

- научно-технический сборник Машины и нефтяное оборудование. – 1987. – № 1. – С. 14 – 18.
6. Петрина Ю. Д. Вплив конструкторсько-технологічних параметрів на працездатність опор тришарошкових гірничорудних бурових доліт / Ю. Д. Петрина, Р. С. Яким, Т. Б. Пасинович // Нафтогазова енергетика. – 2008. – № 1 (6). – С.72 – 77.
 7. Підвищення працездатності пари тертя „упорний торець бурта лапи – упорний торець шарошки” в тришарошкових бурових долотах для високообертового буріння / Є. І. Крижанівський, Р. С. Яким, Л. Є. Шмандровський, Ю. Д. Петрина. // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2008. – № 4 (29). – С.90 – 97.

Надійшла 31.03.10

УДК 622.244.4.06

А. И. Вдовиченко, чл.-кор. АТН України

Союз буровиков Украины

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТЕ РЕБИНДЕРА И ДЕЙСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ АЛМАЗНОМ БУРЕНИИ

На основе анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований, также практического опыта установлено, что эффект Ребиндера не оказывает существенного влияния на повышение эффективности алмазного бурения при использовании ПАВ. На повышение стойкости алмазного инструмента основное влияние оказывает способность эмульсионной промывочной жидкости образовывать в зоне трения хемосорбированные вязко-пластичные сверхпрочные пленки.

Ключевые слова: эффект Ребиндера, ПАВ, стойкость алмазного инструмента.

Эффект Ребиндера – (адсорбционное понижение прочности), изменение свойств твердых тел вследствие протекания химических процессов, вызывающих уменьшение поверхностной (межфазной) энергией тела. Проявляется в снижении прочности и возникновения хрупкости, уменьшения долговечности, облегчения диспергирования. Эффект был открыт академиком П.А. Ребиндером в 1928 году а в 1944 году некоторые неорганические электролиты и поверхностно-активные вещества (ПАВ) были рекомендованы как понизители твердости в бурении [1].

Профессор Днепропетровского горного института Е.Ф. Эпштейн в 1969 году установил зависимость механической скорости бурения от поверхностного натяжения промывочной жидкости [2]. Это положение на протяжении нескольких десятилетий, вплоть до настоящего времени, стало каноническим правилом и связывало большие надежды для большинства буровиков, как ученых, так и практиков, в увеличении механической скорости бурения, а также послужило основой для определения основных направлений совершенствования промывочных жидкостей в бурении, несмотря на то, что глубоких фундаментальных исследований по этому вопросу на то время не проводилось, а интерпретация экспериментальных и практических результатов, как по количеству, так и по разнообразию условий имела невысокий уровень достоверности.

Если для твердосплавного, шарошечного и, особенно ударно-вращательного бурения пористых пород, это положение, в какой то мере, могло быть допустимым [3], то для алмазного высокооборотного в твердых породах, оно никак не увязывалось с элементарными теоретическими расчетами и имело большие расхождения с результатами накопленного практического опыта и достижений в области использования эмульсионных промывочных жидкостей.

Профессор Томского политехнического университета В.Д. Евсеев в 1985 году разработал новую концепцию действия эффекта Ребиндера на основе явлений электризации свежих поверхностей при разрушении хрупких диэлектрических порообразующих минералов [4]. Введены новые ключевые понятия, характеризующие процесс разрушения минералов-диэлектриков. Развитие трещин нормального отрыва сопровождается пространственным разделением противоположных по знаку электрических зарядов. Вводится такие понятия как время релаксации зарядов в разрушаемом диэлектрике (Т) и жидкости (t), проникающей в полость растущей трещины. Релаксация зарядов - это

процесс установления статического равновесия электрических зарядов на межфазной поверхности. Величина T диэлектрических минералов может исчисляться сутками, а в хорошо проводящих жидкостях величина t может составлять нескольких секунд. При выполнении равенства $t < T$ жидкость может внести серьезные изменения в развитие релаксационных процессов в вершине трещины. При $t > T$ жидкость сдерживает разрушение породы. Оценка времени релаксации электрических зарядов, создаваемого жидкостью в полости растущей трещины, основанная на измерении относительной диэлектрической проницаемости и удельной объемной электропроводности жидкости, в присутствии которой происходит разрушение, представляет собой лишь приближение к тому значению, которое реально возникает в полости трещины и определяет развитие разрушения.

На забое скважины условия для проявления поверхностного эффекта Ребиндера выглядят совсем иначе, чем в лаборатории. Присутствие гравитационной и капиллярной воды, естественно возникшие водные растворы, минерализованные воды, технологическая обработка буровых растворов различными реагентами, уже создают на забое условия для понижения прочности породы по сравнению с образцами, подготовленными для лабораторных исследований. Это означает, что введение в буровой раствор дополнительно реагентов - понизителей твердости может совершенно не изменить время релаксации зарядов жидкости, а соответственно, и не может существенно повлиять на снижение прочности породы забоя скважины. На этом основании в своей работе [5] В.Д. Евсеев приходит к выводу о практическом отсутствии эффекта Ребиндера при бурении скважин. Кроме того, излишняя стимуляция разрушения породы забоя одновременно провоцирует и возникновение неустойчивости стенок скважины, что делает невозможным использования эффекта Ребиндера при бурении скважин.

Наиболее достоверные экспериментальные исследования влияния ПАВ на прочностные свойства горных пород, скорость их разрушения при алмазном бурении, изнашивание единичных алмазов, абразивное изнашивание материалов матриц и работоспособность алмазного инструмента, впервые были проведены в конце 60-х годов в УкрГИПРОНИИнефть А.Н. Яровым, Н.А. Жидовцевым, К.М., Гильманом и М.Ш. Кендисом при разработке буровых растворов с улучшенными смазочными свойствами [6]. Несмотря на высокий уровень исполнения, чистоту и достоверность этих экспериментальных исследований, их результаты не были использованы в свое время для пересмотра подходов и представлений о явлениях, происходящих в зоне разрушения горной породы алмазным инструментом в присутствии ПАВ. Поскольку результаты исследований не утратили своей актуальности в современных условиях и представляют большой научный и практический интерес, возникает необходимость их более подробного освещения, для интерпретации полученных данных с позиций новых подходов и достигнутого практического опыта высокооборотного алмазного бурения.

Исследования влияния ПАВ на прочностные свойства горных пород проводились на образцах полого керна из коростышевского гранита, характеризующегося высокой степенью прочности а также стабильности физико-механических свойств и гранулометрического состава. Размер образца: длина 100 мм, наружный диаметр 30 мм и толщина стенки 7 мм. В качестве породоразрушающего инструмента использовалась специальная алмазная коронка, разработанная Институтом сверхтвердых материалов НАН Украины (ИСМ), зернистостью алмазов 800/630, насыщенностью 100% и заданным выступом алмазов 0.28 мм. Опыты проводились на специальном стенде при равномерных подачах коронки 0.01 и 0.1 мм за оборот с частотой вращения соответственно 330 и 640 об/мин. Системой специальных тензометрических датчиков измерялись и регистрировались на самописцах осевая нагрузка и крутящий момент. При постоянной частоте вращения и подаче, изменение осевой нагрузки и крутящего момента характеризовали изменение прочности разбуриваемой породы. В качестве промывочной жидкости испытывались растворы неорганических ПАВ (0,2% NaCl, HCl, NaOH и хлористого кальция), неионогенных ПАВ (0,2% сульфанола и ОП-10), высокомолекулярных ПАВ (1% олеиновой кислоты, 2% смеси гудронов, сульфатного мыла и щелочных отходов дизтоплива), которые широко использовались тогда при алмазном бурении, а также для сопоставления, масло машинное и керосин. Каждому опыту с добавками ПАВ предшествовал опыт с дистиллированной водой.

Как следует из результатов проведенных экспериментов, ни в одном из опытов с добавками ПАВ не обнаружено снижения осевой нагрузки, требуемой для разрушения породы, по сравнению с опытами на дистиллированной воде, что свидетельствует об отсутствии в данных условиях действия эффекта Ребиндера. Отсутствие эффекта снижения прочностных свойств горной породы при алмазном бурении авторы на то время объясняют тем, что глубина зоны предразрушения меньше или соизмерима с подачей алмазного инструмента.

В некоторых опытах с применением неионогенных и высокомолекулярных ПАВ и керосине даже отмечено незначительное повышение осевой нагрузки от 3 до 8 % по сравнению с дистиллированной водой. Наибольшее повышение осевой нагрузки (на 16 %) отмечено при использовании машинного масла. Повышение осевых нагрузок авторы объясняют, исходя из теории контактно-гидродинамического трения, когда наличие в контакте углеводородной пленки приводит к перераспределению контактных напряжений и для поддержания постоянства скорости разрушения необходимо увеличить соответственно разрушающую нагрузку (при неизменных удельных нагрузках в зоне разрушения).

Исследования влияния некоторых ПАВ на скорость разрушения горных пород алмазным инструментом проводились также на коростышевском граните с использованием специального инструмента ИСМ с теми же показателями зернистости, насыщенности и выступом алмазов. Следует отметить, что условия эксперимента способствовали наибольшему проявлению эффекта Ребиндера, а именно: образец гранита подавался в сухом виде и смачивался только при его разрушении алмазным инструментом; шлам от разрушения легко смывался и не препятствовал проникновению жидкости в зону предразрушения; «чистый» контакт между алмазными зернами и образцами достигался за счет максимально допустимой величины выступления алмазных зерен над телом матрицы (40-42% от размера кристалла), что исключало влияние материала матрицы на разрушение образцов. В качестве рабочей среды испытывались: вода водопроводная без добавок и с добавками: 2% омыленной смеси гудронов; 2% таллового масла; 0,1% сульфонола НП-1 и 0,1% ОП-10, отдельно каждая эмульсия. Удельная нагрузка на образец составляла 25 кг/см. кв., скорость вращения инструмента 720 об/мин. Такая скорость вращения соответствует высокооборотному алмазному бурению.

В результатах эксперимента усматривается некоторые очень незначительные изменения скорости разрушения породы в зависимости от поверхностного натяжения водных сред. По сравнению с чистой водой добавки ПАВ дали следующие увеличение скорости разрушения образца: смесь гудронов - 8%, талловое масло - 9%, сульфонол НП-1 - 13%, ОП-10 - 14,5%. Рост скорости разрушения по критерию Эпштейна должен составлять соответственно: 39, 47, 53 и 47 %. Сходимость между фактическими экспериментальными данными и расчетными показателями отсутствует. Если между смесью гудронов, талловым маслом и сульфонолом еще улавливается какая-то зависимость, то между сульфонолом и ОП-10 она совершенно обратная. Из этого следует, что для алмазного бурения зависимость скорости бурения от поверхностного натяжения жидкости, установленная Эпштейном, этими экспериментами не подтверждается. Других сведений о подобных экспериментальных исследованиях с алмазным инструментом в присутствии ПАВ в литературе не найдено.

С целью оценки влияния ПАВ на изнашивание алмазов о горную породу были проведены испытания единичных кристаллов природного алмаза (карбонадо) на специальной стендовой установке. Форма алмазов - четырехгранная усеченная пирамида высотой 3 мм и стороне нижнего основания 3,5 мм с площадкой притупления 0,4x0,4 мм. Образец горной породы был изготовлен из коростышевского гранита размером 85x30x30 мм. Алмаз изнашивался в процессе вращения шпинделя и одновременном возвратно-поступательном перемещении стола. Линейная скорость скольжения алмаза 2,0 м/сек, скорость перемещения стола 100 мм/мин. Образцы разрушались при вертикальной подаче 0,03 мм, что соответствует реальным условиям разрушения горных пород при бурении алмазным инструментом. Износ алмазного наконечника измерялся через каждые 5 часов работы алмаза с точностью 0,001 мм. Через 15 часов работы рабочая поверхность алмаза доводилась до исходной, что позволяло оценить глубину поврежденного слоя кристалла. Испытания проводились на дистиллированной воде и 2 %-ной эмульсии смеси гудронов (ЭСГ).

Результаты исследований показали, что в рабочей среде ЭСГ линейный износ алмаза в 13-18 раз меньше, чем при работе в дистиллированной воде. При этом глубина поврежденного слоя в процессе работы на эмульсии уменьшилась почти в три раза (с 44 до 14 мкм). Фотографии микрорельефа (x1000) показали более чистую рабочую поверхность алмазного кристалла после изнашивания его в присутствии ЭСГ.

Авторы исследований не дают объяснений столь огромному влиянию этого вида ПАВ на уменьшение износа единичного алмаза. В тоже время специальными спектрометрическими исследованиями было обнаружено интенсивное образование органометаллических соединений в зоне трения. При этом, повышенный максимум интенсивности их образования наблюдается в продуктах животного и растительного происхождения: смесь гудронов, талловое масло и кубовые остатки канифольно-экстракционного производства. Растительные и животные продукты, в отличие от нефтяных, характеризуются наличием непредельных карбоновых соединений, химически более

активных, что обуславливает повышенную скорость образования в зоне трения хемосорбированных вязко-пластичных сверхпрочных пленок органометаллических, водонерастворимых мыл, обладающих повышенными адгезионными и когезионными характеристиками. Полученные результаты уже дают достаточно оснований заключить о том, что главная роль в повышении эффективности работы алмазной коронки на забое есть не расклинивающий эффект Ребиндера, как это принято, а смазочные, моющие и теплоотводящие способности эмульсий и повышение за счет этого стойкости инструмента, а соответственно и скорости бурения.

Изучения влияния ПАВ на скорость абразивного изнашивания матрицы алмазного инструмента проводилось на специальной машине конструкции ИСМ-АИ-2. В качестве абразива использовались лабораторные порошки кварца зернистостью от 3 до 100 мкм. Исследования проводились на образцах, из которых изготавливаются матрицы: меди, вольфрама, твердого сплава ВК-6, а также на образцах сталей У-8 и 20ХНЗА. В качестве рабочих сред испытывали воду, веретенное масло, 0.5%-ные водные растворы и эмульсии ПАВ: ОП-4, ОП-7, ОП-10, сульфонола НП-1, натриевого мыла олеиновой кислоты, СМАД-1, ЭСГ и талового масла.

Результаты испытания изнашивания сплава ВК-6 показали, что по сравнению с изнашиванием в воде, максимальное снижение скорости изнашивания обеспечивают масляная среда и эмульсии на основе ОСГ (в 2,2 раза), талового масла и СМАД-1 (в 2,0 раза), которые имеют сравнительно высокое поверхностное натяжение. С понижением поверхностного натяжения интенсивность изнашивания возрастает и снижение скорости изнашивания для всех остальных ПАВ находится в пределах 1,3 – 1,5 раза. В некоторых опытах максимальное снижение (в 2,5 - 5 раз) скорости изнашивания достигалось в эмульсии на основе ОСГ.

С увеличением скорости абразивного изнашивания, влияние добавок ПАВ (за исключением ОСГ) на снижение скорости изнашивания уменьшается и приближается к скорости изнашивания в воде. С уменьшением твердости материала, добавки ПАВ, особенно в условиях возрастания степени абразивного воздействия, не снижают скорость изнашивания, а наоборот, ее увеличивают. Так для сталей этот рост достигает 1,2 – 1,3 раза, а для меди в 2,0 – 2,2 раза. Следует отметить, что для меди всякое присутствие ПАВ во всех случаях увеличивает скорость ее абразивного изнашивания. При высокой степени абразивного воздействия растворы ПАВ не снижают скорости изнашивания даже у вольфрама и твердого сплава. Только в среде ОСГ ощущается ее защитное действие за счет присутствия смазывающей составляющей, состоящей из неомыленных остатков свободных жирных кислот и их сложных эфиров.

Из результатов исследований изнашивания единичного алмаза и матрицы следует, что основным фактором, влияющим на стойкость алмазного инструмента, является образование сверхпрочной защитной пленки на рабочей поверхности алмаза и матрицы. Эффект Ребиндера при этом может отрицательно воздействовать не только на породоразрушающий инструмент, но и на стальной буровой инструмент.

Для оценки влияния ПАВ в целом на работоспособность алмазного инструмента были проведены стендовые испытания алмазных коронок типа КАИ конструкции ИСМ диаметром 59 мм с природными алмазами зернистостью в подрезном слое 63 шт/карат, в подрезном - 125 шт/карат. Масса алмазов в торцевом слое 13 карат, в подрезном – 4,5 карат. Коронки обрабатывались на блоках железистого кварцита 12 категории по буримости при нагрузке 500 кгс, вращении 238 об/мин и расходе жидкости 30 л/мин. Коронки обрабатывались до полного износа. Всего было отработано по 8 коронок с промывкой водой, 0,1 %-ным раствором сульфонола НП-1 и 2%-ной ЭСГ.

Исследованиями было установлено. Средняя проходка на коронку составила на воде 5,9 м, на растворе НП-1 - 9,7 м (рост в 1,6 раза), на ЭСГ - 18,5 м (рост в 3 раза). Средняя механическая скорость на воде - 1,09 м/час, на растворе сульфонола - 1,16 м/час (рост на 7%), на ЭСГ – 1,18 (рост на 9%). Расход алмазов на воде 3,3 карат/м, НП-1 – 1,8 карат/м (снижение в 1,8 раза), ЭСГ – 0,95 карат/м (снижение в 3,5 раза).

Рост механической скорости бурения полученный в результате проведенных экспериментальных испытаний не отвечает расчетам по методике Эпштейна. Расчетная скорость бурения на сульфоноле должна составить 1,58 м/час, что в 1,36 раза превышает фактически достигнутые результаты. При использовании ЭСГ получены результаты совершенно обратные. При более низком значении поверхностного натяжения ЭСГ получен больший рост скорости бурения по сравнению с сульфонолом, который имеет лучшие показатели поверхностного натяжения.

Высокие показатели достигнутые при использовании ЭСГ свидетельствуют о том, что основное влияние в целом на процесс бурения оказывает не расклинивающий эффект Ребиндера а смазочные

свойства ПАВ. Незначительное повышение механической скорости бурения объясняется повышенными мощными способностями ПАВ, которые обеспечивают эффективную очистку забоя от шлама.

В 1970 – 1971 годах были проведены массовые производственные испытания ЭСГ в условиях Кременчугского железорудного месторождения [5]. Несмотря на сложные геолого-технические условия, высокие прочность и абразивность железистых кварцитов, применение ЭСГ дало очень высокие результаты, непревзойденные по настоящее время, и представляющие сегодня очень большой интерес для объективной оценки влияния эмульсионных промывочных жидкостей на процесс алмазного бурения.

За счет применения ЭСГ средняя проходка на коронку диаметром 76 мм увеличилась соответственно по типам: 02ИЗ – с 7,5 до 20,3 м (рост в 2,7 раза); 02И4 – с 6,5 до 16,2 (рост в 2,5 раза); КАИ – с 3,2 до 12,9 м (рост 3.8 раза). Результаты по росту стойкости коронки, с учетом различия в диаметрах, почти совпадают с экспериментальными.

В 1972 -1973 годах в Житомирской геологической экспедиции промышленное применение ЭСГ при бурении по гранитам [6] позволило повысить среднюю механическую скорость в 1,2 раза, а проходку на коронку в 2,2 раза, по сравнению с использованием консистентной антивибрационной смазки. Эти практические результаты также хорошо согласуются с экспериментальными данными..

Высокие технико-экономические результаты широкого промышленного использования ЭСГ подтвердило правильность выводов о том, что основное влияние на повышение эффективности алмазного бурения оказывает не эффект Ребиндера а повышенные смазочные свойства тех ПАВ, которые существенно снижают коэффициент трение в контакте взаимодействия инструмента с породой.

Эмульсия на основе смеси гудронов, омыленных каустической содой, имеет некоторые недостатки, которые ограничивают область эффективного ее использования. В первую очередь это низкая стойкость в жестких водах и необходимость более точной дозировки каустической соды, необходимой для оптимального омыления гудронов. Повышенное содержание щелочи в эмульсии снижает ее смазочные свойства и увеличивают коррозию металлов.

В 1978 году в Кировском ПГО была усовершенствована рецептура ЭСГ [7]. Было предложено вместо каустической соды использовать сульфатное мыло (СМ) как эмульгатор смеси гудронов (СГ). Соотношение компонентов в новой эмульсии ЭСГСМ: СМ-54%, СГ-46%. Исследования на машине трения М-22М при контакте вала и вкладыша показали такие коэффициенты трения: вода водопроводная 0,187; добавка 2% СМ - 0,124 (снижение 66%); 2% ЭСГ - 0,084 (снижение 45%); 2% ЭСГСМ - 0,062 (33%). Для сравнения, КАВС в аналогичных условиях имеет коэффициент трения 0,087 (снижение 47%). Кроме того, новая эмульсия отличается более высокой стойкостью к жестким водам, морозостойкостью, простым способом приготовления и пониженным (на 25-30 %) расходом составляющих компонентов. В 1979 году с применением этой эмульсии было пробурено более 80 тис. м. По сравнению из ЭСГ рост скорости бурения составил 7-8%, снижение расхода алмазов 10%, проходки за рейс 15-20%. Отмечено также повышение выхода керна за счет уменьшения его подклинок в колонковой трубе.

С 1985 года были введены экологические ограничения на применение в бурении эмульсионных промывочных жидкостей, вплоть до полного их запрещения, что оказало крайне негативное влияние на эффективность алмазного бурения.

В конце 80-тых годов в Житомирской геологоразведочной экспедиции с целью совершенствования экологических характеристик эмульсионных промывочных жидкостей была разработана и опробована новая технология приготовления эмульсии на основе СГ, омыленных аммиачной водой [8]. Эта эмульсия отличалась более высокой стойкостью в жестких водах и повышенными экологическими характеристиками. Проведенные исследования по влиянию эмульсии на объекты окружающей среды дали положительные результаты [9], что послужило основой для разработки одного из важнейших направлений экологических аспектов повышения эффективности геологоразведочного бурения [9].

В последние годы из-за уменьшения отходов масложирового производства и возникшего дефицита гудронов возникла острая необходимость поисков аналогичных продуктов для разработки новых рецептур эмульсолос с подобными характеристиками и отвечающих современным экологическим требованиям.

В 1996 году УкрНИИ НП «МАСМА» совместно из Житомирской геологоразведочной экспедицией и ТОВ «КОРОНА» была разработана новая рецептура эмульсола на основе продуктов переработки рапсового масла, эмульгированных неионогенными ПАВ, «Бурвал – 1С» (ТУ У 00149943.424 – 96) с повышенными триботехническими и экологическими характеристиками [11].

Промышленные испытания показали ее высокую эффективность, особенно в комплексе из антивибрационными смазками. Однако эти результаты не достигли уровня показателей, которые были получены при массовом использовании ЭСГ.

В 2005 году Н.П. Ермаковым и А. Н. Давиденко был разработан эмульсол Э2-ЕД на базе продуктов переработки однолетнего растительного сырья. НПО «Никос» совместно из УкрНИИ НП «МАСМА» усовершенствовали рецептуру эмульсола за счет использования различных присадок, регулирующих в широких пределах его триботехнические, ингибирующие, экологические и экономические характеристики, в соответствии из задаными условиями применения. При оптимальной концентрации (2%) этот эмульсол снижал поверхностное натяжение до 30,0 мДж/м², коэффициент трения металла по породе до 0,17 и обеспечивал стабильность в водах жесткостью до 340 мг-экв/л. Производственные испытания при алмазном бурении на малоглинистом растворе показали сравнительно высокие результаты [14] Однако, при высокооборотном алмазном бурении с применением снарядов со съемными керноприемниками первоначально ожидаемого результата не было достигнуто. Только после доработки рецептуры эмульсола по рекомендации автора, исходя из новых подходов к явлениям действия ПАВ на процесс алмазного бурения, были достигнуты положительные результаты.

Автором представляется, что в условиях скважины, когда концентрация ПАВ снижается до уровня агрегативной неустойчивости, происходит флокуляция капель неомыленных предельных жирных кислот (в основном это пальматиновой и стеариновой) и их интенсивная адсорбция на поверхности бурильных труб и стенках скважины. При этом, в зоне контакта трущихся поверхностей под воздействием ПАВ, постоянно смывается излишний слой, а в местах углублений, в порах и трещинах, смазочный слой уплотняется, образуя прочный слой пленки. Таким образом, создаются идеальные условия для работы бурильной колонны. Этим можно объяснить получение высоких скоростей бурильного вала, и соответственно, механической скорости алмазного бурения при использовании ЭСГ, которые не удалось реализовать при использовании более совершенных ПАВ.

В зоне разрушения пород забоя ПАВ должны иметь минимальные концентрации, обеспечивающие высокие моющие способности для эффективного удаления шлама и поддержания уровня смазывающих, противозадирных и ингибирующих составляющих для существенного повышения работоспособности алмаза и рационального износа матрицы.

Выводы

1. Эффект Ребиндера не оказывает существенного влияния на повышение эффективности алмазного бурения при использовании ПАВ.
2. С повышением скорости вращения и твердости буримых пород влияние этого эффекта на процесс алмазного бурения снижается.
3. Повышение поверхностного натяжения растворимых в воде ПАВ повышает скорость изнашивания матрицы коронки и стального бурового инструмента.
4. Высокие моющие свойства ПАВ (в определенных пределах) оказывает существенное влияние на очистку забоя от шлама, значительно уменьшают его повторное измельчение, что способствует повышению скорости бурения.
5. На повышение стойкости алмазного инструмента основное влияние оказывает способность эмульсионной промывочной жидкости образовывать в зоне трения хемосорбированные вязко-пластичные сверхпрочные пленки органометаллических водонерастворимых мыл, обладающих повышенными адгезионными и когезионными характеристиками и эффектом пластифицирования поверхностей трения в сочетании с высокой теплоотводящей и моющей способностью водных сред.
6. Повышенной интенсивностью образования органометаллических мыл в контакте трения обладают эмульсии на основе растительных и животных продуктов, которые характеризуются наличием химически более активных непредельных карбоновых соединений и, вместе с тем, присутствием достаточного количества предельных жирных кислот, обеспечивающих, эффективную смазку.
7. Самые высокие показатели алмазного бурения, подтвержденные большим практическим опытом, достигнуты при использовании эмульсии на основе смеси гудронов (46 %) в сочетании из сульфатным мылом (54 %).
9. В экологическом аспекте повышения эффективности высокооборотного алмазного бурения в большей степени отвечает современным требованиям эмульсол Э2-ЕД на основе продуктов переработки однолетнего растительного сырья производства НПО «Никос», доработанного по рекомендациям автора и который предлагается принять как базовый.
10. Дальнейшее совершенствования технологии приготовления и применения эмульсионных промывочных жидкостей для высокооборотного алмазного бурения должно осуществляться в

направлении разработки специальных присадок до базовых эмульсолов, которые позволяют широко регулировать поверхностно-активные, смазочные, противозадирные, моющие, охлаждающие и ингибирующие способности эмульсий для получения в определенных заданных условиях высоких технологических, экономических и экологических характеристик.

На основі аналізу результатів теоретичних і експериментальних досліджень, а також практичного досвіду встановлено, що ефект Ребиндера не робить істотного впливу на підвищення ефективності алмазного буріння при використанні ПАР. На підвищення стійкості алмазного інструмента основний вплив має здатність емульсійної промивної рідини утворювати в зоні тертя хемосорбовані в'язко-пластичні надміцні плівки.

Ключові слова: ефект Ребиндера, ПАР, стійкість алмазного інструмента.

On the base of analyses results of theoretical and experimental research, an also practical experience gained, it is determined: effect Rebinders does not have major influence to the process high speed diamond drilling, but acting of Surface-Active Substance directed to improving of ability of diamond bit and decreasing friction of drill rod and hole wall.

Key words: Rehbinder effect, SAW, resistance of diamond tools.

Литература

1. Ребиндер П. А., Шрейнер Л. А., Жигач К. Ф. Понижители твердости в бурении. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1944. – 199 с.
2. Эпштейн Э. Ф., Корчагин Л. В., Дудля Н. А. Временная инструкция по применению поверхностно-активных веществ для повышения механической скорости бурения. – К.: МГ УССР. – 1969. – 35 с.
3. Гавриленко М. М., Давиденко О. М., Дудля М. А. Поверхностно-активные антифрикционные добавки при бурении скважин. – К.: Наукова думка, 1990. – 104 с.
4. Евсеев В. Д. Природа эффекта Ребиндера при разрушении неорганических диэлектриков и электрокогезионные явления // Известия вузов. Физика. – 1985. – 28. - № 2. – С. 29–35.
5. Евсеев В. Д. О возможности использования эффекта П. А. Ребиндера при бурении скважин // Известия Томского политехнического университета. Науки о Земле. – 2010. – 317, № 1. – С. 165–169.
6. Буровые растворы с улучшенными смазочными свойствами / А. Н. Яров, Н. А. Жидовцев, К. М. Гильман, М. Ш. Кендис. – М.: Недра, 1975. – 143 с.
7. Зайонц О. Л., Комар В. Я., Арцимович Г. В. Опыт скоростной проходки скважин алмазными коронками. – К.: Наукова думка, 1973. – 36 с.
8. Зайонц О. Л., Глоба В. А., Пономарев В. Ф. Высокоскоростное алмазное бурение // Разведка и охрана недр. – 1975. - № 7. – С. 31 – 34.
9. Новый эмульсионный промывочный раствор / В. В. Заколядажный, Е. Д. Рощупкин, Ю. С. Разумов, М. Ш. Кендис // Разведка и охрана недр. – 1980. - № 8. – С. 28 – 30.
10. Вдовиченко А. И. Новая технология приготовления эмульсионной промывочной жидкости // Разведка и охрана недр. – 1991. – № 4. – С. 23–25.
11. Вдовиченко А. И. Результаты исследований почв, загрязненных промывочными жидкостями при бурении в северо-западной части Украинского щита // Геологический журнал. – 1993. – № 3. – С. 75 – 80.
12. Вдовиченко А. И. Экологические аспекты повышения эффективности бурения геологоразведочных скважин // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – Вып. 10. – Киев: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2007. – С. 24 – 29.
13. Мартиненко І. І., Процишин В. Т., Вдовиченко А. І. Нова змащувальна добавка до промивальних рідин для геологорозвідувального буріння // Мінеральні ресурси України. – 1997. – № 3. – С. 40 – 41.
14. Вдовиченко А. И., Кириченко С. П. Результаты применения эмульсола Э2-ЕД при алмазном бурении // Породоразрушающёёий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – Вып. 11. – Киев: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2008. – С. 104 – 110.

Поступила 29.06.11