



Электронное научное издание
«Ученые заметки ТОГУ»
2013, Том 4, № 4, С. 1392 – 1400

Свидетельство
Эл № ФС 77-39676 от 05.05.2010
<http://ejournal.khstu.ru/>
ejournal@khstu.ru

УДК 622.271: 622.235

© 2013 г. А. В. Лещинский,
Е. Б. Шевкун

(Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск)

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКЛИНИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЩЕБНЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ЗАБОЙКИ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН

Проведены лабораторные исследования заклинивающей способности щебня комбинированной забойки взрывных скважин. Предложенная методика позволяет сделать расчет объема каждой фракции при засыпке щебня различных фракций по высоте распорного конуса.

Ключевые слова: запирающая способность, взрывные скважины, засыпная забойка.

A. V. Leschinsky, E. B. Shevkun

LABORATORY STUDIES WEDGING ABILITY RUBBLE COMBINED STEMMING OF TEMPING BLASTHOLES

Laboratory studies wedging ability rubble combined tamping of shot holes. The proposed method allows to estimate the volume of each fraction of the landfill crushed stone of various fractions height spacing cone.

Keywords: blocking ability, blast holes, charging temping.

В качестве забойки взрывных скважин нами предложена комбинированная засыпная забойка с закладным элементом, выполненным в виде бетонного конуса, между монолитным конусом и стенками скважины размещен щебень (положительное решение на заявку на изобретение № 2011107822). Для определения заклинивающей способности щебня различной крупности при засыпке им закладного элемента в виде бетонного конуса 6 августа 2012 проведен лабораторный эксперимент [1, 2].

В качестве имитатора взрывной скважины использовались прозрачные пластиковые трубы внутренним диаметром 110 мм (рис. 1, а), а бетонные закладные элементы конической формы были изготовлены с диаметром основания $d = 100$ мм и высотой 2,0, 3,5 и 5,0 диаметров и, соответственно, углом наклона образующей конуса к горизонту 76,0, 81,9 и 84,3 градуса (рис. 1, б).

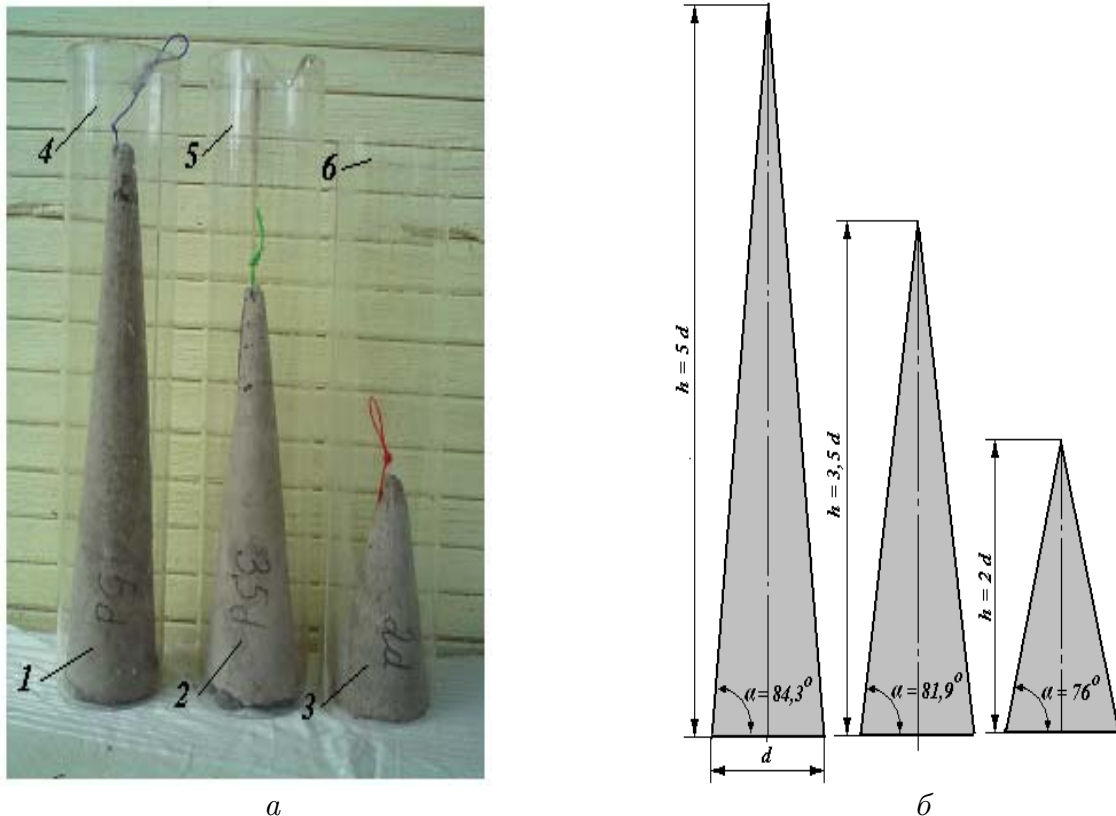


Рис. 1. Оборудование для проведения лабораторного эксперимента: а– установка закладных бетонных элементов в пластиковые имитаторы взрывных скважин; б – схемы закладных бетонных элементов; 1,2, 3 – закладные элементы; 4, 5, 6 – имитаторы скважин

Исследование проводилось следующим образом. Сначала проводилась засыпка закладных бетонных элементов в скважинах крупным щебнем со средним размером 2,91 см (табл. 1).

На рис. 2 представлены результаты засыпки закладного элемента конической формы высотой $2d$ крупным щебнем со средним размером 2,9 см. Как эксперимент (рис. 2, б), так и расчеты (рис. 2, в) показывают, что заполнение пространства между закладным элементом и стенками взрывной скважины происходит только в верхней части примерно на половину высоты конуса. Представляется, что в первый момент после взрыва выбросу продуктов детонации сопротивляется только верхняя половина закладного элемента, расклиненная щебнем.

Таблица 1

Размеры крупного щебня, см. 24 куса массой 1,8 кг

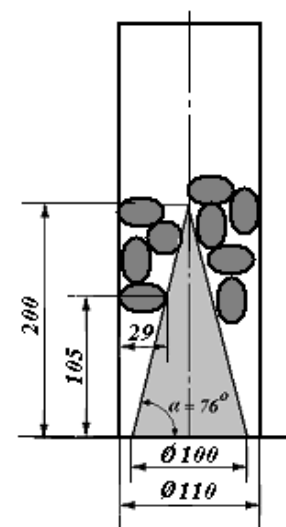
№ п/п	Размеры сторон			
	Длина	Ширина	Высота	Средний
1	5,3	2,5	3,0	3,60
2	3,4	2,5	5,0	3,63
3	2,0	2,5	4,0	2,83
4	2,5	4,5	2,0	3,00
5	3,0	3,5	3,0	3,17
6	2,0	2,0	5,0	3,00
7	5,5	2,5	1,8	3,27
8	4,0	2,5	2,0	2,83
9	3,0	2,5	2,3	2,66
10	3,0	4,0	1,6	2,87
11	3,0	3,0	4,0	3,33
12	4,0	3,0	2,0	3,00
13	3,0	3,0	1,5	2,50
14	1,7	3,5	3,0	2,73
15	3,5	2,5	1,5	2,50
16	3,0	1,8	2,7	2,50
17	1,5	3,5	3,0	2,67
18	4,0	2,0	2,0	2,67
19	4,0	3,0	2,0	3,00
20	4,0	3,0	2,0	3,00
21	4,0	3,0	3,0	3,33
22	2,7	3,0	2,0	2,57
23	3,0	3,0	2,0	2,67
24	2,5	3,0	2,0	2,50
			Сумма	69,83
			Средний	2,90



а



б



в

Рис. 2. Засыпка закладного элемента конической формы высотой $2d$ крупным щебнем: а – вид сбоку на забойку; б – вид сверху; в – расчетная схема

На рис. 3 представлены результаты засыпки закладного элемента конической формы высотой $3,5d$ крупным щебнем.

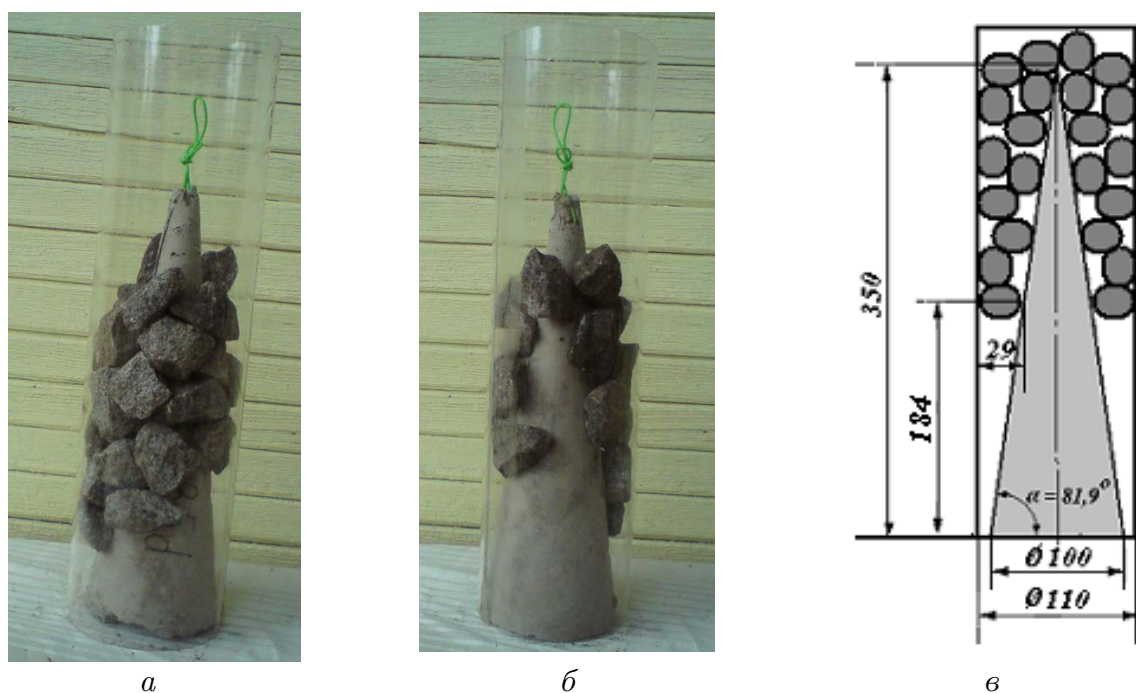


Рис. 3. Засыпка закладного элемента конической формы высотой $3,5d$ крупным щебнем: *а* – вид спереди на забойку; *б* – вид сзади; *в* – расчетная схема

Эксперимент (рис. 3, *б*) и расчеты (рис. 3, *в*) показывают, что заполнение пространства между закладным элементом и стенками взрывной скважины происходит в верхней части примерно на половину высоты конуса. Кроме того, по окружности скважины крупный щебень распределяется довольно неравномерно. Это объясняется во-первых, наличием наиболее крупных кусков, заклинивающих 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.

На рис. 4 представлены результаты засыпки закладного элемента конической формы высотой $3,5d$ крупным щебнем. Эксперимент (рис. 4, *а*, *б*) и расчеты (рис. 4, *в*) показывают, что заполнение пространства между закладным элементом и стенками взрывной скважины происходит так же, как и при засыпке конусов меньшей высоты, в верхней части примерно на половину высоты конуса, а распределение кусков щебня по длине окружности взрывной скважины неравномерно.

На следующем этапе лабораторного эксперимента проводилась засыпка закладных бетонных элементов в скважинах щебнем со средним размером $2,2$ см (табл. 2).

На рис. 5 представлены результаты засыпки закладного элемента конической формы высотой $2d$ м щебнем со средним размером $2,2$ см. Как эксперимент (рис. 5, *а*, *б*, *в*), так и расчеты (рис. 2, *г*) показывают, что заполнение пространства между закладным элементом и стенками взрывной скважины происходит только в верхней части примерно на 60% высоты конуса.

На рис. 6 представлены результаты засыпки закладного элемента конической формы высотой $3,5d$ щебнем со средним размером $2,2$ см. Эксперимент (рис. 6, *а*, *б*, *в*) и расчеты (рис. 6, *г*) показывают, что заполнение пространства между закладным эле-

ментом и стенками взрывной скважины происходит так же, как и при засышке конуса меньшей высоты, в верхней части примерно на 60% высоты конуса, а распределение кусков щебня по длине окружности взрывной скважины неравномерно.

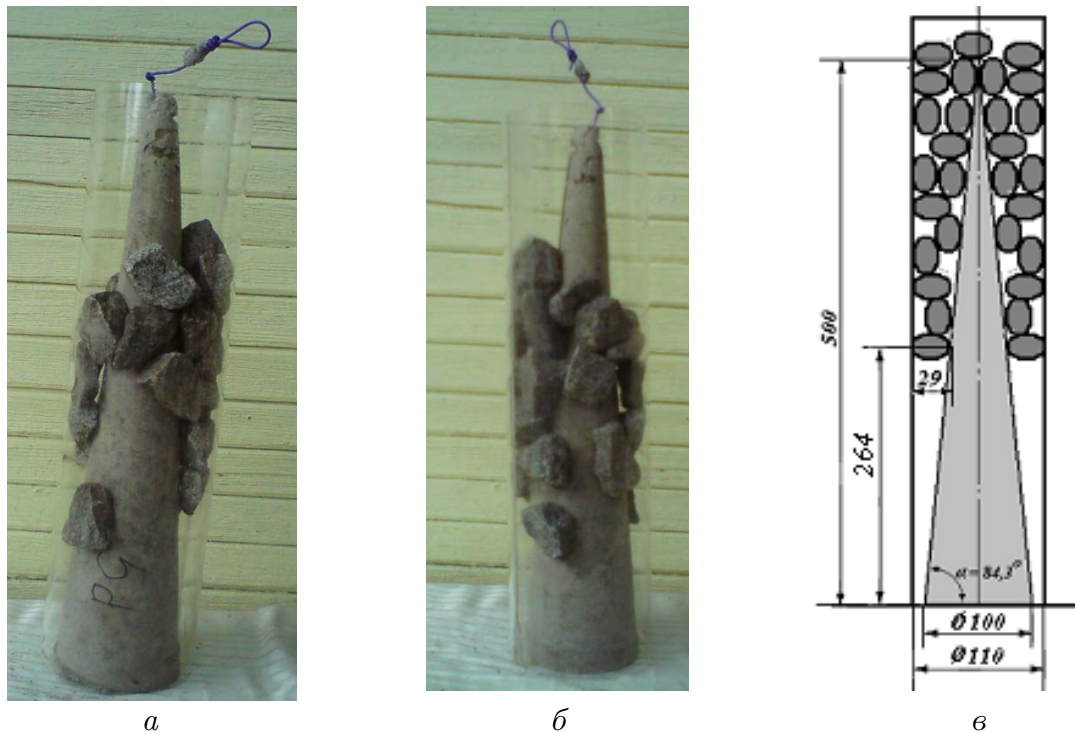


Рис. 4. Засыпка закладного элемента конической формы высотой $5d$ крупным щебнем: *а* – вид спереди на забойку; *б* – вид сзади; *в* – расчетная схема

Таблица 2

Размеры среднего щебня, см. Масса фракции 1,8 кг

№	Размеры сторон			
	Длина	Ширина	Высота	Средний
1	2,0	2,5	0,8	1,77
2	1,7	3,2	1,5	2,13
3	1,4	2,8	2,8	2,33
4	2,0	3,0	2,0	2,33
5	2,0	2,5	1,5	2,00
6	1,8	3,0	2,5	2,43
7	1,5	3,3	1,6	2,13
8	2,0	2,2	1,7	1,97
9	2,3	3,8	1,5	2,53
10	3,3	1,7	2,15	2,38
			Сумма	22,00
			Средний	2,20

На рис. 7 представлены результаты засыпки закладного элемента конической формы высотой $3,5d$ щебнем со средним размером 2,2 см. Эксперимент (рис. 7, *а*, *б*, *в*) и расчеты (рис. 7, *г*) показывают, что заполнение пространства между закладным элементом и стенками взрывной скважины происходит так же, как и при засышке конусов меньшей высоты, в верхней части примерно на 60% высоты конуса, а распределение кус-

ков щебня по длине окружности взрывной скважины неравномерно.

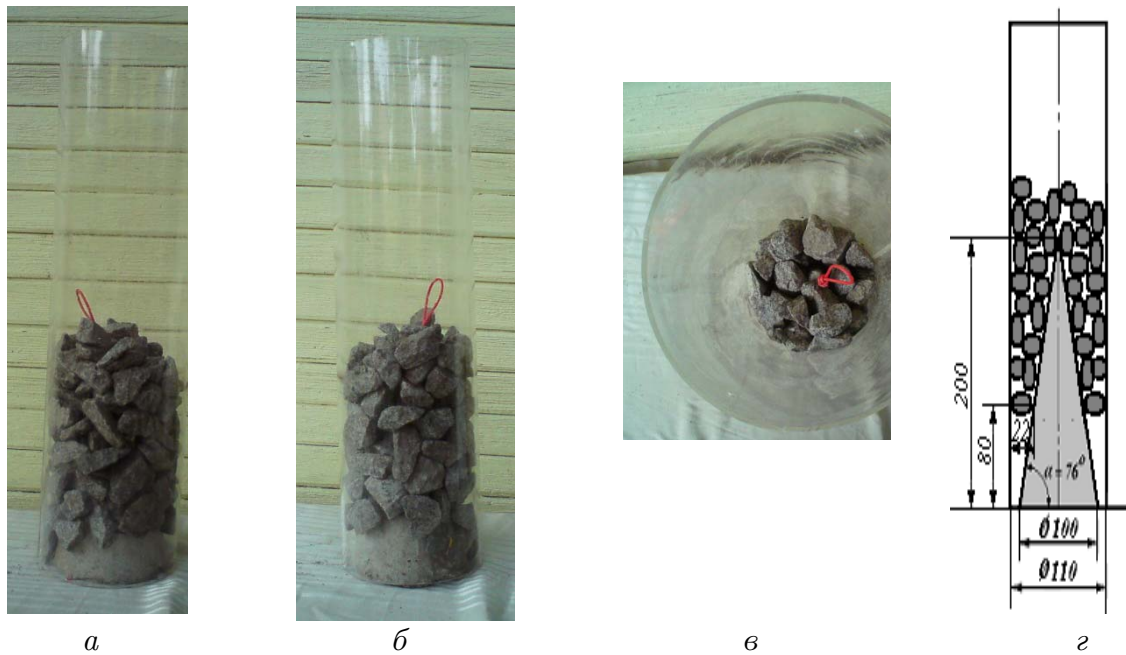


Рис. 5. Засыпка закладного элемента конической формы высотой $2d$ щебнем размером 2,2 см: *a* – вид спереди на забойку; *б* – вид сзади; *в* – вид сверху; *г* – расчетная схема

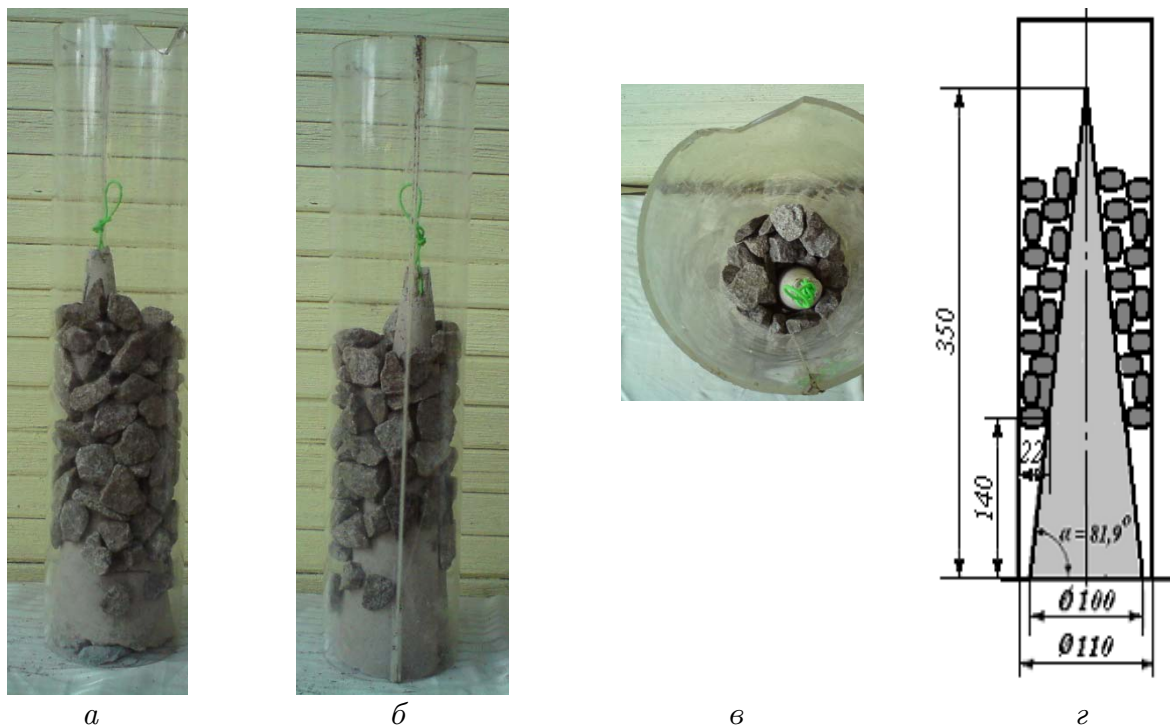


Рис. 6. Засыпка закладного элемента конической формы высотой $3,5d$ щебнем размером 2,2 см: *a* – вид спереди на забойку; *б* – вид сзади; *в* – вид сверху; *г* – расчетная схема

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.

В целом высота незасыпанной нижней части пространства h_n между закладным элементом и стенками скважины определяется выражением:

$$h_n = \frac{2d_k}{D} h, \quad \text{или более точно} \quad h_i = \frac{2d_{\epsilon} - D + d}{d} h \quad (1)$$

где d_k - средний размер кусков щебня;

D - диаметр взрывной скважины;

h - высота конического закладного элемента.

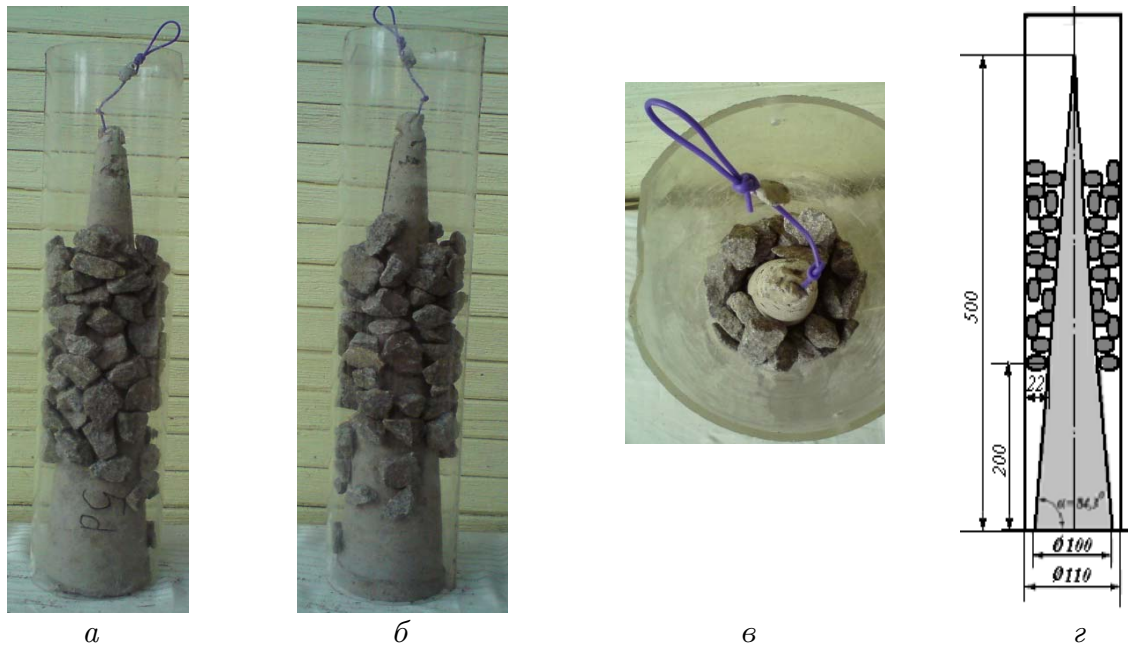


Рис. 7. Засыпка закладного элемента конической формы высотой $5d$ щебнем размером 2,2 см: *a* – вид спереди на забойку; *б* – вид сзади; *в* – вид сверху; *г* - расчетная схема

Предлагается засыпку щебнем выполнять следующим образом. В нижнюю треть пространства между конусом и стенками скважины сначала засыпать щебень мелкой фракции относительного размера $d_k/D = 0,1$ (рис. 8). Затем засыпать щебень средней фракции относительного размера $d_k/D = 0,25$, а сверху засыпать щебень крупной фракции $d_k/D = 0,5$.

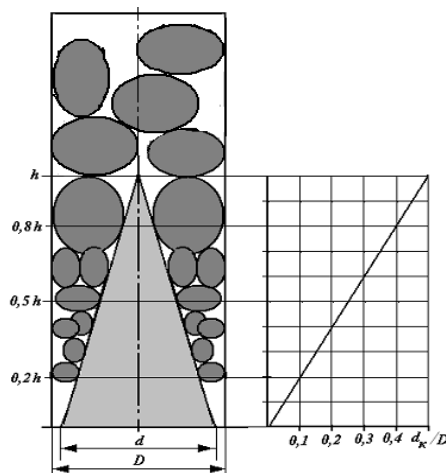


Рис.8. Схема засыпки закладного элемента конической формы щебнем различных фракций

На практике при засышке щебня различных фракций по высоте распорного конуса необходимо знать объем каждой фракции. На рис. 9 приведена расчетная схема для определения объема каждой засыпаемой фракции щебня.

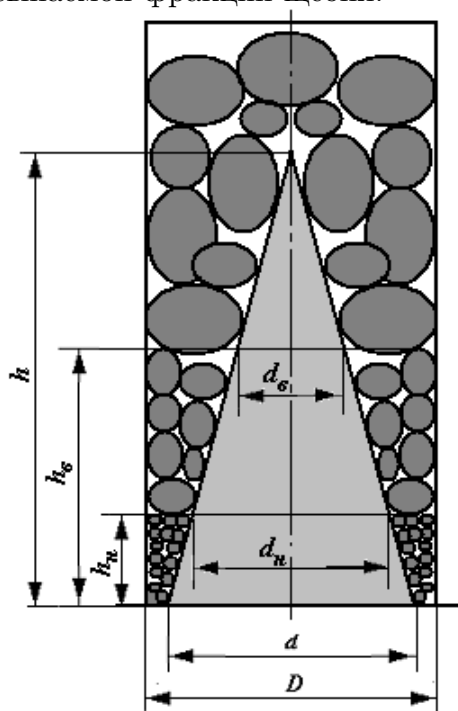


Рис. 9. Расчетная схема для определения объема отдельных, засыпаемых фракций щебня

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 $V_ц$ равен:

$$V_ц = \frac{\pi D^2}{4} (h_6 - h_n) \tag{1}$$

а объем усеченного конуса $V_к$ определится из зависимости:

$$V_к = \frac{\pi (d_n^2 - d_6^2)}{12} (h_6 - h_n) \tag{2}$$

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

$$d_n = \frac{d(h - h_n)}{h} \tag{3}$$

а диаметр d_6 , находящийся в горизонтальном сечении распорного конуса на высоте h_6 , выразится зависимостью:

$$d_6 = \frac{d(h - h_6)}{h} \tag{4}$$

Объем засыпки $V_з$ данной фракции щебня определится следующим образом:

$$V_з = V_ц - V_к = \frac{\pi(h_6 - h_n)}{4} \left(D^2 - \frac{d^2}{3h^2} \left[(h - h_n)^2 - (h - h_6)^2 \right] \right). \quad (6)$$

Таким образом, предложенная методика позволяет сделать расчет объема каждой фракции при засыпке щебня различных фракций по высоте распорного конуса.

Список литературы

- [1] Гогичев И.И. Эффективная и оптимальная длина забойки шпуровых зарядов. - Сб. Взрывное дело № 59/16. М.: Недра, 1966. - С. 266-269.
- [2]. Лецинский А.В., Шевкун Е.Б. Забойка взрывных скважин на карьерах. - Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2008. - 230 с.

E-mail: lesch@sdm.khstu.ru