

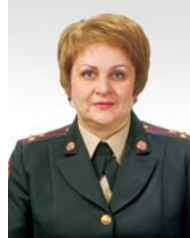
ПРОБЛЕМЫ НАДЕЖНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НАГРУЗОК И ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

В настоящее время оценку надежности зданий и сооружений выполняют по углубленным расчетам статической прочности строительных конструкций [1, 2] или дополняют расчетами на усталость и продолжительную прочность [2] с учетом соответствующих вероятностных представлений [3].

Так как обеспечение прочности и надежности конструкций, зданий и сооружений является одним из наиболее важных условий повышения эффективности их использования и снижения материалоемкости, то указанное требует разработки новых методов расчета прочности, долговечности и эксплуатационных свойств материалов, в т.ч. и их поведения в условиях воздействия высоких температур.

На стадии проектирования одной из основных задач является определение запасов прочности и начального ресурса безопасной эксплуатации. При этом в расчетах прочности проектировщики используют исходные данные нагрузок и воздействий на конструкции. Расчеты в общем случае выполняют с применением ПК для определения эксплуатационных воздействий. В расчетах, как правило, используют данные о материалах, которые предусматривают для применения в качестве несущих и ограждающих конструкций. Такие данные содержатся в нормах, справочниках, прайс-листах предприятий-производителей, internet и т.п.

При введении сооружений в эксплуатацию все большее значение приобретает контроль их состояния с определением повреждений и остаточного ресурса. Для этой цели разрабатывают и создают информационно-измерительные комплексы натуральных измерений с многоточечной аппаратурой для регистрации дефектов и повреждений. По результатам эксплуатационного контроля прочности и ресурса уточняют режимы эксплуатации, определяют остаточный ресурс. Перечисленные мероприятия особенно важны для сложных и ответственных объектов, которыми являются тепловые (ТЕЦ) и атомные (АЭС) электростанции и атомные электроцентралы (АТЕЦ).



Л.В. Хаткова

доцент, заместитель начальника кафедры пожарно-профилактической работы Черкасского института пожарной безопасности имени Героев Чернобыля Национального университета гражданской обороны Украины, к.п.н.



В.Г. Дагиль

старший преподаватель кафедры строительных конструкций Черкасского института пожарной безопасности имени Героев Чернобыля Национального университета гражданской обороны Украины

Целью работы является обоснование проблемы прочности и надежности зданий и сооружений на трех основных стадиях создания и определение направления исследований.

Прочность и надежность зданий и сооружений на трех основных стадиях создания (проектирование, строительство, эксплуатация) включают три элемента:

- начальную (исходную) информацию об условиях нагружения;
- расчетные и эксплуатационные данные о номинальных и местных напряжениях в несущих конструкциях;
- критерии прочности для соответствующих условий нагрузки и основные расчетные зависимости.

Данные об условиях эксплуатации являются исходными для назначения основных расчетных параметров и последующих расчетов прочности и ресурса. К ним относят: механические нагрузки, полезные нагрузки, усилия предварительного напряжения и т.п. Тепловые нагрузки обусловлены неравномерностью температурных расширений вследствие разности температур в пределах данного элемента, неоднородностью линейного расширения использованных материалов при изотермических и неизотермических условиях. Одним из важнейших эксплуатационных факторов, которые определяют прочность и ресурс для перечислен-

ных сооружений, есть температура [8, 9] Температурный фактор проявляется не только в появлении температурных напряжений, но и в существенном изменении расчетных характеристик механических свойств материалов, снижении прочности, потере пластичности, сцепления и т.п., что приводит к ускорению накопленных повреждений и уменьшению надежности.

Такой режим работы конструкций с учетом уровня механических и тепловых нагрузок, абсолютных значений температур эксплуатации влияет на несущую способность и долговечность наиболее нагруженных элементов. Ускоренное изменение режимов и увеличение количества этих изменений является одним из основных факторов ускоренного накопления повреждений и уменьшения ресурса. Кроме того, изменчивость режимов приводит к дополнительному увеличению номинальной и местной нагрузок, которые, в свою очередь, дают дополнительные эксплуатационные повреждения.

Поскольку большинство строительных материалов, которые используют в широком диапазоне повышенных температур, имеют выраженные реологические свойства, то фактор времени становится наиважнейшим расчетным параметром прочности и ресурса [10]. Увеличение времени работы в режимах с максимальными температурами содействует снижению сопротивления деформирования и ускоренного накопления повреждений в зонах с высокими местными напряжениями, например, таких как стыки несущих конструкций.

Комплекс указанных выше данных при условии эксплуатационной нагрузки, по величинам номинальных и местных напряжений и деформаций и по предельным характеристикам прочности, и является основой для определения прочности и надежности конструкций. К этим характеристикам относят:

- запасы прочности по указанным критериям разрушения;
- исходный (начальный) ресурс по параметрам долговечности (числом циклов или временами);
- накопленные продолжительные или циклические повреждения;
- остаточный ресурс.

Эти проблемы являются следствием интенсивного увеличения в последние десятилетия

параметров современных конструкций: эксплуатационных нагрузок, скоростей, температур, влияния окружающей среды. Недостаточное изучение этой проблемы и отсутствие в связи с этим практических методов расчетного определения показателей прочности и надежности строительных конструкций, обоснованных рекомендаций по выбору соответствующих материалов и режимов эксплуатационной нагрузки привели к тому, что в ряде областей промышленности были выявлены опасные эксплуатационные повреждения. Это относится к конструкциям энергетических установок (корпуса ТЭС и АЭС), мостов и туннелей, плавучих конструкций, технологических установок (фундаменты турбоагрегатов, прокатных станков, прессов и т.п.).

Анализируя выполненные на сегодняшний день исследования в описываемой области, надо отметить проведенную очень большую работу.

Благодаря экспериментально-теоретическим исследованиям, проведенным в КНУСА под руководством проф. А.Я. Барашикова [1, 2, 5], удалось установить закономерности поведения бетонных и железобетонных конструкций под действием силовых малоциклических нагрузок при нормальной температуре окружающей среды. Установлено, что нагрузки небольших уровней (30–40 % от разрушительных) могут повышать прочность элементов конструкций за счет уплотнения бетона; при нагрузках эксплуатационных уровней (в пределах 50–60 % от разрушительных) материалы элементов и конструкций ведут себя как циклически стабильные, которые быстро (5–7 циклов) приспособляются к указанным влияниям; при нагрузках высоких уровней (больше 75 % от разрушительного) бетон в конструкциях может достичь малоциклической утомляемости, которые способствуют их полному разрушению.

По результату проведения исследований температурных воздействий, проведенных в ДонНАСА под руководством профессоров О.П. Кричевского и В.И. Корсуна и в ХДТУСА под руководством проф. С.Л. Фомина [4, 6, 7], а также кафедрой строительных конструкций ЧИПБ им. Героев Чернобыля [8, 9, 10], были установлены основные свойства бетонов при кратковременном действии повышенных температур: при сжатии снижение прочности при

нагрівани до температури 90–120 °С складає 20–30 %, при розтяженні міцність бетону, нагрітого до 200 °С, зменшується на 50 %. Аналогічне впливання температури відзначено на модуль упругості і межові деформації бетону. Разом з тим зафіксовано, що тривале нагрівання елементів конструкцій більш сприятливо і навіть може підвищити міцність бетону. Підвищені температури суттєво впливають на граничні величини усадки і повзучості бетону. Так при підвищенні температур до 120–200 °С величина деформації повзучості збільшується в 3,2–3,5 рази порівняно з повзучістю бетону при нормальній температурі.

Короткочасне нагрівання елементів конструкцій до 150 °С одночасно з циклічною навантаженням на рівні 60–70 % від руйнівної практично не впливає на міцність.

Висновки. Результати перерахованих досліджень є лише першими кроками в розв'язанні складних виробничих проблем. Відсутні рішення методологічних питань визначення міцності і надійності найбільш відповідальних конструкцій. До таких конструкцій належать захисні оболонки атомних реакторів, димових труб, конструкцій металургічних підприємств, ємкості високого тиску, плавильні споруди, мости, естакади і т.п.

Виконуючи далішні дослідження, пропонується об'єднати необхідну інформацію про механічне поведінку матеріалів і напруженості несучих елементів, а також методів, засобів і точності розрахунків на стадії проектування, виготовлення і експлуатації конструкцій для підвищення міцності і оцінки надійності конструкцій і споруд.

-
- [1] *Барашиков А.Я.* Надійність і довговічність залізобетонних конструкцій при тривалому змінному навантаженні // Надійність і довговічність машин і споруд, 1982. – Вип. 2. – С. 55–64.
- [2] *Барашиков А.Я.* Розрахунок конструкцій будівель і споруд з урахуванням реальних умов будівництва і експлуатації // Надійність і довговічність машин і споруд, 1988. – Вип. 14. – С. 23–32.
- [3] *Болотин В.В.* Методи теорії ймовірностей і теорії надійності в розрахунках споруд. – М.: Стройиздат, 1982. – 351 с.
- [4] *Кричевський А.П.* Розрахунок залізобетонних інженерних споруд на температурні впливи. – М.: Стройиздат, 1984. – 149 с.
- [5] *Барашиков А.Я., Скорук Т.В.* Вплив повторних навантажень на міцність та деформації рамних вузлів // Будівельні конструкції. – К.: НДІБК, 2007. – Вип. 67. – С. 78–85.
- [6] *Корсун В.И.* Оцінка характеристик міцності і деформативних властивостей при повторних навантаженнях в умовах впливу підвищених температур // Вестник ДонГАСА. – Вип. 2004-1(43): Будівельні конструкції, будівлі та споруди. – Макеевка, 2004. – С. 209–213.
- [7] *Фомін С.А.* Оцінка вогнестійкості багатопверхових каркасних будинків з урахуванням їх просторової жорсткості // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне: НУВГП, 2008. – Вип. 16. – Част. 1. – С. 204–212.
- [8] *Отрош Ю.А.* Особливості проектування залізобетонних конструкцій при спільній дії силових, деформаційних та високотемпературних впливів // Збірник наукових праць «Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі і споруди» – Рівне: НУВГП, 2012. – Вип. 23. – Част. 1. – С. 347–354.
- [9] *Отрош Ю.А., Дагиль В.Г.* Проблеми міцності, вогнестійкості і надійності будівельних конструкцій при впливі навантажень і високих температур // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, 2012. – Вип. 70 – С. 399–404.
- [10] *Отрош Ю.А., Дагиль В.Г., Малигін Г.О.* Актуальність забезпечення безпеки об'єктів будівництва // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, 2012. – Вип. 70 – С. 457–462.

Надійшла 30.11.2015 р. 