

Благоустройство территории путем вырезки верхней бровки уступа. Данный вариант идеально подходит в случае, если горные выработки около горного отвода не ведутся. Для первого варианта создания профиля пляжной территории предполагается срезка насыпного грунта от предохранительного вала на глубину 13 метров, в противоположную сторону откоса отвала на 50 метров, для этого возможно задействование бульдозерной техники. Срезанный грунт перемещается бульдозерами вниз по уклону.

Благоустройство территории с частичной отсыпкой дна карьера. Данный способ подходит в случае, если горные работы на данном участке закончены, но продолжают на незначительном расстоянии. Отсыпка производится вскрышными породами с действующего участка карьера, поэтому появляются новые ёмкости для размещения вскрышных пород. Для создания уклона может быть использована бульдозерная техника и экскаватор. При отсыпке для пляжной территории с отрицательным уклоном в 10 градусов необходимо уделить большое внимание на безопасность ведения отвальных работ, на месте разгрузки технологических автомобилей.

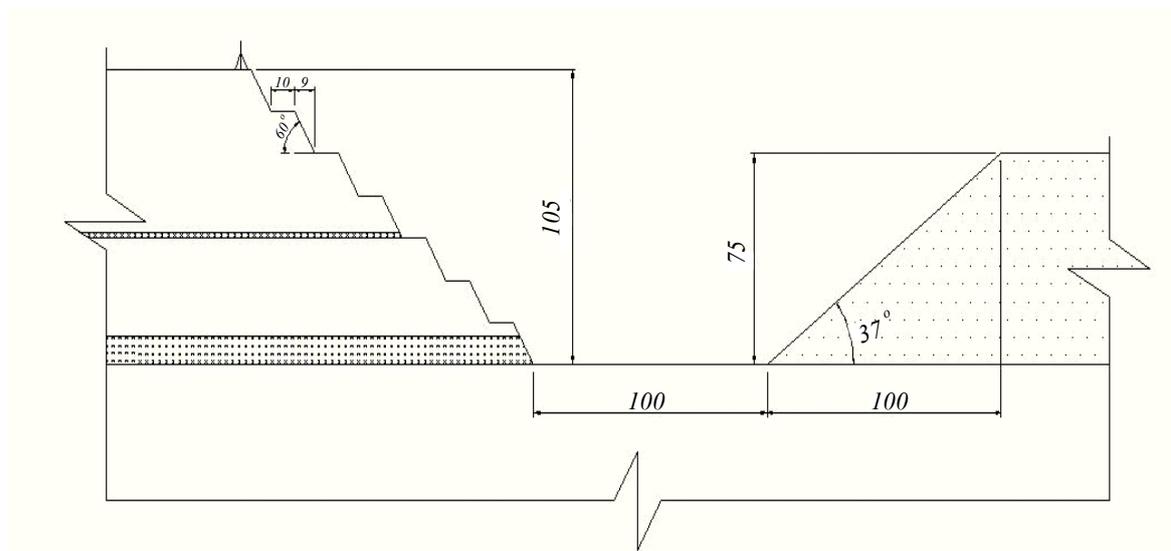


Рис. Состояние горного отвода на момент окончания горных работ

Необходимо увеличить размеры предохранительного вала от самопроизвольно скатывания автомобиля в момент разгрузки.

Благоустройство территории с полной отсыпкой дна карьера до соединения необходимого уклона с рабочим бортом карьера. Данный способ подходит в случае, если горные работы на данном участке закончены, но продолжают на незначительном расстоянии, и ёмкостей существующих отвалов разреза недостаточно для размещения объёмов отвальных пород. Данная схема предполагает продолжение отсыпки отвала, но изменив угол на 10 градусов ведя уклон на понижение. Отсыпка ведётся до соединения с рабочим бортом уступа. Такой способ позволяет создать большие ёмкости под размещения вскрышных пород. Для этого возможно задействование бульдозерной техники и экскаватора.

При отсыпке для пляжной территории с отрицательным уклоном в 10 градусов необходимо уделить большое внимание на безопасность ведения отвальных работ, на месте разгрузки технологических автомобилей. Необходимо увеличить размеры предохранительного отвала от самопроизвольного скатывания автомобиля в момент разгрузки.

#### Литература

1. Колесников, В. Ф. Транспортная технология ведения вскрышных и добычных работ на разрезах Кузбасса / В. Ф. Колесников, А. И. Корякин, В. Ф. Воронков ; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2009. – 94 с.

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ НОВОГО РЕЗЬБОВОГО НИППЕЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

С.С. Васенин, А.Л. Саруев

Научный руководитель профессор Л.А. Саруев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Анализ работы современных резьбовых соединений буровых труб показывает, что суммарные нагрузки, действующие в соединении, складываются из нагрузок, вызванных действием крутящего момента, осевой нагрузки, а также ударов, наносимых с определенной частотой с помощью специальных устройств.

Совместное влияние данных факторов оказывает существенное изменение скорости бурения, установлено, что скорость бурения прямо пропорциональна энергии ударных импульсов [2]. Кроме того, действующие с определенной частотой импульсные нагрузки образуют дополнительную энергию, которая позволяет увеличить скорость бурения. Данный вид энергии носит волновой характер. В процессе передачи силового импульса от ударного узла по колонне бурильных труб к породоразрушающему инструменту необходимо учитывать потери энергии ударных импульсов в соединениях бурильных труб, которые приводят к снижению энергии импульсов по длине бурильной колонны.

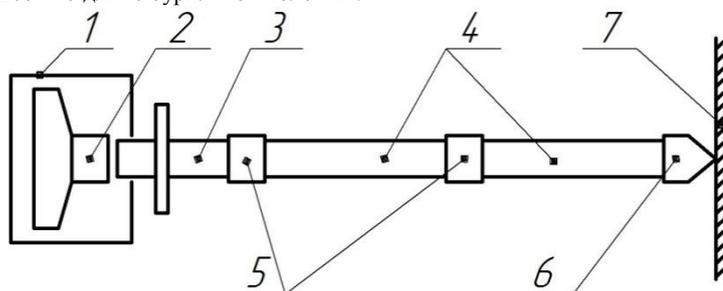


Рис.1 Общий вид бурового инструмента

Ударный механизм 1 возбуждает и поддерживает возвратно-поступательное движение бойка 2. При своем движении боек наносит удары по хвостовику 3 бурового инструмента, в котором при каждом ударе формируется волна напряжений (деформаций), характеризующаяся формой (профилем), амплитудой, длительностью и энергией. Эти характеристики зависят от геометрии соударяющихся элементов, свойств их материалов и скорости соударения. Обычный режим работы ударного узла является таковым, что соударение можно считать упругим и влиянием пластических деформаций можно пренебречь.

При распространении волны напряжений по бурильным трубам 4 и прохождении её через соединения 5 форма волны изменяется, а энергия рассеивается. Интенсивность этих изменений зависит от конструкции и размеров элементов бурового инструмента, свойств их материала, жесткости взаимодействия контактирующих поверхностей и ряда других факторов.

Распространяясь по бурильным трубам и воздействуя на породоразрушающий инструмент 6, находящийся в контакте с обрабатываемой средой 7, волна напряжений приводит к внедрению инструмента в среду и её последующему разрушению. Для удержания разрушающего инструмента у обрабатываемой среды к буровому инструменту прикладывают усилие подачи. Величина этого усилия, как правило, в несколько десятков раз меньше усилий, развиваемых волной.

Во многих типах машин ударного действия к буровому инструменту кроме ударных нагрузок и усилия подачи прикладывается крутящий момент. В зависимости от величины усилия подачи этот момент обеспечивает либо только поворот инструмента на определенный угол между двумя последовательными ударами, либо вызывает дополнительное разрушение среды резанием.

На участке бурового инструмента, захваченного волной, напряженное состояние в общем случае является пространственным. На этом участке будут существовать продольные, изгибные, радиальные и сдвиговые напряжения.

Установлено, что при распространении ударных импульсов по буровому стволу их энергия изменяется по формуле [3]:

$$W = W_0 \cdot e^{-2(\alpha_1 \cdot L + \alpha_2 \cdot n)} \quad (1)$$

где:

$W$  - энергия ударных импульсов на расстоянии  $L$  от конца бурового става;

$W_0$  - энергия ударных импульсов на конце бурового става;

$\alpha_1$  - декремент затухания упругих колебаний в материале штанг на единицу длины става;

$\alpha_2$  - коэффициент потерь энергии удара в одном соединении буровых штанг;

$n$  - число соединений на длине  $L$ ;

Исследования [4] показали, что коэффициент потерь  $\alpha_2$  может изменяться в широких пределах от 0,8 до 18% в зависимости от конструкции и качества соединения. Основной причиной потерь энергии удара являются силы неупругого сопротивления, совершающие работу при импульсивном нагружении и смещении ниппеля относительно соединяемых штанг. В связи с этим необходимо разработать конструкцию соединительного узла, которая позволила бы уменьшить потери энергии, увеличить работоспособность колонны бурильных труб и повысить производительность труда при бурении скважин [1].

Авторами разработана конструкция ниппельного соединения, позволяющая повысить надежность работы бурильной колонны, улучшить условия выноса шлама из скважины и автоматизировать процесс свинчивания развинчивания. Ниппельное соединение (см рис.1) состоит из двух бурильных труб 1 и 2 с внутренней цилиндрической резьбой и ниппеля 5 со сплошной внешней резьбой. Ниппель имеет центрирующий буртик 6 по обе стороны которого выполнены две кольцевые проточки 7. На внутренней стороне концов бурильных труб выполнены проточки 3, 4 под центрирующий буртик 6. Дорезьбовая часть одного из концов ниппеля жестко закреплена в бурильной трубе 1 и имеет продольные вырезы, разделяющие дорезьбовую часть

ниппеля на упругие пластины 8. Упругие пластины 8 снабжены буртиками 9 со скошенной передней гранью, которые после допустимого деформирования в конусной проточке 11 фиксируются в кольцевой проточке 10. На дорезьбовой части другого конца ниппеля выполнены лыски 12 под ключ.

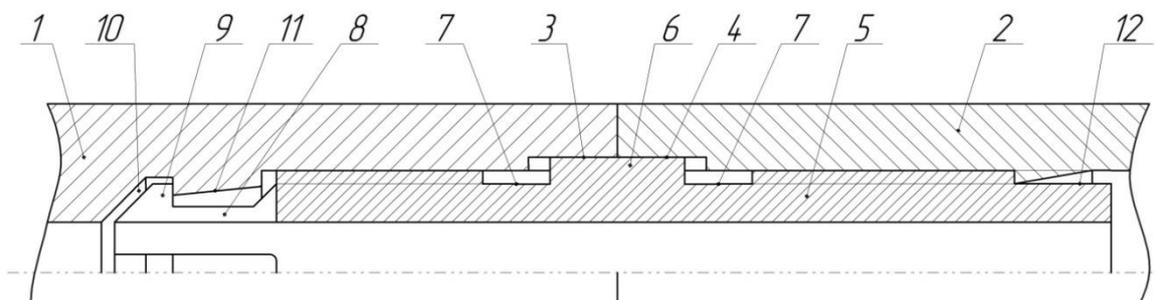


Рис.2 Ниппельное соединение бурильных труб

В процессе бурения вращательно-ударным способом бурильная колонна и соединительные узлы испытывают нагрузки растяжения, сжатия, изгиба и крутящего момента.

Данная конструкция ниппельного соединения имеет следующие отличительные особенности:

- Ниппель расположен внутри двух соединяемых труб стык в стык, что обеспечивает передачу волны деформации с минимальными потерями.
- При прохождении волны деформации через соединение участки бурильных труб сжимаются, а ниппель в свою очередь освобождается от нормальных напряжений растяжения и деформации предварительного момента затяжки соединения.
- Центрирующий буртик и кольцевые проточки выполненные на ниппеле способствуют более долговечной работе соединения на изгиб.
- Возможность автоматизации свинчивания – развинчивания за счет фиксации ниппеля в одной бурильной трубе.
- Ниппель закрытого типа обеспечивает постоянство наружного диаметра колонны, что способствует улучшению выноса шлама из скважины, исключается возможность заклинивания бурильной колонны в скважине.

Новая разработанная авторами конструкция резьбового ниппельного соединения может найти применение при проходке вращательно-ударным способом бурения в породах средней и выше средней крепости ( $f=6 \dots 14$ ). Увеличение коэффициента передачи энергии удара по колонне труб происходит за счет уменьшения жесткости соединительного элемента (ниппеля) при одновременном увеличении контактной жесткости соединений бурильных труб.

#### Литература

1. Жуков И.А. Формирование упругих волн в волноводах при ударе по ним полукатеноидальными бойками: дис. к.т.н. – Томск, 2005. – 132 с.
2. Иванов К.И. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых / К.И. Иванов, М.С. Варич, В.И. Дусев, В.Д. Андреев. – М.: Недра, 1974. – 408 с.
3. Слитин А.П. Расчет параметров процесса передачи продольного ударного воздействия по составным стержням: дис. к.т.н. – Томск, 1990. – 184 с.
4. Шадрин А.В., Саруев Л.А., Саруев А.Л. Динамические процессы в колонне труб при вращательно-ударном бурении скважин малого диаметра из подземных горных выработок. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 175 с.

### ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ПЕРФОРАТОРА

А. А. Ефанов

Научный руководитель доцент А.Н. Глазов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Ударные механизмы пневматических перфораторов имеют высокий абсолютный и удельный расход воздуха, что приводит к значительным затратам на энергоресурсы, уменьшению производительности и ограничению применения мощных машин при централизованном снабжении сжатым воздухом устройств, к высокому уровню шума выхлопа.

Основными причинами большого расхода воздуха являются значительные утечки сжатого воздуха из пневматической сети через цилиндр в атмосферу в период открытия поршнем выхлопного окна и неэкономичный цикл процессов в рабочих камерах. Эти утечки особенно характерны для клапанного и золотникового распределения и их длительность может достигать до 32% времени цикла работы, а у колонкового