

И.Е. Григорьев, асп.:
Н.А. Свидуневич, проф., д-р техн. наук;
Д.В. Куис, зав. кафедрой МиПТС, канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск);
В.Т. Сенють, доц., канд. техн. наук, вед. науч. сотр.;
В.И. Жорник, д-р техн. наук, проф., зав. лабораторией
наноструктурных и сверхтвердых материалов
(ОИМ НАН Беларуси, г. Минск).

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ТВЕРДОГО СПЛАВА В БУРОВОМ ИНСТРУМЕНТЕ

В настоящее время в области нефтегазодобычи наблюдается тенденция увеличения объёмов бурения горизонтальных и наклонно-направленных скважин [1-3]. За счет совершенствования технологии проходки достигаются более высокие скорости бурения скважин с меньшим количеством рейсов инструмента (разовым углублением породоразрушающего инструмента) [4]. Однако повышение скоростей эксплуатации бурильного инструмента (далее – БИ) привело к необходимости создания новых типов долот с повышенным сопротивлением усталостному и коррозионно-усталостному разрушению. При анализе условий работы БИ рассматривают следующие основные факторы, негативно влияющие на их работоспособность: циклическое воздействие осевых нагрузок, усилий, создающих изгибающий момент при вращении колонны или изгибающие усилия от искривления ствола скважины; крутящий момент, который передаётся долоту для его вращения; силы трения о стенке скважины и обсадной колонны; поперечные и крутильные колебания от неуравновешенности вращающейся бурильной колонны; неустойчивость работы забойного двигателя и неоднородность проходимых пород и др. Всё это сопровождается накоплением усталостных напряжений в БИ и приводит к превышению предела выносливости в зонах концентраций напряжений [5-8].

Одним из основных типов БИ, является долото типа PDC (рис. 1). Режуще-истирающее воздействие на породу осуществляется при помощи специальных вставок из алмазосодержащих твердосплавных композитов. Композиты подобного типа широко используются в камнеобрабатывающем и буровом инструменте благодаря своей исключительной твердости и износостойкости. Эти материалы состоят из алмазных частиц, диспергированных в твердосплавной матрице, обеспечивая преимущества как абразивных свойств алмазов, так и

матрицы на основе WC+Co, характеризующейся более высокой трещиностойкостью (рис. 2).



Рисунок 1 – Долото режуще-истирающего действия (PDC)



Рисунок 2 – Микроструктура алмазосодержащего композита на основе спеченного твердого сплава ВК-8 (x200)

В процессе эксплуатации алмазосодержащих вставок одним из наиболее существенных факторов, влияющих на ресурс БИ, является температура. В процессе работы в условиях недостаточного теплоотвода происходит термическая деградация связи между алмазными частицами и твердосплавной матрицей, что со временем приводит к снижению абразивной способности инструмента. При работе инструмента высокие нагрузки и напряжения, прикладываемые к режущей кромке, могут вызвать механическое повреждение как алмазных частиц, так и твердосплавной матрицы, что приводит к снижению производительности резания.

Воздействие абразивных частиц также является серьезной проблемой, негативно влияющей на стойкость БИ. Такое воздействие приводит к износу и эрозии режущей кромки композита, что снижает срок службы инструмента и эффективность процесса резания. Для повышения эксплуатационных характеристик алмазосодержащих твердосплавных композитов используют инновационные технологии соединения композита к основе, а также плакированные алмазные зерна и покрытия, что обеспечивает улучшение связи между алмазными частицами и твердосплавной матрицей и защиту режущей кромки от из-

носа и эрозии. Конкретные условия эксплуатации инструмента также оказывают значительное влияние на производительность работы алмазосодержащих твердосплавных композитов. Например, бурение твердых и абразивных материалов, таких как гранит и кварцит, может быть особенно сложным, и в таких случаях могут потребоваться инструменты с более высокой концентрацией алмазных частиц и более износостойкой матрицей. И наоборот, при обработке более мягких материалов, таких как известняк и мрамор, отсутствует необходимость в использовании твердосплавных композитов с высоким содержанием алмазных зерен, поскольку механические нагрузки и температуры в этих случаях существенно ниже.

Таким образом, для увеличения производительности бурения и рабочего ресурса БИ необходимо уделить особое внимание повышению физико-механических свойствам твердосплавных алмазосодержащих композитов за счет использования новых марок твердых сплавов, в т. ч. мелкозернистых и наноструктурных, разработки алмазно-твердосплавных композиций, обеспечивающих формирование рабочих элементов с оптимальной микроструктурой и высокой адгезией алмазных зерен к матрице, применения наноструктурированных сверхтвердых материалов с повышенной термостойкостью и износостойкостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Deloitte: Обзор нефтесервисного рынка России – 2018 / Deloitte // Международная аудит-консалтинговая корпорация [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: https://nangs.org/analytics/download/2169_ae91c1b33d55b8c056c8596f691bdc53. – Дата доступа: 25.01.2024.
2. Состояние и перспективы горизонтального бурения в России / Кульчицкий В.В. [и др.] // Специализированный журнал «Бурение & Нефть». – 2020. – №10. – С. 11–18.
3. Пока еще не космические перспективы горизонтального бурения в России / Кульчицкий В.В. // Специализированный журнал «Бурение & Нефть». – 2022. – №11. – С. 34–38.
4. Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Морские исследования грунтов: ГОСТ Р 599996-2022. – Введ. 01.07.22. – Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2022. – 124 с.
5. Лачинян Л. А. О Влиянии переменного кручения на сопротивление усталости бурильной колонны. РНТС «Машины и нефтяное оборудование», 1981-№6, С. 27-29.

6. Лачинян Л. А. Исследование характера усталостного излома бурильных труб в зависимости от запаса прочности по переменным нагрузкам. Экспресс-инф. техн. и технол. геол.-раз. работ; орг. пр-ва, ВИЭМС, 1981-№7, С. 13-19.

7. Мукашев Н. Б. Герметичность резьбовых соединений бурильных труб. Сборник материалов XIV Международной молодежной научной конференции «Севергеоэкотех-2013»: в 5-ти частях, 2013, С. 122-125.

8. Саруев А. Л. Динамические процессы в резьбовых соединениях штанг при вращательно-ударном способе бурения. Автореферат дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. Томск: Томский политехнический университет. Томск, 2005.

УДК 621.793.182

С.Д. Латушкина, доц., канд. техн. наук;
И.Н. Жоглик, научн. сотр.

(ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», г. Минск);

Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук; А.С. Раковец, ассист,
А.С. Кравченко, канд. техн. наук, инж.;

О.Ю. Цынкович, инж.; Д.Д. Гордиенко, асп.;

А.В. Савицкий, студ. (БГТУ, г. Минск)

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ОСАЖДЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И ПОКАЗАТЕЛИ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОКСИКАРБИДНЫХ
ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ
ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ**

Эффективным методом повышения производительности и долговечности различных деталей и изделий является формирование защитных и износостойких покрытий [1]. В настоящее время большой интерес исследователей вызывают покрытия на основе принципиально нового класса материалов, высокоэнтропийных сплавов (ВЭС), характеризующихся высокой твердостью и износостойкостью, высоким уровнем прочностных характеристик при повышенных температурах, коррозионной стойкостью. Для создания покрытий на основе ВЭС применяются различные технологии. В тоже время представляет интерес получение покрытий из ВЭС методом вакуумно-дугового осаждения [2]. Высокая степень ионизации плазмообразующих металлов, реализуемая данным методом, позволяющая обеспечить высокую адгезионную прочность, высокую вероятность плазмохимических реакций образования соединений, прохождение диффузионных процессов