

УДК 622.232

И.Б.Катанов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ С ПЕНОГЕЛЕВОЙ ЗАБОЙКОЙ

Основой пеногелевой забойки являются водные растворы пенно- гелеобразующих веществ. Простейшие промышленные аммиачно-селитренные ВВ, в т.ч. гранулит УП, гранулит НК и т.п. весьма гигроскопичны. Поэтому для определения возможности использования пеногеля в конструкции скважинного заряда были проведено моделирование процесса формирования заряда с пеногелевой забойкой.

Исследования проведены с целью определения способности пеногеля смачивать ВВ и приводить к усадке зарядов, а также к изменению физических характеристик низкоплотных материалов в конструкции колонки заряда во времени при взаимодействии с зарядом ВВ и массивом. Уменьшение колонки заряда может привести к перераспределению энергии взрыва, ухудшению детонационных характеристик ВВ и более высокому содержанию вредных газов в продуктах взрыва.

Для определения влияния гидродинамических характеристик массива на заряд ВВ с различным материалом забойки была разработана, при участии автора, и изготовлена лабораторная установка [1] (рис.1), состоящая из прозрачного сосуда 1 (скважины), диаметром 220 мм, проградуированного по высоте и снабженного загрузочной воронкой 2 в верхней и сливом 3 в нижней его части. Для имитации процесса фильтрации по высоте скважина через 0,3 м снабжена отверстиями 4 с конусными регуляторами 5. Сосуд (скважина) размещен внутри другого прозрачного сосуда 6, диаметром 600 мм, имитирующего обводненный массив и оборудованного водопроводом 7, манометром 8, воздухопроводом 9 и сливом 10.

Температура воды, заливаемой в сосуд (массив) регулируется в соответствии с температурой во взрывных скважинах (примерно +7°C). С помощью регуляторов 5 притока и слива 10 в «скважине» устанавливались различные режимы притоков (от 20 до 1000 л/ч) и скорости фильтрации (от 0 до 5 м/сутки). Давление столба воды в «скважине» регулировалось с помощью сжатого воздуха, подаваемого в «массив» и контролировалось манометром.

Загрузочная воронка, с бункером позволяя имитировать зарядку скважины взрывчатым веществом с различной скоростью, соответствующей ручной зарядке и производительности зарядных машин (100-350 кг/мин), а также забойку скважин низкоплотной многокомпонентной смесью. Была проведена серия экспериментов, имитирующих заряжание в сухую скважину и в предварительно осушеннную с последующим

поступлением воды из массива. Пеногелевая забойка в первом эксперименте формировалась непосредственно на заряд ВВ, во втором на слой из бурого штыба, а в третьем из смеси, получаемой при одновременной подаче бурого штыба и пеногеля.

Эксперимент состоял в том, что в стеклянную трубу диаметром 220 мм и длиной 4 м засыпалось 42 кг УП-1, затем заливалась пеногелевая забойка, (рис.2а) фиксировалось время формирования забойки, наблюдались изменения в структуре пеногеля и заряда ВВ.

При проведении серии экспериментов в предварительно осушеннную скважину, после формирования заряда ВВ и забойки идентично первой серии устанавливается режим притока воды в скважину от 25 до 1000 л/ч.

Критерием стойкости пеногеля принималось отношение разницы в потере высоты столба забойки к первоначальной его

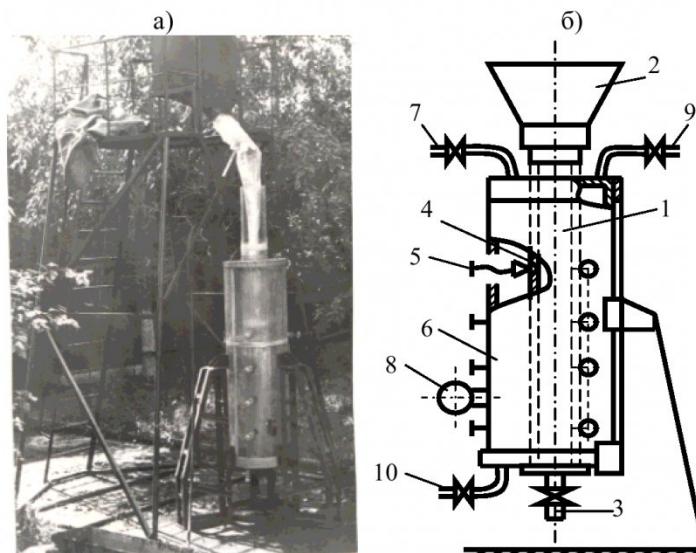


Рис.1. Лабораторная установка: а) общий вид; б) схема, в т.ч.
1- сосуд-скважина; 2- загрузочная воронка; 3- слив; 4- отверстия; 5- конусные регуляторы; 6- сосуд-массив; 7- водопровод; 8- манометр;
9- воздухопровод; 10- слив

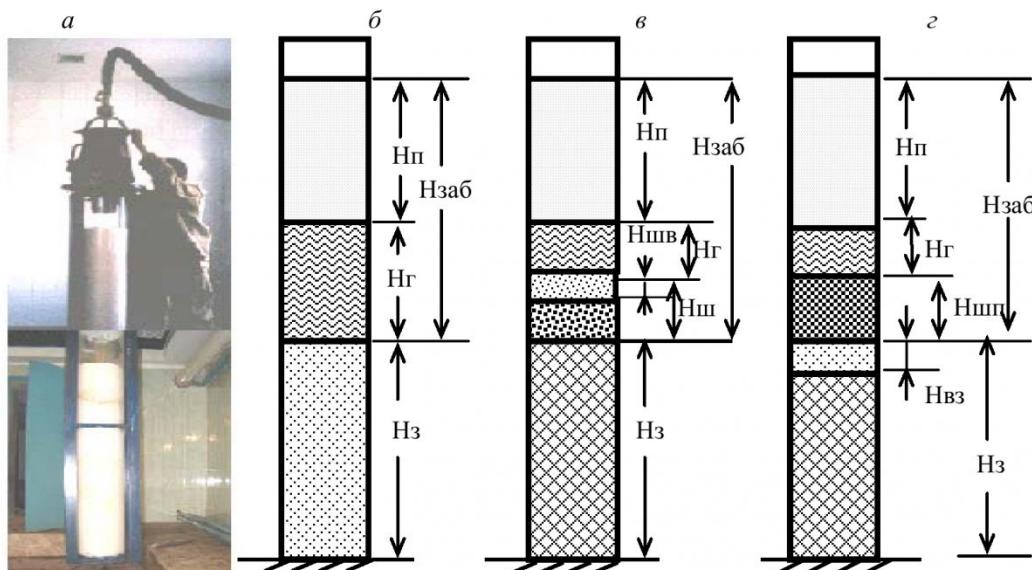


Рис.2. Процесс формирования колонки заряда ВВ с пеногелевой забойкой в сухих скважинах через 12 ч:
а) общий вид; б) пеногель на заряд ВВ; в) пеногель на слой бурого штыбла; г) пеногель на его смесь с буровым штыблом; H_з- заряда ВВ; H_п- пеногеля; H_г- геля; H_ш- бурого штыбла; H_{шв}- влажного бурого штыбла; H_{вз}- бурого штыбла с пеногелем; H_{вз}- влажного заряда ВВ; H_{заб}- забойки

высоте со временем:

$$K_{cn} = \frac{H_n - H_{nt}}{H_n} \cdot 100 \text{ , \% } (1)$$

H_n , H_{nt} - соответственно начальная и текущая высота пеногеля, м.

Анализ результатов серии экспериментов позволил установить, что при пеногелевой забойке непосредственно на заряд ВВ гигроскопичная аммиачная селитра практически сразу начинает увлажняться. Вдоль стенки скважины постепенно формируется проток. Над зарядом образуется слой пузирковой хлопьеобразной массы высотой H_p . На контакте между зарядом ВВ и гелем стекло обмерзает, т.е. идет поглощение

тепла (рис.2б). В нижней части скважины скапливается слой рассола аммиачной селитры высотой. При формировании пеногелевой забойки H_n на слой из бурого штыбла $H_w \approx 0,3$ м происходит его намокание на глубину $H_{шв}$, над которым образуется слой хлопьевидной пузирковой массы высотой H_g . Намокание заряда не наблюдается (рис.2в). Наиболее близкий к реальным условиям забойки вариант состоит в том, что в скважину поступает смесь буровой мелочи, смываемой пеногелем от устья скважины. В этом случае смешанная с пеногелем буровая мелочь оседает на столб ВВ, создавая пробку,

препятствующую взаимодействию пеногеля с зарядом ВВ. Над пробкой из смеси бурого штыбла с пеногелем высотой $H_{шп}$ образуется слой хлопьеобразной пузирковой массы высотой H_g , а под пробкой незначительный слой на глубине $H_{вз}$ увлажненный аммиачной селитры (рис.2г).

На основании результатов экспериментов построены графики изменения колонки заряда с пеногелевой забойкой во времени, из которых видно, что прослойка из бурого штыбла является надежным изолятором, препятствующим взаимодействию заряда с жидкой средой пеногеля (рис.3).

Вторая серия опытов с условиями формирования колонки заряда аналогичных третьему эксперименту первой серии была поставлена с имитацией притока воды от 25 до 1000 л/ч. Причем скважины перед формированием заряда предварительно осушались (рис.4).

Наблюдения за процессом взаимодействия заряда ВВ с водой, поступающей из массива, показали, что там, где вода проникает в колонку заряда ВВ, сначала происходит его намокание, а затем растворение аммиачной селитры, с образованием

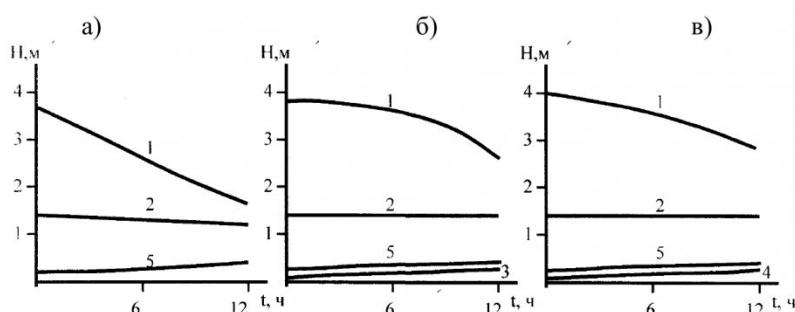


Рис.3. Изменения по высоте колонки заряда ВВ с пеногелевой забойкой во времени а) без буровой мелочи; б) с сухой буровой мелочью; в) смесь буровой мелочи с пеногелем: 1- общая высота колонки заряда ВВ с пеногелевой забойкой; 2- заряд ВВ; 3- глубина намокания буровой мелочи; 4- глубина намокания заряда ВВ; 5- гель

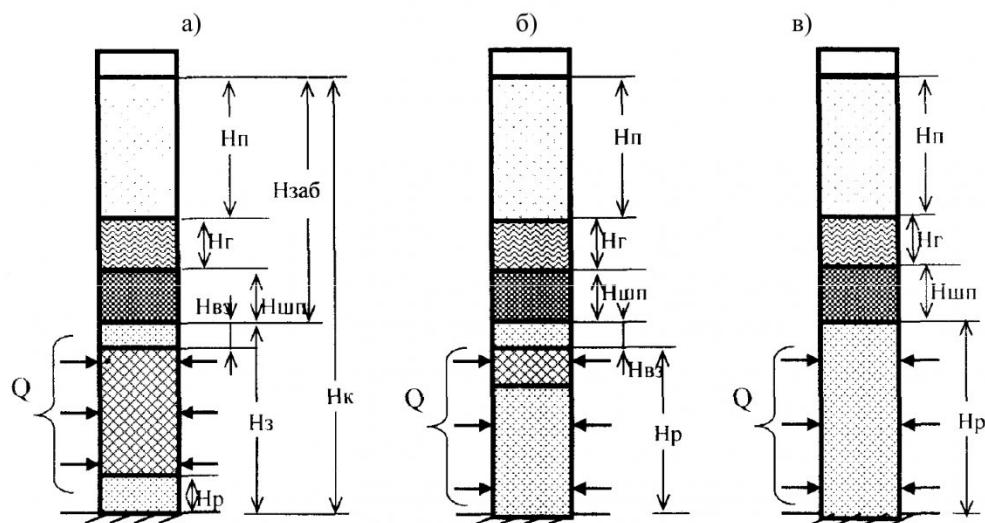


Рис.4. Характерный вид колонки скважинного заряда с пеногелевой забойкой осущененных скважин через 12 ч; Q - приток, в т.ч.: а) $Q = 25 \text{ л/ч}$; б) $Q = 500 \text{ л/ч}$; в) $Q = 1000 \text{ л/ч}$; H_k - колонка заряда; $H_{\text{пп}}$ - пеногель; H_g - гель; $H_{\text{шп}}$ - смесь бурового штыба с пеногелем; H_z - заряд ВВ; $H_{\text{вз}}$ - влажный заряд ВВ; H_p - аммиачная селитра в рассоле

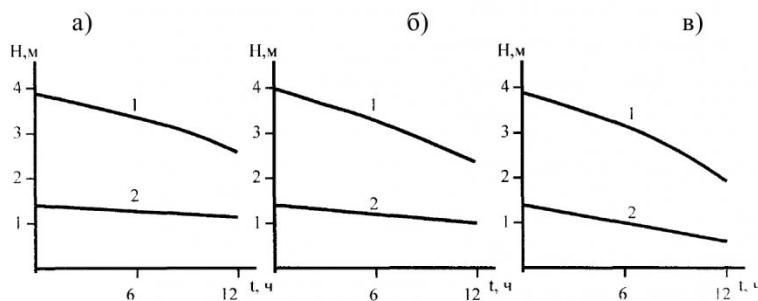


Рис. 5. Изменения во времени высоты колонки заряда ВВ с пеногелевой забойкой в осущененных скважинах с притоком воды: а) 25 л/ч; б) 500 л/ч; в) 1000 л/ч: 1- общая высота колонки заряда ВВ с пеногелевой забойкой; 2- высота заряда ВВ

ем раковин. Вдоль стенки скважины формируются следы стекания раствора в ее донную часть (рис. 4 а,б). Моделирование процесса формирования заряда показало, что с увеличением притока до 700-1000 л/ч воды в скважине заряд ВВ претерпевает качественные и количественные изменения (рис. 4 в). В итоге экспериментов получены данные, характеризующие стойкость пеногеля в колонке скважинного заряда, и пред-

ставленные на графиках (рис. 5)

Из рис. 4 и 5 видно, что в зависимости от притока воды в скважину уплотнение и усадка заряда ВВ за 6 ч. составляют от 6,99 до 31,9 %. Высота столба пеногелевой забойки меняется во времени независимо от притока воды в скважину. В течение первых 3 ч. стойкость пеногеля относительно высока, затем начинается процесс постепенного перехода пеногеля в хлопьевобразное состояние с

выделением влаги, которая скапливается высотой 0,3-0,5 м над пробкой из бурового штыба.

Выходы

- Пеногелевая забойка обладает стойкостью к разрушению, допускающую ее использование как в сухих, так и в обводненных условиях с притоком до 25 л/ч, и столбом воды в пределах перебора в течение 6 ч.

- В обводненных условиях с притоком до 500 л/ч и столбом воды в модели скважины от 3 до 5 м пеногелевая забойка, при условии предварительного осушения, не распадается на хлопья с выделением влаги до 6 ч. после формирования колонки скважинного заряда.

- Использование смеси пеногеля с буровой мелочью, образующей пробку над зарядом ВВ высотой не менее 0,3 м, предотвращает взаимодействие пеногеля с аммиачной селитрой и увеличивает стойкость пеногеля в течение 6 ч. с 51 до 83%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волобуев В.К., Белов В.И., Садовец Ю.А., Матренин В.А., Катанов И.Б., Смоляков В.С., Шаф И.Х., Манохина Е.И. Лабораторная установка для определения характеристик гидроизолированных зарядов взрывчатых веществ. А.с. 836995 с грифом «Публикация в открытой печати запрещена».

□ Автор статей:

Катанов
Игорь Борисович
- канд. техн.наук, доц. каф.
открытых горных работ