



УДК 624



ДОРОФЕЄВ В.С.
Д-р технічних наук, проф.,
Одеський національний
морський університет,
м. Одеса, Україна,
e-mail: dorvs@ukr.net,
тел.: +38 (048) 729-86-20,
ORCID: 0000-0002-2412-4134



ЄГУПОВ К.В.
Д-р технічних наук, проф.,
директор НДІ фундаменталь-
них і прикладних досліджень,
Одеський національний морсь-
кий університет, м. Одеса,
Україна,
e-mail: yegupov.k@gmail.com,
тел.: +38 (097) 238-02-08,
ORCID: 0000-0002-8342-820X



СОРОКА М.М.
Канд. технічних наук, доц.,
ДП «Науково-дослідний
інститут будівельних
конструкцій», м. Київ, Україна,
e-mail: soroka@ogasa.org.ua,
тел.: +38 (067) 556-35-35,
ORCID: 0000-0002-9551-9475



МУРАШКО О.В.
Канд. технічних наук, доц.,
Одеська державна академія
будівництва і архітектури,
м. Одеса, Україна,
e-mail: alexeymurashko@gmail.com,
тел.: +38 (067) 773-35-03,
ORCID: 0000-0002-2812-5951

ПРОБЛЕМИ НАУКОВОГО СУПРОВОДУ ПРОЕКТУВАННЯ БУДИНКІВ ПІДВИЩЕНОЇ ПОВЕРХОВОСТІ В МІСТІ ОДЕСА

АНОТАЦІЯ

Стаття є результатом багаторічного досвіду виконання робіт по науково-технічному супроводі проектування будівель і споруд в м. Одеса. Розглянуті найбільш характерні проблеми, що виявлені в процесі виконання таких робіт. Об'єкт дослідження - багатоповерхові будівлі, що зводяться при наявності сейсмічної небезпеки в місті Одеса. Предметом дослідження є найбільш типові проблеми, виявлені в процесі виконання робіт з науково-технічного супроводу при проектуванні будинків і споруд. Показано, що більшість проблем пов'язано із ігноруванням проектувальниками і будівельниками діючих в Україні норм проектування будівель і споруд, що в складних інженерно-геологічних умовах м. Одеса може спровокувати аварійні ситуації. Метою роботи є привертання уваги всіх учасників процесу, в першу чергу контролюючих органів, до описаних проблем і прагненню авторів внести свій вклад в будівництво надійних і безпечних будівель. Розглянуто питання створення та верифікації моделей будівель, сейсмічних впливів при проектуванні і експлуатації відповідальних споруд. Описано основні помилки проектувальників і порушення будівельних норм, виявлені у процесі наукового супроводу, такі як різні види нерегулярностей (в плані, по висоті), крутильні форми

коливань і інші. На підставі аналізу виконаних робіт із сейсмічного районування представлений графік амплітудно-частотних характеристик ґрунтів Одеських будівельних майданчиків. Звертається увага на необхідність враховувати ці дані при проектуванні будинків. Враховуючи досить високу ймовірність землетрусів в місті Одесі, в даній статті підкреслена необхідність оформлення відповідно до будівельних норм і глибокого контролю над цим процесом.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: моделі будівель, сейсмічні впливи, науковий супровід.

ПРОБЛЕМЫ НАУЧНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ В ГОРОДЕ ОДЕССА

ДОРОФЕЄВ В.С. Д-р техн. наук, проф., Одесский национальный морской университет, г. Одесса, Украина, e-mail: dorvs@ukr.net, тел.: +38 (048) 729-86-20, ORCID: 0000-0002-2412-4134

ЄГУПОВ К.В. Д-р технических наук, проф., директор, НИИ фундаментальных и прикладных исследований, Одесский национальный морской университет, г. Одесса, Украина,



e-mail: yegupov.k@gmail.com,

тел.: +38 (097) 238-02-08,

ORCID: 0000-0002-8342-820X

СОРОКА Н.Н. Доцент, канд. технических наук, ГП «Научно-исследовательский институт строительных конструкций»,

г. Киев, Украина,

e-mail: soroka@ogasa.org.ua,

тел.: +38 (067) 556-35-35,

ORCID: 0000-0002-9551-9475

МУРАШКО А.В. Канд. технических наук, доц., Одесская государственная академия строительства и архитектуры,

г. Одесса, Украина,

e-mail: alexeymurashko@gmail.com,

тел.: +38 (067) 773-35-03,

ORCID: 0000-0002-2812-5951

АННОТАЦИЯ

Статья является результатом многолетнего опыта выполнения работ по научно-техническому сопровождению проектирования зданий и сооружений в г. Одесса. Рассмотрены наиболее характерные проблемы, выявленные в процессе выполнения таких работ. Объект исследования - многоэтажные здания, возводимые при наличии сейсмической опасности в городе Одесса. Предметом исследования являются наиболее типичные проблемы, выявленные в процессе выполнения работ по научно-техническому сопровождению при проектировании зданий и сооружений. Показано, что большинство проблем связано с игнорированием проектировщиками и строителями действующих в Украине норм проектирования зданий и сооружений, что в сложных инженерно-геологических условиях г. Одесса может спровоцировать аварийные ситуации. Целью работы является привлечение внимания всех участников процесса, в первую очередь контролирующих органов, к описанным проблемам и стремлению авторов внести свой вклад в строительство надежных и безопасных зданий. Рассмотрены вопросы создания и верификации моделей зданий, сейсмических воздействий при проектировании и эксплуатации ответственных сооружений. Описаны основные ошибки проектировщиков и нарушения строительных норм, выявленные в процессе научного сопровождения, такие как различные виды нерегулярностей (в плане, по высоте), крутильные формы собственных колебаний и другие. На основании анализа выполненных работ по сейсмическому районированию представлен график амплитудно-частотных характеристик грунтов Одесских строительных площадок. Обращается особое внимание на необходимость учитывать эти данные при проектировании зданий. Принимая во внимание довольно высокую вероятность землетрясений в городе Одессе, в данной статье подчеркнута необходимость проектирования в соответствии со стро-

ительными нормами и глубокого контроля над этим процессом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: модели зданий, сейсмические воздействия, научное сопровождение.

PROBLEMS OF SCIENTIFIC SUPPORT OF THE DESIGN OF THE MULTYSTOREY BUILDINGS IN THE CITY OF ODESSA

DOROFEEV V.S. Dr., Prof., Odessa national maritime university,

Odessa, Ukraine,

e-mail: dorvs@ukr.net,

tel.: +38 (048) 729-86-20,

ORCID: 0000-0002-2412-4134

IEGUPOV K.V. Dr., Prof., Odessa national maritime university,

Odessa, Ukraine,

e-mail: yegupov.k@gmail.com,

tel.: +38 (097) 238 02 08,

ORCID: 0000-0002-8342-820X

SOROKA N.N. PhD, Ass. Prof., SE «State Research Institute of Building Constructions», Odessa, Ukraine,

e-mail: soroka@ogasa.org.ua,

tel.: +38 (067) 655 35 35

ORCID: 0000-0002-9551-9475

MURASHKO A.V. PhD, Ass. Prof., Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa, Ukraine,

e-mail: alexeymurashko@gmail.com,

tel.: +38 (067) 773-35-03,

ORCID: 0000-0002-2812-5951

ABSTRACT

The article is the result of many years' experience collected during the implementation of scientific and technical support for the design of buildings and structures in Odessa. The object of the research is multistory buildings erected in the presence of seismic danger in the city of Odessa. The subject of the research is the most typical problems identified in the process of performing work on the scientific and technical support for the design of buildings and structures. It is shown that most of the problems are connected with the ignoring the construction codes by designers and builders, what can provoke emergency situations in difficult engineering and geological conditions of Odessa. The aim of the work is to attract the attention of all those participating, and first of all, the controlling bodies, to the described problems and the desire of the authors to contribute to the construction of reliable and safe buildings. The issues of creation and verification of building models, seismic effects during the design and operation of responsible buildings are also considered. Main designers' mistakes and violations of construction codes detected during the process of scientific support such as irregularity of various kinds (in plan, by height), torsion vibration forms and others are described. Based on the analysis



of the work performed on seismic zoning, a graph of the amplitude-frequency characteristics of the soils of the Odessa construction sites is presented. Attention is drawn to the need to take these data into account when designing structures. Taking into account the rather high probability of earthquakes in the city of Odessa, this paper pays attention to the need to design according to the construction codes and strict control of this process.

KEY WORDS: building models, seismic effects, scientific support.

ВСТУПЛЕНИЕ

Анализ сильных землетрясений за последние 20 лет свидетельствует, что их география и трагические последствия имеют тенденцию к увеличению с каждым годом [1, 2].

Представление о том, что на Украине невозможны сильные землетрясения, опровергается фактами. В юго-восточной части Украины в районе Мариуполя 7 августа 2016 произошло землетрясение с магнитудой около 4,5-4,7. По словам директора румынского Института физики Земли Георге Мэрмуриану, грядущее землетрясение в Румынии, возможно, будет угрожать и югу Украины аналогично тому, как это произошло в 1802 году [3].

Особое внимание должно быть уделено объектам, находящимся в сейсмических зонах, и тем, что строятся в сложных инженерно-геологических условиях. Так как г. Одесса находится в сейсмоопасном районе и имеет достаточно серьезные проблемы в отношении инженерно-геологических условий (лессовые грунты, высокий уровень грунтовых вод, катакомбы, оползневые склоны), к качеству проектирования и строительства предъявляются повышенные требования.

ПРОБЛЕМЫ НАУЧНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ

Одесская лаборатория сейсмостойкости более 12-ти лет занимается научно-техническим сопровождением проектирования зданий повышенной этажности в г. Одесса [4]. За это время были выявлены некоторые проблемы, имеющие место при проектировании зданий. Практически все проблемы в той или иной степени связаны с нарушением действующих нормативных документов.

1. Встречаются ситуации, когда геологический разрез и характеристики грунтов основания приводятся не для площадки, на которой проектируется здание, а для площадки, расположенной «рядом» с рассматриваемой строительной площадкой. Учитывая сложность инженерно-геологических условий в г. Одесса [5], а также наличие катакомб, такая экстраполяция ни к чему хорошему не приведет. Не выполняются испытания грунтов на горизонтальную нагрузку, не говоря уже о динамических испытаниях.

2. Не во всех случаях выполняется сейсморайонирование строительной площадки. И оправдывается это тем, что грунты основания имеют вторую категорию по сейсмическим свойствам. Между тем, здания, имеющие свыше 20 этажей, как правило, относятся к классу ответственности СС3, для которых обязательным является расчет с использованием реальных акселерограмм землетрясения для данной площадки [6]. А получить такие акселерограммы можно только при проведении сейсморайонирования строительной площадки.

3. При испытании грунтов сваями практически никогда не выполняется требование п. 8.5.5.15 ДБН В.2.1-10-2009 [6] об обязательных испытаниях грунтов с длительным замачиванием основания. Проектировщики ограничиваются мероприятиями по установке дренажа для отвода грунтовых вод и необходимости поддержки коммуникаций в исправном состоянии для предотвращения замачивания грунтов основания. Такие мероприятия, конечно же, необходимы, но, как показывает практика мониторинга возведенных сооружений, раньше или позже уровень грунтовых вод все равно повышается, и это приводит к незапланированным осадкам здания. И хорошо, если осадки будут равномерными.

4. Для свайных фундаментов, в целях экономии бетона, используются ленточные ростверки, не обеспечивающие достаточную жесткость. При этом имеется большая вероятность неравномерной осадки здания.

5. В большинстве случаев заказ на научное сопровождение проектирования поступает после того, как построено несколько этажей здания. При этом Заказчик имеет большую вероятность потерять 1-2 этажа из-за недостаточного количества свай, или из-за недостаточности сечений несущих элементов (арматуры) на нижних этажах.

6. При строительстве в старой части г. Одесса с целью визуального скрытия большей этажности, по отношению к существующей застройке, проектируются здания с перепадом высот больше, чем допускается нормами [6]. Пример такого здания представлен на рис. 2.

7. Продолжается строительство жилых зданий с применением туннельной опалубки. Конечно, это очень технологичное решение, но при этом либо проектируется одна внутренняя продольная стена (рис. 3), либо две внутренние продольные стены, которые располагаются на расстоянии 1,5-2 м (рис. 1). В первом случае не выполняется п. 7.7.2 [6] о наличии не менее двух продольных стен. При этом, первая собственная форма колебаний является крутильной, что противоречит п. 5.2.5 [6] – «конфігурацію будівлі і розташування вертикальних несучих елементів приймати такими, щоб перші дві форми власних коливань були поступальними (не крутильни-

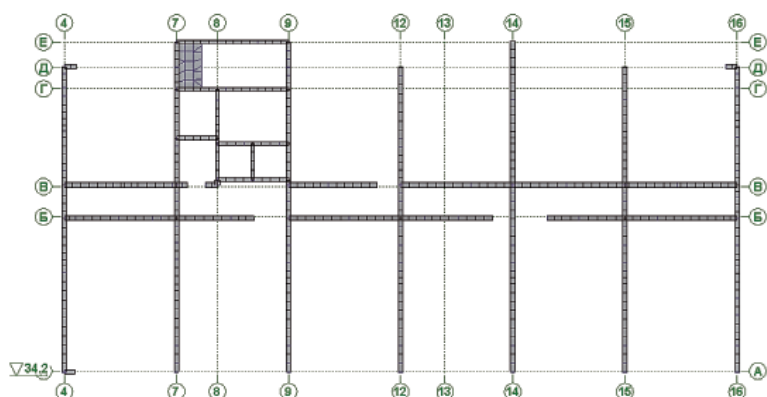


Рис. 1. Схема с двумя близко расположенными продольными стенами

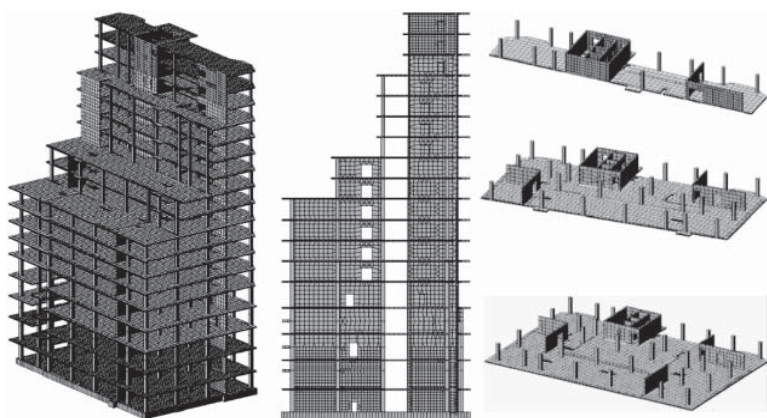


Рис. 2. Здание с перепадом высот, превышающих нормы

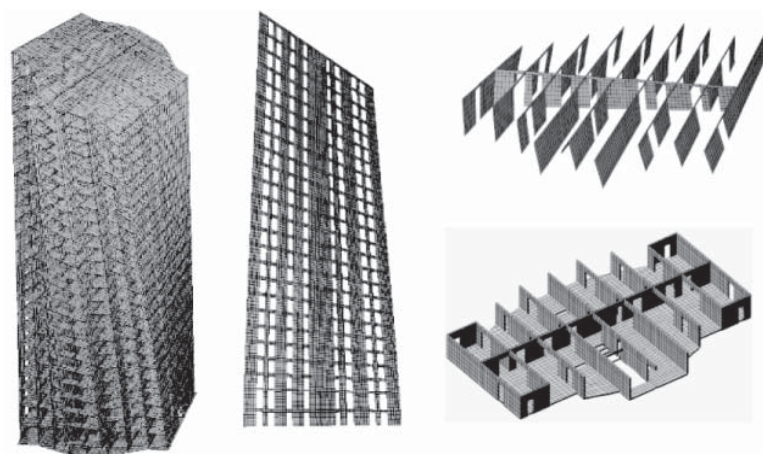


Рис. 3. Здание с одной продольной стеной

ми)». Формирование двух ядер жесткости по торцам здания приводит к тому, что первая собственная форма колебаний становится поступательной, а вторая – крутильной.

Во втором случае, когда запроектированы две близко расположенные продольные стены

(рис. 1), формально п. 7.7.2 [6] – выполняется. Но малое расстояние между продольными стенами приводит к тому, что первая собственная форма колебаний здания является поступательной, а вторая и третья формы – крутильные, что противоречит п. 5.2.5 [6].

Если по краям здания образовать ядра жесткости (рис. 4), то первая форма собственных колебаний – поступательная, вторая – поступательная с небольшим закручиванием и только третья форма собственных колебаний – крутильная.

8. Еще одной проблемой является стремление Заказчика во что бы то не стало повысить этажность жилого дома. Часто это желание появляется уже в процессе строительства, после того, как все расчеты закончены и дом находится в стадии строительства [6 - 8]. Если фундамент был выполнен с запасом и пересчет здания с увеличенным количеством этажей показывает, что он не нуждается в усилении, в принципе, есть возможность повысить этажность. Но, поскольку нижние этажи уже построены, то неучтенная дополнительная нагрузка от достраиваемых этажей требует усиления несущих конструкций нижних этажей, что не всегда выполняется качественно.

9. Игнорируется п. 5.3.2 [6] об установлении станции инженерно-сейсмометрической службы в зданиях высотой свыше 73,5 м и на объектах экспериментального строительства. Анализ данных, полученных в результате работы таких станций, позволил бы совершенствовать нормы проектирования, но авторам не известно ни одно здание в г. Одесса, в котором была бы установлена станция инженерно-сейсмометрической службы.

10. В условиях возросшей конкуренции на строительном рынке все чаще можно встретить так называемое проектирование «на грани», когда в целях оптимизации ресурсов принимаются проектные решения, находя-

щиеся на уровне минимума нормативных требований [6 и др.]. Одним из наиболее часто встречающихся случаев является проектирование зданий сложной формы в плане, что чаще всего обусловлено формой участка строительства (рис. 5). В случае проектирования подобных зданий вопрос обе-

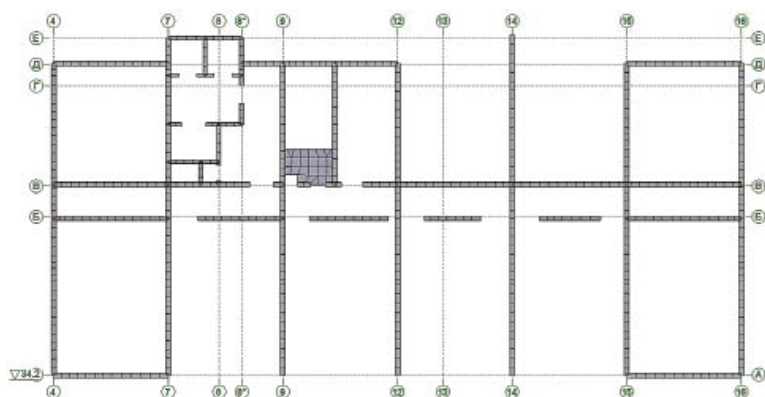


Рис. 4. Схема с ядрами жесткости по краям здания

спечения требования упомянутого выше ДБН [6] о том, что первые две формы собственных колебаний должны быть поступательными, становится первостепенным. Чаще всего решение обеспечения этого требования достигается за счет филигранной работы с расчетной моделью с поэтапным подбором конфигурации, когда уход от кручения достигается за счет изменения поперечного сечения отдельных вертикальных несущих элементов и изменения длин отдельных диафрагм до нескольких десятков сантиметров. При таких решениях периоды крутильных и поступательных форм собственных колебаний весьма близки и их величины могут отличаться всего на несколько процентов. В таком случае полностью упускается понимание того, что расчетная модель в процессе строительства непременно получит модификации, связанные с особенностями техно-

логии, дополнительными проемами, неравномерностью распределения нагрузок на перекрытие и т.п., которые, в конечном счете, вернут кручение на первые формы колебаний [9].

11. С целью уменьшения сейсмической опасности, при определении категории грунтов по сейсмическим свойствам искусственно уменьшают толщину слоя слабых грунтов. Нарушая требования норм [6], определение толщины грунтов третьей категории выполняют не от нулевой отметки, а от уровня подошвы предполагаемого котлована рис. 6.

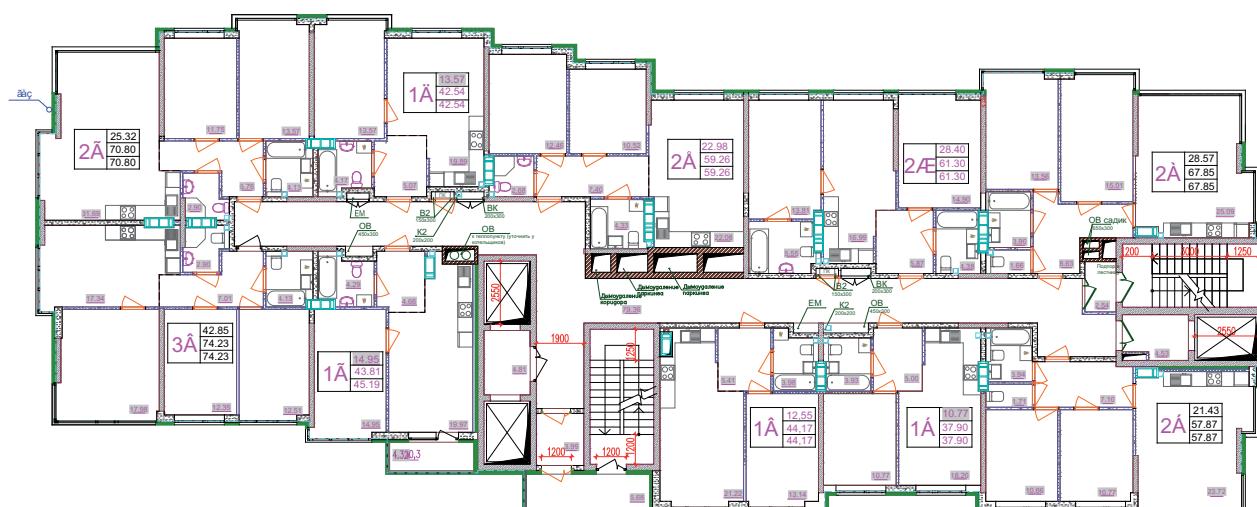


Рис. 5. Примеры несимметричных форм зданий



Рис. 6. Инженерно-геологический разрез

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЕЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Изучение распределения по территории Украины интенсивности сейсмических проявлений при различных землетрясениях позволило составить для неё карты общего сейсмического районирования (ОСР-2004), которые являются неотъемлемой составной частью Государственных строительных норм [2].

Показанная на картах ОСР интенсивность сейсмических воздействий относится к грунтам II-й категории по сейсмическим свойствам. В то же время, реальные строительные площадки могут подстилаться грунтами других категорий. Локальные грунтовые условия способны существенно ослабить или усилить расчетную сейсмическую интенсивность строительных площадок. Учет влияния локальных грунтовых условий осуществляется с помощью сейсмического микро-районирования (СМР) строительных площадок.

Эти работы призваны не только определить значение приращения бальности ΔI за счет влияния грунтовых условий на площадке. Важность получения указанных данных определяется возможностью существенного удешевления сейсмостойкого строительства за счет оптимального выбора конструктивных решений, позволяющих избежать совпадения преобладающих частот, соответствующих пиковым ускорениям в сейсмических волнах, резонансных частот подстилающей грунтовой толщи и собственных частот проектируемого здания (сооружения).

В условиях Одесского региона используется комплекс работ по СМР строительных площадок, включающий методы инженерно-

геологических аналогий, сейсмических жесткостей и регистрации микросейсм. Каждый из этих методов позволяет получить оценку сейсмической интенсивности площадки в баллах. Для представительного расчета синтетических акселерограмм, моделирующих сейсмическое воздействие на здания, используется информация по всем трем методам.

Требования безопасности и стремление к удешевлению строительства создает проблему, которая выдвигается на первый план в связи с высокими темпами роста строительства зданий и сооружений. В современных городах, где резко увеличивается техногенная нагрузка на строительные объекты, достоверная информация о величине уязвимости сооружений и уровне сейсмической опасности является необходимым условием устойчивого развития.

Влияние учета свайного фундамента на периоды собственных колебаний здания представлено на рис. 7.

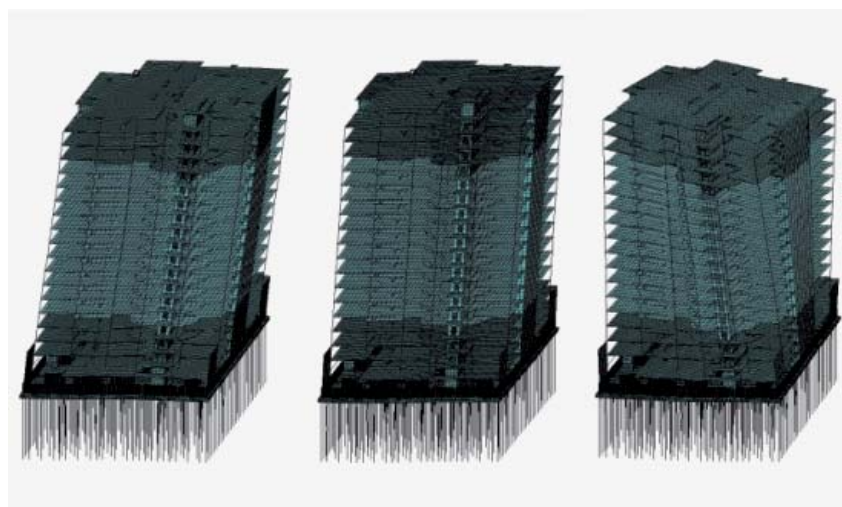


Рис. 7. Собственные формы колебаний здания со сваями $T_1=3,62$ с; $T_2=2,72$ с; $T_3=1,89$ с.



Город Одесса является очень привлекательным местом для инвестиций в строительную индустрию, особенно районы, непосредственно прилегающие к морю. С учетом достаточно высокой стоимости земельных участков заказчики строительства стараются максимально их использовать, увеличивая этажность возводимых зданий. Однако здесь имеется ряд факторов, усложняющих проектирование и строительство зданий повышенной этажности [5]. К таким факторам относятся: близко расположенные разломы, сейсмическая опасность, неблагоприятные геологические условия (в т.ч. грунты III – IV категории по сейсмическим свойствам), подземные выработки (катакомбы), оползневые склоны, наличие высокого уровня грунтовых вод (подтопление территории).

Грунты III – IV категории по сейсмическим свойствам имеют существенные нелинейные свойства, которые будут проявляться по-разному, в зависимости от интенсивности и частотного состава сейсмического воздействия. Нелинейное поведение грунта приводит к изменению, иногда очень существенному, форм и спектров сейсмических волн в слоях грунта. Резонансные частоты грунтов оказываются зависящими от интенсивности воздействия и, при достаточно интенсивных землетрясениях, могут отличаться от значений, определяемых по записям сейсмического шума или слабых событий. При интенсивных сейсмических воздействиях изменяются реологические свойства грунтов, что может быть связано, например, с перемещением грунтовых вод, разрывом структурных связей между частицами грунта и другими явлениями. На рис. 8. представлены амплитудно-частотные характеристики сейсмогеологических моделей грунтовых сред, построенных для ряда строительных площадок в г. Одесса с использованием программного продукта ProShake. В расчетах учитывались нелинейные свойства грунтов на исследуемых площадках.

Из рис. 8 видно, что грунтовые условия большинства строительных площадок в г. Одесса характеризуются широким частотным диапазоном возможного резонансного усиления [4]. Следовательно, при сейсмостойком проектировании зданий и сооружений в г. Одесса необходимо проводить детальные исследования резонансных свойств грунтов, независимо от их этажности и сложности конструкции, так как собственные частоты колебаний, как одноэтажных, так и высотных зданий, как правило, лежат в частотном диапазоне, в котором наблюдаются максимумы усиления колебаний грунтами (рис. 8).

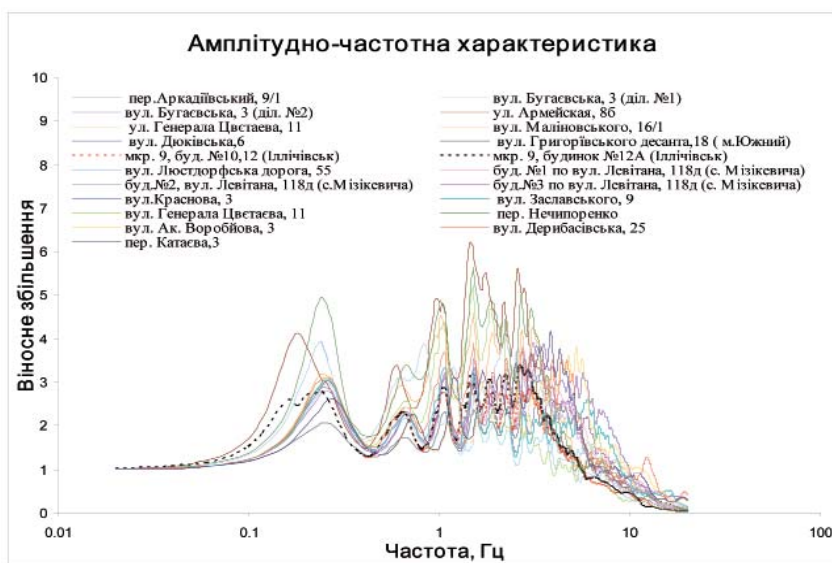


Рис. 8. Амплитудно-частотные характеристики площадок в г. Одесса

ВЫВОДЫ

1. Анализ отечественных и зарубежных источников показал, что существующие практически реализуемые модели и методы расчета каркасных зданий и сооружений не в полной мере объясняют характерные повреждения при сейсмических воздействиях.

2. Сейсмостойкость зданий в значительной мере зависит от их конфигурации, расположения и типа конструктивных элементов. Информация, имеющаяся в этой области исследований, носит эмпирический характер. Учет пространственной работы сооружений и конечной скорости прохождения сейсмических волн под ними в условиях реального сейсмического воздействия требует дополнительных исследований.

3. Выполненное моделирование сейсмических воздействий и проведенные численные эксперименты позволили установить значительное влияние волновых процессов в грунтах на реакцию здания (сооружения) как единой пространственной системы.

4. При определении категории грунтов по сейсмическим свойствам искусственно уменьшают толщину слоя слабых грунтов. Нарушая требования норм, определение толщины грунтов третьей категории выполняют не от нулевой отметки, а от уровня подошвы предполагаемого котлована.

5. Сейсмические нагрузки для пространственных форм колебаний (кручение, деформирование в плане) могут превышать нагрузки для плоской рамы. Этот эффект зависит от длины здания и скорости распространения сейсмических волн. Определены длины зданий, соответствующие минимуму сейсмических нагрузок. Установлено, что для некоторых длин сейсмических волн в определенные моменты времени проявляются резонансные эффекты, обусловленные влиянием местных грунтово-геологических условий.

6. При проектировании ответственных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях необходимо учитывать целый ряд факторов и тре-



бований, соблюдение которых позволит обеспечить эффективную работу, надежность и долговечность конструкций.

7. На основании анализа результатов изысканий и требований действующих норм следует назначить расчетные параметры природных (в том числе сейсмических) воздействий на проектируемые сооружения с учетом их срока службы.

8. Применение новых конструктивных решений требует проведения соответствующих экспериментальных исследований, в том числе в натуральных и лабораторных условиях.

9. Требуется дальнейших исследований и такое перспективное направление, как применение сейсмоизоляции для возведения сейсмостойких зданий.

10. Формальное отношение к обеспечению требований ДБН В.1.1-12:2006 о некрутильных первых двух формах колебаний на стадии расчета при реализации проекта может привести к появлению кручения на этих формах колебаний на возведенном объекте.

11. Практически все выявленные в процессе научного сопровождения проблемы связаны с несоблюдением проектировщиками и строителями действующих норм проектирования. И решение в этом случае достаточно простое – ужесточить со стороны контролирующих органов требования к обязательному соблюдению норм проектирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Немчинов Ю.И. Сейсмостойкость зданий и сооружений / Немчинов Ю.И. // В двух частях. – Киев, 2008. – 480 с.
2. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Пустовитенко А.А. Новые карты сейсмического районирования территории Украины. Особенности модели сейсмической опасности // Геофиз. журн. – 2006. – Т.28, № 3. – С. 54 – 77.
3. Землетрясение в Одессе может привести к сотням тысяч смертей. Правда или слухи? [Электронный ресурс] : [Интернет-портал]. – Электронні дані. – Режим доступа: https://dumskaya.net/news/zem_odes-005897/ (дата звернення 27.02.2018).
4. Особенности определения нагрузок и воздействий на объекты повышенного класса ответственности / [Дорофеев В.С., Егупов К.В., Егупов В.К., Кендзера А.В., Немчинов Ю.И., Семенова Ю.В., Сорока Н.Н.] // Наука та Будівництво. – № 4 (14). – 2017. – С. 11-20.
5. Реализация требований ДБН В.1.1-12:2006 относительно параметров сейсмических воздействий для сейсмостойкого проектирования в г. Одессе / [А.В. Кендзера, С.Т. Вербицкий, Ю.Т. Вербицкий, О.Т. Вербицкая, В.К. Егупов, К.В. Егупов, С.П. Ковальчук, Р.И. Прокопец] // Будівельні конструкції: зб. наукових праць. – Київ: НДІБК, 2008. – Вып. 69. – С. 45-55.
6. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. – Чинні від 2014-10-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2014, VI, – 110 с.
7. Проектирование зданий с заданным уровнем

обеспечения сейсмостойкости / [Ю.И. Немчинов, Н.Г. Марьенков, А.К. Хавкин, К.Н. Бабик]; под ред. Немчинова Ю.И.]. – Киев, 2012. – 384 с.

8. Немчинов Ю.И., Хавкин О.К., Мар'єнков М.Г., Жарко Л.О., Дунін В.А., Бабік К.М., Єгупов К.В., Кендзера О.В., Єгупов В.К., Булат А.Ф., Дирда В.І., Лисиця М.І. Практичні питання динаміки будівель // Будівництво України. – №6. – 2013. – С. 6-21.
9. Philippe Gueguen, Maria Rosaria Gallipoli, Manuel Navarro etc. Testing buildings using ambient vibrations for earthquake engineering: A European review. Second European conf. on earthquake engineering and seismology, Istanbul, aug. 25-29, 2014.

REFERENCES

1. Nemchinov Iu.I. Seismostoikost zdanij I soorugenij / Nemchinov Iu.I. // V dvuh chastiah. – K., 2008. – 480 s.
 2. Pustovitenko, B.G., Kulchitskij, V.E. & Pustovitenko, A.A. Novie karti seismicheskogo raionirovania territorii Ukraini. Osobennosti modeli srismicheskoy opasnosti // Geofiz. J. – 2006. V.28.– S. 54-77.
 3. Zemletryasenie v Odesse mozhet privesti k stotnyam tysyach smertey. Pravda ili sluhi? [Elektronniy resurs] : [Internet-portal]. – Elektronni danI. – Rezhim dostupa: https://dumskaya.net/news/zem_odes-005897/ (data zvernennya 27.02.2018).
 4. Osobennosti opredelenia nagruzok I vozdeystvij na obiekty povishenogo klassa otvetstvennosti / [Dorofeev, V.S., Egupov, K.V., Egupov, V.K., Kendzera, F.V., Nemchinov, Iu.I., Semenova, U.V. & Soroka, N.N.] // Nauka ta budivnitstvo. – № 4 (14), 2017. – S. 11-20.
 5. Realizacia trebovanij DBN V.1.1-12:2006 otnositelno parametrov seismicheskikh vozdeystvij dlia seimostoikogo proektipovanija v g. Odessa / A.V. Kendzera, S.T. Verbitskij. J.T. Verbitskaja, V.K. Egupov, K.V. Egupov, C.P. Kovalchuk & R.I. Prokopets // Vigvidomchij naukovotekhnichnij zbirnik «Budivelni konstrukcii» – K.: NDIBK. – 2008. – Vip. 69. – С. 45-55.
 6. ДБН В.1.1-12:2014 Stroitelstvo v seimichnyh raionah Ukrainy. – K.: Ministerstvo stroitelstva, arhitekturi i gilischno-komunalnogo hozaistva Ukraini, 2014. – 107 s.
 7. Proektirovanie zdaniy s zadannim urovnem obespechenia seimostoikosti / [Iu.I. Nemchinov, N.G. Marienkov, A.K. Havkin, R.N. Babik. Pod redakciej Nemchinova Iu.I.]. – K., 2012. – 384 s.
 8. Nemchinov Iu.I., Khavkin O.K., Marienkov M.G., Zharko L.O., Dunin V.A., Babik K.M., Yegupov K.V., Kendzera O.V., Yegupov V.K., Bulat A.F., Dirda V.I., Lisitsa M.I. Praktychni pytannya dynamiky budivel // Budivnytstvo Ukrainy. –#6.-2013.-S.6-21.
 8. Philippe Gueguen, Maria Rosaria Gallipoli, Manuel Navarro etc. Testing buildings using ambient vibrations for earthquake engineering: A european review. Second european conference on eartquake engineering and seismology, Istanbul, aug. 25-29, 2014.
- Статья поступила в редакцию 16.01.2019 г.