

УДК 622.765

И.Б. Катанов

РАЦИОНАЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ КОМПОНЕНТОВ В ПЕНОГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СОСТАВАХ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ

Свойство низкоплотной, пористой забойки на жидкой основе усиливать фугасное действие взрыва на массив в совокупности с возможностью пылеподавления обуславливает необходимость определения целесообразного соотношения в ее составе газообразного и жидкого компонентов.

Составы гидрогелей образуются при смешивании гелеобразующего вещества, в качестве которого чаще всего используется водный раствор жидкого стекла (Na_2SiO_3) по ТУ 6-18-68-75, с электролитом-коагулятором, например водным раствором аммиачной селитры ($NaNO_3$), соляной кислоты (HCl) или однозамещенным фосфатом натрия ($Na_2H_2PO_4$) [1]. Недостаток этих гидрогелей, применяемых в качестве забойки в том, что их тиксотропные связи, образуются примерно через 5 – 10 минут после смешивания компонентов. Поэтому при использовании гидрогеля в конструкции скважинного заряда в качестве забойки, он при контакте с зарядом ВВ успевает растворить часть аммиачной селитры. Известен пеногель, применяемый для изоляции нефтепродуктов и состоящий из водорастворимого полимера, ПАВ, спшивателя, солей минеральных кислот и воды[2]. Поскольку время гелеобразования зависит от дозировки исходных растворов, то концентрации гелеобразующих веществ должны быть достаточны для образования тиксотропных связей

и в то же время не должны увеличивать себестоимость взрывных работ.

Для этого необходимо решить целевую функцию, в которой увеличение скорости гелеобразования с одной стороны ограничиваются минимальными материальными затратами с другой стороны. Известно, что устойчивый гидрогель образуется на основе 4 % -ого раствора жидкого стекла. Поэтому при выборе гелеобразующего состава использованы 1 – 5 % растворы Na_2SiO_3 по ТУ 6-18-68-75. В качестве электролита коагулятора использовано гигроскопическое вещество – хлорид кальция двухводный ($CaCl_2$) по ГОСТ 4161-71 с концентрацией растворов от 0 до 10 %. Отличительной особенностью его является высокая скорость процесса структурирования геля.

При смешивании Na_2SiO_3 с $CaCl_2$ происходит реакция, при которой образуется малорастворимое вещество: $CaSiO_3 + 2 NaCl$. Так как $CaSiO_3$ имеет $PP = 4,4 \cdot 10^9$, то такой гель «схватывается» практически сразу после смешивания компонентов. Анализ результатов экспериментов показывает, что при малой концентрации электролита-коагулятора (от 0 до 1%) время гелеобразования относительно велико, а при его избытке ($\geq 5\%$) начинается процесс расслоения системы с видимым ее разрушением. Экспериментальный подбор режима электролитической коагуляции позволил

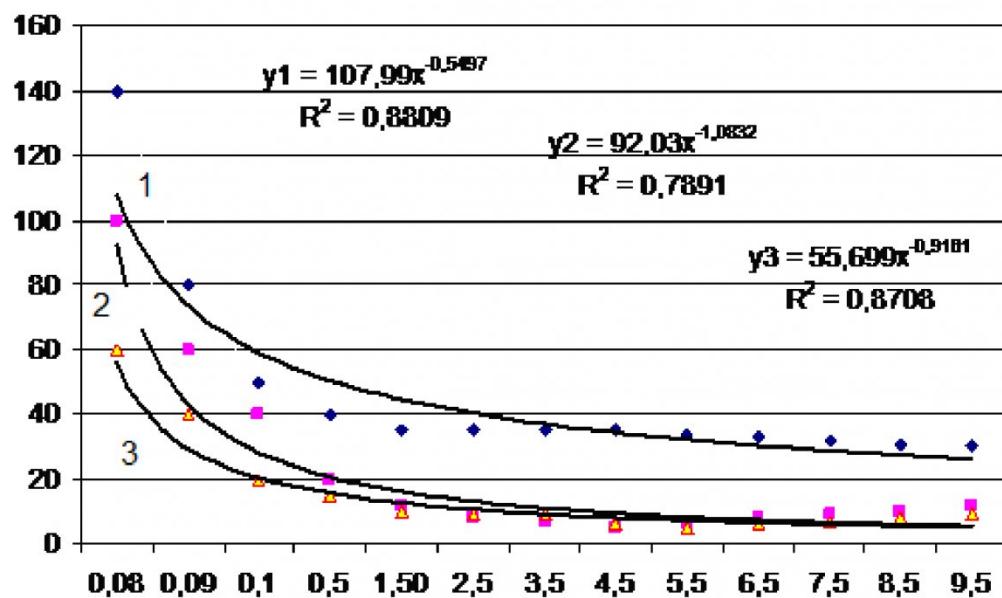
t, с

Рис. 1. Влияние концентрации $CaCl_2$ на время гелеобразования при смешивании с Na_2SiO_3 : 1 - %-ой; 2 - 3%-ой и 3 - 5 % -ой концентрации

CaCl₂, %

установить рациональную концентрацию электролита коагулятора ($CaCl_2$) равную 3 % (рис. 1).

При интенсивном смешивании гидрогеля с воздухом и пенообразователем образуется пеногель. В качестве пенообразователя использован биологически разлагаемый ПО-ЗА (ТУ 3810923-86) или ПО-6К (ТУ 3810740-82).

Исходные водные растворы силиката натрия, пенообразователя и хлорида кальция по вязкости аналогичны воде, а после смешения и вспенивания образуется вязкий, устойчивый, низкоплотный состав на жидкой основе.

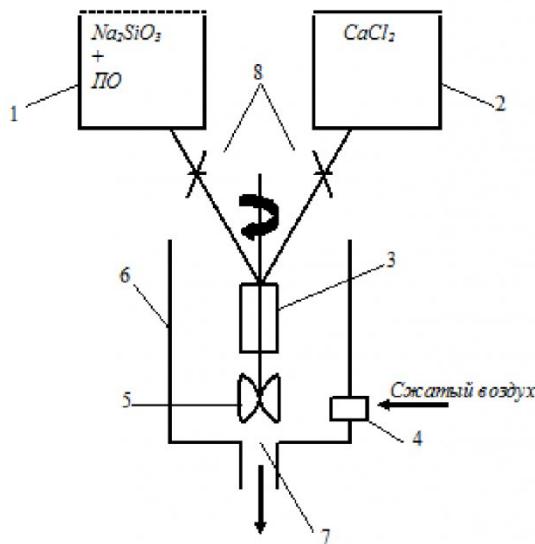


Рис. 2. Схема лабораторной установки получения пеногеля: 1, 2-емкости для исходных растворов силиката натрия и хлорида кальция; 3-смеситель растворов; 4-штуцер ввода воздуха; 5-венчик; 6-емкость для получения пеногеля; 7-штуцер выхода пеногеля; 8-запорные краны

В лабораторной пеногенерирующей установке для исходных растворов используются емкости 1

и 2 (рис. 2).

В емкости 1 готовится водный раствор силиката натрия с добавкой пенообразователя ПО-ЗА или ОП-6К, ОП-6СП, т.к. растворы этих веществ в реакцию не вступают. В емкость 2 заливают раствор хлорида кальция.

По трубопроводам, через краны 8, пеногелеобразующие растворы поступают и перемешиваются в смесителе 3, на выходе из которого вспениваются сжатым воздухом, подаваемым через штуцер 4.

Пеногель, образующийся в емкости 6, сливается через штуцер 7. Кратность пеногеля характеризуется отношением полученного объема пеногеля к объему исходного раствора:

$$K = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{пг}}},$$

где $V_{\text{п}}$ – объем пеногеля, м³; $V_{\text{пг}}$ – объем пеногелеобразующих растворов, м³.

Пеногель i -ой кратности будет содержать некоторое соотношение по объему воздуха α_1 и жидкости α_2 . Поскольку в данной работе критерием для сравнения эффективности пеногеля является содержание воздуха α_1 , а для практического использования в производственных условиях чаще пользуются термином кратность, приведем соотношение этих характеристик (рис. 3.).

Для исследования были использованы пеногелеобразующие составы на основе 3% водного раствора силиката натрия, обеспечивающего оптимальные экономические и реологические характеристики.

Пенообразователь ПО-ЗА использован в концентрациях 1-2 %, что определяется условиями стойкости пеногеля. Оптимальные содержания хлористого альяния зависят от способности геля удерживать влагу и от соотношения величин стойкости и кратности.

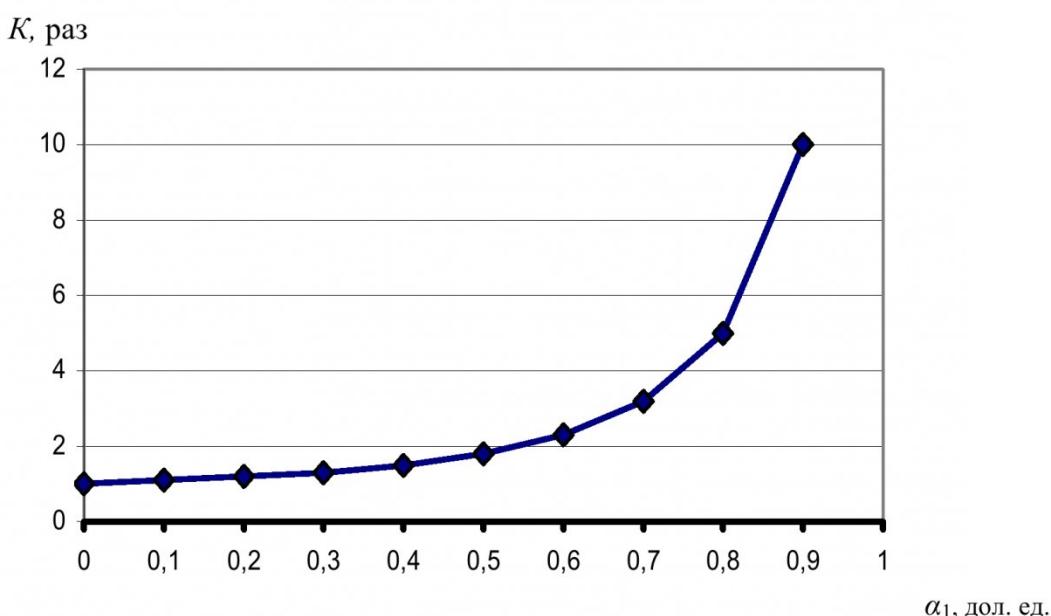


Рис. 3. Изменение кратности пеногеля от объемного содержания воздуха

Таблица 1. Изменение влагоемкости геля на основе силиката натрия в зависимости от концентрации хлорида кальция

3 % водный раствор силиката натрия с добавкой CaCl_2 , мас.%	Изменение влажности, мас.%			
	сутки			
	1	5	10	20
1,0	-0,05	-1,05	-1,38	-2,12
1,5	-0,02	-0,63	-0,87	-1,24
2,0	+0,06	+0,105	-0,51	-0,65
3,0	+0,21	+0,55	+0,68	+1,01
4,0	+0,12	+0,75	+1,31	+1,89
5,0	+0,17	+1,22	+2,23	+3,17

Таблица 2. Характеристика устойчивости пеногелей к разрушению

Состав пеногеля	Кратность, K	Стойкость, %	
		сутки	
		1	15
3 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2 \% \text{CaCl}_2 + 1 \% \text{PO-3A}$	2,0-5,0	70	50
3 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2 \% \text{CaCl}_2 + 1 \% \text{PO-3A}$	5,0-10,0	70	50
3 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2 \% \text{CaCl}_2 + 1,5 \% \text{PO-3A}$	3,0-5,0	75	50
3 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2 \% \text{CaCl}_2 + 2 \% \text{PO-3A}$	3,0-5,0	80	50
3 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3 \% \text{CaCl}_2 + 1 \% \text{PO-3A}$	2,0-5,0	100	80
3 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3 \% \text{CaCl}_2 + 1 \% \text{PO-3A}$	5,0-10,0	100	75
3 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3 \% \text{CaCl}_2 + 1,5 \% \text{PO-3A}$	5,0-10,0	100	75
3 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3 \% \text{CaCl}_2 + 2 \% \text{PO-3A}$	3,0-5,0	95	70
3 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3 \% \text{CaCl}_2 + 2 \% \text{PO-3A}$	5,0-10,0	90	60

Влагоемкость пеногелей изучалась по изменению их массы во времени. С этой целью составы пеногелей равной массы заливались в бюксы, помещались в эксикатор с условиями постоянной влажности и периодически взвешивались. Результаты выполненных экспериментов представлены в табл.1,2.

Анализ полученных данных (табл.1) показал, что пеногели, в состав которых входит хлорид кальция 3%-ой концентрации, характеризуются незначительным влагопоглощением.

Однако при изменении кратности в интервале от 2 до 11, устойчивость к разрушению силикатных пеногелей с содержанием хлорида кальция

2÷4 мас. % и пенообразователя 1÷2 мас. % в зависимости от времени изменяется. Максимальной устойчивостью (табл. 2) характеризуются составы:



Установлено, что кратность вспенивания зависит, в основном, от объема сжатого воздуха, и, в меньшей степени, концентрацией пенообразователя.

Для практического применения в качестве забойки скважинного заряда ВВ пеногели, стойкость которых во времени составляет сутки, наиболее приемлемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурин А. А. Применение гидрогелевой забойки взрывных скважин / А. А. Гурин, С. С. Ященко // Безопасность труда в промышленности, 1986. № 1. С.38-39.
2. Патент № 2115608 РФ В65D90/38 от 20.07.1998.

□ Автор статьи:

Катанов

Игорь Борисович

- докт.техн.наук, проф. каф. открытых горных работ КузГТУ
Тел.3842-39-69-18;
E-mail kib.rmpio@kuzstu.ru