

УДК 663.18:579.69

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ БУРОВЫХ ШЛАМОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПОЛИСАХАРИДЫ

© 2013 Е.В. Максина¹, А.О. Гурьянова¹, В.В. Ермаков¹, Д.Е. Быков¹, А.В. Лямин²

¹Самарский государственный технический университет

²Самарский государственный медицинский университет

Поступила в редакцию 30.09.2013

В работе предложен новый подход к переработке буровых шламов, содержащих полисахариды. В рамках произведенного экспериментального исследования выявлена возможность применения биологического метода для разложения молекул полисахаридов (на примере карбоксиметилцеллюлозы), входящих в состав бурового раствора.

Ключевые слова: буровой шлам, карбоксиметилцеллюлоза, ферментативное разложение, утилизация, отходы бурения, биодеструкция полисахаридов

С каждым годом проблема утилизации отходов при бурении артезианских, нефтяных и газовых скважин становится острее из-за совершенствования свойств буровых растворов, не всегда безопасных для окружающей среды, специальными реагентами. Адаптировать буровой раствор к конкретным условиям бурения – непростая задача. Однако, еще сложнее утилизировать отход с максимально положительным экологическим и экономическим эффектом. Отработанный буровой раствор и буровой шлам помимо исходных компонентов содержат в своем составе выбуренную горную породу, а также флюиды, содержащиеся во вскрываемых пластах. В зависимости от исходного раствора и веществ, попавших в него в результате бурения, класс опасности отхода для окружающей среды может быть различным.

На сегодняшний день самой распространенной технологией обезвреживания шламов (помимо захоронения) является сжигание, при этом не требуется предварительной подготовки отхода. Объем переработанного продукта сжигания в десятки раз меньше объема исходного шлама, однако при использовании термического метода происходит поступление в атмосферу большого количества вредных газов, требующих очистки. Кроме того, как правило, влажность шламов очень высока, поэтому для их сжигания необходимо большое количество энергии. Далеко не каждый регион нашей страны может позволить себе даже такую технологию, не

говоря уже о физико-химических способах переработки отходов бурения.

Особую проблему для утилизации представляют отработанные буровые растворы и буровой шлам, которые содержат в своем составе молекулы полимеров. Известно, что одно из важнейших требований, предъявляемых к промывочной жидкости, это наличие у нее способности изолировать проницаемые пласты, вскрываемые долотом, путем образования тонкой малопроницаемой фильтрационной корки. При отсутствии такой фильтрационной корки промывочная жидкость будет непрерывно проникать в проницаемый пласт [1]. Применение полимеров в составе буровых промывочных жидкостей и буровых растворов позволяет эффективно понижать фильтрацию. Считается, что лучшей полимерной основой для буровых растворов служат реагенты полисахаридной природы – производные целлюлозы и крахмала, которые проявляют высокие эксплуатационные свойства, одновременно легко подвергаются деструкции и тем самым сохраняют естественную проницаемость коллекторов [2], при этом не загрязняя окружающую среду. Основные реагенты этой группы: крахмал; модифицированный крахмал (МК); карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ-500, 600, 700) и ее зарубежные аналоги FINOGELL, FIN-FIX и др.; КМЦ марки «Торос-2» буровая. Их широко применяют по всему миру для вскрытия продуктивных пластов [1]. Существует группа реагентов-понижителей фильтрации, которая включает в себя полисахариды, акриловые полимеры, гуматные реагенты и лигносульфонаты (КССБ) [1].

Важным вкладом в совершенствование растворов с низким содержанием твердой фазы было применение ксантановой смолы, образующейся в результате жизнедеятельности микроорганизмов ксантомоноскомпестрис [1]. Данный полимер хорош тем, что обеспечивает высокую несущую способность раствора на пресной или минерализованной воде. При бурении скважин популярностью

Максина Елена Викторовна, аспирантка

Гурьянова Алена Олеговна, аспирантка

Ермаков Василий Васильевич, кандидат технических наук, ассистент кафедры «Химическая технология и промышленная экология». E-mail: wassiliy@rambler.ru

Лямин Артем Викторович, кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры общей и клинической микробиологии, иммунологии и аллергологии. E-mail: avlyamin@rambler.ru

Быков Дмитрий Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Химическая технология и промышленная экология». E-mail: rector@samgtu.ru

пользуются полимерные буровые растворы на основе синтетических полимеров. Основные реагенты этой группы: гидролизированный полиакрилонитрил (гипан), а также его аналоги: отечественные (гивпан-Н, порошкообразный акриловый полимер – ПАП, полимер «Унифлок») и зарубежные (СУРАН); НР-5 (нитронный реагент); полиакриламид (ПАА) и его зарубежные аналоги: DK-DRIL, Cydril – 5110, 400, 5300, метасол, сополимер M-14BV, лакрис 20 [1].

Известны полимерные недеспергирующие буровые растворы, представляющие собой высокомолекулярные полимеры (акрилаты, полисахариды), структурированные малыми добавками бентонита. Они используются для массового бурения эксплуатационных и разведочных скважин в отложениях, характеризующихся высоким содержанием глин, в том числе (до 80%) высококоллоидальных и потенциально неустойчивых, и в крепких, устойчивых карбонатно-глинистых разрезах, а также для вскрытия продуктивных пластов [1]. Для предотвращения обогачения их выбуренной породой в состав раствора вводят специальные реагенты-флокулянты селективного действия (например, гидролизированный полиакриламид – ПАА) [1], наличие которого составляет проблему при обезвоживании бурового шлама. Для получения ингибирующего калиевого раствора, эффективного при бурении неустойчивых глинистых сланцев, применяются калиевые целлюлозные полимеры – калиевая карбоксиметилцеллюлоза (К-КМЦ) и калиевая полианионная целлюлоза (К-ПАЦ), использование которых приводит к сокращению стоимости бурения из-за сокращения затрат времени на борьбу с осложнениями. Таким образом, применение буровых растворов на основе полимеров является необходимостью для нефтяной и горной индустрии.

Безусловно шлам, содержащий полимеры различной природы, безопаснее нефтесодержащего отхода бурения, однако сложность обезвоживания полимерсодержащих буровых шламов приводит к проблемам его дальнейшей утилизации. Переработка данного отхода для адекватной его транспортировки на места захоронения отходов или использования в качестве вторсырья для каких-либо технологических процессов требует необходимости сократить объемы шлама в десятки раз, что невозможно без его предварительного обезвоживания. Разложение таких полимеров, как КМЦ, ПАА, ксантановая смола, химически может осуществляться только под воздействием сильных кислот, что является нежелательным с экологической и экономической сторон. В отсутствие развитой инфраструктуры и невозможности использования крупногабаритных установок для переработки такого рода отходов в некоторых районах Крайнего Севера необходимость применения биологических методов очевидна. Особый потенциал при разложении полимерсодержащих веществ заключается в себе процесс ферментативного гидролиза, при котором сложная молекула полимера расщепляется на мономеры. Такое разложение может осуществляться с помощью добавления синтетических

ферментов или бактерий и актиномицетов, в процессе жизнедеятельности которых образуются ферменты класса гидролаз. Продукты гидролиза безопасны для окружающей среды и легко усваиваются бактериями и дрожжевыми грибами. Такой способ позволяет провести высокоэффективное обезвоживание шлама без применения энергоемких и ресурсозатратных методов.

Безусловно, многие полисахариды способны быстро разлагаться под влиянием естественных факторов, в частности, при микробиологическом воздействии. Однако уже давно изобретены способы предотвращения ферментативного разложения природного полимера в буровых растворах:

- увеличение щелочности бурового раствора до 11,5-12,0 pH;
- поддержание солености бурового раствора не ниже 20%;
- добавка к буровому раствору различных антиферментаторов (бактерицидов), подавляющих жизнедеятельность бактерий;
- введение в буровой раствор полисахарида, предварительно обработанного бактерицидной добавкой – полимеризованным мономером диметилдиаллиламмоний хлорида – водорастворимым полиэлектролитом катионного типа в количестве 0,2-0,4 мас.% от объема бурового раствора, что позволяет удешевить используемый буровой раствор, повысить технологичность его приготовления и увеличить проходку на долото [3].

В настоящей работе проводились исследования по подбору культуры, способной обезвоживать буровой шлам и отделять его полимерную основу от минеральных примесей с последующим ее гидролизом. Опыты проводились на модельных растворах карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), а также на буровом шламе, содержащем в своем составе и полисахариды, и полимеры синтетической природы для подтверждения положительного эффекта от применения выбранного биологического материала. Биологическими культурами при проведении экспериментов служили: отход пивоварения, плесневые грибы, дрожжевые грибы. В результате было установлено, что при проведении экспериментов на модельных растворах КМЦ наибольшим эффектом обезвоживания обладает отход пивоварения. Это можно объяснить тем, что микроорганизмы, естественно иммобилизованные на пищевом материале, находясь в исследуемом растворе, используют в качестве питательного вещества не только молекулу полисахарида, но и субстрат, на котором они осуществляют свою жизнедеятельность. О гидролизе полисахаридов свидетельствовало изменение кинематической вязкости раствора уже через несколько суток после добавления отхода пивоварения (ОП), как в натуральном виде, так и в высушенном (рис. 1).

Дрожжевые грибы вовсе не показали положительного результата, что объясняется сложностью усвоения большой молекулы полисахарида данным биологическим видом. Бактерии и плесневые грибы проявили способность к гидролизу КМЦ, но данным культурам, в отличие

от ОП, потребовалось намного больше времени, чтобы разложить молекулу полисахарида. При проведении исследования на буровом шлеме сообщество бактерий и плесневых грибов показало наилучший результат в отношении разделения минеральных примесей от полимерной основы отхода бурения. Микробиологический анализ инокулирующих сред показал наличие широкого спектра бактерий помимо дрожжевых и плесневых грибов.

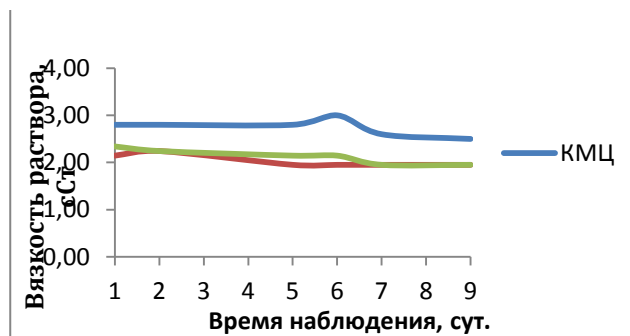


Рис. 1. Изменение вязкости раствора с течением времени

Выводы: биологический метод применим к процессу гидролиза полисахаридов, находящихся в буровых шламах. Между тем существует необходимость в селекции отдельных видов микроорганизмов, которые непосредственным образом участвуют в деструкции молекул полимеров, а также в создании благоприятных условий для их размножения. Существует необходимость индивидуального подхода при осуществлении биологического разложения полимеров.

Работа выполнена в соответствии с государственным контрактом № 14.740.11.1096 в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Овчинников, В.П. Буровые промывочные жидкости / В.П. Овчинников, Н.А. Аксенова // учеб. пособие для вузов. – Тюмень: Изд-во «Нефтегазовый университет», 2008. 309 с.
2. Гаришина, О.В. Разработка и исследование рецептур безглинистых буровых растворов на основе полисахаридов для первичного вскрытия продуктивных пластов (на примере Пермского Прикамья): автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень, 1999. 22 с.
3. А.с. С09К7/02 № 210903. Способ предотвращения ферментативного разложения полисахарида в буровых растворах.

RESEARCH THE OPPORTUNITY OF BIOLOGICAL UTILIZATION OF THE DRILLING SLUDGE, CONTAINING POLYSACCHARIDES

© 2013 E.V. Maksina¹, A.O. Guryanova¹, V.V. Ermakov¹, D.E. Bykov¹, A.V. Lyamin²

¹ Samara State Technical University

² Samara State Medical University

In work the new approach to processing the drill sludge containing polysaccharides is offered. Within the made pilot study possibility of application the biological method for decomposition the polysaccharides molecules (on the example of carboxymethylcellulose), as a part of drill fluid is revealed.

Key words: *drill sludge, carboxymethylcellulose, fermentative decomposition, utilization, drilling waste, biodestruction of polysaccharides*

Elena Maksina, Post-graduate Student

Alyona Guryanova, Post-graduate Student

Vasiliy Ermakov, Candidate of Technical Sciences, Assistant at the Department "Chemical Technology and Industrial Ecology".

E-mail: wassiliy@rambler.ru

Artem Lyamin, Candidate of Medicine, Senior Lecturer at the Department of Common and Clinical Microbiology, Immunology and Allergology. E-mail: avlyamin@rambler.ru

Dmitriy Bykov, Doctor of Technicial Sciences, Professor, Head of the Department "Chemical Technology and Industrial Ecology".

E-mail: rector@samgtu.ru