

Ю.В. Иванов

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ:
УСИЛЕНИЕ,
ВОССТАНОВЛЕНИЕ,
РЕМОНТ**



Ю.В. Иванов

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ:

УСИЛЕНИЕ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ, РЕМОНТ

Издание второе, переработанное и дополненное

Рекомендовано учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию
в области строительства в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению 653500 «Строительство»



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва 2013

УДК 69.059.38(07)
ББК 38.7-09я73
И 20

Рецензенты:

кафедра Промышленного и гражданского строительства Курского государственного
технического университета (заведующий кафедрой, кандидат технических наук,
доцент *С.И. Меркулов*);
доцент, директор института ЦЧРАгропромстрой *Л.В. Свиридов*

Иванов Ю.В.

Реконструкция зданий и сооружений: усиление, восстановление, ремонт / Учебное
пособие. – М.: Издательство АСВ, 2013. – 312 с.

ISBN 978-5-93093-647-6

В пособии излагаются общие сведения по реконструкции зданий и сооружений, а также рассматриваются способы и методы усиления, восстановления и ремонта несущих конструкций зданий, выполненных из металла, железобетона, кирпича и древесины, рекомендации по конструированию, расчету и порядку производства работ по усилению конструкций. Приведены примеры расчета некоторых способов усиления строительных конструкций.

Учебное пособие написано в соответствии с программой курса «Реконструкция зданий и сооружений» и предназначено для студентов всех форм обучения, обучающихся по специальности 290500 «Городское строительство и хозяйство» (ГСХ).

УДК 69.059.38(07)
ББК 38.7-09я73
И 20

ISBN 978-5-93093-647-6

© Иванов Ю.В., 2013
© Издательство АСВ, 2013

Учебное пособие

Юрий Викторович **Иванов**

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ:
УСИЛЕНИЕ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ, РЕМОНТ

Издание второе, переработанное и дополненное

Компьютерная верстка: *Т.В. Николаева*; Редактор: *Г.М. Мубаракишина*
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Подписано к печати 12.11.12. Формат 70x100/16.
Бумага 1 Ñîñ. Гарнитура Таймс. Усл. 19,5 п.л. Доп. тираж 500 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ) 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511, тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>

ВВЕДЕНИЕ

Реконструкция зданий и сооружений – сложная комплексная задача, реализация которой требует специальных знаний, получаемых после изучения многих дисциплин.

Работы по реконструкции зданий можно разделить на несколько этапов:

- ◆ технико-экономическое обоснование проведения реконструкции;
- ◆ проведение детального обследования конструкций здания и инженерного оборудования, определение технического состояния. По результатам обследования даются оценка физического и морального износа строительных конструкций и инженерного оборудования здания и рекомендации по дальнейшему их использованию;
- ◆ определение резерва несущей способности конструкций здания, расчет конструкций на новые нагрузки с учетом результатов обследования (дефектов и повреждений), выявление конструкций, требующих усиления или замены;
- ◆ разработка архитектурно-строительных чертежей по перепланировке помещений с учетом современных требований и задания заказчика;
- ◆ разработка проекта усиления строительных конструкций;
- ◆ разработка проекта производства работ при реконструкции.

В настоящем пособии рассмотрены только вопросы, относящиеся к проведению общестроительных работ по ремонту – восстановление гидроизоляции, эксплуатационных качеств крыш, утепление ограждающих конструкций стен. Рассмотрены также методы и инженерные решения реконструкции строительной части общественных, жилых и промышленных зданий и сооружений с целью обеспечения соответствия их эксплуатационных свойств современным требованиям.

В пособии приведены решения конкретных задач по эффективному усилению строительных конструкций, выполненных из различных конструкционных материалов (металл, железобетон, кирпич, древесина) с использованием в качестве элементов усиления традиционных и новых конструктивных материалов с целью обеспечения долговечности и надежности зданий и сооружений в современных эксплуатационных условиях. Приведены примеры конструирования и расчета усиливаемых строительных конструкций с применением нескольких способов усиления.

Учебное пособие предназначено для студентов дневного и заочного обучения, обучающихся по специальности 290500 «Городское строительство и хозяйство» (ГСХ).

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

1.1. Общие сведения о реконструкции зданий и основные причины, ее вызывающие. Задачи и планирование реконструкции

Реконструкция зданий и сооружений – это их переустройство с целью частичного или полного изменения функционального назначения, установки нового эффективного оборудования, улучшения застройки территорий, приведения в соответствие с современными возросшими нормативными требованиями. Реконструкция состоит из комплекса строительных работ и организационно-технических мероприятий, связанных с изменением основных технико-экономических показателей (нагрузок, планировки помещений, строительного объема и общей площади здания, инженерной оснащенности) с целью изменения условий эксплуатации, максимального восполнения утраты от физического и морального износа, достижения новых целей эксплуатации здания.

Переустройство зданий и сооружений может состоять:

- ◆ из перепланировки и увеличения высоты помещений;
- ◆ усиления, частичной разборки и замены конструкций;
- ◆ надстройки, пристройки и улучшения фасадов зданий.

Критерием реконструкции является технико-экономический эффект. В экономическом отношении при реконструкции и техническом перевооружении капитальные вложения существенно меньше, полная стоимость реконструкции здания составляет ориентировочно 75...85% стоимости нового строительства, а окупаемость капиталовложений при реконструкции происходит в 2–3 раза быстрее, чем при новом строительстве.

Понятие «*переустройство*» включает в себя капитальный ремонт, модернизацию, реконструкцию, аварийно-восстановительные работы, реставрацию, отличающиеся по составу и масштабу осуществляемых мероприятий. Основные термины и определения, используемые при обследовании, усилении, восстановлении и ремонте реконструируемых зданий, приведены в приложении 19.

Реконструкция общественных и жилых зданий определяется необходимостью сохранения и использования объектов прошлого для развития городов, а также усложнением городской застройки и инфраструктуры общественных и жилых зданий.

Цель реконструкции жилого фонда заключается:

- * в его переустройстве для изменения конструктивного решения в связи с физическим износом существующих конструкций;
- * в его переустройстве для улучшения планировочного решения в связи с моральным износом существующих планировок;
- * в повышении степени благоустройства инженерного оборудования;
- * в создании квартир для посемейного заселения, отвечающих современным социологическим и демографическим требованиям.

При реконструкции жилой застройки всесторонне учитываются социальные и градостроительные ее задачи, а также экономическая и техническая эффективность ее осуществления. Социальные задачи реконструкции заключаются в обновлении застройки и планировочной структуры жилого фонда. Эти задачи предусматривают улучшение и постепенное выравнивание условий жизни населения в старых и новых городских районах, которые должны удовлетворять современным и перспективным требованиям. В развитых странах около 50% всех средств, вкладываемых в строитель-

ство, идет на реконструкцию жилья. Считается, что для полноценного развития города необходимо расходовать на реконструкцию не менее 20% всего бюджета.

Под материальным или физическим износом здания и его конструктивных элементов подразумевается постепенная утрата первоначальных технических свойств под воздействием естественных факторов. С течением времени происходит деградация свойств материалов, снижается несущая способность и устойчивость конструктивных элементов, ухудшаются тепло- и звукоизоляционные, водо- и воздухопроницаемые качества ограждающих конструкций, истирание и коррозия элементов.

Под моральным износом здания понимается его несоответствие функциональному или технологическому назначению, возникающее под влиянием технического прогресса.

К признакам морального износа жилых зданий относятся:

- несоответствие планировки квартир современным требованиям и нормам;
- несоответствие инженерного оборудования дома современным требованиям и нормам;
- переуплотненность застройки жилых кварталов, их недостаточное благоустройство и озеленение.

Реконструкция производственных зданий определяется:

1. Темпами прогресса в технике и технологии производства.
2. Ресурсами новой, более прогрессивной техники.
3. Истечением срока службы конструкций, а также физическим и моральным износом конструкций.

Факторы первой и второй группы определяют срок реконструкции промышленных предприятий через 8...15 лет.

Таблица 1

Примерные сроки службы зданий и сооружений

	Наименование объекта	Примерные сроки службы
1	Временные здания и сооружения (бытовки строительных рабочих и вахтового персонала, склады временные, летние павильоны и т.п.)	Менее 10 лет
2	Сооружения, эксплуатируемые в условиях сильноагрессивных сред (сосуды и резервуары, трубопроводы предприятий нефтеперерабатывающей, газовой и химической промышленности, сооружения в условиях морской среды и т.п.)	Менее 25 лет
3	Здания и сооружения массового строительства в обычных условиях эксплуатации (здания жилищно-гражданского и производственного строительства)	50 лет
4	Уникальные здания и сооружения* (здания основных музеев, хранилищ национальных и культурных ценностей, произведения монументального искусства, стадионы, театры, большепролетные сооружения и т.п.)	100 лет

* К уникальным объектам относятся объекты капитального строительства, в проектной документации которых предусмотрена хотя бы одна из следующих характеристик:

1) высота более чем 100 метров; 2) пролеты более чем 100 метров; 3) наличие консоли более чем 20 метров; 4) заглубление подземной части (полностью или частично) ниже планировочной отметки земли более чем на 10 метров; 5) наличие конструкций и конструктивных систем, в отношении которых применяются нестандартные методы расчета с учетом физических или геометрических нелинейных свойств либо разрабатываются специальные методы расчета.

Под сроком службы конструкций понимается календарное время, в течение которого под воздействием различных факторов они приходят в состояние, когда дальнейшая эксплуатация становится недопустимой, а восстановление - экономически нецелесообразным. В срок службы включается время, затраченное на ремонт. Срок службы здания определяется сроком службы несменяемых конструкций: *фундаментов, стен, каркасов.*

Примерные сроки службы зданий и сооружений, позаимствованные из проекта СНиП «Надежность строительных конструкций и оснований», приведены в *табл. 1*. Сроки службы ограждающих конструкций при соответствующем обосновании могут быть приняты меньшими, чем для сооружения в целом.

Реконструкция зданий и сооружений может осуществляться несколькими способами:

- замена несущих и ограждающих конструкций (полная или частичная);
- изменение объемно-планировочного решения здания (габаритов помещений и положения конструкций, увеличение шага и пролета);
- усиление конструкций, их элементов и соединений различными способами;
- снижение постоянных и временных нагрузок. Выявление резервов несущей способности.

1.2. Факторы, вызывающие необходимость усиления конструкций

Большинство зданий и сооружений, подвергающихся реконструкции, имеют существенный физический износ, накопленный за годы предыдущей эксплуатации. При этом многие из них устарели морально, не отвечают современным санитарно-гигиеническим нормам, экологическим требованиям, изменившейся технологии. Необходимость проведения усиления возникает при обнаружении *ограниченно работоспособного, неработоспособного (недопустимого) или аварийного* технического состояния конструкций.

Оценка технического состояния конструкций здания выполняется по данным полного или выборочного обследования конструкций на основании результатов поверочного расчета, анализа опыта эксплуатации, а в некоторых случаях и проведения натурных испытаний. По результатам обследования, которое проводится согласно [17], составляется акт, заключение или отчет о техническом состоянии конструкций здания, в котором приводятся все сведения об имеющейся документации, особенности эксплуатации конструкций, дефекты и повреждения, снижающие несущую способность конструкций, поверочные расчеты, а также оценка технического состояния конструкций с отнесением конструкций к одной из пяти категорий – *исправное, работоспособное, ограниченно работоспособное, неработоспособное (недопустимое) или аварийное*. После этого приводятся рекомендуемые мероприятия с учетом выявленного технического состояния.

Основные факторы, которые выявлены в результате проведения обследования или приведены в техническом задании, выданном заказчиком, и вызывают необходимость усиления конструкций, могут быть объединены по следующим признакам:

- *изменение условий эксплуатации* – увеличение нагрузки, изменение режима эксплуатации, вызванные реконструкцией или сменой функционального назначения здания;

- *начальные конструктивные дефекты*; дефекты проектирования, изготовления и монтажа; недостаточная жесткость и устойчивость конструкций или их элементов; наличие погнутостей, погибей в отдельных элементах конструкций и т.п.;
- *эксплуатационный износ* – истирание, коррозия материалов, потеря прочности в результате действия динамических и вибрационных нагрузок, действие высокой или низкой температуры, действие различных химических реагентов, дефекты или отсутствие защитных покрытий и т.п.;
- *случайные повреждения* – выход из строя отдельных элементов, повреждения стихийного характера;
- *приобретенные конструктивные дефекты* – неправильная эксплуатация.

Для выбора наиболее оптимального проектного решения усиления конструкций необходимо разработать и проанализировать несколько вариантов усиления и сравнить их технико-экономическую эффективность и технологичность выполнения усиления, а также сроки выполнения работ.

1.3. Основные данные, необходимые для проектирования реконструкции

Работы по проектированию реконструкции здания проводятся после проведения обследования здания, выявления факторов, способствующих переходу конструкций здания в ограниченно работоспособное или неработоспособное состояние, с тем чтобы выполнить имеющиеся в отчете по результатам обследования рекомендации по восстановлению, усилению или замене конструкций.

Перед проведением работ по проектированию восстановления или усиления конструкций необходимо собрать следующие данные по реконструируемому объекту:

- ◆ имеющиеся архивные материалы и документацию по реконструируемому зданию, срокам эксплуатации конструкций;
- ◆ общие габариты здания или сооружения, его конструктивную схему, обмерочные чертежи здания: планы, разрезы, фасады с разбивочными осями; монтажные схемы расположения колонн, подкрановых путей, конструкций перекрытий и покрытий; схемы несущих конструкций зданий и узлов опирания и сопряжения с замером сечений; рабочие чертежи и фактические схемы работы усиленных конструкций;
- ◆ карты и ведомости дефектов, повреждений и отклонений от первоначального проекта с причинами их появления. К дефектам и повреждениям относятся:
 - повышенные прогибы и перемещения;
 - ширина раскрытия, глубина, длина и шаг трещин;
 - раздробление и трещины в бетоне сжатой зоны;
 - отслоение защитного слоя бетона;
 - коррозия стали, арматуры и бетона;
 - нарушение сцепления бетона и арматуры, обрыв рабочей арматуры;
 - отклонения в геометрии и армировании;
 - глубина повреждений при размораживании или огнем поражении и т.п.;
- ◆ физико-механические характеристики строительных материалов и грунтов основания, результаты химических анализов проб материалов;
- ◆ химический анализ среды, окружающей конструкции;

- ◆ отчет по геодезической съемке здания с выявленными прогибами, кренами, смещениями, осадками конструкций;
- ◆ гидрологические условия площадки, отчеты об инженерно-геологических изысканиях по грунтам оснований фундаментов с расчетными характеристиками грунтов;
- ◆ расчеты строительных конструкций, степень повреждения конструкции;
- ◆ ведомости испытаний бетона, кирпича, раствора и образцов стали, отобранных из конструкций;
- ◆ величина и характер постоянных, временных и технологических нагрузок;
- ◆ особенности технологических процессов в части воздействия их на строительные конструкции, характеристика окружающей среды (температура, влажность и т.д.), режим эксплуатации сооружения;
- ◆ какие изменения претерпело здание за время эксплуатации – надстройка здания, усиление конструкций, замена технологического оборудования или установка кранов большей грузоподъемности.

1.4. Основные принципы проектирования усиления строительных конструкций. Классификация

УСИЛЕНИЕ есть совокупность мероприятий, направленных на повышение несущей способности конструкции (в целом или ее отдельных элементов) или снижение напряжений. Усиленная конструкция должна удовлетворять современным требованиям в отношении прочности, жесткости, устойчивости и другим специальным требованиям, т.е. после усиления перейти как минимум в *работоспособное состояние*.

После проведенного обследования и выявления конструкций, находящихся в *ограниченно работоспособном, неработоспособном (недопустимом) или аварийном* техническом состоянии, и перед проектированием усиления как крайней мерой достижения *работоспособного* состояния необходимо выявить возможные резервы несущей способности конструкций (учет фактической нагруженности, действительной расчетной схемы, уточненных геометрических размеров конструкций и сечений элементов, фактических физико-механических характеристик материалов, пространственной работы каркаса) или возможность снижения действующих на конструкцию постоянных и временных нагрузок (замена ограждающих конструкций и изолирующих слоев на более легкие, замена существующего оборудования на новое с меньшей массой, изменение расположения перегородок и т.п.).

Усиление может быть *аварийным, временным, капитальным и перспективным*.

Аварийное усиление производится, когда несущая способность конструкции фактически исчерпана и есть опасность обрушения. При аварийном усилении применяются в основном разгружающие (полностью или частично) конструкции с одновременным (если это возможно) снижением нагрузок (постоянных и временных).

Временное усиление применяется для конструкций до начала работ по их капитальному усилению или при выполнении работ по усилению с предварительной разгрузкой конструкции, если непосредственное снижение нагрузок невозможно. При временном усилении также в основном применяются разгружающие конструкции.

Капитальное усиление применяется для решения задач при реконструкции зданий, без изменения условий эксплуатации конструкций.

Перспективное усиление применяется для решения задач при реконструкции зданий, когда предполагается увеличение нагрузок и изменение условий эксплуатации конструкций.

Усиление конструкций может осуществляться по двум схемам:

- ➔ *возведение новых разгружающих или заменяющих конструкций, которые полностью или частично воспринимают существующие и дополнительные нагрузки;*
- ➔ *увеличение несущей способности существующих конструкций.*

В свою очередь, *увеличение несущей способности конструкций* может осуществляться:

- ➔ увеличением поперечного сечения конструкции без изменения расчетной схемы и напряженного состояния;
- ➔ изменением расчетной схемы и напряженного состояния;
- ➔ применением специальных методов усиления.

Основные принципы проектирования усиления

I. Стремиться к максимальному сохранению существующих зданий, сооружений и конструкций, минимизировать экономические потери при возможном ограничении функционирования реконструируемого здания, что обеспечивает минимальные затраты на реконструкцию здания.

II. Выбор метода усиления строительных конструкций зависит от *технического задания* на реконструкцию здания или сооружения, которое включает:

- ➔ необходимые (возможные) изменения объемно-планировочных решений;
- ➔ изменение нагрузок;
- ➔ изменение условий эксплуатации.

III. При выборе оптимального способа усиления строительных конструкций необходимо установить:

- ➔ действительный характер работы конструкций, т.е. соответствие выбранной расчетной схемы реальным условиям работы узлов опирания и сопряжения и конструкции в целом;
- ➔ фактически действующие нагрузки. При этом необходимо использовать фактические данные о собственной массе технологического оборудования и строительных материалов, так как значения этих нагрузок, установленных для проектирования вновь возводимых сооружений, может существенно отличаться от фактически действующих нагрузок. Необходимо учитывать возможное рациональное размещение технологических нагрузок, принятие обоснованных ограничений на сочетание различных временных нагрузок, возможное снижение динамических воздействий за счет эффективной виброизоляции и т.п.;
- ➔ реальные прочностные характеристики материалов конструкции (бетона, стали, кирпича) для использования их в поверочных расчетах.

IV. При усилении следует отдавать предпочтение решениям с четкой расчетной схемой, обеспечивающей совместную работу усиливаемой конструкции с элементами усиления, а также:

- способам, которые не требуют предварительной разгрузки конструкций;
- методам, связанным с изменением статической схемы конструкций, использующим искусственное регулирование усилий;
- использованию предварительного напряжения с временной разгрузкой усиливаемых конструкций;
- использованию высокопрочных сталей, полимер- и фибробетона, напрягающих цементов, углепластиков и других эффективных материалов.

V. Поверочные расчеты усиленных конструкций производятся с учетом имеющихся проектных данных, данных по изготовлению конструкций и их натуральных обследований, а также с учетом изменения статической схемы и напряженного состояния согласно требованиям [4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15]. Расчет усиливаемых конструкций следует выполнять для двух стадий работы:

- до включения в работу элементов усиления – на нагрузки, определенные с учетом возможной разгрузки конструкции, и от элементов усиления (по предельным состояниям первой группы);
- после включения в работу элементов усиления – на полные эксплуатационные нагрузки (по предельным состояниям первой и второй группы).

Для конструкций, находящихся в обычных условиях эксплуатации, усиление которых вызвано дефектами и снижением несущей способности, расчет допускается производить только по первой группе предельных состояний.

Для сильно поврежденных конструкций (при повреждении площади сечений элементов или арматуры более чем на 50%) элементы усиления следует рассчитывать на полную действующую нагрузку, т.е. без учета остаточной несущей способности существующей конструкции.

VI. При применении комплексного усиления (бетон–металл) следует учитывать в расчетах податливость узлов сопряжения, которая при металлических упорах на бетон через слой раствора принимается в пределах $1...5$ мм/узел, а при сопряжении металла с помощью болтов – 1 мм/узел.

2. ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

2.1. Восстановление гидроизоляции и влажностного режима зданий

Влага является наиболее распространенным и сильнодействующим фактором в износе строительных конструкций, а при колебаниях температуры и загрязнении среды агрессивными примесями ее воздействие еще более усиливается. Все виды повышенной влажности конструкций вредны, и поэтому ее необходимо устранять путем их осушения. Высокая влажность конструкций определяется по внешним признакам: по их цвету, запаху, на ощупь или исследованием проб. Об избыточной влаге в конструкции свидетельствуют мокрые темно-серые или выцветшие пятна на стенах, растрескивание и вспучивание штукатурки. Увлажнение конструкций при наличии трещин в защитном слое способствует коррозии закладных частей и связей, арматуры. Нежелательным результатом увлажнения являются:

- коррозия бетонных и железобетонных конструкций и гниение деревянных;
- фильтрация мягких вод через конструкции вызывает выщелачивание извести – коррозию первого вида, а фильтрация засоленных вод – кристаллизационное разрушение бетона – коррозию третьего вида;
- промерзание стен: теплопроводность влажного материала, а тем более с прослойками воды, во много раз больше, чем сухого. Еще больше теплопроводность материала, в котором вода превратилась в лед.

В зависимости от источника увлажнения различают четыре вида увлажнения.

Строительная влага, попадающая в конструкции в ходе строительства и реконструкции вследствие применения влагоемких и гигроскопических материалов, увлажнения при транспортировке, хранении и мокрых процессов производства работ. Такая влага может удаляться из конструкций в процессе естественной сушки.

Атмосферная влага в конструкциях накапливается вследствие смачивания их дождевой водой при неорганизованном водоотводе с крыши, малом выносе карниза, а также при повреждении водосточных труб и желобов, покрытий карнизов, парапетов, балконов или в результате гигроскопического увлажнения атмосферным воздухом. Смачивание конструкций атмосферными осадками носит временный характер. Основные зоны и причины увлажнения частей здания атмосферными водами показаны на *рис. 2.1*. Защитить конструкцию от него можно специальными пропиточными и гидрофобными покрытиями (прил. 18, *табл. П.18.4*). Более устойчиво гигроскопическое увлажнение, но оно не создает высокой влажности конструкций (не более 2...3 %). Замачивание конструкций техническими водами происходит в основном в местах разрушения трубопроводов.

Источником *конденсационной влаги* является происходящий в здании процесс. При низкой температуре внутренней поверхности стены на ней или внутри конструкции выпадает из воздуха влага – конденсат. Конденсат может выпадать на внутренней поверхности стены или внутри конструкции, что зависит от распределения температуры в стене, парциального давления водяных паров воздуха и способности материала конструкции впитывать (сорбировать) влагу из воздуха. Точка росы может быть как в толще стены, так и на внутренней ее поверхности. Проникновение воздуха и вместе с ним водяных паров сквозь толщу конструкции вызывается парциальным давлением (упругостью) паров воздуха и зависит от температуры воздуха и с ее повышением увеличивается.

Движение воздуха с парами воды через конструкцию происходит с той стороны, где температура более высокая. Например, при температурном перепаде от -20 до $+20$ °С перепад парциального давления составляет $22,8$ МПа. Скорость проникновения воздуха через конструкции зависит от пористости материала. Повышенное насыщение конструкций влагой приводит к слиянию воды в пустотах и порах в теплопроводящую пленку, в результате чего теплопроводность конструкций повышается, так как теплопроводность воды ($\lambda_{\text{в}} = 0,5 \text{ Вт/(мК)}$) в 25 раз выше, чем воздуха ($\lambda_{\text{воз.}} = 0,02 \text{ Вт/(мК)}$). Конденсат внутри стены может выпадать, если неправильно расположены разные по термическому сопротивлению слои конструкции – изнутри поставлен теплый слой, в результате чего образуется зона конденсации. Если теплый слой поставлен снаружи, зона конденсации не образуется. В однородной стене, даже в помещениях с высокой влажностью, но при плотном защитном слое изнутри зона конденсации не образуется.

Для устранения выпадения конденсата как на поверхности стен, так и внутри конструкции необходимо решать комплексную задачу: провести теплотехнический расчет и конструирование ограждающей конструкции, правильно располагая несущий слой стены, утеплитель и пароизоляцию (см. разд. 2.3). Это особенно важно при проведении реконструкции здания, когда необходимо устройство дополнительной теплоизоляции.

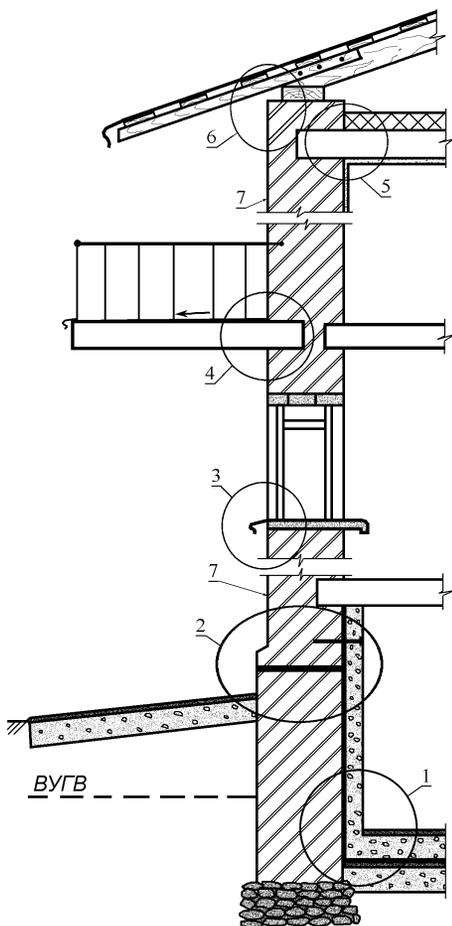


Рис. 2.1. Основные зоны и причины увлажнения наружных стен зданий:
увлажнения наружных стен зданий:
 1 – увлажнение стен подвала от грунтовых вод и разрушения отмостки; 2 – разрушение горизонтальной гидроизоляции; 3 – отсутствие или неправильное устройство отливов; 4 – нарушение водоотвода с балконов; 5 – нарушение температурно-влажностного режима чердака, недостаточная толщина утеплителя; 6 – нарушение изоляционных свойств крыши; 7 – наружная поверхность стены в зоне установки водосточных труб и желобов при их повреждении

Проникновение *грунтовой влаги* в конструкции объясняется притоком ее из грунта под действием капиллярных и осмотических сил при поврежденной гидроизоляции. Этот вид увлажнения является наиболее устойчивым и трудноустраняемым видом. Кирпич и строительные растворы обладают достаточно высокой пористостью – 10...20% и водопроницаемостью. Коэффициент фильтрации кирпича и цементного раствора составляет примерно $2 \cdot 10^{-5}$ см/с, известкового раствора (1:3) – $2 \cdot 10^{-4}$ см/с. Увлажнение стен грунтовой влагой осуществляется двумя путями: *капиллярным поднятием* влаги в конструкции; *электроосмотическим поднятием* влаги – перемещение влаги в конструкции под действием тока.

Высота капиллярного поднятия влаги в конструкции зависит от диаметра пор капилляров и определяется по формуле

$$H = 2a/(r g \rho), \quad (2.1)$$

где a – поверхностное натяжение воды (константа капиллярности); r – радиус капилляра; g – ускорение силы тяжести; ρ – плотность воды при данной температуре.

По формуле (2.1) вода по капиллярам поднимается тем выше, чем тоньше капилляры. Поскольку кирпичные стены (кирпич и раствор) неоднородны, фактическая величина поднятия воды в их капиллярах находится в пределах 0,5–1 м.

Внутри стен под влиянием различных физических явлений и химических процессов возникают слабые электрические токи: в результате теплового эффекта, вызванного нагревом конструкций солнечными лучами; от трения воздушных потоков о стены; из-за действия естественных гальванических пар, вследствие термопарного эффекта на стыке слоев конструкции. Электроосмотическое поднятие влаги в стенах может достигать 4...5 м, т.е. происходит увлажнение стен практически целого этажа. При этом чем больше разность потенциалов на участках стены, тем активнее подсасывается влага.

В подлежащих реконструкции зданиях в результате проведенного обследования зачастую выявляется, что гидроизоляционная защита локально или полностью разрушена.

Повреждение *горизонтальной гидроизоляции* стен может вызываться несколькими причинами:

- образованием трещин в стене;
- нарушениями при пробивке борозд и отверстий;
- отсутствием или некачественной укладкой изоляционного слоя при возведении стен;
- старением и деформированием гидроизоляционных материалов;
- значительным подъемом культурного слоя вблизи здания.

В связи с этим необходимо восстановление или устройство *горизонтальной и вертикальной гидроизоляции* стен для защиты от увлажнения грунтовой влаги. Горизонтальная и вертикальная гидроизоляция в основном менее долговечна, чем несущие конструкции здания, поэтому в период эксплуатации может потребоваться полная замена гидроизоляции или проведение ремонта.

Основные методы восстановления *горизонтальной гидроизоляции* стен:

- ◆ **Замена или дополнительное устройство гидроизоляции** (рис. 2.2). Замена гидроизоляции является сложным и трудоемким мероприятием. Необходимо короткими участками последовательно вскрывать сквозные штрабы (поз. 3), укладывать новый гидроизоляционный ковер (поз. 7), затем заделывать штрабы, тщательно расчеканивая швы раствором на расширяющемся цементе. Такая работа очень трудоемка, штрабы ослабляют стены, а наиболее нагруженные простенки приходится временно подкреплять. Поэтому применяют другие методы, позволяющие избежать указанных недостатков.

- ◆ **Гидроизоляция стен гидрофобными составами (рис. 2.3).** Для восстановления гидроизоляции применяют инъецирование стен водонепроницаемыми растворами. Для этого бурят горизонтальные отверстия в стенах на глубину 0,9 толщины стены, диаметром 30 мм, вставляют в отверстия инъекторы (поз. 3) и нагнетают в стену растворы маловязких кремнийорганических соединений (ГКЖ-10 – этилсиликонат натрия или ГКЖ-11 – метилсиликонат натрия) или другие, обладающие водозащитными свойствами. Раствор подается в стену под воздействием гидростатического давления, создаваемого поднятием бака с раствором или с помощью сжатого воздуха. Однако при этом сложно контролировать качество гидроизоляционного слоя, где возможны участки, куда не проник состав.

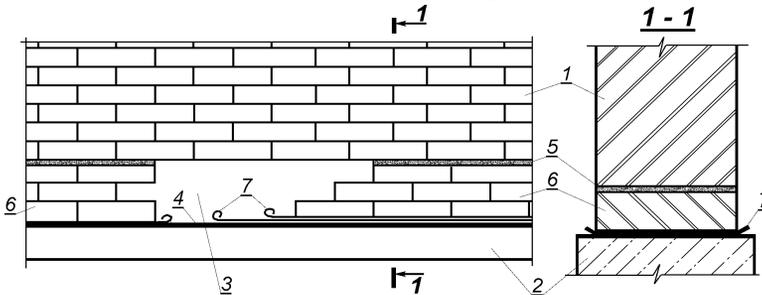


Рис. 2.2. Замена или дополнительное устройство гидроизоляции:

- 1 – кирпичная стена; 2 – цоколь здания; 3 – пробитое сквозное отверстие в стене на длину 1,5...2,0 м и высоту не менее 20 см; 4 – выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора; 5 – зачеканенный цементным раствором зазор между новой и старой кладкой; 6 – новая кирпичная кладка; 7 – рулонная гидроизоляция

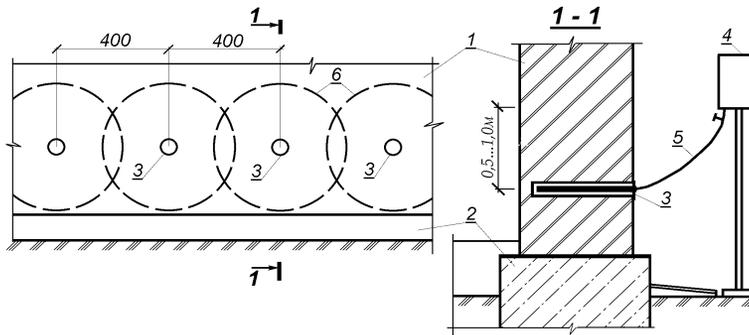


Рис. 2.3. Гидроизоляция стен гидрофобными составами:

- 1 – кирпичная стена, предварительно очищенная от загрязнения и высушенная до влажности не более 10%; 2 – цоколь здания; 3 – инъекторы $\varnothing 20...30$ мм, устанавливаемые в пробуренные в стене отверстия с шагом 400 мм на 0,8...0,9 толщины стены; 4 – бак с растворами кремнийорганических соединений ГКЖ-10 или ГКЖ-11, с подачей их одновременно в 10...12 инъекторов; 5 – резиновые шланги; 6 – граница обработки стены растворами с насыщенностью 90...95%

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	4
1.1. Общие сведения о реконструкции зданий и основные причины, ее вызывающие. Задачи и планирование реконструкции	4
1.2. Факторы, вызывающие необходимость усиления конструкций	6
1.3. Основные данные, необходимые для проектирования реконструкции	7
1.4. Основные принципы проектирования усиления строительных конструкций. Классификация	8
2. ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	11
2.1. Восстановление гидроизоляции и влажностного режима зданий	11
2.2. Восстановление эксплуатационных качеств крыш и кровель	17
2.3. Утепление наружных ограждающих конструкций	22
2.4. Восстановление облицовки стен	31
2.5. Замена конструкций перекрытий в реконструируемых зданиях	33
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	37
3.1. Основные положения по проектированию усиления. Классификация способов усиления	37
3.2. Усиление балок	41
3.3. Усиление стропильных ферм	46
3.4. Усиление колонн и поперечника здания в целом	50
3.5. Особенности проектирования усиления и требования к технологии выполнения работ по усилению	53
3.6. Расчет усиленных стальных конструкций способом увеличения сечений	55
3.7. Присоединение элементов усиления	58
3.8. Исправление дефектов	60
3.9. Защита стальных конструкций от коррозии и повышение их огнестойкости	61
4. ВОССТАНОВЛЕНИЕ, УСИЛЕНИЕ И РЕМОНТ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	66
4.1. Основные положения по проектированию усиления. Классификация способов усиления и ремонта	66
4.2. Усиление столбов, простенков и участков стен	71
4.2.1. Усиление каменных конструкций обоями	71
4.2.2. Усиление каменных конструкций железобетоном. Комплексные элементы	76
4.3. Усиление пилястр, перемычек, углов кирпичных стен, примыкания стен и опорных зон балок, плит или ферм	78
4.4. Обеспечение пространственной жесткости кирпичных зданий напряженными поясами	82
4.5. Ремонт и восстановление кирпичных конструкций	84
4.6. Устройство проемов в несущих стенах	88
4.7. Надстройка зданий при реконструкции	89
5. УСИЛЕНИЕ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РЕМОНТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	93
5.1. Основные причины, приводящие к необходимости усиления и ремонта железобетонных конструкций	93
5.2. Классификация способов усиления железобетонных конструкций	94
5.3. Основные принципы проектирования усиления железобетонных конструкций ..	96
5.4. Основные положения расчета усилений железобетонных конструкций	98
5.5. Конструктивные схемы усиления железобетонных конструкций	99

5.6. Технические решения по усилению плит покрытий и перекрытий	109
5.7. Технические решения по усилению стропильных балок и ригелей перекрытий .	115
5.8. Технические решения по усилению колонн	122
5.9. Технические решения по усилению стропильных ферм	130
5.10. Технические решения по усилению балконов и лестниц.....	132
5.11. Способы создания предварительного напряжения при усилении железобетонных конструкций	134
5.12. Восстановление защитного слоя бетона и защита железобетонных конструкций от коррозии	138
6. ВОССТАНОВЛЕНИЕ, УСИЛЕНИЕ И РЕМОНТ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	143
7. ПЕРЕУСТРОЙСТВО ОДНОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ. ПЕРЕДВИЖЕНИЕ ЗДАНИЙ.....	146
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	151
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	152
 ПРИЛОЖЕНИЯ	
Приложение 1. Проектирование усиления стальной балки перекрытия методом увеличения сечения	155
Приложение 2. Проектирование усиления стальной балки перекрытия методом регулирования напряжений	165
Приложение 3. Проектирование усиления ребристой железобетонной плиты перекрытия наращиванием растянутой зоны.....	174
Приложение 4. Проектирование усиления пустотной железобетонной плиты перекрытия наращиванием сжатой зоны	183
Приложение 5. Проектирование предварительно напряженной шпренгельной затяжки для усиления стропильной односкатной балки покрытия....	196
Приложение 6. Проектирование усиления ребристой железобетонной плиты покрытия разгружающими упругоопорными конструкциями.....	219
Приложение 7. Проектирование усиления стропильной балки покрытия углепластиком	232
Приложение 8. Проектирование усиления кирпичного столба стальной облоймой....	243
Приложение 9. Сортамент стального проката	253
Приложение 10. Данные для определения геометрических характеристик стальных сечений с учетом коррозии.....	259
Приложение 11. Материалы для стальных конструкций	260
Приложение 12. Технические характеристики железобетонных конструкций	265
Приложение 13. Расчетные характеристики бетона и арматурной стали. Переход от марки к классу бетона.....	273
Приложение 14. Данные для расчета кирпичных конструкций	278
Приложение 15. Характеристики углепластиков и технология усиления.....	280
Приложение 16. Материалы, используемые для тепловой защиты зданий и сооружений.....	283
Приложение 17. Материалы, используемые для гидроизоляции конструкций зданий и сооружений	286
Приложение 18. Материалы, используемые для восстановления защитного слоя бетона, защиты конструкций от коррозии и повышения огнестойкости.....	289
Приложение 19. Термины и определения, используемые при обследовании, усилении, восстановлении и ремонте реконструируемых зданий....	301