

УДК 69.059.2

АНАЛИЗ ПРИЧИН АВАРИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИХ НАДЕЖНОСТИ

В.В. Леденев, В.Г. Однолько

*Кафедра «Конструкции зданий и сооружений»,
ФГБОУ ВПО «ТГТУ», kzis@nnn.tstu.ru*

Представлена членом редколлегии профессором В.Ф. Калининым

Ключевые слова и фразы: аварийные ситуации; деформации; здания; конструкции; напряжения; основания; повреждения; разрушения; сооружения.

Аннотация: Приведены примеры значительного разрушения и аварий, вызванных ошибками, допущенными на разных этапах строительного процесса. Даны рекомендации по предотвращению аварий.

Ежегодно в стране систематизируются аварии зданий и сооружений разного назначения. Вызываются они ошибками, допущенными при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации. Анализ причин аварий за несколько лет показал, что часто отмечаются одни и те же ошибки.

Рассмотрим представленные материалы по авариям в Тамбовской, Курской, Воронежской и Липецкой областях. Характерным для них является наличие посадочных грунтов I типа мощностью от 1 до 10 м, расположенных под растительным слоем. Во всех областях имеются пойменные территории. Гидронамыв их активно внедряется (г. Воронеж, г. Курск).

Встречаются техногенные отложения мощностью до 20 м. Практикуется строительство на засыпанных оврагах. Во всех перечисленных областях имеются агрессивные среды (биологическая, химическая, электрохимическая). В отдельных районах основанием фундаментов являются мергели (г. Курск, 14 микрорайон) или участки с карстовыми воронками (г. Россошь, Воронежская область).

Некоторые данные об авариях в ЦЧР приведены в публикациях [1, 3, 4].

Изменение свойств грунтов основания в открытых котлованах или траншеях: расструктурирование мергелей (14 микрорайон, г. Курск); снижение механических характеристик при поступлении талой или дождевой воды (ледовый дворец, г. Воронеж; жилой дом по ул. Октябрьской в г. Тамбове); разрыхление при замораживании-оттаивании; изменение влажности; повреждение машинами; проявление пространственной неоднородности из-за разной ориентации котлована.

В ряде случаев встречается несоответствие данных геологических изысканий фактической ситуации (нефтеперекачивающая станция, Курская область).

Строительство на засыпанных оврагах (объекты концерна «Энергия», г. Воронеж; трикотажная фабрика, г. Курск; гараж, г. Тамбов). Наблюдения за производством земляных работ показали, что уплотнение осуществляется неэффективно, слабо контролируемо. В дальнейшем происходит самоуплотнение с прогибом по цилиндрической поверхности, сдвиг фундаментов по наклонным

подстилающим слоям. В случае свайного фундамента развивается негативное трение. Требуется квалифицированно выполненный проект производства работ.

Низкое качество обратной засыпки. В качестве обратной засыпки иногда используют изъятый из котлована грунт, содержащий производственные отходы (шиноремонтный завод, г. Курск). При замачивании такого основания возникают значительные неравномерные просадки. Эксплуатация здания становится невозможной. В ряде случаев (г. Курск) возникает необходимость разборки здания. Укладка мелкозернистого или пылеватого песка насыщенного водой (пивоваренный завод, г. Курск) часто приводит к проявлению тиксотропных свойств. В приведенном примере песок привозили из карьера со снегом и замерзшими глыбами. В весеннее время в котлован поступала вода с окружающей территории и с незавершенной кровли. Были сделаны многочисленные попытки уплотнить песок катками для установки фундаментов под оборудованием. Однако техника тонула в песке. Только после удаления воды насосами из водонасыщенного грунта осуществили качественную подготовку основания.

Недостаточное уплотнение грунта обратной засыпки (школа, г. Тамбов) приводит к значительным деформациям. В примере туалетные комнаты полностью вышли из строя при водонасыщении малоуплотненного песка.

Работы по устройству обратной засыпки плохо контролируемые, мало оплачиваемые, однако, последствия ошибок весьма тяжелы.

Проникание дождевых и снеговых вод в основание фундаментов эксплуатируемых зданий (детский сад, г. Тамбов). Каждую весну отмечают поступление воды в основание зданий, затопливание подземных помещений. В указанном примере фундамент выполнен из бутового камня с большими пустотами между элементами.

Развитие деформаций при ползучести песка. Более 25 лет нами проводились исследования ползучести песка при разных схемах и уровнях нагружения. Деформации ползучести проходили в течение всего периода наблюдений (до одного года). Получены эмпирические уравнения ползучести (В.М. Антонов, В.В. Леденев).

При ползучести происходит более плотная укладка зерен, а также их размельчение, появляется эффект «холодной сварки». Результаты могут быть использованы при прогнозе осадок.

Исследование несущей способности и перемещений фундаментов при сложных силовых воздействиях. В экспериментах применяли статическое и многократно повторное нагружение плоской системой сил. В широком диапазоне изменяли эксцентриситеты и углы наклона силы. Исследованы механизмы формирования и разрушения, установлены функциональные зависимости между влияющими параметрами, разработаны предложения по ограничению перемещений.

Пространственная неоднородность по сжимаемости. На некоторых строительных площадках грунты неоднородны по сжимаемости, то есть отношение $E_{\max}/E_{\min} > 2$. Это потребовало ввести дополнительное армирование панелей крупнопанельных зданий и другие конструктивные мероприятия.

В практике трудно оценить влияние погрешности при определении деформационных характеристик грунта (исследование М.Ю. Абелева).

Строительство на просадочных грунтах. В Тамбовской области, как и в других областях ЦЧР, широко распространены просадочные грунты I-го типа. В практике строительства раньше, а в ряде случаев и сейчас, не выполняют конструктивные и водозащитные мероприятия по снижению неравномерных деформаций, вызванных просадкой, не учитывают снижение механических характеристик при замачивании. В то же время имеется ряд примеров значительных деформаций кирпичных стен зданий с образованием сквозных трещин шириной до 15 мм, сползание перемычек, подвижка плит перекрытий. Выполнение мероприя-

тий по повышению жесткости здания или уширению фундаментов часто не достигают успеха (трещины развиваются).

Строительство на намывных основаниях. Имеется положительный опыт строительства на намывных основаниях (кожевенный завод, г. Курск; Левобережный район, г. Воронеж). Проведенные исследования подтвердили эффект самоуплотнения песков. Этот метод весьма эффективен при освоении пойменных территорий, имеющих практически во всех городах.

Насыщение грунтов технологическими растворами, маслами. Отрывка шурфов показала (депо, г. Воронеж; завод «Пигмент», г. Тамбов), что на небольшой глубине вскрываются грунтовые воды с содержанием различных растворов, часто агрессивных. Исследования, в том числе наши, установили снижение механических характеристик грунта и бетона, коррозионные процессы в бетоне и арматуре, разрушение подземных коммуникаций. Обследование технического состояния фундаментов трудновыполнимо. Поэтому неизвестна их работоспособность.

Утечки жидкостей в грунт. Вследствие повреждений транспортных коммуникаций происходит утечка различных растворов в грунт под полами. При длительных утечках происходят неблагоприятные последствия. Так, на молокозаводе в Уваровском районе продукты смыва молока систематически в больших количествах поступали в грунт и далее утекали за пределы здания. Швы из цементного раствора местами полностью разрушились, а вместо них был чернозем. Необходимо было вовремя отремонтировать сливные лотки, по которым стекает жидкость.

В ряде случаев, при поступлении в грунт технических растворов, в основании возникали линзы и увеличивались в размерах. Это приводило к увеличению объема грунта обратной засыпки. В результате происходило выпучивание полов и кислотоупорной плитки у колонн и стен.

Обеспечение равномерной жесткости основания. Локальное усиление грунтов уплотнением, армированием, закреплением или ослаблением вследствие замачивания приводит к изменению пространственной жесткости основания. Это приводит к дополнительным напряжениям в элементах здания или в узловых соединениях, появлению трения в стенах, подвижке плит перекрытий.

При проектировании необходимо стремиться к потенциально равной сжимаемости грунтов в пределах здания. Хотя в отдельных случаях может оказаться целесообразным обоснованное изменение жесткости основания в целях выравнивания осадок.

Нарушение структурной прочности также приводит к искажению полей деформативных свойств.

Забивка свай до проектного уровня. При имеющей место забивке свай наблюдается расположение острия на разных отметках. Может оказаться так, что концы одних свай находятся в пределах просадочного слоя грунта, а другие в непросадочном. В результате появляются дополнительные деформации (силосный корпус, г. Воронеж). В рассмотренном примере с одной стороны, сваи не были добиты до проектной отметки и оказались в слое просадочного суглинка. Здание получило крен в эту сторону. Строители часто вместо уплотнения или упрочнения верхнего слоя просадочного грунта устраивают свайные фундаменты с заделкой свай в непросадочный грунт. Однако, если сваи и забиты до проектного уровня, при эксплуатации происходит просадка верхнего слоя, сопровождающаяся разрушением полов и выходом из строя оборудования.

Изменение влажности грунтов. Влажность в пределах зоны аэрации сезонно меняется, поэтому в зависимости от времени отбора образцов она будет разной. В процессе строительства и эксплуатации происходят значительные изменения влажности по сравнению с данными изысканий. Это приводит к снижению прочности и деформативности глинистых грунтов и появлению дополнительных

напряжений в элементах здания. Кроме того, в грунты и грунтовые воды поступают жидкие продукты производства. Видимо, необходимо внедрять методы прогноза развития влажности грунтов.

Миграция влаги из грунтов в надземные конструкции. Гидроизоляционные работы, как слабоконтролируемые и малооплачиваемые, выполняют некачественно. Гидроизоляционные материалы менее долговечны, чем несущие конструкции. Условия эксплуатации изменяются, как правило, в худшую сторону. Вследствие этого грунтовые воды капиллярно поднимаются в стенах (музей русского флота, г. Воронеж), проникают в помещения через стены подвалов (убежище на кожевенном заводе, г. Курск). Эксплуатация зданий становится невозможной.

Так, при строительстве музея в бывшей церкви (г. Воронеж) влага поднималась по стенам до 6 м. Отделочные работы были приостановлены. Решили сделать гидроизоляцию, вводя жидкое стекло в распиленный шов в цокольной части. Здание при этом опиралось на стальные конструкции, помещенные внутри. Когда в подвале одного из зданий кожевенного комбината в г. Курске решили сделать пункт гражданской обороны, эксплуатация здания не представлялась возможной из-за поступления воды через пол и стены. Укладка дополнительного слоя бетона толщиной 20 см, а затем стального листа по всей площади не увенчалась успехом. Было решено понизить уровень депрессионной воронки путем откачки воды из приемков. Однако при этом возникла опасность выноса механических частиц из основания и его ослабления. Гидроизоляционные материалы недолговечны, работы по гидроизоляции малооплачиваемы и плохо контролируемы. Пристенный дренаж не всегда эффективен.

Преждевременное замерзание бетона и раствора. Это является одной из основных причин повреждений, разрушений и аварий (Золотухинский сахарный завод, Курская область; инженерный корпус, г. Курск). Особую опасность представляют монолитные узлы сопряжения колонн с ригелями (жилые дома в Московском микрорайоне, г. Тамбов). Из-за малого объема укладки качественно уплотнить бетон практически нельзя, работы трудно контролируемые, прогреть бетон также сложно. Кроме того, работы по бетонированию монолитных участков сопровождаются разливом больших объемов воды на нижерасположенные междуэтажные перекрытия. Это приводит к повреждению конструкций – появлению трещин и снижению прочности. Наблюдения за технологией ведения бетонных и каменных работ показали, что рекомендации по производству работ в зимний период не в полной мере выполняются и плохо контролируются.

Скопление производственной пыли на покрытиях. Разрушения по этой причине имели место на Липецком металлургическом комбинате, Уваровском химическом комбинате (Тамбовская область). В последнем примере возле фонаря одного из корпусов образовалась насыпь из пыли, снега и льда, приведшая к локальному обрушению конструкций покрытия. Необходимо периодически очищать перекрытия и покрытия от пыли, снега и льда.

Механические повреждения. Большие разрушения возникают в местах биения механизмов, аппаратов для перемешивания материалов. К примеру, на заводе ОАО «Пигмент» (г. Тамбов) один из аппаратов был прикреплен к монолитному железобетонному перекрытию толщиной 1,2 м. Из-за слабого закрепления болтов и нарушения технологии перемешивания под всеми балками внизу и вверху образовались «чаши» разрушения. На одном из кирпичных заводов (г. Тамбов) тросы для перемещения грузовых тележек закрепляли за кирпичный столб сечением 64 × 64 см. В момент осмотра значительная часть сечения столба перерезана канатом.

Почти во всех эксплуатируемых производственных зданиях повреждены железобетонные плиты при пробивке проемов, где жесткость конструкций резко снижена, а по контуру происходит интенсивная коррозия. Вырезка отверстий

производится в стальных балках. В некоторых случаях к ним привариваются другие конструкции, или их используют для подъема различных грузов.

Перегрузка конструкций. В практике часто на перекрытиях складировать материалы, оборудование (Уваровский химкомбинат, Тамбовская область), конструкции используются для подъема технологического оборудования. Такие действия должны быть согласованы с проектировщиками.

Влияние пристраиваемых зданий. Напряженные зоны от пристраиваемых зданий заходят в основание существующих, вызывая дополнительные неравномерные осадки. Вследствие этого в стенах ранее построенного здания возникают косые трещины, смятие соприкасающихся конструкций зданий, смещение перемычек и плит, нарушаются условия эксплуатации. В Тамбове осмотрено 10 таких домов. Для двух домов, расположенных перпендикулярно и соприкасающихся внутренними углами, сделана вставка на буронабивных сваях длиной 10 м. Трещины в существующих зданиях не появились. Таким образом этот вариант оказался эффективным.

Неравномерные деформации разнонагруженных частей зданий. Классическим примером могут служить недопустимые деформации строений Курского элеватора: $s = 2$ см рабочей башни, административного помещения осадка $s = 2$ см, трех силосных котлов $s = 24$ см и встроенных между ними галерей $s = 1,6$ см. Вследствие значительных трещин административное здание и галереи рекомендовано разобрать.

В Тамбове рядом с домами 90-й серии одновременно возводили магазины. Из-за значительных деформаций первых было решено магазины пристраивать позже.

Влияние начальных дефектов. Сотрудники кафедры «Конструкции зданий и сооружений» (В.М. Антонов, О.В. Евдокимцев, В.В. Леденев) провели инструментальную оценку соответствия проекту и нормам изготовленных заводом металлоконструкций, предназначенных для строительства Ново-Лядинского спиртзавода. Были выявлены недопустимые отклонения и даны рекомендации по их исправлению. В процессе последующего монтажа этих конструкций также имелись несоответствия. То же наблюдается на всех этапах строительного процесса от изысканий, включая эксплуатацию. В результате в конструкциях, узлах сопряжения возникают дополнительные деформации и напряжения. В процессе эксплуатации имеет место деструкция материалов, механические повреждения, вырезка отверстий, подвешивание трубопроводов или других грузов. Влияние всего перечисленного на прочность, жесткость и трещиностойкость конструкции недостаточно исследовано, а имеющиеся методы расчета несовершенны. Проводятся экспериментальные и теоретические исследования влияния дефектов на напряженно-деформированное состояние строительных конструкций.

Наиболее распространенными дефектами в железобетонных конструкциях являются: большие повреждения пустотных плит в местах расположения монтажных петель, начальные трещины, механические сколы, проглядывание арматуры, рыхлый бетон на отдельных участках.

Прогрессирующее разрушение. Примеры таких аварий (тепличный комбинат, г. Липецк) показали, что причиной их является сочетание нескольких неблагоприятных факторов (ошибок). Очаг разрушения (наиболее слабое место в системе) часто трудно предсказуем.

В приведенном примере (теплица из металлических рамных конструкций) допущены грубые ошибки при устройстве фундаментов, монтаже рам, соединений стоек теплицы с фундаментом из труб.

Аварии на городских очистных сооружениях в городе Курске, в убежище г. Воронеж, тепличном комбинате г. Липецк связаны с одной ошибкой – некаче-

ственным устройством стыка надземных конструкций с подземными. Вместо тщательного заполнения бетоном на щебне мелкой фракции применяли слабый плохо уложенный цементный раствор.

Разработки методов усиления железобетонных и металлических конструкций. Экспериментально проверены предложенные способы усиления железобетонных конструкций с помощью локальных поясов.

В течение длительного периода сотрудники архитектурного факультета ТГТУ разрабатывали и внедряли проекты усиления различных конструкций. При качественном производстве работ и последующем поддержании в исправном состоянии во всех случаях наблюдается положительный эффект.

Коррозия материалов и конструкций. На объектах завода ОАО «Пигмент» (г. Тамбов) происходит интенсивное коррозионное разрушение бетона, арматуры, стали и кирпича. Металлические конструкции и изделия получают значительные повреждения в местах систематического пролива растворов, скопления производственной пыли и конденсата. Железобетонные конструкции активно разрушаются в местах систематического замачивания водой и растворами.

Наиболее характерными видами коррозионных разрушений железобетонных конструкций являются: коррозионные трещины (особенно в ребрах плит), разрушение защитного слоя бетона, коррозия арматуры при нарушении совместной работы с бетоном.

На объектах пищевой промышленности наблюдается биологическая коррозия. Так, на Тамбовском мясокомбинате пришли в негодность обетонированные стальные двутавровые балки. Полностью разрушены бетон и сетки, сильно корродированы балки.

Несвоевременное выполнение ремонтно-восстановительных работ. Часто службы капитального ремонта используют не по назначению. Конструкции разрушаются, источники повреждений и разрушений не ликвидируются. Это приводит к преждевременным отказам.

Причины появления трещин в кирпичных зданиях. В подавляющем большинстве случаев трещины возникают вследствие недопустимых относительных разностей осадок фундамента, вызванных просадкой, замачиванием непросадочных грунтов, попаданием под подошву фундаментов чернозема, загрузением опорной части ленточных фундаментов.

Имеют место и другие факторы, например, механическая суффозия, вызванная фильтрационным потоком (Курский цирк, служебные помещения).

Расчет и усиление железобетонных конструкций с коррозионными повреждениями. На химических предприятиях Тамбова и области конструкции иногда выходят из строя в течение нескольких лет. Интенсивное разрушение происходит вблизи аппаратов, в местах систематического замачивания технологическими растворами и замораживания-оттаивания. В неразрезных системах локальные разрушения иногда приводят к замене больших участков или даже всего перекрытия. В ряде случаев происходит частичное или полное изменение расчетной схемы.

Расчет конструкций, поврежденных коррозией, осложнен случайным характером: расположение повреждений, распределение прочности бетона по расчетным сечениям, изменения механических свойств арматуры и диаметра, нарушение сцепления арматуры с бетоном. В виду этого усиление осуществляют со значительным запасом.

Разрушение при замораживании-оттаивании является одним из наиболее распространенных случаев в практике (плиты строящегося здания фармацевтического завода, Курск; сегментные фермы строящегося цеха кирпичного завода,

г. Тамбов; ребристые плиты перекрытия корпусов военного училища, г. Тамбов). В примерах имело место полное разрушение несущих железобетонных конструкций, незащищенных при консервации.

Основной причиной преждевременных повреждений и разрушений является низкая плотность бетона и отсутствие защиты конструкции.

Насыщение кирпичной кладки растворами, последующее многократное замораживание-оттаивание приводит к разрушению кладки на глубину 20 см. В местах стекания дождевых вод с крыш по стенам возникают разрушения до 15 см.

Преждевременное повреждение и разрушение конструкции при ухудшении условий эксплуатации. При проектировании конструкции, материалы, технологии, защитные мероприятия рассчитывают для определенных условий: температурно-влажностных, силовых, коррозионных. На практике они значительно ухудшаются, например, батареи холодные, стекла побиты, двери не закрываются, аппараты не герметичны, трубопроводы протекают. Все это приводит к варьированию снижения долговечности и несущей способности.

Воздействие вибраций от транспорта. В последнее время резко возросли нагрузки от автомобильного транспорта. Это стало серьезной проблемой для мостов, построенных ранее и имеющих определенную долю износа.

Вибрации от тяжелых машин вызывают дополнительные неравномерные деформации грунтов и повреждения надземных конструкций. Для каменных зданий с деревянными перекрытиями и лестницами связи между противоположными стенами недостаточны для предотвращения образования разрывных трещин в торцевых стенах. Грунты основания водонасыщены и чувствительны к вибрациям. Наблюдается крен частей здания в сторону дороги.

Здание – система конструктивных элементов со связями, отличающихся жесткостными характеристиками и пространственным расположением. При эксплуатации изменяются температура, влажность (особенно грунтов основания) и другие воздействия. Система приспосабливается к меняющимся условиям. Происходит сложное пространственное деформирование здания с перераспределением усилий и напряжений.

Исследование взаимодействий элементов зданий между собой и здания с основанием. В основании и конструкциях, узлах сопряжений происходят реологические процессы с разными скоростями, перераспределение усилий и напряжений, приспособление системы к меняющимся условиям и деградация материалов.

Скорости процессов в грунтах значительно выше, чем в материалах и конструкциях. Необходимо проектировать здания и сооружения с четом совместной работы элементов и, в первую очередь, с основанием.

В течение 10 лет на кафедре КЗиС ФГБОУ ВПО «ТГТУ» проводились экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния крупномасштабной П-образной рамы на деформируемом основании при разных схемах нагружения, дефектах основания и рамы и установлены взаимосвязи между определяющими параметрами.

Стены с резко отличающейся жесткостью по длине. В производственных зданиях с большими оконными проемами длиной 2,5...4 м изгибная жесткость значительно меньше, чем в простенках (ОАО «Пигмент», г. Тамбов). В местах резкого изменения жесткости появляются вертикальные трещины. В практике проектирования следует выравнять жесткости стен зданий.

Ошибки при определении физико-механических свойств грунтов. Осмотр большого числа инженерно-геологических изысканий показал, что в ряде случаев интервалы измерений некоторых характеристик чрезвычайно велики, к примеру, плотность грунта ρ находится в пределах от 1,65 до 2,05 г/см³. Несущая

способность грунта для крайних величин ρ отличается в несколько раз. Фактическую погрешность определения характеристик установить невозможно. При инженерно-геологических, гидрологических изысканиях недостает мобильных надежных средств определения характеристик грунтов.

Поиск оптимальной формы конструкции. На фундаменты действует комплекс нагрузок, часто приводимый к плоской системе сил. В исследованиях мы, как правило, рассматриваем действие на фундамент внецентренной наклонной шарнирно напряженной силы. Такая замена не всегда оправдана. Однако это принимается в целях сокращения числа исследуемых параметров.

При такой схеме нагружения производится поиск наиболее рациональной конструкции фундаментов. Исследования проводились в следующих направлениях: кольцевые фундаменты с несимметричным вырезом, рамные монолитные и сборно-монолитные фундаменты, круглые фундаменты с вырезами по контуру.

Первые фундаменты целесообразно применять при значительных горизонтальных нагрузках. Эффект усиливается наклоном подошвы, принятием формы подошвы в соответствии эпюре изгибающих моментов, применением пустотелых стоек и подкосов, использованием предварительного напряжения арматуры. В зависимости от соотношения e_0/δ (e_0 – относительный эксцентриситет силы, δ – угол наклона силы к вершинам) можно принять такую форму выреза, при которой перемещения (осадка, крен, горизонтальное перемещение) не превышают допустимых.

Фундаменты с вырезами целесообразно применять в целях уменьшения расхода бетона. Однако они несколько сложны в изготовлении. В отдельных случаях возможен незначительный перерасход арматуры. Оптимальное решение может быть определено из сравнения сопоставимых вариантов. В конструкциях такого вида проявляется арочный эффект, исследуемый К. Терцаги, Д.Е. Польшиным, В.Н. Голубковым.

Применяемые методы повышения жесткости здания и их эффективность. В практике применяют: монолитные железобетонные пояса, напрягаемые стальные пояса, стальные обоймы, усиление подошвы фундаментов, подведение под подошвы существующих зданий бетонных столбов, вдавливание под ленточные фундаменты бетонных или железобетонных элементов.

Осмотр зданий, усиленных натягиваемыми стержнями, показал, что в ряде случаев метод эффективен при соблюдении требований проекта. В некоторых зданиях арматура не натянута или кладка разрушена в углах. В сложных грунтовых условиях усиление обоймами, тязами не приостановило деформации зданий и развитие трещин.

Выводы:

1. Аварии часто возникают при неблагоприятном сочетании различных дефектов.
2. Коррозионные разрушения конструкций происходят вследствие несоблюдения элементарных условий эксплуатации – недопущения систематического насыщения конструкций технологическими растворами.
3. Несвоевременное выполнение ремонтно-восстановительных работ приводит, в ряде случаев, к полному отказу конструкций.
4. Недостаточный контроль за производством строительных материалов, конструкций и строительно-монтажных работ приводит к серьезным ошибкам и авариям.
5. Коррозия фундаментов из-за агрессивных вод и снижение свойств грунтов при повышении уровня грунтовых вод являются одними из наиболее опасных проявлений ошибок при эксплуатации.

Список литературы

1. Добромыслов, А.Н. Диагностирование повреждений зданий и инженерных сооружений : справ. пособие / А.Н. Добромыслов. – М. : АСВ, 2008. – 304 с.
2. Ильичев, В.А. Деформационный мониторинг в строительстве / В.А. Ильичев, А.С. Алешин, В.Б. Дубовицкий // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2003. – № 3. – С. 12–15.
3. Леденев, В.В. Предупреждение аварий : учеб. пособие / В.В. Леденев, В.И. Скрылев. – М. : АСВ, 2002. – 240 с.
4. Плевков, В.С. Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений : учеб. пособие / В.С. Плевков, А.И. Мальганов, И.В. Балдин. – М. : АСВ, 2011. – 316 с.

The Analysis of Causes of Accidents of Buildings and Structures and Ways to Improve their Reliability

V.V. Ledenev, V.G. Odnolko

Department "Construction of Buildings and Structures", TSTU; kzis@nnn.tstu.ru

Key words and phrases: buildings; construction; damage; destruction; deformations; emergency situations; structures; stress; foundation.

Abstract: The paper presents the examples of significant damage and accidents caused by mistakes made at different stages of the construction process. Recommendations to prevent accidents are made.

Analyse der Gründe der Havarien der Gebäuden und der Anlagen und die Wege der Steigerung ihrer Sicherheit

Zusammenfassung: Es sind die Beispiele der bedeutenden Zerstörung und der Havarien infolge der Fehler auf den verschiedenen Etappen des Bauprozesses angeführt. Es sind die Empfehlungen in der Vorbeugung der Havarien angegeben.

Analyse des raisons des avaries des bâtiments et des constructions et des voies de l'augmentation de leur sécurité

Résumé: Sont cités les exemples d'importantes destructions et avaries provoquées par les erreurs commises aux différentes étapes du processus de la construction. Sont données des recommandations pour la prévention des avaries.

Авторы: *Леденев Виктор Васильевич* – доктор технических наук, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»; *Однолько Валерий Григорьевич* – кандидат технических наук, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений», декан факультета «Заочное обучение и экстернат», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

Рецензент: *Монастырев Павел Владиславович* – доктор технических наук, профессор кафедры «Архитектура и строительство зданий», декан архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВПО «ТГТУ».