УДК 622.244

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПАВ НА АБРАЗИВНОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД

–––––––

STUDY OF VARIOUS SURFACTANTS INFLUENCE ON ROCKS ABRASIVITY

Пантюхин Антон Андреевич
магистрант кафедры бурения скважин,
Санкт-Петербургский горный университет
Happy2294@mail.ru

Моренов Валентин Анатольевич
ассистент кафедры общей электротехники,
Санкт-Петербургский горный университет
Morenov@spmi.ru

Аннотация. При строительстве скважины процесс углубления напрямую связан со свойствами буримых горных пород, одним из основных является абразивность. Как известно, абразивность – это свойство горных пород изнашивать контактирующие с ними части бурового оборудования, в том числе и элементы КНБК (компоновки низа бурильной колонны), что приводит к износу и, соответственно, выходу из строя.
В связи с этим исследования, направленные на снижение влияния абразивного износа, являются актуальными. Поэтому в данной работе оценивается влияние различных веществ на абразивный износ, что в будущем повлияет на большую продолжительность работы бурового оборудования и элементов КНБК.

Ключевые слова: буровой раствор, добавка, полимерный раствор, разрушение породы, абразивность.

Pantyukhin Anton Andreevich
Undergraduate of wells drilling department,
St. Petersburg mining university
Happy2294@mail.ru

Morenov Valentin Anatolyevich
Assistant of the general
electrical equipment department,
St. Petersburg mining university
Morenov@spmi.ru

Annotation. At well construction process of deepening is directly connected with properties of the drilled rocks, with the main one to be abrasivity. It is known that abrasivity is a property of rocks to wear out the parts of drilling equipment contacting with them, including elements of configuration of a drilling string bottom, that results in depreciation and, respectively, failure.
In this regard the researches directed to decrease in influence of abrasive wear are urgent. Therefore in this work influence of various substances on abrasive wear is estimated that in the future will affect big period of operation of a drilling equipment and elements of the configuration of a drilling string bottom.

Keywords: drilling mud, addition, polymer mud, rock destruction, abrasivity.

Введение

Абразивность горной породы зависит от твердости породообразующих минералов, от характера сцепления зерен друг с другом, от крупности и формы зерен, от плотности породы и степени ее трещиноватости [1, 2].

Наиболее абразивными являются крупнокристаллические породы, состоящие из зерен твердых минералов, слабо связанных между собой, и образующие при бурении крупный остроугольный шлам. Трещиноватые породы более абразивны, чем нетрещиноватые, монолитные. При бурении в трещиноватых и пористых породах резцы буровой коронки обкалывают острые края трещин и образующиеся при этом крупные угловатые частицы породы перетираются под торцом, вызывая интенсивный износ породоразрушающего инструмента. Кроме того, объем бурового шлама при бурении таких пород значительно увеличивается за счет частичного разрушения керна в зоне его входа в колонковую трубу, что также существенно повышает износ инструмента [3, 4].

Определение абразивности горных пород

Определение абразивности $K_{абр}$ горных пород основано на установлении потери массы эталонного материала (шариков свинцовой дроби, обычно охотничья дробь № 5, 4 или 3) в результате его истирания раздробленной породой.

Определение абразивности горных пород осуществляется с помощью прибора ПОАП-2 (рис. 1) по формуле:

$$K_{абр} = 0{,}01Q,$$

где Q – потеря массы дроби, мг (определенной по 13 дробинкам).

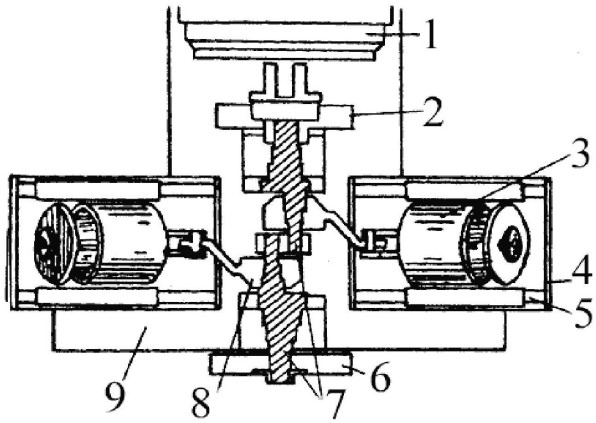

Рисунок 1 – Схема прибора ПОАП-2 для определения абразивности горных пород:
1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – рабочий орган; 4 – скоба; 5 – направляющая; 6 – маховик; 7 – вал; 8 – шатун; 9 – плита (основание прибора)

В зависимости от $K_{абр}$ горные породы разделены на шесть классов (табл. 1):

Таблица 1 – Распередение горных пород по коэффициенту абразивности

малоабразивные	$K_{абр} \leq 0,5$
умеренно абразивные	$K_{абр} = 0,5 \div 1,0$
среднеабразивные	$K_{абр} = 1,0 \div 1,5$
абразивные	$K_{абр} = 1,5 \div 2,0$
весьма абразивные	$K_{абр} = 2,0 \div 2,5$
очень абразивные	$K_{абр} = 2,5 \div 3,0$ и более

Таблица 2 – Распеделение горных пород по степени абразивности

Степень абразивности пород	Горная порода
Малоабразивные	Мрамор, известняк, эпидозит, ангидрит, алевролит
Умеренно абразивные	Руда марганцевая, туфобрекчия. Доломит. Хлорито-кремисто-магнетитовая порода. Скарн преимущественно карбонатопироксенового состава. Сланец серицито-хлорито-карбонатный, полевошпатизированный. Известняк частично окремненный
Среднеабразивные	Карбонато-хлорито-эпидотовые породы, полевошпатизированные. Скарн карбонатный, окремненный. Диабаз. Туфопесчанник. Алевролиты окремненные. Габбо. Кератофиры. Известняки окремненные. Песчаники аркозовые
Абразивные	Диорит эпидизированный с сульфидами, скарн рудный. Сиетин. Туф ороговикованный. Гранодиорит. Диабазовый порфирит. Габбародиабаз. Диорит кварцевый. Альбитофир ороговикованный. Кварцевый порфир. Туф кварцевого абитофира. Песчаник ороговикованный. Руда гематитовая. Кварциты железистые. Гравелиты. Песчаники кварцевые
Весьма абразивные	Кварц жильный. Граниты среднезернистые. Граносиенит-порфир. Песчаник кварцевый, кремнистый. Кварц-турмалиновая порода. Адамеллит. Роговик силикатно-магнетитовый. Скарн гранатовый. Гнейсы. Сиенито-диориты
Очень абразивные	Яшмовидная порода. Кварцит. Граниты мелкозернистые. Сиениты окремненные. Роговики мартито-гематитовые. Джеспилиты. Пироксениты окварцованные

По приведенной выше методике оценивалось влияние водных растворов различных веществ: КМЦ, ПАА, полиакриламид, ПАЦ, катамин АБ, лаурилсульфат натрия.

Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ)

Эфир целлюлозы, продукт ее взаимодействия с монохлоруксусной кислотой. Белое порошкообразное вещество без запаха и вкуса. Получают как побочный продукт переработки хлопка. Обладает эмульгирующими, загущающими, пенообразующими, стабилизирующими, смягчающими, гелеобразующими, пленкообразующими свойствами.

Преимущества КМЦ перед другими стабилизаторами – это ее эффективность при незначительных концентрациях, способность значительно улучшить консистенцию, существенно снизить влияние термических перепадов, полная совместимость со всеми компонентами продуктов, в том числе и с другими гидроколлоидами.

КМЦ имеет следующие характеристики:

- легко растворяется в воде, способствует загустению всех водных растворов;
- вязкость не изменяется в течение длительного времени;
- удерживает воду;
- обладает устойчивыми стабилизирующими и связывающими свойствами;
- проявляет эффект синергизма с биополимерами белковой природы (казеин, соевый протеин);
- образует прозрачную и прочную пленку;
- не растворяется в органических растворителях, маслах и жирах; не имеет запаха и вкуса, физиологически безвредна и признана безопасной пищевой добавкой.

Полиакриламид FP-107

Предназначен для использования в технологических операциях по повышению нефтеотдачи пласта, выравниванию профиля приемистости нагнетательных скважин, для модификации проницаемости пористого коллектора.

Применение полиакриламида в буровом растворе:

- позволяет регулировать вязкость и реологические свойства бурового раствора и контролировать фильтрацию в породу;
- снижает крутящий момент и обеспечивает смазывающие свойства бурового раствора (раствор полимера очень скользкий! Проявляйте осторожность при транспортировке и хранении);
- обеспечивает стабилизацию глин и глинистых сланцев, предотвращая их набухание, и исключает аварии и осложнения, связанные с набуханием глин;
- обеспечивает устойчивость ствола скважины;
- способствует увеличению выноса выбуренной породы;
- применяется для повышения нефтеотдачи пластов и для ремонтно-изоляционных работ.

ПАА Praestol

Стабилизирующее, флокулирующее и гидрофобизирующее действие полимерных добавок PRAESTOL дает возможность поддерживать устойчивость стенок скважин, свести к минимуму обогащение раствора выбуренной породой, повысить технико-экономические показатели бурения. Как флокулянты полимеры PRAESTOL используются для очистки промывочной жидкости от выбуренной породы и эффективного обезвоживания отходов бурения. Применение полимеров PRAESTOL в составах для повышения нефтеотдачи и выравнивания профиля приемистости позволяет: увеличить охват пласта при заводнении, повысить нефтеотдачу пласта, снизить обводненность добываемой нефти.

Способ применения: спектр полимеров PRAESTOL используется на всех этапах разработки нефтяных месторождений, начиная строительством скважин и заканчивая повышением нефтеотдачи пластов, находящихся на поздней стадии эксплуатации.

Полианионная целлюлоза ПАЦ

Полианионная целлюлоза ПАЦ-В и ПАЦ-Н предназначена для снижения фильтрации и стабилизации технологических жидкостей, используемых для бурения и ремонта нефтяных и газовых скважин.

Применение и функции:

- борьба с фильтрацией при использовании буровых растворов на основе пресной и слабоминерализованной воды;
- замедление набухания и разрушения сланцев;
- дополнительное повышение вязкости буровых растворов на основе пресной воды, морской воды и солевых растворов;
- сведение к минимуму крутящего момента и давления циркуляции;
- улучшение очистки ствола скважины и извлечения керна;
- повышение плотности пены для улучшения выноса шлама при бурении с продувкой воздухом и использовании пены;
- уменьшение требуемой подачи воздуха, скорости движения в верхней части скважины и давления в кольцевом пространстве при бурении с продувкой воздухом и использовании пены.

Преимущества:

- эффективен в буровых растворах на основе пресной воды, соленой воды и соляных растворах;
- эффективен в малых концентрациях при контроле вязкости и водоотдачи;
- устойчив при температурах до 149 ºС;
- эффективен в растворах с умеренным и высоким значением pH;
- нетоксичен;
- не требует применения бактерицида.

Катамин АБ

Катамин АБ относится к группе катионных поверхностно-активных веществ. В концентрированном виде представляет собой вязкую жидкость светло-желтого цвета со слабым запахом моющего средства.

Катамин АБ применяется в процессах интенсификации нефтедобычи, в составе ПАВ-кислотных композиций при обработке призабойных зон нагнетательных и добывающих скважин. Служит для удаления связанной воды из пласта и гидрофобизации поровой поверхности. Применяется для обработки растворов глушения и буровых растворов при первичном вскрытии продуктивных пластов.

Лаурилсульфат натрия

Анионактивный ПАВ, снижает поверхностное натяжение, пенообразование, малые концентрации.

При проведении исследований в качестве образца горной породы был использован песок фракцией 0,63 мм.

Полученные в результате проведения экспериментальных исследований результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты опытов на ПОАП-2

Раствор КМЦ 1 %		
масса дробинок до, г	масса дробинок после, г	абсолютное изменение Δ, г
1	2	3
3,309	3,158	0,151
3,388	3,201	
3,210	3,093	
Раствор ПАА FP-107		
3,161	2,941	0,235
3,265	3,008	
3,160	2,932	
Раствор ПАА Praestol 1 %		
3,336	3,245	0,078
3,259	3,173	
3,234	3,177	
Раствор ПАЦ НВ 1 %		
3,227	3,108	0,140
3,281	3,120	
3,293	3,153	
Раствор ПАА Praestol 0,5 %		
3,189	3,120	0,069
3,137	3,069	
3,265	3,197	
Раствор ПАЦ НВ 0,5 % + песок		
3,184	2,960	0,193
3,207	3,046	
3,227	3,045	
Корунд		
3,198	2,996	0,242
3,326	3,085	
3,263	3,012	
Сухой песок		
3,324	3,160	0,161
3,342	3,171	
3,219	3,072	

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Песок с водой		
3,220	3,072	0,151
3,249	3,102	
3,206	3,050	
Раствор лаурилсульфата натрия 0,1 %		
3,213	3,091	0,130
3,240	3,093	
3,223	3,102	
Раствор лаурилсульфата натрия 0,5 %		
3,244	3,033	0,200
3,184	2,098	
3,234	3,039	
Раствор катамина 0,1 %		
3,192	3,099	0,092
3,203	3,103	
3,242	3,157	
Раствор катамина 0,5 %		
3,293	3,260	0,036
3,142	3,107	
3,311	3,272	

Вывод

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что наибольшее снижение коэффициента абразивности в сравнении с сухим песком показывает раствор катамина АБ концентрацией 0,5 %.

Дальнейшие исследования направлены на разработку составов буровых растворов с добавкой катамина АБ для снижения абразивности горных пород и предотвращения износа контактирующих с ними частей бурового оборудования, в том числе и элементов КНБК.

Литература:

1. Булатов А.И., Пеньков А.И., Проселков Ю.М. Справочник по промывке скважин. – М. : Недра, 1984. – 317 с.
2. Грей Дж.Р., Дарли Г.С.Г. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей) / пер. с англ. – М. : Недра, 1985. – 509 с.
3. Роджерс В.Ф. Состав и свойства промывочных жидкостей для бурения нефтяных скважин / пер. с англ. – М. : Недра, 1967. – 600 с.
4. Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам. – Оренбург : Издательство «Летопись», 2005. – 664 с.

References:

1. Bulatov A.I., Penkov A.I., Proselkov Yu.M. Reference book of wells flushing. – M. : Nedra, 1984. – 317 p.
2. Gray J.R., Darli G.S.G. Structure and properties of boring agents (flushing liquids) / the lane with English. – M. : Nedra, 1985. – 509 p.
3. Rogers V.F. Structure and properties of flushing liquids for drilling of oil wells / the lane with English – M. : Nedra, 1967. – 600 p.
4. Ryazanov Ya.A. The encyclopedia on boring solutions. – Orenburg : Letopis Publishing House, 2005. – 664 p.