

Ю. В. Ваназ^{1,2}, И. В. Тищенко¹

Силовое тяговое устройство грунтопроходческого комплекса циклического действия

¹Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск,
Российская Федерация

²Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск,
Российская Федерация
e-mail: yuliya.vanag@corp.nstu.ru

Аннотация. В статье рассмотрена техническая задача – создание силового тягового устройства для проходчика горизонтальных скважин комбинированного типа с частичным уплотнением и экскавацией грунта. Приведена краткая характеристика аналогичных устройств с жесткой и гибкой связями между силовыми элементами системы. С учетом специфики данного типа проходческих установок обоснована компоновочная схема и конструкция канатного тягового устройства двустороннего действия с пневматическим приводом исполнительного механизма, развивающего номинальное усилие 32 кН в обоих направлениях движения. Приведены результаты полевых испытаний тягового устройства в составе грунтопроходческого комплекса перепускного типа для образования скважин диаметром 325, 370, 426 мм.

Ключевые слова: тяговый орган, грунтопроходчик, скважина, усилие подачи, коррекция траектории, грунтовый керн, пневмопривод

Yu.V. Vanag^{1,2}, I.V. Tishchenko¹

The traction equipment of a cyclic action tunneling machine

¹Chinakal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia,

²Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia,
e-mail: yuliya.vanag@corp.nstu.ru

Abstract. The article considers the technical problem - creation of combined type tunneling machine for borehole horizontal well sinking with partial compaction and soil excavation. A brief characteristic of similar devices with rigid and flexible links between power elements of the system is given. Taking into account the specifics of this type of tunnelling machines the layout and design of double-end action rope traction device with pneumatic drive of the actuating mechanism, with a nominal force of 32 kN in both directions of movement, are substantiated. The results of field trial of the traction equipment as a part of the tunneling machine for the formation of 325, 370, 426 mm diameter holes are given.

Keywords: traction equipment, tunneling machine, hole, force of the power draft unit, trajectory correction, soil core, air-powered drive

Введение

Проходка горизонтальных и наклонных скважин для последующей прокладки трубопроводов и кабельных линий различного назначения получила

широкое распространение в подземном строительстве. Одна из возможностей дальнейшего повышения эффективности данного технологического направления связана с увеличением интенсивности процесса внедрения инструмента в породный массив за счет создания более благоприятных условий для его разрушения. Таким способом, позволяющим достичь данный устойчивый эффект, является одновременное приложение к погружаемому телу как динамической нагрузки со стороны генератора ударных импульсов, так и статической силы от механизма подачи [1 – 5].

Теория

Для создания необходимого напорного усилия могут применяться исполнительные системы с жесткими связями на основе гидроцилиндров возвратнопоступательного действия [6, 7]. Они обладают значительным потенциалом по силе напора проходчика 1 с расширителем 2 и гибким питающим рукавом 3 на трубу-патрон 4 (рис. 1). При этом ее величина в большинстве случаев ограничивается лишь условием прочности и устойчивости погружаемого элемента. Существенным недостатком таких систем является проявление эффекта гидроудара от силового импульса совместно работающего вибромолота, передаваемого через подвижную клиновую обойму 5 на шток гидроцилиндра 6, что негативно влияет на ресурс гидросистемы. Кроме того, сравнительно короткий рабочий ход требует частых остановок и перехватов трубы-патрона при помощи неподвижной клиновой обоймы 7, объединенной с упорной плитой 8. В силу указанных недостатков, а также необходимостью одновременного использования двух энергоустановок: воздушного компрессора и гидравлической станции, данный способ не нашел широкого применения на практике.

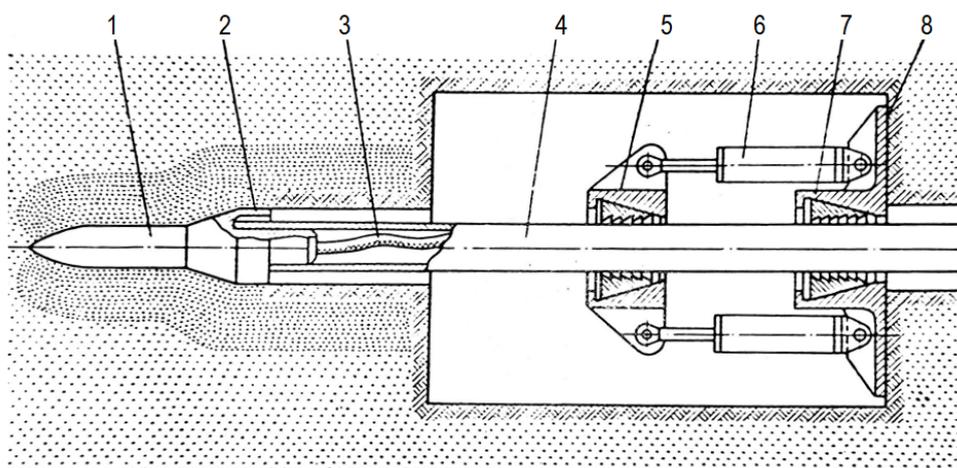


Рис. 1. Схема бестраншейной прокладки трубы-патрона путем формирования горизонтальной скважины забойным проходчиком: 1 – проходчик; 2 – расширитель; 3 – гибкий рукав; 4 – труба-патрон; 5 – подвижная клиновая обойма; 6 – гидроцилиндры подачи; 7 – неподвижная клиновая обойма; 8 – упорная плита

Использование в качестве привода возвратнопоступательного действия более простых и легко адаптируемых пневмоцилиндров неэффективно из-за низкого порогового значения реализуемого усилия подачи.

На рис. 2 изображена система с передней буровой головкой 1, непосредственно разрабатывающей забойную зону [8]. Ее перемещение отслеживается гибкой канатно-блочной системой в виде силового полиспаста 4 требуемой кратности, одна обойма которого закреплена на неподвижном якоре 2. Шнековый транспортер 3 удаляет разработанный грунт за пределы трубы-патрона 5. Необходимое напорное усилие на забой обеспечивается работой тягового исполнительного механизма вращательного действия в виде лебедки 6. Основным недостатком оборудования является его сложность и громоздкость. Кроме того, имеет место ненадежность шнекового транспортера и необходимость дополнительного согласования скорости намотки гибкого каната на барабан лебедки с интенсивностью разработки грунта в лобовой проекции забойной зоны, что при электроприводе механизмов, получающих питание от силовой установки 7 весьма затруднительно. Ввиду указанных недостатков данный комплект оборудования не нашел достаточного объема практического внедрения при строительстве подземных трубопроводов.

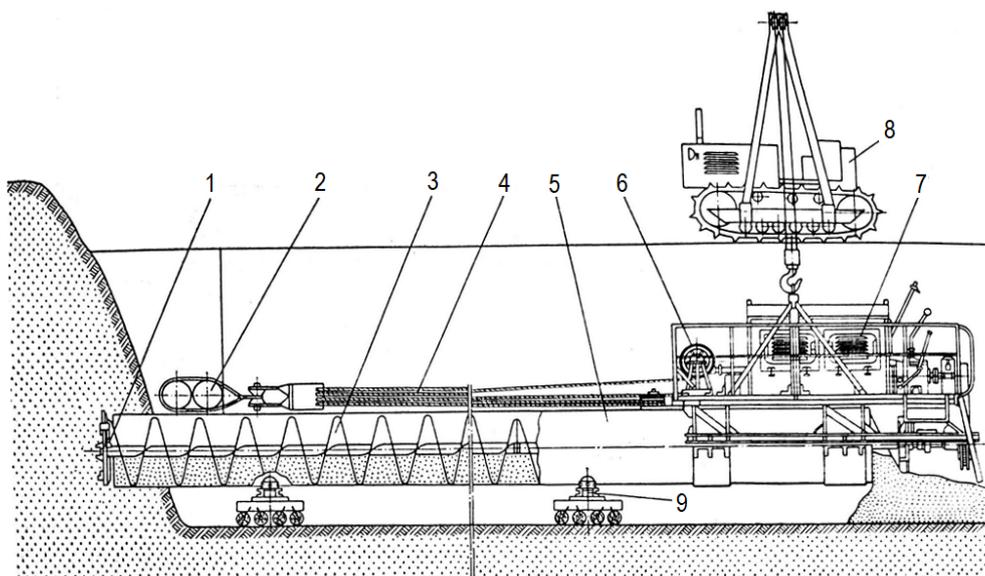


Рис. 2. Схема установки горизонтального бурения: 1 – буровая головка; 2 – якорь; 3 – шнековый транспортер; 4 – полиспастная система подачи; 5 – труба-патрон; 6 – тяговая лебедка; 7 – силовая установка; 8 – трубоукладчик; 9 – роликовая опора

Широкое применение пневматические тяговые устройства одностороннего действия нашли в комплектах оборудования для бестраншейной замены отслуживших свой срок коммуникаций [9]. Данная технология заключается в прокладке от стартового 1 до выходного 2 колодца нового трубопровода 3 взамен

старого 4 (рис. 3). Ведущей составной частью комплекта является пневматический ударный модуль 5 с передним рассекателем. Его постоянный надежный контакт с разрушаемой трубой и создание при этом необходимого напряжения обеспечиваются натяжением гибкого каната 7, проходящего через обводной блок 8 с упорной стойкой 6 на барабан тяговой лебедки 9. Выбор вида энергоносителя и типа привода данного механизма подачи обуславливаются следующими положениями:

1. Пневмоударный модуль и двигатель тяговой лебедки должны работать на одном и том же типе энергии – сжатом воздухе, что упрощает их техническое обслуживание и ремонт, способствует уменьшению эксплуатационных расходов.

2. Пневматические приводы не требуют сливных линий, мало чувствительны к внешним динамическим ударам и способны переносить неограниченно длительные перегрузки вплоть до полного стопорения без отказов и поломок.

3. Их высокий уровень надежности и долговечности. Так срок службы пневмосистем достигает 10...15 лет при их многомесячной круглосуточной эксплуатации [10].

4. Способность пневмодвигателей работать в широком диапазоне температур, в запыленной, влажной и коррозионной средах.

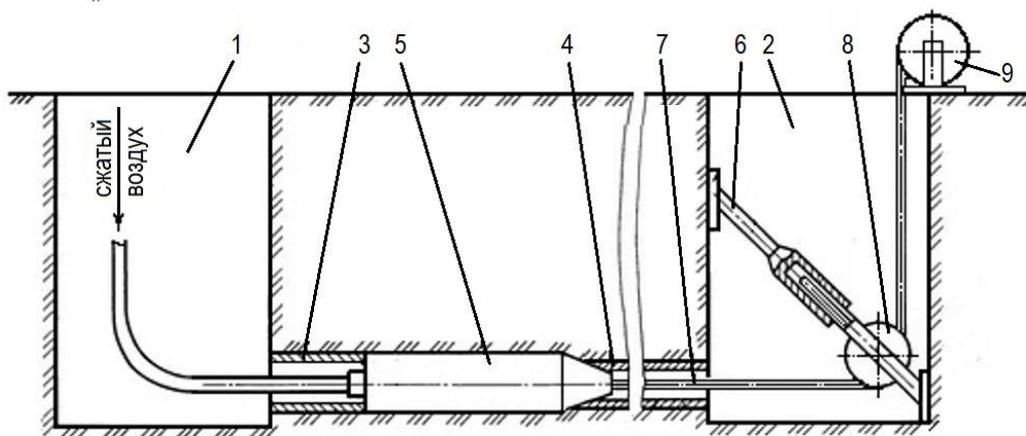


Рис. 3. Схема бестраншейной замены трубопровода: 1 –стартовый колодец; 2 – выходной колодец; 3 – протягиваемый трубопровод; 4 – заменяемый трубопровод; 5 – ударный модуль; 6 – упорная стойка; 7 – канат; 8 – обводной блок; 9 – тяговая лебедка

Целью работы является обоснование компоновочной схемы и создание силового тягового устройства для грунтопроходческого комплекса циклического действия с частичным уплотнением и экскавацией грунта.

Теория Обсуждения

В специфические функции силового тягового механизма возвратно-поступательного действия для реализации способа циклической проходки скважин с частичным уплотнением и экскавацией грунта [11] входят следующие технологические операции:

1. Доставка грунтопроходчика к забою.
2. Постоянное статическое нагружение лобовой проекции забойной зоны для более эффективной ее разработки.
3. Извлечение устройства с набранным грунтовым керном из скважины в рабочий приямок для дальнейшей его разгрузки.
4. Формирование задающего управляющего воздействия на траекторию движения грунтопроходчика в массиве с возможностью ее коррекции и исправления в случае отклонения предварительно пройденного пионерного канала от проектной трассы перехода.

В соответствии с приведенными требованиями в качестве исполнительного механизма такого силового тягового оборудования предложена двухбарабанная канатная лебедка с приводом от пневматического двигателя вращательного действия типа П 8-12 мощностью 8 кВт с частотой вращения 750 об/мин [12]. Ее усилие на подающем и извлекающем канате рассчитывалось по предложенной методике, разработанной на основе проведенных исследований, и составляло 32 кН [13, 14]. Общий вид тягового оборудования показан на рис. 4. Выбранная компоновка обеспечивает его компактность и функциональность.

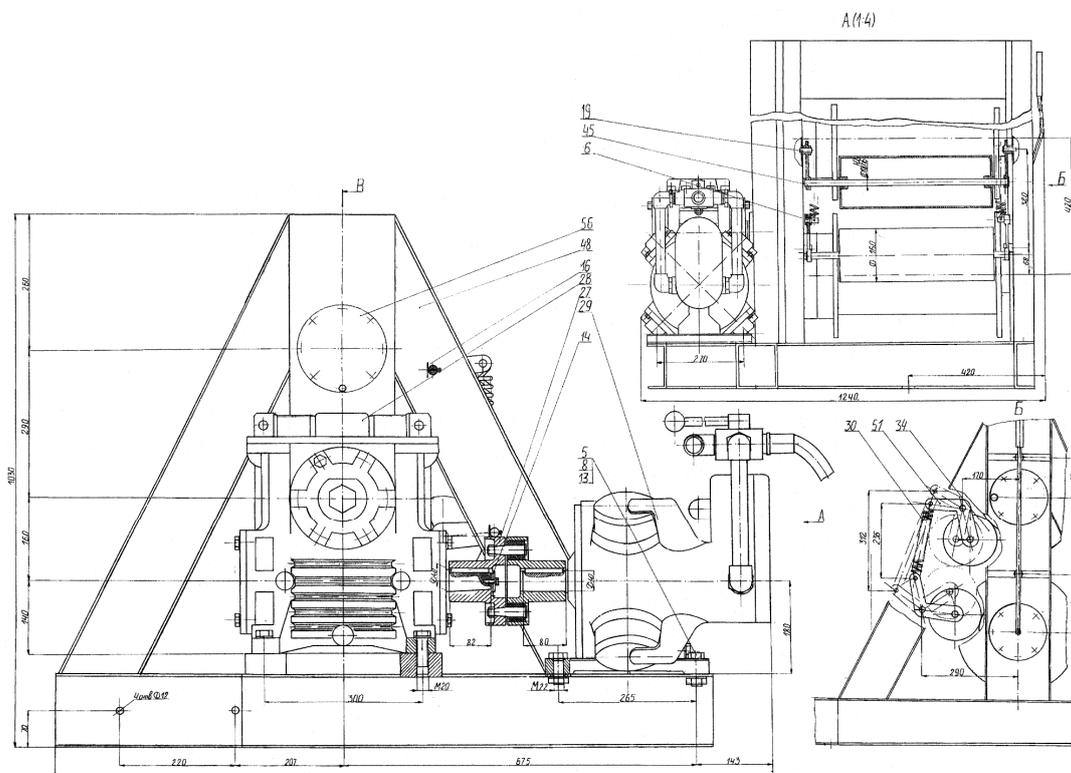


Рис. 4. Общий вид силового тягового механизма двустороннего действия

Работы велись в следующей последовательности:

- выполнение пневмопробойником пионерной скважины между рабочим и выходным котлованами;
- установка упорной рамы и тяговой лебедки в рабочем котловане, а портала с обводным блоком – в выходном, их последующее закрепление с помощью инвентарных анкерных стержней;
- прокладка в пионерную скважину подающего каната;
- прорезание в случае необходимости нового связующего канала с помощью гибкого режущего органа и двухбарабанной тяговой лебедки;
- циклическая проходка основной скважины.

Проведенные испытания показали, что применяемое оборудование для проходки скважин диаметром 325...426 мм комбинированным способом в целом удовлетворяет предъявляемым к нему требованиям как по производительности, так и по своей функциональности и качеству получаемых каналов. В ходе их проведения установлено, что траектория получаемой скважины не зависит от направления пионерной, а определяется положением подающего каната в грунте. Этот факт позволяет осуществлять коррекцию движения грунтопроходчика в грунтовом массиве, задавая управляющее воздействие на него со стороны гибкой связи с силовым тяговым органом. Все полученные таким образом скважины были прямолинейны.

Выводы

Проведен краткий анализ известных устройств и представлены требования к силовым агрегатам, предназначенным для работы в составе проходческого комплекса циклического действия с частичным уплотнением и экскавацией грунта. Обоснована концепция канатного механизма двустороннего действия и его компоновочная схема, в рамках которой разработана и изготовлена двухбарабанная пневматическая лебедка с тяговым усилием 32 кН на каждом канате. Проведены ее испытания в составе комплекта оборудования для проходки скважин диаметром 325, 370, 426 мм. В ходе их проведения подтверждена работоспособность и функциональность созданного силового тягового оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рыбаков А. П. Основы бестраншейных технологий (теория и практика) / А. П. Рыбаков. – М.: ПрессБюро, 2005. – 304 с.
2. Кюн Г. Закрытая пркладка непроходных трубопроводов / Г. Кюн, Л. Шойбле, Х. Шлик. – М.: Сторйиздат, 1993. – 168 с.
3. Востриков В. И. О некоторых особенностях движения твердых тел при комбинированных виброволновом и статическом воздействиях / В. И. Востриков, В. Н. Опарин, В. В. Червов // ФТПРПИ. – 2000. – № 1. -
4. Червов В. В. Влияние частоты виброударного воздействия и дополнительного статического усилия на скорость погружения стержни в грунт / В. В. Червов, И. В. Тищенко, Б. Н. Смоляницкий // ФТПРПИ. – 2011. - № 1. – С. 61 – 70.
5. Смоляницкий Б. Н. Резервы повышения производительности виброударного погружения в грунт стальных элементов в технологиях специальных строительных работ // Б. Н. Смо-

- ляницкий, И. В. Тищенко, В. В. Червов, В. П. Гилета, Ю. В. Ванаг // ФТПРПИ. – 2011. - № 5. – С. 45 – 52.
6. Данилов Б. Б. Повышение эффективности бестраншейных способов подземного строительства за счет применения пневмотранспорта / Б. Б. Данилов // ФТПРПИ. – 2006 - № 6. С. 75 – 86.
7. Ешуткин Д. Н. Высокопроизводительные гидропневматические ударные машины для прокладки коммуникаций / Д. Н. Ешуткин, Ю. М. Смирнов, В. Л. Исаев. – М.: Стройиздат, 1990. – 170 с.
8. Кершенбаум Н. Я. Прокладка горизонтальных и вертикальных скважин ударным способом / Н. Я. Кершенбаум, В. И. Минаев. – М.: Недра, 1984. – 245 с.
9. Патент 2057856 РФ. Рейфисов Ю. Б., Григоращенко В. А., Курленя М. В., Земцова А. Е., Плавских В. Д. П., Смоляницкий Б. Н., Леонов И. П., Тищенко И. В. Устройство для бестраншейной прокладки трубопроводов. – Опубл. в БИ, 1996, № 12.
10. Сафохин М.С. Горные машины и оборудование: Учеб. для вузов. / М.С. Сафохин, Б.А. Александров, В.И. Нестеров - М.: Недра, 1995. – 463 с.: ил.
11. Тищенко И. В. Комбинированная проходка скважин в грунте ударными устройствами с кольцевым инструментом / И. В. Тищенко, Б. Н. Смоляницкий, В. П. Гилета // ФТПРПИ. – 2014 - № 3. С. 87 – 97.
12. Зиневич В. Д. Пневматические двигатели горных машин / В. Д. Зиневич, Г. З. Ярмоленко, Е. Г. Калита. – М.: Недра, 1975. – 343 с.
13. Тищенко И. В. Определение основных параметров грунтопроходчика с пневмоударным приводом кольцевого рабочего органа / И. В. Тищенко, Б. Н. Смоляницкий // ФТПРПИ. – 2007 - № 5. С. 41 – 51.
14. Воронцов Д. С. Проходка скважин в грунте ударным устройством с кольцевым инструментом / Д. С. Воронцов, А. М. Петреев, Б. Н. Смоляницкий // ФТПРПИ. – 2005 - № 2. С. 53 – 58.
15. Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс) –М. : Высш.шк., 1983 – 288 с.

© Ю.В. Ванаг, И. В. Тищенко, 2024