

УДК 622.243.051.64

Докт. техн. наук СОЛОВЬЕВ Н.В.

Московская государственная геологоразведочная академия, г. Москва, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ КАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БУРЕНИЯ СКВАЖИН И ОСВОЕНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ

В практике ведение буровых работ все большее распространение получают нетрадиционные методы воздействия на горные породы продуктивной толщи и буровые растворы с целью внедрения экологически безопасных способов и технологий воздействия на продуктивные горизонты. Эти способы позволяют изменить структуру горных пород продуктивного и бурового раствора и повысить эффективность удаления кольматанта различной природы со стенок скважины в прилегающей к продуктивному пласту приемной части.

Выполненные исследования позволяют утверждать о благотворном влиянии на свойства промывочных жидкостей и формирование на стенках скважины фильтрационной корки периодически меняющихся по определенному закону импульсных усилий, позволяющих усилить воздействие частиц бурового раствора с горной породой в стенках скважины. Это способствует снижению проницаемости пористых коллекторов, что уменьшает степень загрязнения их фильтратом промывочной жидкости. Применительно к водоносному горизонту режим работы импульсного излучения может быть таким, чтобы обеспечить снятие кольматанта с прилегающей к скважине зоны, что способствует повышению водоотдачи продуктивного горизонта. Нашими исследованиями, а также работами, выполненными в Национальной горной академии Украины (г. Днепропетровск), установлено, что гидродинамический излучатель, создающий импульсы высокой частоты ($600 - 1020 \text{ с}^{-1}$) и амплитуду давления в импульсах от 0,2 до 0,5 МПа, может быть использован для обработки водоносных горизонтов с целью увеличения их дебита.

Использование пенных газожидкостных смесей (ПГЖС) для вскрытия водоносных горизонтов позволяет устранить ряд вредных экологических последствий, которые присутствуют при использовании промывочных жидкостей. Основные преимущества ПГЖС заключаются в следующем:

- уменьшается давление на вскрываемые водоносные горизонты;
- отсутствует поглощение и поступление в продуктивный коллектор компонентов промывочной среды;
- в десятки и сотни раз более низкий расход компонентов промывочной среды на адсорбцию их в стенках скважин и частицах бурового шлама;
- возможность применения экологически чистых компонентов в составе ПГЖС;
- более высокие технологические возможности применения нетрадиционных экологически чистых технологий воздействия на продуктивный горизонт с использованием гидродинамических, электроакустических и др. излучателей.

Нами проведены теоретические исследования влияния акустических колебаний на свойства ПГЖС и эффективность их воздействия на продуктивный водоносный горизонт.

Создание ультразвуковых колебаний в среде ПГЖС в непосредственной близости от продуктивного коллектора способствует возникновению импульсов давления в слое ее, примыкающих к стенкам скважины. Это приводит к уменьшению вязкости жидкости, содержащейся в коллекторе, следовательно, способствует уменьшению сопротивлений при движении флюидов в процессе их протока в скважину.

Однако, в процессе вскрытия продуктивных горизонтов под воздействием породо-

разрушающего инструмента трещины, поры и каналы вмещающего горизонта кольматируются продуктами разрушения горной породы. Это необходимым образом сказывается на сужении выходных каналов из продуктивной залежи по всей поверхности скважины в пределах продуктивного горизонта. Как правило, кольматант не удаляется со стенок каналов в процессе притока флюидов особенно при аномальных, низких пластовых давлениях. Механическое воздействие на стенки скважины не приводит к увеличению пропускной способности каналов продуктивной залежи. Одним из способов повышения нефтеотдачи продуктивных коллекторов является технологический прием, предусматривающий использование ультразвукового генератора кавитационных пузырьков для эрозивного очищения выходных каналов продуктивного коллектора от продуктов кольматации за счет гидроакустических импульсов при схлопывании пузырьков (полостей).

При схлопывании кавитационного пузырька возникает импульс давления характерной треугольной формы, максимальную амплитуду которого можно определить по известной в теории ультразвука формуле:

$$P_{max} = Q \left[\frac{P \cdot (r-1)}{Q} \right]^{r-1},$$

где Q - давление в пузырьке; r - отношение теплоемкостей; P - давление в жидкости.

В отечественной практике известны отдельные случаи применения ультразвука при получении газожидкостных смесей, что повышает степень дисперсности устойчивости пены, а также расход пенообразователя. Захлопывание кавитационных полостей, с одной стороны, приводит к улучшению пенообразования, а с другой стороны, усиливаем импульсивное воздействие на продуктивный коллектор. Влияние ультразвука начинает проявляться при его интенсивности, превышающей пороговое значение в несколько ватт на 1 см². Кроме того, адиабатическое сжатие кавитационного пузырька сопровождается повышением температуры внутри его до 10⁴. К при этом молекулы воды переходят в возбужденное состояние, образуя ионизированное состояние молекул.

Нашими исследованиями также установлено явление локального синерезиса при использовании ПГЖС для очистки забоя, которое повышает эффективность разрушения горной породы и снижает интенсивность изнашивания алмазного породоразрушающего инструмента.

Нами также разработана технологическая схема освоения и восстановления дебита низко дебитных малонапорных продуктивных горизонтов при использовании ГЖС, позволяющая использовать призабойное пеногашение, основанное на использовании явления локального синерезиса при схлопывании воздушных пузырьков пенной газожидкостной смеси.

Нами выполнены теоретические исследования закономерностей формирования кавитационного поля в среде промывочной жидкости, активно участвующей в разрушении горной породы на забое и воздействии на продуктивный коллектор.

В результате этих исследований сделан вывод о том, что закономерности формирования кавитационного поля в жидкости необходимо увязывать с параметрами формируемых полостей и относительным расположением их в движущемся потоке жидкости. Основные параметры формируемых навигационных полостей характеризуются их размерами, изменяющимся во времени, давлением пара и газа внутри полости, а также в жидкости, скоростью перемещения границы полости, временем схлопывания полости. Дальнейшие исследования необходимо посвятить изучению влияния поверхностного натяжения на границе навигационного пузырька и жидкой фазы на эффективность формирования навигационного поля и схлопывания полостей. Актуальность этих исследований подчеркивается широким внедрением пенных газожидкостных смесей (ПГЖС) для бурения скважин, а также вскрытия и освоения продуктивных горизонтов. Решение этой задачи

позволит повысить эффективность использования ультразвуковых излучателей для освоения продуктивных горизонтов при использовании пенных газожидкостных смесей.

© Соловьев Н.В., 2001

УДК 622.243.051.64

Докт. техн. наук СОЛОВЬЕВ Н.В., инж. РУСОВ А.А.

Московская государственная геологоразведочная академия, г. Москва, Россия

АЛМАЗНОЕ БУРЕНИЕ С ГАЗОЖИДКОСТНЫМИ СМЕСЯМИ

В геологоразведочной отрасли все шире находят применение пенные газожидкостные смеси (ПГЖС), а также такой показатель процесса бурения как величина углубки за один оборот породоразрушающего инструмента (этот параметр все чаще используется специалистами, как в нашей стране, так и за рубежом при бурении скважин).

Одним из путей улучшения технико-экономических показателей алмазного бурения в сложных геологических условиях (перемежающиеся по твердости породы, трещиноватые, неоднородные с наличием зон обвалов, осыпей, поглощений и т.д.) является технология отработки коронок с использованием устройств, обеспечивающих стабильную скорость подачи. Это позволяет снизить расход алмазов и увеличить ресурс алмазных коронок.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что при использовании механизмов и регуляторов подачи может быть достигнуто увеличение механической скорости до 25 % и проходки на породоразрушающий инструмент до 20 %.

Наибольший интерес для алмазного бурения представляет гидравлический регулятор подачи. Регулятор скорости подачи устанавливается на линии слива из нижних полостей гидроцилиндров и предназначен для обеспечения постоянной скорости подачи бурового снаряда на забой при бурении, обеспечивая стабильные условия работы породоразрушающего инструмента.

Стабилизация работы алмазной коронки на забое обеспечивает повышение эффективности разрушения горной породы и снижение интенсивности изнашивания ее объемного слоя. В этом случае формируемый в призабойной зоне буровой шлам обеспечивает оптимальные условия взаимодействия рабочего торца алмазной коронки с горной породой. Однако до последнего времени нет единого мнения по вопросу шламowego режима при алмазном бурении с использованием регулятора подачи и его влияния на эффективность взаимодействия объемных алмазов рабочего торца с горной породой на забое. Создание механизма шламования при алмазном бурении в условиях равномерной подачи коронки позволит обоснованно подойти к выбору конструктивных параметров алмазных коронок и методов регулирования подачи на забой при использовании гидравлического регулятора подачи. Значимость этого направления исследований подчеркивается необходимостью использования этого регулятора для бурения в трещиноватых породах, когда количество и размер частиц бурового шлама, образующегося в единицу времени чистого бурения, увеличиваются. Это обстоятельство дает основание утверждать о необходимости пересмотра методик расчета и выбора конструктивных параметров рабочего торца алмазной коронки, методов управления режимом алмазного бурения, обеспечивающих своевременное удаление частиц бурового шлама из зазора между рабочим торцом и горной породой на забое.

Для обеспечения стабильной скорости подачи (механической скорости) возможно использование регулятора расхода типа МПГ-55-32 с обратным клапаном, который позво-