

**Андрей И. Иванов\***

## **ТАМПОНАЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН НА НЕФТЬ И ГАЗ**

При бурении поисковых и разведочных скважин на нефть и газ в сложных геологических условиях часто возникают катастрофические поглощения промысловой жидкости. Необходимо принимать оперативные решения по их ликвидации. В связи с этим, актуальной задачей является разработка новых тампонажных составов и технологических приёмов для проведения изоляционных работ.

С целью предупреждения серьёзных аварий в бурящихся скважинах существуют различные методы и технические решения данной проблемы. Один из самых распространённых методов это установка цементного моста в зоне катастрофического поглощения. Несмотря на распространённость, этот метод является дорогостоящим и неоперативным, так как невозможно быстро организовать цементирование и требуемое количество тампонажной смеси может быть очень велико.

Более прогрессивным, но также не всегда эффективным, является метод оперативного тампонирувания скважин с помощью устройств, позволяющих осуществлять изоляционные работы с сухой таблетированной быстросхватывающей смесью. Недостатками этого метода являются:

- невозможно сразу после проведения доставки БСС в зону поглощения провести установку цементного моста без подъёма колонны бурильных труб, то есть непосредственно через устройство;
- таблетированная БСС обладает меньшей боковой площадью, чем гранулы и мелко дисперсные частицы реагента при одной и той же массе, а значит и меньшей поверхностью контакта с жидкостью в скважине, что замедляет процесс образования тампонирующего материала.

---

\* Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет) им. Г.В. Плеханова, Санкт-Петербург, Россия

Предлагается использовать новый отечественный водонабухающий полимер «Петросорб» для проведения изоляционных работ, который создаёт в трещинах и порах горных пород тампонирующие композиции, изолирующие свойства которых предопределяются их способностью удерживаться в объёме трещин и пор за счёт:

- высокой абсорбирующей способности полимера;
- большой степени объемного расширения (набухания) исходных частиц при соединении с водой или водосодержащей эмульсией;
- вязкоупругих свойств образующейся тампонажной системы;
- образования химических связей между функциональными группами полимера и горной породы и создания при этом значительных гидравлических сопротивлений течению жидкости через объём образовавшегося геля.

Суперабсорбент «Петросорб» – водонабухающий сополимер карбоновых кислот акрилового ряда, их эфиров и солей, представляет собой белый или слабоокрашенный порошок с дисперсностью  $\leq 3$  мм. При соприкосновении с водой интенсивно поглощает её (225 г/г в водопроводной воде), превращаясь в плотную гелеобразную массу с образованием отдельных гранул сечением до  $5 \div 8$  мм. Также надо заметить, что «Петросорб» ранее в бурении не применялся.

Размер гранул сухого суперабсорбента представляет интерес с двух сторон:

- зависимость интенсивности набухания суперабсорбента «Петросорб» от размера гранул;
- возможность применения реагента в пластах с кавернами, трещинами и порами разного размера.

К настоящему времени выполнены исследования гранулометрического состава реагента и влияния размеров гранул на интенсивность его набухания в водных растворах различной степени минерализации.

Определено, что около 68% товарного продукта составляют гранулы с размером более 2,0 мм, около 25% – с размером  $2,0 \div 1,0$  мм, 4% – с размером  $1,0 \div 0,5$  мм, 2% – с размером  $0,5 \div 0,25$  мм, и около 1% – с размером менее 0,25 мм (рис. 1).

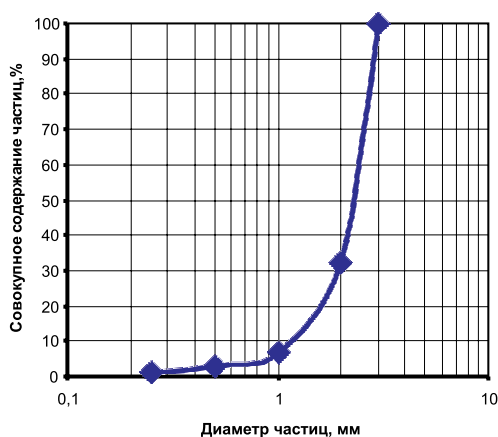
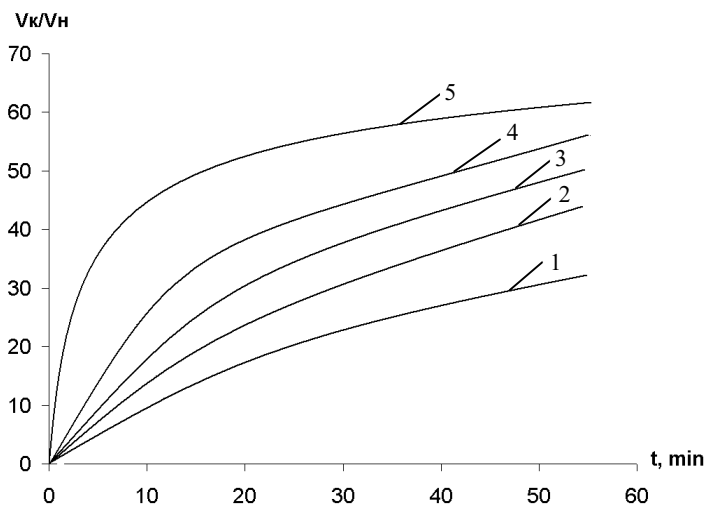


Рис. 1. Интегральная кривая гранулометрического состава суперабсорбента «Петросорб»

Скорость набухания суперабсорбента «Петросорб» увеличивается с уменьшением размера гранул. Такая зависимость обуславливается большей удельной поверхностью гранул меньшего размера при одинаковой массе, а значит и большей поверхностью контакта реагента с водой. Проведенный анализ интенсивности набухания гранул «Петросорба» показывает, что с повышением дисперсности частиц этот параметр возрастает ( $V_n$  – начальный объем суперабсорбента,  $V_k$  – конечный объем суперабсорбента после набухания). Так, например, на ранней стадии гидратации (10÷15 мин) частицы с наибольшей дисперсностью (<0,25 мм) увеличивают свой объем по сравнению с первоначальным в 45 раз, а наиболее крупные (>2,0 мм) – примерно в 10 раз (рис. 2).



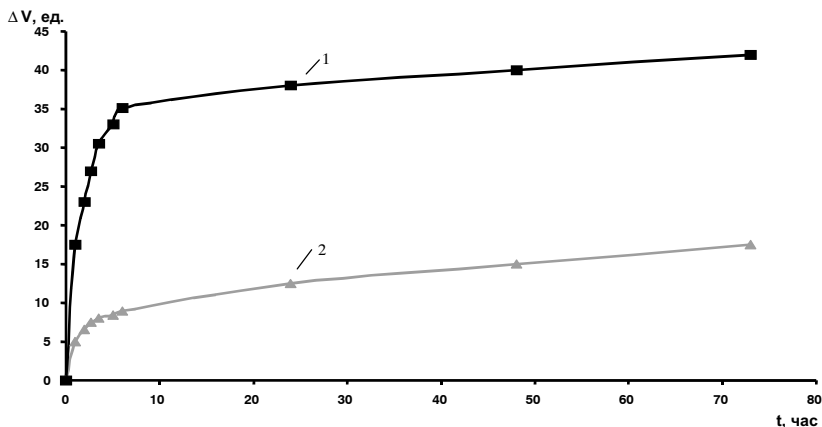
**Рис. 2.** Интенсивность набухания суперабсорбента «Петросорб» в воде. Размер гранул: 1 – >2,0 мм, 2 – 2,0÷1,0 мм, 3 – 1,0÷0,5 мм, 4 – 0,5÷0,25 мм, 5 – <0,25 мм

По результатам исследования зависимости интенсивности набухания суперабсорбента «Петросорб» от температурных условий установлено, что скорость набухания гранул «Петросорба» увеличивается с повышением температуры.

Учитывая значительные объемы тампонажного материала, расходуемого при ликвидации поглощений, представляется актуальной задача разработки композиционных тампонажных составов «вода – бентонит – Петросорб». «Петросорб» в смеси с глинопоршком в соотношении 1:2 позволяет увеличить объём набухания в течение первых пяти часов в 5 раз по сравнению с глинистым раствором (рис. 3).

Важным критерием технологичности применения реагентов – модификаторов при создании тампонажной завесы является их способность сохранять эффективность при использовании в минерализованных средах.

Степень минерализации воды отрицательно сказывается на относительном набухании ( $V_k/V_n$ ) суперабсорбента, однако его водопоглотительная способность продолжает оставаться достаточной для использования в тампонажных смесях.



**Рис. 3.** Кинетика изменения объема ( $\Delta V$ ) глинопорошка и реагента в дистиллированной воде.  
1 – глинопорошок + «Петросорб»; 2 – глинопорошок

Так, поглощательная способность реагента в растворе NaCl с концентрацией 50 г/л снижается на порядок по отношению к затворенному на водопроводной воде, однако дальнейшее увеличение концентрации вплоть до 100 г/л существенным образом не отражается на этом показателе.

Делая первичные выводы по проведённым исследованиям, нужно добавить, что процесс ликвидации катастрофического поглощения с использованием суперабсорбента, можно сделать более оперативным и действенным, если использовать специальные технические средства и технологические приемы.

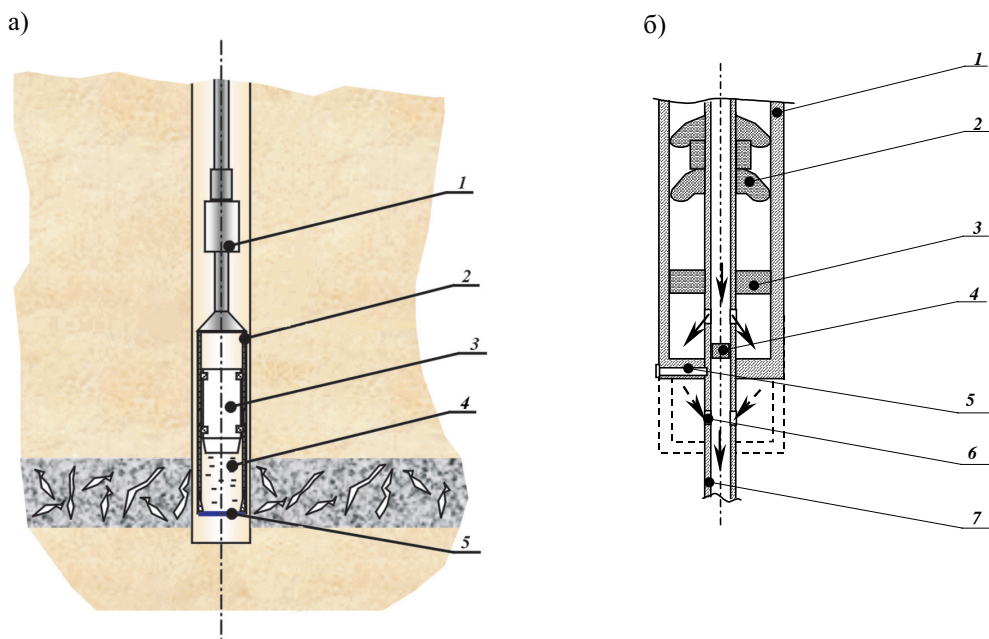
Далее предложены схемы закачки (доставки) «Петросорба» в зону катастрофического поглощения. Первая схема закачки довольно проста и рекомендуется к применению при малых глубинах. Работает она следующим образом:

1. Из ёмкости, в которой заготовлен буровой раствор с суперабсорбентом, производится закачка через колонну бурильных труб (КБТ) и породоразрушающий инструмент в зону поглощения.
2. С учётом интенсивности поглощения выбирается время закачки.

Вторая схема закачки (рис. 4) подразумевает использование устройства доставки, а также бóльшие глубины. Для перекрытия вышележащих горизонтов используется пакерующее устройство (рис. 4б).

1. Опускается устройство на КБТ в интервал поглощения. В контейнере устройства находится «Петросорб» с дизельным топливом (ДТ). ДТ используется как среда доставки.
2. Устройство ставится на забой, поворачивается КБТ для удаления срезной крышки.
3. Включается циркуляция и производится распакерка над контейнером. Распорное устройство представлено на рисунке 4б. Работает оно следующим образом:

- после включения промывки под действием давления корпус 1 распорного устройства перемещается вниз;
  - в определённой точке освобождается распор 2, находящийся в верхней части корпуса устройства, тем самым производится изоляция интервала работ;
  - при достижении нижнего положения (обозначено на рисунке 4б пунктиром) циркуляция идёт так, как показано на рисунке 4б стрелками (через циркуляционные отверстия б).
4. После включения буровых насосов, под действием напора бурового раствора выдавливается суперабсорбент с ДТ в зону поглощения.



**Рис. 4.** Схема закачки с использованием устройства доставки.

- а) Устройство доставки для закачки «Петросорб»: 1 – распорное устройство, 2 – корпус устройства доставки, 3 – поршень, 4 – полость с «Петросорбом» и дизельным топливом, 5 – срезная крышка;
- б) Пакерующее устройство: 1 – корпус, 2 – распор; 3 – перегородка, 4 – заглушка в трубе, 5 – срезной штифт, 6 – циркуляционные отверстия, 7 – КБТ

Также надо отметить, что при данном способе закачки возможна установка цементного моста, при это цемент прокачивается непосредственно через устройство доставки.

Третья предлагаемая схема аналогична первой, но есть особенность – по кольцевому пространству закачивается пресная вода (метод параллельной закачки) для ускорения набухания тампонажной смеси.

Таким образом:

- новый отечественный водонабухающий полимер «Петросорб» является супер-абсорбентом, имеющим высокую величину относительного набухания, что указывает на его потенциальную эффективность при использовании в качестве тампонажного материала для создания противofильтрационных завес;
- тампонирующую способность «Петросорба» можно существенно повысить при его совместном использовании с глинистым раствором;
- интенсивность набухания реагента можно регулировать изменением степени дисперсности исходного порошка;
- активность реагента «Петросорб» несколько снижается с повышением степени минерализации дисперсионной среды тампонажного раствора;
- для эффективного использования композиционных материалов описываемого типа необходимы технические средства и технологические приемы их оперативной доставки в зону катастрофического поглощения.