

ПРИЧИНЫ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ НА ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**В. И. Леденев, П. В. Монастырев,
И. В. Матвеева, Ю. Т. Селиванов**

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия

Рецензент д-р техн. наук, профессор В. В. Леденев

Ключевые слова: дефекты; повреждения; промышленные здания; химические предприятия; эксплуатация.

Аннотация: Выполнен подробный анализ причин появления дефектов и повреждений в несущих и ограждающих конструкциях зданий на химических предприятиях Тамбовской области. Дана классификация причин, вызывающих возникновение дефектов и повреждений строительных конструкций. Приведены статистические данные по каждой группе причин, полученные на основании результатов исследований проектных решений и обследований технического состояния зданий в процессе их эксплуатации, выполненных в течение 1986 – 2016 гг. Установлено, что появление дефектов и повреждений в строительных конструкциях зданий химических предприятий вызвано: низким квалификационным уровнем специалистов, выполняющих работы по проектированию, строительству и эксплуатации зданий; отсутствием надлежащего технического контроля за выполнением данных работ; практически полным отсутствием информационного обмена между проектными, строительными и эксплуатирующими здания организациями.

В Тамбовской области существует большое число предприятий, в результате работы которых в окружающую среду и на строительные конструкции зданий выделяется значительное количество веществ, приводящих

Леденев Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», e-mail: gsiad@mail.tambov.ru; Монастырев Павел Владиславович – доктор технических наук, доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», директор института архитектуры, строительства и транспорта; Матвеева Ирина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»; Селиванов Юрий Тимофеевич – доктор технических наук, доцент кафедры «Техническая механика и детали машин», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

к ускоренному износу и разрушению их ограждающих и несущих конструкций. Ограничение износа и ликвидация разрушений при эксплуатации зданий требует больших затрат, при этом зачастую являясь малоэффективными мероприятиями [1]. Причины, приводящие к раннему износу и появлению повреждений, появляются на всех этапах жизненного цикла зданий. Причастными к их появлению являются не только специалисты эксплуатирующих организаций, но и строители, и проектировщики [2]. В работе представлены результаты исследований состояния зданий и подробный анализ дефектов и повреждений, возникающих в их строительных конструкциях при эксплуатации на химических предприятиях.

Классификация дефектов и повреждений строительных конструкций зданий и анализ причин их возникновения. В течение двадцати лет с 1986 по 2016 гг. в Научно-образовательном центре «ТГТУ-НИИСФ РААСН» «Защита зданий от негативных воздействий» проводился мониторинг состояния промышленных зданий на химических предприятиях Тамбовской области. Мониторинг выполнялся в соответствии с методиками, изложенными в [3, 4], а также рекомендациями, приведенными в научно-технической литературе [5 – 8]. В результате собраны сведения о состоянии зданий на данных предприятиях, позволяющие выполнить статистический анализ причин дефектов и повреждений конструкций. В общей сложности проанализировано 85 зданий разных периодов строительства, различного производственного назначения, разных конструктивных схем и систем.

При анализе полученных данных определены три основные группы причин появления дефектов и повреждений конструкций эксплуатируемых зданий предприятий химической промышленности. К ним относятся причины:

- 1) связанные с ошибками проектирования здания в целом или отдельных его элементов;
- 2) обусловленные нарушениями правил производства строительных работ, отступлениями при строительстве от проектных решений;
- 3) связанные с неудовлетворительной эксплуатацией зданий в целом или его отдельных элементов.

Подобные причины в качестве основных отмечены также и специалистами ФГУП ВО «Безопасность».

Ошибки, допущенные при проектировании, отмечены на 30 объектах, что составляет 35,5 % от общего числа обследованных зданий. К основным из них относятся: неправильный выбор материалов конструкций – 7 объектов; неучет возможного изменения состояния оснований и фундаментов в процессе будущей эксплуатации – 4 объекта; применение неэффективной защиты конструкций от воздействий внешней среды – 10 объектов; полное отсутствие мер по защите конструкций от воздействию среды – 3 объекта; неудовлетворительное решение узлов и соединений – 5 объектов; применение в зданиях несущих конструкций разной долговечности – 4 объекта; прочие единичные причины неудовлетворительного проектирования – 8 объектов.

Анализ появления дефектов и разрушений, обусловленных неправильным выбором материалов конструкций, показывает, что проектные организации в целом не уделяют достаточного внимания специфике рабо-

ты конструкций в конкретных условиях. В последние годы проектированием зданий на химических предприятиях стали заниматься проектные организации, плохо разбирающиеся в специфике химических производств. В результате, за последнее десятилетие число таких ошибок выросло в 2,5 раза

Характерным примером ошибок, допущенных в период 80-х гг. XX века, служит выбор материалов навесных панелей одного из производственных зданий цеха дисперсных красителей АО «Пигмент» (г. Тамбов). В течение уже первых четырех лет эксплуатации в панелях появились значительные разрушения. Обследования конструкций показали, что одной из основных причин явился неправильный выбор материала панелей. Проектировщиками данный участок производства отнесен к участкам со слабой агрессивной средой, соответствующей фоновой агрессивности среды на предприятии. На самом деле анализ веществ, находящихся в воздухе помещений и оседающих на конструкции, показывает среднюю степень агрессивности среды по отношению к бетонам.

Неэффективность принятой защиты от воздействий внешней среды является наиболее частым нарушением, допускаемым при проектировании. По времени проектирования ошибки распределились следующим образом: по два объекта в периоды 1976 – 1986; 1986 – 1996; 1996 – 2006 гг.; четыре объекта за 2006 – 2016 гг. Несмотря на появление, более широких возможностей защиты конструкций, число таких ошибок в последнее время возрастает. Анализ показывает, что нарушения последних лет – это грубые просчеты проектировщиков, неправильный учет степени агрессивности среды, непонимание сущности воздействия агрессивной среды на конструкции. Отмеченное, например, на двух объектах полное отсутствие защиты элементов перекрытия на участках с повышенной агрессивностью относится к ошибкам из-за низкой квалификации проектировщиков.

Неучет реальной работы оснований и фундаментов отмечен на объектах, проекты которых разработаны до 70-х гг. XX века. В них не была предусмотрена вероятность постоянного повышения уровня грунтовых вод на химических предприятиях с большим количеством сбрасываемых в канализацию водных растворов. Замачивание грунтов агрессивными растворами привело в ряде случаев к существенному изменению их прочностных и деформативных характеристик. Воздействие агрессивных растворов на тело фундаментов, в свою очередь, в несколько раз увеличило скорость их разрушения.

Неудовлетворительные проектные решения узлов и соединений конструкций, отмеченные на пяти объектах, по годам распределяются достаточно равномерно и связаны, как правило, с низкой квалификацией разработчиков: непониманием статической работы зданий и, следовательно, необеспечением требуемой степени свободы перемещения в узле – один объект; сложностью конструктивного решения, не позволяющей качественно выполнить при монтаже узловое соединение – два объекта; конструктивному решению, не отвечающему условиям работы в агрессивных средах – два объекта. В последних случаях не учтена возможность оседания на конструкциях в процессе эксплуатации в больших объемах солей и влаги, а также сложность нанесения качественного антикоррозионного покрытия.

О низком уровне понимания общих принципов проектирования зданий для химических предприятий свидетельствуют ошибки, связанные с применением в них несущих конструкций разной долговечности. В данных случаях, как правило, не удается использовать весь временной ресурс работы отдельных элементов несущего остова. Характерным примером такого решения может служить проект трехэтажного производственного здания АО «Пигмент». Внутренний каркас здания выполнен из металлических конструкций довоенных немецких сортов. Наружные стены с пилястрами, расположенными в местах опирания главных балок, запроектированы из кирпича марки 75 на растворе марки 25. Как показали выполненные нами обследования, состояние элементов каркаса вполне удовлетворительное и он пригоден к эксплуатации в условиях существующей среды еще не менее 25 – 30 лет. Стены же из-за постоянных замачиваний имеют большие коррозионные разрушения. Несущая способность их недостаточна. Для обеспечения надежной эксплуатации необходим был, как минимум, капитальный ремонт стен со значительными перекладками участков и с усилением пилястр. При остаточном сроке службы стен не более 10 лет производить такой ремонт экономически нецелесообразно. Принято решение о сносе здания. Таким образом, из-за неправильного выбора материалов несущего остова, временной ресурс службы металлических конструкций использован не более чем на 60 %.

Прочие единичные ошибки проектирования, отмеченные при обследовании зданий, в основном, также связаны с недостаточным квалификационным уровнем проектировщиков, несоблюдением при проектировании требований нормативных документов. Например, при проектировании наружной стеновой панели в одном из производственных зданий АО «Пигмент» толщина панели была принята из условия невыпадения на ее поверхности конденсата без учета насыщения паров воздуха растворами хлористых солей. При эксплуатации произошло переувлажнение конструкций панелей и разрушение их защитных слоев в течение первых пяти лет эксплуатации.

Ошибки, допущенные при строительстве, отмечены на 40 объектах, что составляет 44,5 % от общего числа исследованных зданий. К основным из них относятся: применение материалов, не соответствующих проекту в несущих и ограждающих конструкциях – 12 объектов; невыполнение проектных решений по защите элементов от коррозии – 10 объектов; неудовлетворительное качество узлов и соединений строительных конструкций – семь объектов; применение материалов и элементов низкого качества – шесть объектов; нарушения и отклонения от проектных решений при устройстве фундаментов – четыре объекта; прочие единичные причины – пять объектов.

Анализ причин применения материалов, не соответствующих проекту, показал, что основными из них являются отсутствие в период строительства указанных в проекте материалов и необеспечение надлежащего контроля за соблюдением требований проекта. Следует отметить, что практически во всех отмеченных случаях замена произведена без каких-либо указаний в проектной и другой технической документации о ее согласовании.

Невыполнение проектных решений по защите элементов от коррозии связано, в основном, со следующими причинами: отсутствием в период строительства необходимых материалов и, следовательно, использованием других, менее эффективных средств; отсутствием должного контроля за качеством выполнения работ со стороны заказчика и авторов проекта. Как и в предыдущих случаях, замена материалов производилась, как правило, без отметок о согласовании.

Неудовлетворительное качество узлов и соединений, как показывают результаты исследований, связано в значительной мере с низкой квалификацией строителей (непровар швов, отсутствие соосности элементов и т.д.), а также с невыполнением элементарных требований производства работ (некачественное бетонирование, неправильный подбор состава бетона и др.). Избежать подобных ошибок возможно повышением контроля за качеством работ.

Наиболее частое применение материалов и элементов низкого качества отмечено в конструкциях, возведенных за последние десять лет. Установить конкретных поставщиков материалов и изделий в большинстве случаев не удалось, так как в эксплуатируемых зданиях организациях нет соответствующей документации (например, данные о заводах-изготовителях и т.д.).

При устройстве фундаментов на трех объектах были допущены грубые нарушения, приведшие в последствии к деформациям зданий и перекладке стен. В одном случае, например, под фахверковую колонну в торце здания, в отличие от проекта, был устроен фундамент с увеличенной площадью подошвы, равной площади подошвы фундаментов под несущие колонны. В результате осадка крайних фундаментов оказалась значительно больше, чем осадка фундамента средней фахверковой колонны и произошел разрыв кладки стены. Потребовалось произвести усиление торцово-вой стены предварительно напряженными тяжами.

Дефекты и нарушения в работе строительных конструкций, связанные с неудовлетворительной эксплуатацией, отмечены на 50 объектах, что составляет 58 % от общего числа обследованных зданий. К основным дефектам и нарушениям относятся: несвоевременное выполнение работ по восстановлению антикоррозионной защиты конструкций – семь объектов; несвоевременная ликвидация протечек технологического оборудования – 20 объектов; нарушение сроков проведения ремонтных работ – 14 объектов; неудовлетворительное содержание территории вблизи здания (несвоевременный ремонт отмосток, некачественное проведение вертикальной планировки и т.д.) – восемь объектов; произвольное изменение положения технологического оборудования на перекрытиях, нарушение технологических режимов – семь объектов; изменение конструктивных решений при капитальных ремонтах, снижающих долговечность и надежность работы отдельных конструкций и здания в целом, – семь объектов; прочие единичные причины – 10 объектов.

Причины разрушений и дефектов за счет неудовлетворительных условий эксплуатации являются основными для зданий с агрессивной средой, с технологическими процессами, выделяющими большое количество воды, паров и газов. В данных случаях требуется большее количество пер-

сонала, обслуживающего здания, и его более высокая квалификация. На обследованных предприятиях указанные условия не соблюдаются. Технический персонал имеет недостаточный, а иногда и крайне низкий квалификационный уровень. Капитальные ремонты зданий часто проводятся без разработки необходимой проектной документации. Следует отметить имеющуюся на отдельных предприятиях практику произвольной, без согласования с эксплуатационными службами и проектировщиками, перестановки оборудования на междуэтажных перекрытиях, что в ряде случаев приводит к перегрузке конструкций и требует их усиления уже после появления и значительного развития деформаций.

Существенных дефектов и разрушений не установлено лишь на четырех объектах, что составляет менее 4 % от общего числа обследованных зданий. Срок эксплуатации зданий в данных случаях не превышал десяти лет. На многих объектах (более 40 % от общего числа обследованных зданий) отмечены дефекты и разрушения, вызванные причинами всех трех групп. Встречаются также здания с дефектами, обусловленными причинами двух групп в различном их сочетании. Наиболее часто отмечены сочетания причин второй и третьей групп.

В целом, выполненный анализ показал, что появление дефектов и повреждений в строительных конструкциях зданий химических предприятий вызвано, в основном, двумя обстоятельствами. К *первому* из них относится низкий уровень специалистов, выполняющих работы по проектированию, строительству и эксплуатации зданий, а также отсутствие надлежащего контроля за выполнением этих работ. *Вторым*, не менее важным обстоятельством, является практически полное отсутствие информационного обмена между проектными, строительными и эксплуатирующими здания организациями.

В настоящее время в Российской Федерации, и в том числе Тамбовской области, назрела необходимость в организации постоянного сбора и обработки информации о фактической эффективности и надежности принятых решений, уровне их технологичности при строительстве и эксплуатационных качествах, а также в создании системы повышения квалификации инженерных кадров разных уровней. В связи с этим в ТГТУ существует информационно-обучающее подразделение на базе Научно-технического центра по проблемам архитектуры и строительства (НТЦС ТГТУ).

Список литературы

1. Руководство по определению экономической эффективности, повышения качества и долговечности строительных конструкций / НИИЖБ Госстроя СССР – М. : Стройиздат, 1981. – 55 с.
2. Шевяков, В. П. Проектирование защиты строительных конструкций химических предприятий от коррозии / В. П. Шевяков. – М. : Стройиздат, 1984. – 168 с.
3. ГОСТ Р 53778–2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Введ. 2011.01.01. – М. : Стандартинформ, 2010. – 90 с.
4. СП 13-102–2003. Правила обследования несущих строительных конструкций. – Введ. 2003.08.21. – М. : ФГУП ЦПП, 2004. – 30 с.

5. Методические рекомендации по классификации дефектов и повреждений в несущих железобетонных конструкциях промышленных зданий / НИИЖБ Госстроя СССР. – Харьков : Харьковский ПромстройНИИпроект, 1984. – 63 с.
6. Пособие по контролю состояния строительных металлических конструкций зданий и сооружений в агрессивных средах, проведению обследований и проектированию восстановления защиты от коррозии (к СНиП 2.03.11-85) / ЦНИИ-проектстальконструкция им. Мельникова Госстроя СССР. – М. : Стройиздат, 1989. – 47 с.
7. Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов [Электронный ресурс] : утв. Главгосархстройнадзором России 17.11.1993 // Экспертъ. – Режим доступа: http://proxpt.ru/NORMATIVI/klassifikator_defektov.pdf (дата обращения: 08.11.2016).
8. Добромыслов, А. Н. Диагностика повреждений зданий и инженерных сооружений : справоч. пособ. / А. Н. Добромыслов. – М. : АСВ, 2007. – 256 с.
9. Техническое состояние зданий и сооружений предприятий химического, нефтехимического и нефтеперерабатывающего комплекса [Электронный ресурс] / И. Ф. Сафиуллин [и др.] // ФГУП ВО «Безопасность». – Режим доступа: <http://www.vosafety.ru/news/publications/1181/> (дата обращения: 07.11.2016).

References

1. NIIZhB, *Gosstroya SSSR Rukovodstvo po opredeleniyu ekonomicheskoi effektivnosti, povysheniya kachestva i dolgovечnosti stroitel'nykh konstruksii* [Guidelines for the determination of economic efficiency, improve construction quality and durability of structures], Moscow: Stroizdat, 1981, 55 p. (In Russ.)
2. Shevyakov V.P. *Proektirovanie zashchity stroitel'nykh konstruksii khimicheskikh predpriyatii ot korrozii* [Design protection of building structures against corrosion chemical plants], Moscow: Stroizdat, 1984, 168 p. (In Russ.)
3. GOST R 53778–2010. *Zdaniya i sooruzheniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya* [Buildings and constructions. Rules of examination and monitoring of technical condition], Moscow: Standartinform, 2010, 90 p. (In Russ.)
4. SP 13-102–2003. *Pravila obsledovaniya nesushchikh stroitel'nykh konstruksii* [Terms examination bearing structures], Moscow: FGUP TsPP, 2004, 30 p. (In Russ.)
5. NIIZhB Gosstroya SSSR, *Metodicheskie rekomendatsii po klassifikatsii defektov i povrezhdenii v nesushchikh zhelezobetonnykh konstruksiyakh promyshlennykh zdanii* [Guidelines for classification of defects and damages bearing in reinforced concrete structures of industrial buildings], Khar'kov: Khar'kovskii PromstroinIIproekt, 1984, 63 p. (In Russ.)
6. TsNIiproektstal'konstruktsiya im. Mel'nikova Gosstroya SSSR, *Posobie po kontrolyu sostoyaniya stroitel'nykh metallicheskh konstruksii zdanii i sooruzhenii v agressivnykh sredakh, provedeniyu obsledovaniya i proektirovaniyu vosstanovleniya zashchity ot korrozii (k SNiP 2.03.11-85)* [Manual control of the state of metal structures of buildings and structures in aggressive environments, carrying out surveys and the design of corrosion protection is restored (to the SNiP 2.03.11-85)], Moscow: Stroizdat, 1989, 47 p. (In Russ.)
7. http://proxpt.ru/NORMATIVI/klassifikator_defektov.pdf (accessed: 08 November 2016). (In Russ.)
8. Dobromyslov A.N. *Diagnostika povrezhdenii zdanii i inzhenernykh sooruzhenii: spravochnoe posobie* [Diagnosis of damage to buildings and engineering structures: a handbook], Moscow: ASV, 2007, 256 p. (In Russ.)

9. Safiullin I.F., Salilov I.M., Ionina I.M., Shteinberg I.V., Samigullin A.F. *FGUP VO "Bezopasnost"*, available at: <http://www.vosafety.ru/news/publications/1181/> (accessed: 07 November 2016). (In Russ.)

Causes of Defects and Damages of Building Structures at Chemical Plants in the Tambov Region

**V. I. Ledenev, P. V. Monastyrnev,
I. V. Matveeva, Yu. T. Selivanov**

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: chemical plants; damage; defects; industrial buildings; maintenance.

Abstract: The paper presents a detailed analysis of the causes of defects and damages of bearing and enclosing structures of buildings and structures at chemical plant in the Tambov region. The causes of defects and damages of building structures are classified; statistics for each group of factors are given. The statistical data were based on the findings of scientific research, design and survey of construction of buildings in the course of their operation performed by the authors during 1986–2016. It was found that the occurrence of defects and damages in structures of chemical plants was mainly due to low-level professionals involved in the design, construction and operation of buildings, lack of adequate technical control over the execution of these works, as well as the almost complete absence of information exchange between design, construction and operation of construction companies.

© В. И. Леденев, П. В. Монастырев,
И. В. Матвеева, Ю. Т. Селиванов, 2016