УДК 622.24

Ю.Г.МАТВЕЕВ, А.Н.ПОПОВ,
А.А.ЧЕХОВ
Уфимский государственный нефтяной технический университет

РАЦИОНАЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ЗУБКОВ В ПЕРИФЕРИЙНЫХ ВЕНЦАХ ШАРОШЕК БУРОВОГО ДОЛОТА

Проанализирована работа твердосплавного периферийного вооружения шарошек графоаналитическим методом. Показано, что задача обеспечения эффективной работы этого вооружения остается актуальной. Главными факторами, снижающими эффективность работы, являются образование рейки на периферийной и предпериферийной частях забоя и спиральных выступов на стенке скважины. Предложено и обосновано решение этой задачи путем попарного размещения зубков в двухрядных периферийных венцах в комбинации с дополнительными подрезными зубками на периферии шарошек.

The authors have analysed the work of a cone carbide teeth by graphic-analytical method and have shown that problem of the ensuring the efficient work of this equipment remains actual. The main factors, reducing efficiency of the work, are the tracking on peripheral and pre-peripheral parts of the bottom and spiral projections on the wall of the bore hole. The authors offer and motivate solving of this problem by placing in pairs of carbide teeth in two-row heel rows and combining them with additional gage trimmers on a peripheral of roller bits.

Слабым звеном современных шарошечных долот с твердосплавным вооружением остается их периферийное вооружение. Рейкообразование на периферии скважины приводит не только к снижению эффективности разрушения забоя, но и к образованию на стенках скважины спиральных выступов, которые уменьшают диаметр скважины в свету и затрудняют фрезерование стенки периферийным вооружением при искусственном искривлении скважин. Рассмотрено совершенствование периферийного вооружения на примере долота типа МЗ. В качестве базового принято долото 215,9МЗ-ГВ, разработанное во ВНИИБТ.

Для обеспечения перекрытия периферийной части забоя периферийный венец третьей шарошки базового долота выполнен однорядным, а периферийные венцы первой и второй шарошек – двухрядными с шахматным размещением зубков во внешнем и внутреннем рядах. Эти венцы обрабатывают около 30 % наиболее трудно буримой части забоя скважины. Шаг зубков однорядного венца хотя и выполняется минимально возможным из условия крепления зубков в теле шарошки, но он все же больше шага из условия максимальной эффективности разрушения горной породы. Шаг зубков в двухрядных венцах существенно больше, чем в однорядном. Это способствует образованию устойчивой забойной рейки не только на периферийной, но и на предпериферийной части забоя.

Анализ характера воздействия базового долота с забоем скважины проведен с использованием методики расчета ожидаемого передаточного отношения шарошек [4].

В табл.1 приведены результаты расчета возможных целых чисел выступов рейки на периферии забоя с использованием названной методики.

Таблица 1

Кинематические характеристики взаимодействия базового вооружения долота МЗ-ГВ с забоем скважины

Номер шарошки	Расчетное передаточное отношение шарошек	Расчетные числа выступов рейки на забое	Ожидаемые числа выступов рейки на забое
1	1,302	26,05	24; 25; 26
2	1,216	26,75	24; 25; 26
3	1,432	24,33	24; 25; 26

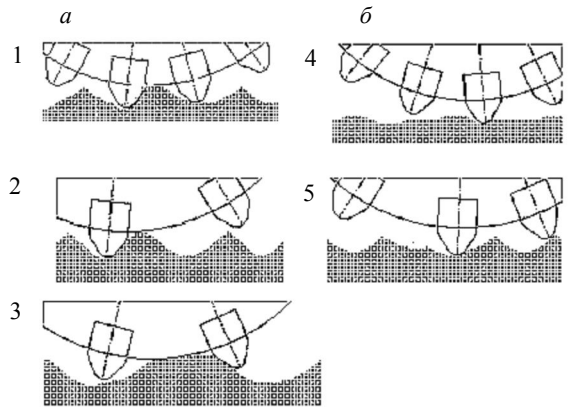


Рис.1. Формирование забоя периферийными и предпериферийными рядами зубков: *а* – серийным вооружением; *б* – предлагаемым вооружением

Из табл.1 видно, что первая и вторая шарошки будут стремиться сформировать периферийную рейку на забое с 26 выступами, а третья шарошка – с 24 выступами. Известно, что весьма вероятно формирование общей рейки всеми тремя шарошками, в том числе с некоторым промежуточным числом выступов, например, 25 выступов.

В УГНТУ [5] разработана программа, которая позволяет воспроизвести на экране дисплея движение венцов шарошек с заданными геометрическими и кинематическими параметрами и формирование ими профиля забоя. На рис.1, *а* показаны наихудшие ситуации формирования забойной рейки. Позиция 1 – периферийные венцы всех трех шарошек формируют общую рейку у стенки скважины. Позиция 2 – внутренние ряды двухрядных венцов формируют рейку с числом выступов некратным трем. Позиция 3 – внутренние ряды двухрядных венцов формируют рейку с числом выступов кратным трем. Для рассматриваемого долота этот случай соответствует числу выступов рейки, равному 24 (табл.1). Из рис.1, *а* видно, что вершины выступов разрушаются раздавливанием телом шарошки. Такое взаимодействие с забоем приводит не только к снижению скорости бурения, но и к весьма значительному износу тела шарошки, оголению и выпадению зубков.

Наиболее неблагоприятная ситуация возникает в случае, соответствующем позиции 3, когда на предпериферийном участке забоя формируются выступы с широкими вершинами, на которых зависают шарошки и скорость бурения резко падает.

Наиболее радикальным способом борьбы с забойной рейкой является групповое координированное размещение вооружения на всех венцах. Например, буровое трехшарошечное долото [1] содержит три шарошки, одна из которых оснащена однорядным периферийным венцом, вторая – двухрядным периферийным венцом с бóльшим числом зубков во внутреннем ряду, чем во внешнем, а третья – двухрядным периферийным венцом с меньшим числом зубков во внутреннем ряду, чем во внешнем. Такое размещение вооружения двухрядных венцов предупреждает образование рейки на предпериферийной части забоя и существенно снижает энергоемкость разрушения горной породы как на предпериферийной части забоя, разрушаемой внутренними рядами двух шарошек, так и на периферийной части забоя, разрушаемой периферийным вооружением всех трех шарошек. Но и такое вооружение не обеспечивает предупреждения образования спиральных выступов на стенках скважины и забойной рейки непосредственно у стенки, взаимодействие с выступами которой способствует перегрузке и поломке соответствующего периферийного вооружения шарошек, а также ухудшает калибрующую способность долота и распределение нагрузок по подшипникам опоры.

В справочнике [2] описаны конструкции периферийного вооружения с дополнительными рядами калибрующих (подрезных) зубков, установленных в свету зубков периферийных рядов. Такая установка дополнительного вооружения потребовала существенного увеличения шага, особенно однорядного венца. Последнее существенно снижает эффект от установки дополнительного вооружения.

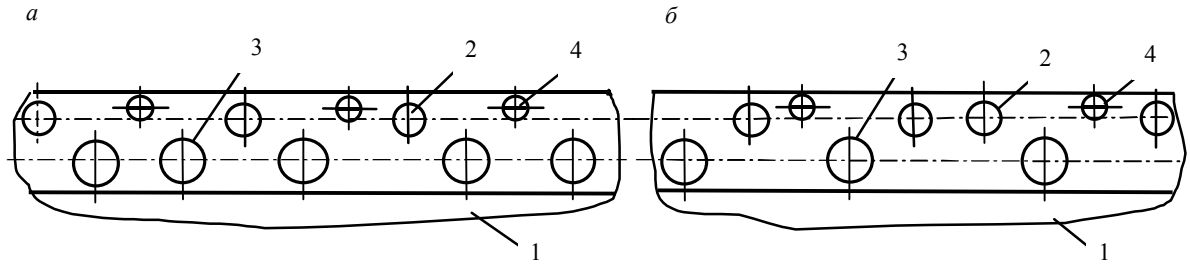


Рис.2. Схемы размещения зубков в двухрядных венцах первой (*а*) и второй (*б*) шарошек

При модернизации вооружения долота типа МЗ предложено (рис.2) на первой шарошке 1 часть зубков 3 внутреннего ряда разместить попарно в свету зубков внешнего ряда 2, а на второй шарошке часть зубков 2 внешнего ряда разместить попарно в свету зубков 3 внутреннего ряда. При этом попарно размещенные зубки чередуются с зубками, размещенными в обычном шахматном порядке. Периферийное вооружение третей шарошки оставлено без изменений.

Для улучшения калибрующей способности долота и разрушения рейки, образующейся непосредственно у стенки скважины, на периферии первой и второй шарошек установлены подрезные зубки 4, которые образуют дополнительные калибрующие ряды. На первой шарошке такие зубки установлены слева от зубков 2 внешнего ряда в свету зубков внешнего и внутреннего рядов и в свету парных зубков 3 внутреннего ряда, а на второй шарошке – в свету зубков внутреннего и внешнего рядов то справа, то слева от зубков внешнего ряда.

Положение подрезных зубков относительно зубков двухрядного периферийного венца показано на рис.3. Вершина подрезного зубка расположена примерно на половине высоты рабочей части зубка внешнего ряда. Угол γ установки зубка относительно образующей обратного конуса шарошки равен углу при вершине клиновой головки зубка. Периферийная часть забоя 1 и стенка скважины 2 формируются периферийным вооружением шарошек. У стенки скважины горная порода разрушается зубками 3, а далее предпериферийная часть – зубками 4. У стенки скважины остаются не поражаемые зубками 3 выступы рейки 5. Эти выступы разрушаются подрезными клиновыми зубками 6.

Профиль забоя, формируемый предлагаемым вооружением периферийных венцов, показан на рис.1, *б*. Позиция 4 соответствует формированию забоя у стенки скважины, а позиция 5 – формированию забоя на предпериферийной части забоя вторыми рядами периферийных венцов при наихудшей схеме поражения. Из рис.1, *б* видно, что и в этом случае на забое отсутствуют высокие выступы рейки, вершины которых контактировали бы с телом шарошки.

Техническое решение, положенное в основу модернизации вооружения долота типа МЗ, запатентовано [3]. Предлагаемое выполнение вооружения трехшарошечных долот позволит решить задачу как предупреждения рейкообразования на забое периферийным

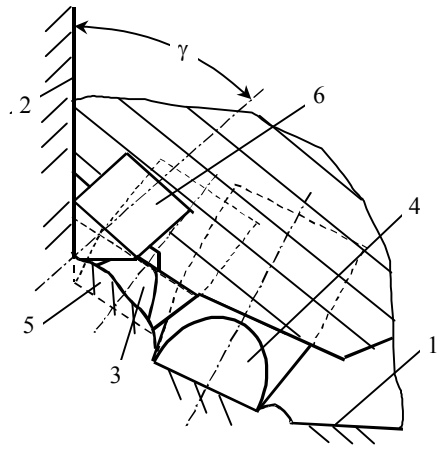


Рис.3. Конструкция периферийного вооружения первой шарошки долота 215,9МЗ и схема его взаимодействия с забоем скважины

вооружением шарошек и повышения эффективности разрушения горных пород, так и улучшения калибрующей способности долота, что особенно актуально при бурении наклонных и горизонтальных скважин.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. № 1627643 СССР, МКИ Е 21 В 10/16. Буровое трехшарошечное долото / А.Н.Попов, Б.Н.Трушкин, А.В.Торгашов и др. // Изобретения. 1991. Бюл. № 6.

2. Шарошечные долота: Международный трансляторсправочник / Под ред. В.Я.Кершенбаума и А.В.Торгашова. АНО «Технонефтегаз». М., 2000.

3. Патент 2215111 РФ, МКИ Е 21 В 10/16. Буровое трехшарошечное долото / Р.А.Исмаков, А.Н.Попов, Ю.Г.Матвеев и др. // Изобретения. 2003. Бюл. № 30.

4. *Попов А.Н.* Расчет ожидаемых передаточных отношений шарошечного долота / А.Н.Попов, Р.А.Исмаков // Горный вестник. 1999. № 2-3.

5. *Трушкин Б.Н.* Программа графоаналитического анализа формирования поверхности забоя венцами шарошек / Б.Н.Трушкин, А.М.Мавлютов, А.Н.Попов // Актуальные проблемы проектирования, производства и эксплуатации изделий машиностроения: Доклад Всероссийской научно-технической конференции. Самара, 2001.