

УДК 622.244.46

А. А. Игнатов

ГВУЗ «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

Материалы к определению характеристик процесса взаимодействия продуктов разрушения с очистным агентом

В статье приведен анализ взаимодействия газожидкостных смесей с продуктами разрушения при бурении скважин. Предложен метод рассмотрения процессов протекающих в скважине при применении указанной технологии. Обозначены общие принципы подхода к решению задач прочности прикреплению.

Ключевые слова: скважина, энергия взаимодействия, продукты разрушения, поверхностно-активное вещество, поверхность раздела, газожидкостная смесь.

Введение

Состояние технологии очистки при сооружении скважин это индикатор эффективности и производительности.

Многолетняя практика строительства скважин показала, что нет универсальных очистных агентов, каждый их тип имеет недостатки и преимущества, которые, в конечном итоге, определяют горно-геологические условия бурения, благоприятные для применения данного типа циркулирующей среды.

Внедрение в практику буровых работ, при соответствующих геолого-технических условиях, газообразных и газожидкостных очистных агентов повлекло за собой значительный рост технико-экономических показателей процесса строительства скважин.

При бурении с очисткой скважин газожидкостными смесями значительно возрастает механическая скорость в твердых породах, исключаются поглощения в пористых породах и необратимая кольматация проницаемых пластов. Производительность продуктивных горизонтов эксплуатационных скважин, при вскрытии и освоении их газожидкостными смесями, увеличивается примерно в два раза, а сроки их освоения в 4–5 раз [1–2].

Как известно, газожидкостную смесь, и в частности пену получают введением в жидкую фазу газа и в обязательном порядке хотя бы одного поверхностно-активного компонента, адсорбирующегося на межфазовой поверхности жидкость – газ. Наличие таких компонентов в составе газожидкостных смесей и особенность поверхностных свойств контактирующих фаз, а именно их запас свободной энергии в основном и определяют все технологические свойства последних. Таким образом, выяснения и правильное понимание механизма взаимодействия газожидкостной смеси с горной породой невозможно без рассмотрения существа физико-химических процессов, протекающих на границе раздела фаз газ – жидкость – твердое тело.

Цель статьи

Установление и развитие энергетических представлений в области изучения особенностей физико-химических процессов протекающих в системе очистной агент – продукты разрушения при использовании газожидкостных смесей.

Изложение сути работы

Транспортировка продуктов разрушения в призабойной зоне и по стволу скважины при использовании газожидкостных смесей осуществляется агрегатами, представляющими собой пузырьки газа и прилипшие к ним частицы шлама. Экспериментальными исследованиями было показано, что вынос шлама из скважины осуществляется со скоростью близкой к скорости

движения газожидкостной смеси. Это обстоятельство доказывает отсутствие проскальзывания между взаимодействующими фазами или, по крайней мере, свидетельствует о его незначительной величине (для условий транспортировки шлама по стволу скважины). Кроме того, сравнительными экспериментами было убедительно доказано, что транспортирующая способность именно пен гораздо выше, чем любого другого очистного агента [3]. Все указанные обстоятельства, несомненно, базируются на коренных отличиях физико-химического взаимодействия в системе газожидкостная смесь (пена) – горная порода от такового в системе жидкость – горная порода.

Поверхности раздела двух фаз, в нашем случае это очистной агент и продукты разрушения, обладают запасом свободных энергий. Величина каждой из этих энергий W зависит от площади поверхности взаимодействия S и величины удельной поверхностной энергии σ , которая является специфической константой, зависящей от физико-химических свойств соприкасающихся фаз

$$W = \sigma S. \quad (1)$$

Согласно ключевым принципам термодинамики, самопроизвольно могут протекать только те процессы, при которых $\Delta W < 0$. Процессы же увеличивающие запас энергии $\Delta W > 0$, могут протекать только при затрате работы извне.

$$\Delta W = W_2 - W_1, \quad (2)$$

где W_2 – суммарная поверхностная энергия агрегата пузырьков газа – частица шлама; W_1 – суммарная поверхностная энергия двух фаз, очистного агента и продуктов разрушения, до образования комплекса.

Из (1) и (2) следует, что с увеличением разницы в показателях свободных поверхностных энергий соприкасающихся фаз ΔW , растут вероятность образования агрегата пузырьков газа – частица шлама, а также и прочность прикрепления [4].

Запас свободной энергии до образования комплекса частичка шлама – пузырек воздуха (газа) W_1 и после образования названного комплекса W_2 по отношению ко всей площади (объему) контакта продуктов разрушения с пенными пузырьками

$$W_1 = S_{ж-г} \sigma_{ж-г} + S_{ж-т} \sigma_{ж-т}, \quad (3)$$

$$W_2 = S'_{ж-г} \sigma_{ж-г} + S'_{ж-т} \sigma_{ж-т} - S_{г-т} \sigma_{г-т}, \quad (4)$$

где $S_{ж-г}$ и $S'_{ж-г}$ – площади поверхности раздела жидкость – газ системы в состояниях до образования комплекса частичка шлама – пузырек воздуха (газа) и после образования названного комплекса; $S_{ж-т}$ и $S'_{ж-т}$ – площади поверхности раздела жидкость – твердое тело системы в состояниях до образования комплекса частичка шлама – пузырек воздуха (газа) и после образования названного комплекса; $S_{г-т}$ – площадь поверхности раздела частичка шлама – пузырек воздуха (газа); $\sigma_{ж-г}$, $\sigma_{ж-т}$, $\sigma_{г-т}$ – поверхностные энергии.

При контакте частички шлама и пузырька газа будет происходить захват фаз, обусловленный адгезионным взаимодействием, выражающийся следующим уравнением

$$A_a = \sigma_{ж-г} + \sigma_{ж-т} - \sigma_{г-т}, \quad (5)$$

где A_a – работа адгезии.

При этом в зависимости от гранулометрического состава продуктов разрушения, возможно полное или частичное внедрение частички шлама в поверхность пенного пузырька. Данное обстоятельство является важным с позиций правильной организации технологического цикла очистки скважин с помощью газожидкостных смесей. Совершенно очевидно, что продукты разрушения при алмазном способе бурения в связи со своими довольно малыми размерами [5], будут только частично погружаться в поверхность пузырьков, в противоположность частичкам шлама, образующимся при работе твердосплавных коронок, и в особенности шарошечных долот.

Как было показано ранее, прямое решение задач поведения частиц разрушенной породы в потоке газожидкостной смеси практически невозможно [6], поэтому приходится прибегать к некоторому упрощению и идеализации процессов, происходящих на границе раздела фаз. Причиной этого является и то, что некоторые стороны физико-химического взаимодействия на границе раздела фаз сложны и не имеют достаточной исследованности.

Подводя итог, можно сделать вывод о том, что оперируя определенными закономерностями физико-химического взаимодействия фаз, можно оценить направленность

процесса образования комплекса «пузырек газа – частица горной породы». Кроме того, таким путем можно прогнозировать результаты взаимодействия в паре «пузырек газа – частица горной породы» и намечать те или иные технико-технологические параметры процесса очистки скважин от продуктов разрушения при использовании пенных систем.

Выводы

1. Рассмотрены энергетические основы процесса взаимодействия в комплексе «пузырек газа – частица горной породы».
2. Приведены некоторые количественные зависимости, описывающие направленность и результативность контакта на границе раздела фаз.
3. Намечены пути дальнейшего развития предложенной трактовки механизма взаимодействия.

Библиографический список

1. Мураев Ю. Д. Газожидкостные системы в буровых работах / Ю. Д. Мураев. – СПб.: Изд-во СПбГГИ, 2004. – 124 с.
2. Яковлев А.А. Газожидкостные промывочные и тампонажные смеси / А.А. Яковлев. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского гос. горного ин-та, 2000. – 143 с.
3. Hutchinson S.O. Foam workovers cut cost 50% / S.O. Hutchinson // World Oil. – 1969. – № 11. – PP. 73 – 87, 90 – 91, 94.
4. Адам Н. К. Физика и химия поверхностей / Н. К. Адам; пер. с англ. – М. – Л.: Гостехиздат, 1947. – 552 с.
5. Исследование гранулометрического состава продуктов разрушения при бурении геологоразведочных скважин / [Рожков В.П., Сулакшин С.С., Храпников Р.Г. и др.] // Известия ВУЗов Геология и разведка. – 1972. – № 4. – С. 135 – 142.
6. Давиденко А. Н. О характере процессов протекающих при очистке скважин / А. Н. Давиденко, А. А. Игнатов // Наук. праці ДонНТУ. Серія Гірничо-геологічна. – 2011. – № 14(181). – С. 72 – 74.

Надійшла до редакції 14.12.2012

О. О. Ігнатов

ДВНЗ «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, Україна

Матеріали до визначення характеристик процесу взаємодії продуктів руйнування з очисним агентом

Наведено аналіз взаємодії газорідних сумішей з продуктами руйнування при бурінні свердловин. Запропонований метод розгляду процесів, що протікають у свердловині при застосуванні вказаної технології. Визначено загальні принципи підходу до рішення завдань міцності прикріплення.

Ключові слова: свердловина, енергія взаємодії, продукти руйнування, поверхнево-активна речовина, поверхня розділу, газорідна суміш.

A. Ignatov

National Mining University, Dnipropetrovsk, Ukraine

Estimating the Characteristics of Interaction Process between Rock Cuttings and Drilling Fluid.

The article considers the interaction of gas-liquid mixtures with bore mud during bore hole drilling. We propose a method of considering the processes, which take place in a bore hole while using this technique. The analytical approach to the solution of attachment durability problems is discussed.

Key words: borehole, energy of interaction, products of destruction, surfactant, interface, gas-liquid.