

**Н.А. Дудля, канд. техн. наук**

*(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)*

**Г.Н. Кириченко, Г.Н. Викторов**

*(Украина, Днепропетровск, Днепропетровское отделение УкрГГРИ)*

**В.И. Ледней, В.Я. Подтыкан, О.М. Козырев, В.В. Митюрёв**

*(Украина, Донецк, производственное объединение "Укруглегеология")*

## **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БУРИЛЬНЫХ КОЛОНН**

Надежность и долговечность бурильной колонны определяется качеством её изготовления, а также условиями эксплуатации труб и резьбовых соединений.

Анализ технических параметров стандартных бурильных колонн показывает, что поломки по резьбам обусловлены недостатками их конструкции и не учитывают сложные условия их эксплуатации, характеризующиеся динамическим воздействием вибрационных нагрузок.

Динамические нагрузки вызывают в бурильной колонне переменные напряжения, величина которых достигает нескольких десятков герц и приводят к усталостному разрушению в ослабленных соединениях, т.е. к разрушению, происходящему при многократном воздействии переменных напряжений, величина которых меньше предела прочности. Процесс усталостного разрушения многократно ускоряется при наличии концентраторов напряжений, надрезов на поверхности, к каковым относится в частности резьба. Результаты оценочных расчетов показывают, что долговечность резьбовых участков в 3-4 раза меньше, чем гладких труб, несмотря на значительно увеличенную площадь поперечного сечения, что обусловлено концентрацией напряжений во впадинах резьбы, ускоряющей усталостное разрушение [1].

Таким образом, долговечность резьбовых соединений можно повысить в несколько раз и обеспечить их равнопрочность с гладкими участками трубы, если добиться снижения напряжения в резьбах за счет создания в соединении дополнительных гладких участков, которые, взаимодействуя между собой, разгружали бы резьбу от динамических нагрузок, обеспечивая их восприятие двумя деталями соединения, а следовательно, и прочности соединения, близкой к прочности тела трубы.

В Днепропетровском отделении Украинского государственного геологоразведочного института разработаны усовершенствованные ниппельные и муфтовые бурильные колонны из труб диаметром 57 мм с напряженными соединениями.

Высокая их долговечность и безотказность достигнуты за счет совершенствования трубных и замковых резьб путем применения в конструкции соединения напряженного узла, основанного на локальной упруго-пластической деформации соединяемых деталей, которая обеспечивает прочное их сцепление при воздействии динамических знакопеременных нагрузок. Напряженный узел расположен таким образом, чтобы соединяемые детали совместно воспринима-

ли действующие на них динамические нагрузки с соответствующим снижением напряжений в каждой детали, одновременно обеспечивая герметичность соединений (а.с. СССР 1680919 и 1710692) [2,3]. В результате почти двукратного снижения уровня динамических напряжений в новых резьбовых соединениях удалось в несколько раз увеличить ресурс работы соединений без поломок и обеспечить их равнопрочность с гладкими участками труб.

Экспериментальные образцы труб диаметром 57 мм ниппельных и муфтово-замковых колонн с новыми соединениями показали на стенде увеличение наработки в условиях кругового изгиба на базе  $2 \times 10^6$  циклов более чем в 2 раза по сравнению со стандартными соединениями труб диаметром 50 мм с муфтами по ГОСТ 7909-56, с использованием которых бурят более половины объемов геологоразведочного бурения в стране.

Второй отличительной особенностью колонн труб диаметром 57 мм является применение замков, у которых ниппели вместо разгрузочной канавки снабжены стабилизирующими поясками, взаимодействующими с ответной расточкой на муфте. Благодаря небольшому зазору ( $\pm 0,12$  мм), а также оптимальной ширине пояска снижены изгибающие нагрузки на резьбу замка. Уменьшение среднего диаметра резьбы ниппеля на 0,1 мм, что соответствует 0,5 мм осевого натяга при конусности 1:5, гарантирует смыкание упорных уступов ниппеля и муфты, благодаря чему ликвидируется открытый стык замка.

Техническая характеристика бурильных колонн из труб диаметром 57 мм.

Тип колонны	Муфтовая	Ниппельная
Группа прочности	К	К
Наружный диаметр труб, мм	57	57
Толщина стенки, мм	4,5-6	4,5-6
Наружный диаметр замков, мм	65; 70	57
Длина трубы, мм	4500, 6000	4500, 6000
Длина замка, мм	485	430
Масса 1 п.м. гладкой части, кг	5,83	5,83
Масса замка, кг	8,3	5,7
Трубная резьба	Цилиндрическая с профильностью по ГОСТ 7909-56 Д 52x2,54 с напряженным узлом.	Специальная трапецеидальная по ГОСТ 8467-83 Д 42x8 с напряженным узлом.
Замковая резьба	Профиль по ГОСТ 7918-75 со стабилизирующим пояском без зазора. 3-50	Профиль по ГОСТ 7918-75 (ТУ 41-01-309-77) со стабилизирующим пояском без зазора. 3-42
Момент затяжки резьбы трубы с муфтой, кГм	200-250	150-200
Частота вращения колонны при глубине скважины 1000-2000 м, мин <sup>-1</sup>	500-100	800-500
Осевая нагрузка на забой, кГс бурение кольцевым забоем бурение сплошным забоем	800-2000 1500-2500	500-1200 1200-2000

По ТУ14-3-1927-1994 Никопольским южно-трубным заводом для казённого предприятия Южукргеология и государственных региональных геологических предприятий Донбассгеология и Севукргеология изготовлено, соответственно 45, 25 и 30 т труб. Замки к трубам изготовлены Феодосийским мехзаводом и ООО "Топаз" г. Бровары, Киевской обл.

Опытное бурение с применением новых бурильных колонн муфтового и ниппельного соединений в условиях Донбасса, Кривбасса и Украинского кристаллического щита показало значительные их преимущества по сравнению с серийными ГОСТ 7909-56 и ГОСТ 8467-83, колоннами местных конструкций типа КВС – конструкции Сосновгеология и ТНЗ – Центргеология как муфтового, так и ниппельного соединений. Количество поломок серийных труб составляет при увеличении частоты вращения от 250 до 700 мин<sup>-1</sup> у колонн с муфтовыми соединениями с 4-7 до 20, у ниппельных с 2-4 до 10 на 1000 м. бурения. В то же время на новые резьбовые соединения не поступило ни одной рекламации, хотя ими пробурено около 70 тыс. метров скважин.

Заслуживает внимания бурение с использованием колонны СБТМ-57ПНС гидрогеологических скважин диаметром 151-395 мм шарошечными долотами диаметром 151, 191, 214, 295, 345 и 395 мм в Подмосковье. С их применением пробурено за 2000-2001 год 8 180 м. Поломок труб и замков у колонны СБТМ-57ПНС не было.

Экономический эффект от повышения долговечности и надежности новых колонн в зависимости от геолого-технических условий бурения составляет от 3.5 до 9.0 тыс. грн. на 1000 м бурения.

Для улучшения условий эксплуатации бурильных колонн и снижения энергоёмкости бурения в лаборатории колонкового бурения разработана антивибрационная смазка АС ГИМР, которая прошла приемочные испытания и показала преимущества по сравнению с производимой в России смазкой КАВС-45, а также АНВИС ПО "Масма" г. Киев. По результатам сравнительных испытаний в казенном предприятии "Кировгеология" смазок СА ГИМР в сравнении с КАВС-45 и АНВИС "Масма" установлено снижение расхода смазки с 300 г до 240 г на один метр бурения и снижение расхода алмазов с 1.87 кар/м до 1.70 кар/м при сравнении с базовой КАВС-45, а также снижение расходов смазки с 280 до 240 г и алмазов на метр бурения с 1.72 кар/м до 1.36 кар/м при сравнении со смазкой АНВИС "Масма". Экономический эффект на 1000 м бурения от применения смазки составил 1.2 тыс. грн.

Изготовитель антивибрационной смазки АС ГИМР – Семеновский завод горного воска Кировоградской области.

Таким образом, конструкция резьбовых соединений бурильной колонны из труб диаметром 57 мм обладает более высокой надежностью по сравнению с серийными колоннами из труб геологоразведочного сортамента, что снижает стоимость бурения скважин.

## Список литературы

1. Вейбули В. Усталостные испытания и анализ их результатов. М. Машиностроение. 1964, 276 с. с ил.
2. Способ колонкового бурения. А.с. СССР № 1680919 БИ № 3, 1992.
3. Способ соединения замковых деталей А.с. СССР № 1710692 Б.И. СССР № 5, 1992.