



УДК 622.24

## МЕТОДИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ВЫБОРУ ДОЛОТ PDC С УСИЛЕННЫМ АНТИВИБРАЦИОННЫМ ВООРУЖЕНИЕМ

### METHODOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE SELECTION OF PDC BITS WITH REINFORCED ANTI-VIBRATION INSERTS

**Чулкова Виктория Валерьевна**

кандидат технических наук,  
Российский государственный университет нефти и газа  
(национальный исследовательский университет)  
имени И.М. Губкина  
ChulkovaVV@gmail.com

**Chulkova Victoria Valeryevna**

Candidate of Engineering Sciences,  
Gubkin Russian State University of  
Oil and Gas (National Research University)  
ChulkovaVV@gmail.com

**Аннотация.** Приведены разработанные методические и технологические решения по выбору долот PDC с усиленным антивибрационным вооружением для работы в средних по твердости и твердых горных породах.

**Annotation.** Methodical and technological solutions for the selection of PDC bits with reinforced anti-vibration inserts for work in medium hardness and hard rock are presented.

**Ключевые слова:** долото, PDC, периферийное вооружение, вибрации, методика выбора.

**Keywords:** bit, PDC, peripheral inserts, vibration, selection technique.

Современный научно-технический прогресс предъявляет все более высокие требования к конструктивной надежности долот PDC. Одна из приоритетных задач – адаптация долот PDC к эффективной работе в средних по твердости и твердых горных породах, т.к. в данных условиях происходит интенсивный износ периферийного вооружения.

Основной причиной такого износа большинство исследователей и производителей долот PDC считают повышенный уровень вибраций при разбуривании средних по твердости и твердых горных пород.

Применение шарошечных долот в вышеуказанных геологических условиях также сопровождается износом периферийного ряда. Износ обычно представлен скруглением, поломкой, сколами периферийного вооружения [1, с. 199–200, 204, 210–211]. Например, при бурении скважин в Восточной Сибири показатель износа внешнего ряда вооружения по линейной шкале IADC составляет 7 (износ близок к полному) и 8 (полный износ) [2, с. 73]. Указанный износ шарошечных долот часто становится причиной аварий, связанных с оставлением элементов и частей шарошечного долота в скважине.

Интенсивное воздействие динамических факторов при работе бурильного инструмента приводит к неопределенности в оценке действующих нагрузок, что затрудняет выбор эффективного режима бурения для разрушения горных пород. В этих условиях часто прибегают к ограничению параметров режимов бурения или чередованию разных типов долот в одном интервале бурения, что приводит к потерям времени на дополнительные спускоподъемные операции.

Относительно низкая проходка и высокая стоимость долот PDC снижают технико-экономические показатели бурения и не обеспечивают рентабельность их применения.

Российскими и западными производителями долот PDC предлагается ряд основных и второстепенных конструктивных решений по усилению вооружения, основное назначение которых – снижение уровня вибраций на долоте и обеспечение равных энергетических условий изнашивания рабочей поверхности, а также повышение технической и экономической надежности породоразрушающего инструмента. Их описание достаточно широко представлено в научно-технической литературе.

Основные конструктивные особенности:

- двухрядное расположение резцов PDC (например, долота серии «SHARC» – «Smith Bits»);
- антивибрационные вставки по лопастям плоской, сферической и призматической форм.

Второстепенные конструктивные особенности:

- импрегнированная защита за резцом;
- специальное композиционное покрытие и регулировка выступа резца над этим покрытием [4];
- резцы PDC, обладающие ударной, абразивной и термомеханической стойкостью (например, резцы «ONYX» – «Smith Bits»);
- конические резцы (например, долота серии «Stinger» – «Smith Bits», «BULAVA» – Компания АО «НПП «Бурсервис»);
- гребнеобразные резцы (например, долота серии «AxeBlade» – «Smith Bits»);
- резцы овальной формы (например, долота серии «VB» – «Varel»).



Производителями долот PDC усиленное антивибрационное вооружение указывается в шифрах долот согласно собственной классификации.

Например, в шифрах долот ООО НПП «Буринтех» (БИТ215,9ВТ613ТСВ) и ОАО «Пермнефтемашремонт» (215,9-МС-613АРС) буква «С» означает дополнительные стабилизационные вставки, расположенные за основным рядом вооружения.

С целью обоснования правильности решения о выборе рациональной конструкции долота PDC и повышения показателей бурения в условиях вибраций был разработан нижеприведенный комплекс методических и технологических решений по выбору долот PDC с усиленным антивибрационным вооружением.

Первый этап методики основан на дифференцированном подходе. Решение о замене долота PDC без усиленного антивибрационного вооружения на долото PDC с усиленным антивибрационным вооружением принимается по результатам экспресс-оценки состояния износа сравниваемых долот по среднему показателю максимальных величин износа только периферийных резцов.

Специалистом по технологии бурения при осмотре каждой лопасти отработанного долота выявляются максимальные значения износа из рядов периферийных резцов. Степень износа определяется по линейной шкале IADC (8 – полный износ; 4 – 50 % износа; 0 – отсутствие износа). Измерение износа резцов проводится при помощи штангенциркуля поперек алмазного слоя резцов.

Полученные максимальные значения износа периферийных резцов по всем лопастям суммируются, результат делится на количество измеренных резцов. Таким образом, определяется средний показатель максимальных значений износа периферийного вооружения.

При отработке долот PDC в условиях вибраций предлагаемый подход повышает надежность следующих выводов:

1. О рациональности дальнейшей отработки долота, что связано с требованием выполнения проектных показателей на данной скважине или на последующих скважинах.
2. О возможности аварийного износа с целью своевременной отбраковки долота [4].
3. О своевременности оценки потребности в ремонтных работах отдельных резцов PDC.

Второй этап методики основан на расчете численного показателя  $\Delta$ , который характеризует отношение средних значений максимальных величин износа периферийного вооружения долот без усиленного антивибрационного вооружения и периферийного вооружения долот с усиленным антивибрационным вооружением.

Таким образом, если значение в числителе больше или равно значению в знаменателе, то целесообразнее выбирать долото с усиленным антивибрационным вооружением. В этом случае  $\Delta \geq 1$ . Чем выше значение  $\Delta$ , тем выше степень значимости усиления резцов.

Технологические решения по выбору долота PDC с усиленным антивибрационным вооружением:

1. Поднятое из скважины долото PDC необходимо очистить от остатков горной породы, тщательно промыть и установить на специальной площадке для осмотра и замера износа элементов, визуально проверить состояние резьбы.
2. Каждую лопасть долота необходимо промаркировать и сфотографировать.
3. Используя строго соответствующую конструкцию шаблона, измерить наружный диаметр долота.
4. По системе IADC выполнить описание износа долота.
5. В дополнение к оценке износа по среднеинтегральной системе IADC выполнить описание износа с помощью дифференцированного подхода.
6. Выполняется расчет показателя целесообразности применения долота с усиленным антивибрационным вооружением  $\Delta$ .
7. На основании полученного показателя  $\Delta$  готовится заключение о рациональности конструкции долота PDC в заданном интервале бурения.

В интервале разбуривания средних по твердости и твердых горных пород и при потенциальных рисках возникновения вибраций следует придерживаться следующих рекомендаций:

1. В хорошо изученных геологических разрезах при прохождении средних по твердости горных пород, снижать частоту вращения и сохранять осевую нагрузку на долото, что позволит избежать повышенных нагрузок на резцы PDC в процессе перехода в твердые породы.
2. При бурении скважин на новых и малоизученных месторождениях необходимо снижать частоту вращения и осевую нагрузку на долото до минимально допустимых значений, которые указаны в характеристике долота. Например, для долота производства СП ЗАО «УДОЛ» У7-215,9 STD-5CT минимальными значения являются – 40 кН, 80 об/мин [3, с. 17], [4].

### Литература:

1. Кершенбаум В.Я. Международный транслятор-справочник Буровой породоразрушающий инструмент / В.Я. Кершенбаум, А.В. Торгашева, А.Г. Мессер. – М. : Нац. инст. нефти и газа, 2003. – Т. 1. – С. 199–200, 204, 210–211.



2. Сираев Р.У. Анализ эффективности применения долот PDC на нефтегазопроисловых скважинах в пределах непского свода // ВЕСТНИК ИРГТУ. – 2013. – № 5 (76). – 73 с.
3. УДОЛ. Каталог продукции [Электронный ресурс]. – URL : [<http://udol.ru/upload/iblock/675/67526db875d80a4e0defa61ab9bc2516.pdf>]. – 17 с. (07.02.2018).
4. Чулкова В.В. Разработка методических и технологических решений по выбору долот PDC с усиленным антивибрационным вооружением : дис. ... канд. техн. наук: 25.00.15: защищена 28.09.17. – М., 2017.

#### References:

1. Kershenbaum V.Y. International compiler-directory. Drill rock cutting tool / V.Y. Kershenbaum, A.V. Torgasheva, A.G. Messer. – М. : Nat. inst. oil and gas, 2003. – V. 1. – P. 199–200, 204, 210–211.
2. Siraev R.U. Analysis of the effectiveness of PDC bits application in oil and gas exploration wells within the Nepal arch // BULLETIN OF ISTU. – 2013. – № 5 (76). – 73 p.
3. UDOL. Catalog of production [Electronic resource]. – URL : [<http://udol.ru/upload/iblock/675/67526db875d80a4e0defa61ab9bc2516.pdf>]. – 17 p. (07.02.2018).
4. Chulkova V.V. Development of methodical and technological solutions for the selection of PDC bits with reinforced anti-vibration inserts : dissertation: 25.00.15: protected 28.09.17 – М., 2017.