
ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ

А.Р. Ризун, Ю.В. Голень, Т.Д. Денисюк

СЕЙСМИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ РАССТОЯНИЯ ПРИ РЫХЛЕНИИ ДОННЫХ ГРУНТОВ ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ ВЗРЫВОМ

*Институт импульсных процессов и технологий НАН Украины,
пр. Октябрьский, 43А, г. Николаев, 54018, Украина, iipt@iipt.com.ua*

Высоковольтный электрохимический взрыв (ВЭХВ) – это комплекс физико-химических явлений, протекающих при наличии в зоне разрядного канала веществ или составов, способных к экзотермическим химическим превращениям в условиях развиваемых в канале высоких температур и давлений. Высвобождающаяся в результате таких превращений энергия суммируется с электрической, поступающей из емкостного накопителя генератора импульсных токов (ГИТ), в результате чего общее количество энергии существенно возрастает без увеличения массогабаритных размеров оборудования.

В качестве веществ, способных значительно увеличить мощность электроразряда, используются специально разработанные водонаполнительные экзотермические композиции (ВЭК), в которых 40% от общего объема составляет алюминий в виде пудры (ПАП–1, ПАП–2). Частицы пудры покрываются стеариновой кислотой, что значительно снижает чувствительность к механическим воздействиям и способность детонировать. Окислителем в ВЭК служит желатинизированный раствор аммиачной селитры [1]. Для подрыва донных грунтов применяются небольшие порции ВЭК – от 0,01 до 0,05 кг.

При проведении реконструкций действующих морских или речных портов необходимо установить безопасные расстояния при использовании ВЭХВ для процессов рыхления донных грунтов.

Сейсмически безопасные расстояния для зданий и сооружений при взрывах ВВ рассчитываются по формуле

$$R_0 = K_0 a \cdot \sqrt[3]{Q}, \quad (1)$$

где R_0 – расстояние от места взрыва до точки безопасного колебания грунта, м; K_0 – коэффициент, зависящий от свойств грунта, имеет значения, приведенные в табл. 2; a – коэффициент, зависящий от показателя действия взрыва n , имеет значения, приведенные в табл. 1; Q – вес заряда, кг.

Таблица 1. Зависимость коэффициента a от показателя действия взрыва

n	$\leq 0,5$	1	2	≥ 3
a	1,2	1	0,8	0,7

Таблица 2. Зависимость коэффициента K_0 от категории грунтов

Грунты	Категория	Коэффициент K_0
Порфирит, кварц	XV	3
Плотный скальный	XIII	3
Плотный известняк	X	5
Доломит, известняк	XII	7
Песчаный	V	8
Глинистый	IV	9
Почвогрунт	III	15
Водонасыщенный	от III до XV	20

По формуле (1) определяются сейсмически безопасные расстояния для мгновенных взрывов. Для замедленных взрывов, к которым относится ВЭХВ, такие расстояния уточняются опытным путем, поскольку существует сложная зависимость между показателем действия взрыва, категориями грунта и расстоянием сейсмической безопасности. Так, например, с одной стороны, для мгновенных взрывов, характеризующихся умеренным выбросом, показатель n больше 1, а коэффициент a меньше 1. Для замедленных взрывов, наоборот, $n < 1$, $a > 1$, то есть при этом в одинаковых грунтах при равных эквивалентах взрывчатых веществ (ВВ) расстояние сейсмической безопасности должно быть больше. С другой стороны, чем больше время взрыва, тем больше диссипация акустической составляющей его энергии, радиус безопасного расстояния снижается [2].

Экспериментальное измерение радиуса R_0 проводилось в акватории Камышинской бухты Севастопольского морского порта. Для производства работ был составлен технический проект. В нем указываются план и разрез объекта дноуглубления с указанием сетки расположения шпуров (рис. 1), необходимая глубина рыхления, объем конечной выемки и место ее выгрузки.

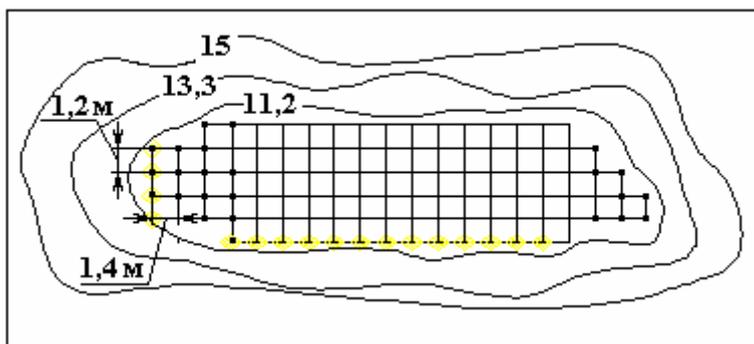


Рис. 1. План объекта и сетка бурения шпуров

В донном грунте производилось бурение шпуров на глубину 0,6 м по схеме (рис. 1).

В качестве исходной точки расположения шпуров от строительного объекта брался удвоенный расчетный радиус $2R_0$ безопасного расстояния для мгновенных взрывов:

$$R_0 = K_0 a \sqrt[3]{W + Q}, \quad (2)$$

где W – запасенная энергия ГИТ; $W=70$ кДж, что эквивалентно 0,01 кг ВЭК; $Q=0,03$ кг ВЭК, что эквивалентно 210 кДж; $K_0 = 20,0$ – для водонасыщенных грунтов; $a = 1,2$ (при $n < 1$).

$$2R_0 = 8,4 \cdot 2 = 16,8 \text{ м.}$$

Для определения силового воздействия волн, генерируемых ВЭХВ, на объекты и плавсредства использовались пьезодатчики на основе титаната бария, преобразующие давления в электрический сигнал. Датчики диаметром 18 мм устанавливались в шпурах диаметром 36 мм на фундаменте строения в водной среде. Сигнал с датчиков поступал по бронированному кабелю на вход тензометрического усилителя ТУ–4М. Регистрирующим прибором служил шлейфовый осциллограф Н-105. Измерения проводились на расстояниях, указанных в табл. 3.

Таблица 3. Результаты измерений радиусов безопасных расстояний ВЭХВ

P , усл. ед.	R_0 , м
0,8	16,8
1,5	12,0
2,0	8,4
2,5	6,0
3,0	4,0

На рис. 2 представлена зависимость максимального давления на фронте волн, генерируемых ВЭХВ, от расстояния до точки установления датчиков для водонасыщенных грунтов. Уровень на от-

метке четырех условных единиц давления считается предельно допустимым для сеймонагрузок на строения.

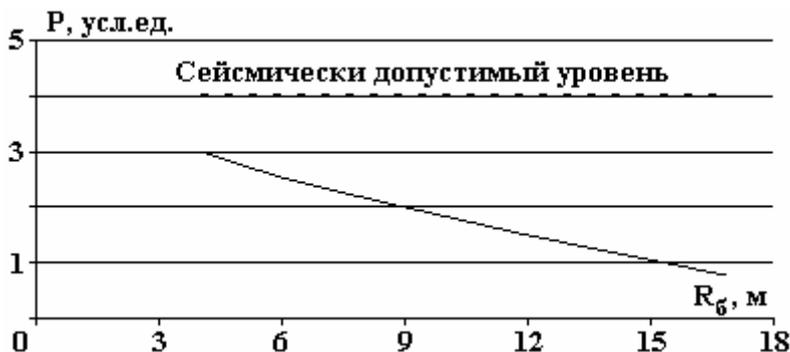


Рис. 2. Зависимость максимального давления волн сжатия от расстояния до точки измерений

Таким образом, экспериментально уточнены расчетные сейсмически безопасные расстояния до зданий и сооружений для ВЭХВ с запасенной энергией 70 кДж и массой ЭК 0,03 кг. Из полученной зависимости следует, что погрешность расчетных (8,4 м) и экспериментальных (4,0 м) данных для донных грунтов в водной среде составила более 50%.

Полученные экспериментальные значения безопасного расстояния работы с ВЭХВ значительно меньше расчетных значений, и это позволяет утверждать, что время замедления взрывов больше влияет на радиус безопасных расстояний, чем показатель действия взрыва.

Для ВЭХВ коэффициент a , зависящий от показателя действия взрыва, может быть снижен в два раза. Тогда расчет безопасных расстояний для ВЭХВ можно аппроксимировать в следующее равенство:

$$R_с = K_с \frac{a}{2} \sqrt[3]{W + Q}. \quad (3)$$

Результаты экспериментальных исследований прошли проверку при проведении дноуглубительных работ в акватории Севастопольского морского порта. На их основе разрабатываются технология и специальное оборудование. Внедрение технологии позволит решить проблему проведения безопасных дноуглубительных работ или разрушения прибрежных массивов вблизи строений и коммуникационных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вовченко А.И. Управляемые электровзрывные процессы преобразования энергии в конденсированных средах / А.И. Вовченко, А.А. Посохов. Киев: Наукова думка, 1992. 168 с.
2. Кушнарев Д.М. Взрывные работы в гидромелиоративном и сельском строительстве / Д.М. Кушнарев, М.П. Беликов. М.: Издательство литературы по строительству, 1972. 223 с.

Поступила 14.12.07

Summary

Safe distances are certain seismically for buildings, buildings, at loosening of the ground soils a high-voltage electrochemical explosion during conducting of reconstruction of operating marine and river ports.