

Р.А. МЕНДЕКЕЕВ НИИ СС КГУСТА им. Н. Исанова Бишкек, Кыргызская Республика
mra58@mail.ru

R.A. MENDEKEEV RI of AC of KSUCTA n.a. N. Isanov Bishkek, Kyrgyz Republic

М. С. ТУРГУНБАЕВ Таласский госуниверситет г. Талас, Кыргызская Республика
melis_turgunbaev@mail.ru

M.S. TURGUNBAEV Talas State University, Talas, Kyrgyz Republic

У.С. КЫДЫРАЛИЕВА НИИ СС КГУСТА им. Н. Исанова Бишкек, Кыргызская Республика
niiss-ksucta@mail.ru

U.S. KYDYRALIEVA RI of AC of KSUCTA n.a. N.Isanov Bishkek, Kyrgyz Republic

Б.М. АТАБАЕВ НИИ СС КГУСТА им. Н. Исанова, Бишкек, Кыргызская Республика

niiss-ksucta@mail.ru

B.M. ATABAEV, RI of AC of KSUCTA n.a. N.Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic.

З.Н. МАМБЕТАЛИЕВ НИИ СС КГУСТА им. Н.Исанова Бишкек, Кыргызская Республика

niiss-ksucta@mail.ru

Z.N. MAMBETALIEV RI of AC of KSUCTA n.a. N.Isanov, Bishkek, Kyrgyz Republic

БЕСТРАНШЕЙНЫЕ СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ КОММУНИКАЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

TRENCHLESS METHODS OF LAYING COMMUNICATIONS IN CONSTRUCTION AND DEVICES FOR THEIR IMPLEMENTATION

Макала курулушта коммуникацияларды траншеясыз өткөрүү технологиясын изилдөөгө жана аны ишке ашыруу үчүн гидроимпульстук түзүлүштү иштеп чыгууга арналган.

Өзөк сөздөр: *курулуш, коммуникация, траншеясыз өткөрүү, скважиналарды казуу, гидроимпульстук түзүлүш.*

Статья посвящена исследованию технологии бестраншейной прокладки коммуникаций при строительстве и разработке гидроударного устройства для ее реализации.

Ключевые слова: *строительство, коммуникация, бестраншейная прокладка, проходка скважин, гидроударное устройство.*

The article is devoted to the study of the technology of trenchless laying of communications during the construction and development of a hydropercussion device for its implementation.

Key words: *construction, communications, trenchless laying, drilling, water hammer device.*

Строительный комплекс в Программе развития Кыргызской Республики (КР) на период 2018-2022гг. (утв. Пост. ЖК КР от 20 апреля 2018 года № 2377-VI) рассматривается как ключевая фондо- и системообразующая отрасль, где приоритетными в КР признаны следующие направления: промышленное строительство (заводы, фабрики); транспортное строительство (дороги, мосты, тоннели); жилищно-гражданское строительство (жилые дома, общественные здания, коммерческая недвижимость); гидротехническое строительство (плотины, дамбы, каналы, берегоукрепительные сооружения и устройства, водохранилища) и гидромелиоративное строительство (системы орошения, осушения).

По данным Министерства экономики КР, в числе 5 структур, строительство стало одной из основных отраслей, формирующих ВВП КР, его доля в ВВП страны за период 2010 – 2018гг. возросла от 5,5% до 8,8%. Общий объем валовой продукции строительства за 2018 год составил 153 млрд 256,9 млн сомов, а реальный темп экономического роста - 7,8% [1].

В 2018г. в строительном комплексе КР увеличились капитальные вложения, объемы инвестиций в основной капитал за счет всех источников финансирования составили 150,8 млрд. сомов, что составил рост на 3,3% по сравнению с 2017 годом. С каждым годом увеличивается также госбюджетное финансирование строительства. Первоначальная сумма 2,9 млрд. сомов по уточненному бюджету 2018 года была увеличена до 5,8744 млрд. сомов, а фактически профинансировано объекты на общую сумму 5,5559 млрд. сомов.

Строительная отрасль, особенно жилищное и дорожное строительство КР нуждается в дальнейшем развитии. Обеспеченность населения Кыргызстана жильем все еще остается низкой, она составляет 12,7 кв.м на 1 чел., что по сравнению даже со странами СНГ сильно отстает (в России – 22,0 кв. м, в Казахстане - 18,0 кв. м), за 6 мес. 2019г. в КР были введены в эксплуатацию 492,0 тыс.м² жилья.

Развитие дорожного строительства и дорожной сети также имеет очень важное значение для КР. Оно обусловлено географической особенностью нашей страны, где почти 97% всего объема грузовых перевозок осуществляется пока только автомобильным транспортом, дороги являются жизненно важными артериями экономики.

Реализуются различные государственные программы и проекты. К ним можно отнести Программу Правительства КР "Доступное жилье 2015-2020", «Основные направления развития дорожной отрасли КР на 2016-2025 годы (ОНРДО-2025)», «Основные направления развития железнодорожного транспорта КР на 2014-2020 годы», «Стратегия развития строительной отрасли КР на 2017-2025 годы» и др. Крупными инвестиционными проектами являются реализуемое сейчас строительство альтернативной автодороги Север-Юг, протяженностью 433 км, проекты реабилитации международных транспортных коридоров (по 7 направлениям) и строительства железнодорожной магистрали Север-Юг и др.

Общая протяженность автодорог КР международного значения составляет 4100 км, из них в хорошем состоянии можно считать лишь 36,3%. Дороги государственного и местного значения КР составляют 14576 км, из них 2163 км в неудовлетворительном состоянии (14,8%) [2]. На этих автодорогах имеются порядка 924 моста, 45 из них находятся в критическом и аварийном состояниях. Поэтому всеми возможными усилиями ведется их реабилитация и строительство новых автодорог. Только подведомственными предприятиями Департамента дорожного хозяйства при Министерстве транспорта и дорог КР в 2018г. выполнены объемы работ на 4404,9 млн. сомов [1].

В целом строительная отрасль КР имеет тенденцию поступательного развития. Так, общий объем валовой продукции строительства за январь-март 2019 года составил 18,1 млрд. сомов, что значительно больше за аналогичный период 2018г. (3,1% против 1,4%).

Строительство и реабилитация дорог, различных зданий и сооружений включает, наряду с другими, различные работы по устройству и ремонту коммуникаций. Возникает необходимость прокладки (или замены) коммуникаций (трубопроводы, газопроводы, кабели электросети, связи и др.), создание водопропускных дренажных сооружений, отдельных тоннелей малого сечения на дорогах и др.

При выполнении этих работ по традиционной технологии сначала выкопают траншею, затем укладывают в ней коммуникации и обратно засыпают траншею. Традиционные технологии очень трудно использовать, иногда они практически не применимы, если трасса прокладки проходит под водные преграды, автотрассы, железнодорожные пути, аэродромы, здания и сооружения в городских условиях. Строительные работы требуют больших материальных и трудовых затрат, нарушается также поверхность земли, а на объектах нужно приостанавливать деятельность или движение транспорта во время выполнения работ по

прокладке коммуникаций. В связи с этим, *разработка и создание новых технологий и средств для выполнения таких работ в строительстве является актуальной проблемой.*

Настоящая статья публикуется по результатам исследований в рамках проекта «Разработка гидроударного устройства для реализации технологии импульсной проходки скважин при добыче полезных ископаемых и при строительстве», которые проводились на научный грант (2019г.) Департамента науки МОН КР, где были выполнены следующие задачи:

составление расчетной модели гидроударного устройства, проведение инженерных расчетов, выбор и обоснование параметров его основных конструктивных узлов;
разработка конструкции и технического проекта гидроударного устройства;

исследование бестраншейных способов прокладки коммуникаций в строительстве и возможной технологии применения разрабатываемого устройства в таких работах;

В НИИ СС и на каф. «ЭТТМ» КГУСТА ведутся исследования скважинных технологий добычи полезных ископаемых бесшахтным способом и технологии бестраншейной прокладки коммуникаций в строительстве (рук. НИР - д.т.н., проф. Р.А.Мендекеев и д.т.н., проф. А.А.Асанов), по разработке конструкции нового гидроударного (гидроимпульсного) устройства для проходки скважин при осуществлении названных технологий [3,4].

Бестраншейные технологии прокладки и восстановления (реновации) инженерных сетей и коммуникаций в строительстве представляют собой перспективные инновационные технологии, в последние годы они получают хорошее развитие и в странах СНГ [5-8].

Известно, что практически со времен римской цивилизации в мировой практике применялся лишь один метод - открытый траншейный способ прокладки подземных коммуникаций, который был использован даже для строительства Лондонского метро. Но этот традиционный метод, по мере роста и в условиях плотной застройки городов, постепенно становился дорогим и не эффективным, поскольку необходимо было выполнять большой объем земляных работ и восстанавливать поверхность земли и участков объектов.

В середине XX в. был изобретен бестраншейный способ прокладки труб. Вначале он был несовершенным и непредсказуемым, поэтому в первые годы применялся только для проводки коммуникаций на короткие отрезки - через улицы и шоссе, а сама технология прокладки трубопроводов была, по сути, искаженным повторением вертикального бурения.

В 1963г. инженер Мартин Черрингтон (США) усовершенствовал бестраншейные технологии прокладки труб и стал их первооткрывателем. Изюминкой новой технологии было применение бура со скошенной головкой, поворот которого позволил задавать направление проходимой скважины. Но, все же тогдашнее оборудование было еще несовершенным, не было датчика положения бура, в качестве смазки использовалась вода, а нужный угол наклона вхождения инструмента приходилось подбирать экспериментально.

В последующем оборудование и технологии совершенствовались. Были разработаны новые буровые растворы, создавались датчики и радарные устройства, появилась возможность точно определить и контролировать буровой инструмент, тем самым прекратились отклонения траектории бурения от намеченного направления. Все это обусловило то, что с 1973 года технологии и установки бестраншейной прокладки труб стали шире применяться на стройках передовых зарубежных стран. В СССР технология пришла лишь в 1985г. и в 1987г. на заводе Уралмаш было изготовлено первое советское оборудование. В России бестраншейная прокладка осуществлялась в 1995г. и повсеместно начала применяться. В настоящее время в зарубежной практике 95% объема работ по прокладке и реконструкции подземных инженерных коммуникаций производится этими методами. В Кыргызстане бестраншейные технологии пока еще не применяются.

Различают бестраншейные технологии восстановления и прокладки трубопроводов [5,6]. Первая - технология бестраншейного восстановления включает ряд операций, в ходе которых можно полностью восстановить существующие изношенные трубопроводы или заменить их новыми. *Могут быть выполнены такие операции:* протягивание внутрь существующего трубопровода новых труб (стальных, полимерных и др.) без разрушения или с

разрушением старого; нанесение на внутреннюю поверхность старого трубопровода защитных облицовочных покрытий, которые позволяют полностью восстановить несущую способность ветхого трубопровода или устранить его различные местные дефекты (трещины, стыковые нарушения, свищи и др.), вызывающие течи и фильтрации. На данный момент известны ок. 20 технологий бестраншейного восстановления трубопроводов, среди них часто применяют следующие виды: нанесение цементно-песчаных покрытий (ЦПП) на внутренние стенки трубы; протяжка новой трубы в поврежденный старый трубопровод (с предварительным разрушением или без) специальными устройствами (пневмопробойники и др.); протяжка гибкой полимерной трубы, сжатой или сложенной в U- и C-образную формы, внутрь старого трубопровода; формирование новой трубы внутри старой путем использования гибкого рукава (чулка); навивка на внутреннюю поверхность старой трубы рулонную профильную ленту; нанесение точечных укрепляющих и закрывающих покрытий на трубы.

Перечисленные технологии имеют свои особенности и преимущества, поэтому выбор их применения зависит от предстоящей задачи проведения ремонтно-восстановительных работ на инженерных коммуникациях (водоснабжения и водоотведения, газоснабжения, теплоснабжения, прокладка кабелей и др.).

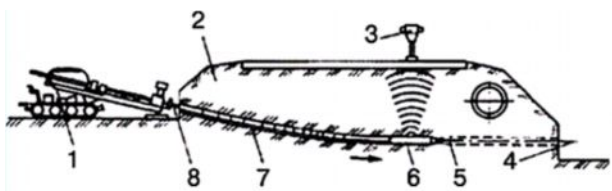
Вторая - *бестраншейная технология прокладки коммуникаций*, например, позволяет строительство трубопровода в свободном подземном пространстве без проведения или с проведением минимального объема земляных работ (возведения или уширения стартового и финишного котлованов). Наиболее распространенным способом бестраншейного строительства является *горизонтальная проходка скважины* в грунте и прокладка (протягивание) в нее отдельных модулей труб или плетей трубопроводов. Бестраншейный способ прокладки горизонтальных (наклонных) трубопроводов осуществляется при помощи 4-х основных технологий:

горизонтальное (наклонное) направленное бурение, в т. ч. шнековое бурение; микротоннелирование и минитоннелирование (проходка); ударно-импульсное и статическое продавливание (прокол грунта); раскатка (образование скважины путем уплотнения грунта).

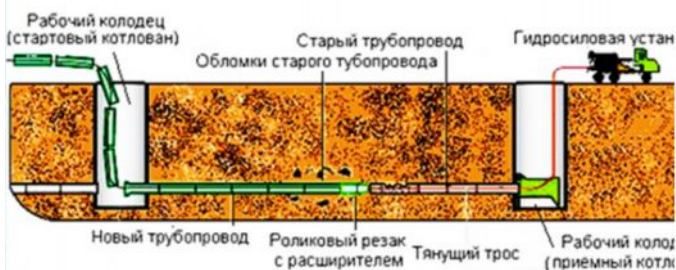
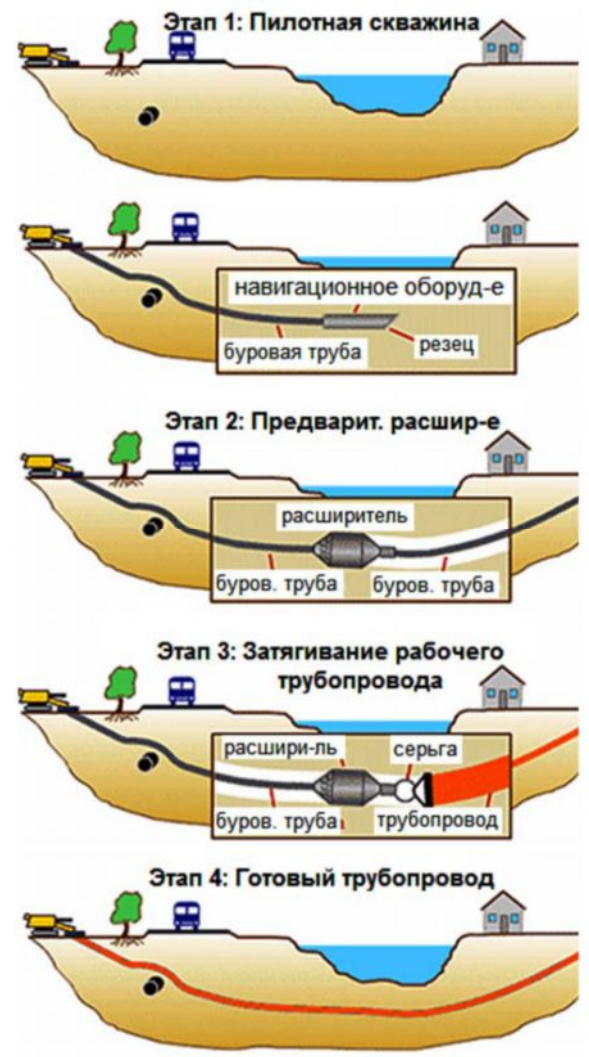
Горизонтальное направленное бурение (ГНБ) исторически возникло первым, вначале только оно представляло бестраншейную технологию прокладки коммуникаций. При реализации ГНБ вначале специальные станки производят пилотное бурение по заранее рассчитанной траектории, затем расширяют полученную скважину и *протаскивают в нее трубы из стали или полиэтилена*. После этого можно также прокладывать различные инженерные коммуникации (кабели, трубы и др.) в полость трубопровода. В зависимости от цели, задачи и применяемых установок можно прокладывать трубы диаметром от 200 до 1400 мм на длину от 50 до 2000 м. Разновидностью технологии является *горизонтальное шнековое бурение*, где одновременно бурится скважина и задавливается в грунт стальной трубопровод. На рис.1-2 показаны основные виды технологий бестраншейной прокладки.

Микро- и минитоннелирование осуществляют путем образования тоннеля диаметр от 1 до 2 м с помощью дистанционно управляемого проходческого микрощита и продавливанием в тоннель труб или др. элементов коммуникаций. Микротоннельный щит ставят в заранее выкопанный начальный (стартовый) котлован (шахту) и передвигают по заданной траектории проходки (прямо- или криволинейно). Микрощит вынимают из конечного (финишного) котлована (шахты). Длина прокладки коммуникаций, т.е. расстояние между стартовой и финишной шахтами обычно составляет 100 - 120 м, но при необходимости оно может быть увеличено в несколько раз, в этом случае используют специальные промежуточные прессы (домкратные) станции. За щитом, в образовавшийся микротоннель (скважину), при помощи домкратов продавливают трубы (из стали, железобетона, полимербетона, керамики). По мере движения микрощита, разработанный грунт выводят из скважины в стартовую шахту, например, шнеками. Достоинство микротоннелирования в том, что может быть

применено при любых грунтовых условиях (крупнообломочный грунт с включением гравия, гальки, щебня, валунов, обводнённые грунты и др.). Минимальная глубина заложения верха трубопровода от грунтовой поверхности должна быть св. 1,5 - 2 диаметра трубы. Координаты и направление проходки микрощита контролируют лазерными приборами. Силовое оборудование может быть размещено внутри щита или на поверхности земли, режущие элементы рабочего органа выбирают в зависимости от категории грунта.



Технологическая схема проведения ГНБ:
 1-буровой станок; 2-земляное сооружение; 3-радио-локатор (приемник навигационного оборудования);
 4-проектная ось коммуникации; 5-струя жидкости;
 6-буровая головка со встроенным передатчиком;
 7-лидерная скважина; 8-штанга.



Технология бестраншейной санации (реновации, восстановления) трубопровода методом прокола





Прокол грунта с помощью Продавливание в грунт трубы гидрооборудования

Рис. 1. Технологии и оборудования бестраншейной прокладки коммуникаций



Буровой станок Grundodrill 205 Tracto-

Комплект инвентаря для технологии

Technik (ФРГ) для реализации технологии(станка) ГНБ

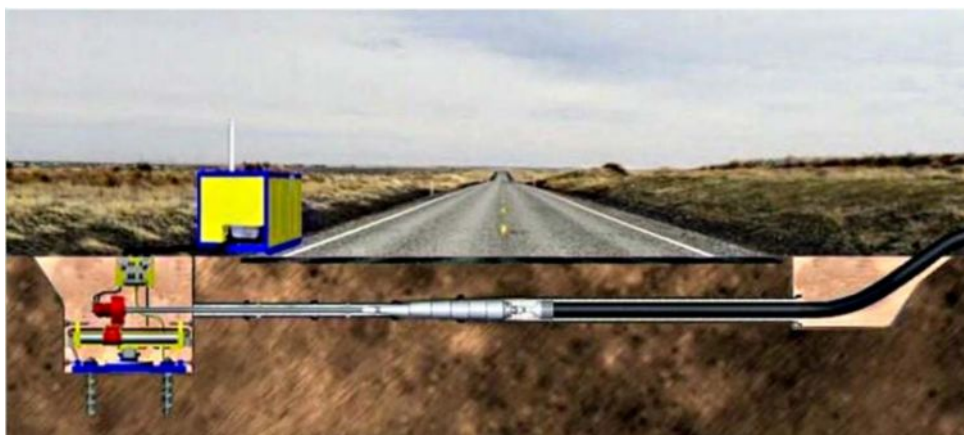
ГНБ



Буровые
Комплект для установок прокола грунта прокладке



головки для бурения
пилотной скважины при бестраншейной



Технология прокладки трубопровода раскаткой скважины Раскатчик

Рис. 2. Оборудования для бестраншейной прокладки коммуникаций

Ударно-импульсное продавливание называют также *проколом*. Оно заключается в проходке или расширении пневмо- или гидропробойниками в грунте горизонтальных скважин и затягивании в них труб диаметром до 400 мм. Разновидностью технологии является *забивка в грунт* пневмоударными машинами стальных труб диаметром 400–1400 мм. На практике, в т.ч. в России, широкое применение нашли пневмоударные машины и технологии Grundoram фирмы Tracto-Technik (ФРГ), предназначенные для вертикальной или горизонтальной забивки труб от 50 мм до 4000 мм на расстояние до 80 м под железными и авто-дорогами, зданиями и реками. Эти машины способны забивать стальные трубы в грунтах I – V кат., также и в скальном разрушенном грунте VI кат. Ряд российских фирм (ДВН-Строй, Олматекс, Строй Лидер и др.) хорошо освоили машины и технологии Tracto-Technik.

В ИГД СО РАН разработаны и успешно начали применяться новые пневмомолоты «Тайфун», способные забивать в грунт трубы диаметром до 1,2 м при бестраншейной прокладке коммуникаций, а также швеллера, двутавра и др. профилей при усилении грунтовых откосов, создании защитных экранов при проходке тоннелей под дорогами.

Раскатка представляет собой технологию образования скважины в грунте с помощью специального инструмента – раскатчика, путем непрерывной деформации и формирования, уплотнения ее стенок. Катки раскатчика обкатываются по своим забоям, причем каждый следующий из них входит в участок скважины, раскатанной предыдущим катком, тем самым увеличивая ее и обеспечивая уплотнение стенок на толщину ок. 3-4 диаметра скважины. Она применяется для проходки в грунте горизонтальных и наклонных скважин под коммуникаций при осуществлении бестраншейной технологии прокладки, а также и вертикальных скважин при усилении оснований фундаментов зданий, создании буронабивных свай и др. Станки прежних конструкций обеспечивали проходку горизонтальных скважин диаметром 50...230 мм на расстояние до 50 м. Технология имеет такие преимущества: относительно низкая энергоемкость процесса; работа без вибрации и шума; экономия энергии, воды и трудовых ресурсов (зарплата); исключение необходимости применения бурового раствора и насосных установок (для подачи воды и раствора к буровому инструменту) или компрессора (для подачи сжатого воздуха), что, в конечном счете, уменьшают себестоимость буровых работ до 60% в зависимости от диаметра скважины.

Благодаря таким свойствам технологии раскатки, в последние годы появились новые более совершенные конструкции станков. К ним можно отнести самоходные реверсивные проходчики и проходчики-расширители моделей DR-60...DR-500 компании «Р-техно» (Россия), которые пока не имеют аналогов в мире и предназначены для «сухого бурения»

(формирования) скважин диаметром от 35 до 500 мм в уплотняемых грунтах I-IV категорий. Глубина (длина) проходки скважин определяется количеством наращиваемых штанг в зависимости от поставленных задач, теоретически не ограничена.

Недостатками (ограничением) технологии раскатки являются то, что ее нельзя применять в скальных, сухих сыпучих, мерзлых и влажных (более 5%) грунтах, а также в подземных пространствах, насыщенных коммуникациями, которые из-за сильного уплотнения грунта при раскатке скважины могут быть деформированы и выйти из строя.

Как видно из вышеописанных технологий бестраншейной прокладки коммуникаций, почти во всех случаях необходимо проходить в грунте скважину.

В самом начале технология прокола грунта выполнялась чисто механическим способом, позже появились его более совершенные виды: вибропрокол и *гидропрокол*. Метод гидропрокола сравнительно новый и получает развитие в последние годы. Гидропрокол и различные варианты гидравлического способа бурения (*гидробурения*) скважин проводятся с помощью воды под высоким давлением, требуют источника воды и места сброса пульпы.

Установки для гидропрокола примерно представляют собой металлическую трубу с конической насадкой, соединенную с помощью шлангов (до 15 м) с баком для воды (объем 400-500 л) и гидравлическим насосом. Прокол производится с прокладыванием трубы. При диаметре труб до 100 мм, вода подается непосредственно в трубу, которая выходит через коническое сопло (насадку, рис.3,а) под давлением 0,15-1,5 МПа. В случае прокладки труб большего диаметра (100-400 мм), для подачи воды используется специальная насадка, которую крепят в диафрагме трубы в концевой части наконечника (рис. 3,б) [7]. Вода разру-

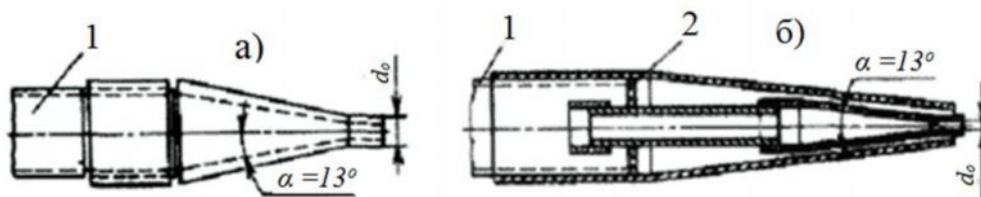


Рис.3. Насадки для гидропрокола: 1-труба; 2-диафрагма;
а) для труб с диаметром 70-100 мм; б) для труб с диаметром 100-400 мм.

шает и размывает грунт, стекается в виде пульпы в приямок, прокладывая скважину. Технология гидропрокола позволяет прокладывать коммуникации (трубы) с большой производительностью (до 30 м в смену) на глубину 20-30 м, что является пока ее ограничением. Оно связано с возможностью значительного отклонения скважины от заданного направления и особенностей стекания пульпы. Обычно используются секции труб длиной 1..2 м, которых соединяют резьбовыми муфтами.

В настоящее время проходят промышленную апробацию и другие методы гидропрокола и гидробурения скважин для бестраншейных технологий, в рамках данной статьи они пока не будут рассмотрены.

Далее приводим итоговые результаты наших исследований по созданию гидроударного устройства для проходки скважин при добыче полезных ископаемых и осуществлении бестраншейных технологий прокладки коммуникаций в строительстве [3,4].

Нами в первом приближении разработана конструкция нового электро-гидроимпульсного устройства для проходки скважин. Предлагаемое нами устройство также действует при помощи воды и немного схож с устройствами гидропрокола. Наши исследования показали возможность создания гидроимпульсного (гидроударного) устройства на основе использования хорошо проверенного на практике, известного эффекта Юткина.

На рис.4 показаны принципиальная конструктивная схема гидроударного устройства согласно Патенту КР №2128 (2018г.) и чертеж общего вида технического проекта устройства (рис.4,б), разработанного на основе данного изобретения. Приводим описание конструкции и принцип работы устройства по патенту (рисунок чертежа общего вида сильно уменьшен, поэтому просмотр затруднен).

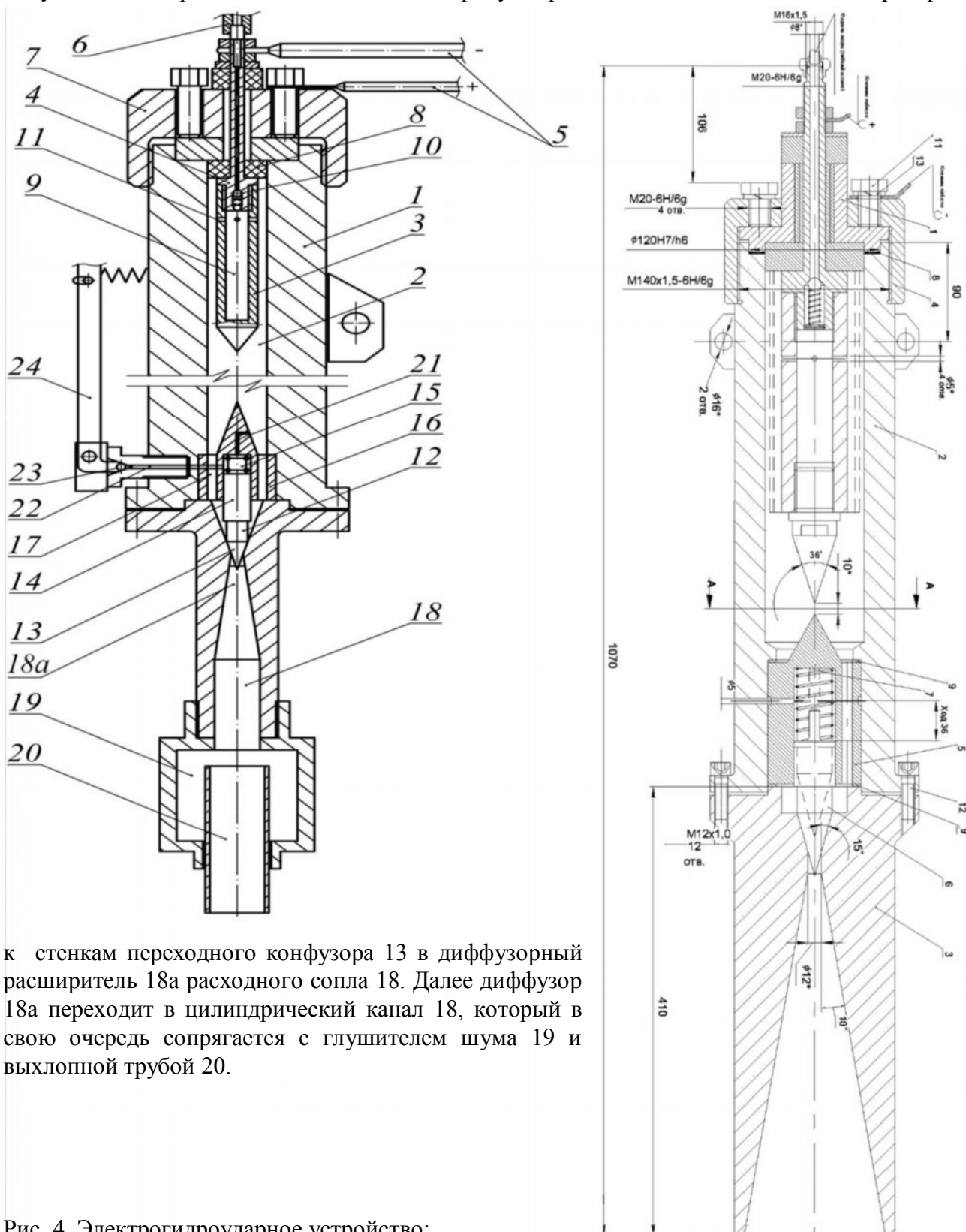
Гидроударное устройство включает в себя трубчатый корпус высокого давления 1 с гидрозарядной полостью 2, в которой смонтирован жаростойкий центральный электрод 3. Электрод 3 жестко связан трубчатой стяжкой 4 с положительным электродом 5 питающей сетью постоянного тока и водоподводящей трубкой 6. Электрод 3 опирается на крышку 7 через жаропрочный изолятор 8, который может быть выполнен из кварцевого стекла или оксида алюминия. Центральный электрод 3 имеет трубчатую форму и имеет полость 9, связанную с осевой водоподводящей трубкой 6 через обратный шаровой обратный клапан 10, также боковые отверстия 11, соединяющие полость 9 с полостью 2 корпуса (ствола) 1.

На своём выходе полость 2 оборудована запорным клапаном 12 в виде двухступенчато-го цилиндрического тела с конусной головкой 13, перекрывающей участок переходного конфузора 13 от полости 2 в диффузор 18а расходного сопла 18. Запорный клапан 12 с конусной головкой 13 имеет площадь сечения меньше сечения ступени 14.

Цилиндрическая полость 15 соединена с полостью 2 через тонкий канал 21, и с атмосферой - через второй канал 22, имеющий кратно большее сечение, чем канал 21. Канал 22 нормально закрыт посредством шарового клапана 23, который прижат к устью канала 22 подпружиненным рычагом 24.

Гидроударное устройство работает следующим образом. В полость 2 ствола высокого давления 1 подается минерализованная вода, т.е. слабый электролит. Вода поступает по токопроводному трубчатому каналу 4 в полость 9 электрода 3, а далее через отверстия 11 заполняет полость 2, которая герметично перекрыта конусной головкой 13 клапана 12. Включается электросеть 5 и производится электро-разрядный перегрев слабого электролита в тонком зазоре между стенками полости 2 и стенками электрода 3 в течение некоторого периода времени. Клапан 10 перекрывает выход зарядной воды в сторону канала запитки 6. Вода в полости 9 ниже отверстий 11 не участвует в электроразрядном перегреве и служит для охлаждения электроразрядных стенок электрода 3. Под действием высокой температуры и соответствующего паро-ионного преобразования воды, последняя сжимается в пределах своего физического коэффициента сжатия с возмещением сжатого объема воды объемом паро-ионной субстанции. Давление паро-ионной субстанции в стволе может достигать 5 тыс. атмосфер и более. При достигнутом заданном давлении в полости 2 и, следовательно, в полости 15 осевого цилиндра 16, оно преодолевает прижимное действие рычага 24 и давление в полости 15 резко падает, так как восполнение его через тонкий канал 21 запаздывает из-за значительно меньшей пропускной способности. Поскольку ступень запорного клапана 12 с конусной головкой 13 имеет меньшее сечение, чем притёртая ступень 14, то давление в полости 2, действуя на кольцевую площадку перехода от одного сечения к другому, перемещает тело клапана с конусной головкой внутрь свободной полости 15, тем самым открывает путь для выброса водо-паро-ионной субстанции с очень высоким давлением в расширительный гидродинамический канал сопла 18, *произойдет мощный гидроудар*, приводящий к разрушению грунта и горной породы на своем пути. *Разрушение будет иметь цилиндрическую форму, т.е. форму скважины*, на торец которого воздействует самое высокое разрушающее давление. Таким образом обеспечивается проходка скважины в грунте или в массиве горной породы.

Ступень большего диаметра 14 запорного клапана 12 плотно притёрта внутри цилиндрической осевой полости 15 относительно полости 2 цилиндра 16, имеющего полукольцевые проточки 17 для сквозного пропуска рабочей жидкости. Головка 13 притёрта



к стенкам переходного конфузора 13 в диффузорный расширитель 18а расходного сопла 18. Далее диффузор 18а переходит в цилиндрический канал 18, который в свою очередь сопрягается с глушителем шума 19 и выхлопной трубой 20.

Рис. 4. Электрогидроударное устройство:
а) – принципиальная конструкция (слева); б) – чертеж общего вида технического проекта (справа).



Расширительный тракт предусмотрен для преобразования сравнительно тонкой струи из расходного сопла в короткий цилиндр, имеющий значительно больший разрушительный эффект при контакте с разрушаемым объектом, в частности горной породы. При этом достигается более высокий КПД затраченной энергии от объемного расширения пара при одновременном снижении уровня шума выхлопа.

Описанный цикл работы гидроударного устройства повторяется. Для чего после выхода и совершения гидроудара водо-паро-ионной смеси, полость 2 ствола 1 вновь заполняется водой и все процессы повторяются по циклу. Частота цикла зависит от частоты питающей сети, точнее от генератора импульсных токов (ГИТ), который служит приводом.

Эффективность разрушения, следовательно, проходки скважины зависит от ряда факторов: от электрофизических свойств промывочной жидкости (электролита), от параметров электрического тока (разрядного напряжения, силы тока), от объема рабочих полостей и надежности работы клапанов и узлов, от частоты импульсов и др.

Предлагаемое нами гидроударное устройство отличается от известных тем, что здесь оно замкнуто в самое себя, т.е. здесь разрушаемый объект – грунт или горная порода не участвует в пробое электроразряда. Следовательно, оно как бы не зависит от электрических свойств разрушаемого объекта. На объект оказывается только механическое воздействие ударной волны пароводяной смеси, формируемой самим устройством. Этой особенностью оно схоже с вышеописанным устройством гидропрокола, технологическая схема также аналогична, за исключением лишь того, что кроме подвода воды к устройству, добавляется еще силовой кабель от питающей электросети (ГИТ). В отличие от устройств гидро-прокола, здесь большая часть воды используется в основном для удаления пульпы. При проходке скважин гидроударным устройством могут быть использованы вспомогательные технические устройства (спуско-подъемные механизмы, насосные и эрлифтовые устройства и др.), которые традиционно входят в состав бурового комплекса для бурения скважин.

Список литературы

1. Информация об итогах социально-экономического развития Кыргызской Республики за январь-декабрь 2018 года // Министерство экономики КР; URL: <http://mineconom.gov.kg/froala/uploads/file/1950125a16118d0c0d8d5ee1c022b3b6f653cbad.pdf> (дата обращения: 19.07.2019).
2. Постановление Правительства КР «Об утверждении основных направлений развития дорожной отрасли на 2016-2025 годы» от 1 июля 2016 года №372 // Министерство юстиции КР; сайт. - Бишкек, 2018. URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/98583> (дата обр.: 19.07.2019).
3. Мендекеев Р.А. Перспективы применения скважинных геотехнологий при добыче полезных ископаемых в Кыргызстане [Текст] / Р.А.Мендекеев и др. // Вестник КГУСТА. - 2018. - №3. - С.121-129.
4. Асанов А.А., Гуменников Е.С. Гидроударное устройство: Патент КР №2128, МКИ E21C 25/60 (2018.01), E21C 45/00 (2018.01). – Б.: Кыргызпатент, 28.02.2019. - Бюл. № 2. – 7 с.
5. Орлов В.А. Технологии бестраншейной реновации трубопроводов [Текст]: Научное издание / В.А. Орлов, А.В. Михайлин, Е.В. Орлов. - М.: Издательство АСВ, 2011. - 136 с.
6. Орлов В.А. Технологии бестраншейной прокладки и ремонта трубопроводов [Текст] / В.А.Орлов. – М.: МГСУ, 2012. -210 с.
7. Рыбаков А.П. Основы бестраншейных технологий (теория и практика) [Текст]: Технический учебник-справочник / А.П. Рыбаков. - М.: Пресс Бюро №1, 2005. - 304 с.