

УДК 624.131.543

К. В. Егупов, доктор техн. наук, профессор**П. А. Устинов**, ассистент

кафедра энергетического и водохозяйственного строительства

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

ул. Дидрихсона, 4, Одесса, 65029, Украина

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СКЛОНОВ ОДЕССКОГО РЕГИОНА

В данной статье рассмотрены вопросы определения изменения динамических характеристик склонов, в том числе оползневых в результате изменения их конфигурации или условий работы. Анализ указанных изменений производился на основании рассчитанных спектров отклика реакции склонов на сейсмическое воздействие в виде акселерограмм.

Ключевые слова: склоны, оползни, сейсмические воздействия, расчеты оползневых склонов

ВВЕДЕНИЕ

Оценка оползневой ситуации в Одесской области несколько устарела, и после введения нового ДБН В1.1-12-2006 «Строительство в сейсмических районах Украины» [1] требует пересмотра. Это связано с тем, что значение расчетного балла сейсмичности было повышено, и большинство строений и откосов уже могут являться неустойчивыми при расчетах с учетом сейсмических воздействий. Следует сказать, что Одесса все еще развивается и все больше и больше склонов подвергаются застройке и, соответственно проблема расчетов склонов с учетом сейсмических воздействий с каждым днем становится все более актуальной.

На сегодняшний день в подавляющем большинстве случаев расчеты устойчивости склонов с учетом сейсмических воздействий производится прямым динамическим методом, в котором сложнейшие по своей природе и сути усилия заменяются некоторой силой, значение которой получается простым перемножением веса массива на некоторый коэффициент сейсмичности, полученный на основании рекомендуемого приложения к ДБН В1.1-12-2006 «Строительство в сейсмических районах Украины». Возможно производить расчеты склонов, в том числе оползневых, более совершенными методами, возможно, дающими более точный результат.

Цель. Произвести анализ изменения динамических характеристик склона (в данном случае оползневого) в результате изменения его конфигурации, а именно устройства противооползневых сооружений.

Были проведены расчеты оползневого склона в г. Одессе с целью определения его устойчивости, подбора возможного варианта противооползневых сооружений и работы всего комплекса оползень - основание оползня - противооползневое сооружение с учетом сейсмических воздействий.

При этом производилось качественное моделирование оползневого массива с контролем качества получаемых расчетных схем [6].

Получены материалы для анализа работы оползня в виде спектров отклика реакций оползневого массива на сейсмическое воздействие, как акселерограмм, полученных из разных источников:

- Акселерограммы, заложенные в ДБНВ1.1-12-2006 «Строительство в сейсмических районах Украины»,
- Акселерограммы, полученные методами сейсмического микрорайонирования на основании инструментальных измерений микросейсмических колебаний,
- Акселерограммы, полученные из всемирной базы записей землетрясений USGS NSMP.

Для проведения указанных выше расчетов был принят склон в районе инфекционной больницы, ближе к очистным сооружениям.

Общий вид территории больницы приведен на рисунке 1, на нем видно расположение сооружений и построек на территории больницы, а также показано расположение принятого расчетного поперечного разреза.



Рис. 1. Общий вид территории инфекционной больницы

Расчетный поперечный разрез в естественном состоянии представлен на рисунке 2; сложен насыпными грунтами (ИГЭ1), оползающими по глинам блочными известняками (ИГЭ 1а) размером, примерно 25x25 м и подстилающими глинами (ИГЭ 2а). Также на разрезе видны оползневые накопления. В целом склон на момент инженерно-геологических изысканий был не устойчив, что подтверждается результатами проведенных расчетов и геофизических исследований.

При проведении описываемой работы были подобраны и запроектированы противооползневые сооружения таким образом, чтобы значение коэффициента устойчивости увеличилось крайне существенно. Рассчитанные значения коэффициентов устойчивости составило 0,99 и 2,5 для естественного и стабилизированного склона, соответственно. Такое излишнее завышение значения коэффициента запаса устойчивости стабилизированного оползневого склона обус-

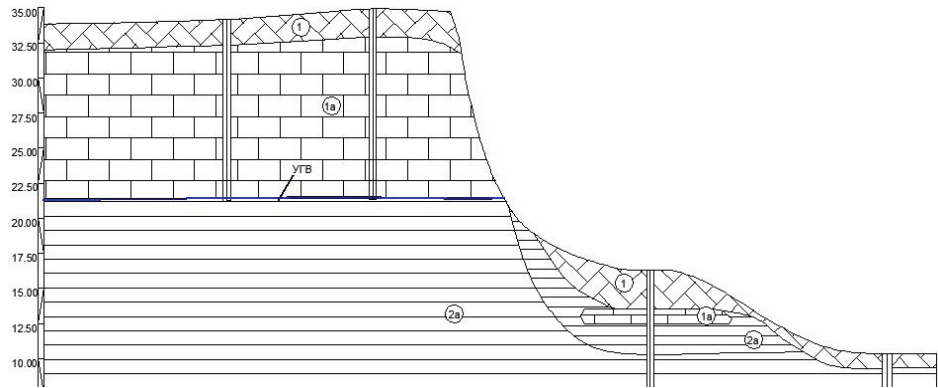


Рис. 2. Расчетный поперечный разрез

ловлено необходимостью (в пределах данной работы) получения ярко выраженных изменений в динамических характеристиках массива в целом. На практике данное решение по противооползневым сооружения не применялось, а построенные в натуре сооружения носят более приближенный к реальности характер.

На рисунке 3 показан общий вид расчетной схемы с учетом противооползневых сооружений, состоящих из планировки территории с разгрузкой активной части и пригрузкой контрфорсной части оползневого массива. Для обеспечения возможности такой планировки территории была запроектирована подпорная стенка уголкового типа.

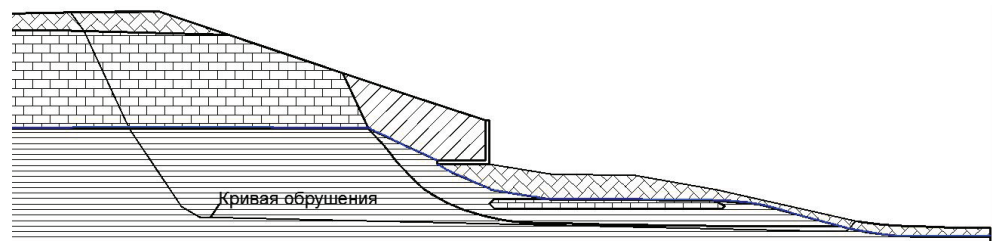


Рис. 3. Общий вид расчетной схемы с учетом устройства противооползневых сооружений.

Были созданы две расчетные схемы для данного оползневого массива с применением МКЭ. Моделирование производилось с применением метода контроля качества получаемых расчетных схем на основании результатов расчетов классическими методами [2, 3]. В общем смысле метод состоит в следующем:

- Производится подбор и перепроверка противооползневых по классическим методам расчетов устойчивости и оползневого давления,
- Окончательная расчетная схема МКЭ включает в себя работу прослойки грунта нарушенной структуры, которая существует на границе оползневого тела и основания оползня.

В качестве исходных данных для расчетов прямым динамическим методом применялись синтезированные акселерограммы и записи реальных землетрясений по всему миру.

Синтезированные акселерограммы представляют собой записи расчетных землетрясений различной обеспеченности по трем составляющим: по нормали, касательной и вертикали в направлении от возможного эпицентра землетрясения в зоне Вранча.

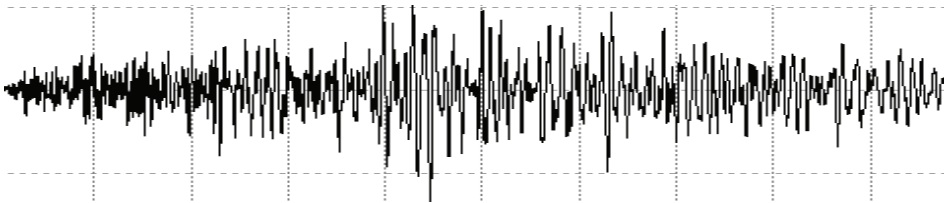


Рис. 4. Общий вид расчетной акселерограммы.

Полученные результаты для анализа динамических характеристик оползневого склона представляют собой акселерограммы реакции оползневого массива в некоторых точках. Эти акселерограммы разложены на спектры отклика.

На рисунке 5 показан общий вид расчетной схемы оползневого массива до проведения противооползневых мероприятий. На рисунке 6 показан общий вид расчетной схемы оползневого массива после проведения противооползневых мероприятий. На рисунках 5, 6 также показаны точки, в которых были получены анализируемые акселерограммы реакции оползневого массива.

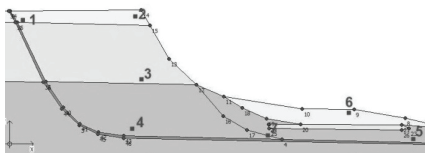


Рис. 5. Размещение точек получения анализируемых акселерограмм

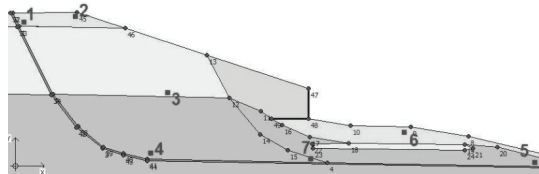


Рис. 6. Размещение точек получения анализируемых акселерограмм

На рисунках 7-9 показаны диаграммы спектров отклика входной акселерограммы и выходных до и после проведения противооползневых сооружений.

На приведенных диаграммах видно, что после проведения противооползневых мероприятий на оползневом склоне в целом картина распределения периодов колебаний оползневого массива меняется слабо: не много уменьшается значение минимального периода возбуждаемых колебаний. Однако значения возбуждаемых максимальных ускорений уменьшается более чем в 2 раза.

По другим расчетным случаям картина примерно такая же.

В случае если изменение конфигурации и условий работы склона приводит к повышению его устойчивости - максимальные значения возбуждаемых ускорений

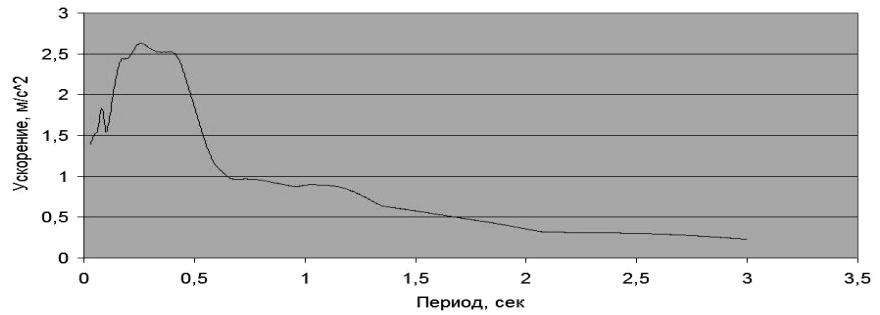


Рис. 7. Спектр отклика расчетной акселерограммы воздействия

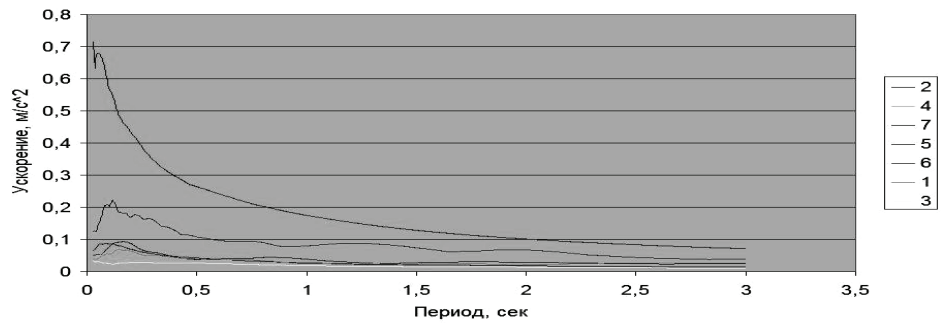


Рис. 8. Спектры реакции по точкам на оползневом массиве в естественном состоянии

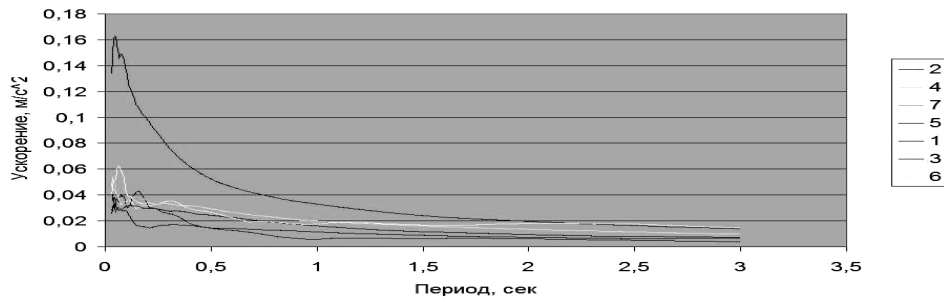


Рис. 9. Спектры реакции по точкам на оползневом массиве с учетом устройства противооползневых сооружений

падають (как, например в данном случае) и наоборот, если значение коэффициента запаса устойчивости склона снижается (например в случае дополнительной пригрузки склона) - возрастают.

ВЫВОДЫ

Приведенные результаты расчетов и их анализ свидетельствуют о том, что:

1. Возможно выполнять расчеты оползневых массивов в комплексной постановке задачи: оползень - основание оползня - противооползневые сооружения.
2. Возможно выполнять уточнение сейсмических воздействий для сооружений, расположенных на оползневом массиве, в том числе для расчетов прямым динамическим методом,
3. Хотя полученные результаты расчетов могут быть интересны с практической точки зрения проектирования сооружений на оползневых склонах, их представленность еще не достаточна для принятий окончательного решения о проектировании реальных сооружений на оползневых склонах. Полученные результаты расчетов требуют выполнения повторных серий расчетов на большем количестве склонов для серьезного анализа получаемых результатов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДБН В.1.1-12:2006. Строительство в сейсмических районах Украины : (К.: Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины, Киев, 2006).
2. Рекомендации по выбору методов расчета коэффициента устойчивости склона и оползневого давления: (сост.: Гинзбург Л. К. - Центральное бюро научно-технической информации, Москва, 1986).
3. Гинзбург Л. К. Противооползневые сооружения: монография / Л. К. Гинзбург. Днепропетровск: Лира ЛТД, 2007. - 188 с.
4. Гришин В. А. Дорофеев В. С. Расчет противооползневых сооружений / В. А. Гришин. В. С. Дорофеев – О., ООО ВнешРекламсервис, 2009 - 215 с.
5. Немчинов Ю. И. Комплексная оценка уязвимости железобетонных зданий при сейсмических воздействиях / Ю. И. Немчинов, К. В. Егупов // Сборник «Строительные конструкции», К., 2010 г. Вып. 81.
6. Егупов К. В. Расчеты оползневых откосов и противооползневых сооружений с учётом сейсмических воздействий прямым динамическим методом / К. В. Егупов, П. А. Устинов // Строительные конструкции К. 2011 г. Вып. 75.

Статья поступила в редакцию 25.06.2013

К. В. Єгупов, доктор техн. наук, професор

П. А. Устїнов, асистент

Кафедра енергетичного и водогосподарського будівництва

Одеська державна академія будівництва та архітектури

вул. Дідріхсона, 4, Одеса, 65001, Україна

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ СХИЛІВ ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ

Резюме

У даній статті розглянуті питання визначення зміни динамічних характеристик схилів, в тому числі зсувних в результаті зміни їх конфігурації або умов роботи.

Аналіз зазначених змін проводився на підставі розрахованих спектрів відгуку реакції схилів на сейсмічну дію у вигляді акселерограм.

Ключові слова: схили, зсуви, сейсмічні впливи, розрахунки зсувних схилів]

K. V. Yegupov, doctor of engineering sciences, professor

P. A. Ustinov, assistant

The department of energy and water supply construction

Odessa state academy of construction building and architecture

Didrikson str., 4, Odessa, 65001, Ukraine

DYNAMIC ANALYSIS OF ODESSA REGION SLOPES

Summary

This article questions of determining the change in the dynamic characteristics of the slopes, including a landslide by changes in their configuration or operating conditions. Analysis specified changes made on the basis of of calculated response spectra of of the reaction slopes on the seismic action as an accelerograms.

Keywords: slopes, landslides, seismic influences, calculations of sliding slopes