

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДПОРНЫХ СТЕН В УСЛОВИЯХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Д.К.АУБАКИРОВА

[E.mail. ksucta@elcat.kg](mailto:ksucta@elcat.kg)

Азыркы учурда тирегич дубал долборлоо сейсмикалык жүк эсеп үчүн сандык ыкма колдонулат. Ал ыкмалар тирегич дубалдын чыңалуу - деформациялык абалын «түп - курулма» түзүм катары эсептелет. Акыркы он жылдык чогултулган жана жалпыланган эксперименталдык маалыматтар негизинде бул маселени коюу эң тура көрүндү.

В настоящее время для учета сейсмической нагрузки на подпорные стены используются численные методы, которые рассматривают напряженно-деформированное состояние подпорной стены как системы «основание-сооружение». Такая постановка задачи, которая представляется наиболее обоснованной, обусловлена накопленными и обобщенными в течение последних десятилетий экспериментальными данными.

At present for account of the seismic load on retaining wall are used numerical methods, which consider tense - deformed condition retaining wall as systems "base- building". Such statement of the problem, which introduces the motivated, is conditioned dug and generalised during the last decennial event experimental data.

При проектировании подпорных стенок обычно используется квазистатический метод расчета сейсмической устойчивости путем введения в рассмотрение дополнительных временных нагрузок, действующих при землетрясении. При этом предполагается, что величина сейсмических нагрузок полностью определяется значением пикового ускорения основания сооружения, не учитывая деформации сооружения, полученные им до сейсмического воздействия. Для таких случаев чаще всего рассматривается только горизонтальное ускорение основания. При анализе разрушений сооружений подпорного типа было установлено, что сейсмическое боковое воздействие грунта, которое резко возрастает при сейсмических воздействиях, играет решающую роль.

Известно, что наибольшее влияние сейсмическое воздействие оказывает на склоны или откосы, так как они являются концентраторами напряженно-деформированного состояния. Кроме того, в условиях естественного залегания во внутренних областях склонов и откосов преобладают касательные напряжения, которые определяют степень приближения массива к предельному состоянию.

Важным этапом качественного прогнозирования напряженно-деформированного состояния массивов ограниченных размеров является выбор граничных условий. Очевидно, что размеры расчетной области при сейсмическом воздействии будут больше, чем при рассмотрении статической задачи. С ростом расчетной области, вмещающей рассматриваемый массив (склон, основание сооружения и пр.), расчетная геомеханическая модель будет ближе соответствовать условиям распространения сейсмической волны. При большой длине сейсмической волны по сравнению с размерами расчетной области (откоса, склона) выбор модели в виде массива ограниченных размеров становится более обоснованным. Однако в случае фиксированных граничных условий возникает проблема отраженных волн (эффект коробки), которая искажает напряженно-деформированное состояние массива. Если же задавать граничные условия в напряжениях (поглощающие граничные условия), этого эффекта удастся избежать, при этом оказывается возможным

сократить размеры расчетной области и, соответственно, время расчета величины напряжений и деформаций.

Следует отметить, что описание реакции каждого из элементов системы при высокоинтенсивных динамических нагрузках в полной постановке связано с преодолением серьезных трудностей. Так, в этом случае необходимо учитывать сложные граничные условия между контактными поверхностями фигурных блоков, слоя гравия и внутренней поверхности блоков, слоистого грунта основания, возможность проявления существенных нелинейных эффектов при деформациях. В настоящее время для устранения аварийных состояний подпорных стен для указанных выше причин на стадии проектирования проводятся компьютерное моделирование, основанное на разработке конечно-элементной модели /4/.

Вопросам исследования несущей способности оснований сооружений посвящены многие работы С.С.Вялова /1/, Ю.К.Зарецкого /2/, П.И.Яковлева /3/ и многих других отечественных ученых.

Следует отметить, что несущая способность основания определялась без учета трения по контакту фундамента и грунтового основания, а также без учета деформированного состояния сооружений.

В работе /2/ Ю.В.Зарецкий отметил, что оценка несущей способности должна рассматриваться как результат перехода системы «основание – сооружение» в предельное состояние, характеризующее невозможностью дальнейшей эксплуатации каких-либо сооружений этой системы с учетом характера и последовательности воздействий.

Применительно к подпорным сооружениям эту задачу можно решить путем разработки математической модели напряженно-деформированного состояния системы «основание – сооружение» на основе применения современных методов оценки предельных состояний, в рамках теории смешанного напряженного состояния и учета перемещений и деформаций сооружения.

Как было сказано выше, применяемые методы расчета систем «основание – сооружение», т.е. систем, описывающих работу подпорной стены, не учитывают деформированное состояние сооружения и влияние последнего на оценку фактической несущей способности грунта основания. Это обстоятельство свидетельствует о целесообразности применения метода, дающего возможность учесть слоистость грунта с различными физико-механическими характеристиками, характер перемещения сооружения, а также трение по контакту жесткого фундамента подпорной стенки и грунтового основания, вызываемого этими перемещениями.

Как показывает практика проектирования и исследований, форма и параметры фундамента существенно влияют на напряженно-деформированное состояние основания сооружения, определяя характер развития зон пластических деформаций, глубину распространения напряжений и величину осадки сооружения, что позволяет по-новому взглянуть на понятие оптимальной формы стенки. Очевидно, что при небольших отклонениях критерия оценки у некоторого множества форм стенок предпочтительной следует считать ту форму, у которой факторы напряженно-деформированного состояния основания будут лучше, а в ряде случаев оценка напряженно-деформированного состояния может оказаться решающим критерием для выбора рационального варианта формы стенки.

Источником колебаний рассматриваемой системы являются некоторые области грунтового массива, которые в момент времени t получают перемещения u и (или) ускорения. Такая модель реализуется в расчетах на сейсмические воздействия /1/, которые передаются на систему не в виде внешних динамических нагрузок, а как реакции волнового процесса со стороны грунтовой среды. В свою очередь, колебания стенки влияют на колебания грунтового массива, поэтому в расчете необходимо учитывать совместное взаимодействие всех элементов системы.

При определении напряженно-деформированного состояния системы учитываются упругопластические свойства материалов стенки, рамной конструкции и грунтовой среды. Обычно до динамического возбуждения системы она находится под действием статических нагрузок, от воздействия которых в ней могут возникнуть пластические деформации, влияющие на ее колебательный процесс. Поэтому недопустимо определять реакции системы путем суммирования их как отдельно вычисленных от действия статических и динамических нагружений. Следовательно, изменения жесткостных характеристик системы от воздействия статических нагрузок должны учитываться в динамических упругопластических расчетах.

Для определения перемещений и напряжений в динамических нелинейных системах можно, в основном, применять прямые шаговые методы, алгоритмы которых разработаны, главным образом, для решения линейных задач /6/. Их модификации для упругопластических задач изложены в /2/. Эти методы включают в себя два основных этапа: дискретизацию основных уравнений; построение итерационного процесса для определения напряженно-деформированного состояния системы с заданной точностью.

Список литературы

1. Вялов С.С. Осадки и контактные давления нелинейно-деформируемого основания при полосовой нагрузке //Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1977. – № 6. – С. 15-20.
2. Зарецкий Ю.К. О несущей способности песчаных оснований фундаментов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2006. – № 3. – С. 2-8.
3. Яковлев П.И. Устойчивость транспортных гидротехнических сооружений. – М.: Транспорт, 1986. – 191 с.
4. Хонелия Н.Н. Усовершенствованные методы расчета портовых гидротехнических сооружений для правильной оценки фактической несущей способности грунтовых оснований.
5. Тер-Мартirosян З.Г., Тер-Мартirosян А.З., Николаев А.П. Остаточные деформации и устойчивость массивов грунтов при сейсмических воздействиях //Научно-технический журнал "Вестник МГСУ". – 2008. – №2. – С. 41-47.
6. Гришин А.В., Дорофеев В.С. Нелинейная динамика конструкций, взаимодействующих с деформируемой средой. – Одесса: Астропринт, 2001. – 136 с.
7. Бате К., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. – М.: Стройиздат, 1982. – 447 с.