ЧТО ТАКОЕ НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ\*

Основополагающим документом, регулирующим комплексное предотвращение и контроль загрязнения окружающей среды и, соответ- ственно, применение НДТ в странах ЕС, является Директива Европейско го парламента и Совета ЕС 2008/1/ЕС от 15 января 2008 г. «О комплекс- ном предупреждении и контроле загрязнений» (Directive 2008/1/ЕС of the European Parliament and of the Council of 15 January 2008 concerning integrated pollution prevention and control) [3].

В Российской Федерации термин НДТ, как правило, подразумевает создание банков данных о технологиях; в европейских странах действуют справочники ЕС по НДТ для различных отраслей промышленности, учи- тывающие все технологические переделы и аппаратурное оснащение процессов с учетом экологических воздействий и экономических затрат, документы в других отраслях промышленности [4-9].

Современные технологии промышленной безопасности на основе новой редакции 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных произ- водственных объектов» [1] постоянно развиваются, на их основе появляется новые технологии комплексной безопасности, в т.ч. инновационные технологии промышленной безопасности (ИТПБ).

Критерии инновационности таких технологий необходимо разра- ботать как можно быстрее с учетом накопленного опыта НОСТРОЙ, они должны быть определены в Методических рекомендациях по оценке эф- фективности инновационной технологии промышленной безопасности.

Но есть и такие технологии, которые на протяжении многих лет зарекомендовали себя, как наилучшие доступные в области промышлен- ной безопасности. Для того, чтобы определить наилучшие доступные технологии промышленной безопасности (НДТПБ), необходимы соот- ветствующие критерии.

Методические рекомендации по инноватике в области промыш- ленной безопасности (Методические рекомендации по оценке эффектив- ности инновационных технологий промышленной безопасности; Мето- дические рекомендации по организации и ведению реестра базы данных инновационных и наилучших доступных технологий в области промыш- ленной безопасности; Методические рекомендации по рассмотрению ин- новационных и наилучших доступных технологий в области промыш- ленной безопасности) позволят информационно и технически облегчить задачу внедрения ИТПБ и НДТПБ саморегулируемыми организациями в области архитектурно-строительного проектирования, а также строи- тельным компаниями, работающими в строительстве опасных производ- ственных объектов, другими хозяйствующими субъектами в отдельных отраслях промышленности.

На мой взгляд, критериями определения НДТПБ являются:

 критерии экологичности и энергоэффективности;

 производственные критерии;

 научно-технические критерии;

 финансово-экономические критерии;

 другие критерии.

К числу критериев в области экологичности и энергоэффективно- сти, в частности, относятся:

 использование малоотходной технологии в составе НДТПБ;

 использование веществ в наименьшей степени опасных для человека и окружающей среды;

 возможность регенерации и рециклинга веществ, использующихся в НДТПБ;

 предыдущее использование в составе НДТПБ сопоставимых процес- сов, установок, методов управления;

 природа, характер воздействия и удельные значения масс выбросов и сбросов, связанных с НДТПБ;

 срок ввода в эксплуатацию объекта, построенного по НДТПБ;

 сроки внедрения НДТПБ;

 потребление и характер сырья, используемого в НДТПБ;

 отсутствие общего негативного воздействия выбросов-сбросов в окружающую среду и связанные с этим риски;

 отсутствие вероятности аварий и связанные с этим риски;

 отсутствие степени опасного воздействия на окружающую среду рай- она, сохранность существующих зданий, сооружений и коммуника- ций, проявляющегося в ходе основных технологических процессов в период строительства в виде шума, вибрации, выбросов вредных ве- ществ, понижения уровня грунтовых вод, барражного эффекта, за- грязнения грунтовых вод, карстовых и оползневых явлений;

 наличие расчетов на прочность и устойчивость временных огражда- ющих несущих конструкций и обделок, расчет постоянных конструк- ций на различные комбинации нагрузок при монтаже;

 оценку применяемых технологических процессов при строительстве подземного сооружения с указанием основных мер по обеспечению безопасности и возможных аварийных ситуаций с мерами по их лик- видации;

 наличие перечня мероприятий по обеспечению пожарной безопасно- сти в процессе производства строительно-монтажных работ;

 наличие основных положений по энергобезопасности (бесперебойное обеспечение электроэнергией, сжатым воздухом, связью), описание и разработку мер по предупреждению электротравматизма и использу- емых для этого технических средств.

Производственные критерии:

 технологические преимущества НДТПБ перед другими подобными проектами;

 наличие технологического оборудования для реализации НДТПБ;

 соответствие НДТПБ имеющимся производственным мощностям (поддержание максимально высокого уровня использования имею- щихся в наличии производственных мощностей);

 наличие необходимого производственного персонала (по численности и квалификации);

 максимально низкая величина издержек производства, в т.ч. по срав- нению с конкурентами при реализации НДТПБ.

К научно-техническим критериям относятся:

 повышение уровня научных знаний при подготовке и реализации НДТПБ;

 технический успех НДТПБ;

 патентная чистота НДТПБ;

 уникальность НДТПБ и продукции, на ее основе реализованной (от- сутствие аналогов);

 наличие научно-технических ресурсов, необходимых для осуществле- ния НДТПБ.

Финансово-экономические критерии:

 значительные успехи в ресурсоэнергосбережении при реализации НДТПБ (способы наилучшего использование движущей силы, спосо- бы наиболее полной переработки сырья, способы рационального ис- пользования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), способы наилучшего функционально-структурного использования аппаратов и машин, способы обеспечения и повышения надежного производства, способ оптимальной компоновки производства и предприятий, мето- ды логистики для уменьшения капитальных и эксплуатационных за- траты);

 экономия сырьевых материалов, воды, электроэнергии, трудовых ре- сурсов и др. показатели, которыми технология может оказать воздей- ствие на экономические показатели процесса;

 существенная экономия средств за счет снижения энергозатрат;

 максимальный годовой размер прибыли;

 максимальная норма чистой прибыли;

 соответствие НДТПБ критериям экономической эффективности капи- таловложений, принятым в организации;

 максимально короткое время окупаемости затрат на НДТПБ;

 отсутствие необходимости привлечения заемного капитала (кредитов) для финансирования НДПД и его доли в инвестициях;

 отсутствие (минимальный характер) финансового риска, связанного с реализацией НДТПБ;

 стабильность поступления доходов от НДТПБ;

 максимально короткий период времени, через который начался вы- пуск продукции (услуг) при реализации НДТПБ, быстрое возмещение капитальных затрат на нее;

 использования налогового законодательства (налоговых льгот) при реализации НДТПБ;

 фондоотдача, т.е. отношение среднего годового валового дохода, по- лученного от НДТПБ, к капитальным затратам на НДТПБ.

 отсутствие убытков при реализации НДТПБ.

Основной задачей ведения Реестра ИТПБ и НДТПБ, как про- граммного комплекса (ПК), является его создание, включающее в себя:

 совершенствование технологии сбора, обработки информации, пред- полагающее одноразовый ввод и многократное использование;

 предоставление пользователю наиболее полной информации по всем имеющимся объектам учета;

 повышение оперативности и качества информационного обслужива- ния.

 ПК должен выполнять следующие функции:

 создание и ведение Реестра;

 осуществление доступа к записям Базе Данных с помощью современ- ного интерфейса (стиль «Браузер – Интернет»);

 просмотр/редактирование информации об объектах учета;

 обеспечение оперативного поиска информации в Базе Данных;

 обеспечение отбора информации по заданным критериям. Общие требования к ПК:

 полнота информации для формирования Реестра;

 достоверность информации;

 обеспечение надежности хранения информации;

 обеспечение селективности предоставляемой информации.

Задача должна обеспечивать выполнение следующих основных требований:

 необходимо отыскать такой способ подключения Базы Данных к браузеру пользователя, чтобы последние имели возможность про- сматривать имеющуюся информацию в ПК;

 необходимо создание такого интерфейса ПК, который будет простым для пользователя, а требования к оборудованию сети и сервера мини- мальны;

 пользователь должен иметь возможность поиска данных по коду про- екта и отбора информации по заданным критериям;

 текст программы должен состоять из отдельных модулей, обеспечи- вать минимальные затраты при дальнейшем развитии системы и пе- реносе её на другие серверные платформы.

Когда требования к системе определены, можно перейти к выбору технологии реализации. При разработке функциональной модели про- граммного средства может быть использована инструментальная среда BpWin. Это CASE-средство опирается на стандарт IDEF0, который поз- воляет очень хорошо проследить весь функциональный механизм работы программы и при этом выявить как необходимые, так и лишние элементы и механизмы в системе. Это позволяет избежать ошибок на начальном этапе разработки системы, тем самым, избавляя от необходимости ис- правления ошибок в дальнейшем.

При разработке проекта может использоваться технология JSP, т.к. она обладает рядом преимуществ по сравнению с другими альтернатива- ми CGI. По сравнению, например, с ASP, динамическая часть в JSP пи- шется на языке Java (в ASP – на VBScript), который является более мощ- ным языком программирования для сложных приложений. В отличие от JavaScript, технология JSP позволяет создавать программы для работы в сети (серверные JSP-страницы).

Технология серверных страниц JSP предоставляет возможность смешивать обычные статические HTML-страницы с динамически гене- рированным содержимым, полученным из сервлетов. Страница JSP поз- воляет создавать обе части – динамическую и статическую – раздельно. Это позволяет эффективно распределять задачи между разными людьми. В роли клиента выступает Web-браузер. Серверная часть приложения представлена страницами JSP.

Достоинства применения данных технологий заключаются в сле- дующем:

 простой пользовательский интерфейс;

 нет необходимости устанавливать дополнительное программное обеспечение на стороне клиента;

 возможность применения приложения, как в локальных, так и в гло- бальных сетях Internet.

В качестве Web-сервера можно использовать Apache Tomcat 4.0. Apache Tomcat 4.0 является официальной справочной реализацией спе- цификаций Servlet 2.2 и JSP 1.1. Его можно использовать как небольшой автономный сервер для тестирования сервлетов и страниц JSP. Это объ- ясняется следующими преимуществами Apache Tomcat 4.0:

 доступность дистрибутивов, их абсолютная бесплатность;

 поддержка многих операционных систем (Windows, Unix и др.);

 постоянное обновление;

 устойчивость при большой нагрузке;

 относительная простота установки.

Исходя из задач проекта, необходимо, чтобы ПК поддерживал технологию «клиент-сервер», предполагается, что проектируемая инфор- мационная система будет распределять функции между по меньшей мере клиентом и сервером, т.е. часть функций прикладной программы (прило- жение) будет выполняться на «клиенте», а другая часть на «сервере».

Для обеспечения возможности работы с ПК из любых других про- граммных приложений, созданных средствами разработки других фирм используется свойство системы управления базами данных (СУБД), поз- воляющее ей служить в качестве поставщика данных для этих приложе- ний. Целевой СУБД в проекте служит Sybase SQL Anywhere 5.0. Сам язык SQL – язык структурированных запросов – очень популярен при ра- боте с реляционными ПК, со временем он превратился в основной язык ПК, имеющий средства для манипуляции данными (создание, модифика- ция, удаление), для их определения данных (создания таблиц и столб- цов), для обеспечения безопасности (ограничение доступа к элементам данных, определение пользователей и пользовательских групп), для управления данными (создание резервных копий, групповое копирование и групповая модификация) и, что самое главное, для обработки транзакций. SQL используется с языками программирования и служит для взаимодействия с системами управления ПК.

Таким образом, данный проект включает в себя последние достижения в области компьютерных технологий. Их использование даёт возможность пользователю получать необходимые данные из ПК, располо- женном на сервере максимально эффективно и быстро.

Использование предлагаемого программного продукта обеспечи-

вает:

 простой пользовательский интерфейс;

 нет необходимости устанавливать дополнительное программное обеспечение на стороне клиента;

 возможность применения приложения, как в локальных, так и в гло- бальных сетях Internet;

 ограниченный доступ к системе (права пользователя – только про- смотр данных; права администратора – просмотр и изменение (редак- тирование) данных);

 структуризацию данных по оптимальным критериям;

 просмотр и изменение Базы Данных (добавление новых объектов уче- та), удаление продуктов, редактирование данных по продуктам);

 поиск объектов учета по заданному значению, а именно по коду ИПД, НДТПД;

 выбор множества объектов учета по заданным критериям, а именно отбор ИПД и НДПД осуществляется по заданным значениям крите- риев;

 возможность постоянного обновления базы данных объектов учета.

Наилучшими доступными, даже, скорее всего, инновационными (до разработки критериев в этой области) технологиями в области про- мышленной безопасности смело можно назвать технологии мониторинга технического состояния промышленных объектов и систему управления промышленной безопасности.

Нужно смело идти вперед, разрабатывая новые инновационные технологии и инновационные подходы к таким технологиям (в т.ч. мето- дологию в области инноватики в области промышленной безопасности).

P.S. Проектное сообщество вплотную заинтересовалось нашими наработками в области инноватики, в рамках комитета по совершенство- ванию тендерных процедур и инновационной деятельности НОП сейчас проходят согласительные процедуры. По такому же алгоритму необхо- димо действовать и всему сообществу в области промышленной безопас- ности.

Не забывайте прописную истину: «Если не будете кормить свою армию экспертов, скоро будете кормить чужую армию…».

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ

ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ\*

Введение

Научно-технический прогресс и связанные с ним грандиозные масштабы производственной деятельности человека привели к большим позитивным преобразованиям в мире – созданию мощного промышлен- ного и сельскохозяйственного потенциала, широкому развитию всех ви- дов транспорта и др. Вместе с тем резко ухудшилось состояние окружа- ющей среды. Загрязнение атмосферы твердыми, жидкими и газообраз- ными отходами достигает угрожающих размеров. Рост промышленности сопровождается образованием значительного количества отходов. Наибольший удельный вес загрязнения атмосферного воздуха приходит- ся на долю оксидов углерода, серы и азота, углеводородов и промышлен- ной пыли.

Обеспечение безопасной жизнедеятельности человека в зоне про- мышленных предприятий является актуальной задачей. Для решения этой задачи предприятия должны проводить плановые ремонтные рабо- ты, научно обоснованные перерасчетами несущей способности строи- тельных конструкций. Всё это способствует уменьшению вероятности аварий и катастроф, которые приводят к многочисленным человеческим и материальным потерям, наносят значительный ущерб окружающей среде, отравляют атмосферу вредными веществами. Эти потери в некото- рых случаях могут превосходить в сотни и тысячи раз те потери, которые необходимо вложить на диагностические, профилактические мероприя- тия и предупредительные работы. Для безопасной эксплуатации строи- тельных конструкций зданий и сооружений промышленных предприятий необходимо разработать новые направления и методы в области обследо- вания и освидетельствования состояния строительных конструкций, про- гнозирования их несущей способности.

Основными причинами поражения конструкций являются:

а) нарушения требований и правил эксплуатации производственного обо- рудования, приводящие к концентрированным воздействиям агрессив- ных сред на строительные конструкции, неудовлетворительные реше- ние и состояние систем вентиляции, аэрации и канализации, не обес- печивающие своевременные и надлежащие улавливание и удаление из помещений цехов и от сооружений агрессивных производственных от- ходов;

\* Гатауллин И.Н. г.Казань, Республика Татарстан

б) применение в конструкциях недостаточно стойких противокоррозион- ные материалов, а также использование противокоррозионных покры- тий, не отвечающих степени агрессивности сред;

в) повреждение и несвоевременное восстановление лакокрасочных по- крытий и других видов защиты строительных конструкций, а также отсутствие систематического наблюдения за состоянием покрытий.

Коррозионный износ происходит неравномерно, а в зависимости от вида материалов, назначения конструкций и воздействующих факто- ров. Большое разнообразие климатических условий эксплуатации зданий и сооружений в сочетании с разнообразным воздействием внутренних факторов усложняет определение коррозионного износа и периодичность ремонта.

От решения этих задач значительно зависит долговечность зданий и сооружений в целом. Следовательно, выбор варианта технологического и организационного решения задачи обусловливается экономическими факторами и представляет собой предмет экономического исследования. Конечная цель экономической эксплуатации строительных конструкций – максимальное увеличение их долговечности при минимальных затратах на обслуживание, капитальные и текущие ремонты – представляют экс- тремальную задачу. При этом в ходе принятия решения нужно перерабо- тать огромное количество информации, учитывать большое количество факторов, сравнивать множество вариантов и т.д., что невозможно сде- лать без применения ЭВМ. Применение ЭВМ способствует повышению качества проектных разработок.

Обследование строительных конструкций

Изучение действительного состояния строительных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах, призвано для предотвращения аварий и катастроф. Целью обследования строительных конструкций яв- ляются:

а) проверка их состояния и несущей способности;

б) выявление причин, вызывающих их повреждения и деформации; в) выявление возможности их дальнейшей эксплуатации;

г) выявление объемов восстановительных работ;

д) выявление возможности увеличения эксплуатационных нагрузок и т.д. Эти задачи решаются на основе комплексного исследования условий эксплуатации и разработки средств и методов противокоррозионной защиты строительных конструкций, которое включает получение общих данных о технологии производства и конструктивном решении, натурные обследования состояния строительных конструкций, изучение характера распространенных разрушений и влияния технологических факторов на их долговечность, изучение температурно-влажностного режима, загазованности, запыленности воздуха и состава продуктов коррозии и пыли, определение кинетики коррозионного процесса конструкций, лабора- торные и натурные исследования по подготовке поверхности под окраску и защитных покрытий, изготовленных из доступных и дешевых материалов.

В данной работе приводятся результаты научных исследований строительных конструкций промышленных зданий ОАО «Лебединский горно-обогатительный комбинат» (г.Губкин) и ОАО «Нижнекамскнефте- хим» (г.Нижнекамск). На объектах указанных предприятий исследова- нию подвержены элементы конструкций покрытия, рабочих площадок, подкрановых балок, колонн, градирен и других конструкций, изготов- ленные из стали и железобетона.

Корпус обогащения Лебединского горно-обогатительного комбината (ЛГОК)

Строительство корпуса обогащения выполнено в три очереди: пер- вая очередь в осях 1-65 введена в эксплуатацию в 1972 году, вторая оче- редь в осях 65-127 – в 1977 году. Третья очередь в осях 127-168 – в 1982 году. В настоящее время корпус обогащения представляет собой много- пролетное здание размерами в плане 1001000 м, оснащенное мостовыми кранами грузоподъемностью до 320 т. Несущие металлические конструк- ции выполнены в виде рамной системы с шагом рам 6 м.

Технология обогащения железистых кварцитов предусматривает трехстадийное измельчение, магнитное обогащение и обезвоживание концентрата. Хвосты магнитной сепарации и сливы дешламаторов само- теком поступают в гидроциклоны или непосредственно в радиальные сгустители. Продукт сгущения и пески гидроциклонов перекачиваются в хвостохранилище насосами; а их сливы – осветленная вода с содержани- ем твердого вещества до 50 мг в 1 литре – насосами возвращаются в тех- нологический процесс. Применяемая технология обогащения железистых кварцитов характеризуется большим расходом технической воды. Неиз- бежные проливы, интенсивный смыв полов вызывает, во-первых, повы- шение влажности воздуха в корпусе, во-вторых, увлажнение строитель- ных конструкций. Натурные обследования состояния строительных ме- таллоконструкций показали, что более сильному коррозионному износу подвержены металлические колонны и балки перекрытия подвальной ча- сти корпуса, которые регулярно увлажняются технической водой.

Изучение температурно-влажностного и газового режимов показа- ло, что относительная влажность воздуха в зимний период составляет 60- 70%, в летний период составляет 65-75%; температура воздуха в зимний период составляет 5-15°С, в летний период составляет 20-30°С; агрессив- ные газы по СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии» относится к группе "А". Таким образом, воздушная среда для строительных металлоконструкций является неагрессивной.

Для изучения кинетики коррозионного процесса строительных ме- таллоконструкций были установлены шлифованные металлические об- разцы без защитных покрытий и с различными видами лакокрасочных покрытий. После 70-суточной экспозиции проведен первый съем метал- лических образцов без защитных покрытий. Обработка данных показала, что потери массы образца на 1 м2 поверхности составляет от 0 до 100 г. Несмотря на то, что во всех экспериментальных точках воздушная среда примерно одинакова, имеется большой разброс данных потери массы об- разцов. Это объясняется воздействием в одних случаях неагрессивной воздушной среды производства (коррозионные потери практически от- сутствуют), в других – агрессивным воздействием технической воды (ин- тенсивный коррозионный износ). Техническая вода, содержащая твердые частицы пыли и железистого кварцита, а также растворенные коррозион- но-активные примеси, постоянно или периодически увлажняя поверх- ность металла, вызывают интенсивное коррозионное разрушение.

Для изучения механизма коррозии металлоконструкций в условиях производства ЛГОКа произведен отбор продуктов коррозии и пыли. На коррозионное разрушение металлоконструкций большое влияние оказы- вает пыль, скапливающаяся на их поверхности (влажность пыли 25,5- 26,4% и растворимость ее 12-19 мг/л). Результаты анализа водных вытя- жек показали, что в пыли присутствуют соединения типа кристаллогид- ратов, а также солей, способных связываться с водой. Наличие этих со- единений на коррозирующей поверхности вызывает конденсацию влаги при влажности гораздо более низкой, чем 100%, и способствует коррози- онному процессу. В пыли содержатся также растворимые примеси – хло- риды, сульфаты, превращающие чистый конденсат в раствор сильных электролитов и тем самым значительно повышающие скорость коррозии.

Металлоконструкции корпуса обогащения покрыты рыхлым слоем продуктов коррозии, способствующим капиллярной конденсации влаги и ускорению процесса коррозии. Для изучения химического состава про- дуктов коррозии, механизма и степени влияния на кинетику коррозион- ного процесса проведены их рентгеноструктурный и термографический анализ. С целью изучения возможности применения модификаторов ржавчины для подготовки поверхности под окраску этими же методами исследованы химический состав продуктов коррозии, преобразованных различными модификаторами.

Изучена возможность применения ингибиторов коррозии для по- нижения коррозионной активности технической воды. Наиболее деше- вым и доступным ингибитором является бикарбонат кальция, присут- ствующий в большинстве природных вод и способствующий отложению карбонатных пленок. В условиях периодического воздействия воды на металлоконструкции невозможно образование сплошной постоянной карбонатной пленки, следовательно, защита карбонатной пленкой ис- ключается. Таким образом, необходимо применение других ингибиторов, снижающих агрессивность воды в периоде воздействия на металлокон- струкции: фосфатов, силикатов, нитритов, хроматов и др. Концентрация ингибиторов определяется температурой воды, ее рН, содержанием агрессивных ионов и другими факторами. Например, для фосфатов за- щитная концентрация колеблется от 7-10 до 100 г/м3 в пересчете на Р2О5, для силикатов – 0,04 до 0,4 г/м3.

Для выбора оптимальной защитной концентрации ингибиторов необходимо тщательное изучение как агрессивных компонентов, содер- жащихся в технической воде, так и влияния ингибиторов на технологиче- ский процесс.

Таким образом, проведение научно-исследовательских работ по комплексному плану позволило определить мероприятия по уменьшению агрессивного воздействия технической воды, обоснованно выбрать способы подготовки поверхности и систему защитных покрытий.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОРРОЗИОННОГО ИЗНОСА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ\***

На основе экспериментальных исследований, полученных различ-

ными авторами в различных агрессивных условиях, производились срав- нительные оценки расчетных и опытных данных по прогнозированию коррозионного износа. Прогнозирование коррозионного износа произво- дилось по трем экспериментальным точкам, а остальные точки использо- вались для определения погрешности расчета. Относительные погрешно- сти расчета определялись путем сопоставления вычисленных данных с фактическими данными (табл.1-3). А.А. Фархадовым выполнены экспе- риментальные исследования в условиях периодического смачивания ме- таллических образцов морской водой [2]. Образцы установлены над по- верхностью воды и смачивались лишь при волнении моря. Кривая «кор- розия – время» получена за период испытания 1210 суток. Испытания проводились на Каспийском море, съем образцов производился четыре раза: через 8 месяцев, 1 год, 2 года, 3 года и 1 месяц. В табл.1 приведены результаты, полученные при прогнозировании по трем эксперименталь- ным точкам. Время интерполяции tН = 2 года. Расчетные данные разви- тия коррозионного пресса получены на 10 лет. В интервале экстраполя- ции при tЭ = 3 года и 1 месяц произведена сравнительная оценка расчет- ных данных прогноза с экспериментальными значениями глубины корро- зионного износа δ4\*. Относительная погрешность прогнозирования 4 для первой кривой «коррозия-время» составляет 8,205%, для второй – 7,083%, а для третьей – 11,778%.

Таблица 1 Результаты расчета развития коррозии стали по трем точкам (экспериментальные исследования выполнены в условиях периодического смачивания металлических образцов морской водой на Каспийском море)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер серии экспе- римен- та** | **Эксперименталь- ные данные** | **Расчетные данные** |
| **время корро- зии *t*, го- ды** | **глубина корро-****зии** d \* **,***К***мм** | ***Т1*, го- ды** | ***Т2*, го- ды** | ***δКУ*,****мм** | **глубина коррозии *δК*, мм** | **относитель- ная погреш-****ность** D\* **, %***i* |
| 1 | 0,652 | 0,205 | 4,967 | -0,991 | 1,289 | 0,205 | 0 |
|  | 1,000 | 0,259 |  |  |  | 0,259 | 0 |
|  | 2,014 | 0,400 |  |  |  | 0,400 | 0 |
|  | 3,315 | 0,583 |  |  |  | 0,535 | 8,205 |
|  | 6,000 |  |  |  |  | 0,716 |  |
|  | 8,000 |  |  |  |  | 0,803 |  |
|  | 10,00 |  |  |  |  | 0,867 |  |
| 2 | 0,652 | 0,235 | 9,813 | -1,692 | 2,837 | 0,235 | 0 |
|  | 1,000 | 0,311 |  |  |  | 0,311 | 0 |
|  | 2,014 | 0,520 |  |  |  | 0,520 | 0 |
|  | 3,315 | 0,696 |  |  |  | 0,745 | -7,083 |
|  | 6,000 |  |  |  |  | 1,096 |  |
|  | 8,000 |  |  |  |  | 1,289 |  |
|  | 10,00 |  |  |  |  | 1,444 |  |
| 3 | 0,652 | 0,092 | 0,314 | 0,254 | 0,191 | 0,092 | 0 |
|  | 1,000 | 0,112 |  |  |  | 0,122 | 0,001 |
|  | 2,014 | 0,157 |  |  |  | 0,157 | -0,001 |
|  | 3,315 | 0,194 |  |  |  | 0,171 | 11,778 |
|  | 6,000 |  |  |  |  | 0,181 |  |
|  | 8,000 |  |  |  |  | 0,183 |  |
|  | 10,00 |  |  |  |  | 0,185 |  |

Н.П. Жук, А.Ф. Притула, В.А. Притула и Н.Д. Томашев получали экспериментальные данные в течение 10 лет [2]. Испытания проводились в атмосферных условиях, съем образцов производился семь раз: через 1, 2, 3, 4, 6, 8 и 10 лет. В табл.2 приведены результаты, полученные при прогнозировании по трем экспериментальным точкам. Время интерполя- ции tН = 3 года. Расчетные данные развития коррозионного износа полу- чены на 10 лет. В интервале экстраполяции (3tЭ10) произведена срав- нительная оценка расчетных данных прогноза с экспериментальными значениями глубины коррозионного износа  \* , где i =4, 5, 6, 7. Относительная погрешность прогнозирования 7 для первой кривой «коррозия- время» составляет 6,681%, для второй – 5,813%, для третьей – 17,008%.

**Таблица 2 Результаты расчета развития коррозии стали по трем точкам**

**(экспериментальные исследования выполнены в атмосферных условиях)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер серии экспе- римен- та** | **Эксперименталь- ные данные** | **Расчетные данные** |
| **время корро- зии *t*, го- ды** | **глубина корро-****зии** d \* **,***К***мм** | ***Т1*, го- ды** | ***Т2*, го- ды** | ***δКУ*,****мм** | **глубина коррозии *δК*, мм** | **относитель- ная погреш-****ность** D\* **, %***i* |
| 1 | 1 | 0,96 | 3,563 | -1,125 | 3,300 | 0,960 | 0 |
|  | 2 | 1,32 |  |  |  | 1,320 | 0,001 |
|  | 3 | 1,60 |  |  |  | 1,600 | 0 |
|  | 4 | 1,76 |  |  |  | 1,813 | -3,006 |
|  | 6 | 2,00 |  |  |  | 2,112 | -5,604 |
|  | 8 | 2,20 |  |  |  | 2,311 | -5,066 |
|  | 10 | 2,30 |  |  |  | 2,454 | -6,681 |
| 2 | 1 | 0,850 | 1,027 | 0,031 | 1,750 | 0,850 | 0 |
|  | 2 | 1,150 |  |  |  | 1,150 | -0,001 |
|  | 3 | 1,300 |  |  |  | 1,300 | 0,001 |
|  | 4 | 1,400 |  |  |  | 1,390 | 0,718 |
|  | 6 | 1,490 |  |  |  | 1,493 | -0,183 |
|  | 8 | 1,495 |  |  |  | 1,550 | -3,667 |
|  | 10 | 1,499 |  |  |  | 1,586 | -5,813 |
| 3 | 1 | 2,00 | -0,150 | 0,815 | 3,330 | 2,000 | 0 |
|  | 2 | 2,95 |  |  |  | 2,950 | 0,001 |
|  | 3 | 3,20 |  |  |  | 3,200 | 0 |
|  | 4 | 3,50 |  |  |  | 3,286 | 6,124 |
|  | 6 | 3,85 |  |  |  | 3,338 | 13,305 |
|  | 8 | 4,00 |  |  |  | 3,350 | 16,249 |
|  | 10 | 4,04 |  |  |  | 3,353 | 17,008 |

В табл.3 приведены результаты, полученные при прогнозировании коррозионного износа стальных образцов по трем экспериментальным точкам. Экспериментальные данные получены институтом физической химии на атмосферных коррозионных станциях, расположенных в раз- личных климатических зонах [2]. Испытания были проведены в течение 11 лет, съем образцов производился четыре раза: через 1 год и 3 месяца, 3 года и 2 месяца, 6 и 11 лет. Время интерполяции tН = 6 лет. Расчетные данные развития коррозионного износа получены на 30 лет. В интервале экстраполяции (6tЭ30) при tЭ = 11 лет произведена сравнительная оценка расчетных данных прогноза с экспериментальными значениями глубины коррозионного износа  \* . Относительная погрешность прогно- зирования 4 для первой кривой «коррозия-время» составляет 6,999%, для второй – 6,209%, для третьей – 8,054%.

Таблица 3 Результаты расчета развития коррозии стали по трем точкам (экспериментальные исследования выполнены на атмосферных коррозионных станциях)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер серии экспе- римен- та** | **Эксперименталь- ные данные** | **Расчетные данные** |
| **время коррозии *t*, годы** | **глубина коррозии**d \* **, мм***К* | ***Т1*, го- ды** | ***Т2*, го- ды** | ***δКУ*, мм** | **глубина коррозии *δК*, мм** | **относитель- ная погреш-****ность** D\* **, %***i* |
| 1 | 1,250 | 0,076 | 0,232 | 1,284 | 0,153 | 0,076 | 0 |
|  | 3,167 | 0,127 |  |  |  | 0,127 | 0,002 |
|  | 6,000 | 0,142 |  |  |  | 0,142 | -0,002 |
|  | 11,000 | 0,159 |  |  |  | 0,148 | 6,999 |
|  | 16,000 |  |  |  |  | 0,150 |  |
|  | 20,000 |  |  |  |  | 0,150 |  |
|  | 30,00 |  |  |  |  | 0,151 |  |
| 2 | 1,250 | 0,027 | 3,371 | 1,350 | 0,123 | 0,027 | 0 |
|  | 3,167 | 0,056 |  |  |  | 0,056 | 0,002 |
|  | 6,000 | 0,077 |  |  |  | 0,077 | 0,001 |
|  | 11,000 | 0,088 |  |  |  | 0,093 | -6,209 |
|  | 16,000 |  |  |  |  | 0,101 |  |
|  | 20,000 |  |  |  |  | 0,105 |  |
|  | 30,00 |  |  |  |  | 0,111 |  |
| 3 | 1,250 | 0,034 | 2,975 | -0,961 | 0,094 | 0,034 | 0 |
|  | 3,167 | 0,051 |  |  |  | 0,051 | 0,001 |
|  | 6,000 | 0,064 |  |  |  | 0,064 | 0 |
|  | 11,000 | 0,081 |  |  |  | 0,074 | 8,054 |
|  | 16,000 |  |  |  |  | 0,080 |  |
|  | 20,000 |  |  |  |  | 0,082 |  |
|  | 30,00 |  |  |  |  | 0,086 |  |

Анализ полученных результатов расчета в зоне интерполяции по- казал, что аппроксимация трех экспериментальных точек с помощью дробно-параболической модели дает ничтожно малые погрешности (max = 0,004). Участки экстраполяции, определенные по трем точкам, вполне удовлетворительные. Опытным путем на основе соответствую- щей обработки значительных массивов расчетных данных (полученных с помощью ЭВМ) нами определена зависимость средней погрешности про- гнозирования ср от коэффициента временного упреждения kУ в виде уравнения параболы 2  33k . ср У

Средняя погрешность предсказания развития коррозии достаточно низкая и не превышает ср = 10%, что является вполне удовлетворитель- ным для практики результатом.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований, полученные различными авторами в различных агрессивных эксплуатационных средах, позволили показать адекватность разработанной методики прогнозирования коррозионного износа металлических конструкций.

**РАССМОТРЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕТОДАМИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА\***

Экономическое значение пожаров

Несмотря на достижения в области противопожарной защиты, сказывающейся в положительном снижении числа жертв при пожарах, в большинстве стран Европы и России финансовые затраты и другие ресурсы для достижения желаемого уровня пожарной безопасности по- прежнему ежегодно повышаются [1]. Так, например, в России согласно статистике МЧС за 2011 год только прямой материальный ущерб от пожаров составил больше 18 миллиардов рублей. При этом прямой ма- териальный годовой ущерб от пожаров больше чем удвоился с 2007 го- да [2].

Системный подход к пожарной безопасности

Для решения сложных таких задач, как пожарная безопасность, имеется универсальная методика на основе системного подхода и си- стемного анализа [3-5]. Универсальность данного системного подхода разрешает рассматривать пожарную безопасность как систему и прини- мать на основе этого понимания улучшающие действия.

Безусловно, процесс достижения желаемого уровня пожарной без- опасности является сложной задачей на будущее, которая в данный мо- мент не решена удовлетворительно. Это показывают многочисленные трагедии при пожарах недавнего времени. Именно поэтому сегодня как никогда следует обратиться к универсальному системному и комплекс- ному подходу для разрешения ряда задач, связанных с пожарной без- опасностью [7].

Для рассмотрения пожарной безопасности с позиций системно- го подхода применим методологию прикладного системного анализа, описанного Ф.П. Тарасенко в работе «Прикладной системный ана- лиз» [5].

Системный анализ пожарной безопасности

Согласно системному подходу следует сначала понять, почему пожарную безопасность можно рассматривать как систему. Для этого рассмотрим категории свойств этой системы, которые можно разделить на статические, динамические и синтетические (рис. 1).



Рис. 1. Категории свойств системы пожарной безопасности

Статические свойства пожарной безопасности

Среди статических свойств этой системы можно выделить:

– целостность;

– открытость;

– внутреннюю неоднородность системы;

– структурированность.

Под статическими свойствами систем понимают конкретные со- стояния системы в любой, но фиксированный момент времени.

Целостность системы пожарной безопасности, как одно из стати- ческих свойств, означает, что пожарную безопасность нужно понимать как единое и целое, отличающуюся от других систем, в том числе и си- стем безопасности.

Под открытостью системы понимают ее взаимодействие с другими системами или окружающей средой посредством входов и выходов. В случае системы пожарной безопасности это, например, многообразные входы со стороны использования данного объекта или правовые акты, влияющие на ее состояние, или выходы в виде влияния на экологию или финансовый успех одной взятой организации или всей экономики.

Система пожарной безопасности неоднородна, то есть она имеет элементы самого различного характера как, например, технические си- стемы пожарной защиты, люди и организации, задействованные до и во время пожара, систему нормативных и правовых предписаний и т.д.

Также система пожарной безопасности имеет свою структуриро- ванность, которая выражается в различных взаимосвязях между элемен- тами системы. Эта структурированность и создает целостность всей си- стемы пожарной безопасности.

Динамические свойства пожарной безопасности

Помимо статических свойств систем, система пожарной безопас- ности имеет и динамические свойства, т.е. такие свойства, которые ме- няются во времени и в связи с другими меняющимися обстоятельствами. К динамическим свойствам относят:

– функциональность;

– стимулируемость;

– изменчивость системы во времени;

– существование в изменяющейся среде.

Система пожарной безопасности направлена на выполнение мно- жества таких функций как, например, обеспечение безопасности людей, покидающих здание во время пожара, или уменьшение вреда от пожара, причиненного соседним зданиям и экологии. Функциональность системы пожарной безопасности направлена на выходы системы как функция времени.

Стимулируемость рассматриваемой системы определяет воздей- ствия на систему со стороны входов извне так же, как функцию времени. Конкретно это, например, изменение поведения людей при пожарах в за- висимости от состояния их здоровья и противопожарной подготовленно- сти, на которое влияют другие многочисленные системы.

Изменчивость системы во времени и скорость изменения, ее дина- мику легко показать на примере статистики пожаров [1, 2]. Причем мож- но и нужно рассматривать при этом не только количественные измене- ния, но и их качественные показатели. Время играет большую роль не только в историческом анализе пожаров, но и, конечно, в отдельно взя- тых пожарах. Динамика изменений во время пожаров поражает зачастую даже профессионалов и ставит перед ними многочисленные и высо- косложные задачи.

Не только система пожарной безопасности изменяется во времени. Одновременно и окружающая среда этой системы, как и взаимосвязан- ные системы, изменяется, влияя в свою очередь на систему пожарной безопасности. Так, например, политические, экономические и другие из- менения в России в девяностые годы прошлого столетия резко негативно сказались на пожарную безопасность, что можно показать на статистике пожаров этого периода.

Синтетические свойства пожарной безопасности

Особенности свойств системы пожарной безопасности, как и других систем, не ограничиваются статическими и динамическими свойствами. Так же существуют и синтетические свойства, к которым относят:

– эмерджентность;

– неразделимость на части;

– ингерентность;

– целесообразность.

Эмерджентность означает, что свойства системы не могут быть объяснены через отдельно взятые элементы с их свойствами. Свойство эмерджентности как ничто другое проявляется в системе пожарной без- опасности. Например, отдельно взятую автоматическую систему пожаро- тушения с ее свойствами нецелесообразно рассматривать отдельно от других технических и человеко-машинных систем для обеспечения ком- плексной безопасности здания. Это можно и необходимо осуществлять с помощью комплексного подхода, применяя серию стандартов ГОСТ Р 53195 «Безопасность функциональная связанных с безопасностью зданий и сооружений систем» [6].

Неразделимость на части для системы пожарной безопасности конкретно означает, что при реализации только отдельных частей (эле- ментов) системы как таковой не будет, она может оказаться другой или будет выполнять цели пожарной безопасности в недостаточной мере. Примером тому является халатное отношение к пожарной безопасности ответственных лиц на отдельно взятом объекте. Даже при полной реали- зации других мер в общей системе пожарной безопасности сильное ослабление одного элемента, а именно халатное отношение ответствен- ных лиц и, как следствие, их неправильные действия в общем случае приводят к недопустимым недостаткам всей системы.

Неразделимость системы связанна и с ее другим свойством, назы- ваемым ингерентностью. Ингерентность обозначает приспособленность системы к окружающей среде. Так система пожарной безопасности от- дельно взятого здания может и должна быть создана так, чтобы быть до- статочно неуязвимой и при других форс-мажорных обстоятельствах как, например, продолжительное отсутствие электроснабжения или землетря- сение. Это важное свойство связано с так называемым гомеостатом си- стем. Под этим понимается способность системы сохранять постоянство своего состояния при помощи скоординированных реакций, направлен- ных на поддержание динамического равновесия [8].

Целесообразность системы пожарной безопасности, как это свой- ство и в других системах, создаваемых человеком, очевидна. Данное свойство присуще всем искусственным системам. Оно в основном и определят выбор элементов и структуру системы в целом.

Выводы

Подводя итоги применения методологии системного анализа для рассмотрения пожарной безопасности можно с уверенностью сказать, что пожарную безопасность следует рассматривать именно как систему ме- тодами, подходящими для этого. Только понимание пожарной безопас- ности как системы со статичными, динамичными и синтетическими свойствами позволит понимать эту систему и учитывать её в общей си- стеме комплексной безопасности.

**ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ\***

Юг России в составе двух федеральных округов – Южного и Северо-Кавказского – занимает всего 3,45% (589,2 тыс. км2) территории Российской Федерации. Однако, здесь проживает 16,4% населения Рос- сии (23,0 млн. человек).

Среднемноголетние водные ресурсы юга России (ЮФО и СКФО) составляют 309,1 км3/год (hср=524,6 мм), однако они отличаются боль- шой изменчивостью во времени: для наиболее сухого года – hmin=347,1 мм, а для наиболее влажного года – hmax=692,6 мм.

Водные ресурсы на юге России распределены крайне неравномер- но по территории. Так в Республике Калмыкия (площадь территории 76,1 тыс. км2) они составляют всего hср = 14,5 мм, в Ставропольском крае (площадь территории 66,5 тыс. км2) - hср = 82,7 мм, в то время как в Рес- публике Северная Осетия – Алания (площадь территории 8,0 тыс. км2) - hср = 1000 мм.

Неравномерность распределения водных ресурсов на юге России потребовала строительство значительного количества обводнительно- оросительных систем1 (Донской, Кубань-Егорлыкской, Кубань- Калаусской и др.), водозаборов, водохранилищ комплексного регулиро- вания, гидротехнических туннелей, дюкеров, акведуков и т.д.

Насыщенность гидротехническими сооружениями на юге России самая высокая в РФ на единицу площади. По данным территориальных управлений Ростехнадзора на 10 января 2014 г. в Южном и Северо- кавказском федеральных округах расположено 33,6% (10709) потенциаль- но опасных ГТС, на которых возможны чрезвычайные ситуации от имею- щихся в РФ (31034 ГТС) водохозяйственного комплекса России. Для срав- нения на территории Центрального федерального округа расположено 31,4% (9730) потенциально опасных ГТС, Поволжского – 28,5% (8844).

В четырех федеральных округах (Северо-Западном, Уральском, Сибирском и Дальневосточном), занимающих 86,7% (14 797,5 тыс. км2) территории РФ, расположено всего 2027 потенциально опасных ГТС во- дохозяйственного комплекса. Плотность расположения потенциально опасных ГТС водохозяйственного комплекса на юге России (ЮФО и СКФО) в 133 раза выше, чем в выше отмеченных четырех федеральных округах (СЗФО, УФО, СФО, ДФО).

Дефицит водных ресурсов на юге Росси ведет к высокому водопо- треблению – от 1100 м3/чел. год до 1300 м3/чел. год (в зависимости от влажности года), однако оно значительно ниже, чем среднегодовые пока- затели водопотребления в таких государствах как США – 1629,8 м3/чел. год, Пакистан – 1455,6 м3/чел. год, Иран – 1376,5 м3/чел. год.

В государствах, где используются высокоэкономичные техноло- гии водораспределения среднегодовое водопотребление значительно ниже (Германия – 388,2 м3/чел. год, Россия в среднем – 522,9 м3/чел. год, Франция – 527,6 м3/чел. год, Италия – 689 м3/чел. год).

Отличительной особенностью России нынешнего периода (начала XXI века) является высокий уровень бесхозяйных ГТС. На начало 2014 г. потенциально опасных бесхозяйных ГТС в РФ насчитывается 6092, в том числе 929 с неудовлетворительным уровнем безопасности. На юге Рос- сии (ЮФО и СКФО) органами надзора (Ростехнадзора) зафиксировано 1091 потенциально опасное бесхозяйное ГТС.

К основным факторам, определяющим безопасность ГТС водохо- зяйственного назначения (подавляющее большинство из них (97 %) ГТС IV класса – это низконапорные гидроузлы (H<10 м)), относятся:

- отсутствие на большинстве ГТС IV класса проектной документации, правил эксплуатации ГТС, критериев безопасности ГТС и т.д.;

- отсутствие или низкий уровень эксплуатационного персонала ГТС;

- отсутствие запасов строительных материалов, техники и людских ре- сурсов для ликвидации и локализации ситуаций на ГТС;

- отсутствие мониторинга безопасности ГТС на низконапорных гидроузлах;

- отсутствие современных геоинформационной системы с использовани- ем спутниковых технологий сбора, обобщения информации и обеспе- чения безопасности ГТС.

**МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА И ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ\***

Строительная отрасль, как и любая другая отрасль промышленно- сти, характеризуется наличием аварийных ситуаций. Статистика показы- вает, что примерно в 80% случаев строительных аварий с обрушением несущих конструкций объекта происходит в результате человеческих ошибок, допущенных при проектировании, возведении и эксплуатации зданий и сооружений. Эти ошибки формируют внутренний (объектный) риск аварии, от величины которого зависит не только срок службы (ре- сурс) объекта, но и размер ущерба в случае его аварии.

Задача оценки остаточного ресурса конструкций здания, в том числе после воздействия на них особых (например, сейсмических) нагру- зок, является в настоящее время одной из злободневных задач в сфере обеспечения безопасности эксплуатации зданий и сооружений, требую- щих своего разрешения в целях осуществления прогнозирования во вре- мени величины этого ресурса вплоть до исчерпания зданием (сооружени- ем) потребительной ценности.

В настоящей работе мы предлагаем разработанную методику, которая содержит принципиальные положения методологии определения остаточно- го ресурса, устанавливает требования по определению прогнозируемого ре- сурса зданий. Методика предназначена для применения при диагностирова- нии и определении технического состояния и прогнозируемого ресурса объ- ектов, выработавших ресурс, установленный проектом, нормативной доку- ментацией, а также после аварий и восстановительных ремонтов.

В качестве базовой концепции для расчета остаточного ресурса зданий предлагается подход, основанный на принципе «безопасной экс- плуатации по техническому состоянию». Согласно данному подходу оценка технического состояния объекта осуществляется по параметрам технического состояния, обеспечивающим его надежную и безопасную эксплуатацию согласно нормативно-технической и (или) конструктор- ской (проектной) документации, а остаточный ресурс – по определяю- щим параметрам технического состояния. В качестве последних прини- маются параметры, изменение которых (в отдельности или в некоторой совокупности) может привести объект в неработоспособное или предель- ное состояние.

В зависимости от критериев предельного состояния и условий экс- плуатации объекта параметрами его технического состояния служат:

– характеристики материалов (механические характеристики – предел текучести, предел прочности, твердость, трещиностойкость, пределы выносливости, длительной прочности, ползучести, химический состав, характеристики микроструктуры и т.д.);

– коэффициенты запасов прочности (по пределам текучести, прочности, длительной прочности, ползучести, трещиностойкости, устойчивости, по числу циклов или напряжениям при расчетах на циклическую проч- ность);

– технологические показатели (температура, параметры вибрации, режи- мы работы и т.д.).

Оценка параметров технического состояния и выбор критериев осуществляется по результатам анализа технической документации, дан- ных оперативной (функциональной) диагностики, экспертного обследо- вания.

Прогнозирование остаточного ресурса или установление назначен- ного ресурса осуществляется согласно закономерностям изменения опре-

деляющих параметров, полученным при анализе механизмов развития по- вреждений и (или) по результатам измерения функциональных показате- лей. На основании полученных оценок принимается одно из решений:

– продолжение эксплуатации на установленных параметрах;

– продолжение эксплуатации с ограничением параметров;

– ремонт;

– доработка (реконструкция);

– использование по иному назначению;

– вывод из эксплуатации.

Основные этапы определения остаточного ресурса потенциально опасных объектов показаны на структурной схеме на рис. 1.

Анализу технической документации подлежат:

– нормативно-техническая, конструкторская (проектная) и эксплуатаци- онная, в том числе монтажная и ремонтная, документация;

– техническая документация и научно-техническая информация по отка- зам и повреждениям по парку объектов и аналогичному оборудованию.

При анализе технической документации рассматриваются:

– Паспорт на здание и (или) сооружение;

– Комплект общестроительных чертежей с указанием всех изменений, внесенных при производстве работ, и отметок о согласовании этих из- менений с проектной организацией, разработавшей проект;

– Акты приемки здания (сооружения) в эксплуатацию с указанием недо- делок, акты устранения недоделок;

– Акты приемочных испытаний, проведенных в процессе эксплуатации;

– Технический журнал по эксплуатации здания (сооружения);

– Акты на скрытые работы и акты промежуточной приемки отдельных ответственных конструкций;

– Журналы производства работ и авторского надзора;

– Материалы геодезических съемок;

– Журналы контроля качества работ;

– Сертификаты, технические паспорта, удостоверяющие качество кон- струкций и материалов;

– Акты противокоррозионных и окрасочных работ;

– Акты результатов периодических осмотров конструкций;

– Акты расследования аварий и нарушений технологических процессов, влияющих на условия эксплуатации здания (сооружения);

– Отчеты, документы и заключения специализированных организаций о ранее выполненных обследованиях;

– Установленные нормативные сроки эксплуатации;

– Документы о текущих и капитальных ремонтах, усилениях конструкций;

– Документы, характеризующие фактические технологические нагрузки и воздействия и их изменения в процессе эксплуатации;

– Документы, характеризующие фактические параметры внутри цеховой среды (состав и концентрация газов, влажность, температура, тепло- и пылевыделение и т.д.);

– Технологические регламенты и другую документацию;

– Отчеты по инженерно-геологическим условиям территории, на которой расположено здание (сооружение);

– Декларацию промышленной безопасности опасного производственного объекта (в установленных законодательством Российской Федерации случаях).

При анализе условий эксплуатации рассматриваются: технологи- ческие режимы;

– режимы нагружений;

– температурные воздействия;

– эксплуатационная среда;

– факторы, влияющие на безопасную эксплуатацию (факторы риска ава- рий).

К факторам риска аварий относятся:

– близкое расположение других опасных производственных объектов;

– близко расположенные подземные коммуникации, магистральных га- зопроводов и линий электропередач;

– близко расположенные железнодорожные станции (пути), автомобиль- ные дороги, аэродромы;

– территориальные, инженерно-геологические и климатические факторы. Цель оперативной диагностики – получение данных о техническом состоянии обследуемого объекта. При оперативной диагностике прово-

дится:

– ранжирование элементов здания на группы конструкций;

– проведение обследование конструкций, с оценкой состояния конструк- ций.

Основными группами элементов конструкций металлических кар- касов одноэтажных промышленных зданий являются:

– Колонны (постоянного по высоте сечения, переменного по высоте се- чения (ступенчатые), раздельные – в виде двух стоек, нежестко связан- ных между собой);

– Несущие элементы покрытия (стропильные и подстропильные фермы, фермы фонарей, прогоны);

– Подкрановые конструкции (подкрановые балки (фермы), тормозные балки или фермы)

– Связи (связи между колоннами, связи по покрытию).

Результатом диагностики является дефектная ведомость с указани- ем технического состояния конструкций.

Цель экспертного обследования – получение информации о реаль- ном техническом состоянии объекта, наличии в нем повреждений, выяв- ление причин и механизмов их возникновения и развития.

Экспертное обследование здания включает в себя:

1. Обследование конструкций:

1.1 определение фактических размеров сечений конструкций и со- единений, их пространственное положение;

1.2 проверку соответствия конструкций проектной документации, фактической геометрической неизменяемости, выявление отклонений, дефектов и повреждений элементов и узлов конструкций с составлением ведомостей дефектов и повреждений;

1.3 уточнение фактических и прогнозируемых нагрузок и воздей-

ствий;

1.4 установление фактических физико-механических свойств ма-

териалов конструкций;

1.5 проверку фундаментов, деформаций каркаса здания и несущей способности грунта при выявлении осадок фундаментов.

2. Проверочный расчет, при этом необходимо выполнить следую- щие работы:

– выбрать расчетную схему конструкций с учетом выявленных при об- следова-нии отклонений, дефектов и повреждений, фактических нагру- зок и свойств материалов конструкций;

– проверить несущую способность элементов, узлов и соединений. Вы- явить те из них, которые не удовлетворяют условиям прочности, жест- кости и устойчивости.

По результатам проведенного экспертного обследования опреде- ляется техническое состояние конструкций и выполняется экспертная оценка остаточного ресурса.

Экспертная оценка основывается на:

– анализе технической и эксплуатационной документации;

– анализе условий эксплуатации;

– результатах полученных данных визуально измерительного контроля, инструментального контроля, неразрушающих испытаний, определе- ния пространственного положения конструкций;

– результатов проверочного расчета.

Техническое состояние конструкций подразделяется на пять уров- ней: исправное; работоспособное; ограниченно работоспособное; недо- пустимое и аварийное.

На основании анализа полученных результатов и опыта эксплуата- ции принимается решение о продлении эксплуатации здания с назначе- нием остаточного ресурса, либо о необходимости проведения расчета остаточного ресурса. Остаточный ресурс объекта необходимо устанавли-

вать на основе совокупности имеющейся информации прогнозированием его технического состояния по определяющим параметрам до достиже- ния предельного состояния.

Во время прогнозирования величины остаточного ресурса должно быть обеспечено выполнение (одновременное) следующих условий:

– известны параметры технического состояния здания;

– известны определяющие параметры технического состояния, изменя- ющиеся соответственно выявленному механизму повреждения элемен- тов объекта;

– назначены критерии предельных состояний объекта, достижение кото- рых возможно при развитии выявленных повреждений.

Критериями расчета остаточного ресурса зданий с металлическими каркасами являются:

– физический износ;

– статическая прочность с учетом дефектов и температурного воздей- ствия;

– коррозия;

– усталость.

Расчет остаточного ресурса может выполняться как по одному, так и по нескольким критериям. В общем случае выбор метода расчета оста- точного ресурса по тому или иному критерию должен обосновываться точностью и достоверностью полученных данных, а также требованиям точности и достоверности прогнозируемого ресурса объекта и риска его дальнейшей эксплуатации. Для более точного расчета остаточного ресур- са при необходимости могут проводиться экспериментальные исследова- ния конструкций, а именно: тензометрия и (или) акустическая эмиссия.

Расчеты остаточного ресурса по критериям предельных состояний проводятся по следующим методам:

– в зависимости от физического износа;

– по коррозионному износу конструкций;

– по статической прочности;

– по циклической работоспособности (усталости).

По результатам расчетов остаточного ресурса делается оценка ре- сурса отдельных конструктивных элементов здания, частей здания, либо здания в целом. При расчете остаточного ресурса по нескольким крите- риям ресурс назначается по минимальному значению. На основании дан- ных по оценке технического состояния объекта и остаточного ресурса принимается обоснованное решение о возможности дальнейшей эксплуа- тации объекта в соответствии с остаточным или назначенным ресурсом или его ремонте, снижении рабочих параметров, использованию по ино- му назначению или выводу из эксплуатации.

**ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЗАВЕС МЕТОДОМ «СТЕНА В ГРУНТЕ»\***

Предотвращение притока воды в строительные котлованы, умень- шение фильтрационных потерь воды из котлованов и других водоемов, охрана окружающей среды от загрязнения сточными водами вызывают необходимость постоянного совершенствования технологии устройства противофильтрационной завесы (ПФЗ).

Способ «стена в грунте» является особым видом возведения под- земных сооружений, применяемых в строительстве различных зданий и сооружений.

Проектирование противофильтрационных завес, устраиваемых способом «стена в грунте», допускается для сооружений и зданий, возво- димых на площадках с любыми геологическими и гидрогеологическими условиями, за исключением площадок с геологически неустойчивыми условиями (карст, оползни и т.п.), так же когда основания сложены крупнообломочными грунтами с незаполненными пустотами между зернами грунта либо сложены илами текучей консистенции.

Противофильтрационные завесы, устраиваемые способом «стена в грунте», наиболее рационально предусматривать для строительства:

– в сложных гидрогеологических условиях и при высоком уровне грун- товых вод, причем наиболее эффективно в водонасыщенных грунтах при возможности заглубления стены в водоупорный слой;

– подземных помещений и ограждений котлованов в городских условиях вблизи существующих зданий, сооружений, коммуникаций, а также подземных сооружений на территории бульваров, скверов, широких улиц и т.д.;

– на свободных территориях при необходимости ограждения больших котлованов.

Технологический процесс сооружения ПФЗ способом «стена в грунте» состоит из двух этапов:

1. Разработка полости (скважины, блока, траншеи);

2. Заполнение разработанной полости материалом завесы.

Строительство способом «стена в грунте» ведется у нас в стране и за рубежом, начиная с середины 50-х годов ХХ века. Из-за отсутствия надежной и высокоэффективной техники развитие этого способа сдержи- валось. И только с появлением специального оборудования (начало 70-х годов ХХ века) данный способ получил широкое распространение.

Выбор оборудования для сооружения ПФЗ определяется геологи- ческими условиями строительной площадки, объемом строительных ра- бот, назначением завесы и экономическими расчетами.

Для устройства траншейных завес, как и несущих стен, применя- ется оборудование циклического и непрерывного действия (рис. 1). Траншеи обычно имеют ширину 500-1000 мм.

При устройстве ПФЗ для защиты окружающей среды, ограждения котлованов от притока грунтовых вод, для уменьшения фильтрации воды из каналов, водоемов и целого ряда других сооружений эта величина, как правило, превышает расчетные величины толщины завес, что приводит к значительному перерасходу материалов и удорожанию строительства.

В этой связи становятся актуальными работы, имеющие своей целью создание тонких (0,15-0,25 м) завес из различного рода противофильтрационных материалов. В настоящее время на стройках нашей страны и за рубежом для устройства тонких ПФЗ находит применение оборудование, в основу работы которого положены следующие принципы действия:

– ударный;

– вибрационный;

– режущий;

– водовоздушный.



Рис. 1. Оборудование, применяемое для разработки траншей:

а – многоковшовый траншейный экскаватор; б – гидромеханический траншеекопатель; в – траншейный драглайн; г – штанговый двухканатный грейфер; д – штанговый траншеекопатель; е – установка СВД-500; ж – многошпиндельная буровая установка «Тоун Боуринг»; з – обратная механическая лопата

Способы устройства ПФЗ из твердеющих заполнителей отличается от завес с использованием нетвердеющих материалов тем, что перед укладкой заполнителя в траншею её разделяют на секции или проходят методом чередующихся блоков. Это даёт возможность герметично отделить зону проходки от зоны заполнения и таким образом исключить влияние вяжущих веществ на глинистый раствор в траншее. Попадание вяжущего вещества в среду глинистого раствора вызывает его загустевание, после чего использование глинистого раствора, как средство промывки и гидротранспорта выбуриваемого грунта становится невозможным.

При заполнении твердеющим материалом непрерывной траншеи (не разделённой на секции) возникают затруднения, связанные с переры- вами в укладке заполнителя. В этом случае можно не обеспечить надёж- ный водонепроницаемый шов между уложенным и укладываемым мате- риалом. Таким образом, заполнение твердеющим материалом становится практически невозможно.

По технологии сооружения ПФЗ из твердеющего материала, можно разделить на три основных типа, отличающихся способом секционирования.

1. Завесы из взаимно пересекающихся в плане свай.

2. Завесы, устраиваемые в непрерывной траншее, разделенной на секции с помощью инвентарных шаблонов.

3. Завесы, устраиваемые методом чередующихся блоков.

Технология устройства противофильтрационных завес из пересекающихся набивных свай состоит в следующем: установкой забуривается скважина диаметром 0,6-1,0 м, которая затем бетонируется. В результате образуется набивная свая. Аналогичным образом устраивается вторая набивная свая. Расстояние между центрами этих свай принимается менее двух их диаметров. После этого между сваями первой очереди выполняются замыкающие сваи второй очереди. При бурении скважины под замыкающую сваю часть свай первой очереди срезается и в результате получается фрагмент стенки из взаимно перекрывающих друг друга бетонных свай.

Теоретически глубина завес из бетонных свай не ограничена, хотя при увеличении глубины сваи усложняется производство работ, что вы- зывает опасение за качество сопряжения между сваями из твердеющего материала на большой глубине. ПФЗ из пересекающихся свай обладает рядом недостатков. Это выражается в наличии большого числа вертикальных швов между сваями в месте взаимного пересечения свай. Бетоносвайные завесы не имеют постоянной толщины, что в сочетании с потерей бетона при разбуривании свай первой очереди ведёт к излишнему расходу материалов и повышении стоимости завесы в целом.

Устройства противофильтрационных завес методом чередующих- ся блоков предпочтительнее на небольших глубинах (до 20-30 м) и в однородных грунтах. Сущность технологии этого метода состоит в разработке и заполнении отдельных участков траншеи, между которыми остается грунтовая перемычка, разрабатываемая в последующем для сращивания затвердевших участков первой очереди.

Определенную трудность составляет зачистка бетона по всей линии контакта соединяемых между собой блоков.

Метод устройства противофильтрационных завес в непрерывной траншее, разделённой на секции с помощью инвентарных шаблонов, по сравнению с пересекающимися в плане сваями, заметно сокращает число вертикальных швов, уменьшает расход бетона, обеспечивает постоянную ширину стены.

Устройство ПФЗ этим методом может вестись при помощи оставляемых в завесе стационарных ограничителей и путем использования в качестве ограничителей секций стальных извлекаемых труб (рис. 2).



Рис. 2. Схема устройства завесы в непрерывной траншее, разделённой на секции с помощью стационарных ограничителей: 1 – рабочий орган; 2 – кондуктор; 3 – разделительный элемент; 4 – бетоновод; а; б; в; г – варианты попеременного сечения разделительных элементов и их контакты с грунтом

Недостаток всех трёх методов сооружения противофильтрацион- ных завес является наличие большого числа вертикальных швов между сваями, секциями (захватками), через которые идёт фильтрация воды, что приводит к снижению эксплуатационных качеств и долговечности ПФЗ.

Недостатком шва (стыка) является недостаточная плотность по причине:

– наличия глинистой плёнки между старым и новым бетоном;

– плохого качества бетона в местах сопряжения трубы из-за утечки це- ментного молока, в результате чего образуются каверны.

Для улучшения качества стыка прибегают к дополнительным ме- рам по омоноличиванию стыка путём перебуривания всухую и инъекци- рования твердеющими смесями.

Особенности заполнения траншей при устройстве завес способом

«стена в грунте» является то, что противофильтрационный материал приходится укладывать под глинистым раствором.

Способ заполнения полости твердеющим заполнителем отличается от методов с применением нетвердеющего заполнителя тем, что перед укладкой твердеющего материала в траншею её разделяют на секции или проходят методом чередующихся блоков.

Укладка твердеющего заполнителя восходящим потоком осу- ществляется двумя способами:

– способ вертикально перемещающейся трубы (ВПТ);

– способ восходящего раствора (ВР).

По известным технологиям укладки твердеющего заполнителя в траншею под слоем глинистого раствора (способ «стена в грунте») осу- ществляется прерывно. Противофильтрационные завесы при этом имеют много «стыковых швов», так как сцепление между смесью на стыках в условиях вытеснения глинистой суспензии практически не происходит, что ухудшает противофильтрационные свойства стенки в целом.

Кроме того, при подъёме ограничителя неизбежны затруднения, возникающие в результате её сцепления с камнем. Этих недостатков можно избежать, изменив технологию укладки и используя при этом твердеющие смеси с нормированным сроком схватывания.

По предлагаемой технологии заполнение траншеи производится так же, как и при устройстве завес в непрерывной траншее, разделённой на секции с помощью инвентарных шаблонов, но готовыми к работе яв- ляются две смежные секции (захватки), которые заполняются поочерёдно без перерыва (рис. 3).

Обычно длина участка составляет 3-5 м, для того чтобы достичь равномерной укладки бетонной смеси. Начало схватывания заполнителя подбирается таким, чтобы оно не наступало ранее, чем после заполнения второй секции. В этом случае используются три трубы-ограничителя. Заполнение траншеи твердеющей смесью производится следующим образом: специальным съёмным ограничителем (труба 1) отгораживается небольшой по длине участок и заполняется смесью 2, подаваемой по трубе 3 под глинистую суспензию 4. В этот же период с помощью второго ограничителя готовится соседний участок, к заполнению которого приступают после заполнения первого.



Рис. 3. Заполнение полости траншеи твердеющим заполнителем по предлагаемой технологии

Широкая возможность управления процессом схватывания цементных смесей всегда позволит поднять ограничитель, когда схватывание на смежных захватках ещё не наступило. В результате несхватившаяся смесь «на стыках» перемешивается, и стена становится монолитной, а ограничитель будет выниматься без осложнений. Вынутый ограничитель отделяет следующую секцию, которая заполняется после предыдущей. Таким образом непрерывно заполняется вся траншея.

Вывод: Применение предлагаемой технологии даёт возможность:

1) непрерывно сооружать противофильтрационную завесу;

2) улучшить противофильтрационные свойства завесы;

3) облегчить подъём ограничителя-трубы.

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕСУРСА ЗДАНИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ\***

Разработанная методика содержит принципиальные положения методологии определения остаточного ресурса, устанавливает требования по определению прогнозируемого ресурса зданий. Методика предназначена для применения при диагностировании и определении техниче- ского состояния и прогнозируемого ресурса объектов, выработавших ресурс, установленный проектом, нормативной документацией, а также после аварий и восстановительных ремонтов.

В качестве базовой концепции для расчета остаточного ресурса зданий предлагается подход, основанный на принципе «безопасной экс- плуатации по техническому состоянию». Согласно данному подходу оценка технического состояния объекта осуществляется по параметрам технического состояния, обеспечивающим его надежную и безопасную эксплуатацию согласно нормативно-технической и (или) конструктор- ской (проектной) документации, а остаточный ресурс – по определяю- щим параметрам технического состояния. В качестве последних прини- маются параметры, изменение которых (в отдельности или в некоторой совокупности) может привести объект в неработоспособное или предель- ное состояние.

В зависимости от критериев предельного состояния и условий экс- плуатации объекта параметрами его технического состояния служат:

– характеристики материалов (механические характеристики – предел текучести, предел прочности, твердость, трещиностойкость, пределы выносливости, длительной прочности, ползучести, химический состав, характеристики микроструктуры и т.д.);

– коэффициенты запасов прочности (по пределам текучести, прочности, длительной прочности, ползучести, трещиностойкости, устойчивости, по числу циклов или напряжениям при расчетах на циклическую проч- ность);

– технологические показатели (температура, параметры вибрации, режи- мы работы и т.д.).

Оценка параметров технического состояния и выбор критериев осуществляются по результатам анализа технической документации, данных оперативной (функциональной) диагностики, экспертного обсле- дования.

Прогнозирование остаточного ресурса или установление назна- ченного ресурса осуществляется согласно закономерностям изменения определяющих параметров, полученным при анализе механизмов разви- тия повреждений и (или) по результатам измерения функциональных по- казателей.

На основании полученных оценок принимается одно из решений:

– продолжение эксплуатации на установленных параметрах;

– продолжение эксплуатации с ограничением параметров;

– ремонт;

– доработка (реконструкция);

– использование по иному назначению;

– вывод из эксплуатации.

Основные этапы определения остаточного ресурса потенциально опасных объектов показаны на структурной схеме (рис. 1).

Анализу технической документации подлежат:

– нормативно-техническая, конструкторская (проектная) и эксплуатаци- онная, в том числе монтажная и ремонтная, документация;

– техническая документация и научно-техническая информация по отказам и повреждениям по парку объектов и аналогичному оборудованию.

При анализе технической документации рассматриваются:

– паспорт на здание и (или) сооружение;

– комплект общестроительных чертежей с указанием всех изменений, внесенных при производстве работ, и отметок о согласовании этих изменений с проектной организацией, разработавшей проект;

– акты приемки здания (сооружения) в эксплуатацию с указанием недоделок, акты устранения недоделок;

– акты приемочных испытаний, проведенных в процессе эксплуатации;

– технический журнал по эксплуатации здания (сооружения);

– акты на скрытые работы и акты промежуточной приемки отдельных ответственных конструкций;

– журналы производства работ и авторского надзора;

– материалы геодезических съемок;

– журналы контроля качества работ;

– сертификаты, технические паспорта, удостоверяющие качество кон- струкций и материалов;

– акты противокоррозионных и окрасочных работ;

– акты результатов периодических осмотров конструкций;

– акты расследования аварий и нарушений технологических процессов, влияющих на условия эксплуатации здания (сооружения);

– отчеты, документы и заключения специализированных организаций о ранее выполненных обследованиях;

– установленные нормативные сроки эксплуатации;

– документы о текущих и капитальных ремонтах, усилениях конструкций;

– документы, характеризующие фактические технологические нагрузки и воздействия и их изменения в процессе эксплуатации;

– документы, характеризующие фактические параметры внутри цеховой среды (состав и концентрация газов, влажность, температура, тепло- и пылевыделение и т.д.);

– технологические регламенты и другая документация;

– отчеты по инженерно-геологическим условиям территории, на которой расположено здание (сооружение);

При анализе условий эксплуатации рассматриваются:

– технологические режимы;

– режимы нагружений;

– температурные воздействия;

– эксплуатационная среда;

– факторы, влияющие на безопасную эксплуатацию (факторы риска аварий).

К факторам риска аварий относятся:

– близкое расположение других опасных производственных объектов;

– близко расположенные подземные коммуникации, магистральные га- зопроводы и линии электропередач;

– близко расположенные железнодорожные станции (пути), автомобиль- ные дороги, аэродромы;

– территориальные, инженерно-геологические и климатические факторы.

Цель оперативной диагностики – получение данных о техническом состоянии обследуемого объекта.

При оперативной диагностике проводятся:

– ранжирование элементов здания на группы конструкций;

– проведение обследование конструкций с оценкой состояния конструк- ций.

Основными группами элементов конструкций металлических кар- касов одноэтажных промышленных зданий являются:

– колонны (постоянного по высоте сечения, переменного по высоте се- чения (ступенчатые), раздельные – в виде двух стоек, нежестко связан- ных между собой);

– несущие элементы покрытия (стропильные и подстропильные фермы, фермы фонарей, прогоны);

– подкрановые конструкции (подкрановые балки (фермы), тормозные балки или фермы);

– связи (связи между колоннами, связи по покрытию).

Результатом диагностики является ведомость дефектов и повре- ждений с указанием технического состояния конструкций.

Цель экспертного обследования - получение информации о реаль- ном техническом состоянии объекта, наличии в нем повреждений, выяв- ление причин и механизмов их возникновения и развития.

Экспертное обследование здания включает в себя:

1. Обследование конструкций:

1.1 определение фактических размеров сечений конструкций и соеди- нений, их пространственное положение;

1.2 проверка соответствия конструкций проектной документации, фак- тической геометрической неизменяемости, выявление отклонений, дефектов и повреждений элементов и узлов конструкций с состав- лением ведомостей дефектов и повреждений;

1.3 уточнение фактических и прогнозируемых нагрузок и воздействий;

1.4 установление фактических физико-механических свойств материа- лов конструкций;

1.5 проверка фундаментов, деформаций каркаса здания и несущей спо- собности грунта при выявлении осадок фундаментов.

2. Проверочный расчет, при этом необходимо выполнить следующие ра- боты:

– выбрать расчетную схему конструкций с учетом выявленных при обследовании отклонений, дефектов и повреждений, фактических нагрузок и свойств материалов конструкций;

– проверить несущую способность элементов, узлов и соединений. Выявить те из них, которые не удовлетворяют условиям прочно- сти, жесткости и устойчивости.

По результатам проведенного экспертного обследования опреде- ляется техническое состояние конструкций и выполняется экспертная оценка остаточного ресурса.

Экспертная оценка основывается на:

– анализе технической и эксплуатационной документации;

– анализе условий эксплуатации;

- результатах полученных данных визуально-измерительного кон- троля, инструментального контроля, неразрушающих испытаний, определения пространственного положения конструкций;

- результатов проверочного расчета.

Техническое состояние конструкций подразделяется на пять уров- ней: исправное; работоспособное; ограниченно работоспособное; недо- пустимое и аварийное.

На основании анализа полученных результатов и опыта эксплуата- ции принимается решение о продлении эксплуатации здания с назначе- нием остаточного ресурса либо о необходимости проведения расчета остаточного ресурса.

Остаточный ресурс объекта необходимо устанавливать на основе совокупности имеющейся информации прогнозированием его техниче- ского состояния по определяющим параметрам до достижения предель- ного состояния.

Во время прогнозирования величины остаточного ресурса должно быть обеспечено выполнение (одновременное) следующих условий:

– известны параметры технического состояния здания;

– известны определяющие параметры технического состояния, изменя- ющиеся соответственно выявленному механизму повреждения элемен- тов объекта;

– назначены критерии предельных состояний объекта, достижение кото- рых возможно при развитии выявленных повреждений.

Критериями расчета остаточного ресурса зданий с металлическими каркасами являются:

– физический износ;

– статическая прочность с учетом дефектов и температурного воздей- ствия;

– коррозия;

– усталость.

Расчет остаточного ресурса может выполняться как по одному, так и по нескольким критериям.

В общем случае выбор метода расчета остаточного ресурса по тому или иному критерию должен обосновываться точностью и достоверностью полученных данных, а также требованиям точности и достоверности про- гнозируемого ресурса объекта и риска его дальнейшей эксплуатации.

Для более точного расчета остаточного ресурса при необходимо- сти могут проводиться экспериментальные исследования конструкций, а именно: тензометрия и (или) акустическая эмиссия.

Расчеты остаточного ресурса по критериям предельных состояний проводятся по следующим методам:

– в зависимости от физического износа;

– по коррозионному износу конструкций;

– по статической прочности;

– по циклической работоспособности (усталости).

По результатам расчетов остаточного ресурса делается оценка ре- сурса отдельных конструктивных элементов здания, частей здания либо здания в целом.

При расчете остаточного ресурса по нескольким критериям ресурс назначается по минимальному значению.

На основании данных по оценке технического состояния объекта и остаточного ресурса принимается обоснованное решение о возможности дальнейшей эксплуатации объекта в соответствии с остаточным или назначенным ресурсом или его ремонте, снижении рабочих параметров, использованию по иному назначению или выводу из эксплуатации.

**ПРОДЛЕНИЕ СРОКА БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ В МЕТАЛЛУРГИИ\***

В усложненных экономических условиях современной России большинство предприятий металлургии, в частности, прокатные цеха временно утратили возможность строительства новых промышленных зданий и сооружений. В связи с этим встал вопрос о продлении срока службы уже имеющихся.

Актуальность проблемы заключается в обеспечении работоспо- собности промышленных зданий при наличии дефектов и повреждений в отдельных несущих конструкциях и связях, оценке возможности времен- ной безопасной работы конструкций с повреждениями, имеющих резервы несущей способности.

Одним из возможных способов продления срока эксплуатации яв- ляется усиление с обязательным предварительным выполнением обсле- дования несущих и ограждающих конструкций специализированными организациями.

Методика проведения обследования содержит в себе выполнение нескольких этапов работы:

1. Изучение проектной, конструкторской и эксплуатационной докумен- тации.

2. Определение фактических размеров сечений конструкций и соедине- ний:

– определение фактических размеров сечений конструкций произво- дится для 3-5% однотипных конструкций. При выявлении отклоне- ний от проектной документации дополнительно проводится провер- ка размеров сечений с увеличением общего объема контролируемых однотипных конструкций до 10-15%;

– состояние соединений конструкций оценивается визуально- измерительным методом контроля. Осмотру подлежат все узлы со- единений конструкций, инструментальному контролю – до 10% од- нотипных узлов. При обнаружении дефектов и повреждений в виде трещин в узлах сопряжения конструкций между собой инструмен- тальному контролю подлежат все поврежденные узлы.

3. Определение пространственного положения конструкций:

– определение пространственного положения конструкций произво- дится с использованием геодезических приборов, светодальномеров и рулеток, прошедших соответствующую метрологическую поверку, прогибомерных нитей и отвесов;

– при проведении контроля производится планово-высотная съемка конструкций с целью выявления фактического взаимного положения конструкций и определения возможных деформаций здания и от- дельных конструктивных элементов:

а) при проведении контроля замерам подлежат следующие парамет- ры здания:

– размеры здания в плане;

– размер сетки колонн в плане (до 10% от общего числа однотип- ных размеров);

– полезная высота здания (до низа стропильных конструкций) ли- бо высота этажа в многоэтажных зданиях;

б) для определения деформаций здания и отдельных конструктивных элементов производятся замеры:

– отклонения колонн от вертикали в пределах высоты здания для одноэтажных зданий и в пределах этажа для многоэтажных зда- ний (до 10% от общего числа колонн);

– отклонения стенового ограждения от вертикали (при самонесу- щем стеновом ограждении). Замеры производятся в торцевых и угловых частях здания, выборочно, в 2-х – 3-х точках по двум взаимно перпендикулярным направлениям в каждой точке. При навесном стеновом ограждении вертикальность стен оценивает- ся по результатам замеров вертикальности колонн;

– прогибов пролетных конструктивных элементов здания (стро- пильных и подстропильных, подкрановых конструкций, элемен- тов междуэтажных перекрытий и т.п.). Замеры производятся на конструкциях в объеме до 10% от общего числа по каждому ти- пу элементов;

– деформаций конструктивных элементов здания. Такие замеры производятся выборочно. При наличии дефектов и поврежде- ний, указывающих на недостаточную несущую способность конструкций (видимые деформации, трещины в узлах и элемен- тах конструкций), замеры деформаций производятся по всем по- врежденным конструкциям.

4. Проверка соответствия конструкций проектной документации, факти- ческой геометрической неизменяемости:

– по результатам контроля пространственного положения конструк- ций, их фактических сечений и соединений проводится проверка со- ответствия полученных результатов проектной документации;

– при отсутствии проектной документации проверяется соответствие конструкций действующим строительным нормам и правилам. Со-

ответствие действующим нормам и правилам производится на осно- вании результатов всего комплекса мероприятий обследования.

5. Выявление отклонений, дефектов и повреждений элементов и узлов конструкций с составлением ведомостей дефектов и повреждений.

6. Уточнение фактических и прогнозируемых нагрузок и воздействий:

– природно-климатические нагрузки и воздействия устанавливаются на основании действующих нормативных документов;

– нагрузки от собственного веса конструкций назначаются по резуль- татам натурного обследования конструкций, с учетом фактического пространственного положения и сечений конструктивных элементов здания;

– нагрузки от грузоподъемного и стационарного технологического оборудования назначаются по данным технических паспортов или иной технической документации на оборудование.

7. Исследование температурных воздействий технологического оборудо- вания на конструкции здания.

В процессе проведения обследования в случае нахождения в здании технологического оборудования с повышенным выделением тепла производятся замеры температур на несущих конструкциях каркаса здания.

Определение температур производится при помощи пирометра или с использованием тепловизора. В случае применения пирометра замеры производят по каждой оси каркаса по всему сечению пролета. Точки замеров выбираются таким образом, чтобы расстояние между ними не превышало 6 м. По результатам выполненных замеров вычерчиваются план здания с нанесением на нем температурных полей и разрез здания в сечении, наиболее подверженном температурным воздействиям, на котором также наносятся температурные поля.

По результатам проведенных замеров решается вопрос о необходимости учета температурных воздействий в проверочных расчетах.

8. Установление фактических физико-механических свойств материалов конструкций.

При проведении обследования определяются фактические свойства материалов несущих и ограждающих конструкций здания.

Определение фактических свойств материалов производится методами, основанными на разрушениях малого объема (первая группа), или неразрушающими методами (вторая группа).

Количество участков для определения фактических свойств мате- риалов принимается:

– при оценке отдельной конструкции – не менее трех;

– при оценке однотипных конструкций – не менее девяти;

Определение фактических свойств материалов определяется на конструкциях, составляющих до 10% однотипных конструкций. При наличии в конструкциях дефектов, указывающих на изменение свойств материала, или при выявлении несоответствия свойств материала с проектными данными количество конструкций (или отдельных участков) для определения свойств материалов должно быть увеличено.

9. Проверочный расчет с учетом фактической нагрузки, свойств материалов и выявленных повреждений.

При выполнении расчета учитываются все выявленные дефекты и повреждения несущих и ограждающих конструкций.

10. Проверка фундаментов при наличии деформаций каркаса здания и несущей способности грунта при выявлении осадок фундаментов.

Проверку фундаментов проводят при обнаружении деформаций каркаса здания в процессе проведения геодезической съемки пространственного положения конструкций. Проверка несущей способности грунта проводится при выявлении осадок фундаментов.