



Электронное научное издание
«Ученые заметки ТОГУ»
2015, Том 6, № 4, С. 228 - 233

Свидетельство
Эл № ФС 77-39676 от 05.05.2010
[http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/
ejournal@pnu.edu.ru](http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/ejournal@pnu.edu.ru)

УДК 622.271: 622.235

© 2015 г. **А. В. Лещинский**, д-р техн. наук
Е. Б. Шевкун, д-р техн. наук
В. Г. Комков, канд. техн. наук
А. А. Галимьянов,
К. А. Рудницкий

(Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКЛИНИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЩЕБНЯ В КОМБИНИРОВАННОЙ ЗАБОЙКЕ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН

Проведен анализ влияния угла образующей бетонного конуса и величины кусков засыпаемого щебня на заклинивающую способность комбинированной забойки взрывной скважины. Разработаны рекомендации по оптимальному расположению кусков щебня различной величины в зазоре между конусом и скважиной.

Ключевые слова: давление газов взрыва, взрывная скважина, комбинированная забойка, запорный конус

**A. V. Leshchinskiy, E. B. Shevkun, V. G. Komkov, A. A. Galimyanov,
K. A. Rudnickiy**

DETERMINATION ABILITY WEDGE OF RUBBLE IN COMBINED STEMMING BLAST HOLES

The influence of the angle of the cone forming the concrete and size of the pieces to fall asleep rubble wedges combined capacity stemming blast hole. The recommendations on the optimal location of pieces of gravel of varying size in the gap between the cone and the borehole.

Keywords: pressure gas explosion, blast hole, combined tamping, locking cone

В качестве забойки взрывных скважин нами предложена комбинированная засыпная забойка с закладным элементом, выполненным в виде распорного бетонного конуса, между монолитным конусом и стенками скважины размещен щебень [1]. Для определения заклинивающей способности щебня различной крупности при засышке им закладного элемента в виде бетонного конуса проведен лабораторный эксперимент.

На первом этапе определялась заклинивающая способность щебня различных фракций. В качестве имитатора скважины использовалась прозрачная труба внутренним диаметром $d = 100$ мм (рис. 1). В трубу на шнуре опускался кружок, диаметр которого на 2 мм меньше внутреннего диаметра трубы. Кружок опускался в скважину на глубину $(2,0-2,5)d$, а сверху засыпался щебень различных фракций. Щебень фракции 10-25 мм заклинился в скважине, и не проваливался вниз даже под уложенной на него нагрузкой 4 кг (рис.1, а).

Щебень фракции 5-10 мм заклинился в скважине, но проваливался вниз под нагрузкой 2 кг (рис.1, б). Щебень фракции 0-5 мм также заклинился в скважине, но проваливался вниз под нагрузкой 1 кг (рис.1, в).

Исходя из результатов проведенного лабораторного эксперимента, можно сделать вывод, что чем больше размер кусков щебня относительно диаметра скважины, тем лучше он в ней заклинивается.

На втором этапе эксперимента определялись оптимальные размеры кусков щебня, используемого для заклинивания бетонных закладных элементов конической формы комбинированной забойки.

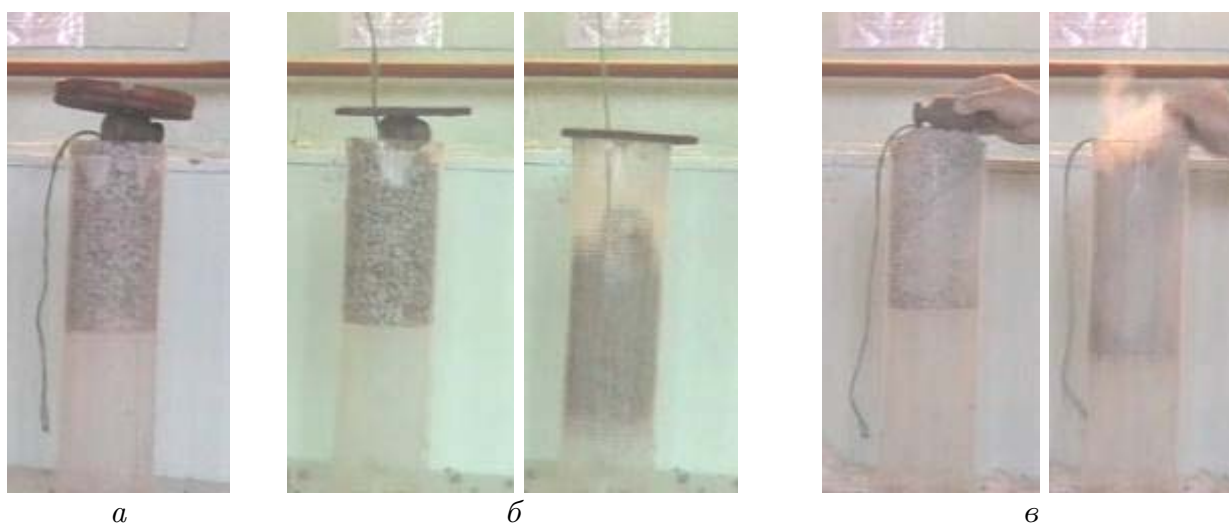


Рис. 1. Определение заклинивающей способности щебня различных фракций:
а – фракция 10-25 мм; б – фракция 5-10 мм; в – фракция 0-5 мм

В качестве имитатора взрывной скважины использовались прозрачные трубы внутренним диаметром 110 мм, а бетонные закладные элементы конической формы были изготовлены с диаметром основания $d = 100$ мм и высотой $(2,0, 3,5$ и $5,0)d$ и, соответственно, углом наклона образующей конуса к горизонту $\alpha = 76,0; 81,9$ и $84,3$ градуса (рис. 2). Засыпка распорных конусов осуществлялась фракциями щебня разных размеров, причем в каждой фракции отклонение размеров кусков от среднего размера составляла ± 20 %.

Например, на рис. 2 представлены результаты засыпки распорного конуса различной высоты щебнем фракции 25-35 мм со средним размером 29 мм. Как эксперимент, так и расчеты показывают, что заполнение пространства между распорным кону-

сом различной высоты и стенками взрывной скважины происходит только в верхней части, а высота заполнения зависит от крупности кусков щебня и не зависит от относительной высоты распорного конуса.

Мелкий щебень занимает большее пространство между распорным конусом и стенками скважины, плотнее упаковывается. Однако по мере уменьшения диаметра конуса к его вершине количество кусков щебня между распорным конусом и стенкой скважины на одном уровне увеличивается до 2-3 и более, что резко снижает его заклинивающую способность.

По окружности скважины щебень распределяется довольно неравномерно. Это объясняется, во-первых, наличием наиболее крупных кусков, заклинивающихся в верхней части зазора между конусом и стенками скважины и не пропускающих другие куски в нижнее пространство. Во-вторых, ось закладного элемента может сместиться относительно продольной оси скважины, что затрудняет поступление кусков щебня со стороны сближения осей.

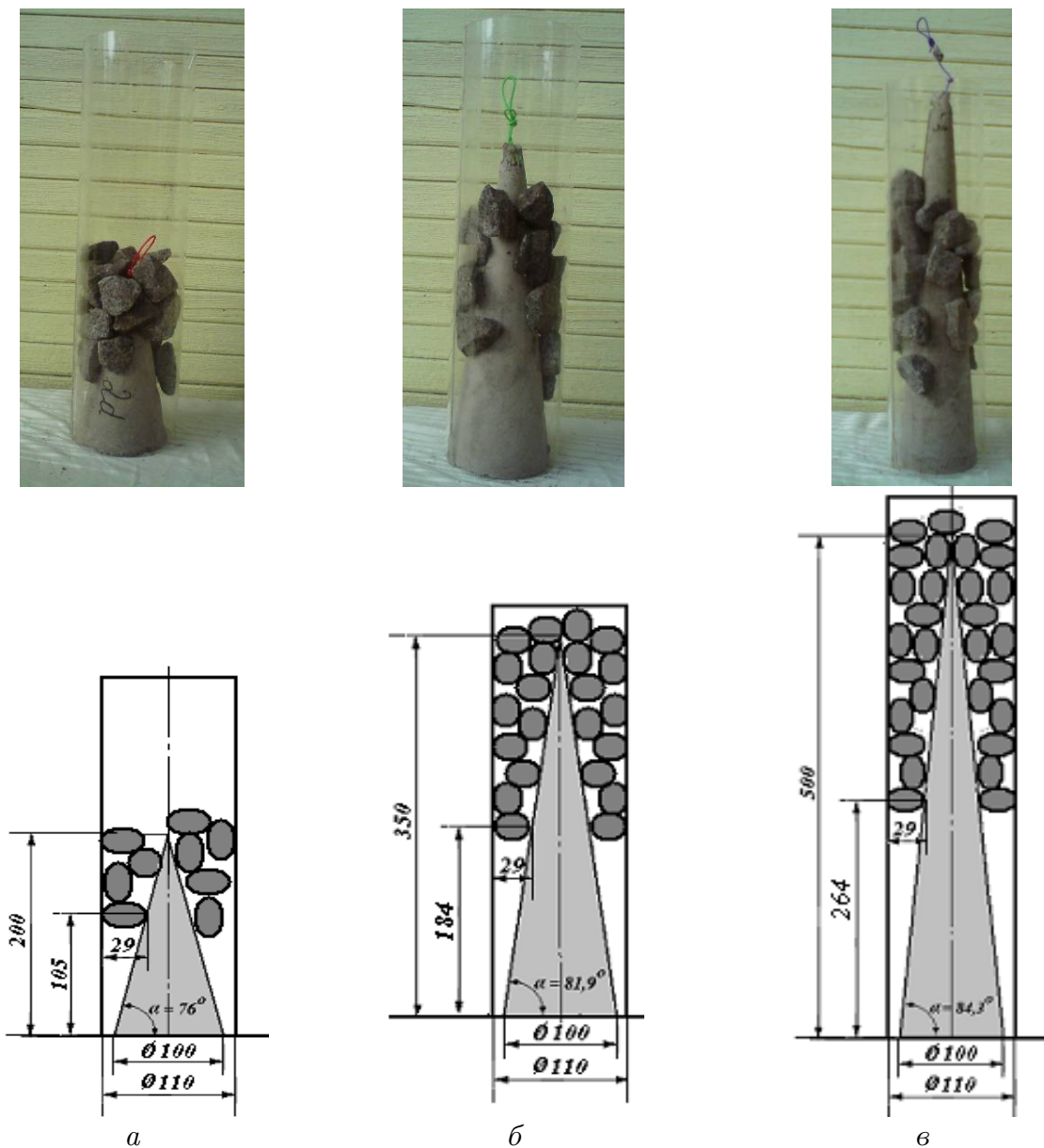


Рис. 2. Засыпка закладного элемента конической формы щебнем фракции 25-35 мм со средним размером 29 мм: а – высотой $2d$; б – высотой $3,5d$; в – высотой $5d$

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что независимо от относительной высоты закладного элемента высота засыпки щебнем зависит от среднего размера его кусков. Поскольку в результате экспериментов выявлено, что лучшей заклинивающей способностью обладают куски щебня крупных размеров, то предлагается засыпку щебнем выполнять следующим образом. Для повышения газонепроницаемости засыпки в нижнюю треть пространства между распорным конусом и стенками скважины сначала засыпать буровой шлам (рис. 3, а). Затем засыпать фракцию щебня со средним размером кусков относительного размера $d_k/D = 0,25$, а сверху засыпать фракцию щебня со средним размером кусков относительного размера $d_k/D = 0,5$.

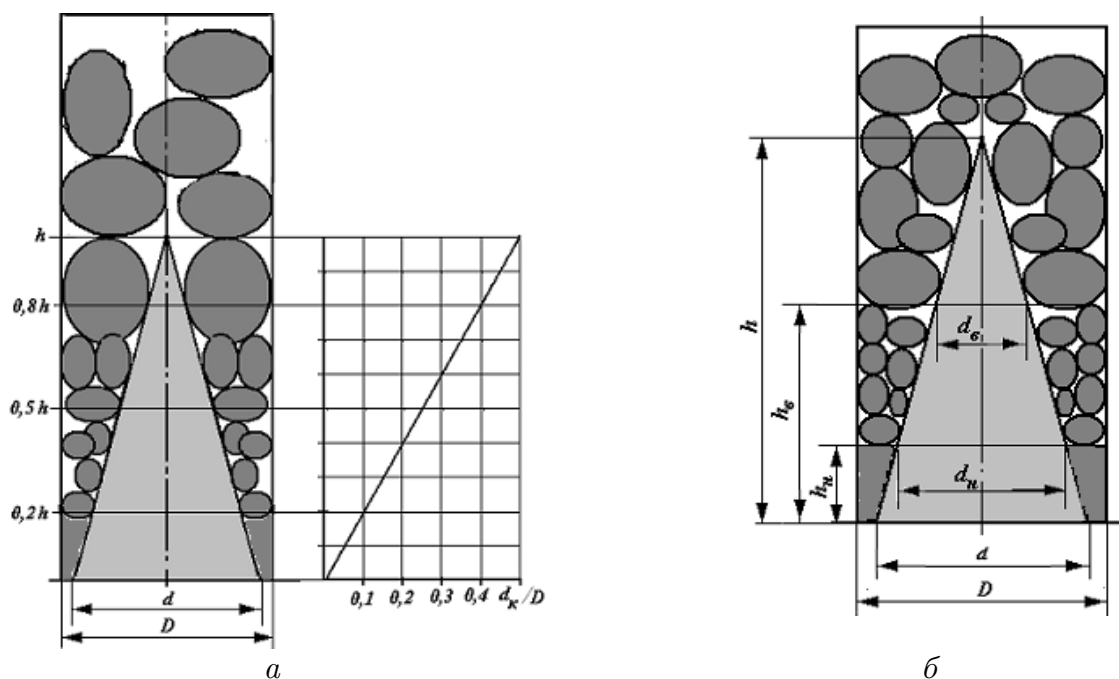


Рис. 3. Схема засыпки закладного элемента конической формы щебнем различных фракций: а – схема для расчета размера среднего куска фракций; б – расчетная схема для определения объема отдельных засыпаемых фракций щебня

На практике при засыпке щебня различных фракций по высоте распорного конуса необходимо знать объем каждой фракции. На рис. 3, б приведена расчетная схема для определения объема каждой засыпаемой фракции щебня.

Высота нижней части пространства между закладным элементом и стенками скважины, засыпаемой буровым шламом, h_n определяется выражением:

$$h_n = \frac{2d_k}{D} h,$$

где d_k – средний размер кусков щебня; D – диаметр взрывной скважины; h – высота конического закладного элемента.

Объем промежуточной фракции щебня, нижние куски которой находятся на высоте h_n , а верхние куски достигают высоты h_6 , определится как разность объема цилиндра диаметром D и высотой $h_6 - h_n$ и объема усеченного конуса этой же высоты:

Объем цилиндра V_u равен:

$$V_u = \frac{\pi D^2}{4} (h_6 - h_n),$$

а объем усеченного конуса V_k определится из зависимости:

$$V_e = \frac{\pi(d_i^2 - d_a^2)}{12} (h_a - h_i).$$

В свою очередь диаметр d_i , находящийся в горизонтальном сечении распорного конуса на высоте h_i , можно записать следующим выражением:

$$d_i = \frac{d(h - h_i)}{h},$$

а диаметр d_a , находящийся в горизонтальном сечении распорного конуса на высоте h_a , выразится зависимостью:

$$d_a = \frac{d(h - h_a)}{h}.$$

Объем засыпки V_s данной фракции щебня определится следующим образом:

$$V_s = V_0 - V_e = \frac{\pi(h_a - h_i)}{4} \left(D^2 - \frac{d^2}{3h^2} [(h - h_i)^2 - (h - h_a)^2] \right).$$

Результаты проведенных лабораторных исследований были проверены при проведении массового взрыва в карьере ОАО «Корфовский каменный карьер». Закладной элемент в скважине 1 диаметром 130 мм (рис. 4) был заклинен щебнем фракции 10-25 мм, в скважинах 2 и 3 закладные элементы заклинены щебнем средним размером 60 мм, забойка в 4 скважине выполнена из бурового шлама.

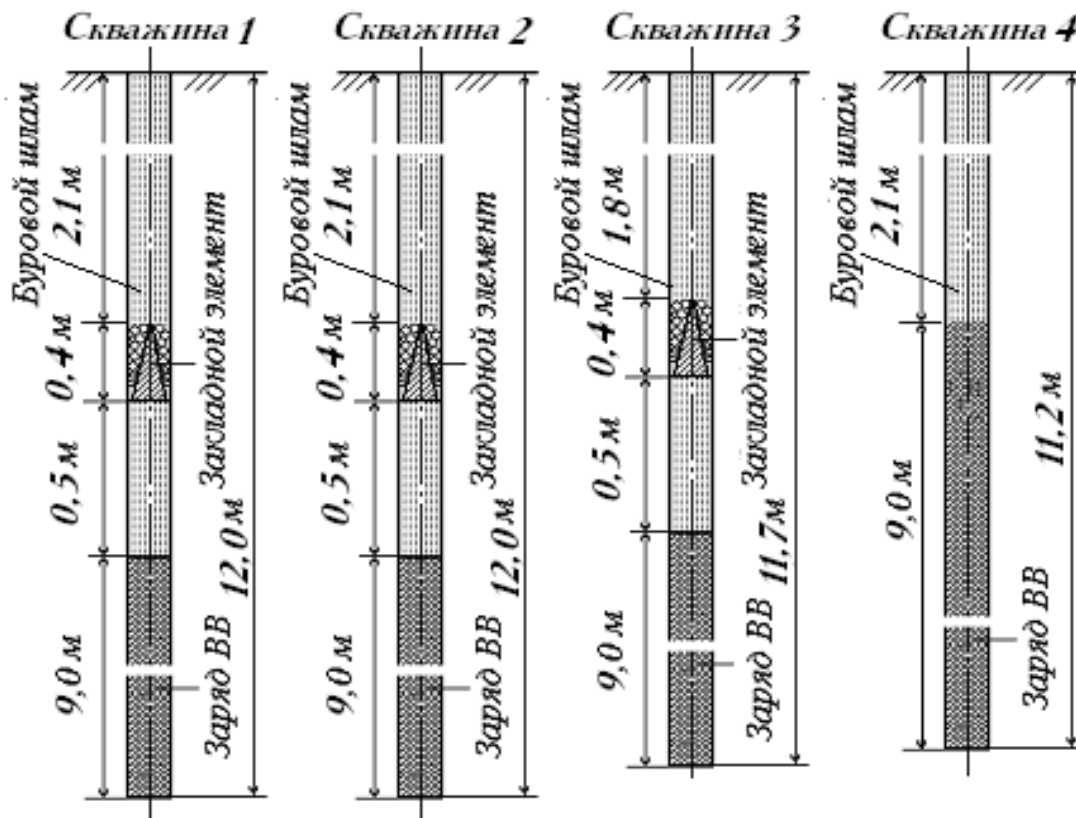


Рис. 4. Конструкция скважинных зарядов ВВ при массовом взрыве

На рис. 5 представлена видеограмма начала взрыва в скважинах 1-4. Через 20 мс после начала взрыва виден выброс забоечного материала из скважин 1 и 4, в то время как в скважинах 2 и 3, где распорные конусы заклинены крупным щебнем, выброс забоечного материала не наблюдается.

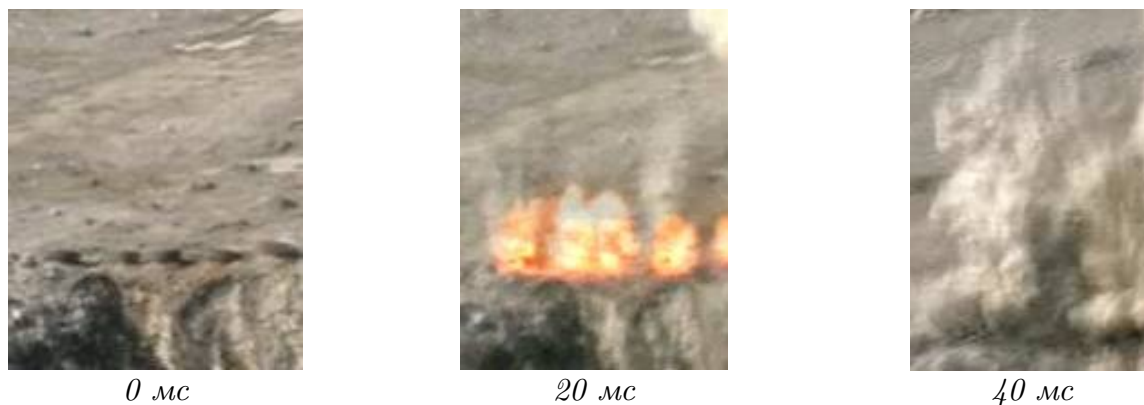


Рис. 5. Конструкция скважинных зарядов ВВ при массовом взрыве

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- независимо от относительной высоты закладного элемента высота засыпки щебнем зависит от среднего размера его кусков;
- лучшей заклинивающей способностью обладают куски щебня крупных размеров;
- в нижнюю треть пространства между распорным конусом и стенками скважины предлагается сначала засыпать буровой шлам. Затем засыпать фракцию щебня со средним размером кусков относительного размера $d_k/D = 0,25$, а сверху засыпать фракцию щебня со средним размером кусков относительного размера $d_k/D = 0,5$.

Список литературы

- [1] Шевкун Е.Б., Лещинский А.В., Рудницкий К.А., Николаев А.С. Комбинированная засыпная забойка скважин. Патент Российской Федерации № 2462688. МПК F42D 1/08. Опубл. 27.09.2012. Бюл. № 27 по заявке № 2011107822/03. 6 с.

E-mail:

Комков В. Г. – sl166@rambler.ru