

и, следовательно, необходимо применить иное конструктивное решение фундамента (свайный, ячеистый и др.).

Таким образом, выполненные расчеты со всей очевидностью показывают, что вопрос практического применения формул (5), (6) зависит от действующих в рассматриваемом регионе требований относительно предельных деформаций фундаментов на набухающих грунтах. Учитывая местный опыт проектирования, указанные формулы могут быть рекомендованы для оценочных расчетов.

1.Osman M.A., Charli W.A. Expansive soils in Sudan // Building & Road Research Institute, 1983. – СР № 3. – Р.1-25.

2.Таранов В.Г., Сейф Эльдин Гаффар Хассан. Судан. Виляят эль д'Жезира. Проблема строительства на набухающих грунтах // Світ геотехніки. – 2009. – №3. – С.4-8.

3.Шутенко Л.Н., Гильман А.Д. Зарубежный опыт проектирования фундаментов. – К.: УМК ВО, 1988. – 228 с.

4.Bowles I.E. Foundation analysis and design. – 3nd.ed. – New York: McGraw-Hill, 1984. – 816 p.

5.Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83). – М.: Стройиздат, 1986. – 415 с.

*Получено 25.11.2009*

УДК 624.01

**С.Л.ЛЕОНТЬЕВ**

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКОВ АВАРИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Рассматриваются исследовательские подходы современных авторов к оценке рисков аварий в строительстве

Розглядаються дослідницькі підходи сучасних авторів до оцінки ризиків аварій у будівництві.

Research approaches modern writers of estimation risks in failures building are considered.

*Ключевые слова:* строительство, риски, оценка рисков.

Строительная отрасль, как и любая другая отрасль промышленности, характеризуется наличием аварийных ситуаций. Статистика показывает, что около 80% случаев строительных аварий с обрушением несущих конструкций объекта происходит в результате человеческих ошибок [2].

Надежность и риски строительных объектов рассматриваются как единый процесс, который должен обеспечивать надежность этапов проектирования, строительного производства и эксплуатации зданий и сооружений. При этом неотъемлемой частью этого процесса

является стремление к получению наилучших проектных эксплуатационных характеристик при минимальных затратах и сроках выполнения [11].

Выбор основания, вида фундаментов, материалов и методов устройства – одна из наиболее ответственных и сложных задач проектирования сооружений. Работу грунтов оснований, фундаментов и надземных конструкций зданий и сооружений следует рассматривать как единую систему, отдельные части которой оказывают влияние друг на друга. Специфика их совместной работы: прочность грунтов оснований в сотни раз меньше, а деформативность в тысячи раз больше прочности и деформативности материалов конструкций зданий и сооружений [12].

Анализ подходов к содержанию, определению и пониманию оценки рисков аварий показал, что на современном этапе данная проблема остается не изученной и актуальной. Вопросам оценки рисков аварий посвящены работы К.Н.Бабик, А.П.Мельчакова, Н.Н.Никонova, Т.Ю.Шевченко [1, 3, 4, 9] и др., в которых авторы рассматривают оценку риска аварий строительных объектов в узкоспециализированном ракурсе.

Цель данной работы – исследование подходов к оценке рисков аварий строительных объектов. Достижение указанной цели решается комплексно с учетом работ вышеуказанных авторов.

Вопросы безопасности строительных объектов в последние годы находятся в центре внимания инженеров-строителей, что связано с участвовавшими случаями аварий на строительных объектах. Их изучением занимались: К.Н.Бабик, А.Д.Гильман, Ю.Т.Лупан, А.П.Мельчаков, Н.Н.Никонов, Т.Ю.Шевченко, Л.Н.Шутенко [1, 3, 4, 6, 7, 9] и др. Ситуацию усложнила нормативная неопределенность, связанная с «визначенням термінології, встановленням єдиних вимог до створення і функціонування єдиної державної системи цивільного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного, природного та військового характеру».

В соответствии с существующими нормами и стандартами проектирование в Украине осуществляется на основе метода предельных состояний, который был принят в СССР в качестве основного метода расчета с 1955 г.

В настоящее время при оценке риска применяют модели теории надежности: модели высоконадежных систем, для которых аварийные ситуации представляют редкие события, модели стареющих систем, качество которых в процессе эксплуатации ухудшается вследствие различных видов усталости, износа и других повреждений конструк-

ций. Для расчета по этому методу вводится система расчетных коэффициентов и устанавливаются предельные состояния конструкций для создания устойчивого состояния при самых неблагоприятных сочетаниях нагрузок, при наименьших возможных значениях прочностных характеристик материалов.

В развитии теории надежности выделяется два направления:

- 1) повышение надежности отдельных элементов на основе совершенствования технологии и производства;
- 2) проектирование высоконадежных систем с учетом случайных отклонений конструктивных параметров.

Количественная характеристика явления явно важна для инженерной практики. Согласно теоретико-вероятностным методам, надежность можно оценить на основе опыта строительства и эксплуатации с необходимым анализом наблюдавшихся деформаций и рисков. Под этим понимается нарушение работоспособности, что является результатом взаимодействия большого количества случайных факторов, действие которых развернуто во времени. Точный учет факторов во всем многообразии их связей и взаимодействий практически невозможен, анализ основных причин появления дефектов и повреждений их оснований, фундаментов и конструктивных элементов позволяет дать практические рекомендации по повышению их надежности в процессе проектирования, строительства и эксплуатации.

На проектирование и эксплуатацию сооружений огромное влияние оказывают природно-климатические, инженерно-геологические и гидрогеологические условия, вследствие чего осложняется применение теории надежности к расчету сооружений, так как они являются одним из наиболее ответственных элементов системы «основание – фундамент – сооружение» [11].

В ДБН [10] и СНиП [13] рассматриваются две группы предельных состояний:

- 1) абсолютная непригодность конструкций к эксплуатации или исчерпание их несущей способности;
- 2) непригодность сооружения к нормальной эксплуатации.

Целью расчета по предельным состояниям является предотвращение наступления аварийных состояний как в процессе строительства сооружения (изготовление, транспортирование, монтаж), так и в эксплуатационный период на протяжении всего срока службы сооружения.

В последнее время в практике проектирования находят применение и вероятностные методы оценки надежности. Условно их можно разделить на три основные группы: расчетно-экспериментальные, рас-

четно-теоретические и комбинированные.

Данные подходы были развиты для системы «сооружение – фундамент – основание» с частным решением в виде методов расчета на надежность оснований портовых сооружений, где оценка прочности выполнялась по двум критическим условиям, соответствующим двум видам отказа: потере прочности лицевой стенки и потере прочности анкерных тяг.

Задача прогнозирования показателей надежности строящегося или эксплуатируемого сооружения связана с оценкой степени риска нанесения ущерба при его аварии.

Понятие риска широко используется не только в науке и технике, но и в быту. Впервые это понятие возникло в 1921 г. в работе Фрэнка Найта [8]. В современной трактовке риск означает – возможная опасность какого-либо неблагоприятного исхода.

Теория риска – это теория принятия решения в условиях вероятностной неопределенности. При этом интерес представляет не столько исход того или иного процесса, сколько связанные с ним количественные характеристики.

Мы рассматриваем риск как состояние неопределенности, неполной информации относительно каких-либо событий в будущем. Чаще других для математического описания неопределенности используются следующие два способа: вероятностное описание и нечеткие (размытые) множества.

Второй способ предназначен для описания неопределенностей, присущих высказываниям на человеческих (неформализованных) языках.

Рассматривая только первый способ, можно определить риск как состояние вероятностной неопределенности: будущие события нельзя предсказать точно, однако известно их вероятностное распределение.

Риск при возведении и эксплуатации зданий и сооружений, или строительный риск – это возможные ожидаемые технические, материальные и социальные последствия в результате отказов при строительстве и эксплуатации. При таком подходе мера строительного риска – это количественный прогноз возможных убытков (ущерба) из-за возникновения отказов. Понятие «прогноз» здесь включает в себя как анализ и оценку возможных убытков, так и поиск, формирование, планирование границ между «приемлемым» и «неприемлемым» строительным риском (оправданными и неоправданными убытками).

Оценка степени риска при авариях строительных объектов связана с задачей прогнозирования показателей надежности и остаточного ресурса функционирующей системы. Рассмотрим это утверждение на

примерах последних публикаций на эту тематику.

В работе К.Н.Бабик при оценке сейсмической безопасности зданий, сооружений и конструкций с применением теории рисков для решения поставленной задачи за основу были взяты положения упрощенных методик, предусматривающих динамический расчет одномассовой системы, нелинейная реакция которой при интенсивном сейсмическом воздействии аналогична нелинейной реакции системы с многими степенями свободы [1].

Н.Н.Никонов считает, что понятие «безопасность» невозможно отделить от здания, т.к. оно проектируется, строится и эксплуатируется людьми. Риск ошибок в проекте или брака при строительстве и отказов при эксплуатации неизбежен. Н.Н.Никонов настаивает на обязательности процедуры определения проектного и фактического риска после завершения строительства. Причем расчет проектного риска должен быть оформлен как полноправный раздел проекта, а в технических регламентах зафиксирована ссылка на рекомендуемые методы расчета [4].

Работа [5] посвящена изучению влияния параметров, используемых в расчетах строительных конструкций зданий и сооружений, на расчетные модели этих объектов, эксплуатируемых в сложных условиях строительства, а также решению проблемы проверки адекватности расчетных моделей по результатам подробного натурного обследования зданий. Показана возможность прогнозирования изменений напряженно-деформированного состояния конструкций зданий и сооружений по результатам их расчета на предельные значения воздействий основания для сложных грунтовых условий.

Т.Ю.Шевченко рассматривает развитие методологии прогнозирования надежности железобетонных конструкций с учетом влияния их изменчивых параметров и субъективного фактора, обусловленного деятельностью человека на всех стадиях жизненного цикла конструкций. Автором предложен логико-вероятностный подход к прогнозированию надежности железобетонных конструкций, который позволяет учитывать влияние их изменчивых параметров и субъективного фактора, обусловленного деятельностью человека на всех стадиях жизненного цикла конструкций [9].

В работе [4] изложены теория прогнозирования риска аварии и метод расчета безопасного остаточного ресурса строящихся и находящихся в эксплуатации зданий и сооружений. А.П.Мельчаков размещает сведения о стандартных значениях риска аварии, позволяющих сформировать требования конструкционной безопасности строительного объекта [3].

В результате проведенного анализа определено, что:

1. Практически не существует объектов, при эксплуатации которых не возникает возможность появления риска.

2. Приведенные авторы рассматривают оценку риска аварий строительных объектов в узкоспециализированном ракурсе.

3. Термины: «предел анализа риска», «анализ неопределенности результатов оценки риска», «методы анализа» не получили точного определения.

1.Бабик К.Н. Оценка сейсмической безопасности зданий, сооружений и конструкций с применением теории риска: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук / НДІБК. – К., 2007. – 23 с.

2.Громов О. Строительные нормы: насколько безопасны новостройки // <http://www.ugmk.info/art/stroitelnye-normy-naskolko-bezopasny-novostrojki/0.html>.

3.Мельчаков А.П. Расчет и оценка риска аварии и безопасного ресурса строительных объектов (Теория, методики и инженерные приложения). – Челябинск: ЮУрГУ, 2006. – 49 с.

4.Никонов Н.Н. Риск – благородное дело // Высотные здания». – 2007. – №3 // [http://www.tallbuildings.ru/projection11\\_rus\\_03\\_07/](http://www.tallbuildings.ru/projection11_rus_03_07/).

5.Ортис Родригес С. Влияние исходных параметров на расчетные модели зданий в сложных условиях строительства: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук / ПГАСА. – Днепропетровск, 2003. – 15 с.

6.СНБОУ, Украинский институт исследований окружающей среды и ресурсов // <http://www.ugmk.info/http://www.rainbow.gov.ua>.

7.Про рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про стан функціонування єдиної державної системи запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру»: Указ Президента України №590/2008 від 16 травня 2008 р. // <http://www.rainbow.gov.ua/documents/193.html>.

8.Фрэнк Найт. Риск, неопределённость и прибыль. – М.: Дело, 2003. – 352 с.

9.Шевченко Т.Ю. Прогнозирование надежности железобетонных конструкций логико-вероятностными методами: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук / ПГАСА. – Днепропетровск, 2008. – 23 с.

10.ДБН В.2.6-6-95. Проектування, будівництво та експлуатація будинків.

11.Швец В.Б., Тарасов Б.Л., Швец Н.С. Надежность оснований и фундаментов. – М.: Стройиздат, 1980. – 158 с.

12.Берлинов М.В. Основания и фундаменты. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 1999. – 319 с.

13.СНиП 2.02.01-83\*. Основания зданий и сооружений. – М., 1985. – 40 с.

14.Шутенко Л.Н., Гильман А.Д., Лупан Ю.Т. Основания и фундаменты. – К.: Вища шк., 1989. – 328 с.

*Получено 30.09.2009*