НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ТЕХНИКИ РАЗВЕДКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

# СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

## I СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ФОРУМ СТУДЕНТОВ – БУРОВИКОВ»

Днепропетровск 2010

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

# НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра техники разведки месторождений полезных ископаемых

**Оргкомитет конференции**

| | |
|---|---|
| **Председатель оргкомитета** | **декан геологоразведочного факультета Приходченко В.Ф.** |
| **Заместитель председателя** | **зав. кафедрой техники разведки МПИ Давиденко А.Н.** |
| **Ответственный за проведение** | **асс. кафедры техники разведки МПИ Игнатов А.А.** |
| **Ответственный секретарь** | **асс. кафедры техники разведки МПИ Камышацкий А.Ф.** |

**Верстка и редактирование: А.Ф. Камышацкий**

**49000, Украина, г. Днепропетровск, пр. Карла Маркса 19, НГУ,**
**кафедра Техники разведки месторождений полезных ископаемых (ТРМПИ).**
**тел. (+38) (0562) 46-63-46**
**факс (+38) (056) 744-62-11**
***e-mail* – trmpi@yandex.ru**

УДК 622.24

# РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО ТРУБОРЕЗА

**Кортуков А.С., группа БС-09с**
Донецкий национальный технический университет, Украина
*Научные руководители – проф., к.т.н. Юшков А.С., доц., к.т.н. Юшков И.А.*

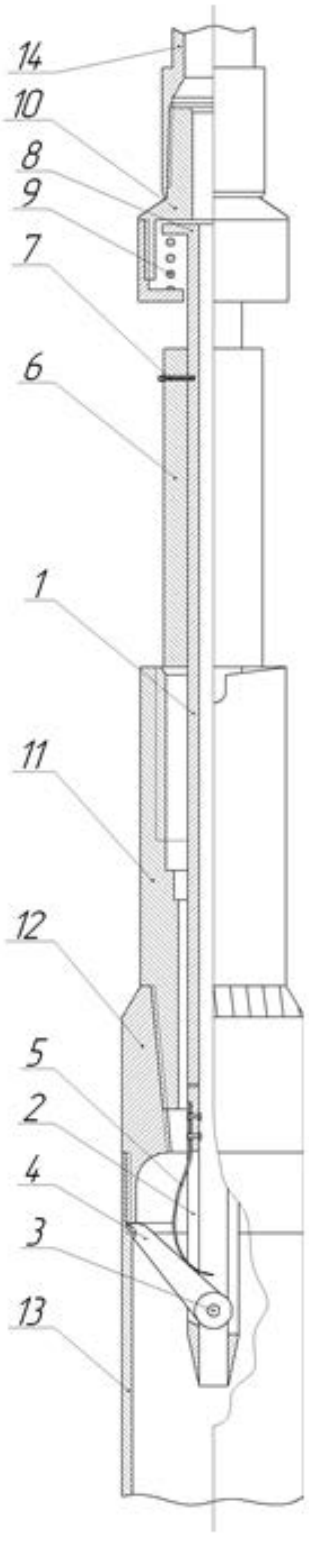



Рисунок – Схема трубореза

При ликвидации прихватов после отвинчивания колонны бурильных труб по отсоединительному переходнику и неэффективных попыток применения виброударных устройств обычно прибегают к разрезанию переходника для доступа внутрь колонковой трубы. Эта операция трудоемка и не всегда дает положительный результат. Кроме того, при диаметре бурения 93 мм приходится использовать коронку 76 мм, разрезать оставшуюся часть отсоединительного переходника, который имеет диаметр 65 мм. А при диаметре бурения 76 мм необходимо отрезать и переходную часть снаряда между отсоединительным переходником и переходником на колонковую трубу. Это обычно не удается выполнить соосно.

Предлагается конструкция внутреннего трубореза, корпус которого диаметром 25 мм свободно проходит через внутренний канал отсоединительного переходника.

Разработанный труборез (см. рисунок) включает пустотелый стержень 1, в окне 2 которого на оси 3 размещен резец 4 и плоская пружина 5. На стержень 1 на скользящей поадке, одета втулка 6, на верхнем конце стержня размещен упор 8. В головке 10 расположена пружина 9, с возможностью взаимодействия с упором 8 стержня 1. Втулка 6 закреплена на стержне 1 с помощью срезной шпильки 7.

Труборез навинчивают на муфту замка 14 колонны бурильных труб СБТМ-50 и опускают в скважину. В скважине находится прихваченный колонковый набор в составе трубы 13, переходника 12 и нижней части отсоединительного переходника 11.

При спуске трубореза втулка 6, зафиксированная шпилькой 10, удерживает резец 4 внутри окна 2 стержня 1. Пружина 5 при этом находиться в напряженном состоянии. В отверстие во втулке 6 и стержне 1 вставляют шпильку 10.

Стержень 1 входит в осевое отверстие центрального канала отсоединительно переходника.

Втулка 6 упирается в торец отсоединительного переходника 11. Под действием веса снаряда срезается шпилька 10 и стержень перемещается вниз. При этом пружина 5 выводит резец 4 из окна 2 стержня 1. Поворачиваясь на оси 3 резец 4 перемещаясь упирается во внутреннюю стенку переходников 11 и 12, а затем в резьбовую часть колонковой трубы 13 под переходником 12.

Дальнейшее движение вниз прекращается, т.к. в торец втулки 6 упирается нижняя часть головки 10.

Создают натяжку буровой колонны на расчетную величину сжатой пружины 9. Подается вращение на бурильную колонну. Резец 4 с усилием, зависящим от усилия сжатия пружины 9 прижимается к уступу переходника 12 и резьбовой части трубы 13.

Вращением снаряда на первой скорости станка отрезают резьбовую часть трубы. Выход резца 4 ограничен упором в окне 2 стержня 1. Снаряд поднимается вместе с обрезанной трубой и переходниками 11 и 12.

На данную конструкцию подана заявка на получение патента.

УДК 622.24

## РАЗРАБОТКА ШНЕКОВОГО СНАРЯДА СО СЪЕМНЫМ КЕРНОПРИЕМНИКОМ ДЛЯ БУРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

**Глущенко Е.С., группа БС-06**

Донецкий национальный технический университет, Украина

*Научный руководитель – доц., к.т.н. Юшков И.А.*

Целью данной разработки является создание шнекового бурового снаряда со съемным керноприемником для бурения неглубоких разведочных и инженерно-геологических скважин. Буровой снаряд предназначен для бурения по мягким и рыхлым породам.

В состав снаряда входит бурильная труба, снабженная шнековой ленточной навивкой – спиралью, спецкоронка ребристого типа диаметром 171,4 мм (6 3/4 дюйма), четыре поперечных ребра которой армированы твердосплавными резцами. Во внутренней расточке бурильной трубы фиксируются плашки узла фиксации вставного керноприемника. Керноприемник представляет собой колонковую трубу диаметром 108 мм, соединенную с узлом фиксации и узлом подвески. Узел подвески состоит из упорного шарикоподшипника, позволяющего не передавать вращение колонны бурильных труб на керноприемную часть, и повысить тем самым качество отбираемого кернового материала.

Буровой снаряд рассчитан на применение шнеко-пневматического способа очистки скважины от шлама, причем конструкция узла подвески исключает попадание рабочего потока сжатого воздуха внутрь керноприемной трубы, также повышая сохранность керна. Использование в качестве очистного агента воздуха или водо-воздушной смеси позволит использовать разрабатываемый

снаряд для бурения с самоходных буровых установок, оснащенных компрессорной станцией.

УДК 622. 233:551.49

# ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТА, РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ БАГАТОШАРОВИХ КРИОГЕННО-ГРАВІЙНИХ ФІЛЬТРІВ В ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ СВЕРДЛОВИНАХ ГОСПОДАРСЬКОГО І ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

***О.М. Мазур,*****(Національний гірничий університет, Дніпропетровськ**
Науковий керівник – А.К. *Судаков*

**Актуальність та стан проблеми.** Для вибору раціональної конструкції фільтрів вельми істотно впливає літологічний склад порід, що оточують фільтр. Зазвичай дрібнозернисті піски мають слабкішу водовіддачу, ніж грубозернисті [1].

Дрібнозернисті піски можуть утворювати у фільтрах і стовбурах свердловин занесення, пробки, а також викликати піскування. Тому застосовують гравійні обсипання або шукають в розрізі ділянки, представлені крупнішими різностями пісків.

Гравійна обсипка не надає попадання дрібних часток піску із водоносного прошарка в свердловину, а також збільшує радіус фільтру та розмір прохідних отворів, покращує фільтраційні якості порід в прифільтровій зоні, зменшує вхідні швидкості і збільшує строк служби фільтрів.

Технологія спорудження гравійних фільтрів повинна обеспечити задані розрахункові параметри водоприємної частини свердловини, видалення продуктів кольматації пласта та мінераловяжущої речовини із фільтра та необхідний діаметр свердловини в інтервалі розширення [2].

. Галуззю застосування пропонованої технології є довгострокове устаткування бурових свердловин різного цільового призначення багатошаровими криогенно-гравійними фільтрами (КГФ) в інтервалі основних і неосновних, напірних і безнапірних водоносних горизонтів з глибиною їх залягання до 100 м, які представлені середньозернистими, дрібнозернистими, тонкозернистими і пилуватими пісками.

**Мета статті.** У основу роботи покладена ідея створення технології виготовлення елементу гравійного фільтру блокової конструкції з омоноличеванием гравійного матеріалу за допомогою мінераловяжущої речовини на водній основі за криогенною технологією, з подальшим переходом гравійного матеріалу з омоноліченного стану в рихле у зв'язку з видаленням мінераловяжущої речовини під впливом позитивних температур вод пластів властивостей реологій води.

При реалізації розробленої технології необхідно виконати наступні технологічні операції:

1) виготовити в стаціонарних умовах багатошарові криогенно-гравійні елементи (КГЕ) криогенно-гравійної секції (КГС) фільтру блокової конструкції. Для виготовлення КГЕ КГФ необхідно виконати наступні етапи:

а) підготувати циліндрові форми для виготовлення КГЕ фільтру;
б) підготувати гравійний матеріал;
в) підготувати мінераловяжущее речовину;
г) приготування пещанно-гравийной суміші КГЕ;
д) формування КГЕ фільтру;
е) омоноличевание КГЕ фільтру за криогенною технологією;
ж) витягання КГЕ фільтру з форм;
г) оцінка якості КГЕ, виготовленої за криогенною технологією.

2) транспортувати КГЕ КГФ в теплоізоляційних контейнерах на бурову;
3) на буровій, здійснити збірку КГФ;
4) здійснити спуск КГФ в свердловину;
5) провести посадку КГФ у водоприймальну частину.

Перевагою запропонованої технології стане скорочення витрат часу та матеріалів. Поліпшення якості робіт та економічний ефект при впровадженні кріогенної технології обладнання водоносного горизонту забезпечується за рахунок:

- зменшення витрати гравійного матеріалу і часу на його транспортування до водоносного горизонту;
- усунення зависання гравійного матеріалу при його транспортуванні по стовбуру свердловини;
- поліпшення якості гравійних фільтрів за рахунок формування при візуальному контролі на денній поверхні гравійного обсипання і при необхідності формування багатошарового обсипання із заданими параметрами;
- усунення вірогідності утворення зяючих порожнеч;
- зниження вірогідності піскування;
- зниження гідравлічних опорів при підвищенні ефективної пористості і ін. При цьому свердловина буде обладнана гравійним фільтром із заданими і незмінними при транспортуванні і установці у водоносний горизонт геометричними і гідравлічними параметрами [3].

Висновки:

1. Наведені переваги запропонованої технології, які поліпшують якість робіт та економічний ефект при впровадженні кріогенної технології при обладненні гідрогеологічних сведловин. При цьому свердловина обладнається багатошаровим гравійним фільтром із заданими технологічними, гідравлічними, гранулометричними параметрами. І за рахунок підвищення якості робіт по обладнанню водоприймальної частини гідрогеологічної свердловини, підвищення якості питного водопостачання, кінець кінцем, виграє споживач.

2.Вартість проведення технологічних операцій, в порівнянні з традиційними технологіями спорудження гідрогеологічної свердловини може бути знижена на 4000…7000 грн. при глибині свердловини до 100 м. Термін окупно-

сті, на сьогоднішній день, при умові обладнання 100 свердловин на рік гравійними фільтрами, приблизно складає – від 6 до 12 місяців.

Крім того, економічний ефект від впровадження запропонованої технології може бути значно більшим за рахунок зменшення об'ємів буріння гідрогеологічних свердловин як мінімум у 2 рази у зв'язку з підвищенням дебіту свердловини, спорудженої за новітньою кріогенною технологією.

**Перелік посилань**

1. Оноприенко М.Г. Бурение и оборудование гидрогеологических скважин. – М.: Недра, 1987 -168 с.

2. Романенко В.А. Подготовака водозаборных скважин к эксплуатации. – Л.: Недра, 1990 -119с.: ил.

3.А.А. Кожевников, А.К.Судаков Науковий вісник НГУ, 2009, №7

УДК 622.242/.243

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ШЛАМОВОЙ ТРУБЫ

**Настаченко А.А., студент группы ТТР-06, Донецкий национальный** технический университет

*Научный руководитель - доцент Филимоненко Н.Т.*

Для сбора шлама при бурении скважин с обратной промывкой используются внутренние шламовые трубы. В них улавливание твердой фазы происходит путем резкого снижения скорости жидкости за счет увеличения площади сечения канала, в котором она циркулирует. В результате твердая фаза под действием гравитационных сил отделяется от потока и осаждается на дно трубы. При наличии в скважине технической воды (ньютоновской жидкости) сбор шлама происходит весьма эффективно. Однако при переходе технической воды в неньютоновскую жидкость, например при длительном контакте с породами глинистого комплекса, процесс оседания шлама резко ухудшается. Это вызвано тем, что в такой жидкости оседает не вся твердая фаза, а только та ее часть, размеры частиц которой будут больше величины $d_0$, определяемой по формуле (1) [1].

$$d_0 = \frac{6m\tau_0}{\rho_ч - \rho}, \qquad (1)$$

где $m$ –коэффициент формы, зависящий от $d_0$; $\tau_0$ - динамическое напряжение сдвига неньютоновской жидкости; $\rho_ч$ – плотность частицы шлама; $\rho$ – плотность жидкости.

Расчеты показывают, что при $\tau_0$ = 2,0 Па все частицы, способные перемещаться в кольцевом зазоре между колонковой трубой и стенкой скважины, будут во взвешенном состоянии и не смогут оседать в спокойной жидкости под действием силы гравитации.

Для улучшения эффекта отделения шлама от неньютоновской жидкости используются шламоуловители гидроциклонного принципа действия [2]. В таких устройствах происходит завихрение потока и интенсивное разрушение структуры жидкости, что способствует лучшему отделению твердых частиц и отбрасыванию их к стенкам трубы под действием центробежных сил. Для разрушения структуры жидкости скорость потока должна быть довольно высокой (10-15 м/с) [3]. В результате частицы шлама прижимаются к стенкам шламовой трубы и под действием силы тяжести оседают. До настоящего времени гидроциклонный принцип разрушения структуры неньютоновской жидкости для улучшения сбора шлама во внутренню шламовую трубу применялся только в эжекторных буровых снарядах, в которых местная обратная промывка возбуждается с помощью струйного насоса.

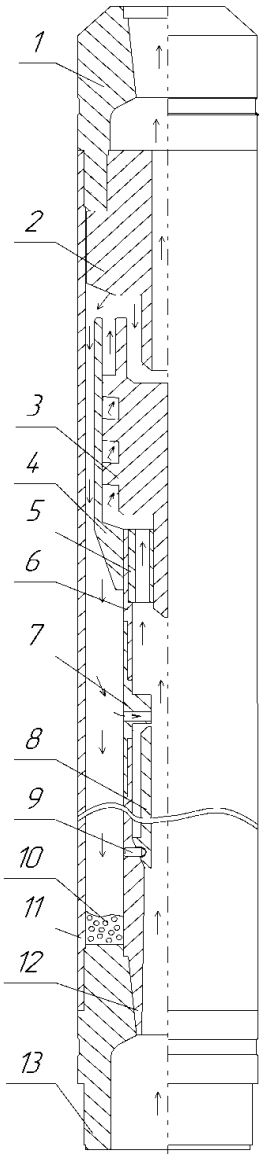


*Рис. 1 Шламовая труба*

Конструкция предлагаемой внутренней шламовой трубы (рис.1) позволяет улучшить сбор шлама при бурении с обратной промывкой, создаваемой с помощью насоса, установленного на дневной поверхности.

Работает устройство следующим образом. Взвесенесущий поток из колонковой трубы (не показана) через переходник 13, внутренний канал детали 12, сопло 8, внутренний канал детали 6, отверстия соединительной втулки 5 поступает в гидроциклон, канал которого представляет собой прямоугольную канавку, прорезанную на наружной поверхности детали 3 по винтовой линии. Снаружи канавка закрыта внутренней поверхностью детали 4. Площадь сечения этого канала позволяет обратному потоку неньютоновской жидкости разогнаться до такой скорости, при которой происходит разрушение ее структуры. Далее взвесенесущий поток ударяется в коническую поверхность детали 2, угол наклона которой позволяет «сфокусировать» отраженный от нее шлам в полость внутренней шламовой трубы, образованную внутренней поверхностью корпусной детали 11 и наружной поверхностью соединенных между собой деталей 4, 6, сопла 8 и детали 12. В этой полости с помощью струйного аппарата создается разряжение. Струйный аппарат состоит из сопла 8, направляющего обратный взвесенесущий поток жидкости мимо отверстия в детали 7, которое соединяет полость шламовой трубы с рабочим потоком. Очищенная жидкость через канал детали 2 переходник 1 поступает в колонну бурильных труб, по которым в обратном направлении выходит на дневную поверхность.

Создание разряжения в полости внутренней шламовой трубы способствует подсасыванию в нее шлама из потерявшей структуру жидкости при движении в канале гидроциклона, тем самым улучшается сбор шлама .

Список литературы.

1. Леонов Е. Г. Гидроаэромеханика в бурении: Учебник для вузов / Е. Г. Леонов, В. И. Исаев. - М.: Недра, 1987.-269 с.

2. Справочник по бурению скважин на воду / Д. Н. Башкатов, С. С. Сулакшин, С. Л. Драхлис., Г. П. Квашнин. Под редакцией проф. Д. Н. Башкатова. - М.: Недра, 1979. - 560 с.

3. Дерусов В. П. Обратная промывка при бурении геологоразведочных скважин / В. П. Дерусов. – М.: Недра, 1984. - 184 с.

УДК 622.243

## ПРАКТИЧНА ПІДГОТОВКА СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ “БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН” У ПОЛТАВСЬКОМУ НАФТОВОМУ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНОМУ ТЕХНІКУМІ

**Ніколаєнко П.О.,** студент Полтавського нафтового геологорозвідувального технікуму

Практична підготовка є невід’ємною частиною навчального процесу та ефективною формою підготовки майбутніх фахівців до трудової діяльності.

Практична підготовка студентів спеціальності 5.090315 «Буріння нафтових і газових свердловин» здійснюється з урахуванням вимог Галузевого стандарту вищої освіти та Положення про проведення практики студентів вищих навчальних закладів України.

Практична підготовка студентів складається з наступних етапів:

1.Навчальна слюсарна практика в слюсарно-механічних майстернях.

2.Навчальна ознайомча практика на бурових підприємствах.

3.Навчальна практика для отримання робітничої професії.

4.Виробнича технологічна практика.

5.Виробнича переддипломна практика.

**Навчальна слюсарна практика** проводиться на ІІ курсі в другому семестрі на базі майстерень технікуму. Тривалість практики - три тижні. По закінченню практики студент виконує письмовий звіт, який надає керівнику практики при складанні диференційованого заліку.

**Навчальна ознайомча практика на бурових підприємствах** проводиться на ІІ курсі в другому семестрі. Тривалість практики – три тижні. Керівництво практикою здійснюють досвідчені викладачі технікуму. Під час практики студенти знайомляться зі структурою бурових підприємств, технологічними процесами буріння свердловин, роботою технологічного обладнання, а також проходять підготовку до вивчення предметів спеціального циклу.

**Практика для отримання робітничої професії** проводиться на ІІІ курсі в другому семестрі перед проведенням виробничої технологічної практики. Тривалість практики – три тижні. Задачею практики є вивчення і виконання ро-

біт для отримання однієї з професій: помічник бурильника експлуатаційного та розвідувального буріння свердловинна нафту і газ або помічник бурильника капітального ремонту свердловин. Студенти вивчають технології будівництва нафтових і газових свердловин, конструкції бурового обладнання, його обслуговування, ремонт і монтаж. По закінченню практики студенти складають кваліфікаційний екзамен на отримання робітничої професії. Іспити проводяться кваліфікаційними комісіями за участю провідних фахівців з виробництва. Студентам, що успішно здали іспит, присвоюється одна з робітничих професій, передбачених навчальним планом.

**Виробнича технологічна практика** проводиться після III курсу на нафтогазових підприємствах. Тривалість практики – дванадцять тижнів. Завданням практики є вивчення структури і організації підприємства, питань економіки і наукової організації праці, вивчення правил технічної експлуатації основного устаткування, а також можливих неполадок і методів їх ліквідації; вивчення питань автоматизації і телемеханізації виробничих процесів; збір матеріалів для курсового проектування; набуття практичних навичок на робочих місцях. Переважна більшість студентів проходить виробничу технологічну практику на підприємствах БУ «Укрбургаз» на штатних робочих місцях помічника бурильника.

Заключною ланкою практичної підготовки є **переддипломна практика** студентів, яка проводиться на IV курсі перед дипломним проектуванням. Тривалість – п’ять тижнів. Переддипломна практика повинна сформувати у майбутнього спеціаліста професійні знання і вміння, навички прийняття самостійних рішень на конкретних ділянках роботи, в реальних умовах виробничих відносин. Розподіл студентів на практику проводиться з урахуванням замовлень підприємств на підготовку спеціалістів і їх майбутнього місця роботи після закінчення навчання. Після закінчення практики студенти звітують про виконання програми та індивідуального завдання.

У Полтавському нафтовому геологорозвідувальному технікумі разом з ґрунтовними теоретичними знаннями студенти отримують глибокі практичні навички. Це дає змогу студентам відчувати себе після закінчення технікуму якісно підготовленими і всебічно розвинутими фахівцями.

УДК 622.24

## РАЗРАБОТКА НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТКАЧКИ ЖИДКОСТИ ИЗ СТВОЛОВ ШАХТ, ПРОЙДЕННЫХ БУРЕНИЕМ

**Якубцова Н.В.,** гр. ТТРм-09, **Донецкий национальный технический университет, Украина**

*Научный руководитель – профессор Пилипец В.И.*

После выполнения работ по креплению скважины, пройденной бурением, и тампонирования затрубного пространства производятся работы по осушению скважины.

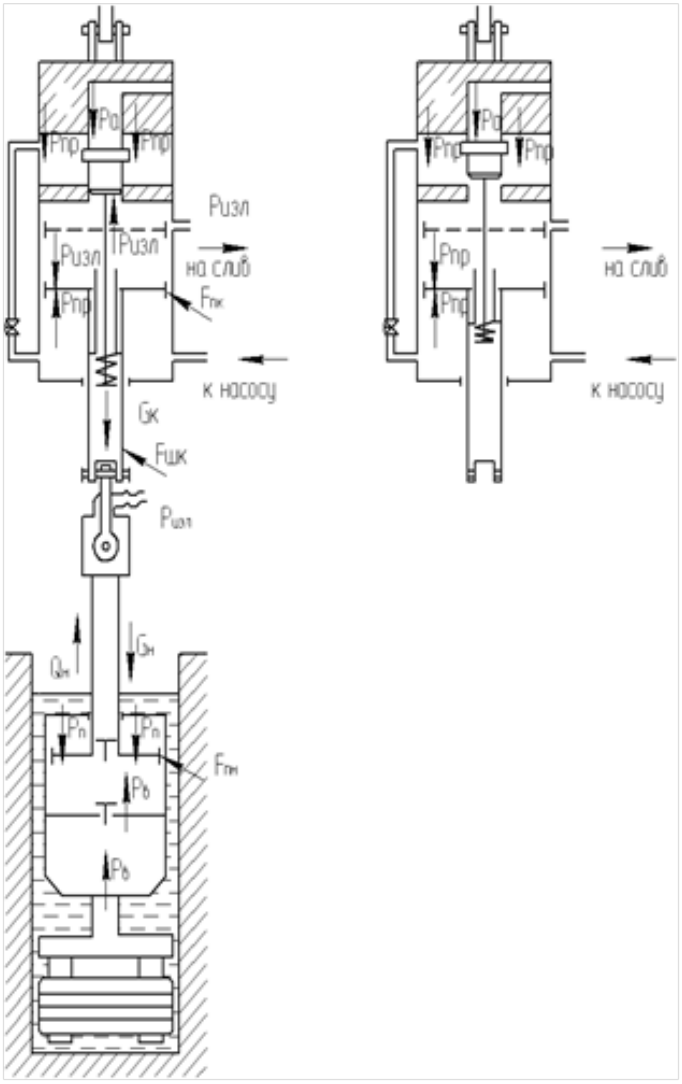



Рис. 1. Схема насосной установки и расчетная схема

Осушение скважины может выполняться желонкой, погружными насосами, эрлифтом, гидроприводными насосами, другими типами водоподъемников, обеспечивающими соответствующий напор и подачу.

Одним из требований к насосным установкам является возможность одновременно с откачкой сильно зашламленной жидкости проводить проверку целостности крепи со спуском рабочих в свободное от жидкости пространство.

Проведен анализ водоподъемной техники, включая различные устройства для привода штанговых насосов и предложена усовершенствованная насосная установка, состоящая из штангового насоса невставного типа и механизма для расхаживания поршня насоса, установленного на поверхности.

Особенность конструкции насоса является возможность удержания цилиндра насоса от перемещения при возвратно-поступательном перемещении поршня грузами от РТБ-590 и устройства для снижения ударных нагрузок поршня по цилиндру в крайних мертвых точках.

Насос опускается в скважину на колонне бурильных труб, через которые выдается на поверхность откачиваемая жидкость. Поэтому отпадает небходимость в спуске в скважину отдельной водоподъемной колонны (рис.1).

Механизм для расхаживания поршня насоса подвешивается за серьгу к талевому блоку буровой вышки, а колонна штанг с вертлюгом подвешивается на нижней серьге штока.

Разработанная методика выбора конструктивных и расчета рабочих параметров насоса и механизма для расхаживания поршня насоса позволила установить закономерность их роботы.

Установлено, что при использовании в механизме для расхаживания поршня насоса одного поршня диаметром 178мм ее грузоподъемность позволяет проводить откачки до глубины 400м. Конструкция механизма для расхаживания поршня насоса позволяет использовать несколько поршней, что значительно увеличивает его грузоподъемность и позволяет проводить откачки до глубины 900-1000 м.

Подача насоса при диаметре поршня насоса 205мм составляет от 30 до 70 $м^3$/ч в зависимости от интенсивности расхаживания. Для привода механизма для расхаживания поршня насоса можно использовать буровые насосы с подачей более 100 $м^3$/ч . Исследовательско-конструкторские материалы переданы в ГХК «Спецшахтобурение» для использования.

Литература:

1. Пилипец В.И. Насосы для подъема жидкости. – Донецк: РИА, 2000. с.241.
2. Пилипец В.И. Применение погружных насосов с гидроприводом для откачки жидкости из буровых скважин. – Свердловск: СПИ. В кн.: Совершенствование техники и технологии бурения скважин на твердые полезные ископаемые. 1981.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. – 6-е изд. – М.: Машиностроение,. 1982.

УДК 622.24

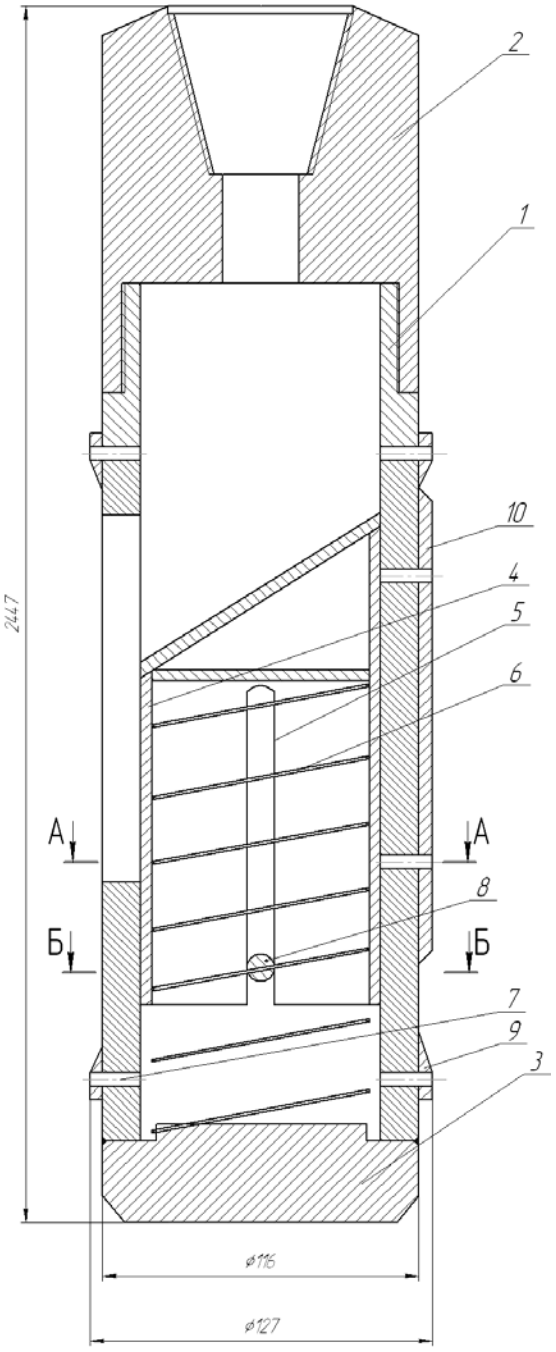
## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕКИХ СРЕДСТВ ТАМПОНИРОВАНИЯ ЗОН ОСЛОЖНЕНИЙ

**Карпова А.В., группа БС-09м**
Донецкий национальный технический университет, Украина
*Научный руководитель – доц., к.т.н. Юшков И.А.*

Основной технологической особенностью тампонирования скважин сухими быстросхватывающимися смесями (БСС) является доставка в заданный интервал тампонажного материала, его затворение водой и переработка специальными устройствами непосредственно в зоне геологического осложнения.

Объектом разработки и исследования является снаряд бокового тампонирования, который предназначен для тампонирования зон осложнений, находящихся в значительном удалении от забоя. Снаряд обеспечивает тампонирование с помощью сухих быстросхватывающихся смесей.

Разработка проводится в рамках выполнения магистерской исследовательской работы и предусматривает разработку конструкции снаряда для бокового тампонирования, определение и исследование рациональной рецептуры тампонажной смеси для ликвидации осложнения.




Предлагаемая конструкция снаряда для бокового тампонирования включает (см. рисунок): переходник 2, предназначенный для соединения с бурильными трубами и корпусной трубой 1. На корпусной трубе находятся нижний и верхний конусы 9, которые прикреплены к телу трубы крепежными штифтами 7 и необходимы для ограничения растекания образующейся смеси в кольцевом пространстве скважины.

По одной из стенок корпусной трубы выполнено окно для выхода пакетов с сухой тампонажной смесью. С противоположной стороны окна на корпусе тампонажного снаряда установлен эксцентрик 10, максимально приближенный к диаметру скважины.

В нижней части трубы на сварке крепится пробка 3.

Внутри трубы размещен сборный поршень 4, состоящий из направляющего откоса и пружины 6. На боковой поверхности поршня имеется продольный открытый паз, в который вставлена шпонка-штифт 8, благодаря которому поршень двигается без проворота.

В исходном положении поршень перекрывает окно в корпусной трубе, предотвращая преждевременное выпадение пакетов в ствол скважины.

Принцип действия снаряда для бокового тампонирования заключается в следующем. Снаряд опускается на колонне бурильных труб в зону осложнения. Нижний и верхний конусы 9 уменьшают зазор между снарядом и стволом скважины, ограничивая распространение тампонажной смеси. По колонне бурильных труб подается промывочная жидкость. Пакеты со смесью под давле-

нием промывочной жидкости перемещают поршень 4 вниз вдоль шпонки-штифта 8. Пружина 6 при этом сжимается, открывая окно в стенке трубы. Пакеты с сухой тампонажной смесью по направляющему откосу поршня попадают в окно между наружной стенкой снаряда и стенкой скважины. При вращении снаряда пакеты разрушаются эксцентриком, смесь от вращения разогревается и задавливается в тампонируемый горизонт.

УДК 622.24

## РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СНАРЯДА ДЛЯ НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

**Беседина Н.Н., студентка группы БС-09м**
Донецкий национальный технический университет, Украина
*Научный руководитель – доц., к.т.н. Юшков И.А.*

Одной из основных проблем, существующих на сегодняшний день при подземной разработке угольных месторождений в Донбассе, является внезапные выбросы газа метана, приводящие к катастрофическим последствиям.

Эффективным способом противодействия выбросам газа метана считается бурение сети дегазационных скважин как с поверхности, так и непосредственно из горной выработки.

Дегазационные скважины, пробуренные из горной выработки, могут быть горизонтальными или восстающими. При этом особые требования предъявляются к положению забоя пробуренной направленной скважины.

Отклонение скважины при направленном бурении (изменение зенитного угла и азимута бурения) осуществляется отклоняющими устройствами различных конструкций, наиболее эффективными из которых являются снаряды непрерывного действия с распорными элементами в виде выдвижной каретки и встроенными в роторную часть шарнирами (к примеру, отклонитель ТЗ, комплекс «Кедр» и др.). Такая схема позволяет реализовать наиболее эффективную схему разрушения забоя – с комбинированным асимметричным разрушением забоя и фрезерованием стенки скважины.

Для снижения погрешности в проведении цикла искусственного искривления скважины необходимо, чтобы погрешности применяемых ориентаторов не превышали или были ниже погрешности инклинометрических приборов с целью полного исключения инструментальных (приборных) ошибок ориентации.

На сегодняшний день одной из основных проблем направленного бурения из подземных горных выработок является отсутствие возможности оперативного контроля за положением скважины в процессе бурения скважины особенно при использовании буровых станков отечественного производства. При бурении сравнительно неглубоких дегазационных скважин из подземных горных выработок выполнение промежуточных измерений пространственного положе-

ния скважины инклинометрами обычно не проводится из-за значительных затрат времени на выполнение спуско-подъемных операций.

Выходом их этой ситуации может быть применение встроенных в буровой снаряд датчиков телеметрических систем. Известен ряд зарубежных телеметрических систем, используемых при бурении глубоких нефтегазовых скважин, но стоимость и габариты скважинного оборудования не позволяют использовать их для условий дегазационного бурения из горных выработок.

В ходе выполнения магистерской работы по разработке комплекса для направленного бурения дегазационных скважин возникла идея использования для оперативного определения пространственного положения забоя скважины локационную систему Digitrak Eclipse. Эта система в настоящее время является одной из самых распространенных в мире систем навигации.

Внешний вид приемного устройства локационной системы Digitrak Eclipse показано на рисунке.

Рисунок – Приемное устройство локационной системы Digitrak Eclipse

Рабочая частота, заданная Eclipse оптимальна для бурения и абсолютно исключает помехи. Уникальная конфигурация антенны приемника позволяет прибору определять местоположение точек позиционирования и излучателя. Излучатель обеспечивает трехмерное дистанционное управление «влево-вправо» и «вверх-вниз».

Технические характеристики:

Радиус действия телеметрии, м. 610
Точность абс. погрешность до 5%
Источник питания никель-кадмиевая батарея Digi Trak
Емкость батареи, ч. 8-12
Индикатор глубины в реальном масштабе времени
Диапазон рабочих температур от -20°С до 60°С
Габаритные размеры 31 × 18,3 мм
Вес, кг 3,8

УДК 622.24.08

# ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТА УДАРНОГО УЗЛА ЗАБИВНОГО ПРОБООТБОРНИКА С ПАДАЮЩИМ БОЙКОМ

***Середа О.В., студентка гр. БСм-09,***
*Донецкий национальный технический университет (ДонНТУ)*
*Научный руководитель – доцент, к.т.н. Рязанов А.Н.*

При инженерно-геологических изысканиях основные физико-механические свойства грунта определяются по образцу, отобранному из скважины. В соответствии с действующими нормативными документами для пробоотбора в песках средней плотности и глинистых грунтах с показателем пластичности не более 0,75 рекомендуется применять устройства забивного типа.

Практика сухопутных и морских инженерно-геологических работ показывает, что отбор проб с минимальным нарушением структуры происходит при использовании пробоотборников с освобождающимся и падающим на рабочем ходе бойком. Известны две конструкции подобных пробоотборников: с канатным и с гидравлическим приводом.

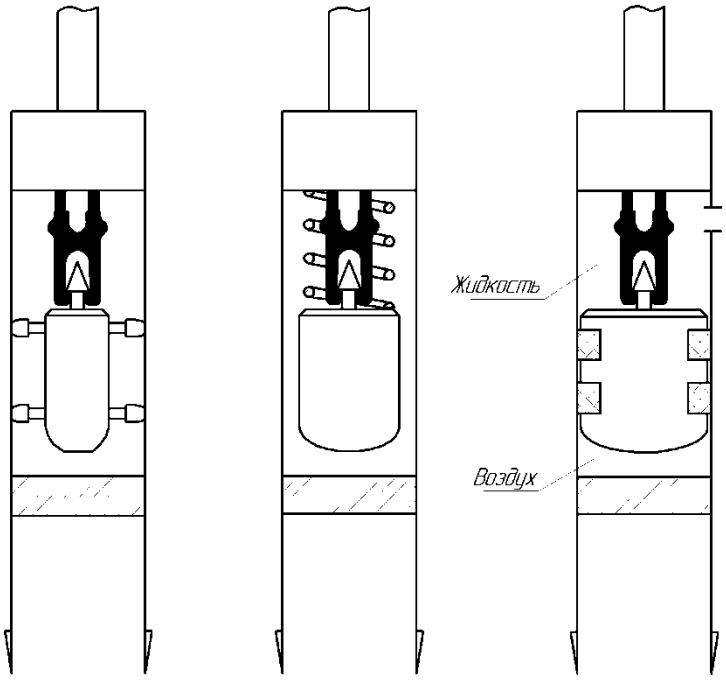



Рисунок – Варианты конструктивного исполнения ударного узла

К основным узлам устройства относятся: керноприемный снаряд, привод механизма перемещения бойка и ударный узел. Ударный узел представляет собой корпус, наковальню и боек, в верхней части которого имеется конусная головка, взаимодействующая с механизмом перемещения, который связан с приводом. Принцип работы состоит в следующем: механизм перемещения бойка опускается вниз под собственным весом, захваты, попав на конусную головку раздвигаются, сжимая пружину, захватывая при этом головку бойка. В конце хода вверх захваты разжимаются. Боек под собственным весом перемещается вниз, наносит удар по наковальне, обеспечивая погружение керноприемного снаряда в грунт и отбор пробы. Чем больше энергия генерируемого удара, тем для отбора пробы нужной высоты потребуется меньшее количество ударов. В результате проба будет менее нарушенной.

Ранее проведенные исследования показали, что на текущее значение скорости бойка оказывает влияние величина зазора между бойком и корпусом ударного узла. Конструкция ударного узла существующего пробоотборника предусматривает зазор между бойком и корпусом, равный 5 мм. При рабочем ходе 0,5 м он обеспечивает скорость соударения 2,25 м/с и достаточную соосность головки бойка и захватов.

Для повышения энергии единичного удара предполагается проведение исследований в следующих направлениях.

1. Так как увеличение зазора приводит к возрастанию скорости падения бойка, то примем зазор, который значительно больше существующего. Для обеспечения соосности головки бойка и захватов на боек устанавливаются центраторы. Предварительные расчеты показали, что при столь значительном увеличении зазора скорость значительно не возросла. Так, на ходе 0,5 м при зазоре 20 мм скорость увеличивается на 0,58 м/с в сравнении со скоростью для зазора в 5 мм. Данный путь является малоэффективным.

2. В конструкцию ударного узла включаем пружину. Пружина устанавливается в верхней части корпуса и сжимается при подъеме бойка. При ходе бойка вниз к собственному весу бойка добавляется еще и усилие разжимающейся пружины.

3. Используем влияние на скорость движения бойка гидростатического давления столба жидкости. Для этого герметизируем подбойковую полость, надевая на боек манжеты. В подбойковую полость закачиваем воздух, в надбойковую полость через отверстия в корпусе поступает жидкость. Боек движется вниз под собственным весом и под влиянием давления жидкости. Величина давления столба жидкости зависит от глубины моря. Чем больше глубина моря, соответственно высота столба жидкости, тем больше значение давления столба жидкости.

В настоящее время разрабатывается математическое описание движения бойка для предложенных вариантов конструктивного исполнения ударного узла.

УДК 622.24.08

## К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ГРУНТА, УЧАСТВУЮЩЕГО В УДАРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ ЗАБИВНОГО ПРОБООТБОРНИКА

***Середа О.В., студентка гр. БСм-09,***

*Донецкий национальный технический университет (ДонНТУ)*
*Научный руководитель – доцент, к.т.н. Рязанов А.Н.*

В соответствии с ГОСТ 12071-2000 «ГРУНТЫ Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов» [1], который действует в большинстве стран бывшего Советского Союза, включая Украину, для отбора монолитов песках

средней плотности и глинистых грунтах с показателем пластичности не более 0,75 применяют забивные грунтоносы и пробоотборники. Несмотря на имеющиеся конструктивные различия забивные устройства принципиально состоят из бойка, наковальни, керноприемной трубы и башмака (рис.1). Под действием периодических ударов бойка по наковальне происходит заглубление керноприемной трубы с башмаком в грунт. При этом последний в виде столбика керна входит внутрь трубы. Так как грунты, для которых рекомендуется применение забивного способа погружения, преимущественно рыхлые и набухающие, то будет справедливым считать, что керн, несмотря на разность диаметров башмака и керноприемной трубы, будет соприкасаться с поверхностью трубы. Перед каждым последующим ударом бойка керноприемная труба находится в покое.

Величину скорости, которую получает керноприемная часть устройства, можно определить, используя формулу классической теории удара:

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{1 + R_y}{1 + \frac{m_{np}}{m_1}}, \qquad (1)$$

где $V_1$ – скорость движения бойка в момент соударения, м/с; $R_y$ – коэффициент восстановления скорости при ударе; $m_{np}$ – приведенная масса инструмента, воспринимающая удар, кг; $m_1$ – масса бойка, кг.

Приведенная масса включает массу керноприемной трубы с башмаком $m_2$ и массу грунта $m_{гр}$, сцепленного с инструментом:

$$m_{np} = m_2 + m_{гр}. \qquad (2)$$

Б.М.Ребрик [2,3] определяет массу грунта, участвующую в ударном соударении, согласно схеме на рис.2а, используя выражение:

$$m_{гр} = V_{гр} \cdot \rho = \frac{1}{2}\pi \cdot \ell^2 \cdot tg\alpha \cdot \left(D_н + D\right) \cdot \rho, \qquad (3)$$

где $V_{гр}$ – объем грунта, м$^3$; $\rho$ – плотность грунта, кг/м$^3$; $\ell$ – текущая глубина погружения в грунт (высота пробы), м; $D_н$, $D$ – соответственно наружный и внутренний диаметр керноприемной трубы, м; $\alpha$ – угол между вертикальной линией и образующей конуса грунта, который в результате проявления сил сцепления участвует в ударе, градус.

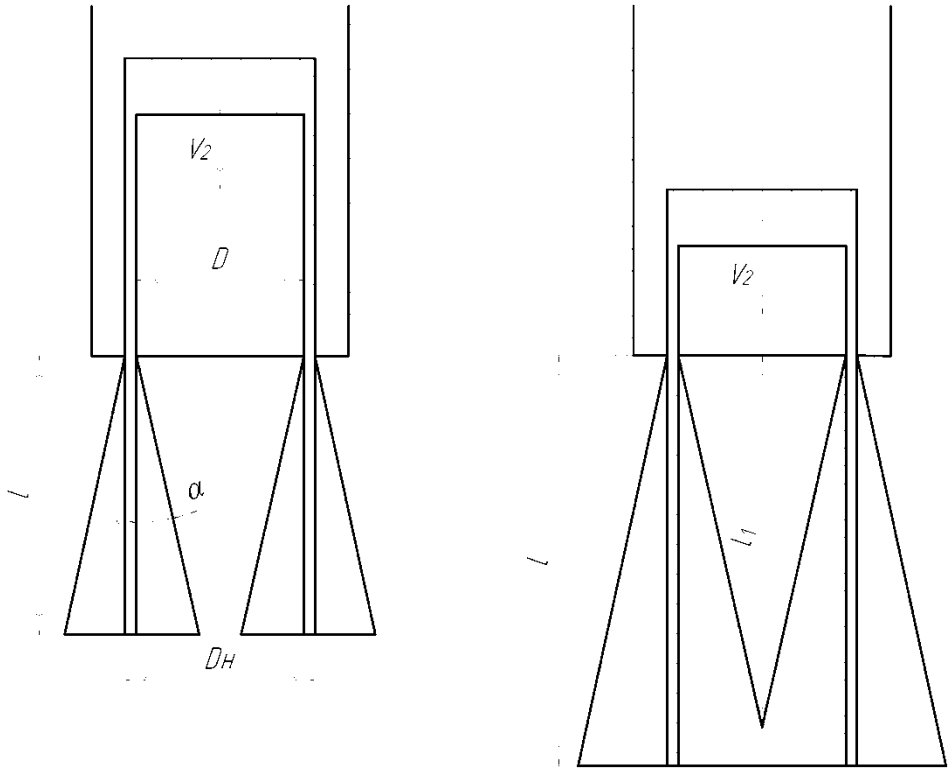
Как видим, величина $m_{гр}$ представляет собой сумму двух масс: грунта, прилегающего к наружной и внутренней поверхностям керноприемной трубы, и зависит, главным образом, от угла $\alpha$. Формула (3) выведена Б.М.Ребриком, исходя из условия, что $V_{гр}$ это объем усеченного конуса с диаметром меньшего основания, равным $D_н$, за вычетом объема керноприемной трубы и пустого пространства внутри нее. При этом пустое пространство внутри керноприемника также имеет форму усеченного конуса (рис.1а).

Такой подход является верным при погружении забивного пробоотборника в грунт на глубину, меньшую $\ell_1$. Величину $\ell_1$ можно рассчитать по формуле:

$$\ell_1 = \frac{D}{2tg\alpha}. \qquad (4)$$

При глубине погружения, большей $\ell_1$, пустое пространство внутри керноприемной трубы пробоотборника имеет форму нормального конуса (рис.1б), его объем постоянен. В этом случае массу грунта, сцепленного с инструментом, следует определять из выражения:

$$m_{гр} = \pi \cdot \ell \cdot \rho \cdot \left( \frac{D_н \cdot \ell \cdot tg\alpha}{2} + \frac{\ell^2 \cdot tg^2\alpha}{3} + \frac{D^2}{4} \right) - \frac{\pi \cdot \ell_1 \cdot D^2 \cdot \rho}{12}. \qquad (5)$$




а б

Рис. 1 Схема к определению массы грунта, участвующего в ударном взаимодействии

По приведенным зависимостям рассчитана масса грунта, сцепленного с инструментом. Расчеты выполнялись для песка мелкого ($\rho$=1600 кг/м$^3$, $\alpha$=3$^0$), супеси пластичной ($\rho$=1900 кг/м$^3$, $\alpha$=5$^0$), суглинка мягкопластичного ($\rho$=1860 кг/м$^3$, $\alpha$=8$^0$) и глины тугопластичной ($\rho$=2000 кг/м$^3$, $\alpha$=10$^0$). Произведено сравнение полученных результатов с результатами расчетов по формуле, предложенной в работах Б.М.Ребрика. Оно показало: при относительно больших глубинах погружения расхождение в результатах значимо. Так при ударном погружении керноприемной трубы диаметром 89 мм на 1 м расхождение в массе грунта, сцепленного с инструментом, составляет 17-25%. В связи с этим, для точного определения приведенной массы инструмента, участвующей в ударном взаимодействии, при глубине погружения, большей $\ell_1$, рекомендуется пользоваться зависимостью (5).

Библиографический список

1. ГОСТ 12071-2000. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. – Введ. 01.07.2001. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 15 с.
2. Ребрик Б.М. Справочник по бурению инженерно-геологических скважин. – М.: Недра, 1983. – 288 с.
3. Ребрик Б.М. Ударное бурение грунтов. – М.: Недра, 1976. – 232 с.

УДК 622.243

## РОЗРОБКА ВДОСКОНАЛЕНОГО СИГНАЛІЗАТОРА ЦИРКУЛЯЦІЇ ПРОМИВАЛЬНОЇ РІДИНИ У СВЕРДЛОВИНІ

***Назарян А.О., студент Донецького національного технічного університету***
*Науковий керівник – доцент Каракозов А.А.*

При бурінні геологорозвідувальних свердловин в умовах Донбасу часто спостерігається поглинання промивальної рідини. Несвоєчасне виявлення цього явища може привести до зашламування вибою свердловини і, як наслідок, до складних прихватів бурового інструмента. Але технічна база сигналізації поглинань і циркуляції промивальної рідини в теперішній час досить не досконала, тому такі пристрої практично не застосовуються. В той же час їхнє використання могло б вирішити багато проблем. Тому є істотна необхідність у розробці такого типу пристроїв. Застосування розроблених пристроїв дозволить контролювати поглинання промивальної рідини в свердловині в процесі буріння. Своєчасне виявлення поглинання дозволить зберегти багато ресурсів.

Проаналізувавши відомі сигналізатори поглинання, можна помітити наступне: при незначному падінні рівня промивальної рідини в свердловині, або при частковому її поглинанні ці пристрої не допоможуть нам виявити ці негативні зміни. Це може привести до аварії при зашламуванні свердловини.

Тому пропонується наступна схема роботи сигналізатора циркуляції рідини, показана на рис. 1. При бурінні в нормальних умовах (рис. 1, а) рідина проходить через сигналізуючий елемент, в якому, втрати тиску дорівнюють

$\Delta P_1$. Далі рідина проходить на вибій, попадає в затрубний простір і протікає через датчик швидкісного напору. При цьому на датчику швидкісного напору виникає перепад тиску $\Delta P_{1c}$. Далі вся промивна рідина виходить на поверхню.

При бурінні в зоні поглинання промивної рідини (рис. 1, б) рідина проходить через сигналізуючий елемент, втрати тиску в якому змінюються до $\Delta P_2$. Далі рідина проходить на вибій, після попадає в затрубний простір, у якому частина рідини йде в зону поглинання, а частина рідини протікає через чутливий елемент. При цьому на датчику швидкісного напору виникає перепад тиску$\Delta P_{2c}$. Таким чином, зміною перепаду тиску на датчику швидкісного напору можна керувати сигналізуючим елементом. Можливо виконання сигналізатора циркуляції рідини за двома схемами , коли тиск у пристрої при сигналізації росте і коли він зменшується. На основі запропонованої схеми (рис. 1) розроблена конструктивна схема сигналізатора, показана на рис. 2, по якій подана заявка на корисну модель U 2009 3010 від 14.12.2009. Сигналізатор складається з корпуса 1, в якому встановлено шток 2 з каналом 3, уступом 4, перехідником 5, каліброваною втулкою 6 і радіальними отворами 7 й 8. У кільцевому зазорі між корпусом 1 і штоком 2 встановлено хвостовик 9 клапана 10, над яким розташована пружина 11, що притискає клапан 10 до уступу 4. У хвостовику 9 виконано два ряди радіальних отворів 12 й 13, які з'єднані між собою кільцевою проточкою 14 на внутрішній поверхні корпуса 1. Радіальні канали 15 з'єднані з порожниною, в якій встановлена пружина 10. На корпусі 1 і перехіднику 5 встановлено центратори 16.

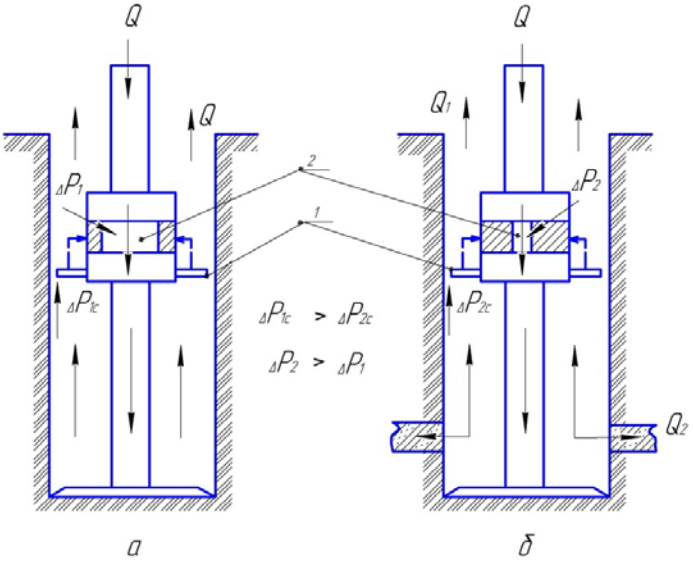



Рисунок 1 – Схема сигналізатора циркуляції рідини у свердловині

а) схема роботи сигналізатора в нормальних умовах; б) схема роботи сигналізатора при поглинанні; 1 - чутливий елемент (датчик швидкісного напору); 2 – сигналізуючий елемент.

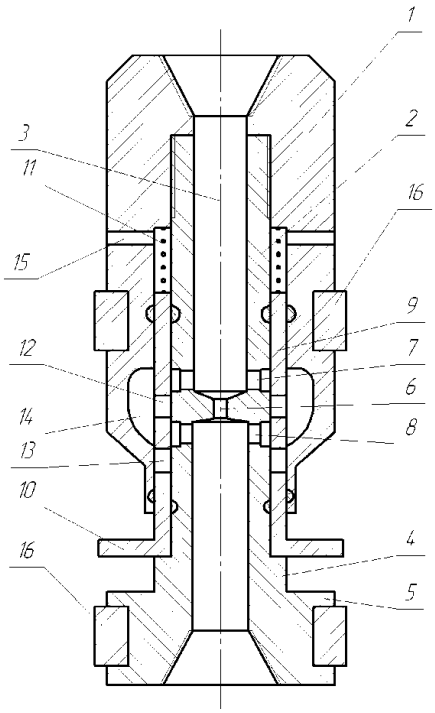



Рисунок 2 – Сигналізатор циркуляції промивальної рідини у свердловині

УДК 622.24

# РАЗРАБОТКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРНОГО МЕХАНИЗМА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПРИХВАТОВ

**Зубрыкина Е.В., студентка группы ТТР-06, ДонНТУ**

*Научный руководитель - доцент Русанов В.А.*

При сооружении разведочных скважин в них могут возникать различные аварии и осложнения. Потери времени на ликвидацию аварий считаются особым видом простоя, убытки от них относятся на результаты хозяйственной деятельности предприятия.

Механический метод ликвидации прихватов в настоящее время наиболее распространен при разведочном бурении. Он имеет много разновидностей, основанных на механическом воздействии на расклиненный снаряд.

1. Извлечение прихваченного снаряда по частям при помощи левого инструмента с последующим обуриванием или фрезерованием колонкового набора, или бурением внутри него.

2. Выкручивание прихваченной колонны под натяжкой.

3. Освобождение снаряда домкратами.

4.Взрывание или торпедирование.

5. Ликвидация прихватов выбивными приспособлениями.

Разработанное устройство (рис. 1.) состоит из корпуса с наковальней и установленного в корпусе подпружиненного ударного поршня с седлом. Ясс имеет пусковой узел в виде камеры с шаром и поршнем, фиксирующим шар в исходном положении. яс также имеет автомат подачи запорных элементов (шаров). Седло ударного поршня выполнено упругим.

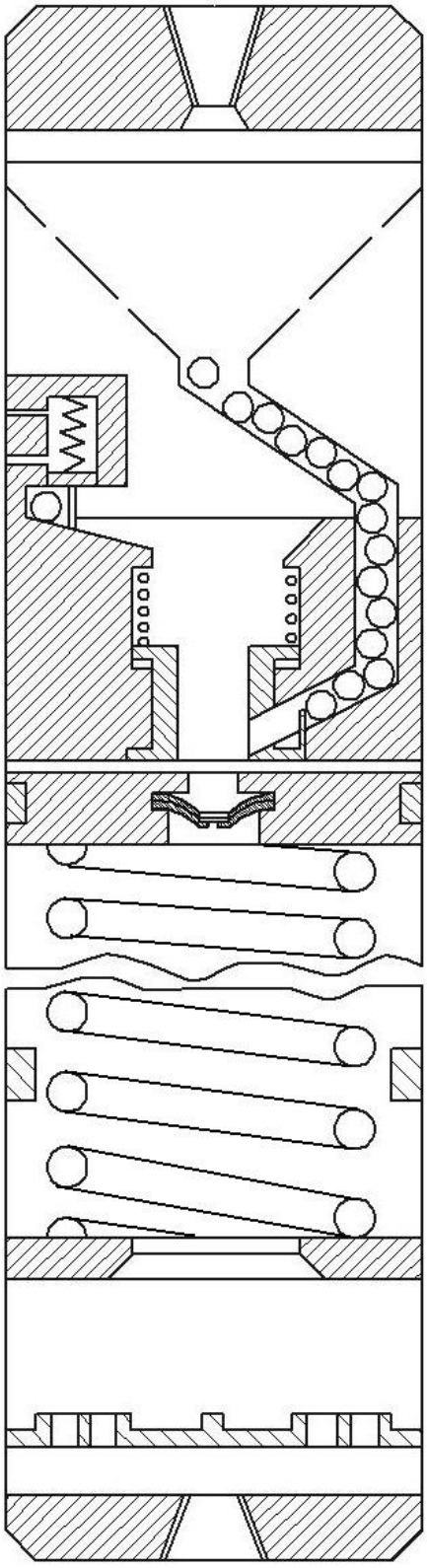


Рис.1 – Гидравлический ясс

Гидравлический ясс включается в компоновку колонны бурильных труб. В процессе бурения промывочная жидкость проходит внутри корпуса и подаётся к забою скважины. При этом ударный поршень находится под действием пружины в крайнем верхнем положении, соприкаса-

ясь с наковальней. В случае возникновения прихвата бурильная колонна натягивается талевой системой и в полости труб при помощи насоса повышается давление. Тогда управляющий поршень за счёт разности давления перемещается вверх до упора, освобождая пусковой шар, который попадает в седло. Поскольку канал для прохода жидкости оказывается перекрытым, то при дальнейшей работе насоса давление в полости труб увеличивается и под его действием ударный поршень перемещается вниз до упора в ограничитель, сжимая пружину. Кроме того, действующее давление дополнительно растягивает в вертикальном направлении бурильную колонну.

При достижении расчётного давления запорный элемент продавится через седло, разомкнув лепестки его нижней цанговой втулки. Тогда за счёт резкого снятия давления в материале колонны бурильных труб проходит волновой импульс, встряхивающий колонну и возбуждающий колебания в зоне прихвата. Одновременно ударный поршень, разгоняемый пружиной, перемещается вверх и наносит удар по наковальне, который передаётся на прихваченный снаряд. В этот момент запорный элемент, находившийся в полости подводящего канала, выпадает через боковое окно в канал стакана и далее попадает в седло ударного поршня. Цикл работы повторяется.

УДК 622. 233:551.49

## КОМБІНОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ГРАВІЙНИХ ФІЛЬТРІВ БУРОВИХ СВЕРДЛОВИН

***Колесников М.О. (Національний гірничий університет, Дніпропетровськ, Україна)***

*Науковий керівник – професор Кожевников А.О.*

В статті наведено аналіз нетрадиційних технологій обладнання водоприймальної частини свердловини в межах водоносних горизонтів, представлених середньозернистими, дрібнозернистими і пилуватими пісками гравійними фільтрами з витягуваним захисним кожухом.

**Актуальність та стан проблеми.** При спорудженні гідрогеологічних свердловин особливу складність представляють питання, пов'язані з розтином водоносних горизонтів представлених неоднорідними, середньо-дрібнозернистими і пилуватими пісками і обладнанням гравійними фільтрами водоприймальної частини свердловин. На сьогоднішній день не існує надійної технології створення в свердловині гравійного фільтру з якісним гравійним обсипанням.

Останнім часом на кафедрі техніки розвідки родовищ корисних копалини Національного гірського університету (ТРРКК НГУ) розроблені технологія устаткування водоносних горизонтів гідрогеологічних, геотехнологічних свер-

дловин і ряд конструкцій гравійних фільтрів, що споруджуються на денній поверхні з подальшою доставкою і установкою у водоносному горизонті.

**Метою статті** є аналіз конструкцій гравійних фільтрів ТРРКК НГУ, призначених для обладнання водоносних горизонтів гідрогеологічних свердловин питного і господарського водопостачання.

Особливістю технологій застосування гравійних фільтрів із витягуваним захисним кожухом [1] (рис. 1) є їх збірка на денній поверхні з формуванням в просторі між каркасом фільтрової колони 9 і знімним захисним кожухом 2 при візуальному контролі гравійного обсипання (при необхідності багатошарової) із заданими фізичними властивостями. Після чого виконуються операції з транспортування гравійного фільтру по стовбуру свердловини, до вибою, від'єднанню знімного кожуха і подальшого витягання його зі свердловини на колоні бурильних труб на денну поверхню.

Відмінною особливістю розроблених гравійних фільтрів є те, що вони містять знімний захисний кожух 2, що має діаметр, максимально наближений до діаметру водоприймальної частини свердловини. Кожух 2 призначений для формування гравійного обсипання і запобігання порушенню її суцільності до моменту приведення фільтру в робочий стан, центрування гравійного фільтру при установці у водоносному горизонті і так далі. При детальному розгляді конструкцій гравійних фільтрів тільки фільтр з жорстким з'єднанням знімного кожуха з черевиком шпильками (рис. 1,а) може мати значну довжину фільтрової колони. Збірка гравійного фільтру, нарощування фільтрової колони, за даною схемою проводяться на гирлі свердловини після приєднання знімного захисного кожуха 2 до черевика 1 шпильками, що зрізаються, 16. Утримування фільтру на гирлі від падіння його в свердловину здійснюється за рахунок хомутів закріплених на знімному захисному кожусі 2, що спираються на стіл ротора бурової установки. Решта конструкцій гравійних фільтрів (рис. 1,б,в,г) має обмеження по довжині фільтрової колони, обумовлене висотою щогли бурової установки. Крім того, (рис. 1,в і 1,г) для попередження підняття захисного кожуха 2 в процесі транспортування гравійного фільтру до водоносного горизонту на колоні бурильних труб 11 і для забезпечення формування якісного гравійного обсипання у водоносному горизонті необхідно, щоб при збірці фільтру і в процесі його транспортування виконувалася умова

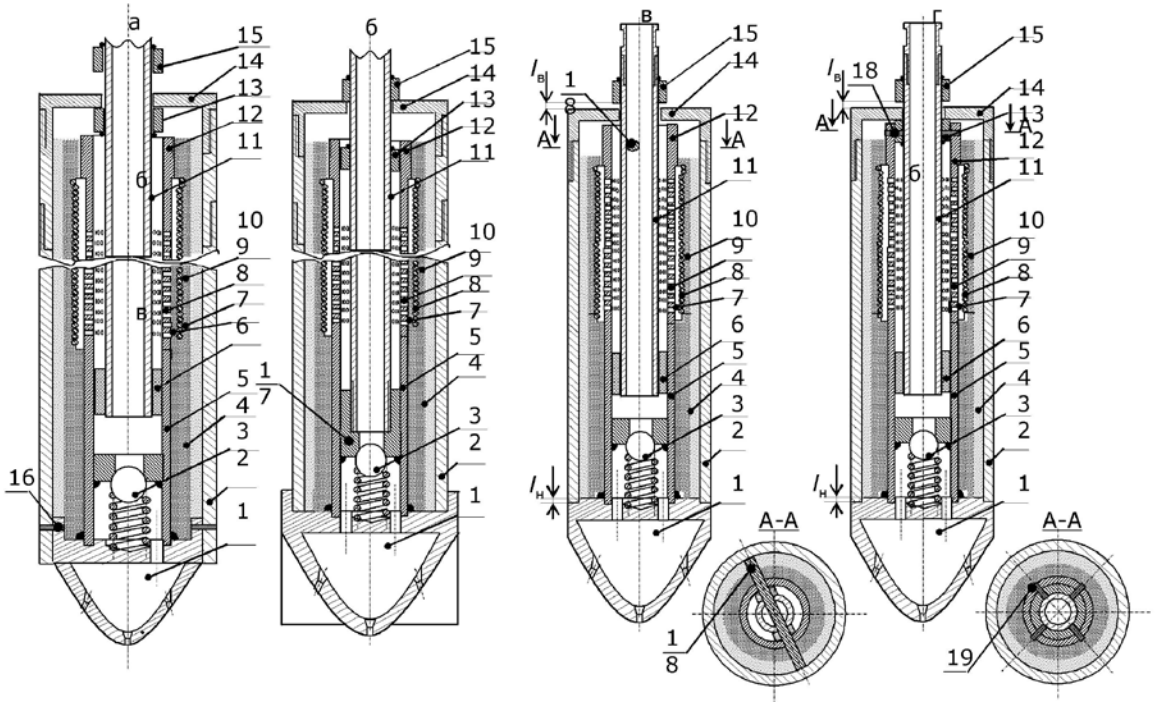
$$l_н > l_в > l_з$$

*де* $l_н$ – глибина посадки кожуха в штатне місце в черевику відстійника; $l_в$ – величина вільного ходу кожуха, обмеженого запобіжником; $l_з$ – величина паза замку.

Транспортування гравійного фільтру здійснюється на колоні бурильних труб 11, які залежно від вибраної конструкції з'єднуються з фільтром за допомогою: шпильок, що зрізаються, 16, які жорстко сполучають нижню частину знімного кожуха 2 з черевиком фільтру 1 і упору 13, жорстко приєднаного до колони бурильних труб 11. Колона бурильних труб має можливість осьового переміщення, обмеженого упором 13 і запобіжником 15 (рис 1,а); муфти з лівим різьбленням 17, жорстко встановленої у внутрішній порожнині відстійника 5,

функціонально виконаної спільно із зворотним клапаном (рис 1,б); Т-подібного ключа 18, що фіксує співісне положення каркаса фільтрової колони 9 з корпусом знімного кожуха 2 (рис 1,в); шпильок, що зрізаються, 19, конструктивно розташованих в жорстко закріпленому на бурильній колоні 11 упорі 13 і верхній частині надфільтровойїколони 12 гравійного фільтру (рис 1,г).

Посадка гравійного фільтру у водоносний горизонт може здійснюватися: у розкритий водоносний горизонт з проектним діаметром; у пілот-свердловину малого діаметру; методом одночасного розтину водоносного горизонту і посадки гравійного фільтру гідровмивом.




а – з жорстким з'єднанням знімного кожуха з черевиком шпильками; б – із з'єднанням бурильної колони з каркасом фільтру лівим різьбленням; в – з Т-подібним з'єднанням бурильної колони з надфільтровою трубою; г – з жорстким з'єднанням бурильної колони з надфільтровою трубою шпильками
Рисунок 1 – Схема опускного гравійного фільтру із знімним захисним кожухом

Після того, як фільтр посаджений на проектну глибину (рис. 1,а, 1,г) під дією осьового навантаження, створюваної вагою бурильної колони, відбувається те, що зрізає шпильок з подальшим витяганням знімного захисного кожуха 2 зі свердловини і оголенням матеріалу гравійного обсипання.

**Висновки.** Розроблені технології устаткування гідрогеологічних свердловин гравійними фільтрами із знімним захисним кожухом дозволять: зменшити витрату гравійного матеріалу і часу на його транспортування до водоносного горизонту; уникнути зависання гравійного матеріалу при його транспортуванні по стовбуру свердловини; поліпшити якість гравійних фільтрів за рахунок формування при візуальному контролі на денній поверхні гравійного обсипання і при необхідності формування багатошарового обсипання із заданими параметрами; усунути вірогідність утворення зяючих порожнеч; понизити вірогідність

піскування; понизити гідравлічні опори при підвищенні ефективної пористості і др.

Негативною стороною фільтрів даної конструкції є те, що: у реальних свердловинних умовах ці фільтри не випробувані; за винятком гравійного фільтру першої конструкції, останні мають обмеження по довжині робочої поверхні, обумовленій довжиною обсадної труби і відсутністю можливості закріплення знімного кожуха над гирлом свердловини; через конструктивні особливості і технологію обладнання водоносного горизонту, при витяганні знімного кожуха зі свердловини зазор між шаром гравійного обсипання і стінками свердловини заповнюється за рахунок гравійного обсипання фільтру, що може привести до порушення текстури гравійного обсипання.

**Перелік посилань**

1. А.А. Кожевников, С.В. Гошовский, А.К.Судаков, О.А. Пащенко, А.А. Гриняк, М.А Колесников. Анализ технологических и технических особенностей применения опускных двухслойных гравийных фильтров со съемным защитным кожухом. Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Вип.10. – Киев: ИСМ им. Бакуля НАН Украины 2007. С.47-50.

УДК 622.24

## РАЗРАБОТКА ГИДРОУДАРНОГО МЕХАНИЗМА ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ С ПОВЫШЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

**Киселева И.А., студентка группы ТТР-06, ДонНТУ**

*Научный руководитель - доцент Русанов В.А.*

Одним из самых распространенных, многообразных, сложных и трудоёмких типов аварии в разведочном бурении являются прихваты, характеризующаяся полным или частичным прекращением движения бурового инструмента даже при повышении осевых усилий.

Прихват может быть вызван оседанием шлама при прекращении циркуляции промывочной жидкости, кусками породы, вываливающимися из стенок скважины, уроненными в скважину мелкими предметами, прижогом коронки, т.е. спеканием её горной породой или шламом на забое.

Возникновение прихвата снижает производительность труда и повышает себестоимость работ и увеличивает затраты времени на бурение скважины.

Одним из эффективных методов ликвидации прихватов является применение ударного устройства — гидравлического вибратора.

В настоящее время разработаны многочисленные конструкции гидравлических вибраторов, в той или иной мере применимых для ликвидации прихватов. Одной из наиболее перспективных конструкция является конструкция гидравлического вибратора двойного действия с дифференциальным поршнем и двухклапанным распределением рабочей жидкости, разработанная на кафедре

«Технология и техника геологоразведочных работ» Донецкого национального технического университета.

Однако, применение их в практике буровых работ показало, определенное снижение эффективности удара бойка по наковальне и в целом КПД устройства. Этот недостаток, обусловленная тем, что поршень с бойком, набирая максимальную скорость на участке рабочего хода, теряет часть ее при перестановке клапанной группы за счет возникновения гидроторможения. Таким образом, скорость соударения бойка с наковальней будет меньше максимальной, достигаемой поршнем в процессе движения, что снижает КПД устройства и эффективность его работы.

С целью устранения указанного недостатка предлагается следующая конструкция гидравлического вибратора.

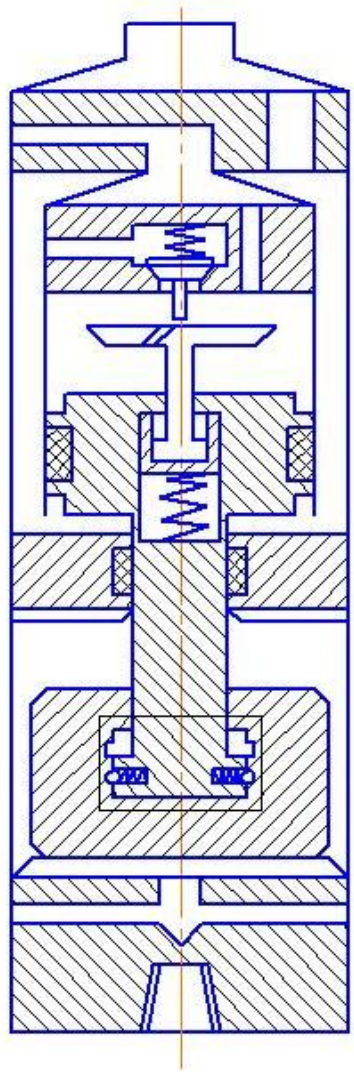


Рис. 1. – Гидравлический

В его состав входят корпус с распределительным переходником, верхней и нижней наковальнями. К распределительному переходнику крепится клапанная коробка с цилиндром, в котором размещен поршень, снабженный хвостовиком, установленным в камере, выполненной в теле бойка. Клапанная группа представлена впускным и выпускным клапанами, втулкой и пружиной.

Хвостовик поршня снабжен фиксаторами для взаимодействия в крайних положениях с проточками, выполненными в камере.

Гидравлический вибратор работает следующим образом.

Нижней наковальней он соединяется с прихваченным инструментом. В исходном состоянии поршень и боек находятся в крайнем нижнем положении, при этом фиксаторы размещаются в проточке, фиксируя поршень относительно бойка. Впускной клапан закрыт, а выпускной открыт.

При подаче рабочей жидкости в гидравлический вибратор она поступает под поршень, перемещая последний вверх. После прохождения рабочего хода, когда поршень наберет максимальную скорость, он наносит удар по впускному клапану. Одновременно боек, двигавшийся вместе с поршнем, наносит удар по верхней наковальне. Поршень, продолжая двигаться вверх, проходит вместе с выпускным клапаном расстояние свободного хода. Открывается впускной клапана и рабочая жидкость начинает поступать и в надпоршневую полость цилиндра, тормозя поршень. Одновременно, поскольку боек остановился от удара

по наковальне, а поршень продолжал движение, фиксаторы выходят из проточки и хвостовик занимает крайнее верхнее положение в камере.

УДК 622.243

# РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ УДАРНОГО МЕХАНІЗМУ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ ПРИХВАТІВ В СВЕРДЛОВИНАХ З НИЗЬКИМ ДИНАМІЧНИМ РІВНЕМ ПРОМИВАЛЬНОЇ РІДИНИ

***Дерягіна Д.А., студентка Донецького національного технічного університету***

*Науковий керівник – доцент Каракозов А.А.*

Розроблений ударний механізм відноситься до пристроїв для ліквідації прихватів бурового снаряда, що реалізують гідростатичний тиск стовпа рідини в бурильних трубах. Це дозволить застосовувати його для ліквідації прихватів у сухих свердловинах та у свердловинах з низьким статичним рівнем рідини, які обумовлені катастрофічним поглинанням.

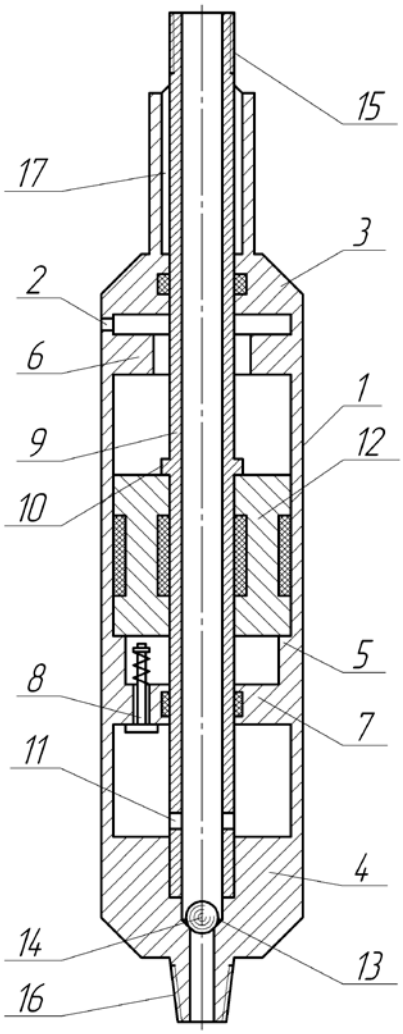



Рисунок 1 – Конструктивна схема ударного механізму.

Розроблена конструктивна схема (рис. 1), по якій подані заявки на винахід і корисну модель (А 2009 13164 від 17.12.2009 та U 2009 13557 від 25.12.2009). До складу пристрою входять корпус 1 з отворами 2, перехідниками 3 і 4 і уступом 5. З корпусом 1 з'єднані ковадло 6 і перегородка 7 з клапаном 8. Шток 9 з обмежувачем 10 і отворами 11 встановлений в отворах ковадла 6 і перегородки 7 концентрично з корпусом 1. Отвори 11 штока 9 розміщені нижче перегородки 7. Між уступом 5 і обмежувачем 10 встановлено поршень-бойок 12. В перехіднику 4 встановлено сідло 13 клапана 14. В верхній частині штока 9 є різьба 15 для з'єднання з бурильними трубами, а в перехіднику 4 – різьба 16 для з'єднання з прихваченим снарядом. Між штоком 9 та перехідником 3 виконані шліци 17.

Пристрій застосовується у свердловинах з низьким рівнем промивальної рідини над вибоєм. При використанні після виникнення прихвату він спускається до прихваченого об'єкта на бурильних трубах, з'єднаних зі штоком 9. При цьому клапан 14 відсутній. При з'єднанні пристрою з прихваченим буровим снарядом обертання від бурильних труб передається на нього через шток 9, шліцьове

з'єднання 17, верхній перехідник 3 і корпус 1. Потім по бурильних трубах у сідло 13 скидається клапан 14, який перекриває осьовий канал у перехіднику 4. Далі бурильні труби заповнюють промивальною рідиною так, щоб рівень в них був значно вищій, ніж у свердловині. Для нанесення удару дають натяг бурильним трубам і піднімають шток 9. При цьому отвори 11 у штоку 9 піднімаються вище перегородки 7 і з'єднуються з порожниною під поршнем-бойком 12, і в неї починає перетікати рідина з бурильних труб. Оскільки тиск під поршнем-бойком 12 більший, ніж над ним, то поршень-бойок 12 рухається вгору і наносить удар по ковадлу 6. При цьому рідина з порожнини над поршнем-бойком 12 витискається у свердловину через отвори 2. Для нанесення повторного удару бурильні труби подають вниз. Обмежувач 10 давить на поршень-бойок 12 і переміщує його вниз до уступа 5. При цьому рідина з-під нього витискається в порожнину бурильних труб через отвори 11. Коли вони зрівняються з перегородкою 7, рідина з-під поршня-бойка 12 буде витискатися у порожнину бурильних труб через клапан 8. Удари, які передаються на прихвачений снаряд під час роботи пристрою, призводять до звільнення снаряду від прихвату.

Пристрій також може включатися до складу бурового снаряда. У випадку виникнення прихвату клапан 14 скидають по бурильних трубах, і він сідає у сідло 13. Подальша робота пристрою аналогічна.

Для розробленого пристрою під час ліквідації прихвату колонкової труби діаметром 89 мм в залежності від швидкості бойка досягається наступна сила удару (табл. 1).

Таблиця 1 – Залежність сили удару від швидкості бойка

| Швидкість бойка пристрою при ударі, м/с | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Зусилля в прихваченому снаряді, кН | 34 | 68 | 102 | 136 | 170 | 204 | 238 | 273 | 307 | 341 |

УДК 622.242/.243

## РАЗРАБОТКА СИГНАЛИЗАТОРА ВНЕЗАПНОГО ПАДЕНИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В СКВАЖИНЕ

**Муллер А.А., студент группы ТТР-09с, Донецкий национальный** технический университет
*Научный руководитель - доцент Филимоненко Н.Т.*

Существенным недостатком технологической схемы прямой промывки скважины является отсутствие надежной регистрации момента падения уровня жидкости в ней в процессе бурения при подходе к проницаемой зоне. Такая ситуация, если ее во время не зафиксировать и оперативно не принять соответствующие меры (извлечь буровой снаряд), как правило, заканчивается аварией. Отсутствие в таких случаях возможности контролировать уровень жидкости в скважине непосредственно в процессе бурения является источником возникно-

вения аварии. Поэтому, весьма актуальным является теоретическое обоснование оперативного способа фиксации начала падения уровня жидкости в скважине.

Один из самых надежных каналов связи, по которому можно передать информацию об изменении гидравлических характеристик замкнутого или незамкнутого гидравлического контура скважины, является сам гидравлический контур. В технике его называют гидравлическим каналом связи. Падение столба жидкости в скважине приводит к уменьшению длины канала, по которому циркулирует жидкость, и, как следствие, к уменьшению потерь давления в циркуляционной системе. Манометр, установленный в ее начале, зарегистрирует падение давления. Однако в случае незначительного падения столба жидкости в скважине (а это так же может привести к обвалу ее стенок при наличии неустойчивых пород или незакрепленного интервала), уменьшение давления на входе в циркуляционную систему может быть визуально не зафиксировано бурильщиком, что нередко приводит к аварии. Таким образом, необходимо обеспечить возможность резкого снижения давления в нагнетательной сети (эквивалентно снижению давления при обрыве бурового снаряда) даже при незначительном падении уровня жидкости в скважине.

Принцип базируется на использовании фундаментального положения гидростатики - основного его уравнения, выражающего зависимость давления в данной точке покоящейся жидкости от рода жидкости, расстояния этой точки от свободной поверхности и давления на последней. При падении уровня жидкости в скважине будет уменьшаться гидростатическое давление ее столба в конкретной точке скважины. Поместив в эту точку элемент, позволяющий изменять свое положение в зависимости от изменения прилагаемой к нему силы гидростатического давления столба жидкости в скважине, мы можем использовать перемещение этого элемента для переключения каналов в нагнетательной линии. Если при падении столба жидкости в скважине нисходящий поток очистного агента переключится на канал, обеспечивающий его выход по линии наименьшего сопротивления, то манометр, установленный в нагнетательной сети, покажет резкое уменьшение давления. Это и будет сигналом, свидетельствующим о внезапном снижении уровня жидкости в скважине.

Контроль за положением уровня жидкости по вышеописанному принципу осуществляется без прерывания технологического процесса бурения, что выгодно отличает его от всех известных способов, предусматривающих обязательное извлечение бурового снаряда из скважины.

Схема сигнализатора показана на рис. 1.

Принцип его работы следующий. При понижении уровня жидкости в скважине 4 будет уменьшаться гидростатическое давление в конкретной ее точке. Поместив в эту точку элемент (в нашем случае клапан 1), изменяющий свое положение в зависимости от величины гидростатического давления в скважине, мы можем использовать его перемещение для переключения каналов движения жидкости в сигнализаторе. Если при понижении уровня в скважине на величину $h_1$ - $h_2$ жидкость будет направлена в канал *"б"*, обеспечивающий ее выход в затрубное пространство (линия наименьшего сопротивления), то манометр (не показан), установленный в нагнетательной линии, покажет уменьшение давления. Это будет сигналом, свидетельствующим о снижении уровня жидкости в скважине. Данный принцип работы сигнализатора позволяет осуществлять контроль за положением уровня жидкости без прерывания процесса бурения, что очень важно для обеспечения непрерывности технологического процесса бурения.

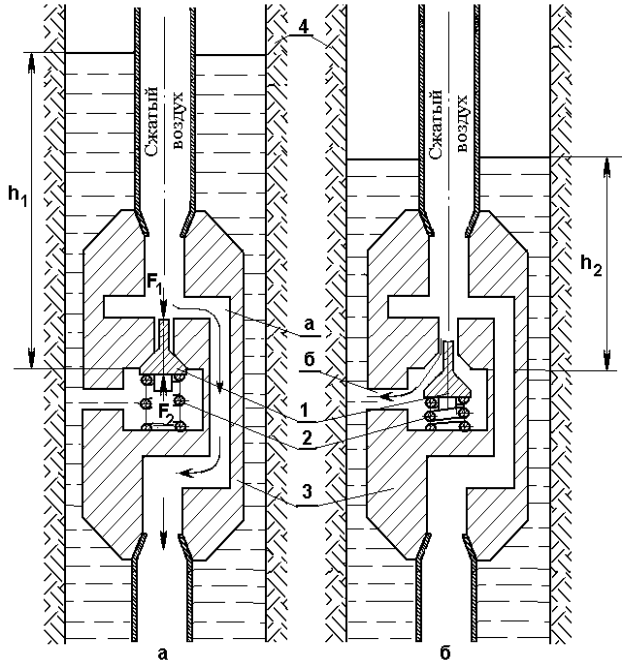



*Рис 1 Сигнализатор внезапного падения уровня жидкости в скважине*
*1 - клапан; 2 - пружина; 3 – корпус сигнализатора; 4 - скважина*

УДК 622.242/.243

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОГРУЖНОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВЫТЕСНИТЕЛЯ

**Точеный И.А., студент группы ТТР-06, Донецкий национальный** технический университет
*Научный руководитель - доцент Филимоненко Н.Т.*

Геологические разрезы скважин содержат проницаемые зоны, имеющие различную природу, пересечение которых приводит к значительным потерям промывочной жидкости. В подобных условиях рекомендуются технологии бурения с внутрискважинной промывкой, создаваемой погружными насосами. При этом в качестве очистного агента используется естественный буровой раствор, оставшийся в скважине после вскрытия проницаемой зоны. Тем самым снижаются или полностью исключаются затраты, обусловленные его приготовлением и доставкой на объект ведения работ.

Анализ и обобщение опыта бурения, а так же работы последних лет, проведенные в Донецком национальном техническом университете, показали перспективность применения погружных пневматических вытеснителей для созда-

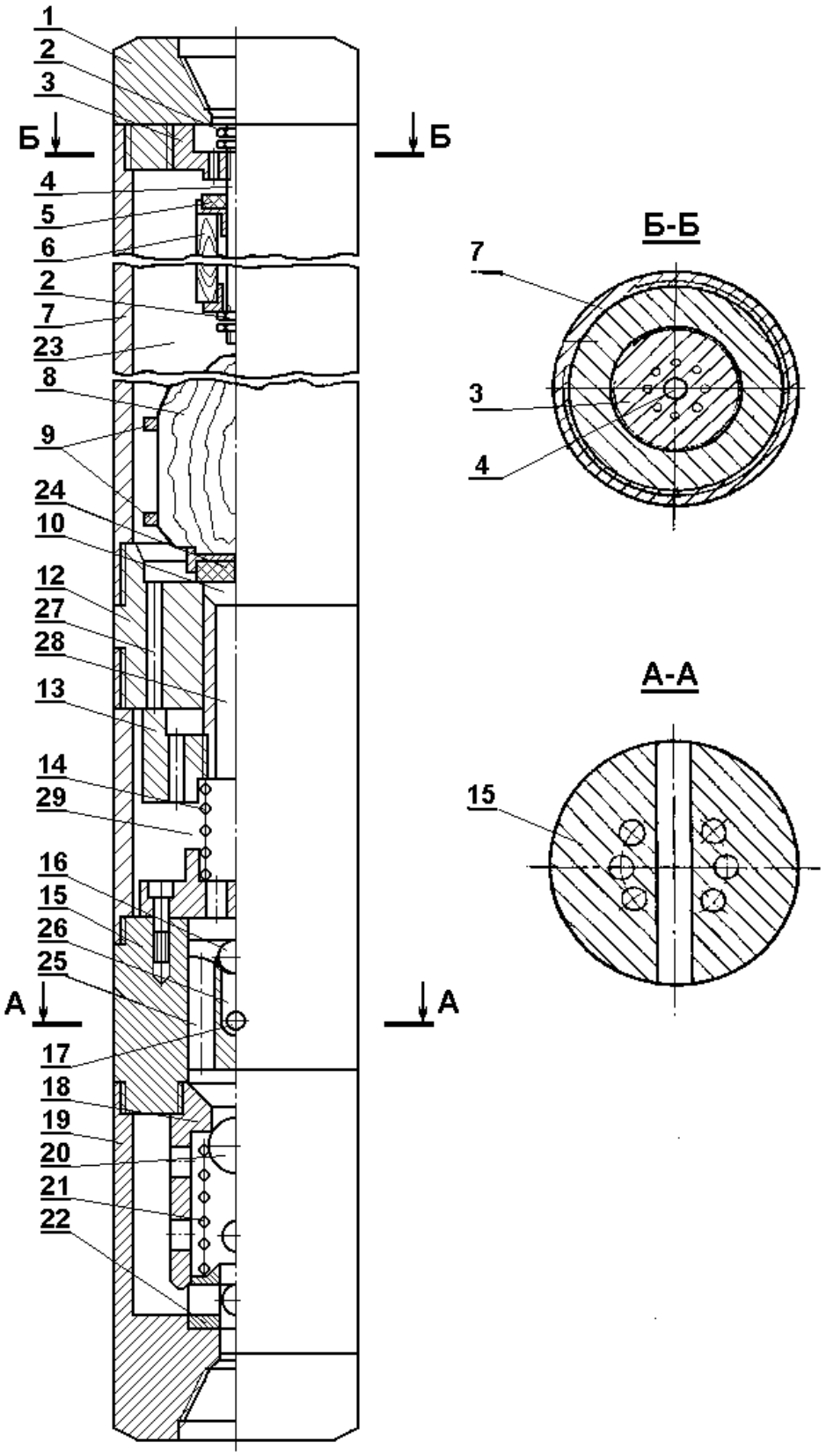



*Рис. 1 Схема пульсационного насоса с поверхностным воздухораспределителем*

ния внутрискважинной прерывистой промывки. Это особый тип горных машин. Они позволяют передавать энергию сжатого воздуха непосредственно на вытесняемую жидкость без промежуточных звеньев, что упрощает конструкцию и повышает надежность насоса.

На рис. 1 приведена схема, иллюстрирующая принцип работы такого устройства. При спуске его в скважину промывочная жидкость через каналы 17 и 26 соединительного элемента 15, всасывающий клапан 16, пружинную камеру 29, канал 28 поступает в полость вытеснительной камеры 23. Поплавок 8 перемещается вверх вместе с поступающей в нее жидкостью. После того, как уровень жидкости в вытеснительной камере достигнет верхнего поплавка 6, последний поднимется по направляющей 4 в крайнее верхнее положение и перекроет сквозные каналы во втулке 3. Это предотвратит заполнение жидкостью колонны бурильных труб. При переключении воздухораспределителя на подачу сжатого воздуха он поступает в вытеснительную камеру 23 через центральный канал верхнего переходника 1, каналы втулки 3. Нижний поплавок 8, защищенный от ударов о внутреннюю поверхность вытеснительной камеры 7 с помощью колец 9, переместится вниз вместе с уровнем вытесняемой из камеры 7 жидкости.

Жидкость через центральный канал 28, пружинную камеру 29, каналы 25 соединительного элемента 15 поступает в полость корпуса 18 седла нагнетательного клапана 20, опирающегося на пружину 21, центрируемую в нижнем переходнике 19 с помощью втулки 22, отжимает нагнетательный клапан 20 и по бурильным трубам (не показаны) подается на забой скважины.

Сила сжатия пружины 14 рассчитывается таким образом, чтобы сила давления сжатого воздуха на клапан 13 была меньше (при максимально возможном давлении сжатого воздуха в вытеснительной камере 7) усилия снизу со стороны пружины 14 на клапан 13.

Далее с помощью воздухораспределителя (не показан), установленного на поверхности, внутренняя полость вытеснительной камеры через бурильные трубы соединяется с атмосферой. Давление в полости падает и начинается заполнения вытеснительной камеры. После этого рабочий цикл повторяется.

Как отмечено выше это устройство эксплуатируется в условиях поглощения промывочной жидкости с понижением ее уровня в скважине. Поэтому возможен обвал стенок скважины.

С этой целью конструкцией устройства должна быть предусмотрена возможность начать немедленную промывку скважины в случае обвала ее стенок. При появлении косвенных признаков, свидетельствующих об обвале стенок скважины (повышение крутящего момента) немедленно включается буровой насос (не показан), который при пульсирующей промывке отключен от нагнетательной линии. Нижний поплавок 8 подхватывается потоком жидкости и перекрывает центральное отверстие 10 крышки 12. В вытеснительной камере поднимается давление, при котором сила давления жидкости на клапан 13 превысит усилие на него снизу со стороны пружины 14. Клапан 13 откроется и

обеспечит поступление жидкости на забой скважины, которая размоет прихваченную часть снаряда.

УДК 622.243

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ И ТЕХНОЛОГИИ БЕСКОЛОННОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ

**Кошеверова Е.В.,** ***Донецкий национальный технический университет***

Прогрессивным направлением повышения производительности и рентабельности бурения инженерно-геологических скважин на шельфе является развитие и широкое использование новой технологической схемы бесколонной проходки скважин глубиной до 50 м. Схема реализуется с помощью погружного гидроударного бурового снаряда (ПБС) и предусматривает использование в течение рейса двух способов разрушения пород на забое: *с отбором керна* за счет частотно-ударного погружения бурового снаряда в осадки, а также *без отбора керна* за счет размыва пород на заданном или пройденном без крепления интервале при неработающем гидроударном механизме [1].

ПБС представляет собой структурный синтез гидроударного бурового снаряда (ПБС-127) и двух пусковых узлов для дистанционного изменения способа бурения в процессе рейса. При этом с помощью верхнего узла (ВПУ) производится запуск гидроударника на фазе отбора керна, а нижним пусковым узлом (НПУ) создаются условия для работы ПБС-127 в режиме гидромониторного размыва пород при неработающем гидроударнике. Наиболее проблемным интервалом в технологическом цикле проходки скважин является фаза перехода от интенсивного гидромониторного разрушения пород на забое при максимальном расходе жидкости ($Q_{\max}$), на режим промывки с пониженной подачей жидкости ($Q$), соответствующей номинальной величине расхода для эффективной работы гидроударника. Очевидно, в этот промежуток времени в скважине формируется зона, где в процессе ее промывки часть песка находится во взвешенном состоянии, практически не меняя свою вертикальную координату. Поэтому даже при кратковременной остановке насоса, перед срывом керна, как правило, подъем снаряда затруднялся вследствие быстрого оседания песка и заполнению им всего объема кольцевого зазора между ПБС и стенками скважины.

Задача определения минимально необходимого расхода воды, при котором обеспечивается подъема частиц песка по стволу скважины, решалась путем моделирования системы «буровой снаряд-скважина» с использованием программного продукта АНСИС. При составлении модели использованы фактические размеры ПБС-127М [1] и режимные параметры привода, соответствующие работе гидроударного механизма как на фазе пробоотбора, так и на фазе гидроразмыва. Данные моделирования в виде графического и цифрового материала

характеризовали состояние ствола скважины, при этом обеспечивалась постоянная фиксация диаметра скважины и скорости потока жидкости по стволу скважины. Полученный характер эрозии ствола и закон распределения скорости потока по сечению скважины обеспечил возможность использовать схему расчета движения твердых частиц в потоке воды, восходящем по кольцевому пространству при бурении забойными механизмами, предложенную Л.П. Шумиловым [2]. В результате исследований установлен необходимый режим промывки в период пробоотбора, соответствующий условию $Q_{\max} \geq 430 \ldots 450$ л/мин. Предложено техническое решение задачи в виде универсального ВПУ, выполняющего дополнительно функции делителя потока жидкости. На фазе отбора керна при подаче в гидросистему $Q_{\max}$, дроссельные каналы ВПУ с помощью клапана делителя распределяют расход жидкости на два потока. Часть жидкости $Q = 300 \ldots 320$ л/мин поступает в рабочие камеры гидроударного механизма, остальной объем ($\approx 120$ л/мин) выходит над ПБС в скважину. В дальнейшем, оба потока суммируются, и по стволу скважины обеспечивается расход жидкости, близко соответствующий $Q_{\max}$.

**Литература**

1. *Калиниченко О.И., Зыбинский П.В, Каракозов А.А*. Гидроударные буровые снаряды и установки для бурения скважин на шельфе. – Донецк: «Вебер» (Донецкое отд.), 2007. – 270 с.

2. . *Гидравлика* в бурении (Вопросы теории и практики). Труды ВНИИБТ – М: Недра, 1965.-Вып.15. – с. 82-105.

УДК 622.243

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПАРАМЕТРЫ ГИДРОУДАРНОЙ МАШИНЫ ГУ-132 ДЛЯ УДАРНО-ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН

**Декунова В.С.,** ***Донецкий национальный технический университет***

В последние годы, как в отечественной, так и в зарубежной практике, наблюдается тенденция активного применения ударно-вращательного бурения скважин, обусловленная потенциальными возможностями способа обеспечить рост механической скорости бурения в разнообразных горно-геологических условиях, а также решить задачи повышения качественных показателей и экономичности буровых работ.

Количество и значимость технологических параметров ударно-вращательного бурения больше, чем для других известных способов. Это предполагает существенное расширение диапазона для выбора режимов (сочетаний технологических параметров) в зависимости от свойств пород и горно-геологических условий бурения. При этом в схеме разрушения пород на забое

доминирующим является соотношение между ударной мощностью $Ny$ и мощностью на вращение $Nв$, а именно $Ny \geq Nв$. На сегодня, при достаточно убедительных данных по разработкам технологических режимов ударно-вращательного бурения, задача технического обеспечения необходимого значения ударной мощности до настоящего времени является наименее подготовленной. Причем в значительной степени это относится к разработкам погружных гидроударных машин.

В условиях разведочного бурения, где решающим является обеспечение эффективной работы гидроударников при относительно малом расходе жидкости, весьма прогрессивными являются механизмы двойного действия (ГДД). Несмотря на то, что такие машины характеризуются сложной кинематикой рабочего процесса и системой распределения жидкости, требующей большого количества уплотнений и внутренних каналов для ее прохода, разработка гидроударника по схеме ГДД обусловлена возможностью создания механизмов со сравнительно высоким КПД, большой энергией и частотой ударов при небольшой подаче промывочной жидкости. Отмеченная особенность явилась предпосылкой использования схемы ГДД при разработке гидроударника Г-132 для бурения скважин диаметром 132 *мм* по заданию Правобережной геологической экспедиции ПДРГП «Північгеологія».

При создании ГУ-132 наибольшие трудности возникли при выборе необходимого сочетания конструктивно-технологических параметров гидроударника вследствие жесткого лимитирования диметра корпуса механизма $d_{гу}$=108 *мм* и имеющейся области допустимых характеристик привода буровых насосов, прежде всего, по допускаемому значению давления . Это в свою очередь поставило в разряд технических ограничений рабочую площадь поршня $f$ и массу бойка $m_б$: $f \leq 16{,}5$ *см*$^2$; $m_б$ = 35-40 *кг*.

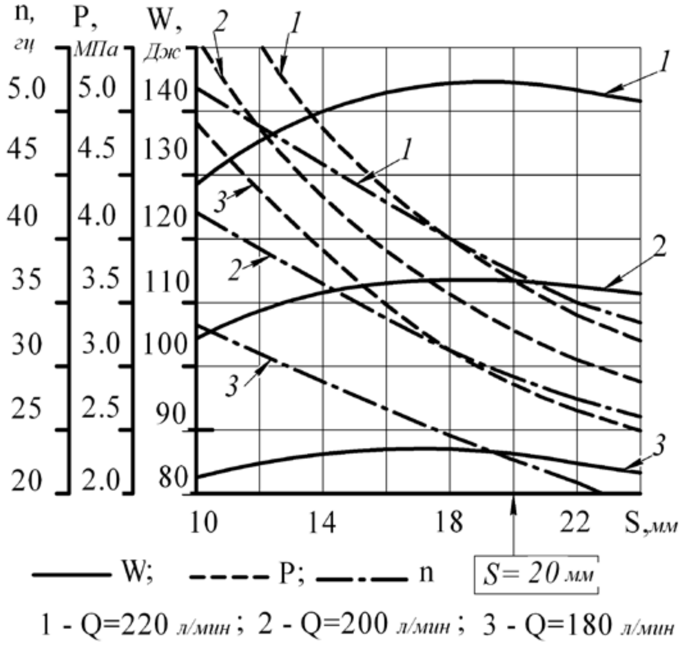



Рис. 1. Зависимость рабочих параметров ГУ-132 от величины рабочего хода бойка: $n$ - частота ударов бойка; $P$ - рабочее давление; $W$ - энергия удара; $Q$ - расход жидкости

В условиях отмеченных ограничений получение характеристик гидроударника для создания выгодных условий разрушения пород сужено возможностью варьирования величиной рабочего хода $S = S_{опт}$=20*мм*, при котором силовые характеристики гидроударника достигают максимального значения (рис.1).

На основании проведенных исследований разработан и испытан в лабораторных условиях гидроударный механизм ГУ-132, с наружным диаметром корпуса 108 мм. Разработка передана для экс-

плуатации ПДРГП «Північгеологія».

УДК 622.243

## АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ УМОВ СТВОРЕННЯ ГРАВІЙНИХ ФІЛЬТРІВ БУРОВИХ СВЕРДЛОВИН

**Усенко А.В., Національний гірничий університет, Дніпропетровськ, Україна**

*Науковий керівник – доцент Судаков А.К.*

Проаналізовано технічних умові створення гідрогеологічних свердловин призначених для питного та господарського водопостачання.

При виборі раціональних конструкцій фільтрів враховують технічні умови роботи водозабірних свердловин, призначення споруди, тип і потужність насосного устаткування, а також засоби спорудження самих свердловин.

Призначення спорудження визначає тимчасовий або постійний характер експлуатації водозабірних свердловин.

У ряді галузей народного господарства експлуатацію свердловин можна проводити періодично в найбільш жаркий період року. У цьому разі, свердловини працюватимуть з повним навантаженням в межах обмеженого терміну, іноді не більше 2-4 місяців на рік.

Ці умови потрібно враховувати при проектуванні раціональних конструкцій фільтрів, розрахунках величини водоприймальної поверхні і виборі матеріалів для їх виготовлення.

До розряду технічних умов відноситься також і величина передбачуваного водовідбору. Необхідно відзначити, що при збільшенні водовідбору слід збільшувати і поверхню, що фільтрує, за рахунок діаметру і довжини фільтру або збільшення контуру гравійних обсипань, а в деяких випадках шляхом комбінації обох конструктивних елементів.

Як показує практика, збільшення водовідбору без забезпечення його необхідною фільтраційною поверхнею може викликати передчасний вихід свердловин з ладу.

Необхідність відповідності водовідбору площі фільтрації буде тим більшою, чим дрібніше піски, що складають водоносний горизонт.

На вибір конструкції фільтру можуть впливати типи і потужність насосного устаткування, які залежать від умов залягання підземних вод. В більшості випадків, при незначному статичному рівні підземних вод експлуатацію свердловин рекомендується проводити відцентровими насосами, що встановлюються на поверхні землі або в неглибоких шахтних колодязях.

Залягання підземних вод можна спостерігати в безнапірних водоносних горизонтах великої потужності і в напірних пластах, коли рівні води встановлюються вище або нижче від поверхні землі. У цих умовах фільтр зазвичай

знаходиться в затопленому стані і над його верхнім кінцем є достатня кількість води на всмоктування.

При таких конструкціях свердловин водоприймальні труби насосів знаходитимуться в обсадній колоні, не доходячи до оголовка встановлених фільтрів.

У подібних умовах залежно від механічного складу порід, що оточують фільтр, і хімічного складу підземних вод при виборі конструкцій фільтрів необхідно віддавати перевагу гравійним фільтрам.

У безнапірних і напірних водоносних горизонтах малої потужності або із слабким напірним рівнем водоприймальні частини насоси доводиться встановлювати у фільтрах, а в деяких випадках нижче за їх робочу частину - у відстійниках.

Збільшення діаметрів фільтрів необхідне і при установці ерліфтів, коли їх доводиться спускати у відстійник фільтру, і тим більше при монтажі ерліфтів з паралельним розміщенням водопідіймальних і повітряних колон.

До технічних умов, що визначають вибір раціональних конструкцій фільтрів, відносяться засоби спорудження свердловин і установки фільтрів.

УДК 622.24

## НОВОЕ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ КАВЕРНОЗНЫХ ЗОН СКВАЖИНЫ

**Кутепов И.И., студент группы РТ-06, НГУ (Днепропетровск)**

*Научный руководитель – ассистент Игнатов А.А.*

Отделение пластов при существующей технологии крепления скважин является одним из наиболее ответственных этапов в большом комплексе работ по ее строительству. Под операцией отделения понимают ряд приемов, которые проводятся для закачивания цементного раствора в затрубное пространство с целью создания там надежной изоляции в виде плотного материала, который образуется в результате отвердения раствора. От успешности цементирование зависит срок работы скважины, а также возможность оценки перспективности разведываемых площадей.

Основная трудность достижения качественного цементирования в скважине обусловлена состоянием самого ствола, которое всегда осложнено перегибами, желобами и кавернами. Геофизические исследования скважин показывают, что их ствол не является цилиндрическим по всей длине, а содержит достаточно глубокие в радиальном направлении расширения (каверны). Обломки разрушенной горной породы скапливаются в кавернах и образуют в этих местах высоковязкие малоподвижные глинисто-шламовые пасты. Если в процессе бурения наличие таких скоплений шлама не вызывает особенных осложнений,

то их следует считать основными причинами разных газо -, водо - и нефтепроявлений во время эксплуатации скважин.

Проблема обеспечения качественного цементирования в кавернозной зоне связана, прежде всего, с вопросами эффективной очистки застойных зон в кавернах.

Учитывая вышеизложенное, можно отметить, что обеспечение высокого качества цементирования колонн - проблема многофакторная, и к ее решению необходимо подходить комплексно.

В последние годы достигнуты успехи в совершенствовании технологических процессов крепления и тампонажных материалов, которые обеспечивают улучшение качества цементирования стенок скважин, однако все это не привело к существенному повышению технико-экономических показателей строительства и эксплуатации скважин. По последним данным промышленных предприятий стоимость ремонтно-восстановительных работ в скважинах с некачественным цементированием складывает 150-200% от стоимости работ по их креплению.

В ходе анализа и обобщения фактических геологических, геофизических и технико-технологических данных на нефтяных и газовых месторождениях Украины и стран СНГ были выявлены основные причины некачественного цементирования скважин, среди которых самой главной следует считать смешивание цементного раствора с глинисто-шламовыми пастами, которые находятся в кавернах.

Именно поэтому, большое внимание уделяется вопросам подготовки ствола скважины к цементированию. Для создания защитного слоя в прискважинной зоне предлагается применять виброобработку, аэрированые буферные жидкости, двух - и трехфазные пенные системы, вихревые потоки, струйную кальматацию стенок, механическое уплотнение фильтрационной корки, технологию селективной изоляции и т.д.

Для дальнейших исследований, в качестве базовых, были приняты следующие технологии. Одна заключается в разрушении образовавшихся глинисто-шламовых паст и дальнейшем их удалении потоком промывочной жидкости. А другая, в надежном закреплении и переводе в инертное состояние содержимого кавернозных зон скважины.

Известно несколько конструкций устройств реализующих принцип первой технологии, среди которых наибольшее распространение получило устройство, содержащее корпус и расположенные вдоль его оси скребковые элементы, выполненные в виде петель из металлического каната разного диаметра. Однако общим недостатком названного устройства и других известных конструкций является то, что они не создают достаточной силы, способной разрушить скопления, присутствующие в кавернозных интервалах. Это в свою очередь резко снижает показатели качества цементирования. В основу решения указанной проблемы был положен принцип проектирования устройств, позволяющих создавать возмущающие токи жидкости, воздействие которых бы приводило к разрушению глинисто-шламовых паст. В этой связи на кафедре техники раз-

ведки МПИ разработана конструкция устройства поинтервальной обработки ствола скважины, которая содержит цилиндрический корпус и шарнирный механизм. Во внешней поверхности стенок цилиндрического корпуса, выполненные пазы для размещения соответствующих лопастей. При попадании в кавернозный интервал лопасти устройства раскрываются, осуществляя радиальное движение вокруг оси скважины. Под действием лопастей в каверне возникают вихри с постоянной осевой и окружной скоростью, которые способствуют разрушению и вынесению шлама из нее. Далее, при выходе устройства из очередной каверны, лопасти смыкаются, устройство в сложенном состоянии продолжает спускаться в скважину, открываясь в нижележащих кавернозных участках.

Основой разработки последующих устройств послужила описанная выше конструкция. Поэтому, следующее предлагаемое устройство вместо лопастей в шарнирном механизме содержит специальные проточные электрогидравлические механизмы, позволяющие ускорять и выбрасывать жидкость со скоростью до 2000м/с, создавая направленное воздействие на объекты обработки. Рабочая камера указанного механизма выполнена в виде сварной конструкции состоящей из цилиндра. В цилиндр впрессована с натягом втулка и с помощью накидной гайки закреплены положительные электроды, армированные полиэтиленовой изоляцией, который представляет собой стальной стержень с конусообразным наконечником, а отрицательным электродом служит кольцевой выступ корпуса рабочей камеры. Ударные волны, резко ускоряющие движение жидкости в коаксиальной системе электродов рабочей камеры, формируются следующим образом. Разрядный ток течет в радиальном направлении между электродами, одним из которых служит положительный электрод (стальной стержень с конусообразным наконечником), расположенный на оси системы, а другим – отрицательный электрод (кольцевой выступ корпуса рабочей камеры). Радиальный ток разряда взаимодействует с концентрическим магнитным полем тока, текущего по положительному электроду. Сила, направленная вдоль оси системы, способствует ускорению движения жидкости в этом направлении; при этом она выбрасывается из межэлектродного пространства со скоростью до 1000м/с, увлекая за собой и жидкость, циркулирующую в стволе скважины. Включение устройства в работу производится раскрытием шарнирного механизма в очередной каверне и осуществляется специальным поверхностным датчиком.

Как известно из практики бурения, перед спуском и цементированием обсадной колонны осуществляется проработка ствола скважины долотом с центральной промывкой. Однако силы тока, циркулирующей по стволу скважины жидкости недостаточно для вымывания высоковязких и малоподвижных глинисто-шламовых паст, находящихся в кавернах. Поэтому, одним из путей решения этой задачи является перевод паст в разжиженное состояние, для чего спроектирована следующая конструкция.

Устройство, по своим конструктивным параметрам, идентично описанным выше, за исключением основного рабочего органа, закрепленного в шарнирном механизме, и представляющего собой электродинамический излуча-

тель, преобразующий электрическую энергию переменного тока в акустическую.

При вхождении шарнирного механизма в каверну, содержащую шламовую пасту, происходит включение ультразвукового генератора. Распространяющиеся в объеме глинисто-шламовых паст ультразвуковые колебания приводят к их дезагрегации, что способствует не только облегчению вымывания паст, а даже и их вытеканию из каверны.

Рассмотренные выше устройства предназначены исключительно для удаления шламовых образований из кавернозных зон. Вместе с тем, несомненным является и то, что перевод имеющихся в кавернах глинисто-шламовых паст в инертное состояние также повлечет за собой за собой повышение технико-экономических показателей процесса цементирования. Это связано с исключением смешивания скоплений шлама в кавернах с поступающим в кольцевой зазор скважины цементным раствором. Поставленная задача решается тем, что в известном устройстве для обработки ствола скважины, которое содержит цилиндрический полый корпус, в стенках которого выполнены пазы с соответствующим приспособлением для очистки кавернозных интервалов. Согласно разработке, каждое приспособление выполнено в виде шарнирного механизма с электродом. Устройство работает следующим образом. Обработка кавернозной зоны осуществляется при подъеме устройства заранее спущенного в скважину на электрическом грузоподъемном проводе, который закреплен на его корпусе с помощью хомутов. Поскольку ствол скважины заполнен глинистым раствором, то для беспрепятственного обеспечения спуска устройства в скважину есть возможность в нижней его части размещать грузы-утяжелители. При попадании устройства в кавернозный интервал шарнирный механизм с электродами устройству раскрывается за счет пружины. Раскрытие механизма фиксируется на поверхности датчиком, с помощью которого осуществляется автоматическое включение подачи электричества.

В описанном выше приборе электроды также могут быть заменены так называемыми С-образными электромагнитами. Под действием этих электромагнитов в интервале обрабатываемой каверны создается магнитное поле, что в определенной степени влечет за собой упрочнение глинисто-шламовых паст.

УДК 622.24

## АНАЛИЗ МЕТОДИК ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ПРОМЫВКИ

**Мамоненко А.С., студент группы РТ-06, НГУ (Днепропетровск)**

*Научный руководитель – ассистент Игнатов А.А.*

Режим промывки при бурении играет большую роль, особенно в сложных геологических условиях. Расход очистного агента столь же важный параметр режима бурения, как осевая нагрузка и частота вращения бурового снаряда. Задача потока очистного агента заключается в том, чтобы своевременно удалять

разрушенные частицы с забоя скважины. При неполном или несвоевременном удалении отделенных частиц породы они подвергаются вторичному измельчению и затрудняют дальнейшее разрушение породы, что приводит к снижению механической скорости бурения и повышенному износу породоразрушающего инструмента.

В настоящее время используются три критерия для определения минимального расхода промывочной жидкости: величина скорости восходящего потока, удельный расход на 1 мм диаметра коронки; конкретные значения расхода для каждого типа и размера породоразрушающего инструмента и свойств буримых пород.

Скорость восходящего потока очистного агента $V_Ж$, которая обеспечивает вынос шлама с забоя скважины, определяют по формуле [1]

$$V_{ж} = u + V_{ч}, \qquad (1)$$

где $V_Ч$ – скорость выноса частиц шлама на поверхность, м/с; $u$ – скорость оседания частицы шлама в неподвижной жидкости, м/с.

Тогда необходимый расход очистного агента $Q$ определяют по формуле

$$Q = K\frac{\pi}{4}\left(D_C{}^2 - d^2{}_{БТ}\right)V_Ж, \qquad (2)$$

где $K$ – коэффициент, учитывающий неравномерность скорости движения восходящего потока вследствие изменения сечения реальной скважины, $K$=1,1-1,3; $D_C$ – диаметр скважины, м; $d_{БТ}$ – диаметр бурильных труб, м.

Скорость $u$ в формуле (1) вычисляют по формуле Риттингера

$$u = 5{,}11\sqrt{d\left(\frac{\rho}{\rho_{ж}} - 1\right)}. \qquad (3)$$

Кроме того, на практике используют следующие рекомендации (табл. 1) по скоростям восходящего потока [2]

Таблица 1

Рекомендуемые скорости восходящего потока промывочной жидкости

| Породоразрушающий инструмент | Скорость восходящего потока при промывке, м/с | |
|---|---|---|
| | водой | глинистым раствором |
| Долота режущего типа | 0,6-1,0 | 0,6-0,8 |
| Шарошечные долота | 0,6-0,8 | 0,4-0,6 |
| Твердосплавные коронки | 0,25-0,6 | 0,2-0,5 |
| Алмазные коронки | 0,5-0,8 | 0,4-0,6 |

Скорость выноса частиц $V_Ч$ должна обеспечить достаточную чистоту кольцевого пространства ствола скважины, которая зависит от допускаемого обогащения объема промывочной жидкости в кольцевом пространстве скважины частицами твердого тела, что в свою очередь зависит от механической скорости бурения. Поэтому эту величину также следует определять по формуле [1]

$$V_{Ч} = \frac{f_З V_M(\rho - \rho_{ж})}{f_{кп}\lambda(\rho_{кп} - \rho)}, \qquad (4)$$

где $f_З$ и $f_{кп}$ – площади сечения забоя и кольцевого пространства между стенками скважины и бурильными трубами соответственно, м$^2$; $V_М$ –механическая скорость бурения, м/с; $\lambda_{кп}$ – коэффициент, учитывающий винтообразное движение частиц в восходящем потоке в процессе бурения; $\rho_{кп}$ – плотность промывочной жидкости в кольцевом пространстве, кг/м$^3$.

Согласно рекомендациям [1], разность плотностей нисходящего и восходящего потока очистного агента не должна превышать 10 кг/м$^3$ для воды, а для глинистого раствора она находится в пределах 20-30 кг/м$^3$.

Для прикладных расчетов рекомендуется [3] принимать величину $V_Ч$ в доле от $u$

$$V_Ч = (0{,}2 - 0{,}3)u\,. \qquad (5)$$

При проектировании режима промывки также широко используют рекомендуемые значения удельного расхода промывочной жидкости на 1 мм диаметра породоразрушающего инструмента. Необходимую подачу насоса в этом случае определяют из следующего соотношения

$$Q = q_y D_н\,, \qquad (6)$$

где $Qy$ – удельный расход жидкости на 1 мм диаметра породоразрушающего инструмента, л/мин; $Dн$ – наружный диаметр породоразрушающего инструмента, мм. В табл. 2 приведены значения рекомендуемого удельного расхода промывочной жидкости для твердосплавных коронок [4].

Таблица 2

Рекомендуемые значения удельного расхода промывочной жидкости, л/мин

| Категория пород по буримости | Конструкции коронок | | |
|---|---|---|---|
| | Ребристые | Резцовые | Самозатачивающиеся |
| I-II | 0.8-1.4 | - | - |
| III-IV | 1.2-1.6 | 1.2-1.6 | - |
| V | - | 0.8-1.6 | 0.8-1.4 |
| V-VI | - | 0.8-1.2 | 0.8-1.2 |
| VII-VIII | - | 0.6-0.8 | 0.6-0.8 |

В табл. 3-4 приведены значения рекомендуемых расходов промывочной жидкости при твердосплавном бурении, рассчитанные на основе необходимых скоростей восходящего потока в затрубном пространстве (табл. 1) и по удельным расходам на 1 мм диаметра коронки (табл. 2).

Таблица 3

Значения расхода промывочной жидкости, рассчитанные из условия создания необходимой скорости в затрубном пространстве, л/мин

| Диаметр коронки, мм | Тип промывочной жидкости | |
|---|---|---|
| | Вода | Глинистый раствор |
| 151 | 265-635 | 212-529 |
| 132 | 189-454 | 151-378 |
| 112 | 144-346 | 115-288 |
| 93 | 86-207 | 69-173 |

| | | |
|---|---|---|
| 76 | 47-112 | 37-94 |
| 59 | 8-19 | 6-16 |
| 46 | 5-12 | 4-10 |

Таблица 4

Значения расхода промывочной жидкости, рассчитанные по удельному расходу на 1 мм диаметра коронки, л/мин

| Диаметр коронки | Категория пород по буримости | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| Ребристые | | | | | | | | |
| 151 | 121-211 | 121-211 | 181-242 | 181-242 | - | - | - | - |
| 132 | 106-185 | 106-185 | 158-211 | 158-211 | - | - | - | - |
| 112 | 90-157 | 90-157 | 134-179 | 134-179 | - | - | - | - |
| 93 | 74-130 | 74-130 | 112-149 | 112-149 | - | - | - | - |
| Резцовые | | | | | | | | |
| 151 | - | - | 181-242 | 181-242 | 121-242 | 121-182 | 121-182 | 91-121 |
| 132 | - | - | 158-211 | 158-211 | 106-211 | 106-158 | 108-158 | 79-106 |
| 112 | - | - | 134-179 | 134-179 | 90-179 | 90-134 | 90-134 | 67-90 |
| 93 | - | - | 112-149 | 112-149 | 74-149 | 74-112 | 74-112 | 56-74 |
| 76 | - | - | 91-132 | 91-132 | 61-122 | 61-91 | 61-91 | 46-61 |
| 59 | - | - | 71-94 | 71-94 | 47-94 | 47-71 | 47-71 | 35-47 |
| 46 | - | - | 55-74 | 55-74 | 37-74 | 37-55 | 37-55 | 28-37 |
| Самозатачивающиеся | | | | | | | | |
| 112 | - | - | - | - | 90-157 | 90-134 | 90-134 | 67-90 |
| 93 | - | - | - | - | 74-130 | 74-112 | 74-112 | 59-74 |
| 76 | - | - | - | - | 61-106 | 61-91 | 61-91 | 46-61 |
| 59 | - | - | - | - | 47-83 | 47-71 | 47-71 | 35-47 |
| 46 | - | - | - | - | 37-64 | 37-55 | 37-55 | 28-37 |

Как видно из данных табл. 3 и 4 величины расходов жидкости, полученные из условия обеспечения необходимой скорости в затрубном пространстве в 2-3 раза превышают таковые, полученные по рекомендациям табл. 2 (удельный расход на 1 мм диаметра коронки). С уменьшением диаметра коронки наблюдается обратное – значения величин расходов полученных по рекомендациям удельного расхода на 1 мм коронки значительно выше величин расходов полученных

из условия обеспечения необходимой скорости в затрубном пространстве. Существенные расхождения в величинах расходов сохраняются и при сравнении их значений, рекомендуемых для алмазного и шарошечного бурения.

В табл. 5 приведены результаты расчета $V_ч$ по формуле (4) для скважины одноколонной конструкции буримой с применением твердосплавной, алмазной коронок и шарошечного долота диаметром 76 мм. Значение ρ принято равным 2500 кг/м$^3$, плотность глинистого раствора составляет 1200 кг/м$^3$.

Таблица 5

Результаты расчета скорости выноса шлама для скважины одноколонной конструкции, буримой с применением твердосплавной, алмазной коронок и шарошечного долота диаметром 76 мм, с промывкой водой и глинистым раствором, м/с

| Тип агента | Породоразрушающий инструмент | Категория пород по буримости | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Вода | Твердосплавная коронка | 1,52 | 0,74 | 0,45 | 0,25 | 0,17 | 0,12 | 0,11 | - | - | - | - | - |
| | Алмазная коронка | - | - | - | - | - | 0,33 | 0,32 | 0,26 | 0,16 | 0,1 | 0,065 | 0,033 |
| | Шарошечное долото | 1,52 | 0,74 | 0,45 | 0,25 | 0,17 | 0,12 | 0,11 | 0,09 | 0,056 | 0,035 | 0,023 | 0,012 |
| Глинистый раствор | Твердосплавная коронка | 0,53 | 0,26 | 0,16 | 0,09 | 0,06 | 0,04 | 0,038 | - | - | - | - | - |
| | Шарошечное долото | 0,53 | 0,26 | 0,16 | 0,09 | 0,06 | 0,04 | 0,038 | 0,031 | 0,019 | 0,012 | 0,008 | 0,004 |

Данные табл. 5 свидетельствуют о том, что рекомендуемые исходные данные для расчета $V_ч$ не соответствуют практике. Так, например, при бурении шарошечным долотом в породах VIII категории по буримости и промывке водой, скорость выноса частиц шлама на поверхность составляет 0,09 м/с. При данной скорости выноса, шлам, при глубине скважины 1000 м, начнет поступать на поверхность только по прошествии 3 часов после начала бурения. Расчетная скорость выноса частиц шлама снижается с ростом категории породы по буримости. Значения $V_ч$ при бурении с промывкой водой несколько выше, чем при промывке глинистым раствором.

Значения средних размеров частиц шлама, характерных для каждого вида породоразрушающего инструмента приведены в табл. 6, кроме того в ней представлены результаты расчетов u, $V_Ч$ и $V_Ж$ для указанных размеров.

Таблица 6
Результаты расчета скоростей оседания, выноса частиц шлама и скорости восходящего потока очистного агента

| Вид породоразрушающего инструмента | Средний размер частиц шлама, мм | u, м/с | $V_Ч$, м/с | $V_Ж$, м/с |
|---|---|---|---|---|
| Твердосплавная коронка | 0,5 | 0,139 | 0,028-0,042 | 0,167-0,181 |
| Алмазная коронка | 0,075 | 0,054 | 0,011-0,016 | 0,065-0,07 |
| Шарошечное долото | 3,0 | 0,343 | 0,069-0,1 | 0,412-0,443 |

Как видно из данных табл. 6 $V_Ч$ полученные по формуле Риттингера (3), для шлама твердосплавного и алмазного бурения ниже приведенных в табл. 5, и только значения скорости выноса частиц шлама при шарошечном бурении приближаются к данным табл. 5.

Выводы:

1. Методики, которые используют при инженерных расчетах в бурении для определения необходимой подачи промывочной жидкости, дают значительные расхождения.
2. Для получения объективных данных по критериям определения рационального расхода необходимы дальнейшие исследования.

**Библиографический список**

1. Воздвиженский Б.И., Васильев М.Г. Буровая механика. – М.: Госгеолтехиздат, 1954.-492 с.
2. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Бурение скважин в осложненных условиях. – М.: Недра, 1987. – 269 с.
3. Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин: В 2 т. Т. 2 / Под ред. Е.А. Козловского. – М.: Недра, 1984. – 437 с.
4. Справочное руководство мастера геологоразведочного бурения / Г.А. Блинов, В.И. Васильев, Ю.В. Бакланов и др. – Л.: Недра, 1983.-400 с.
5. Синтетические алмазы в геологоразведочном бурении / Под ред. В.Н. Бакуля. – Киев: Наукова думка, 1978. – 232 с.
6. Рожков В.П., Куприенко В.И. Влияние технических и технологических факторов на величину шламовых частиц и их распределение по размерам при алмазном бурении геологоразведочных скважин // Межвузовский тематический сборник "Совершенствование техники и технологии бурения скважин на твердые полезные ископаемые". выпуск 12. – Свердловск, 1989. – С. 29-38.

7. Шиманский А.А., Рязанов А.А. Гранулометрия буровых шламов // Труды Иркутского политехнического института. выпуск 42. –Иркутск, 1968. – С. 297-301.
8. Технология отбора шлама при бурении скважин / А.А. Волокитенков, А.С. Волков, И.И. Толокнов, М.М. Розин. – М.: Недра, 1973.-200 с.

УДК 622.24

## ДЕЯКІ ПИТАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ БУРОВИХ ДОЛІТ

**Андрусенко С.Ю., студент групи РТ-06, НГУ (Дніпропетровськ)**
*Науковий керівник – асистент Ігнатов А.О.*

При безкерновому бурінні значно підвищується рейсова швидкість (інструмент підіймають лише для зміни зношеного долота), а також, в деяких випадках, збільшується і механічна швидкість буріння. Тому, при детальній розвідці родовищ корисних копалин, коли геологічний розріз району досліджено вивчено, і свердловини споруджуються лише для вивчення шару корисної копалини. Доцільно використовувати безкернове буріння долотами (в переважній більшості лопатеві та шарошкові).

Шарошкові долота складаються з лап, на цапфах яких розташовані шарошки з озброєнням (зубцями). Усередині шарошок розташовані підшипники. Цапфа і підшипник утворять опору долота. Озброєння – сталеві зубці, твердосплавні вставки або їх комбінація.

Опора шарошок – найбільш відповідальний вузол шарошкових доліт, стійкість якого найчастіше визначає термін роботи доліт в цілому. Опора сприймає радіальні і осьові навантаження (по відношенню до цапфи). За абсолютним значенням радіальні навантаження перевершують осьові. Останні сприймаються опорою шарошок і діють як від центру долота до периферії, так і від периферії до центру.

Опора шарошок залежно від типорозміру доліт, конструюється з різних поєднань кулькових (К) і роликових (Р) підшипників кочення і підшипників ковзання (ПК). При будь-якому поєднанні кульковий замковий підшипник, який фіксує положення шарошки на цапфі, сприймає двосторонні осьові і радіальні навантаження. У кулькового підшипника невелика контактна поверхня, унаслідок чого питомі навантаження великі. Це сприяє зношуванню підшипника.

Роликовий підшипник, маючи велику контактну поверхню, по вантажопідйомності перевершує кульковий, але він сприймає тільки радіальні навантаження і часто менш надійний в роботі при високооборотному бурінні. Найбільшою вантажопідємністю по радіальних навантаженнях володіє підшипник ковзання, що надійно працює при обмежених окружних швидкостях і частотах обертання.

Подальше вдосконалення шарошкових доліт здійснюється по трьох основних напрямах:

1) підвищення міцності і зносостійкості матеріалів;

2) поліпшення конструкції основних вузлів, точності їх виготовлення з метою збільшення надійності, довговічності і ефективності руйнування гірської породи та очищення вибою від зруйнованої породи;

3) вдосконалення способу доставки на вибій.

Перші два напрями відносяться до опори, форми і матеріалу породоруйнуючих елементів, а також промивці доліт. Ведеться пошук більш зносостійких композиційних матеріалів для підшипників ковзання; розробляється система герметизації і мастила опор; розробляються долота з розвантаженою опорою; удосконалюється система промивки і форма зуба; оптимізується величина нахилу зубців.

З метою усунення зазначених вище недоліків та збільшення строку служби шарошкових доліт, були розроблені та в даний час випускаються дискові долота. Ці долота містять лапи та два змонтованих на вісі за допомогою підшипника кочення (які зміщені по відношенню один до одного) диска з породоруйнівними елементами.

Дискові долота фрезерного типу мають наступні переваги перед звичайними шарошковими долотами:

1. Діаметри опор шарошок долота в 2-3 рази більші ніж в існуючих серійних конструкціях, що дозволяє збільшити проходку на долото.

2. Диски мають найбільшу контактуючу поверхню із вибоєм завдяки зсуву осей щодо центру свердловини, що збільшує питомі навантаження на різальні елементи і підвищує механічну швидкість буріння.

3. Дискова форма шарошок дозволяє розмістити могутніше твердосплавне штирьове оснащення, що збільшує проходку на долото.

4. Завдяки напівсферичній формі забою виключається вібрація доліт, що призводить до зменшення зносу їх опор.

5. Диски доліт обертаються навколо своєї осі з числом оборотів, у декілька разів меншим числа оборотів шарошок звичайних доліт, і знос опор дискових доліт відбувається повільніше, ніж знос опор серійних доліт, що дозволяє збільшити їх працездатність.

Разом зі значними перевагами дискових доліт їх конструкції притаманний суттєвий недолік – недостатньо велика робоча поверхня дисків, що впливає на час роботи долота на вибої свердловини.

На кафедрі техніки розвідки РКК розроблено конструкцію бурового дискового долота, в якому принципово інше конструктивне виконання робочого органа забезпечує непостійний контакт породоруйнуючих елементів з породою, більш повне перекриття вибою свердловини, більш ефективний механізм руйнування порід, подовження строку дії долота на вибої, а саме, сколювання, створює умови для реалізації підвищення інтенсивності ведення робіт і за рахунок цього сприяє підвищення проходки на долото, механічна і рейсова швид-

кість буріння, знижується потужність, що затрачується на буріння, амортизація бурового верстата і бурильних труб.

Бурове долото, що включає диски одного діаметру на вісі, що закріплена нерухомо в нижній частині лап, відрізняється тим, що має додаткові диски різних діаметрів на спільній вісі, що закріплена нерухомо відповідно над дисками в верхній частині лап, а також – зубчатий ланцюг, що є руйнівним елементом, що з'єднує відповідно додаткові верхні та диски у нижній частині лап. При тому, диски та додаткові диски посаджено на вісі зі змогою обертання.

Руйнування породи при бурінні відбувається за допомогою ланцюга, на зовнішній поверхні, якого розташовані зубки.

Наявність дисків та допоміжних, обумовлена необхідністю створення значно більшого, у порівнянні зі звичайним дисковим долотом робочої поверхні. Крім того в процесі роботи, завдяки різності діаметрів допоміжних дисків їх швидкість обертання нерівномірна, що позитивно впливає на вибійні процеси руйнування гірської породи та створює умови для реалізації найбільш ефективного процесу руйнування.

При цьому контакт кожного зубка із вибоєм та стінками свердловини носить приривчастий характер, що покращує умови очистки вибою свердловини та самого інструменту, а також покращує процес охолодження породоруйнуючих зубків. Конструкція цих доліт дозволяє значно більше перекривати площу вибою свердловини.

Крім того долото може бути використане багато разів завдяки можливості зміни його робочих органів – ланцюгів.

Задля досягнення більш повного перекриття вибою свердловини була розроблена наступна конструкція долота, яка включає: чотири диски одного діаметру, розташовані на спільній ексцентричній вісі, що закріплена нерухомо в нижній частині лап; дві пари додаткових дисків різних діаметрів на спільній вісі, що закріплена нерухомо відповідно над дисками в верхній частині лап; а також – зубчаті ланцюги, що є руйнівними елементами та з'єднує відповідно додаткові верхні та диски у нижній частині лап, при тому, диски та додаткові диски посаджено на вісі зі змогою обертання.

В розглянутих вище конструкціях доліт досягається більш рівномірне навантаження на зубки, що сприяє вирівнюванню їх зносу. Очищення та охолодження породоруйнуючих елементів долота відбувається за рахунок безпосередньої подачі промивної рідини на ланцюг, через промивні канали, які можуть бути оснащенні спеціальними насадками, що дозволяє значно підвищити енергію струменю промивальні рідини.

Запропонований і розглянутий вище підхід може бути застосований і до проектування бурильних голівок.

Бурильні голівки окрім розбурювання забою свердловини і калібрування її стінок повинні також формувати в центрі забою стовпчик породи - керн і запобігати в процесі буріння будь-яким ушкодженням керна як зразка, що служить джерелом інформації про властивості породи, що буриться.

Шарошкові бурильні голівки по своїх специфічних особливостях цілком підходять до виконання перших двох функцій. Як усі шарошкові інструменти, вони ефективно руйнують гірські породи широкого діапазону буримості, твердості і абразивності.

До виконання ж третьої і четвертою функцій шарошкові бурильні голівки пристосовані, мабуть, у меншій мірі, чим бурильні голівки інших видів.

При проектуванні бурильної голівки або коронки в першу чергу необхідно максимізувати внутрішній діаметр шляхом зменшення її товщини. У разі наявності шарошкової бурильної голівки цього досягти важче, ніж при конструюванні бурильної голівки будь-якого іншого виду.

Шарошки, крім того, що вони займають значний об'єм і важко піддаються зменшенню габаритних розмірів без значного зниження їх міцності і надійності, працюють, як правило, в режимі продольних і поперечних вібрацій, поштовхів, передають керну знакозмінні навантаження і часто зривають і дроблять його, особливо в тріщинуватих, слабозцементованих, рихлих і таких, що перемежаються породах.

Одним зі шляхів вирішення вказаної задачі, а саме зменшення габаритних розмірів шарошок, є їх заміна на диски зменшених розмірів і застосування в якості породоруйнуючих органів - зубчастих ланцюгів.

У відомій конструкції шестишарошкової бурильної голівки циліндрові шарошки замінено на диски, і крім того над кожним з дисків на одній осьовій лінії у верхній частині корпусу розміщуються додаткові диски.

Зубчасті ланцюги, що є породоуйнуючими елементами, сполучають в кінематичну систему нижні диски і диски з верхньої частини корпусу. Необхідною умовою роботи голівки за запропонованою схемою є можливість обертання пар дисків. Механізм руйнування породи на вибої свердловини є ідентичним описаному вище.

В результаті впровадження винаходів очікується підвищення техніко-економічних показників на 90-110 %.

УДК 622.24.

## ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОНИЖЕНИЯ ПРИ ПРОХОДКЕ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

**Маликов А. В., студент группы РТ-05, НГУ (Днепропетровск)**

*Научный руководитель – профессор Давиденко А. Н.*

В практике горнодобывающей промышленности, при строительстве линий метрополитенов, железнодорожных и городских коллекторных тоннелей все в большем объеме приходиться осуществлять строительство подземных сооружений в сложных гидрогеологических условиях. В скальных грунтах, известняках, песчаниках, гранитных и других устойчивых грунтах воду отводят

от забоя по дренажным канавам или откачивают с помощью насосов. Для обеспечения беспрепятственного отвода воды в таких условиях проходку стремятся вести. Однако бывают случаи, когда большие притоки воды, особенно напорной, сильно затрудняют и замедляют разработку грунта. Большие трудности проявляются при проходке стволов или наклонных тоннелей, где отвод воды от забоя по уклону невозможен, а устройство зумпфов, для откачки воды насосами затруднено.

При насыщении водой илистых, песчаных, песчано-глинистых грунтов забой становится неустойчивым, происходит вынос водоносного грунта из-под крепления забоя в выработку. Насыщенный водой грунт как бы «плывет» из забоя и закрепить его бывает очень трудно, а иногда невозможно. В таких случаях до начало горно-строительных работ предварительные мероприятия выполняют не только для гидроизоляции места строительства выработки от окружающего водоносного массива, но и для закрепления горных пород и придания им большей устойчивости при обнажении. Таким образом, при любом специальном способе строительства подземных сооружений предполагается вы выполнение дополнительных специальных мероприятий , которые осуществляют заблаговременно до на начала горно-строительных работ. Применение специальных способов на период производства работ по возведению постоянной крепи выработки позволяет изменить физико-механические свойства грунтов, тем самым повышая их прочность и устойчивость, устраняя приток воды. Также применение специальных способов проходки, от успешного проведения которых зависят сроки и технико-экономические показатели строительства шахты.

К числу таких специальных способов относятся следующие:

Искусственное замораживание грунтов. При этом способе воду из грунта не удаляют, а замораживают ее вместе с грунтом с помощью специальных устройств, замораживающих колонок. В результате замораживания при постепенном отборе тепла от грунта создается ледогрунтовый массив, имеющий большую механическую прочность и полностью водонепроницаемый.

Искусственное замораживание применяют при проходке выработки, возведению тоннельной обделки и ее гидроизоляции. После окончания этих работ происходит оттаивание грунтов и восстановление их естественного состояния с последующей передачей горного и гидростатического давления на возведенную постоянную обделку.

Водопонижение. Этот способ состоит в осушении грунтов, в которых строится тоннель, или снятии напора в водоносных грунтах путем откачки воды из них через специально устраиваемые для этих целей водопонижающие скважины, в которых устанавливают водооткачивающие устройства.

Эффективность способа зависит от того, насколько быстро грунт может отдавать воду. Степень водоотдачи грунта характеризуется коэффициентом фильтрации, представляющим собой среднюю скорость движения воды по скелету грунта под действием собственного веса, выраженную в метрах в сутки.

Закрепление грунтов. Этот способ основан на нагнетании в грунт специальных растворов, которые, проникая в поры грунта, придают ему прочность и водонепроницаемость. Для закрепления грунтов применяют различные способы: цементацию, глинизацию, химическое закрепление – силикатизацию, смолизацию.

К специальным способам закрепления грунтов относятся также битумизация и термическое закрепление, но эти методы применимы, при небольших объёмах грунтов, подлежащих закреплению, поэтому в метростроении они не применяются.

Кессонный способ. Сущность данного способа заключается в том, что в огражденное замкнутое пространство, называемое рабочей зоной, где выполняются работы по возведению сооружения, нагнетают сжатый воздух, который отжимает воду из грунта, что позволяет разрабатывать грунт и устанавливать временное и постоянное крепление в практически сухом забое. При этом давление сжатого воздуха в нижней части рабочей зоны для полного отжатия воды должно быть равно или несколько меньше гидростатического напора воды.

# СОДЕРЖАНИЕ

РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОГО ТРУБОРЕЗА
Кортуков А.С., группа БС-09с ..... 3

РАЗРАБОТКА ШНЕКОВОГО СНАРЯДА СО СЪЕМНЫМ КЕРНОПРИЕМНИКОМ ДЛЯ БУРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН
Глущенко Е.С., группа БС-06 ..... 4

ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТА, РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ БАГАТОШАРОВИХ КРИОГЕННО-ГРАВІЙНИХ ФІЛЬТРІВ В ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ СВЕРДЛОВИНАХ ГОСПОДАРСЬКОГО І ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ
*О.М. Мазур,* (Національний гірничий університет, Дніпропетровськ, Україна) ..... 5

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ШЛАМОВОЙ ТРУБЫ
Настаченко А.А., студент группы ТТР-06 ..... 7

ПРАКТИЧНА ПІДГОТОВКА СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ “БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН” У ПОЛТАВСЬКОМУ НАФТОВОМУ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНОМУ ТЕХНІКУМІ
Ніколаєнко П.О., студент Полтавського нафтового геологорозвідувального технікуму ..... 9

РАЗРАБОТКА НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТКАЧКИ ЖИДКОСТИ ИЗ СТВОЛОВ ШАХТ, ПРОЙДЕННЫХ БУРЕНИЕМ
Якубцова Н.В., гр. ТТРм-09 ..... 10

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕКИХ СРЕДСТВ ТАМПОНИРОВАНИЯ ЗОН ОСЛОЖНЕНИЙ
Карпова А.В., группа БС-09м ..... 12

РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СНАРЯДА ДЛЯ НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК
Беседина Н.Н., студентка группы БС-09м ..... 14

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТА УДАРНОГО УЗЛА ЗАБИВНОГО ПРОБООТБОРНИКА С ПАДАЮЩИМ БОЙКОМ
*Середа О.В., студентка гр. БСм-09,* ..... 16

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ГРУНТА, УЧАСТВУЮЩЕГО В УДАРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРИ ПОГРУЖЕНИИ ЗАБИВНОГО ПРОБООТБОРНИКА
*Середа О.В., студентка гр. БСм-09,* ..... 17

РОЗРОБКА ВДОСКОНАЛЕНОГО СИГНАЛІЗАТОРА ЦИРКУЛЯЦІЇ ПРОМИВАЛЬНОЇ РІДИНИ У СВЕРДЛОВИНІ
*Назарян А.О., студент Донецького національного технічного університету* ..... 20

РАЗРАБОТКА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО УДАРНОГО МЕХАНИЗМА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПРИХВАТОВ
Зубрыкина Е.В., студентка группы ТТР-06, ДонНТУ ..... 22

КОМБІНОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ГРАВІЙНИХ ФІЛЬТРІВ БУРОВИХ СВЕРДЛОВИН
*Колесников М.О. (Національний гірничий університет, Дніпропетровськ, Україна)* ..... 23

РАЗРАБОТКА ГИДРОУДАРНОГО МЕХАНИЗМА ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ С ПОВЫШЕННЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ
Киселева И.А., студентка группы ТТР-06, ДонНТУ ..... 26

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ УДАРНОГО МЕХАНІЗМУ ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ ПРИХВАТІВ В СВЕРДЛОВИНАХ З НИЗЬКИМ ДИНАМІЧНИМ РІВНЕМ ПРОМИВАЛЬНОЇ РІДИНИ
*Дерягіна Д.А., студентка Донецького національного технічного університету* ..... 28

РАЗРАБОТКА СИГНАЛИЗАТОРА ВНЕЗАПНОГО ПАДЕНИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В СКВАЖИНЕ
Муллер А.А., студент группы ТТР-09с ..... 29

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОГРУЖНОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВЫТЕСНИТЕЛЯ
Точеный И.А., студент группы ТТР-06 ..... 31

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ И ТЕХНОЛОГИИ БЕСКОЛОННОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ
Кошеверова Е.В., *Донецкий национальный технический университет* ..... 34

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПАРАМЕТРЫ ГИДРОУДАРНОЙ МАШИНЫ ГУ-132 ДЛЯ УДАРНО-ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН
Декунова В.С., *Донецкий национальный технический университет* ..... 35

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ УМОВ СТВОРЕННЯ ГРАВІЙНИХ ФІЛЬТРІВ БУРОВИХ СВЕРДЛОВИН
Усенко А.В., Національний гірничий університет ..... 37

НОВОЕ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ КАВЕРНОЗНЫХ ЗОН СКВАЖИНЫ
Кутепов И.И., студент группы РТ-06, НГУ ..... 38

АНАЛИЗ МЕТОДИК ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ПРОМЫВКИ
Мамоненко А.С., студент группы РТ-06, НГУ ..... 41

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ БУРОВИХ ДОЛІТ
Андрусенко С.Ю., студент групи РТ-06, НГУ ..... 47

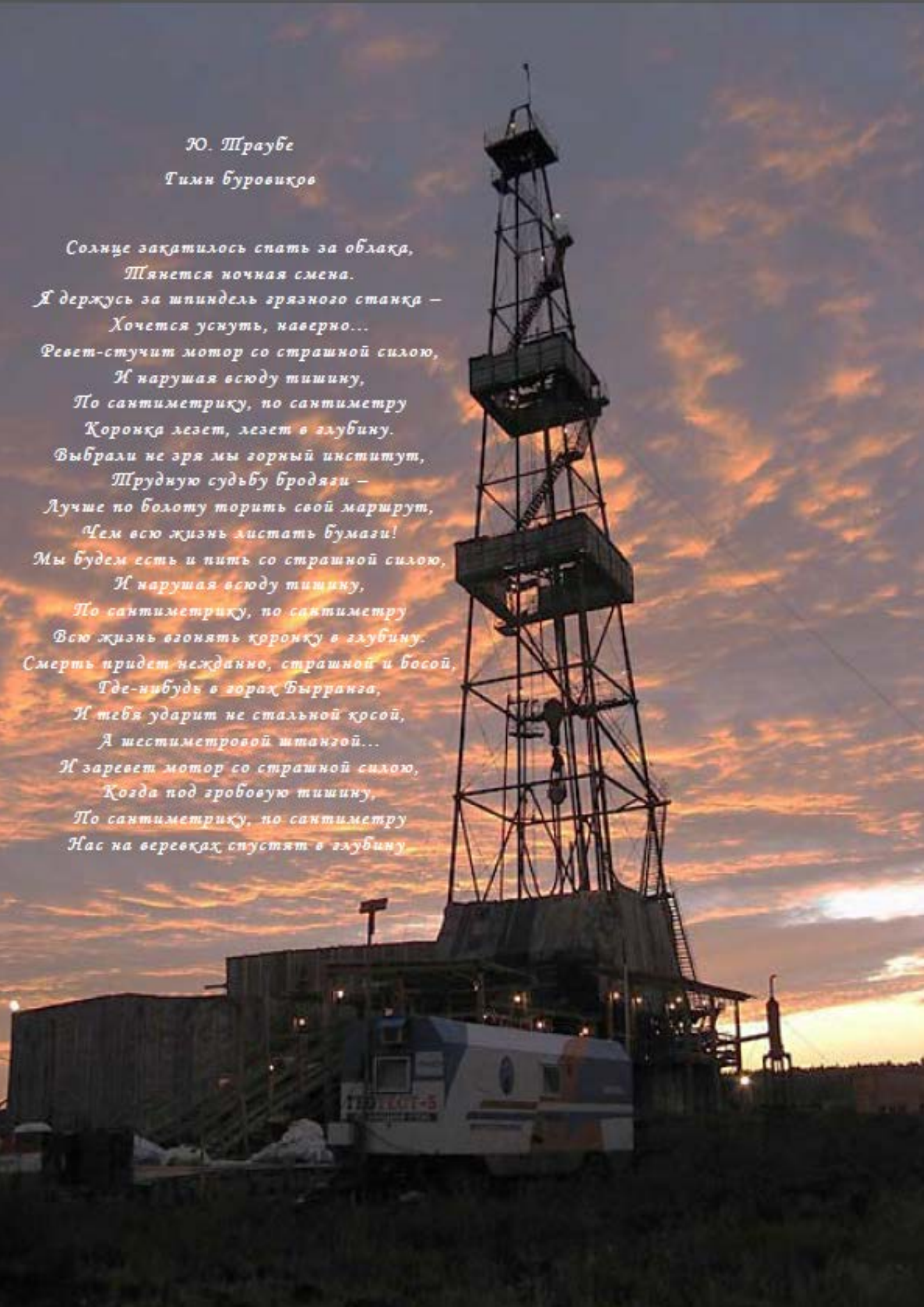
ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОНИЖЕНИЯ ПРИ ПРОХОДКЕ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ
Маликов А. В., студент группы РТ-05, НГУ (Днепропетровск) ..... 50

# СБОРНИК ДОКЛАДОВ

## I ВСЕУКРАИНСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ФОРУМ СТУДЕНТОВ – БУРОВИКОВ»

Подписано к печати 16.04.2010. Формат 30×42/4.
Бумага офсет. Печать лазерная. Усл. печатный лист 1,0
Уч. изд. лист 1,0. Тираж 100 экз. Зак. № 215

НГУ
49000, г. Днепропетровск, пр. К.Маркса, 19.



*Ю. Траубе*

## *Гимн буровиков*

*Солнце закатилось спать за облака,*
*Тянется ночная смена.*
*Я держусь за шпиндель грязного станка –*
*Хочется уснуть, наверно...*
*Ревет-стучит мотор со страшной силою,*
*И нарушая всюду тишину,*
*По сантиметрику, по сантиметру*
*Коронка лезет, лезет в глубину.*
*Выбрали не зря мы горный институт,*
*Трудную судьбу бродяги –*
*Лучше по болоту торить свой маршрут,*
*Чем всю жизнь листать бумаги!*
*Мы будем есть и пить со страшной силою,*
*И нарушая всюду тишину,*
*По сантиметрику, по сантиметру*
*Всю жизнь вгонять коронку в глубину.*
*Смерть придет нежданно, страшной и босой,*
*Где-нибудь в горах Бырранга,*
*И тебя ударит не стальной косой,*
*А шестиметровой штангой...*
*И заревет мотор со страшной силою,*
*Когда под гробовую тишину,*
*По сантиметрику, по сантиметру*
*Нас на веревках спустят в глубину.*