

или траншеи, и они тем эффективнее, чем ближе они находятся к зданию или сооружению и др.

### **Заключение**

Влияние динамического воздействия на основания зданий и сооружений в сложных условиях стесненной городской застройки, особенно при наличии специфических грунтов в настоящее время изучено недостаточно полно. Отсутствует нормативная база. Требуется совершенствование методов расчета, техники испытания и накопление экспериментального опыта о динамических свойствах грунтов и особенностях их поведения при геодинамических нагрузках.

### **Литература**

1. Красников, Н. Д. Динамические свойства грунтов и методы их определения / Н. Д. Красников. – Л. : Стройиздат, 1970 – 240 с.
2. Савинов, О. А. Современные конструкции фундаментов под машины и их расчет / О. А. Савинов. – Л.-М. : Стройиздат, 1964. – 200 с.
3. Кудрявцев, И. А. Влияние вибрации на основания сооружений / И. А. Кудрявцев. – Гомель : БелГУТ, 1999. – 274 с.
4. Технический отчет по проектированию зданий и сооружений подверженных сейсмическим воздействиям. – Минск : НИИЭП РУП – институт БелНИИС, 2002 – 74 с.

## **СЕЙСМИЧНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ И НЕКОТОРЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СЕЙСМОЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

*Ласица Е. А.*

(научный руководитель Баранов Н. Н.)  
БНТУ, Минск, Беларусь

Проявление сейсмических событий на территории Беларуси связывается с существованием разломов в кристаллическом фундаменте литосферы.

В целом регион характеризуется относительно слабой сейсмической активностью, однако и в его пределах происходили достаточно сильные сейсмические события с магнитудой  $M = 4,0-5,0$ . Сейсми-

ческие события на Беларуси имели место в исторические времена. Ряд ощутимых сотрясений на территории зафиксировано на рубеже XIX–XX веков, к ним относится Борисовское землетрясение 1887 ( $M=3,6$ ,  $J=6$ ). По сохранившейся информации: «... был слышен гул, подобный грому, во многих домах разбились стекла». Спустя небольшое время произошли два землетрясения вблизи г. Могилева в 1893 г. ( $M=3,5$ ) и в 1896 г. ( $M=4$ ). Наиболее сильное – Ошмянское землетрясение, произошло в 1905 г. (пос. Чудогай, Островецкого района,  $M=4,5$ ,  $I=7$ ).

Определенную опасность для г. Минска представляют сейсмические волны от сильных землетрясений, возникающих в Восточных Карпатах на территории Румынии (т. н. транзитные землетрясения). Очаги расположены на расстоянии около 900 км от Минска в 1940 г., 1977 г., 1986 г. Макросейсмический эффект двух последних на территории Беларуси составил 3–5 баллов.

В научном и практическом плане актуален вопрос о природе Солигорских землетрясений. В течение длительного времени, в регионе происходили изменения напряженного состояния геологической среды, вызванные выемкой и перемещением горных пород и их складированием в соляных отвалах. Можно предположить, что Солигорские землетрясения связаны с наведенной шахтной активностью и имеют техногенный характер.

Степень сейсмической опасности региона РБ оценивается временной картой общего сейсмического районирования Северной Евразии ОСР-97-D, принятой в качестве нормативной основы. Согласно карте наша территория со средними грунтовыми условиями (грунты второй категории по таблице 1\* СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах») относится к 5–7 балльной зоне.

Нормативный документ ТКП 45-3.02-108-2008 (02250) «Высотные здания. Строительные нормы проектирования» содержит детальную карту территории Беларуси (рисунок В.2 Приложение В) и список населенных пунктов в зонах возможных землетрясений (таблица В.1). Максимальная расчетная сейсмическая интенсивность в 7 баллов шкалы MSK-64 установлено для Минска и Молодечно, в 6 баллов – для Борисова, Солигорска, Баранович, Пинска, Бобруйска и др., в 5 баллов – для Волковыска, Гродно, Лида, Брест, Могилев, Витебск, Орша и Полоцк (интенсивность воздействия определяется сейсмическим коэффициентом  $J=0,025$  для 5 баллов и  $J=0,05$  для 6 баллов).

На сейсмические воздействия рассчитываются высотные здания, возводимые на площадках с сейсмичностью 5 баллов и выше. Согласно шкале сейсмической интенсивности MSK-64 при землетрясении в 7 баллов происходит сильное повреждение зданий. В каркасных железобетонных зданиях, легкие трещины в штукатурке и откалывание ее кусков. В кирпичных зданиях, откалывание довольно больших кусков штукатурки и выпадение отдельных кирпичей, повреждение стен фахверковых построек.

Исследование прочности кирпичных простенков на виброплатформах показывают, что в неармированной кладке, трещины (горизонтальные по швам и диагональные) проявляются уже при ускорениях  $0,04g$ , что соответствует интенсивности 6 баллов ( $0,02-0,05g$ ) на средних грунтах. В этих условиях каменное заполнение проемов в каркасных зданиях и кирпичные стены необходимо армировать, что следует предусматривать при проектировании.

Мировая строительная практика свидетельствует о необходимости соблюдения ряда принципов проектирования в сейсмических районах. К их числу следует отнести:

1. Необходимым условием обеспечения устойчивости и прочности зданий и сооружений является создание равнопрочной во всех направлениях конструкции.
  2. Симметричное размещение масс и жесткостей элементов конструкции (лучше всего 2 оси симметрии).
  3. Опыт показывает, что наилучшие качества в сейсмических условиях имеют монолитные ленточные фундаменты или в виде сплошных плит. Для отдельно стоящих фундаментов необходимо устраивать связующие монолитные рандбалки.
  4. Подошва фундаментов принимается в одном уровне для всего здания (или его отдельных отсеков).
  5. Следует добиваться самого низкого положения центра тяжести сооружения.
  6. При выборе основания следует отдать предпочтение прочным (маловлажным и влажным) крупнообломочным и песчаным грунтам.
- При сейсмическом строительстве необходимо делать все, чтобы избежать концентрации напряжений в какой-то части конструкции. Для этого необходимо:

1. Жесткость и массы в сооружении должны быть распределены равномерно в симметрии, но относительно плоскостей, проходящих через центр тяжести сооружения.

2. Сооружение не должно быть слишком высоким. Заглубление фундамента (глубокий фундамент или свайное основание) приспособливает здание для «плавания» в сейсмических волнах, оно меньше раскачивается.

3. Сооружение не должно быть чрезмерно длинным, т. к. его отдельные части будут испытывать действие крутящих моментов.

Строительная практика свидетельствует о существовании устойчивых закономерностей в особенностях сейсмических проявлений в грунтах. В частности, на сейсмический эффект весьма существенно влияет верхняя часть толщ основания – ее первые десятки метров. Начиная с 30-х годов XX столетия в поле зрения исследователей и практиков оказалась идея сейсмоизоляции. Различного рода устройства (упругие, вязкие, пластичные) основаны на поглощении энергии и располагают их в самом сооружении, между сооружением и фундаментом, под подошвой фундамента в основании или же в глубине грунтовой толщи (глубинное демпфирование).

Снижение уровня инерционных сил, развивающихся в зданиях и сооружениях при землетрясениях, на современном этапе достигается методами активной сейсмозащиты. В их числе системы, реализующие принципы сейсмоизоляции (мягкие податливые прокладки и скользящие пояса на уровне обреза фундаментов, резинометаллические опоры из чередующихся листов нержавеющей стали и фторопластовых или неопреновых, подвесные опоры). Известны также адаптивные системы с изменяющимися характеристиками за счет предусматривающихся в сооружении выключающихся и включающихся связей. Для повышенного рассеяния энергии по всему объему размещают демпферы (вязкие, повышенной пластичной деформации, сухого трения). С целью уменьшения колебаний применяются специальные гасители (плавающего, маятникового, пружинного или комбинированного типов). Описание конструкций устройств и условий их применения приводится в технической литературе (Красников Н. Д., 1981 г.; Поляков В. С., 1968 г.; Жунусов Т. Ж., 1990 г.; Кириков В. А., 1990 г. и др.).