

**PhD., доцент Шуханова Ж.К., магистр Джусенов А.У.,
магистр Ерменов С.М., магистр Шегенова Г.К., магистр Касимова Ж.Ж.**

*Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Республика
Казахстан*

Выбор жидкости гидроразрыва и пропанта для заполнения трещин

Для гидроразрыва пласта применяют два типа рабочих жидкостей. Они различаются по физико-химическим свойствам. Первый тип жидкостей это жидкости на углеводородной основе. Эти жидкости применяют при проведении ГРП на эксплуатационных скважинах, через которые извлекается нефть и газ. Второй тип жидкостей это жидкости на водной основе. Они используются при проведении ГРП на нагнетательных скважинах, с помощью которых поддерживается пластовое давление.

В качестве углеводородных жидкостей применяют нефть повышенной вязкости, мазут, дизельное топливо или керосин, загущенные нафтеноными мылами.

К жидкостям на водной основе относятся водный раствор сульфита спиртовой барды, растворы соляной кислоты, вода, загущенная различными реагентами, а также загущенные растворы соляной кислоты. Жидкости разрыва должны быть слабофильтрующимися и хорошо удерживать взвешенный в ней пропант. Это исключит возможность оседания пропанта в цилиндрах насоса, элементах обвязки, трубах и на забое скважины.

Для обеспечения таких показателей, жидкости разрыва в первую очередь должны быть высоковязкими. Высокая вязкость предотвратит быстрое проникновение жидкости вглубь пласта и таким образом надёжно держать требуемую величину давления в зоне гидроразрыва. Во-вторых, наличие в разрезе скважины нескольких продуктивных пропластков необходимо обеспечить по возможности равномерный профиль приемистости. Для этого ньютоновские жидкости не подходят, так как количество поступающей жидкости в каждый пропласток будет пропорционально его проницаемости. Поэтому лучше будут

обрабатываться высокопроницаемые пропластки и, следовательно, эффект от проведения гидроразрыва будет снижен. Для гидроразрыва необходимо использовать жидкость, вязкость которой зависит от скорости фильтрации. Если с увеличением скорости фильтрации вязкость возрастает, то при движении в высокопроницаемом пропластке вязкость жидкости будет выше, чем низкопроницаемом. В результате профиль приемистости становится более равномерным. Подобной фильтрационной характеристикой обладают вязкоупругие жидкости.

При низкой вязкости жидкости разрыва для достижения давления разрыва требуется закачка в пласт большого объёма жидкости, что связано с необходимостью использовать несколько одновременно работающих насосных агрегатов. При высокой вязкости жидкости разрыва для образования трещин требуются высокие давления.

В зависимости от проницаемости пород оптимальная вязкость жидкости разрыва колеблется в пределах 50 – 500 сП.

Как было отмечено выше, жидкости разрыва должны быть слабофильтрующимися и обладать высокой удерживающей способностью в отношении взвешенного в ней пропанта. Эти два свойства находятся в прямой зависимости от вязкости жидкости. Более вязкие жидкости, как, например, мазуты имеют удовлетворительную вязкость только при температуре ниже 20 °С. В продуктивных пластах температура достигает 130 – 150 °С. Сырые нефти и вода, имеют низкую вязкость и в большинстве случаев хорошо фильтруются. Поэтому перечисленные жидкости не рекомендуется использовать в чистом виде при гидроразрывах. Повышение вязкости и уменьшение фильтруемости жидкостей разрыва достигается введением в них соответствующих загустителей. Такими загустителями для углеводородных жидкостей являются соли органических кислот, высокомолекулярные и коллоидные соединения нефти (например, нефтяной гудрон) и другие отходы нефтепереработки.

Значительной вязкостью и высокой песконесущей способностью обладают некоторые нефти, керосинокислотные, нефтекислотные, а также водонефтяные эмульсии [1-2].

Такие жидкости используют в качестве жидкости разрыва и жидкости песконосителя при разрыве пластов в нефтяных скважинах.

В нагнетательных скважинах при гидравлическом разрыве используют загущенную воду. Для загущения применяют сульфит-спиртовую барду (ССБ) и другие производные целлюлозы, хорошо растворимых в воде и имеющих низкую фильтруемость.

В зависимости от концентрации сухих веществ ССБ бывает двух видов – жидккая и твёрдая. Вязкость исходного жидкого концентрата 1500 – 1800 сП. Добавка воды к растворам ССБ ведёт к быстрому понижению вязкости и способствует быстрому вымыванию ССБ водой из пористого пространства и восстановлению приемистости. Раствор ССБ обладает хорошей удерживающей способностью и низкой фильтруемостью. Для разрыва в основном применяется раствор ССБ с вязкостью 250-800 сП.

В последнее время в качестве жидкости песконосителя применяют загущенную ССБ концентрированную соляную кислоту (40% HCl и 60% ССБ). Применение такой жидкости разрыва позволяет сочетать процесс гидроразрыва с химическим воздействием на призабойную зону. В смеси с ССБ соляная кислота медленно реагирует с карбонатами (2 – 2,5 часа против 30 – 40 минут при использовании чистого раствора HCl). Это даёт возможность по трещинам, образовавшимся при гидроразрыве, продавить глубоко в пласт химически активную соляную кислоту и обработать призабойную зону пласта на большом удалении от ствола скважины. При гидроразрыве пласта в условиях высоких пластовых температур (130 – 150 °C) вязкость 20 и 24% растворов ССБ с повышением температуры до 90 °C резко понижается до 8 – 0,6 сП. При таких высоких температурах вязкости этих растворов приближаются к вязкостным свойствам воды.

Поэтому в качестве эффективной жидкости разрыва и песконосителя, обладающей хорошей пескоудерживающей способностью и слабой фильтруемостью, применяют водные растворы КМЦ – 500 (карбоксиметилцеллюлоза) в пределах 1,5 – 2,5% с добавкой иногда хлористого натрия до 20 – 25%. [3].

Цель заполнения пропантом трещин – предупреждение их смыкания и сохранение в открытом состоянии после снятия давления ниже величины давления разрыва. Поэтому к пропанту предъявляются следующие требования:

1 – пропант должен иметь достаточную механическую прочность, чтобы не разрушаться в трещинах под действием веса породы;

2 – сохранять высокую проницаемость.

Первым пропантом (расклинивающим агентом), который отвечал этим требованиям, и стал использоваться в ГРП, был речной песок. Пропант – песок используют в скважинах глубиной до 2400 метров. В дальнейшем были разработаны искусственные пропанты из керамических сплавов. Они более прочны и используются в скважинах глубиной более 2400 метров.

Ежегодное потребление проппандов составило 2.2—2.4 миллиона тонн по состоянию на 2006 год. Наибольшую долю, около 2 млн тонн, составляли отсортированные речные кварцевые пески, со стоимостью порядка 70 долларов США за тонну. Покрытый полимерами песок составлял около 180 тысяч тонн, со стоимостью около 350 долларов за тонну. Наиболее приемлемой фракцией для гидроразрыва пласта является песок с размерами зёрен от 0,5 до 1,0 мм.

Несмотря на высокую стоимость, составляющую 650-750 долларов за тонну, керамические искусственные пропанты производятся и реализуются в объеме 200 тысяч тонн ежегодно.

Основные производители синтетических керамических проппандов расположены в США и Бразилии, Россия. Чем больше размер и протяжённость создаваемых трещин, тем выше эффект от ГРП. Создание трещин большой протяжённости достигается закачкой больших количеств проппанта. Практический опыт показывает, что при ГРП в скважину закачивают от 4 до 20 тонн проппанта. Концентрация проппанта в жидкости песконосителе зависит от фильтруемости и удерживающей способности и колеблется от 100 до 600 кг на 1 м³ жидкости.

Литература

1. Обзор современных методов повышения нефтеотдачи пласта petros.ru/worldmarketoil/?action=show&id=267
2. Алиев З.С., Шеремет В.В. Определение производительности горизонтальных скважин, вскрывших газовые газонефтяные пласты. – М.: Недра, 1995. – 131 с.
3. Применение гидравлического разрыва пласта. Перевод с англ. Малахов / Jennings A.R., Enhanced P.E. – 2003.