

Введение Одним из способов повышения нефтеотдачи пластов является технология термоимплюзионной 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 хлорнокислый 82,5%, гексахлорэтан 17,5%	3,5-16,1	477,02
	4,2-13,7	410,05
Аммоний хлорнокислый 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.