

5. Compendium of Shock Wave Data. Ed. M. van Thiel. UCRL — 50108. Univ. Calif., Livermore, 1977.
6. С. А. Бордзиловский, С. М. Караханов, В. М. Тптов. ФГВ, 1974, 10. 2, 265.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ВЗРЫВЕ ЗАРЯДОВ ВВ В ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТАХ

С. П. Казанцев, В. Г. Кравец, Л. А. Задерий
(Киев)

Действие продуктов детонации ВВ в водонасыщенном грунтовом массиве проявляется в деформировании грунта с отжатием из его пор воды [1, 2]. Явления и закономерности перемещений воды в горизонтальной плоскости в процессе деформирования водонасыщенного грунта взрывом изучались в данной работе при разной глубине заложения заряда и различном расположении относительного заряда ВВ индикаторной скважины с раствором NaCl.

Методика проведения исследования сводилась к следующему. На определенных расстояниях от заряда в исследуемом водонасыщенном массиве проходились скважины, которые заполнялись водой при естественной фильтрации. После стабилизации уровня из скважины отбирались пробы, и прибором И-102 определялась естественная концентрация ионов хлора. В ближайшую к центру взрыва скважину заливался раствор NaCl определенной концентрации, который смешивался с водой. Устья индикаторной и измерительных скважин закрывались. Затем в течение нескольких секунд после взрыва одновременно из всех скважин отбирались пробы воды и определялось содержание хлора.

Эксперименты проводились в торфе при расположении уровня грунтовых вод на отметке 0,1 м от дневной поверхности. Использовались сосредоточенные заряды аммонита 6ЖВ массой 0,2 кг. Относительная глубина заложения зарядов в грунт $w_0 = 0,7 \text{ м} \cdot \text{кг}^{-1/3}$ ($w_0 = w/\sqrt[3]{C}$, w — глубина заложения, м; C — масса заряда, кг). Диапазон измерений охватывал относительные расстояния от взрыва $R_0 = 1,9 \div 6,4$; границе выемки соответствовало значение $R_0 = 1,45 \text{ м} \cdot \text{кг}^{-1/3}$ ($R_0 = R/\sqrt[3]{C}$, R — расстояние от заряда ВВ, м).

Вначале изучалось влияние взрывного воздействия на естественный фон содержания ионов хлора в водонасыщенном массиве. После взрыва и замеров концентрации ионов хлора установлено, что величина фона не изменилась и осталась равной $11,2 \cdot 10^{-5}$ моль/л, при этом произошли количественные изменения одного из компонентов элементарного состава торфа. Из табл. 1 видно, что после взрыва во всех точках измерения процентное содержание азота уменьшилось, что явилось результатом воздействия динамической фильтрации.

Последующая серия взрывов с неизменной глубиной заложения заряда позволила установить характер изменения концентрации ионов хлора для указанного диапазона расстояний и описать закономерность ее изменения в виде

$$N = KR_0^{-\alpha},$$

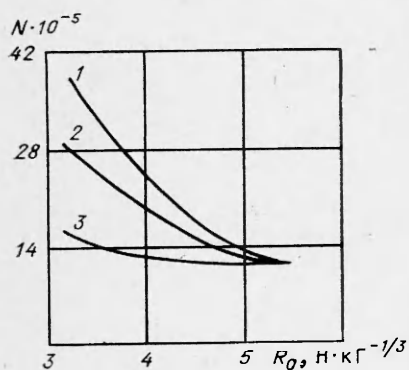
где N — концентрация ионов хлора в данной точке массива; K — коэффициент пропорциональности; α — показатель степени. На относительном расстоянии $R_0 = 5,4 \text{ м} \cdot \text{кг}^{-1/3}$ значения концентрации близки к естественному фону концентрации ионов хлора в массиве.

Т а б л и ц а 1

Номер точек	$R_0, \text{ м} \cdot \text{кг}^{-1/3}$	Содержание азота в грунте, % · 10 ⁴	
		до взрыва	после взрыва
1	1,9	18,4	13,5
2	2,65	5,2	3,3
3	3,5	10,5	9,8

Т а б л и ц а 2

$w_0, \text{ м} \cdot \text{кг}^{-1/3}$	K	α
0,70	209,0	2,35
1,05	80,2	1,79
1,40	12,4	0,68



Характер изменения концентрации ионов хлора в зависимости от расстояния.

w_0 , $\text{м} \cdot \text{кг}^{-1/3}$: 1 — 0,7, 2 — 1,05, 3 — 1,4.

Значения концентрации ионов хлора приведены в табл. 3.

Исследования влияния глубины заложения заряда ВВ на перемещение воды в горизонтальной плоскости проводились для относительных глубин $w_0 = 0,7 \text{ м} \cdot \text{кг}^{-1/3}$ (см. рисунок). Значения коэффициентов K и показателей степени α для различных значений w_0 приведены в табл. 2. Из рисунка видно, что характер процесса в качественном отношении с глубиной не изменяется.

В последующих экспериментах определялось направление движения воды в горизонтальной плоскости в результате воздействия взрыва на водонасыщенный массив. Для этого индикаторные скважины были вынесены на относительное расстояние $R_0 = 2,6 \text{ м} \cdot \text{кг}^{-1/3}$ от заряда ВВ, а в створе между индикаторными скважинами 0,0' и зарядом на $1,85 \text{ м} \cdot \text{кг}^{-1/3}$ от заряда располагались измерительные скважины 1,1'. Кроме того, на расстояниях $3,4 \text{ м} \cdot \text{кг}^{-1/3}$ находились измерительные скважины 2,2', уровень грунтовых вод составлял 0,45 м.

Для получения большей информации скважины располагались в двух диаметрально противоположных направлениях от заряда. Радиус взрывных выемок составил $R_0 = 1,45 \text{ м} \cdot \text{кг}^{-1/3}$.

Таблица 3

Номер скважины	R, м	R_0 , м·кг ^{-1/3}	$N \cdot 10^5$ моль/л		Номер скважины	R, м	R_0 , м·кг ^{-1/3}	$N \cdot 10^5$, моль/л	
			до взрыва	после взрыва				до взрыва	после взрыва
1	1,08	1,85	11,2	39,5	1'	1,08	1,85	11,2	70,5
0	1,54	2,6	24 900	17 640	0'	1,54	2,6	14 000	10 920
2	2,0	3,4	11,2	12,5	2'	2,0	3,4	11,2	23,2

Видно, что часть раствора переносилась перемещением воды к скважинам 2,2' при развитии каверны, т. е. прямой динамической фильтрацией. Появление ионов хлора в скважинах 1,1' возможно лишь при обратном движении воды. Это явление можно объяснить аperiодическим механизмом развития каверны, сопровождающимся разуплотнением грунта в области заложения скважин 1,1'.

Приведенные результаты экспериментальных исследований динамической фильтрации, возникающей при действии взрыва на водонасыщенный грунт, показали, что перемещение воды в горизонтальной плоскости происходит не только в направлении от источника воздействия, но и в направлении к месту взрыва, хотя величина возникающего в момент взрыва градиента напора с расстоянием интенсивно уменьшается. Граница распространения в горизонтальной плоскости зависит от глубины заложения заряда ВВ, однако при этом качественный характер процесса сохраняется.

Поступила в редакцию
21/V 1980

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Вовк, А. Г. Смирнов, В. Г. Кравец. Динамика водонасыщенных грунтов. Киев.: Наукова думка, 1975.
2. А. Г. Смирнов, С. П. Казанцев.— В сб.: Взрывное дело, № 81/38. М.: Недра, 1979.