.
11. Гилета, В. П. Повышение эффективности проходки скважин методом виброударного продавливания / В. П. Гилета, И. В. Тищенко, Ю. В. Ваняг // Вестник КузГТУ. – 2016. – № 6. – С. 82- 88.
12. Данилов, Б. Б. Пути совершенствования технологий и технических средств для бестраншейной прокладки коммуникаций / Б. Б. Данилов // ФТПРПИ. – 2007. – № 2. – С. 69-76
13. Гилета, В. П. Проходка скважин с частичной экскавацией грунта / В. П. Гилета, Б. Н. Смоляницкий // Строительные и дорожные машины. – 2001. – № 4. – С. 7-9.
14. Петреев, А. М. Образование скважин пневмопробойниками и грунтопроходчиками с кольцевым инструментом / А. М. Петреев, Б. Н. Смоляницкий, Б. Б. Данилов // ФТПРПИ. – 2000. – № 6. – С. 53-58.
15. Баловнев, В. И. Физическое моделирование резания грунтов / В. И. Баловнев. – М.: Машиностроение, 1969. – 159 с.
16. Смоляницкий, Б.Н. Создание оборудования ударного действия для проходки скважин в грунте комбинированным способом / Б.Н. Смоляницкий, Д.С. Воронцов // Механизация строительства. – 2017. – Т. 78. – № 1. – С. 38-43.
17. Тищенко, И. В. Комбинированная проходка скважин в грунте ударными устройствами с кольцевым инструментом / И. В. Тищенко, Б. Н. Смоляницкий, В. П. Гилета // ФТПРПИ. – 2006. – № 6. – С. 87-97.
18. Исаков, А. Л. Задача о расширении грунтовой полости при бестраншейной замене подземных коммуникаций / А. Л. Исаков, А. Е. Земцова // ФТПРПИ. – 1998. – № 3. – С. 95-100.
19. Исаков, А. Л. О классификации грунтов без жестких структурных связей по их прочностным характеристикам // ФТПРПИ. – 2000. – № 6. – С. 26-29.
20. Зиневич, В. Д. Пневматические двигатели горных машин / В. Д. Зиневич, Г. З. Ярмоленко, Е. Г. Калита. – М.: Недра, 1975. – 344 с.
21. Справочник по кранам: в 2 т. Т. 1. / Под общ. ред. М. М. Гохберга. – М.: Машиностроение, 1988. – 536 с.
22. Пат. 2157333 РФ: МПК В 66 D 1/08: Пневматическая лебедка / В. П. Гилета, И. В. Тищенко, Б.Н. Смоляницкий, И.П. Леонов, И.Э. Вэбер; ИГД СО РАН. – № 99114032/28; заявл. 28.06.1999; опубл. 10.10.2000, Бюл. № 28.

INCREASE IN EFFICIENCY OF THE CYCLIC DRIVING OF WELLS IN SOIL

V.P. Gileta, I.V. Tishchenko, Yu.V. Vanag

Abstract. *Processing methods of a cyclic driving of wells with a diameter over 300 mm by methods of vibro-impact pushing and combined with partial consolidation and excavation of soil on the basis of use of*

pneumo-percussive mashines (pneumatic bore-hole driver) are given in work. The results of researches received with use of the ground intake devices physical models have allowed to establish characteristics of change of force of resistance to the return transportation of the equipment with the taken soil core in process of his removal from a face. Analytical expressions for engineering calculation of the winch tractive force are received. Technical characteristics of the created number of the winches of scraper type working at the uniform energy carrier with shock cars – compressed air are given. The schematic diagram winch with hybrid pneumatic drive, the having variable traction and high-speed characteristic is offered at a limited expense of the energy carrier which realization of a design at vibroshock breakdown and a combined method allows to reduce time of a production cycle of formation of wells and to increase productivity of driving works.

A schematic diagram of a winch with a hybrid pneumatic drive is proposed, which has variable traction and speed characteristics with a limited energy carrier consumption, the implementation of the design which in vibro-impact pushing and combined method allows to reduce time of process of formation of wells and improve the performance of the tunneling works.

Keywords: *vibro-impact pushing, combined hole-making, ground intake device, tunneling machine, winch, pneumatic drive.*

REFERENCES

1. Rybakov A. P. Osnovy bestranshejnyh tekhnologij (teoriya i praktika) [Basics of trenchless technologies (theory and practice)]. Moscow, Strojizdat, 2006. 304 p.

2. Kyun G., Shojble L., Shlik H. Zakrytaya prokladka neprohodnyh truboprovodov [Closed laying of no-go pipelines]. Moscow, Strojizdat, 1993. 168 p.

3. Balandinskij E. D. and other. Bestranshejnaya prokladka inzhenernyh kommunikacij [Trenchless laying of engineering services]. Moscow, Centr tekhnicheskogo inzheneringa i marketinga i reklamy, 1991. 139 p.

4. Kershenbaum N. Ya., Minaev V. I. Prohodka gorizontalnyh i vertikal'nyh skvazhin udarnym sposobom [Driving of horizontal and vertical wells by percussion method]. Moscow, Nedra, 1984. 246 p.

5. Shal'nov A. P. and other. Stroitel'stvo gorodskih sistem gazosnabzheniya. Spravochnik stroitelya [The construction of urban gas supply systems. The Builder Reference book]. Moscow, Strojizdat, 1976. 360 p.

6. Rukovodstvo po prohodke gorizontalnyh skvazhin pri bestranshejnoj prokladke inzhenernyh kommunikacij [Guidelines for the horizontal wells drilling in trenchless laying of engineering services] / CNIOMTP Gosstroja SSSR. Moscow, Strojizdat, 1982. 96 p.

7. Kostylev A. D. and other. Pnevmoпробойники v stroitel'nom proizvodstve [Pneumodrill in construction production]. Novosibirsk, Nauka, 1987. 142 p.

8. Smolyanitskij B. N. and other. Povyshenie ehffektivnosti i dolgovechnosti impul'snyh mashin dlya sooruzheniya protyazhennyh sk-

vazhin v porodnyh massivah [Increase of efficiency and durability of pulse machines for construction of extended wells in rock massifs]. Novosibirsk, Izd-vo SO RAN, 2013. 204 p.

9. Smolyanitskij B. N. and other. Sovremennye tekhnologii sooruzheniya protyazhennyh skvazhin v gruntovyh massivah i tekhnicheskie sredstva kontrolya ih traektorii [Modern technologies for the construction of extended wells in soil massifs and technical means for monitoring their trajectory] [Modern technologies of construction of long wells in underground arrays and technical means of verification of their trajectory]. Novosibirsk, Izd-vo SO RAN, 2016. 237 p.

10. Tishchenko I. V. Vibroudarnoe prodavlivanie i kombinirovannyj sposob ochistki trub ot gruntovogo kerna [Vibropercussive pipeline piercing and the integrated process for removal of a soil core from a pipe]. Stroitel'nye i Dorozhnye Mashiny. 2013, no. 11, pp. 39-42.

11. Gileta V. P., Tishchenko I. V., Vanag Yu. V. Povyshenie ehffektivnosti prohodki skvazhin metodom vibroudarnogo prodavlivaniya [Increase in efficiency of the driving of wells by method of vibro-impact pushing]. KuzSTU, 2016, no. 6, pp. 82-88.

12. Danilov B. B. Puti sovershenstvovaniya tekhnologij i tekhnicheskikh sredstv dlya bestranshejnoj prokladki kommunikacij [Ways of improvement of the technologies and equipment for trenchless communications laying] // Journal of Mining Science. 2007, vol. 43 (2), pp. 171-176.

13. Gileta V. P., Smolyanitskij B. N. Prohodka skvazhin s chastichnoj ehkskavaciej grunta [Well drilling with partial soil excavation]. Stroitel'nye i Dorozhnye Mashiny. 2001, no. 4, pp. 7-9.

14. Petreev A. M., Smolyanitskij B. N., Danilov B. B. Obrazovanie skvazhin pnevmoprobojnika-

22. Gileta V. P., Tishchenko I. V., Smoljanitskij B. N., Leonov I. P., Veber I. EH. Pnevmaticheskaya lebedka [Pneumatic Winch]. Patent RF, no.19990114032, 2000.

Гилета Владимир Павлович (Россия, Новосибирск) – доктор технических наук, профес-

Yuliya V. Vanag (Novosibirsk, Russian Federation) – senior lecturer department of Industrial Machinery Design, Novosibirsk State Technical University (NSTU) (630073, 20, Prospekt K. Marksa, Novosibirsk, Russian Federation, e-mail: yuliya.vanag@corp.nstu.ru).