

пряжение наблюдается на среднем участке трубопровода, поскольку данное сечение является наиболее опасным сечением, возникающем под действием изгиба и внутреннего давления.

Результаты анализа нелинейного напряженно-деформированного состояния участка трубопровода позволяют оценить его несущую способность с учетом влияния на него таких факторов, как: воздействие внутреннего давления, температурный перепад, собственный вес трубопровода, вес транспортируемого продукта.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Айнбиндер А.Б. Расчет магистральных и промысловых трубопроводов на прочность и устойчивость: Справочное пособие. — М.: Недра, 1987. — 287 с.
2. Бабин Л.А., Быков Л.И., Волохов В.Я. Типовые расчеты по сооружению трубопроводов. — М.: Недра, 1979. — 176 с.
3. Бородавкин П.П. Подземные трубопроводы. — М.: Недра, 1982. — 384 с.
4. Бородавкин П.П. Механика грунтов в трубопроводном строительстве. — М.: Недра, 1976. — 280 с.
5. Бородавкин П.П., Быков Л.И., Яблонский В.С. Об устойчивости подземных и наземных трубопроводов / Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов: Тр. НИИ Транснефть. — Вып. III. — М.: Недра, 1964. — С. 155–164.
6. Бородавкин П.П., Таран В.Д. Трубопроводы в сложных условиях. — М.: Недра, 1968. — 303 с.
7. Флорин В.А. Основы механики грунтов [Текст]: в 2 т. — М.-Л.: Госстройиздат, 1961. — Т. 1 — 357 с.; Т. 2 — 544 с.

© Коллектив авторов, 2015

Николаева Мария Валентиновна // mnikolaeva1990@gmail.com
Бердыев Саид Сангинмуродович // sidbersan@gmail.ru
Попов Валентин Всеволодович // pvv791011@mail.ru
Иванов Андрей Владимирович // av_ivanov1@mail.ru
Капитонова Тамара Афанасьевна // kapitonova@iptpn.usn.ru
Стручкова Галина Прокопьевна // kapitonova@iptpn.usn.ru

УДК 622.24

Тимофеев Н.Г., Скрыбин Р.М., Аргунов Б.В. (Северо-Восточный федеральный университет)

О МОДЕРНИЗАЦИИ ШНЕКО-АККУМУЛИРУЮЩЕГО БУРОВОГО СНАРЯДА БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

При разведке россыпных месторождений полезных ископаемых в условиях криолитозоны выполняется значительный объем сооружения разведочных шурфов. В этой области актуальной научно-технической задачей является замена технологии шурфопроходки буровыми работами (шурфоскважины) с одновременным снижением себестоимости и повышением эффективности бурения шурфоскважин по валунно-галечниковым отложениям. Отмеченную задачу можно решить путем совершенствования конструкции разработанного шнеко-аккумулятирующего бурового снаряда [6]. **Ключевые слова:** шнеко-аккумулятирующий буровой снаряд, шурфоскважина, криолитозона.

Timofeev N.G., Skryabin R.M., Argunov B.V. (North-Eastern federal university)

ABOUT MODERNIZATION AUGER-DRILL ACCUMULATE LARGE DIAMETER

At investigation of loose mineral deposits in the conditions of a kriolitozona the considerable volume of a construction of prospecting holes is carried out. In this area, an actual scientific and

*technical task is replacement of technology of a shurfoprokhodka with drilling operations (shurfoskvazhina) with simultaneous decrease in prime cost and increase of effectiveness of drilling shurfoskvazhin on bouldery and pebble deposits. Noted problem can be solved by perfecting of a design of the developed shneko-heat-sink boring shell. **Key words:** auger-accumulating drill, pit well, permafrost.*

Основная часть россыпных месторождений полезных ископаемых (алмазов, золота, олова и др.) находится в арктической зоне северо-востока страны, где преобладает мощная толща многолетнемерзлых пород с особыми условиями для выбора техники и технологии буровых работ.

В Республике Саха (Якутия) значительные объемы разведки и разработки россыпных месторождений алмазов выполняет ОАО «Алмазы Анабара». Разведочные работы основаны на устаревающей технологии шурфопроходческих работ и осуществляются в основном дорогостоящими, малопроизводительными и небезопасными буровзрывными работами, которые ведутся только в зимнее время года в выработках глубиной до 15–20 м с большой долей ручного труда, что обуславливает трудоемкость и определенную опасность всего процесса. Для замены устаревшей и малопроизводительной технологии шурфопроходческих работ при разведке россыпных месторождений в условиях криолитозоны сотрудниками и студентами кафедры Технологии и техники разведки месторождений полезных ископаемых геологоразведочного факультета ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» совместно с ОАО «Алмазы Анабара» спроектирован и изготовлен опытный вариант шнеко-аккумулятирующего бурового снаряда (ШАС) диаметром 750 мм с поинтервальным отбором разрушенной породы (рис. 1).

Разработанный шнеко-аккумулятирующий буровой снаряд [6] с поинтервальным отбором проб имеет следующие преимущества:

используется относительно упрощенная конструкция бурового снаряда (стандартные буровые инструменты);

шнековый транспортер расположен внутри колонковой трубы, при этом разрушенная порода не затирается в стенки скважины и обеспечивается качественный отбор пробы в полном объеме;



Рис. 1. Шнеко-аккумулятирующий буровой снаряд диаметром 750 мм

ограниченная длина шнекового транспортера (2–3 витка) в колонковой трубе снижает расход мощности привода буровой установки на вращательное бурение;

поинтервальный (рейсовый) отбор разрушенной породы, исключающий потери и разубоживание соседними интервалами, обеспечивает высокое качество и представительность пробы в данном интервале;

снижаются осложнения транспортировки мерзлой разрушенной породы, которые характерны при работе стандартного шнека в открытом стволе скважины, связанные с процессом прилипания, смерзания льдистой разрушенной породы на ребрах шнека и стенке скважины при температурных колебаниях на забое и в стволе скважины;

расширяются возможности оптимизации рационального режима бурения (C_o , n): увеличение частоты вращения (n) при ограничении и стабилизации осевой нагрузки (C_o);

возможны как технологические, так и валовые опробования месторождения.

Процесс бурения шурфоскважин в условиях криолитозоны разработанным снарядом может быть осложнен при встрече значительного содержания крупных валунно-галечниковых отложений. Очередной задачей совершенствования разработанного шнеко-аккумулирующего снаряда является модернизация ее конструкции для технологии ударно-вращательного бурения с использованием высокочастотных ударных импульсов пневмоударников.

Совершенствованием проходки разведочных шурфов занималось в разные годы немалое количество исследователей и научных организаций. Среди них особое внимание заслуживают исследования группы Л.Г. Грабчака (МГРИ-РГГРУ) [3, 4]. Ими выполнен большой объем исследований по технике и технологии проведения шурфов и бурению скважин большого диаметра различными способами, даны практические рекомендации по их применению в различных горно-геологических условиях.

Вопросами разработки техники и технологии проходки шурфов и бурения скважин большого диаметра по валунно-галечниковым отложениям на протяжении многих лет занимался ЦНИГРИ. В частности, большое внимание решению этих проблем уделили В.П. Кренделев, В.В. Махотин, В.М. Минаков, В.А. Орьев [1, 2, 4]. Ими проведены многоэтапные исследования по влиянию на процесс бурения шурфоскважин по валунно-галечниковым отложениям гранулометрического состава пересекаемых скважиной горных пород, приведены результаты экспериментальных исследований работы различных конструкций породоразрушающих инструментов и даны рекомендации по их применению в зависимости от физико-механических свойств пород разведываемого участка.

Многие исследователи отмечают, что при бурении разведочных скважин большого диаметра в условиях мерзлых пород на разведке россыпных месторождений полезных ископаемых эффективным способом транспортировки разрушенной породы является механическое удаление шлама с помощью винтового транспор-



Рис. 2. Шнековое бурение скважин

тера (шнека), выполняющего одновременно функцию бурильной колонны [1, 2, 8]. В процессе бурения шнековый рабочий орган совершает вращательно-поступательное движение и разрушенная порода, отделенная долотом, попадает на спираль шнека и начинает вращаться вместе с ним (рис.2). За счет вращательного движения на разрушенную породу действует центробежная сила, отбрасывающая ее от центра вращения шнека к стенкам скважины.

В российской практике по способу разрушения породы практическое применение для сооружения горных выработок (скважин большого диаметра, шурфоскважин и др.) нашли следующие способы бурения: вращательный, ударный, ударно-вращательный, вибрационный и др.

Производительность традиционного способа бурения скважин, особенно в условиях многолетнемерзлых пород, значительно повышается при одновременном воздействии на породоразрушающий инструмент осевой нагрузки, крутящего момента и ударных импульсов, создаваемых специальными забойными машинами, которые приводятся в действие энергией потока промывочной жидкости (гидроударники) или сжатого воздуха (пневмоударники).

В настоящее время одним из эффективных способов бурения скважин VII–XII категорий по буримости остается пневмоударник. Наиболее целесообразно использование пневмоударников для бурения твердых неводненных пород, толщ многолетней мерзлоты, в высокогорных и пустынных районах, а также в условиях поглощения промывочной жидкости [8]. Основная часть энергии сжатого воздуха погружных пневмоударников расходуется на привод ударного механизма. Оставшаяся малая часть идет на продувку забоя скважины. В процессе бурения нередко крупные частицы шлама не выносятся на поверхность. Для их улавливания рекомендуется включать в буровой снаряд шламовую трубу.

При пневмоударном бурении основными параметрами технологического режима бурения являются: осевая нагрузка, частота вращения бурового снаряда, частота ударов пневмоударника, которая определяется

как функция давления, подаваемого в скважину сжатого воздуха и его расхода в единицу времени.

Современные буровые установки, широко внедряющиеся в строительной индустрии, могут быть использованы при соответствующем совершенствовании в геологоразведочных работах:

Предлагаемые компанией ООО «ДрилТулс» (DrillTools), специализирующейся на поставке бурового инструмента для строительных и горнодобывающих компаний нашей страны, пневмоударники большого диаметра и кластеры, предназначенные для бурения скважин под сваи, скважин под опоры электропередач, скважин технического назначения диаметром 250–1500 мм по породам высокой крепости, которые трудно бурить традиционным вращательным способом. По крепким породам скорость бурения пневмоударника значительно превышает скорость бурения вращательным способом, что позволяет увеличивать норму выработки бурового станка и уменьшать общие затраты на бурение.

Кластерный пневмоударник представляет собой стальной цилиндрический корпус с несколькими, установленными внутри погружными пневмоударниками с долотом 251 мм. Пневмоударники установлены в барабане таким образом, чтобы каждый из них описывал свою траекторию, обеспечивающую бурение полным забоем. Кластерные пневмоударники (или низкопрофильные буры) используются для бурения скважин диаметром от 380 до 2500 мм по крепким породам и применяются в строительстве и в горном деле для бурения кессонов, разведочных скважин, стен в грунте, колодцев под сваи и т.д.

Кластерные пневмоударники с корзиной для сбора шлама (рис. 3) предназначены специально для высокотехнологичных строительных буровых установок с Келли технологией.

Такая технология является экономически выгодной с точки зрения капитальных затрат и обслуживания по следующим причинам:

- ускоряются спуско-подъемные операции;
- нет необходимости замены штанги Келли на полую буровую штангу. Кластерный пневмоударник устанавливается на штангу Келли, а воздух подается через РВД, пущенный параллельно;
- не требуется вертлюг, т.к. нет непрерывного вращения бурового става;
- не требуется демпферный переходник, благодаря низкой вибрации кластера.

Производителем предлагается совершенный вид бурового инструмента, шнековый пневмоударник (рис. 4), который позволяет значительно повысить производительность на бурение пород средней крепости и одновременно обеспечивает аккумуляцию разрушенной породы. Это эффективно сказывается при геологоразведочных работах, где требуется сохранить представительность отбираемой пробы и преодолеть валунно-галечниковые отложения.

Основными недостатками перечисленных способов являются — высокая цена установок и бурильных инструментов, недостаточная мобильность в труднодоступных районах Севера, большинство предлагаемых

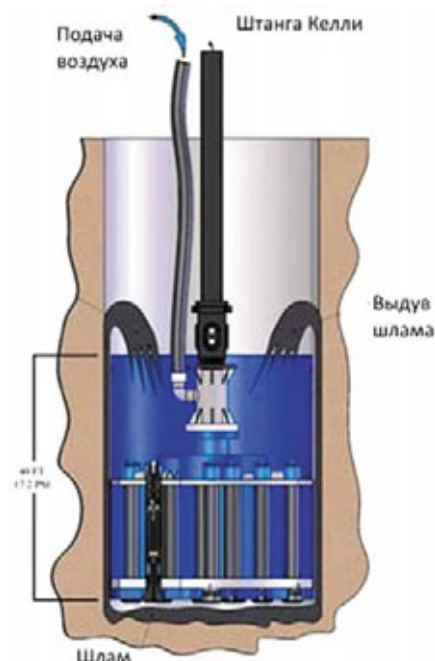


Рис. 3. Кластерные пневмоударники с корзиной для сбора шлама



Рис. 4. Шнековые пневмоударники большого диаметра

инструментов не имеют возможности бурения без промывки и обсадных труб.

Что касается недостатка шнекового пневмоударника, то это малоэффективность аккумуляции разрушенной породы по шнеку вследствие избыточной вибрации, возникающей при работе пневмоударника, что способствует снижению представительности отбираемой пробы из скважины [7].

Исходя из вышеизложенного, основным направлением дальнейшего совершенствования, разработанного шнеко-аккумулирующего бурового снаряда при разведке россыпных месторождений полезных ископаемых по мерзлым породам с содержанием крупных валунов, является создание и разработка новой кон-

струкции бурового снаряда большого диаметра, который позволит производить бурение шурфоскважин комбинированным (ударно-вращательным) способом посредством пневмоударника. Такой способ позволит решить несколько ключевых производственных задач — это повышение эффективности проходки по валунно-галечниковым отложениям с одновременным аккумулярованием разрушенной породы в пробоприемной камере бурового снаряда, охлаждение породоразрушающего инструмента и очистка забоя шурфоскважины.

Для достижения поставленной цели по модернизации шнеко-аккумулирующего бурового снаряда необходимо обозначить и решить следующие основные задачи:

буровой снаряд для повышения качества опробования должен обеспечивать поинтервальный отбор пробы с любого интервала скважины [7];

техника и технология бурения шурфоскважин должны быть эффективны в осложненных горно-геологических условиях (с содержанием валунов разной размерности в условиях криолитозоны);

при разработке конструкции инновационного шнеко-аккумулирующего бурового снаряда необходимо учитывать расположение пневмоударного устройства в породоразрушающем инструменте. Это позволит значительно уменьшить возникающие вибрации на шнековый транспортер, что должно способствовать благоприятному транспортированию и аккумулярованию пробы;

технология бурения разрабатываемого бурового снаряда должна учитывать работу по принципу Келли-штанги [4]. В этом случае исключается возможность попаданий посторонних предметов в скважину и при спуско-подъемных операциях порода в полном объеме сохраняется в буровом снаряде, не высыпаясь при отсоединении буровых штанг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брылин В.И. Бурение скважин на россыпи: Учеб. пособие / В.И. Брылин. — Томск: ТПУ, 2000. — С. 3–65.
2. Брылин В.И. Бурение скважин специального назначения: Учеб. пособие / В.И. Брылин. — 3-е изд. — Томск: ТПУ, 2009. — 255 с.
3. Грабчак Л.Г. Горноразведочные работы. — М.: Высш. шк., 2003. — 661 с.
4. Грабчак В.Л. Обоснование оптимальных параметров процесса бурения геологоразведочных шурфов в моренных отложениях: Дис... канд. техн. наук. — М., 2009. — 137 с.
5. Терминология недропользования / Под ред. А.П. Карпикова. — М.: «Щит-М», 2008. — 160 с.
6. Скрыбин Р.М., Тимофеев Н.Г. Разработка бурового снаряда для бурения скважин большого диаметра (Ø500 мм и более) на разведке россыпных месторождений Севера // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. — 2012. — Т. 9. — № 1. — С. 85–90.
7. Сулакшин С.С. Способы, средства и технология получения представительных образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин: Учеб. пособие. — Томск: НТЛ, 2006. — 230 с.
8. Соловьев Н.В., Кривошеев В.В., Башкатов Д.Н. Бурение разведочных скважин / Под общей ред. Н.В. Соловьева. — М.: Высш. шк., 2007. — 904 с.

© Тимофеев Н.Г., Скрыбин Р.М., Аргунов Б.В., 2015

Тимофеев Николай Гаврильевич // Yakutsk_09@mail.ru
Скрыбин Рево Миронович // Yakutsk_09@mail.ru
Аргунов Бэргэн Викторович // argunovb@mail.ru

Атласов Р.А.^{1,2}, Скрыбин Р.М.¹, Иванов А.Г.¹, Левверьев С.А.¹ (1 — Северо-Восточный федеральный университет, 2 — ИПНГ СО РАН)

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШАБЛОН-КАЛИБРАТОРА

*В данной работе рассмотрен разработанный в Северо-Восточном федеральном университете шаблон-калибратор — ПМ 147344. Устройство является инновационным элементом компоновки низа бурильной колонны, спускаемой в скважину для калибровки ствола перед спуском обсадной колонны. Определены основные достоинства шаблон-калибратора в сравнении со стандартными калибрующими устройствами. Описана типовая конструкция и методика изготовления в полевых условиях. **Ключевые слова:** калибратор, расширение ствола скважины, проработка стенок, компоновка низа бурильной колонны, режим бурения.*

Atlasov R.A.^{1,2}, Scryabin R.M.¹, Ivanov A.G.¹, Leverevev S.A.¹ (1 — North-Eastern federal university, 2 — IPNG SB RAS)

DEVELOPMENT CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS TEMPLATE CALIBRATOR

*In this paper we consider the developed in the North-Eastern federal university template Calibrator — UM 147344. The device is an innovative element of the bottom of a boring column, lowered into the well to calibrate the trunk before running casing. The main advantages of a template-calibrator when compared with standard sizing tool. We describe a typical design and manufacturing methods in the field. **Key words:** calibrator extension borehole, design of the walls borehole, BHA, drilling mode.*

Перед некоторыми технологическими операциями в скважине, такими как: проведение ГИС, испытание пласта на трубах, спуск обсадной колонны требуется проведение подготовительных мероприятий. Одним из ключевых является проработка ствола скважины. На территории Республики Саха (Якутия) в осложненных геологических разрезах, представленных трещиноватыми доломитами, мергелями, слабосцементированными песчаниками, глинами и наличием на 80 % территории мощных многолетнемерзлых пород, применение стандартных средств калибровки ствола скважины приводит к увеличению коэффициента кавернозности [1].

В данной работе предлагается разработанный нами шаблон-калибратор — ПМ 147344. Похожие по конструкции, различные вариации калибрующих ствол скважины устройств, применяются буровиками по всей стране. Данное устройство позволяет объединить процесс проработки и шаблонирования ствола скважины. Обладая тем же диаметром что и спускаемая обсадная колонна, шаблон-калибратор крепится над наддолотным переводником в составе компоновки низа бурильной колонны. Помимо проработки ствола скважины перед спуском обсадных труб устройство применимо при проработке ствола скважины перед геофизическими исследованиями скважины, испытанием пласта в бурильных трубах, а также в бурении.