

## О характере процессов протекающих при очистке скважин

Давиденко А. Н., Игнатов А. А.

*ГВУЗ «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина*

Поступила в редакцию 01.03.11, принята к печати 18.03.11

### **Аннотация**

Приведен анализ особенностей физико-химических процессов протекающих на границе раздела фаз при очистке скважины от продуктов разрушения газожидкостными смесями. Показана ведущая роль явлений адсорбции в механизме образования комплексов «продукты разрушения – газожидкостная смесь».

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

### **Введение**

Очистка забоя и ствола скважины с помощью газожидкостных смесей – технология, обладающая важными преимуществами по сравнению с обычной жидкостной. К ним относятся, прежде всего, высокая транспортирующая способность. Тем не менее, указанный способ применяется недостаточно широко и возможности его раскрыты не полностью. С уверенностью можно сказать, что одной из основных причин этого – довольно туманное представление о механизме транспортировки частиц шлама и факторах влияющих на него. До настоящего времени нет модели процессов протекающих в системе «продукты разрушения – газожидкостная смесь», а также аналитических зависимостей, описывающих такую модель и включающих в себя определенные характеристики взаимодействующих фаз. Несомненно, что при таких условиях очень сложно достигнуть максимальной эффективности технологического процесса очистки скважины с применением в качестве очистного агента газожидкостных смесей. Поэтому, в качестве одного из возможных методов изучения указанного процесса, был предложен – термодинамический [1].

Целью настоящей работы является дальнейшее обоснование ведущей роли поверхностных свойств и процессов адсорбции в механизме образования комплекса «продукты разрушения – газожидкостная смесь».

### **Основной материал**

Главные и определяющие аспекты применения указанного метода для изучения механизма транспортировки частиц разрушенной породы были проанализированы ранее [1, 2]. В этих работах также показано, что приложение основных принципов термодинамики позволяет получить довольно стройную качественную картину явлений происходящих на забое и в стволе скважины. Однако получение определенных математических зависимостей довольно затруднительно в связи с тем, что процесс взаимодействия в системе «продукты разрушения – газожидкостная смесь», характеризуется, в том числе, большим количеством физико-химических факторов; часть из них сложно наблюдать из-за отсутствия необходимых экспериментальных средств, а некоторые являются теоретическими предположениями и подтверждаются лишь косвенно. Одним из главных, определяющих сущность процесса, свойств, как газожидкостной

смеси, так и продуктов разрушения, является их полидисперсность. Это обстоятельство исключает построение математической модели взаимодействия без принятия ряда допущений. Единственным, практически применимым, является здесь путь некоторой «идеализации» формы и размера частиц шлама и продуктов разрушения. В результате этого можно прийти к постановке и решению конкретных задач транспортировки продуктов разрушения. Проведенными ранее исследованиями было показано, что именно реагенты-пенообразователи участвуют в прикреплении частички шлама к пузырьку газа и ее транспортировки на поверхность [3]. Такой механизм был назван молекулярным и предложен для объяснения стабилизации пен [4].

Практическое использование указанного механизма заключается в расчете прочности прикреплении частицы. Устойчивая транспортировка частиц шлама на поверхность возможна при условии, что ее собственный вес будет меньше суммы силы Архимеда, силы лобового сопротивления и силы обусловленной физико-химическим взаимодействием на границе раздела фаз. Ведущая роль последней составляющей была показана в работе [3]. Поэтому прочность прикреплении можно выразить уравнением

$$F=N^{\sigma}f, \quad (1)$$

где  $F$  – сила, удерживающая частицы разрушенной породы в слое газожидкостной смеси и обусловленная физико-химическим взаимодействием на границе раздела фаз;  $N^{\sigma}$  – количество пузырьков газа, соприкасающихся и перемещающих частицу сбоку;  $f$  – прочность прикреплении.

На первый взгляд уравнение (1) может показаться довольно простым. Действительно, правая часть его состоит из произведения только двух параметров. Однако такое заключение преждевременно, и в этом легко убедиться, рассмотрев величины  $N^{\sigma}$  и  $f$ .

Как уже неоднократно подчеркивалось [3], прочность прикреплении является отражением значительного числа физико-химических свойств поверхностей раздела; несомненно, что она является также и функцией геометрических размеров частиц разрушенной породы и ячеек пенной газожидкостной смеси. Одновременный контакт большого числа пузырьков газа с поверхностью частицы шлама и полидисперсность газожидкостной смеси, вообще делают параметр  $N^{\sigma}$  трудноопределимым, и без принятия некоторых допущений его учет в уравнении (1) невозможен.

Из практики бурения известно, что концентрация ПАВ в газожидкостных смесях составляет всего 1–2 % (в исключительных случаях она доходит до 5 %). Однако это придает газожидкостным смесям, а в особенности пенам, высокую несущую способность в сравнении с любыми другими очистными агентами. Некоторые авторы утверждают, что по выносной способности пена превосходит воду в 10 раз. Это является подтверждением правильности рассмотрения механизма взаимодействия фаз именно с позиций физикохимии и признания за адсорбционными свойствами ведущей роли.

Ранее было показано [8], что пенную газожидкостную смесь можно рассматривать как поверхность, способную концентрировать в себе частицы шлама; причем, закрепление в ней этих частиц обусловлено взаимодействием свободных поверхностных энергий. В процессе захвата пузырьком частицы разрушенной породы происходит адсорбция молекул ПАВ, которыми «армированы» пленки газожидкостной смеси.

Нетрудно предположить, что обозначенные концентрации ПАВ не позволяют говорить о предельном заполнении их молекулами поверхности пузырьков газа, особенно если учесть, высокоразвитость поверхности пенных газожидкостных смесей. Поэтому в таких условиях целесообразно говорить о преимущественном взаимодействии адсорбционных слоев не по всей площади контакта пузырьков пены с частицей шлама, а на наиболее активных местах.

Согласно представлениям о поверхностной энергии твердых тел [9, 10], наиболее активными участками вновь образованных частиц шлама являются их ребра и углы. Таким образом, для дальнейших исследований, можно принять, что взаимодействие фаз осуществляется не по площади контакта, а по его длине или иными словами периметру.

## Выводы

Широкий спектр явлений обуславливающих механизм взаимодействия в системе «продукты разрушения – газожидкостная смесь», необходимость разработки адекватной модели процесса требуют дальнейших теоретических и экспериментальных исследований

## Библиографический список

1. Давиденко А. Н., Игнатов А. А. О взаимодействии газожидкостных смесей с продуктами разрушения при бурении скважин // *Наук. вісн. НГУ.* – 2008. – № 12. – С. 75 – 77.
2. Давиденко А. Н., Игнатов А. А. Теоретические предпосылки взаимодействия газожидкостных смесей с продуктами разрушения при очистке скважин // *Наук. вісн. НГУ.* – 2009. – № 10. – С. 79 – 80.
3. Давиденко А. Н., Игнатов А. А. Оценка условий транспортировки продуктов разрушения при строительстве скважин // *Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент-техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр.* – К.: Изд-во ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины – Вып. 13. 2010. – С. 82 – 86.
4. Bartsch O. Uber Schaumsysteme // *Kolloid. Chem/ Beihefte.* – 1924. – В. 20. – S. 26 – 77.
5. Wilkes Ted Foam: a value-added drilling tool // *Hart's E and P.* – 2000.v. 73, No 2. – P. 79-81.
6. Мураев Ю. Д. Газожидкостные системы в буровых работах. – СПб.: Изд-во СПбГГИ, 2004. – 124 с.
7. Яковлев А. А. Газожидкостные промывочные и тампонажные смеси (комплексная технология бурения и крепления скважин). – СПб.: Изд-во СПбГГИ, 2000. – 144 с.
8. Игнатов А. А. Особенности процессов протекающих в системе «очистной агент – продукты разрушения» при бурении скважин // *Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників - 2010».* – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2010. – С. 153-157.
9. Кузнецов В. Д. Поверхностная энергия твердых тел. – М. – Л.: Гостехиздат, 1954. – 220 с.
10. Ребиндер П. А., Шрейнер Л. А., Жигач К. Ф. Понизители твердости в бурении. – М.: Изд-во АН СССР, 1944. – 200 с.

© Давиденко А. Н., Игнатов А. А., 2011.

## Анотація

Приведений аналіз особливостей фізико-хімічних процесів, що протікають на межі розділу фаз, при очищенні свердловини від продуктів руйнування газорідними сумішами. Показана провідна роль явищ адсорбції в механізмі утворення комплексів «продукти руйнування - газорідна суміш».

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

## Abstract

The subject of the article is a method of cleaning of bore holes is gasliquid from the products of destruction. The features of physical and chemical processes of flowing on the interface are considered at the indicated method. The leading role of the phenomena of adsorption is shown in the mechanism of formation of complexes «products of destruction are gasliquid».

Keywords: borehole, gasliquid, products of destruction, adsorption, surfactant, interface, foam.