УДК 550.83

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ И ВЗРЫВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

А.Г.Гурин, Харьков, Украина

In the article are described the investigation results of the modeling seismic and explosive blasts, which are made on the electroenergy objects. These results may be used for obtaining the amplitude-response curve for buildings and energy constructions.

Для оценки сейсмостойкости зданий и силового электроэнергетического оборудования используются динамические воздействия с помощью вибромашин и взрывов.

В Таджикском институте сейсмологии и сейсмического строительства (ТИССС) исследованы способы формирования сейсмического воздействия с помощью *трех типов взрывов*: сосредоточенного, линейно-рассредоточенного однорядного и многорядного. С помощью линейно-рассредоточенных взрывов удалось сформировать колебания грунта, близкие по спектральному составу к естественным. Отличие, однако, оказалось в большей доли высокочастотных составляющих в спектре взрыва. Взрыв формирует более жесткое воздействие на конструкцию , чем сейсмическая волна. В результате более жесткие элементы конструкций разрушаются быстрее. Применение данного метода связано с организационными трудностями, большими затратами на буровые работы, нежелательными экологическими последствиями в зоне испытаний. Поэтому взрывчатые вещества имеют ограниченную сферу применения.

Используя *вибромашины,* можно зондировать динамические реакции объектов на фиксированных частотах и получать спектральные

характеристики объектов. Наблюдаемые при этом необратимые изменения сойств объектов обусловлены резонансными разрушениями их отдельных частей: расслоением кирпичной кладки, повреждением вставных деталей в панелях, навесных элементах.

Нами были предложены *импульсные электродинамические источники (ЭДИ)* для решения указанных задач. Развывая высокую пиковую мощность, они имеют невысокую среднюю мощность. Поэтому интегральный эффект воздействия на объект испытаний можно плавно регулировать (от неразрушающего испытания до полного повреждения элемента конструкции). Эти источники могут повторять воздействие с интервалом 0.05 с , что создает широкие предпосылки для использования эффектов группирования при формировании сигналов заданной формы. Электродинамические излучатели могут иметь плоскую форму. Тогда они легко крепятся в любом положении не только поблизости, но и на самом объекте. Они могут быть выполены и цилиндрическими. Тогда полностью имитируется привычная технология работ с использованием ВВ, размещаемых в скважинах [2,3].

На рисунке 1 показана схема установки цилиндрических ЭДИ в неглубоких скважинах на полигоне ТИССС. Акселограммы колебаний грунта имеют продолжительность менее 0.1 с. Колебания этажных перекрытий - более продолжительные, причем амплитуда их растет с висотой здания (сказывается эфект закрепления нижней части здания на фундаменте). Отчетливо проявляются резонансные колебания, например, верхнего этажа, продолжающиеся долго после окончания импульсного воздействия на фундамент. Главная особенность полученных акселограмм - полная воспроизводимость. Она свидетельствует о стабильности работы ЭДИ, неизменности условий их контактирования с грунтом, выборе умеренной пиковой мощности воздействия, при которой не накапливаются остаточные деформации эле-

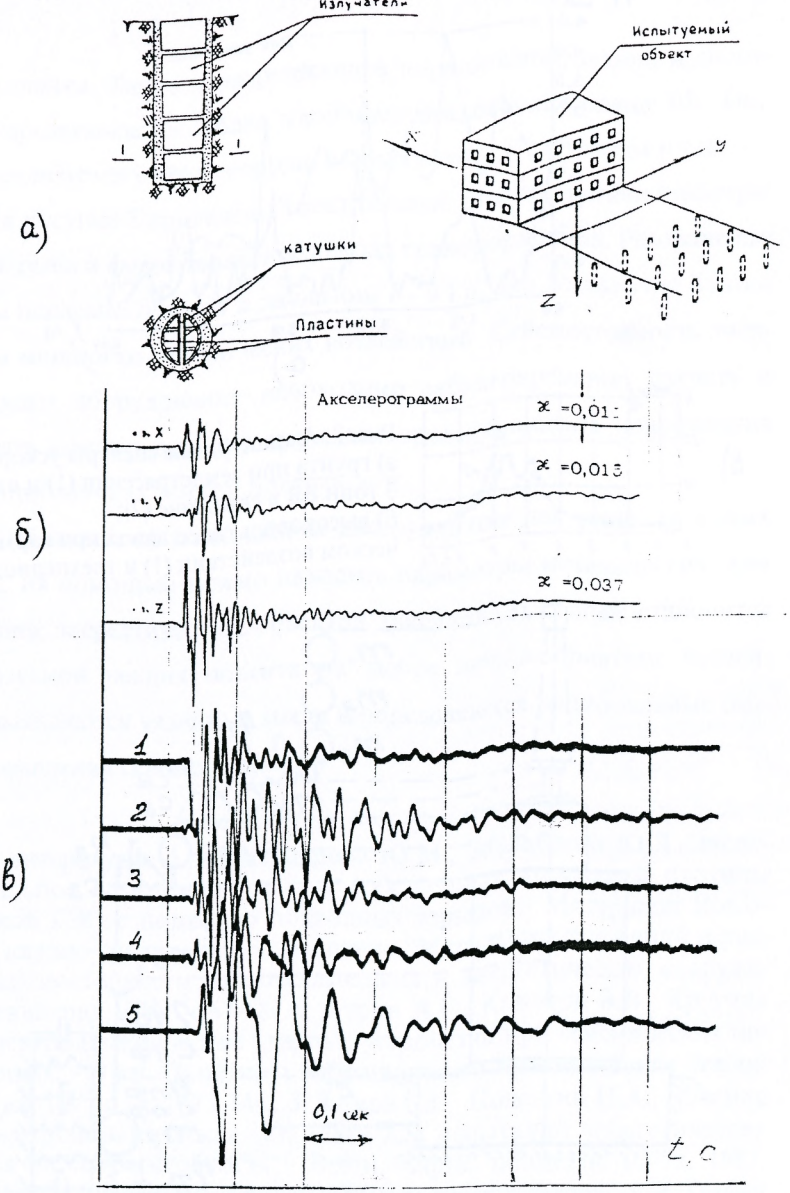
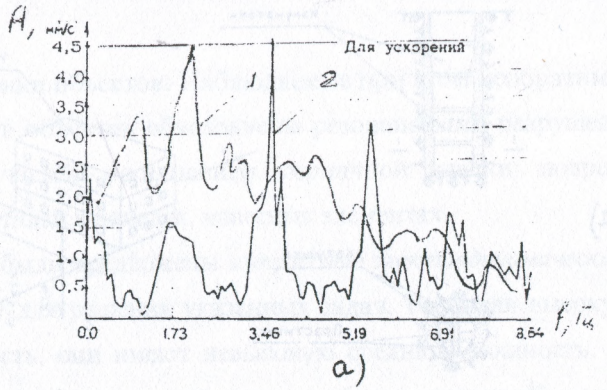


Рис.1 Схема размещения излучателей (а) и акселерограммы колебаний фундамента (б), перекрытий 1, 2,3, 4 и 5-го этажей (в) при импульсном воздействии электродинамического источника.



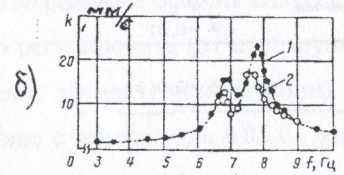


Рис. 2. Амплитудные спектры ускорений :
а) грунта при землетрясении (1) и взрыве 3 тонн ВВ в скважине (2);
б) высоковольтного ввода при гармоническом воздействии (1) и трехпериодном (2).

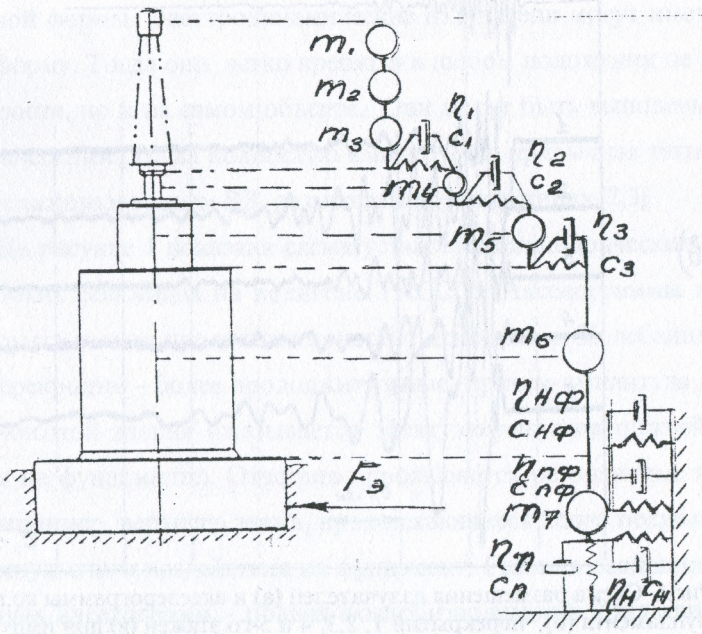


Рис. 3. Расчетная схема для определения амплитуды колебаний элементов силового трансформатора. (m_i, η_i, c_i - масса, коэффициент демпфирования и жесткость i - *го* элемента).

ментов здания. Такое неразрушающее зондирование зданий и сооружений представляется более удобным, чем использование ВВ. Оно легко реализуется в черте города, в зонах плотной застройки и т.д.

На рисунке 2 приведены спектральные характеристики землетрясения, взрыва и высоковольтного ввода трансформатора. Резонансные частоты последнего лежат в диапазоне 6 - 9 Гц, что достаточно близко к пикам мощности сейсмических воздействий. Сейсмостойкость энергетического оборудования необходимо заблаговременно изучать и применять соответсвующие меры для предотвращения повреждения вводов при толчках земной поверхности.

ЭДИ являются подходящим инструментом для решения и этих задач. С их помощью можно находить параметры механических схем замещения энергетических объектов (рисунок 3). Тогда становится предсказуемой рекция объекта на любое неблагоприятное воздействие, выявляются уязвимые места и определяются рациональные способы повышения сейсмостойкости.

Список литературы: 1. Александрова Ю.М., Заславский Ю.Л. Экспериментальное определение частот собственных колебаний плотины Нурекской ГЭС с помощью подводных взрывов.- Материали Всесоюзного научно-технического совещания "Методы исследований и расчетов сейсмостойкости гидротехнических и энергетических сооружений" Ленинград, 1981, с.67-68. 2. Гурин А.Г., Конотоп В.В., Круглик Н.И. Электродинамические ударные устройства при сейсмических исследованиях. - В кн. Проблемы вибрационного просвечивания Земли. М., Наука, 1977 г,. с. 137 - 144. 3. Ломов С.Г., Поветкин Н.А., Элкснис Д.В. Электродинамическая установка для испытаний энергетических объектов на сейсмостойкость. - Вестн. Харьк. политехн. ин-та. 1987, N243. Электроэнергетика и автоматизация энергоустановок. 4. Гущин В.В., Заславский Ю.М. Группированный импульсный сейсмоисточник с управляемой характеристикой направленности. Физика Земли, 1995, N6, с.85- 88.

Представлена докт. техн. наук Набокой Б.Г.