

Повышение безопасности при обрушении зданий и сооружений в процессе их реконструкции

При обрушении сооружений большой массы изначально следует учитывать сейсмический эффект от их падения. Один из методов его оценки сводится к тому, что для обрушаемого здания (сооружения) определяется его потенциальная энергия:

$$E = MgH_0, \text{ Дж}, \quad (1)$$

где M — масса обрушаемого объекта, кг;

g — ускорение свободного падения, $9,8 \text{ м/с}^2$;

H_0 — высота центра тяжести, м.

На следующем этапе оценивается масса заглубленного заряда, эквивалентная по своему действию

сейсмическому эффекту от обрушения сооружения:

$$Q_s = \frac{E}{q}, \text{ кг}, \quad (2)$$

где q — энергия единицы массы заряда (для аммонита № 6 ЖВ $q = 4,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$).

Для охраняемых объектов эквивалентный заряд рассматривается как сосредоточенный, располагаемый на фиксированном расстоянии от объекта в направлении обрушения по его оси.

Прогнозируемую скорость колебания грунта в районе охраняемых объектов при падении сооруже-

ния определяют по эмпирической формуле (1):

$$V = 100 \left(\frac{\sqrt[3]{Q_s}}{r} \right)^{1,5}, \text{ см/с}, \quad (3)$$

где r — расстояние от охраняемого объекта до расчетного центра падения сооружения, м.

Существуют и другие варианты эмпирической формулы (3), (2).

Недостатки известных моделей оценки сейсмического эффекта заключаются в том, что они не учитывают размеров обрушаемой конструкции и свойств подстилающих грунтов, влияние которых на сейсмический эффект весьма значи-

тельно и, в частности, при взрывах заглубленных зарядов оценивается своим коэффициентом, меняющимся в зависимости от грунтовых условий. Все это оказывает соответствующее влияние на сейсмически безопасное расстояние (3). При расчетах размеры сооружения также необходимо принимать во внимание, поскольку энергия обрушаемого сооружения передается грунту на определенной ими площади.

Скорость сейсмических колебаний при обрушении объекта можно представить (4):

$$V = \sqrt{2qH_0 \left(\frac{h_{\max}}{r} \right)}, \text{ м/с}, \quad (4)$$

где h_{\max} — глубина выемки в результате удара массивного тела о грунт, м.

$$h_{\max} = \frac{4M\sqrt{2gH_0}}{ab\rho c}, \text{ м}, \quad (5)$$

где ρ — плотность грунта, кг/м³; a, b — максимальные линейные

размеры сооружений, соприкасающиеся с грунтом, м;

c — скорость звука в грунте, м/с.

Учитывая, что MqH_0 представляет собой потенциальную энергию обрушаемого объекта, получаем следующую формулу:

$$V = \frac{8E}{ab\rho c r}, \text{ м/с}, \quad (6)$$

Она подтверждает установленное опытом различие в частотном спектре колебаний от удара массивного сооружения и взрыва заглубленного заряда. Период колебаний при ударе больше, что и вызывает менее интенсивное затухание скорости смещения грунта с расстоянием (в сравнении с моделью (3) показатель затухания при r равен единице).

Принимая во внимание тот факт, что обрушение объекта происходит неодновременно, при расчете необходимо учитывать только часть массы падающего груза. Для прибли-

женной оценки рекомендуется учитывать треть массы сооружения (2). Отсюда безопасное расстояние от места обрушения:

$$r = \frac{2,7E}{ab\rho c V_{\text{дон}}}, \text{ м},$$

где $V_{\text{дон}}$ — допустимая скорость колебаний, см/с.

При взрывном обрушении объектов с сосредоточенной массой применение разработанной методики обеспечивает надежное определение границ сейсмических зон, за пределами которых гарантируется сохранность зданий и сооружений.

*Сергей ОНИКА,
доктор технических наук,
профессор БНТУ,
Тамара ОНИКА,
государственный инспектор
Проматомнадзора*