

НЕКОТОРЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ОЧИСТКИ ЗАБОЯ АГЕНТАМИ ПОНИЖЕННОЙ ПЛОТНОСТИ

А.Н. Давиденко, А.А. Игнатов, А.Ф. Камышацкий, П.П. Полищук, Национальный горный университет, Украина

На качественном уровне рассмотрены ключевые вопросы совершенствования способа бурения с применением очистных агентов пониженной плотности. Указаны основные преимущества и пробелы в технических аспектах рассматриваемого способа. Предложены конструктивно-методические решения отдельных узлов технологической цепочки получения очистных агентов пониженной плотности, при ее включении в циркуляционную систему буровой площадки.

Состояние вопроса. В решении задач по дальнейшему улучшению технико-экономических показателей сооружения скважин одним из наиболее перспективных направлений является метод бурения с промывкой очистными агентами пониженной плотности. В настоящее время таковые применяются при бурении скважин на твердые, жидкие (нефть, воду) и газообразные полезные ископаемые. Они используются при вращательном (с двигателем на поверхности и с погружным двигателем – турбобуром, электробуром), а также при ударно-вращательном, керновом и бескерновом бурении шарошечными долотами, коронками, армированными твердыми сплавами и алмазами [1].

Этот метод бурения успешно используется на ряде месторождений, выгодно конкурируя с существующими методами проводки скважин как в части увеличения технических показателей, так и снижения себестоимости проходки.

Серьезной причиной, сдерживающей темпы, повышения эффективности проводки скважин являются различного рода осложнения, происходящие при бурении скважин, и в первую очередь наиболее распространенные, связанные с прохождением зон частичных и катастрофических поглощений промывочной жидкости. На ликвидацию поглощений расходуется большое количество времени, различных дорогостоящих и дефицитных материалов, а также задалживается много технических средств.

Применительно к бурению зон поглощений очистные агенты пониженной плотности являются одними из наиболее эффективных и экономически выгодных средств. Интерес к ним вырос, особенно после того, как было показано, что прохождение зон поглощений с их использованием позволяет не только свести к минимуму затраты времени и материально-технических средств, но и значительно увеличить технические показатели: проходку на долото и механическую скорость бурения а также улучшить качество вскрытия продуктивных пластов, благодаря чему ускоряется освоение скважин и повышается их производительность [2 – 4].

Несмотря на значительные успехи, достигнутые в области техники и технологии бурения с применением очистных агентов пониженной плотности, многие вопросы теоретического, технологического и технического характера еще не достаточно изучены и слабо разработаны. Это ограничивает область распространения и сдерживает темпы внедрения данного метода бурения.

Целью статьи является обоснование основных конструктивно-технологических особенностей отдельных узлов технологической цепочки получения очистных агентов пониженной плотности.

Основной материал. Ряд существенных технологических преимуществ очистных агентов пониженной плотности обуславливается особенностями входящих в них компонентов, а именно жидкости и газа. Успех, достигаемый от применения названных составов, объясняется присутствием в них газовой фазы, позволяющей в широком диапазоне снижать гидростатическое давление столба очистного агента, обеспечивать лучшие условия удаления из скважины бурового шлама и т. д. Жидкая фаза, содержащая различные ПАВ, химические реагенты, глинопорошок, смазывающие, ингибирующие и другие добавки, позволяет управлять технологическими свойствами газожидкостных смесей [1].

Одним из основных условий снижения стоимости проводки скважин с применением очистных агентов пониженной плотности является правильный расчет и выбор оптимальных

расходов жидкой и газовой фаз смеси и определение при этом давлений, требующихся для создания и поддержания циркуляции ее в скважине. Первое условие является основой эффективного прохождения зон поглощений и достижения высоких технических показателей, а второе – определяет возможность использования компрессоров с определенными параметрами (по производительности и рабочему давлению) и их количество.

Способность растворов образовывать газожидкостные смеси или пены определяется особыми свойствами молекул растворенных веществ, которые относятся к классу поверхностно-активных (ПАВ). Действия ПАВ, как известно, целиком зависит от свойств среды, в которой они растворены или распределены.

В настоящее время, в связи с отсутствием четких критериев предсказания пенообразующих свойств ПАВ и их поведение в той или иной среде, при проектировании технологии бурения с использованием газожидкостных смесей рекомендуется руководствоваться справочными данными [4]. В них предлагается значительный ряд рецептур приготовления пенных очистных агентов, соответствующих определенным горно-геологическим и технико-технологическим условиям. Многогранность решаемых задач предопределило необходимость создания композиционных составов ПАВ-пенообразователей и вспомогательных веществ; при этом назначение каждого их компонента различно и сводится к следующему: получение устойчивой пены, регулирования состава рабочей среды, обусловленного в первую очередь определенной минерализацией, и, наконец, нейтрализация действия водородного показателя.

Композиционные составы ПАВ-пенообразователей и вспомогательных веществ дают газожидкостные смеси довольно высокой стабильности, что полностью исключает ее быстрое саморазрушение и приводит к необходимости введения в комплекс технологического оборудования на буровой установках для пеноразрушения. Кроме того наличие в составе газожидкостных смесей нескольких реагентов вносит значительные коррективы (не всегда положительные) в забойные процессы разрушения горных пород, обусловленные физико-химическим взаимодействием на границе раздела фаз. Таким образом, возникает вопрос о необходимости замены чисто химических способов регулирования свойств рабочей среды на физико-химические, которые позволяют изменять параметры последней посредством действия электрических полей, что в нашем случае выражается в электрохимической обработке. В результате такого воздействия жидкость переходит в метастабильное (активированное) состояние, которое характеризуется аномальными значениями физико-химических параметров, в том числе окислительно-восстановительного потенциала, связанного с активностью электронов в воде, электропроводности, pH, поверхностного натяжения и других параметров и свойств.

При проведении электрохимической обработки жидкости происходит изменение объема последней в катодной и анодной камерах, причем в катодной камере объем жидкости увеличивается, а в анодной уменьшается. Это происходит за счет переноса через полупроницаемую диафрагменную перегородку ионов и удержания их в поле действия электродов, а также реакций окисления и восстановления молекул на катоде и аноде электрохимической системы.

В результате этих реакций в катодной камере происходит восстановление молекул воды ($2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$), что приводит к насыщению этой камеры гидроксильными группами OH^- и образованием жидкости со щелочными свойствами. Как видно из формулы, молекулы воды, присоединяя электроны, образуют гидроксильные группы и молекулы водорода, которые в свою очередь образуют пузырьки газа. Ярко выражен этот процесс именно в прикатодной зоне.

Также в катодной камере происходит образование нерастворимых гидроксидов металлов и восстановление многозарядных катионов с последующим выпадением их в осадок. Растворенные в воде газы, такие как O_2 , Cl_2 , CO_2 , H_2 , N_2 , SO_2 , NO_2 , образуют небольшие пузырьки в приэлектродной зоне.

В анодной камере при окислении воды ($2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e} \rightarrow \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$) жидкость насыщается ионами водорода H^+ , что соответствует образованию кислотной фракции электрохимически обработанной жидкости. Выделяется свободный кислород с образованием пузырьков газа.

При постоянной циркуляции жидкости вдоль электродов в электроактиваторе пузырьки образовавшегося газа уносятся вместе с потоком и находятся в объеме обработанной жидкости.

Далее по технологической цепочке (рис. 1) обработанная жидкость, содержащая то или иное ПАВ поступает по подающей линии в пеногенератор (рис. 2), а именно в ниппель специального сечения 1 и, обтекая конус 2, поступает в выкидную линию. При обтекании конуса 2 происходит образование участка, в котором капельная жидкость полностью отсутствует – появляется суперкаверна, что способствует снижению давления и как следствие подосу воздуха через отверстия 5. Для обеспечения возможности регулирования режимными параметрами работы кавитационного диспергатора конус обтекания 2 выполнен с возможностью осевого перемещения в диффузоре ниппеля 1, путем перемещения штока 3. При этом размер суперкаверны будет зависеть от скорости набегающего потока и как следствие от радиального зазора между конусом обтекания и диффузором ниппеля 1.

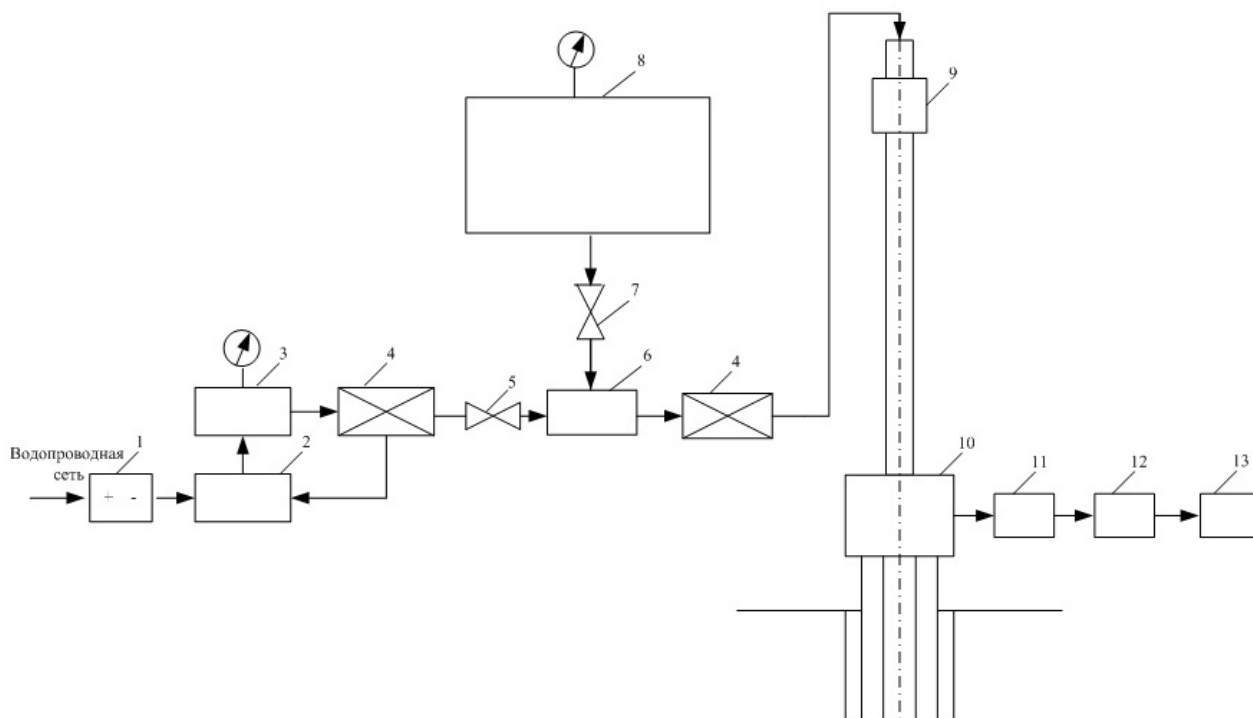


Рис. 1 Технологическая схема циркуляции газожидкостной смеси на буровой
 1 – электроактиватор; 2 – емкость с раствором ПАВ; 3 – дозирующий насос;
 4 – трехходовой кран; 5 – предохранительный клапан; 6 – кавитационный пеногенератор;
 7 – вентиль; 8 – компрессор; 9 – вертлюг-сальник; 10 – герметизатор;
 11 – пеногаситель; 12 – илмосборник; 13 – емкость-отстойник

Конус обтекания 2 выполнен полым для увеличения объема образуемой суперкаверны, что в свою очередь влечет увеличение количества кавитационных микропузырьков (так как микропузырьки образуются по всей поверхности кавитационной каверны) и соответственно повышает интенсивность процесса кавитационного пенообразования.

Таким образом, в нагнетательную линию поступает смесь, состоящая из крупных пузырьков воздуха и относительно мелких – заключающих в себе прочие газы и их смеси (O_2 , Cl_2 , CO_2 , H_2 , N_2 , SO_2 , NO_2). При контакте пузырьков газа, находящихся в полученной смеси, с частичками шлама происходит процесс адсорбции, который сопровождается изменением поверхностной энергии последнего. Снижение поверхностной энергии частичек бурового шлама сопровождается увеличением эффективности смачивания и выносной способности очистного агента [5].

Кроме описанной выше технологии получения газожидкостных смесей, специалистами кафедры техники разведки МПИ НГУ предлагается следующий вариант: насыщение газом дисперсных систем на водной основе осуществляется водородом, образующемся при взаимодействии дисперсной системы с элементами бурового снаряда, изготовленными из энергоаккумулирующего сплава (натрия магния и алюминия), и расположенных в непосредственной близости с забоем скважины.

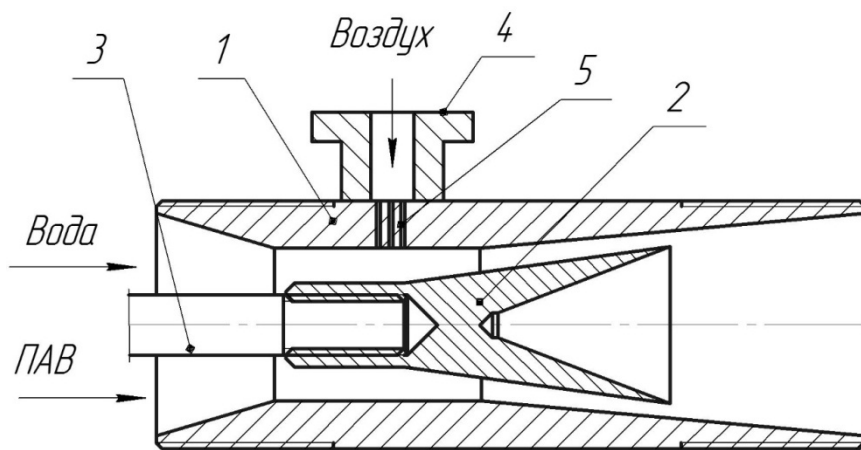


Рис. 2 Кавитационный пеногенератор:

1 - ниппель специального сечения; 2 – конус обтекания; 3 – шток; 4 – фланец воздухоподающей линии; 5 – воздухоподающие отверстия.

В скважину при помощи лебедки опускают буровой снаряд, в состав которого входит колонковый набор включающий: породоразрушающий инструмент, расширитель, колонковую трубу, переходник и колонну бурильных труб. Все элементы бурового снаряда соединяются друг с другом при помощи герметичных и прочных соединений. Ведущая труба пропускается сквозь шпindelь вращателя бурового станка и зажимается в патронах. На ведущую трубу навинчивают сальник-вертлюг, соединенный нагнетательным шлангом с буровым насосом. В зависимости от свойств проходимых пород, буровому снаряду сообщают необходимую осевую нагрузку и частоту вращения. Внедряясь в горную породу, породоразрушающий инструмент (коронка) образует кольцевой забой и формирует керн. Для охлаждения коронки, очистки забоя от разрушенной горной породы и выноса ее на поверхность в скважину подают дисперсную систему на водной основе, которая через всасывающий шланг засасывается насосом из приемного бака и нагнетается к забою скважины через нагнетательный шланг, буровой вертлюг-сальник и колонну бурильных труб. Промывочная жидкость, достигая забоя скважины, взаимодействует с элементами бурового снаряда (например, корпус колонковой трубы), изготовленными из энергоаккумулирующего сплава – натрия, магния и алюминия. В результате такого взаимодействия выделяется водород. Аэрированная дисперсная система на водной основе омывает забой, очищает его от разрушенной горной породы и транспортирует ее на поверхность по стволу скважины. Достигая устья очистной агент, обогащенный частицами разрушенной горной породы, по отводящему патрубку подается в устройство, где происходит отделение водорода, который направляется на производство по его дальнейшему использованию, а дисперсная система на водной основе возвращается в скважину после удаления из ее состава шлама.

Выводы. Рассмотрены ключевые вопросы совершенствования способа бурения с применением очистных агентов пониженной плотности. Изучены особенности физико-химических взаимодействий на границе раздела фаз в системе «очистной агент – горная порода». Приведены обстоятельные сведения по основным конструктивно-технологическим особенностям отдельных узлов цепочки получения очистных агентов пониженной плотности.

Список литературы

1. Яковлев А. А. Газожидкостные промывочные и тампонажные смеси (комплексная технология бурения и крепления скважин). – СПб.: Изд-во СПбГГИ, 2000. – 144 с.
2. Лопатин Ю.С. Коренное улучшение технологии строительства скважин при разработке нефтяных, газовых и геотермальных месторождений в замен традиционной жидкостной технологии на газожидкостную // Вестник ассоциации буровых подрядчиков. – 2000. – № 1. – С. 36-37.
3. Бронзов А.С. Бурение скважин с использованием газообразных агентов. – М.: Недра, 1979. – 288 с.
4. Кудряшов Б.Б., Кирсанов А.И. Бурение разведочных скважин с применением воздуха. – М.: Недра, 1990. – 263 с.
5. А.Н. Давиденко, П.П. Полищук Результаты лабораторных исследований процесса электрохимической активации промывочной жидкости, применяемой при сооружении скважин // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2011». – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2011. – С. 89-93.