

4. Обеспечение долговечности трубных систем возможно при использовании для их изготовления вместо хромоникелевых аустенитных сталей типа 18-10, 17-13-3:

аустенитно-ферритных (дуплексных) сталей, основу структуры которых составляют две фазы — аустенит и феррит, отличающиеся высокой общей коррозионной стойкостью, не склонных к КР под напряжением, питтинговой и щелевой коррозии в хлорсодержащих средах;

The results of investigations of effect of oxygen and chlorine-ions on the susceptibility to corrosion cracking of chromium-nickel austenite steels in high- parameter water are given. For separate steels the results of tests in boiling water solutions containing 42 %  $MgCl_2$  and 40 %  $CaCl_2$  are given. The possibility for increase in service life of equipment and pipelines of reactor plants using austenite steels with high content of nickel and austenite-ferrite (duplex) steels due to their much higher resistance against corrosion cracking in cooling water media is shown.

Поступила в редакцию 17.03.2008

УДК 624.001.2

## ПРОБЛЕМЫ ПРОДЛЕНИЯ РЕСУРСА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

П. И. КРИВОШЕЕВ, Ю. С. СЛЮСАРЕНКО, И. Г. ЛЮБЧЕНКО, кандидаты техн. наук  
(Гос. научно-исслед. ин-т строительных конструкций, г. Киев, Украина)

Рассмотрены проблемы наработки нормативно-правовой базы по обеспечению ресурса строительных объектов и разработки методов оценки ресурса конструкций, зданий и сооружений с учетом физико-механических свойств материалов, техногенных и природных воздействий.

*Ключевые слова:* строительные конструкции, условия эксплуатации, износ, нормирование ресурса, безопасность эксплуатации, технологии и материалы

Строительная отрасль Украины переживает время мощного роста. Особенностью ее развития на современном этапе является решение ряда научно-технических проблем и создание нормативных документов, которые относятся к вопросам нормирования ресурса и безопасности эксплуатации строительных объектов, а именно:

– большой износ существующих строительных объектов, большая часть которых эксплуатируется 40...50 и более лет;

– существенные изменения условий эксплуатации многих зданий и сооружений, вызванные изменениями их назначения, реконструкциями, периодическими заменами технологического оборудования, внутренних и внешних инженерных сетей;

– общее повышение нагрузок и воздействий, которые влияют на строительные конструкции при эксплуатации зданий и сооружений;

– внедрение новых технологий и конструкционных материалов (в частности, расширение моно-

высоконикелевых аустенитных сталей. Повышение содержания никеля в хромоникелевых сталях с аустенитной структурой увеличивает их стойкость против КР в высокотемпературной воде. Для теплообменных труб парогенераторов реакторных установок нового поколения перспективным материалом является высоконикелевая сталь 03X21H32M3B (ЧС-33).

литно-каркасного строительства, новых видов арматурного проката, бетонов и добавок к ним, новых систем ограждения конструкций и др.);

– острая необходимость в интенсивном введении социального жилищного фонда;

– развитие новых видов строительных объектов: высотных домов, многоэтажных подземных сооружений, транспортных сооружений большого размера;

– освоение территорий, мало пригодных для застройки (оползневые склоны, над горнорудными выработками, территории подтопления, береговая зона рек и морей и др.);

– возведение многоэтажных домов и домов большого размера, надземных и подземных сооружений в плотной городской застройке.

По инициативе Президента Национальной академии наук Украины Б. Е. Патона [1] понятие ресурса в последние годы употребляется также и в строительстве.

Под ресурсом (фр. resources — способы, запасы, возможности, источники) технического объекта подразумевают его суммарную наработку (для строительного объекта в годах) от начала эксплуатации или обновления после ремонта к переходу в граничное состояние [2]. По результатам кон-

троля технического состояния объекта определяют его наработку при переходе в граничное состояние, иначе говоря, остаточный ресурс. Под граничным состоянием объекта понимают такое состояние, выход за пределы которого не обеспечивает нормальную эксплуатацию объекта. Нормальная эксплуатация объекта — это совокупность ситуаций, при которых объект пребывает соответственно до принятой в проекте технологии эксплуатации, включая работу на заданных уровнях мощности, процесса пуска и остановки работы оборудования, технического обслуживания и ремонта.

Для строительных конструкций различают две группы граничных состояний: первая — по мощности и стойкости; вторая — по ограничению деформаций. Поддержание ресурса строительных объектов состоит в выполнении таких способов эксплуатации, которые обеспечивают прочность, стойкость и ограничение деформаций конструкций с определенным уровнем надежности для обеспечения гарантированной нормальной эксплуатации объекта.

Исчерпание ресурса большинства технических объектов заключается в основном в отличиях по сравнению с движущимися объектами техники. Эти отличия, которые необходимо учитывать в нормативно-правовом обеспечении строительства, определяются следующими особенностями:

здания и сооружения возводятся на грунтах в разных инженерно-геологических условиях, которые могут изменяться во времени и существенно влиять на работу конструкций и эксплуатацию строительных объектов;

имеет место мировая тенденция относительно повышения величин природных климатических и сейсмических воздействий на строительные объекты, что необходимо отображать в строительных нормах, а это значит, что часть существующих строительных объектов не имеют достаточного уровня надежности и безопасности и их необходимо усиливать;

строительные объекты возводятся на длительный срок эксплуатации (100 и более лет), а памятники архитектуры существуют много столетий и в течение всего этого времени необходимо поддерживать их ресурс;

при значительных сроках жизни строительных объектов в целом их отдельные элементы имеют значительно меньший срок эффективной эксплуатации. Например, фасадные системы и кровли в сравнении с основными несущими конструкциями имеют в несколько раз меньший срок надежной эксплуатации и поэтому подлежат периодическому ремонту и замене, что существенно влияет на функционирование основных элементов длительной эксплуатации;

на техническое состояние и ресурс существующих строительных объектов существенно (как

правило негативно) влияет новая застройка и инфраструктура, которая возводится рядом.

В строительных нормативных документах и нормативно-правовых актах вопрос ресурса строительных объектов рассматривается, как правило, опосредованно. В последнее время наработаны новые нормативно-правовые документы, которые непосредственно относятся к ресурсу конструкций и строительных объектов в целом. Так, в «Технічному регламенті будівельних виробів, будівель і споруд» [3], утвержденном Постановлением Кабинета Министров Украины от 20.12.2006 г. № 1764, говорится: «Сооружения в целом и отдельные их части должны отвечать назначению и основным требованиям к ним. При условии соответствующей эксплуатации сооружений основные требования к ним должны выполняться на протяжении обоснованного срока службы сооружений с учетом предвиденных воздействий».

В 2007 г. введены ГСН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування» [4], где впервые в строительных нормах учтено влияние сроков эксплуатации зданий и сооружений на величину влияния на них в зависимости от их ответственности. Таким образом, впервые обуславливается зависимость необходимой несущей способности конструкции, а значит, и их ресурса от расчетного термина эксплуатации сооружений.

С 01.01.2008 г. вступили в действие ГСН В.1.2-5:2007 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів» [5], которые впервые систематизируют различные научные работы, выполняемые при проектировании и эксплуатации строительных объектов, вводит их в нормативные рамки, что позволяет благодаря целенаправленным натурным исследованиям набрать необходимый статистический материал для проведения анализа и разработки оптимальных методов определения и обеспечения ресурса зданий и сооружений.

Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций (НИИСК) вместе с ведущими научными организациями строительной отрасли и Институтом геофизики им. Н. И. Субботина подготовил ГСН В.1.1-12:2006 «Строительство в сейсмических районах Украины» [6], в которых детально сформулированы параметры сейсмических влияний на строительные объекты в разных регионах Украины, уточнены методы расчета напряженного состояния конструкций на сейсмическое влияние, введена новая классификация зданий по их сопротивлению сейсмическому влиянию.

НИИСК принял участие в разработке Государственной научно-технической программы «Ресурс», инициированной Национальной академией наук Украины, и в обосновании Государственной

программы обеспечения технологической безопасности в основных отраслях экономики (относительно проблем строительной отрасли).

Для развития этих программ НИИСК выполняет исследование с целью продления ресурса особо важных и потенциально опасных строительных объектов. В качестве примера можно привести выполняемый сейчас комплекс работ по оценке технического состояния и переназначения ресурса конструкций производственных зданий и сооружений первого и второго энергоблоков Ровенской атомной электростанции, в составе которых есть системы, очень важные для безопасности. Проектный срок эксплуатации энергоблоков РАЭС исчерпывается через несколько лет, и без своевременного обоснования возможностей его продления (и необходимого ремонта и усиления конструкций) дальнейшая надежная эксплуатация этих объектов станет невозможной.

НИИСК много лет работает над решением строительных проблем объекта «Укрытие» (ОУ) Чернобыльской АЭС с целью перепрофилирования его на экологически безопасную систему и возведения нового безопасного конфайнмента [7]. Сейчас завершены работы по стабилизации конструкций ОУ, в том числе самые сложные работы по усилению его западного фрагмента (рисунок).

Эти работы выполняются совместно с Киевским институтом «Энергопроект», а также научными организациями НАН Украины: МНТЦ «Укрытие» — сейчас Институт проблем безопасности атомных электростанций, ИГФ им. Н. И. Субботина, ИЭС им. Е. О. Патона.

Остаточный ресурс строительных конструкций ОУ определялся на основе натурных исследований, многолетних наблюдений и обобщения технического состояния, а также характера взаимодействия полуразрушенных и новых конструкций ОУ, ретроспективного анализа вероятности возникновения максимальных нагрузок, а также сейсмического воздействия влияния снега, ветра, колебаний температур, торнадо. Определен и обоснован вероятностный термин дальнейшей безопасной эксплуатации ОУ, который составляет примерно 15 лет. В данный момент стоит задача строительства над существующим ОУ нового безопасного укрытия (конфайнмента) с гарантированным термином эксплуатации более 100 лет.

Последние годы НИИСК выполнял научные работы по обновлению и продлению ресурса значительных памятников архитектуры, таких как Одесский оперный театр [8], Софиевский собор, Печерская лавра, Культурный Арсенал в г. Киеве и др. Эти работы имеют сложный комплексный характер, включают наружное обследование конструкций, установление особенностей взаимодействия их конструктивных элементов, построение пространственных конструктивных моделей



Общий вид конструкций усиления западного фрагмента объекта «Укрытие»

этих сооружений, определение прочностных параметров материалов и элементов, а также несущей способности в целом, разработку с требованиями современных строительных норм.

В этих работах содержится значительный объем информационно-аналитических материалов по решению проблемы исчерпания ресурса существующего парка железобетонных и каменных конструкций, которые требуют обобщения и доведения их до широкого круга специалистов строительной отрасли.

Таким образом, за последние годы выполнен значительный объем научно-исследовательских работ, подготовлен ряд нормативных документов, в которых проблемы оценки и повышения ресурса строительных конструкций нашли свое отображение. Однако системный подход для решения этих проблем, который бы позволил комплексно решать вопросы оценки надежности, долговечности остаточного ресурса строительных конструкций, пока отсутствует.

Ускорение решения задач повышения ресурса и безопасности эксплуатации конструкций строительных объектов требует сосредоточения деятельности научных организаций строительного комплекса при участии НАН Украины и Министерства образования и науки Украины для решения таких актуальных научных и технических проблем:

- определение закономерностей, по которым изменяются характеристики прочности, надежности конструктивных систем зданий и сооружений во времени под действием совокупности нагрузок и влияния на них, обоснование физических методов оценки долговечности сооружений;

- обоснование глобальных изменений в структуре и величинах природных и антропогенных составляющих, влияющих на строительные объекты, которые происходят на данный момент, и прогнозирование таких изменений на длительную перспективу, в сравнении с терминами жизнен-

ного цикла таких объектов (хотя бы на 50...100 лет);

– углубленные исследования взаимодействия сложных конструктивных систем строительных объектов, влияние отдельных элементов на характеристики работоспособности систем в целом, взаимодействие сложных строительных систем с окружающей средой (в основном, с основаниями грунта);

– углубленные исследования взаимодействия расположенных рядом строительных объектов между собой, изучение влияния вновь построенных сооружений на окружающие здания, что особенно важно в условиях все более тесной урбанистической среды;

– решение экологических вопросов, которые сопровождают строительные объекты на всех стадиях их жизни (влияние зданий и сооружений на окружающую среду во время строительства и эксплуатации, утилизация и повторное использование строительных материалов и конструкций после сноса строений и т. д.).

К основным задачам, которые стоят перед строительной отраслью и связаны с проблемой продления ресурса строительных объектов, следует отнести:

– *усовершенствование национальной нормативной базы в сфере строительства.* Кроме усовершенствования действующих нормативных документов, к первоочередным мероприятиям следует отнести разработку Государственных строительных норм по диагностике технического состояния конструкций зданий и сооружений и Норм по обследованию технического состояния и паспортизации жилых и общественных зданий;

– *обеспечение защиты территорий, других зданий и сооружений от негативного влияния природных и техногенных факторов.* К первоочередным мероприятиям следует отнести разработку нормативных и методических документов, касающихся продления ресурса строительных объектов в районах повышенной сейсмической опасности, которые ранее были построены без учета мероприятий по сейсмостойкости;

– *распространение экспериментального проектирования и строительства с обязательным научным сопровождением и возведение зданий по*

*отработанным проектам массового применения.* Актуальным является распространение проектных решений зданий с высокими технико-экономическими показателями для различных регионов Украины, что обеспечит ускорение решения проблемы возведения социального жилищного фонда;

– *усиление влияния науки на решение вопросов контроля качества, экспертизы инвестиционных проектов, сертификации продукции строительного комплекса.* Вступление Украины в СОТ, кроме мероприятий по защите отечественного рынка от некачественной продукции, требует существенного повышения конкурентоспособности производства строительных материалов, изделий и возведение строительных объектов в целом строителями Украины;

– *усовершенствование методов научного сопровождения потенциально опасных и особо ответственных строительных объектов на всех этапах их жизненного цикла.* Научное сопровождение очень актуально как для объектов, построенных в прошлые годы (памятники архитектуры, сооружения ГЭС, АЭС, ТЭС и др.), так и для тех, что возводятся в настоящее время (безопасный конфайнмент над ОУ Чернобыльской АЭС, общественные сооружения большой вместимости).

1. Патон Б. Є. Проблеми ресурсу конструкцій, споруд та обладнання в Україні // Тр. Всеукр. наук.-практ. конф. «Реконструкція будівель та споруд, досвід та проблеми». — К.: НДБК, 2001.
2. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия и определения.
3. Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд. — Чинний з 20.12.2006.
4. ДБН В.1.2.-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи. — Чинний з 2007.
5. ДБН В.1.2.-2:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів.
6. ДБН В.1.1-12:2006. Будівництво в сейсмічних районах України. — Чинний з 01.02.2007.
7. От Укриття до конфайнмента четвертого блока Чернобыльской АЭС. Строительные аспекты // Ю. И. Немчинов, П. И. Кривошеев, М. В. Сидоренко и др. — Киев: Логос, 2006.
8. Особенности реконструкции здания Одесского театра оперы и балета / Ю. А. Катруца, Э. И. Быков, Ю. Н. Белоконов и др. — Киев, 2007.

The paper deals with the problems of development of normative-legal base for life assurance of constructions and development of methods for assessment of the life of structures, buildings and constructions taking into account the physico-mechanical properties of materials, technogenous and natural effects.

Поступила в редакцию 20.02.2008