

Технология и техника геологоразведочных работ

УДК 622.233.73

РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

А.В. Шадрина, Л.А. Саруев, А.Л. Саруев, А.П. Колодин

Томский политехнический университет
E-mail: avshadrina@rambler.ru

Проанализированы существующие виды соединений буровых труб. Приведены описание разработанной конструкции ниппельного резьбового соединения, позволяющего эффективно передавать энергию силовых импульсов к породоразрушающему инструменту, а также автоматизировать процесс свинчивания-навинчивания буровых труб. Даны рекомендации к разработке новых видов соединений.

Ключевые слова:

Буровая колонна, ниппельное резьбовое соединение, волна деформации, энергия силового импульса.

Key words:

Drill column, nipple joint, strain wave, power pulse energy.

Введение

Как известно, вращающийся буровой инструмент внедряется в породу под действием осевой нагрузки, а также ударов, наносимых с помощью специальных механизмов с определенной частотой. Кроме того, действующие с достаточно большой частотой импульсные нагрузки реализуют дополнительную энергию, за счет которой увеличивается объем разрушаемой породы. Таким образом, вышеизложенное обуславливает получение более эффективных показателей бурения скважин в породах средней и выше средней крепости ($f=6...14$) по сравнению с чисто вращательным или ударным способами.

Процесс передачи импульсных нагрузок на забой носит волновой характер. При нанесении удара бойком по колонне буровых труб (штанг) формируется волна упругой деформации (силовой импульс), которая переносит энергию удара к породоразрушающему инструменту.

Основной проблемой при применении вращательно-ударного способа бурения является недостаточная работоспособность буровых труб и, прежде всего, соединительных узлов, которая приводит не только к необходимости увеличения производства и расхода стали, но и вызывает большие потери времени на замену вышедших из строя

труб. В связи с этим необходимо разработать такую конструкцию соединительного узла, которая позволила бы увеличить работоспособность колонны труб и повысить производительность труда при бурении скважин [1].

Анализ конструкций резьбовых соединений труб

В настоящее время применяется 3 вида резьбовых соединений труб: муфтовое (рис. 1, а), ниппельное (рис. 1, б), без соединительного элемента (рис. 1, в и г). Последнее может использоваться только для вращательного бурения, так как оно не рассчитано воспринимать ударную осевую нагрузку.

Муфтовое соединение может использоваться как для вращательно-ударного, так и для вращательного бурения, но в последнем случае, оно существенно проигрывает замковым соединениям, так как в муфтовом соединении труднее реализовать автоматизацию сборки-разборки соединения. Для этого производители делают в конструкции различные дополнения в виде буртика в центральной части муфты длиной около 5 мм или упорной фаски.

При навинчивании муфты на буровую трубу последняя упирается в тот или иной элемент, таким образом, решается задача о распределении нагрузок

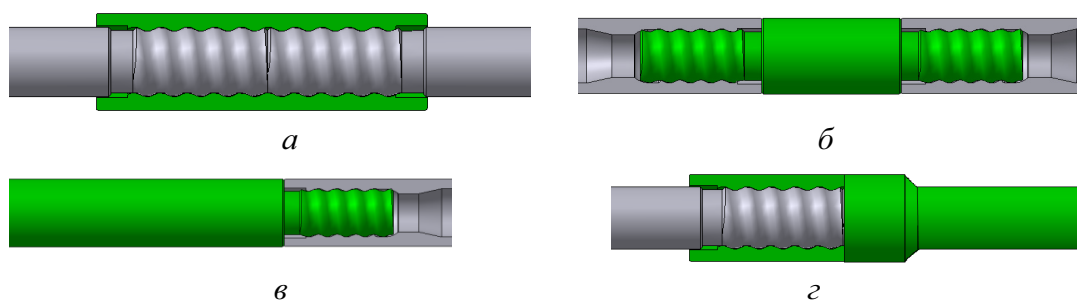


Рис. 1. Виды резьбовых соединений труб

ки между витками резьбы муфты, то есть муфта всегда навинчивается на трубу с одинаковым числом витков. При отсутствии каких-либо дополнительных элементов муфта не будет навинчиваться на трубу с одинаковым числом витков. С другой стороны наличие буртика или упорной фаски в муфте снижает эффективность работы буровой колонны: при прохождении волны силового импульса через муфту часть ее отражается от различного рода препятствий, снижая начальную амплитуду волны и, естественно, чем больше таких концентраторов напряжений, тем меньше коэффициент передачи энергии по буровой колонне. Более того, чем больше отличаются диаметры трубы и муфты, тем больше вероятность заклинивания буровой колонны в скважине осыпавшейся породой; с другой стороны снижение разности диаметров ведет к потере прочности соединения. Ниппельное соединение в этом случае имеет преимущество благодаря постоянству наружного диаметра.

Представленные соединения труб имеют резьбу круглого профиля [2]. Резьбовые соединения с круглой резьбой в настоящее время выпускаются ФГУП «Серовский механический завод» (г. Серов).

Разработка конструкции ниппельного соединения буровых труб

Разработана такая конструкция резьбового соединения, в которой ниппель находится полностью

внутри соединяемых труб (рис. 2), последние соединяются стык в стык. Такая конструкция имеет свои преимущества и недостатки. Наличие одного стыка между трубами обеспечивает эффективную передачу нагрузки непосредственно от трубы к трубе.

При нанесении удара бойком перфоратора по торцу хвостовика силовой импульс формирует волну деформации в продольном и радиальном направлениях, резьбовые части труб испытывают напряжение сжатия, при этом соединительный элемент (ниппель) освобождается от растяжения и не испытывает каких-либо нагрузок. Преимущество предлагаемого резьбового соединения заключается в отсутствии концентраторов напряжений, вызывающих разрушение соединительного элемента в процессе бурения, что установлено в результате проведенных ранее исследований. Таким образом, циклические нагрузки сжатия-растяжения не приводят к разрушению соединительного элемента [3].

Следует отметить, что многое зависит от качества поверхности торцов: ее шероховатости, отсутствия микротрещин и т. д., а также значительных изгибающих нагрузок на ниппель за счет нежесткой связи ниппеля с трубой, что способствует увеличению долговечности работы соединения. Однако в данной конструкции затруднено четкое фиксирование ниппеля относительно трубы, то есть при развинчивании соединения ниппель не будет оставаться с одной определенной буровой трубой.

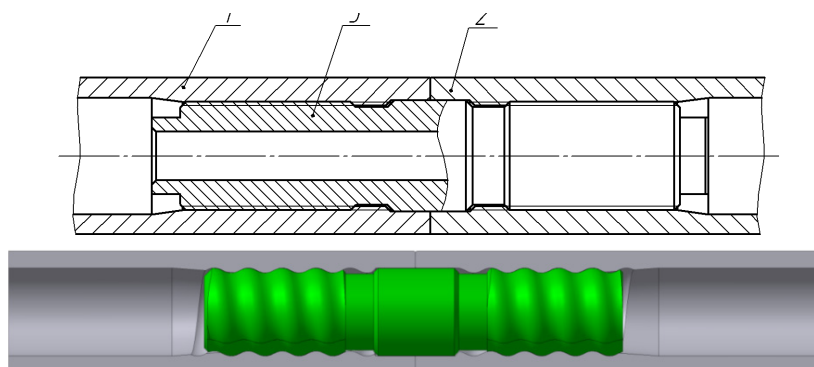


Рис. 2. Ниппельное соединение с буртиком и проточками в трубах: 1, 2) буровые трубы; 3) ниппель

Разработка нового ниппельного соединения, неразъемного с одной бурильной трубой

Разработанная авторами конструкция относится к резьбовым соединениям бурильных труб, а именно к ниппельным соединениям бурильных труб, и может найти применение при проходке вращательно-ударным способом горизонтальных и восходящих буровых скважин из подземных горных выработок. В рассматриваемой конструкции резьбового соединения исключена возможность разъединения жесткого соединения ниппеля с бурильной трубой и обеспечено постоянство внешнего диаметра бурильной колонны.

Эта задача решена следующим образом. В указанном ранее ниппельном соединении бурильных труб дорезьбовая часть одного из концов ниппеля жестко закрепляется в трубе. Эта часть ниппеля имеет продольные вырезы, разделяющие дорезьбовую часть ниппеля на упругие пластины, снабженные на концах буртиками со скошенной передней гранью, которые зафиксированы в кольцевой проточке, выполненной в дорезьбовой части трубы в конце конусной проточки, начинающейся после сбеге внутренней резьбы трубы, а на дорезьбовой части другого конца ниппеля выполнены лыски под ключ.

Предлагаемое ниппельное соединение состоит из двух бурильных труб — 1 и 2 с внутренней цилиндрической резьбой и ниппеля — 3 со сплошной внешней резьбой по всей его цилиндрической поверхности (рис. 3). Дорезьбовая часть одного из концов ниппеля — 3 имеет продольные вырезы, которые разделяют её на пластины — 4, обладающие упругими свойствами. Упругие пластины — 4 снабжены на концах буртиками — 5 со скошенной передней гранью. Эти буртики зафиксированы в кольцевой проточке — 6 и препятствуют разъединению трубы — 1 и ниппеля — 3. Для обеспечения беспрепятственного прохода буртика — 5 к кольцевой проточке — 6 между этой проточкой и сбегом внутренней резьбы трубы — 1 выполнена конусная проточка — 7, которая способствует жесткой фиксации буртика — 5 пластины — 4 в кольцевой про-

точке — 6, что делает соединение трубы — 1 и ниппеля — 3 неразъемным.

Дорезьбовая часть другого конца ниппеля — 3 выполнена цилиндрической и имеет лыски — 8 под ключ для ввинчивания ниппеля — 3 в трубу — 1.

Перед началом проходки скважины, с помощью ключа ввинчивают ниппель — 3 в трубу — 1. Так как буртики — 5 не соприкасаются с внутренней резьбой трубы — 1, то они свободно входят внутрь нее. При дальнейшем перемещении ниппеля — 3 буртики — 5 входят в контакт с гладкой поверхностью конусной проточки — 7, пластины — 4 изгибаются, и буртики — 5, скользя по поверхности конусной проточки — 7, входят в зацепление с боковой поверхностью кольцевой проточки — 6, после чего пластины — 4 выпрямляются. В результате этого соединение между трубой — 1 и ниппелем — 3 становится неразъемным, тогда как соединение между трубой — 2 и ниппелем — 3 остается разъемным.

Рекомендации к разработке соединений бурильных труб

Основываясь на научных экспериментах [3, 4], можно сказать, что потери силовых импульсов происходят в соединениях бурильных труб за счет трения в витках резьбы, но существуют также потери за счет отражения волн от различных конструктивных элементов — буртиков, резких переменов поперечного сечения, как трубы, так и соединительных элементов, поэтому при проектировании новых соединений бурильных труб для вращательно-ударного бурения целесообразно:

- по возможности исключать конструктивные элементы: пазы, буртики, применять гладкие трубы, что также обуславливает применение и создание машин с гидро-, пневмозахватом трубы для разборки колонны бурильных труб;
- делать плавные переходы поперечного сечения труб и их соединений, чтобы избежать отражения волн;
- снижать высоту профиля резьбы соединений;

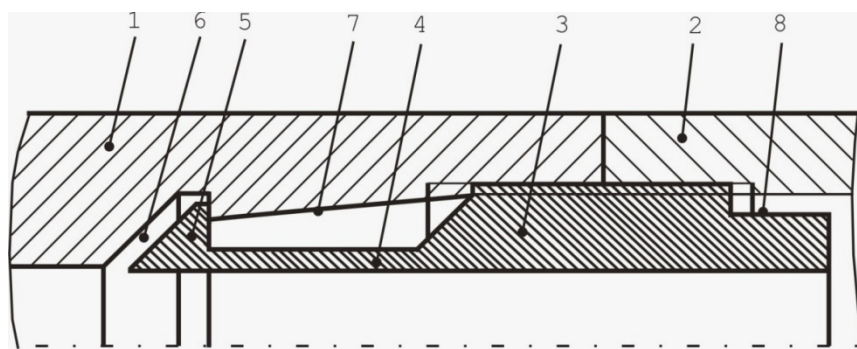


Рис. 3. Ниппельное соединение бурильных труб: 1, 2) бурильные трубы; 3) ниппель со сплошной внешней резьбой; 4) пластины; 5) буртики; 6) кольцевая проточка; 7) конусная проточка; 8) лыски

- увеличивать жесткость резьбовых частей труб и контактов витков резьбы, снижать жесткость соединительного элемента.

Кроме того, бурильная колонна с полностью скрытыми в них соединительными элементами – ниппелями обеспечивает хорошую промывку глубоких нисходящих скважин благодаря отсутствию завихрений промывочной жидкости со шламом в скважине. Также исключается возможность заклинивания бурильной колонны при ее разборке.

Применение ниппелей в качестве соединительного элемента позволяет снизить диаметр скважи-

ны до минимума и обеспечить ресурсосберегающую технологию бурения. Важно отметить, что бурение скважин малых диаметров дается легче и быстрее.

Заключение

Разработанная конструкция нового ниппельного резьбового соединения позволит повысить надежность работы бурильной колонны, улучшить условия выноса шлама из скважины и автоматизировать процесс свинчивания-развинчивания бурильных труб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков И.А. Формирование упругих волн в волноводах при ударе по ним полукатеноидальными бойками: дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2005. – 132 с.
2. Локтев Д.А. Обработка резьбовых поверхностей на станках с числовым программным управлением. – М.: Изд-во Московского гос. горного ун-та, 2006. – 116 с.
3. Саруев А.Л., Саруев Л.А. Динамические процессы и напряжения в элементах резьбовых соединений буровых штанг при вращательно-ударном нагружении. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 101 с.
4. Шадрина А.В., Саруев Л.А. Закономерности распространения силовых импульсов по колонне бурильных труб к породоразрушающему инструменту. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 115 с.

Поступила 14.01.2010 г.