

УДК 622.244.46

## Экологически и экономически эффективная циркуляционная система при бурении скважин с газожидкостными смесями

Яковлев А. А., Турицына М. В.

*Санкт-Петербургский государственный горный институт, Россия*

Поступила в редакцию 01.03.11, принята к печати 18.03.11

### Аннотация

Рассмотрены различные схемы циркуляционных систем при бурении скважин с газожидкостными промывочными смесями, оценены их достоинства и недостатки. Предложена новая экологически и экономически эффективная замкнутая циркуляционная система закрытого типа.

Ключевые слова: циркуляционная система, газожидкостная промывочная смесь.

Проведенное маркетинговое исследование спроса на комплексную технологию бурения и крепления скважин с газожидкостными промывочными и тампонажными смесями показало, что она найдет широкое применение в следующих регионах РФ: стабильные пены и газожидкостные тампонажные смеси при бурении скважин на месторождениях с интенсивными поглощениями очистного агента – Иркутская область, Пермский и Приморский края и др.; аэрированные жидкости без твердой фазы при средних поглощениях – Читинская область, Бурятия и др.; аэрированные растворы с твердой фазой при проходке скважин долотами в неустойчивых осадочных породах – Западная Сибирь, Красноярский край, Дальний Восток и др.; водо-пенные эмульсии и аэрированные жидкости при бурении в монолитных среднетрещиноватых породах – Центральные районы России, Башкортостан и др.

Поверхностно-активные вещества, предлагаемые для получения указанных смесей, представляют собой биоразрушаемые реагенты (до 92 %) и используются в бытовой химии. Концентрация отдельных добавок не превышает нормативные значения, указанные в работах [1, 5].

Для охраны окружающей среды газожидкостные промывочные смеси при выходе из скважины должны отводиться в циркуляционную систему, в которой производится их разрушение. Эффективность разрушения пенных систем зависит от многих факторов. В том числе, и от содержания в растворе поверхностно-активных веществ (ПАВ), твердой фазы (разбуренной породы) и разного рода добавок (химические реагенты-стабилизаторы, КМЦ, ГПАА, гипан и др.).

В практике бурения скважин применяются циркуляционные системы открытого и закрытого типа [6]. В первом случае газожидкостная промывочная смесь сбрасывается в окружающую среду, вызывая ее загрязнение. Во втором обеспечивается ее разрушение и регенерация раствора ПАВ для последующего его использования в технологическом процессе проходки скважины.

Экологически и экономически наиболее эффективной является замкнутая циркуляционная система закрытого типа, которая обеспечивает безотходную технологию промывки скважин. В циркуляционной системе происходит выведение из газожидкостной промывочной смеси жидкой и твердой фаз. Раствор ПАВ идет для повторного использования, а твердая фаза – для ликвидационного тампонирования скважин.

Все существующие способы и технические средства, применяемые для разрушения газожидкостных промывочных смесей, делятся на химические, механические, физические и комбинированные.

Химический метод по данным работ [2, 6] в условиях бурения с газожидкостными промывочными смесями не применим.

Механические способы разрушения газожидкостных промывочных смесей достаточно детально рассмотрены в работах [2, 6]. К ним относят разрушение пены с помощью двух дисков, вибрационным способом, с использованием вакуумных дегазаторов. Последние представлены двумя схемами – первая с подачей жидкости в вакуумный резервуар, вторая – за счет подсоса воздуха вакуумным насосом. Второй способ применяется в экспериментальных исследованиях [3]. В практике геологоразведочного бурения оба способа не нашли широкого применения.

Известен пеногаситель турбинного типа, в котором разрушение газожидкостной промывочной смеси достигается за счет центробежно-ударного воздействия на нее и быстрого снижения давления в потоке жидкости, движущейся с большой скоростью от всасывающего патрубка по каналам, образуемым лопастями турбины.

В б. ВНИИБТ был разработан и испытан пеноразрушитель циклонного типа. Он показал хорошие результаты при разрушении стабильных пен, полученных на основе сульфанола.

В практике разведочного бурения наиболее широкое распространение получили устройства эжекторного типа. Один из них (ПЭ) был разработан в ВИТРе. Для его работы требуются относительно большие удельные расходы сжатого воздуха. В работе [4] приводится новая конструкция эжекторного пеноразрушителя (ЭП) с кольцевой камерой.

По данным экспериментальных исследований видно, что при разрушении двухфазной пены, состоящей из 1%-го раствора поверхностно-активных веществ, она полностью не разрушалась. Так, например, устойчивость пены до ЭП составляла 18,2, а после – 3,5 с/см<sup>3</sup>. Не известно, как будет работать данное устройство, имеющее кольцевую камеру с зазором 0,001÷0,002 м, при наличии в газожидкостной смеси твердой фазы.

К физическому разрушению относят термический и акустический способы. Термический способ, в основном, реализуется путем воздействия на пену тепла, излучаемого нагреваемой поверхностью. Примером акустического способа пеноразрушения может служить ультразвуковые пеноразрушители типа УАДП-1 и УАДП-В-2. Однако для их работы требуется большая подача сжатого воздуха (до 1,5 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> пены).

Все рассмотренные устройства (пеноразрушители) предназначены только для разрушения двухфазной пены. В практике же бурения газожидкостная промывочная смесь, как правило, несет определенное количество твердой фазы. По данным ВИТРа, при алмазном бурении содержание твердой фазы в газожидкостной смеси с размерами фракций до 0,0003 м достигает до 96%, а при твердосплавном до 80%. Как указывается в работе [4], частицы породы фракций от 0,0002 до 0,0003 м в статическом состоянии могут удерживаться в пене до ее полного разрушения. Отделение твердой фазы с размерами частиц менее  $5 \times 10^{-6}$  м из промывочной жидкости техническими средствами не обеспечивается [5]. При бурении шарошечными долотами размер частиц разрушенной породы может достигать до 0,015 м.

В работе [2] указывается, что на забое скважины могут оставаться частицы металла и твердого сплава из-за разрушения породоразрушающего инструмента (долото, коронка) с эквивалентным диаметром до 0,01 м. Однако это не вызывает опасности возникновения аварийных ситуаций, так как известно, что пена может удерживать разные материалы (песок, оксид и сульфид железа, нефть и др.) [3]. Все транспортируемые из скважины твердые частицы должны быть отделены от раствора ПАВ.

Рассмотрим наиболее широко применяемые при бурении скважин с пеной циркуляционные системы.

Циркуляционная система с двумя эжекторными устройствами, разработанная сотрудниками б. Норильской ГРЭ и б. отраслевой научно-исследовательской лабораторией технологии и техники разведочного бурения ЛГИ представлена на рис.1. Газожидкостная промывочная смесь, выходящая из скважины, отсасывается эжектором. Под действием струи сжатого воздуха происходит ее частичное разрушение. В дальнейшем идет ее самопроизвольный распад в зумпфе емкостью до 6 м<sup>3</sup>. В отстойнике происходит естественное осаждение шлама. Из зумпфа раствор ПАВ откачивается центробежным насосом для повторного использования. Второй эжектор служит для дополнительного разрушения пены, остающейся в зумпфе. К основным ее недостаткам можно отнести то, что отделение твердой фазы основано на самопроизвольном

осаждении твердых частиц разбуренной породы под действием гравитационных сил. При этом происходят большие потери (до 10÷20%) раствора ПАВ [5].

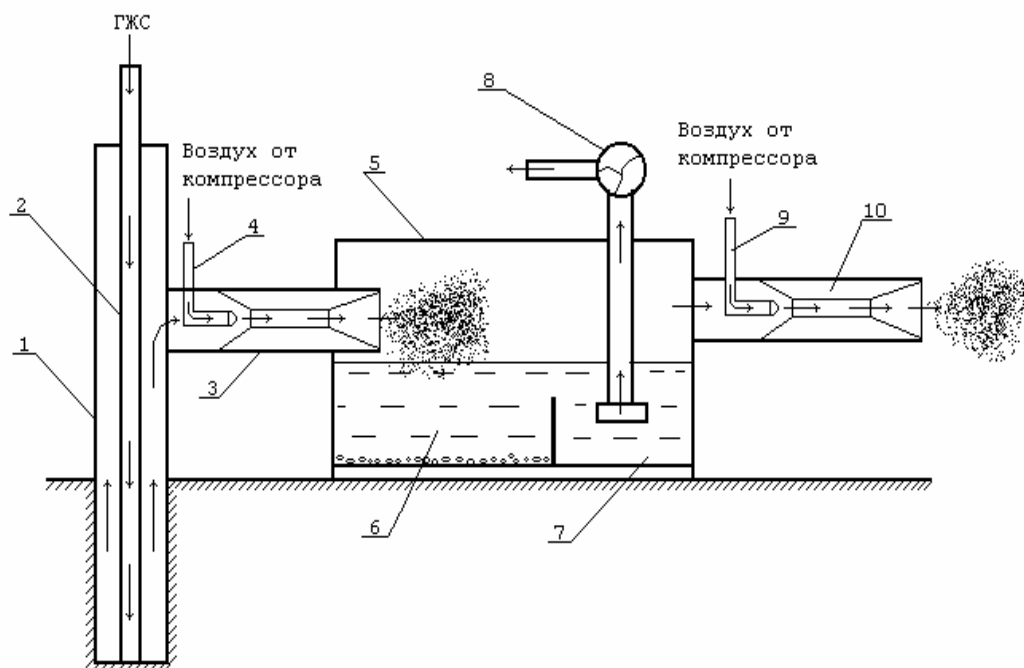


Рис.1. Схема циркуляционной системы с двумя эжекторными устройствами:

1 – направляющая труба, 2 – буровые трубы, 3 – эжектор, 4 – воздуховод, 5 – зумпф, 6 – емкость для шлама, 7 – емкость для жидкой фазы, 8 – насос для забора раствора ПАВ, 9 – воздуховод, 10 – эжектор

Мелкие частицы шлама не осаждаются и, чем меньше размер частиц, тем сложнее их отделить от пены. Кроме того, затруднена чистка зумпфа от шлама; откачиваемая жидкость может содержать тонкие (до 0,00005 м) частицы шлама, не выпавшие в отстой; и, наконец, вторым эжектором может выбрасываться в окружающую среду воздух с частью не разрушенной газожидкостной промывочной смесью, содержащий тонкие фракции частиц породы.

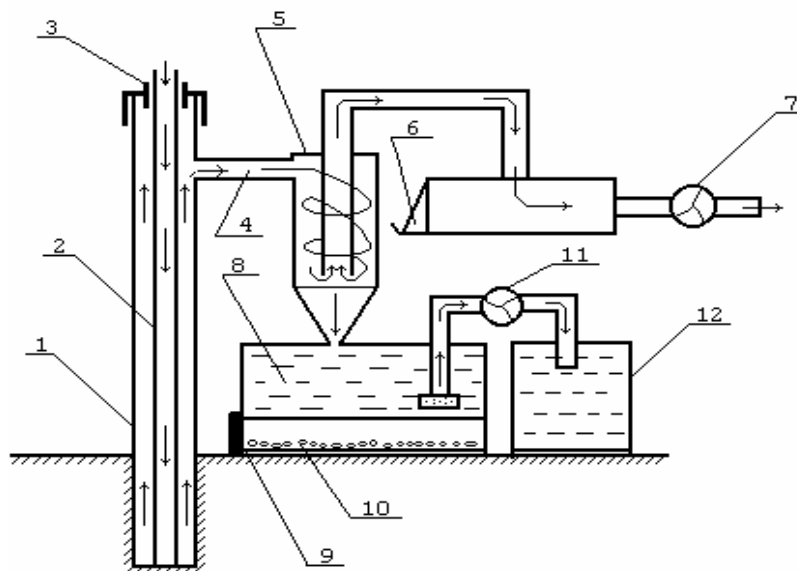


Рис. 2. Схема циркуляционной системы с циклоном:

1 – направляющая труба, 2 – буровые трубы, 3 – герметизирующее устройство – превентор вращающегося типа, 4 – отводная труба, 5 – циклон, 6 – заслонка, 7 – вентилятор, 8 – зумпф, 9 – крышка люка для удаления шлама, 10 – шлам в накопителе, 11 – центробежный насос, 12 – емкость для сбора раствора ПАВ для повторного использования

Циркуляционная система с циклоном приведена на рис.2 [6]. Особенностью этой системы является принудительное отделение твердой фазы из газожидкостной промывочной смеси. Из скважины газожидкостная промывочная смесь по отводной трубе поступает в циклон, где разделяется на жидкую пульпу, сбрасываемую в зумпф, и воздух, отсасываемый вентилятором. В зумпфе происходит естественное осаждение твердых частиц из жидкости. Шлам извлекается из шламонакопителя при открытии крышки люка по окончании рейса. Это улучшает геологическое опробование в тех случаях, когда выход керна при бурении очень низок и его недостаточно для опробования. Для достижения требуемого режима отсос воздуха вентилятором регулируется с помощью заслонки. Недостатки этой системы сводятся к следующим: система работает только при установке на устье скважины герметизирующего устройства; твердая и жидкая фазы газожидкостной промывочной смеси сбрасываются в зумпф совместно; отделение твердых частиц, как и в первой циркуляционной системе, достигается за счет гравитационных сил. Авторами предложена новая замкнутая циркуляционная система закрытого типа для бурения скважин с применением газожидкостных промывочных смесей, рис.3.

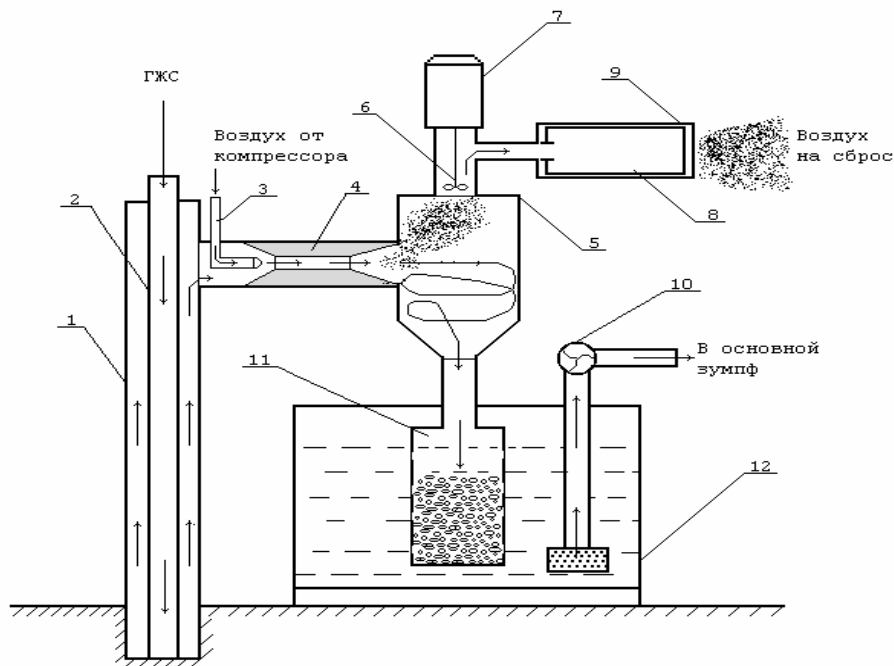


Рис. 3. Замкнутая циркуляционная система закрытого типа для бурения скважин с применением газожидкостных промывочных смесей:

- 1 – направляющая обсадная труба, 2 – бурильные трубы, 3 – воздухоподводящая труба, 4 – эжектор, 5 – циклон, 6 – вентилятор, 7 – электродвигатель, 8 – пористая шламоприемная камера, 9 – корпус шламоуловителя, 10 – насос для забора раствора ПАВ, 11 – съемный контейнер для сбора разрушенной породы, 12 – зумпф для сбора раствора ПАВ

В отличие от существующих в предлагаемой схеме используется эжекторный отвод пены из скважины совмещенный с циклоном для принудительного отделения газовой фазы от твердожидкой смеси.

Поскольку газовая фаза может включать в себя определенное количество неразрушенной газожидкостной промывочной смеси, несущей коллоидные частички породы, применяется отсос и отвод этой смеси в шламоулавливающее устройство. Внутри него удерживается мелкий шлам.

Далее воздух выводится в окружающую среду. Шлам из циклона сбрасывается в специальный пористый контейнер. Жидкость, содержащая ПАВ, вытекает в зумпф, из которого она откачивается центробежным насосом в зумпф циркуляционной системы. Шлам легко извлекается из камеры зумпфа в специальном контейнере через люк. Полученный шлам может быть использован для порейсового отбора проб проходимых пород и для ликвидации скважин.

Предлагаемая система обеспечивает лучшие экологические условия, по сравнению с существующими циркуляционными системами, исключая загрязнение окружающей среды; облегчает отбор порейсовых проб пород при низком выходе керна; уменьшает расход дорогостоящих ПАВ и воды, тем самым, снижая стоимость буровых работ.

### Библіографічний список

1. Временные рекомендации по охране природы при геологоразведочном бурении скважин на твердые полезные ископаемые. / Ю.П. Яковлев. – Л.: ВИТР, 1991, 120с.
2. Кудряшов Б.Б., Кирсанов А.И. Бурение скважин с применением воздуха. – М.: Недра, 1990, 263с.
3. Кудряшов Б.Б., Яковлев А.М. Бурение скважин в мерзлых породах. – М.: Недра, 1983, 286с.
4. Слюсарев Н.И., Козловский А.Е., Лоскутов Ю.Н. Технология и техника бурения геологоразведочных скважин с промывкой пеной. – СПб.: Недра, 1996, 179с.
5. Экологизация промывки при бурении скважин. / А.М. Яковлев, В.С. Литвиненко, В.И. Коваленко, А.Н. Холодок. – СПб.: СПГТИ (ТУ), 1994, 43с.
6. Яковлев А.М., Коваленко В.И. Бурение скважин с пеной на твердые полезные ископаемые. – Л.: Недра, 1987, 128с.

© Яковлев А. А., Турицына М. В., 2011.

### Анотація

Розглянуто різні схеми циркуляційних систем при бурінні свердловин з газорідним промивальним сумішами, оцінені їхні переваги й недоліки. Запропоновано нову екологічно та економічно ефективна замкнута циркуляційна система закритого типу.

Ключові слова: циркуляційна система, газорідна промивальна суміш.

### Abstract

Various schemes of circulation systems for drilling wells with the gas-liquid mixtures flushing, assess their strengths and weaknesses. A new environmentally and economically efficient closed circulatory system of closed type.

Keywords: circulation systems, gas-liquid mixtures flushing.