

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ЗАРЯДОВ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Ключевые слова: комбинированный заряд, энергонасыщенный материал, скорость горения.

В работе выполнены исследования опытных образцов комбинированных зарядов. Выявлено, что предложенные комбинированные заряды можно рекомендовать для дальнейших исследований в области оценки безопасности и эффективности функционирования в промышленных условиях.

Keywords: combined charge, energy-materials, burning rate.

In work research prototypes combined charges was carried. Revealed that the proposed combined charges can be recommended for further research in the field of safety assessment and performance in industrial environments.

Введение

Одним из способов повышения нефтеотдачи пластов является технология термоимплозионной обработки скважины, которая заключается в прогреве обрабатываемого интервала газообразными продуктами горения энергонасыщенного материала термоисточника, с последующим выносом расплавленных парафиновых отложений [1,2,3,4]. Другим эффективным способом интенсификации нефтеотдачи является технология газодинамического разрыва пласта (ГДРП). Для проведения ГДРП применяются различные устройства на основе пороховых и твердотопливных зарядов [5]. Комплексное использование этих способов может повысить эффективность обработки, т.к. в этом случае импульс давления для осуществления ГДРП будет создаваться в очищенных от парафинов и других отложений перфорационных каналах. Комплексный способ может быть реализован с помощью комбинированных зарядов, сочетающих медленногорящий энергонасыщенный материал, способствующий длительному прогреву пласта и расплавлению парафиновых отложений и быстрогорящий заряд, создающий высокий импульс давления газообразных продуктов горения.

Экспериментальная часть

В работе выполнены исследования опытных образцов комбинированных зарядов, в которых энергонасыщенный материал с низкой скоростью горения содержит 72% нитрата аммония, 25% эпоксидного компаунда и 3% бихромата калия. Энергонасыщенный материал, предназначенный для создания высокого импульса давления состоял из аммония хлорнокислого (АХ) и гексахлорэтана (ГХЭ) с соотношением компонентов 82,5/17,5 и 90/10 мас. Основными характеристиками, определяющими эффективность работы энергонасыщенных материалов в скважинных условиях, являются скорость горения и ее зависимость от давления. Исследования выполнялись в испытательном стенде, имитирующем условия скважины по наличию жидкой среды и повышенному давлению, оснащенного станцией регистрации давления, позволяющей регистрировать изменение давления газообразных продуктов в процессе горения опытных образцов.

На рис. 1 представлена типичная кривая изменения давления от времени горения комбинированного заряда, состоящего из медленногорящего состава массой 50 г и состава АХ с ГХЭ с отношением 82,5% к 17,5% соответственно. Результаты обработки двух параллельных экспериментов показывает, что скорость горения высокоимпульсного энергонасыщенного материала составила 477 мм/с в диапазоне давлений 35-16,1 МПа и 410 мм/с в диапазон давлений 4,2-13,7 МПа.



Рис. 1 – Зависимость давления в стенде от времени горения комбинированного заряда (АХ/ГХЭ = 82,5/17,5)

На рис. 2 представлена типичная кривая давления аналогичного комбинированного заряда с соотношением компонентов в высокоимпульсном энергонасыщенном материале АХ/ГХЭ = 90/10. Результаты показывают, что в диапазоне давлений 2,8-14,8 МПа, скорость горения составляет 1105 мм/с, а в интервале 4,0-21,2 МПа составляет 1350 мм/с.

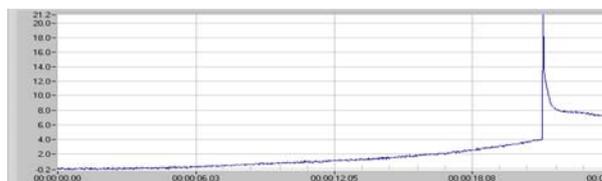


Рис. 2 – Зависимость давления в стенде от времени горения комбинированного заряда (АХ/ГХЭ = 90/10)

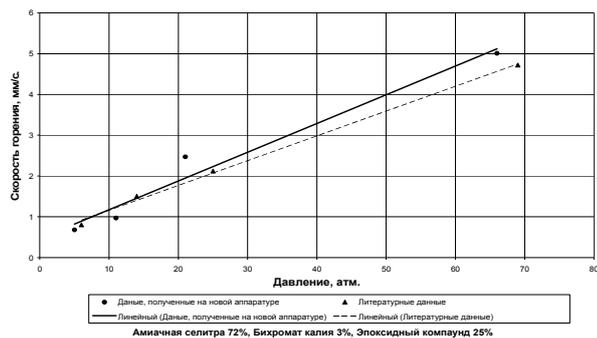
Данная методика позволяет одновременно определить скорость горения каждого из энергонасыщенных материалов комбинированного заряда. В таблице, приведенной ниже представлены результаты обработки экспериментальных данных

по определению скорости горения составов в различных интервалах давлений и в зависимости от рецептуры.

Таблица 1 – Скорости горения медленногорящего состава

Рецептура	Интервал давлений, МПа	Скорость горения, мм/с
Аммиачная селитра 72%, бихромат калия 25%, эпоксидный компаунд 3%	0-10	0,68
	0-42	2,47
	0-22	0,97
	55-77	5,01
Аммоний хлорноокислый 82,5%, гексахлорэтан 17,5%	3,5-16,1	477,02
	4,2-13,7	410,05
Аммоний хлорноокислый 90%, гексахлорэтан 10%	2,8-14,8	1105,11
	4,0-21,2	1305,21

На рис. 3 представлена зависимость скорости горения медленногорящего состава в зависимости от среднего давления. Установлено, что скорость горения увеличивается с ростом давления, и составляет около 5 мм/с, при среднем давлении 66 атм. Полученные данные согласуются с ранее проведенными исследованиями данного состава с использованием в качестве регистрирующей аппаратуры тензодатчиков в комплексе с осциллографом Н145.



Состав: аммиачная селитра - 72 %, бихромат калия – 3 %, эпоксидный компаунд - 25 %

Рис. 3 – Зависимость скорости горения медленногорящего энергонасыщенного материала от давления

Из таблицы видно, что содержание АХ в значительной степени влияет на скорость горения. При увеличении содержания АХ с 82,5% до 90% способствует увеличению скорости горения более чем в 2 раза. Графические зависимости скорости горения от среднего давления в интервале горения (рис. 4) для составов, содержащих 82,5% и 90% АХ, показывают, что при содержании АХ более 82,5% давление незначительно влияет на скорость горения. В то же время, содержание АХ влияет на скорость горения значительно. Это позволяет варьировать

функциональные характеристики устройства в зависимости от геологических условий залегания нефтяных пластов (то есть в зависимости от скважинного давления).

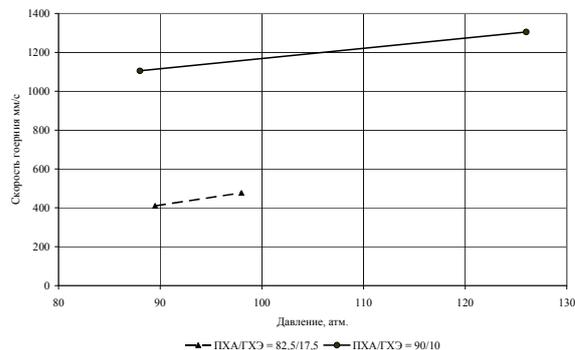


Рис. 4 – Зависимость скорости горения высокоимпульсного энергонасыщенного материала от давления

Заключение

Таким образом, исходя из полученных результатов можно рекомендовать предложенные комбинированные заряды и высокоимпульсные энергонасыщенные материалы на основе АХ для дальнейших исследований в области оценки безопасности и эффективности функционирования в промышленных условиях.

Литература

- Мокеев А.А. Экспресс-технологии термогазоокислотно-имплозионного воздействия и термогазоимпульсных давлений для обработки нефтяных скважин. Возможности комплексного использования / А.А. Мокеев, И.Ф. Садыков, А.А. Марсов // Повышение нефтеотдачи пластов на поздней стадии разработки нефтяных месторождений и комплексное освоение высоковязких нефтей и природных битумов: Материалы Международной научно-практической конференции. – Казань 2007: Изд-во «Фэн» - 726 с.
- Садыков И.Ф. Композиция термоисточника для обработки призабойной зоны скважины / И.Ф. Садыков, А.А. Мокеев, А.А. Марсов, Р.Р. Хузин, Ф.З. Гареев // Патент РФ на изобретение №2436827 от 20.12.2011 бюл. №35.
- Мокеев А.А. Разработка состава топлива газогенератора для обработки нефтяных скважин / А.А. Мокеев, С.В. Чипига, И.Ф. Садыков, А.А. Марсов // Вестник Казанского технологического университета. – Казань, КНИТУ, 2012, №7, с.168-171.
- Бадретдинова Л.Х. Способ обработки призабойной зоны пласта жидким горюче-окислительным составом / Л.Х. Бадретдинова, И.Ф. Садыков // Вестник Казанского технологического университета. – Казань, КНИТУ, 2014. - т.17. - №4. - С.254-256.
- Ибрагимов Л.Х., Мищенко И.Т., Челоянц Д.К. Интенсификация добычи нефти. – М.: Наука, 2000. – 414 с.

© А. А. Мокеев – канд. техн. наук, доц. кафедры ТТХВ КНИТУ, alexander_mokeev@mail.ru; А. С. Сальников – асп. той же кафедры, lucifer21@yandex.ru; Л. Х. Бадретдинова – канд. техн. наук, асс. той же кафедры, salamandra_1985@mail.ru; А. П. Евдокимов – магистр той же кафедры; А. А. Марсов – канд. техн. наук, доц. той же кафедры.

© А. А. Mokeev – PhD, Associate Professors of department of Technology of Solid Chemical Substances KNRTU, alexander_mokeev@mail.ru; А. S. Salnikov – Graduate student of the same department, lucifer21@yandex.ru; L. Kh. Badretdinova – PhD., Ass. of the same department, salamandra_1985@mail.ru; А. P. Evdokimov – Master Degree of the same department; А. А. Marsov – PhD, Associate Professors of the same department.