

4. Д. Ф. Чернега, А. Г. Богаченко и др. Специальная металлургия – резерв повышения качества металлопродукции. Материалы международной конференции, 8 – 9 октября 2000. – Киев. – С. 36 – 49.
5. Б.И. Медовар, В.Л. Шевцов и др. Электрошлаковая тигельная плавка / Киев. – Наукова думка. – 1988.
6. В.М. Туманов. Свойства сплавов системы карбид вольфрама-кобальт. Изд-во «Металлургия»: М. – 1971.

Поступила 10.06.09

УДК 620.17:622.244.001

**А. Н. Давиденко**, д-р. техн. наук

*Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина*

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ БУРОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА**

Буровой технологический инструмент (породоразрушающий инструмент, бурильные трубы и их соединительные элементы, расширители, калибраторы и др.), изготовленный из металлов и сплавов и применяемый при бурении скважин, подвергается воздействию различных сред, которые существенно изменяют его прочность, стойкость и долговечность.

Рассмотрим два механизма влияния жидких и газообразных рабочих сред (очистных агентов) на свойства металлических твердых тел [1]: снижение уровня поверхностной энергии и изменение механических свойств.

Адсорбция  $\Gamma$  и поверхностная энергия связаны уравнением Гиббса

$$\Gamma = -\frac{C}{RT} \left( \frac{d\sigma}{dC} \right)$$

где  $R$  – газовая постоянная;  $T$  – абсолютная температура;  $C$  – концентрация поверхностно-активного вещества; знак минус означает, что положительная адсорбция вызывает снижение поверхностной энергии.

В соответствии с первым механизмом поверхностная энергия твердого тела может снижаться не только в связи с физической и химической адсорбцией, химической реакцией, но и при электрической поляризации.

Второй механизм влияния рабочих сред на механические свойства твердых тел имеет несколько составляющих:

- механическое или электрохимическое растворение;
- образование нового твердого тела менее прочного за счет химического соединения или физического образования систем решеток;
- блокирование внутри твердого тела подвижных дислокаций чужеродными атомами, проникающими в тело из рабочей среды в результате диффузии.

Проведенные на кафедре техники разведки МПИ Национального горного университета теоретические и экспериментальные исследования по изучению влияния очистных агентов на свойства бурового технологического инструмента позволили подтвердить вывод о

том, что снижение поверхностной энергии при адсорбции – явление первичное и универсальное. Адсорбция поверхностно-активных составляющих очистных агентов на поверхности бурового технологического инструмента или в середине его на поверхностях дефектов может протекать только при условии смачивания, вызывая при этом проявление эффекта Ребиндера [2], способствующего диспергированию, а также при определенных условиях распаду его на частицы от коллоидных до наноразмеров без приложения существенных напряжений. В результате выполненных работ также было установлено, что буровой технологический инструментарий испытывает несколько форм влияния очистных агентов, которые накладываются друг на друга и могут взаимодействовать. Как правило, один из видов влияния является преимущественным для определенного очистного агента и условий применения. На основании исследований были разработаны, предложены и апробированы в производственных условиях способы борьбы с вредным влиянием очистных агентов на прочность, стойкость и долговечность металлического технологического инструмента, применяемого при бурении скважин различного назначения.

Результаты анализа известных технических решений повышения прочности железа и стали при работе их в коррозионных средах показали, что эффективным способом является применение ингибиторов коррозии – веществ, сдерживающих протекание химических, электрохимических и других процессов [3]. В настоящее время в качестве ингибиторов коррозии в нейтральных средах широко применяют неорганические вещества, влияющие преимущественно на трещины пассивации и анодные. В кислых средах применяют органические вещества, в основе защитного действия которых лежат адсорбция и торможение катодных процессов. Наиболее распространенные ингибиторы кислотной коррозии железа и стали являются азотсодержащие соединения, соли замещенного аммония, пиридин, четвертичные пиридиновые основания. Из технических ингибиторов наиболее чаще других применяют катапин А и К, ПБ-5, БА-6, ХОСП-10. В качестве ингибиторов коррозии в нейтральных средах используют бензоат натрия, который имеет преимущества по сравнению с хроматами, нитритами и фосфатами.

На основании результатов научно-исследовательских работ, проведенных на кафедрах ТРМПИ НГУ и органической химии ДХТУ, было предложено применять в качестве ингибиторов коррозии металлов соединения, вступающие в химическую связь с металлами или продуктами их окисления. Для реализации такого подхода необходимо обеспечить переход в результате химической адсорбции на поверхность технологического бурового инструмента органических веществ из очистных агентов, молекулы которых способны образовывать с оксидами химическую связь. При этом энергия такой связи должна быть настолько большой, чтобы стало возможным вытеснение с поверхности металла молекул воды, адсорбирующихся с образованием водородной связи [4; 5]. Теоретические выводы были положены в основу проводимых исследований по определению резонансного потенциала адсорбента в результате изучения химической адсорбции некоторых органических веществ на порошках железа (рис. 1).

Было установлено, что на железе избирательно адсорбируются вещества, имеющие потенциалы ионизации, близкие к 7,3; 7,9 и 9,6 эВ. Сопоставив полученные данные с графической зависимостью адсорбции от потенциала ионизации для оксида железа, приходим к выводу, что резонансные потенциалы железа и стали, совпадают и равны 7,9 эВ. Такие значения резонансных потенциалов объясняют некоторые закономерности химической адсорбции органических соединений, основными из которых являются:

- чем ближе потенциал ионизации органического соединения к резонансному потенциалу железа и стали, тем выше его ингибирующая способность;
- потенциалы ионизации – не единственный фактор, влияющий на адсорбционную и ингибирующую способности соединения.

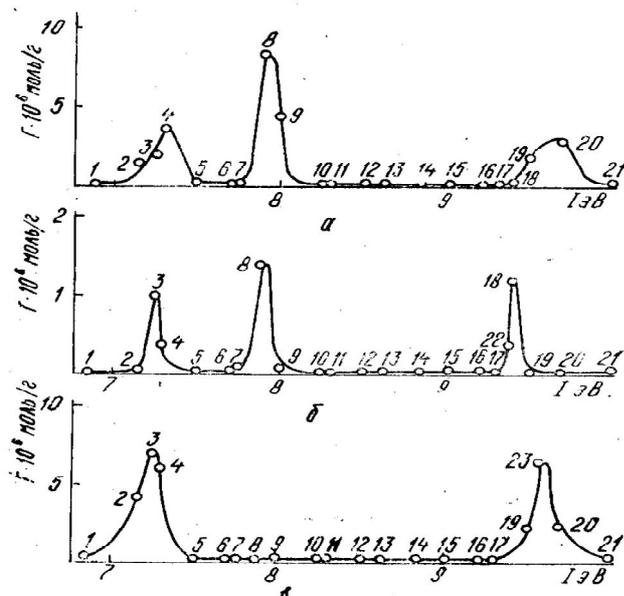


Рис. 1. Зависимости адсорбции на железе (а), стали (б) и  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  (в) органических веществ от их потенциалов ионизации. (нумерация точек соответствует табл. 4 [4])

Повышения стойкости, прочности и долговечности бурового технологического инструмента можно достичь за счет покрытия его другими металлами или диффузионного насыщения поверхности металлами и неметаллами. При этом толщина покрытия или глубина насыщения поверхностного слоя различными элементами, необходимая для получения качественно новой поверхности, как правило, незначительна и составляет от нескольких сотен до нескольких микрометров. На кафедре ТРМПИ НГУ проводятся исследования в этом направлении, разработан и исследован способ получения покрытий толщиной в несколько миллиметров. В качестве материала для образования таких покрытий предложено использовать смеси на основе технического глицерина, графита и однокомпонентные полиуретановые пленкообразующие композиции. Анализ существующих технических решений в области нанесения покрытий трением позволил выбрать конструкцию высокопроизводительного устройств для фрикционно-механического нанесения покрытий на буровой технологический инструмент, включающий механизм вращения обрабатываемых деталей, натирающий узел и механизм его нанесения [6].

Устройство (рис. 2) работает следующим образом: устанавливают в центрах 16 и 17 обрабатываемую деталь 14, а в центрах 18 и 19 – деталь 15. Устанавливают натирающий узел 5 и включают механизм вращения. Детали вращают в противоположные стороны. Средами для натирания служат смесь технического глицерина и травленой цинком соляной кислоты, связующего и графита, а также однокомпонентные полиуретановые пленкообразующие композиции. Эти смеси на поверхности стальной детали образуют плотное, прочно сцепленное с основным материалом, покрытие, обеспечивающее повышенную прочность, стойкость и долговечность обрабатываемых изделий.

На основании результатов стендовых исследований механического фрикционного способа нанесения покрытий на поверхность бурового технологического инструмента специалисты кафедры ТРМПИ НГУ разработали опытно-промышленную технологию нанесения покрытий в производственных условиях. На скважинах проходимых в условиях геологоразведочных предприятий «Кировгеология» и «Южургеология» на поверхность бурильных труб муфто-замкового соединения по разработанной технологии наносили защитное покрытие из смеси на основе графита [7]. На основании анализа полученных технико-экономических показателей бурения было установлено, что такие покрытия позволяют не только повысить долговечность бурильных труб и элементов их соединений, но и существенно (на 30–50%) снизить затраты мощности на преодоление сил сопротивления вращению.

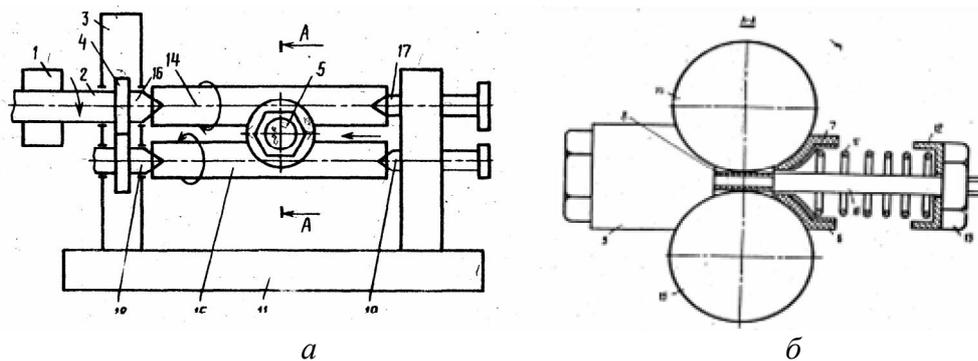


Рис.2 Общий вид устройства –(а) и разрез по линии А-А: 1 – механизм вращения; 2 – вал; 3 – корпус; 4 – дополнительный механизм вращения; 5 – натирающий узел; 6 – наконечник; 7 – чехол; 8 – тампон; 9 – обойма; 10 – ось; 11 – пружина; 12 – шайба; 13 – гайка; 14,15 – обрабатываемые детали; 16-19 – центры

Технологический инструмент, работающий в буровых скважинах различного назначения, испытывает действие двух основных факторов – механического, обусловленного наличием напряжений, и физико-химического, вызванного влиянием очистных агентов. Эти факторы взаимосвязаны, поскольку протекающие процессы активизируются при деформациях, способствующих развитию дефектов в материале инструмента. Следовательно, активное влияние физико-химических факторов не только связано со свойствами активных промывочных жидкостей, но и зависит от состояния металла, особенно в приповерхностном слое.

### Выводы

В соответствии с результатами проведенных на кафедре техники разведки МПИ НГУ теоретические и экспериментальные исследования приходим к выводу, что для защиты бурового технологического инструмента от воздействия активных очистных агентов в процессе его эксплуатации необходимо влиять на рассмотренные в работе факторы: уменьшать отрицательное влияние напряжений при работе в активных средах; улучшать состояние поверхностного слоя металла; влиять на свойства рабочих сред, уменьшая их агрессивность.

### Литература

1. Карпенко Г.В. Про фізико-хімічну механіку металів. – К.: Наук. думка. 1973.
2. Щукин Е.Д. Эффект Ребиндера // Доступно и точно о главном в мировой науке: Международный ежегодник. – М.: 1970.
3. Бабей Ю.И., Супрунюк Н.Г. Защита стали от коррозионно-механического разрушения. – К.: Техника.1981.
4. Нечаев Е.А. Хемосорбция органических веществ на оксидах и металлах. – Харьков: Вища школа. 1989.
5. Давиденко А.Н. Научное обоснование комплексного влияния промывочных жидкостей на процессы при бурении скважн. – Авт. дис. док-ра техн. наук. Днепропетровск. 2001.
6. А. с. СССР № 1122752. МКИ С 23 С 17/00. Устройство для фрикционно механического нанесения покрытий. / В. И. Москалик, Н. В. Молодык, Н. Х. Потапенко.
7. А. с. СССР № 1583438. МКИ С 10 М 5/02. Смазка для бурового инструмента./ А.Н. Давиденко, А.М. Бражененко, Е.В. Белофастов, В.Д. Пилипенко.

Поступила 09.06.09