ТбилЗНИИЭП
Госкомархитектуры

Рекомендации

по восстановлению и усилению полносборных зданий полимеррастворами

Москва 1990

gost.e-ecolog.ru

Зональный научно-исследовательский и проектный
институт типового и экспериментального проектирования
жилых и общественных зданий
(ТбилЗНИИЭП) Госкомархитектуры

Рекомендации

по восстановлению и усилению полносборных зданий полимеррастворами

Москва Стройиздат 1990

УДК 69.059.32

Рекомендованы к изданию решением секции ремонта жилищного фонда научно-технического совета Госкомархитектуры.

Рекомендации по восстановлению и усилению полносборных зданий полимеррастворами /ТбилЗНИИЭП. — М.: Стройиздат, 1990. — 160 с.

Рассмотрены характерные повреждения полносборных зданий — крупнопанельных, крупноблочных, каркасных и каркасно-панельных, рекомендуются способы их устранения, а также восстановления конструкций полносборных зданий методом инъецирования полимеррастворов в трещины. Даны способы усиления отдельных элементов конструкций, стыков и повышения сейсмостойкости зданий в целом, приведены методы их расчета. Описана технология производства работ и дано необходимое оборудование. Изложена методика технического обследования полносборных зданий.

Для инженерно-технических работников проектных и ремонтно-строительных организаций.

Табл. 33, ил.: 86 .

Редактор — З.С. Шестопалова.

3308000000 — 304
Р ———————— Инструкт.-нормат., 2 вып. —8—89
047 (01) — 90

© ТбилЗНИИЭП, 1990

ВВЕДЕНИЕ

Современные полносборные здания являются сложными инженерными сооружениями и содержание их в надлежащем состоянии требует значительных затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Работы, связанные с восстановлением, усилением и повышением сейсмостойкости полносборных зданий при их капитальном ремонте, модернизации или реконструкции и особенно при ликвидации последствий землетрясений или других видов воздействий, представляют собой наиболее сложный и трудоемкий вид строительных работ, отличающийся как проектными решениями, так и технологией производства работ. В связи с этим с особой остротой встает необходимость в разработке новых и усовершенствовании старых, традиционных способов восстановления и усиления зданий, с минимальными затратами труда, материалов и средств. Одним из перспективных и эффективных направлений в этой области является применение полимеррастворов при восстановлении и усилении конструкций полносборных зданий.

Рекомендации по восстановлению и усилению крупнопанельных, крупноблочных, каркасных и каркасно-панельных зданий разработаны на основе результатов многолетних исследований и практического опыта ТбилЗНИИЭП по применению полимеррастворов при восстановлении и усилении ряда ответственных гражданских и промышленных зданий и сооружений в различных городах нашей страны.

Надежность и эффективность рекомендуемых способов восстановления, усиления и повышения сейсмостойкости полносборных зданий подтверждена многолетней эксплуатацией восстановленных методом инъецирования полимеррастворов ряда уникальных зданий и сооружений, крупнопанельных домов в Тбилиси и Зарагане (АзССР); результатами последствий Газлийских землетрясений (восстановленные и усиленные полимеррастворами крупнопанельные дома, построенные без антисейсмических мероприятий и получившие существенные повреждения во время двух землетрясений в 1976 г. интенсивностью в 8 и 9 баллов, хорошо перенесли землетрясение 20 марта 1984 г. интенсивностью в 9 баллов, получив легко устранимые повреждения), а также безотказной эксплуатацией усиленного междуэтажного перекрытия чугунолитейного цеха АзтоВАЗа в г.Тольятти под повышенные динамические нагрузки в 42 кН/м^2.

При разработке Рекомендаций были использованы результаты исследований в этой области НИИЖБ, ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко, Харьковского и Донецкого ПромстройНИИпроектов, НИС Гидропроекта, Киевского отделения Теплопроекта, МИСИ, ЦМИПКС, ТашЗНИИЭП, Новочеркасского политехнического института, ОИСИ и Национального технологического университета в Афинах (Греция).

Рекомендации разработаны лабораторией ремонта и усиления зданий и сооружений ТбилЗНИИЭП (канд.техн.наук Э.П.Александрян — руководитель работы, разделы 1—8; 9А; 9В; 10; 11А; 11Г—11Ж и 12—14 написаны при участии инженеров Г.Г.Абрамяна, Э.С.Мурадяна и К.А.Саркисова; разд. 9Б выполнен инженерами Г.Г.Абрамяном и К.А.Саркисовым; разделы 11Б и 11В — инж. Г.Г.Абрамяном.

Замечания и предложения просим направлять по адресу: 380086, г.Тбилиси, ул.Сандро Эули, 5-а, ТбилЗНИИЭП, лаборатория ремонта и усиления зданий и сооружений.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Рекомендации предназначены для проектирования, расчета и производства работ по восстановлению, усилению и повышению сейсмостойкости с помощью полимеррастворов полносборных зданий — крупнопанельных, крупноблочных, каркасных и каркасно-панельных.

1.2. Рекомендации разработаны в соответствии со СНиП 2.03.01—84 "Бетонные и железобетонные конструкции".

1.3. Учитывая, что при разработке проектов восстановления, усиления и повышения сейсмостойкости зданий специалистам придется сталкиваться с единицами старой системы единиц и с марками бетона, в Рекомендациях приводятся значения расчетных сопротивлений в МПа и кгс/см^2, а классы бетона с соответствующими значениями их кубиковой прочности.

1.4. Рекомендациями предусматривается восстановление и усиление как отдельных элементов конструкций и стыков, так и несущей способности и пространственной жесткости зданий в целом.

1.5. Восстановление и усиление полносборных зданий должно выполняться в соответствии с проектом, разработанным на основании результатов тщательного обследования поврежденного или подлежащего модернизации или реконструкции здания.

1.6. Обследование конструкций полносборных зданий рекомендуется производить в соответствии с "Методикой по техническому обследованию полносборных зданий" (прил. 1), а также в соответствии с "Методическими указаниями по техническому обследованию полносборных зданий" (М.: Стройиздат, 1974), а при обследовании зданий, пострадавших во время землетрясений, — в соответствии с "Методическими рекомендациями по инженерному анализу последствий землетрясений" (М., ЦНИИСК им.Кучеренко,— 1980).

1.7. Работы по восстановлению и усилению полносборных зданий следует начинать после исключения всех причин, вызвавших в них деформации и повреждения.

1.8. Допустимая эксплуатационная температура для эпоксидных клеев холодного отверждения, в зависимости от принятых составов, находится в пределах от —70 ^{o}С до +80°С, что удовлетворяет требованиям СНиП 2.03.01—84. К тому же следует учесть, что заинъецированные эпоксидные составы, а также полимеррастворные швы в конструкциях усиления защищены массой бетона от воздействия повышенной температуры, а шпонки ПАШ и ПАШС и другие конструкции при необходимости могут быть защищены огнезащитной штукатуркой.

1.9. Рекомендации разработаны на основании многолетних результатов отечественных и зарубежных исследований, а также практического опыта ТбилЗНИИЭП по восстановлению и усилению гражданских и промышленных зданий различных конструктивных систем.

1.10. Приведенные способы восстановления и усиления полносборных зданий с помощью полимеррастворов не исключают применение для этих целей и других традиционных методов или же комплексного применения их в зависимости от конкретных условий.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1. Рекомендации предназначены для устранения повреждений в полносборных зданиях, полученных в результате: землетрясений; строительства зданий на просадочных грунтах и подрабатываемых территориях; просчетов, допущенных при проектировании, изготовлении и монтаже сборных конструкций; нарушении нормальной эксплуатации.

2.2. Рекомендации могут быть использованы для повышения сейсмостойкости полносборных зданий в случаях: изменения балльности района; капитального ремонта или реконструкции зданий, построенных без антисейсмических мероприятий; повреждения зданий, построенных без антисейсмических мероприятий и пострадавших во время землетрясений.

2.3. Необходимость усиления полносборных зданий возникает и в случаях: капитального ремонта и модернизации; реконструкции зданий, при изменении действующих нагрузок на перекрытия.

2.4. Рекомендации могут быть использованы и в новом строительстве полносборных зданий для обеспечения жесткости горизонтального диска сборных перекрытий и покрытий, нормального сцепления в крупноблочных зданиях и пространственной жесткости зданий в целом.

2.5. Рекомендации могут найти применение и при необходимости восстановления, усиления или реконструкции промышленных зданий, подверженных многократным динамическим нагрузкам. При этом работы эти могут быть выполнены в условиях действующего предприятия.

3. ХАРАКТЕРНЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

3.1. Повреждения в полносборных зданиях могут возникать в результате нарушения нормальной эксплуатации зданий, просадки грунтов основания, строительства зданий на подрабатываемых территориях, сейсмических или других воздействий и т.д.

3.2. Новизна, отсутствие опыта в начальный период строительства, допускаемые отклонения при проектировании, изготовлении и монтаже полносборных и особенно крупнопанельных зданий, построенных в период их освоения, также вызвали в них образование дефектов и повреждений различного характера.

3.3. Дефекты в панелях, стыках и в крупнопанельных зданиях в целом возникают и в результате специфических конструктивных особенностей этого массового вида индустриального строительства.

3.4. Независимо от характера воздействий повреждения в полносборных зданиях проявляются, в основном, в виде: трещин в элементах сборных конструкций и в стыках, недопустимых прогибов перекрытий, коррозии закладных деталей и др.

3.5. В крупнопанельных домах имеют место смещения и перекосы стеновых панелей в плоскости и из плоскости стен, несоосность их установки, недостаточная глубина опирания панелей перекрытий и т.д.

3.6. В крупноблочных домах повреждения встречаются в виде нарушения нормального сцепления раствора в швах кладки, образования трещин в стыках сборных перекрытий и смещения стеновых блоков и т.д.

3.7. В каркасных зданиях характерными повреждениями являются образование диагональных трещин в узлах сопряжения колонн с ригелями, разрушение опорных участков колонны, с раздроблением бетона и выпучиванием арматуры и т.д.

3.8. Характер повреждений полносборных зданий, построенных без антисейсмических мероприятий и пострадавших во время землетрясения, может быть весьма разнообразным и определяется видом напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, особенностями их сопряжения, степенью участия неконструктивных элементов, например перегородок, в пространственной работе здания и т.д.

3.9. Наиболее часто встречаемые повреждения и дефекты в крупнопанельных, крупноблочных и каркасных зданиях, способы их устранения, а также способы усиления отдельных конструкций и повышения сейсмостойкости зданий в целом приводятся в табл. 1, 2 и 3.

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕНЯЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Эпоксидные клеи и полимеррастворы

4.1. Клеящие составы, применяемые для восстановления и усиления несущих железобетонных конструкций, должны отвечать следующим требованиям:

иметь адгезионную и когезионную прочность не ниже прочности восстанавливаемых бетонных и железобетонных конструкций;

быть долговечными и погодоустойчивыми;

допускать возможность регулирования их вязкости и жизнеспособности;

быть пригодными для использования при любой, в том числе и при отрицательной, температуре окружающей среды.

4.2. В наибольшей степени этим требованиям удовлетворяют эпоксидные клеи и полимеррастворы на их основе, обладающие высокой прочностью, демпфирующим свойством и стойкостью к циклическому замораживанию и атмосферным воздействиям.

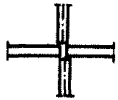
4.3. Эпоксидные клеевые соединения бетона и арматуры, обладающие высокой стойкостью к циклическим и вибрационным нагрузкам, обеспечивают надежность конструкций зданий, восстанавливаемых в сейсмических районах, а также конструкций, подверженных многократным динамическим нагрузкам.

4.4. В Рекомендациях приведены эпоксидные композиции, проверенные в практике ремонтно-восстановительных работ и показавшие стабильные физико-механические свойства в процессе эксплуатации.

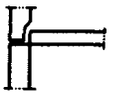
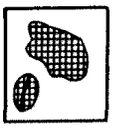
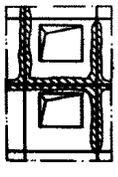
4.5. В восстановительных работах могут быть использованы и другие клеи и полимеррастворы, не уступающие эпоксидным по физико-механическим и технологическим свойствам.

4.6. В состав эпоксидного клея входят эпоксидная смола, пластификатор, модификатор, растворитель, отвердитель и др. Справочные данные о применяемых материалах приводятся в табл.4.

Таблица 1

№ п.п.	Виды повреждений	Причины повреждений или необходимость усиления	Способы восстановления и усиления
1	Трещины в панелях стен, перекрытий и стыках 	Нарушение технологии изготовления, транспортировки, складирования и монтажа Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Температурно-влажностные и усадочные воздействия Просадка грунтов основания фундаментов Строительство зданий на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия	Инъецирование эпоксидных полимеррастворов в трещины
2	Несоосность установки или смещение панелей 	Дефекты монтажа Сейсмические воздействия	Устройство армированных односторонних рубашек Устройство ПАШ
3	Несовпадение или разрыв арматурных выпусков в шпонках панелей 	Нарушение технологии изготовления Дефекты монтажа Сейсмические воздействия	Устройство ПАШ Приварка всех арматурных выпусков к металлическому листу

Продолжение табл. 1

№ п.п.	Виды повреждений	Причины повреждений или необходимость усиления	Способы восстановления и усиления
4	Отсутствие бетона замоноличивания в шпонках 	Дефекты монтажа	Бетонирование шпонки
5	Отсутствие или потеря пространственной жесткости и сейсмостойкости зданий 	Несоосность установки панелей Смещение плит перекрытий в стыках Отсутствие антисейсмических мероприятий *Сейсмические воздействия* Модернизация крупнопанельных домов первых поколений	Устройство ПАШ Устройство металлических тяжей
6	Недостаточная глубина опирания плит перекрытий или их смещение 	Дефекты монтажа Просадка грунтов основания фундаментов Сейсмические воздействия	Устройство дополнительной опоры из металлических уголков, заанкеренных болтами на эпоксидном полимеррастворе
7	Прогибы панелей перекрытий 	Нарушение технологии изготовления, транспортировки, складирования, монтажа Просчеты, допущенные при проектировании Нарушение нормального режима эксплуатации зданий	Приклейка 2—3 слоев стеклоткани эпоксидным клеем Дополнительное армирование панели с бетонировкой Устройство металлических балок со стяжными болтами
8	Вертикальное смещение плит перекрытий в стыках 	Просчеты, допущенные при проектировании и производстве работ Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Низкая клеящая способность цементного вяжущего Некачественное замоноличивание швов перекрытий	Заливка стыка эпоксидным полимеррастворм или полимерцементным составом Устройство стальных полос со стяжными болтами
9	Раздробление бетона с выпучиванием арматуры в панелях 	Низкая марка бетона Температурно-влажностные и усадочные воздействия Сейсмические воздействия	Устройство железобетонной рубашки с обеих сторон панели, наносимой методом торкретирования
10	Отсутствие или нарушение бетонировки горизонтальных и вертикальных стыков 	Дефекты монтажа Температурно-влажностные и усадочные воздействия Просадка грунтов основания фундаментов Строительство зданий на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия	Заделка стыков полимерцементным раствором с помощью растворонасоса

Продолжение табл. 1

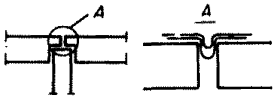
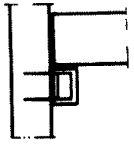
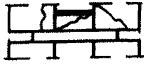
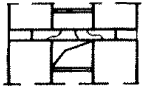
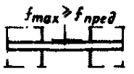
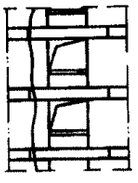
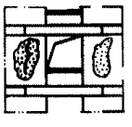
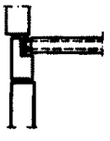
№ п.п.	Виды повреждений	Причины повреждений или необходимость усиления	Способы восстановления и усиления
11	Нарушение герметизации в стыках панелей  	Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Температурно-влажностные воздействия Просадка грунтов основания фундаментов Отсутствие или некачественное замоноличивание швов Сейсмические воздействия	Приклейка в горизонтальных и вертикальных стыках стеклопластикового компенсатора
12	Усиление узлов опирания ригелей крупнопанельных домов серии 1-335 	Коррозия стальных опорных столиков	Приклеивание железобетонных консолей, с анкеровкой выпусков арматуры

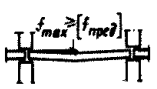
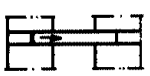
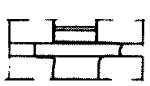
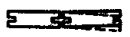
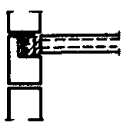
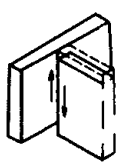
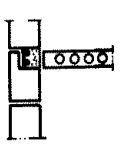
Таблица 2

№ п.п.	Виды повреждений	Причины повреждений или необходимость усиления	Способы восстановления и усиления
		ПОВРЕЖДЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ СТЕНОВЫХ И ПОЯСНЫХ БЛОКОВ	
1	Трещины (вертикальные и наклонные) в простеночных, подоконных блоках и в фундаментах 	Нарушение технологии изготовления, монтажа, транспортировки и складирования Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Температурно-влажностные и усадочные воздействия Податливость швов кладки Просадка грунтов Строительство на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия	Инъецирование эпоксидного полимерраствора в трещины до 5 мм, заделка или инъецирование полимерцементного раствора в трещины более 5 мм
2	Трещины (вертикальные и наклонные) в перемычечных блоках 	Нарушение технологии изготовления монтажа, транспортировки и складирования Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Температурно-влажностные и усадочные воздействия Податливость швов кладки Просадка грунта Строительство на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия	Инъецирование эпоксидного полимерраствора в трещины до 5 мм, заделка или инъецирование полимерцементного раствора в трещины более 5 мм

Продолжение табл. 2

№ п.п.	Виды повреждений	Причины повреждений или необходимость усиления	Способы восстановления и усиления
3	Прогиб перемычных блоков 	Просчеты проектирования Нарушение технологии изготовления, монтажа, транспортировки и складирования Нарушение нормального режима эксплуатации зданий	Поверхностно-оклеечное армирование: приклейка уголков; приклейка железобетонных элементов усиления; приклейка стеклоткани эпоксидным клеем
4	Трещины по всей высоте здания 	Просчеты проектирования и производства работ Температурно-влажностные и усадочные воздействия Просадка грунтов	Инъецирование эпоксидного полимерраствора в трещины до 5 мм Заделка или инъецирование полимерцементного раствора в трещины более 5 мм
5	Разрушение блоков 	Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Температурно-влажностные и усадочные воздействия Сейсмические воздействия Податливость связей	В зависимости от степени повреждения: замена сборного блока монолитным с устройством временных инвентарных приспособлений, поддерживающих вышележащие конструкции; устройство армированной, торкретированной рубашки
6	Трещины в кирпичных и мелкоблочных перегородках 	Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Неравномерная просадка грунтов Сейсмические воздействия	В зависимости от степени повреждения: инъецирование или заделка полимерцементным раствором; полная или частичная перекладка перегородки
		ДЕФОРМАЦИИ ПЕРЕКРЫТИЙ И ПОКРЫТИЙ	
7	"Клавишность" работы сборных элементов перекрытий, трещины в стыках 	Просчеты проектирования и производства работ Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Податливость растворных швов Просадка грунтов основания Строительство на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия	Разборка швов замоноличивания и заполнение стыка полимерцементным или цементным раствором или бетоном по адгезионной обмазке сопрягаемых сборных элементов
8	Сдвижка сборных элементов перекрытий на опорах, возможность обрушения 	Дефекты монтажа Податливость швов кладки Просадка грунтов Сейсмические воздействия	Устройство дополнительной опоры из металлических уголков, заанкерованных эпоксидным полимерраствором

Продолжение табл. 2

№ п.п.	Виды повреждений	Причины повреждений или необходимость усиления	Способы восстановления и усиления
9	Недопустимый прогиб панели перекрытия 	Просчеты проектирования и производства работ Нарушение технологии изготовления, монтажа, транспортировки, складирования Нарушение нормального режима эксплуатации зданий	Усиление панели перекрытия: приклейка 2—3 слоев стеклоткани эпоксидным клеем; армирование освобожденных от растворных швов стыков и заполнение их полимерцементным или цементным раствором или бетоном по предварительной адгезионной промазке
		ДЕФОРМАЦИИ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ БЛОКАМИ	
10	Сдвиг перемычных блоков на опоре 	Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Температурно-влажностные воздействия Податливость швов кладки Просадка грунтов Сейсмические воздействия	Перемычечный блок связывается с соседними блоками с помощью ПАШ или ПАШС
11	Трещины (вертикальные и горизонтальные) в швах между блоками 	Температурно-влажностные воздействия Просадка грунтов Податливость швов кладки Некачественное замоноличивание вертикальных швов между блоками Сейсмические воздействия	Заделка швов полимерцементным раствором на расширяющемся цементе
12	Сдвиг стеновых блоков относительно друг друга 	Строительство на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия	Устройство ПАШ или ПАШС Заливка швов полимерцементным раствором на расширяющемся цементе
13	Сдвиг отдельных блоков по горизонтальным швам 	Отсутствие связей между внутренними и наружными стенами Просадка грунтов Податливость швов кладки Сейсмические воздействия	Устройство вертикальных ПАШ или ПАШС Заделка швов полимерцементным раствором на расширяющемся цементе
14	Вертикальный сдвиг внутренних стен относительно наружных 	Строительство на подрабатываемых территориях Податливость швов кладки	Устройство горизонтальных ПАШ Заделка швов полимерцементным раствором на расширяющемся цементе
15	Трещины между панелями перекрытий и стеновыми блоками 	Нарушение нормальной эксплуатации зданий Податливость швов кладки в результате низкой клеящей способности цементного вяжущего Некачественное замоноличивание стыков Просадка грунтов Строительство на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия	Разборка швов замоноличивания и заполнение стыка полимерцементным или цементным раствором или бетоном по адгезионной промазке сопрягаемых поверхностей сборных элементов

Продолжение табл. 2

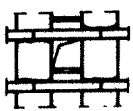
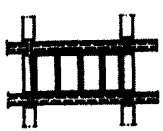
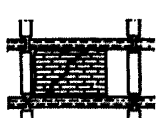
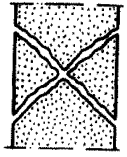
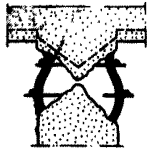
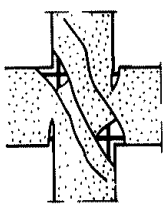
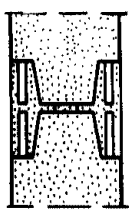
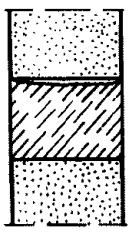
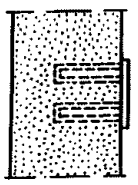
№ п.п.	Виды повреждений	Причины повреждений или необходимость усиления	Способы восстановления и усиления
16	Горизонтальные трещины между перемычными и простеночными блоками 	Податливость швов Сейсмические воздействия	Связь данного перемычного блока с соседними блоками с помощью ПАШ или ПАШС
17	Отрыв продольных стен от поперечных 	Просадка грунтов Сейсмические воздействия	Инъецирование полимерцементными растворами Заделка швов полимерцементным раствором на расширяющемся цементе
18	Отрыв кирпичных перегородок от несущих конструкций 	Просадка грунтов Недостаточная связь кирпичной кладки со стеновыми блоками Сейсмические воздействия	Инъецирование полимерцементными растворами Заделка швов полимерцементным раствором на расширяющемся цементе

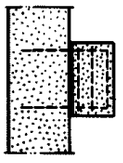
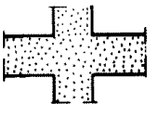
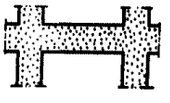
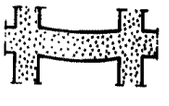
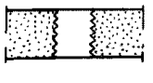
Таблица 3

№ п.п.	Виды повреждений	Причины повреждений или необходимость усиления	Способы восстановления и усиления
		КОЛОННЫ	
1	Трещины 	Нарушение технологии изготовления, транспортировки, складирования и монтажа Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Просадка грунтов основания Строительство на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия	Инъецирование в трещины Устройство железобетонных обойм по адгезионной промазке Приклеивание стеклоткани эпоксидным клеем Устройство стальной рубашки
2	Раздробление бетона с выпучиванием арматуры 	Нарушение технологии изготовления Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Просадка грунтов основания Строительство на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия Перегрузка конструкции	Приварка дополнительных арматурных стержней, добетонировка поврежденного участка по адгезионной промазке и устройство железобетонной обоймы по адгезионной промазке, рубашки из стальных листов или обклейка стеклотканью на эпоксидном клее

Продолжение табл. 3

№ п.п.	Виды повреждений	Причины повреждений или необходимость усиления	Способы восстановления и усиления
		УЗЕЛ КАРКАСА	
3	Трещины, раздробление бетона или необходимость повышения несущей способности 	Просчеты, допущенные при проектировании, строительстве и монтаже Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Сейсмические воздействия Перегрузка конструкции	Инъецирование в трещины эпоксидного клея или полимерраствора Заполнение поврежденных участков бетона полимерраствором с предварительным праймированием внутренней поверхности этих участков Устройство с обеих сторон узла перекрестных и горизонтальных полимеррастворных армированных включений Приклеивание с обеих сторон узла стального листа или стеклоткани Устройство армированных рубашек из торкрет-бетона на узле и примыкающих к нему ригелях и колоннах на длину не менее 1 м в каждую сторону от грани колонн и ригелей
4	Отсутствие или недостаточность косвенного армирования колонн в стыках 	Просчеты, допущенные при проектировании или изготовлении конструкции	Устройство стальной рубашки
5	Образование мениска в стыках колонн 	Нарушение технологии производства работ	Инъецирование эпоксидного клея или полимерраствора
6	Отсутствие закладных деталей или неправильная их установка 	Просчеты, допущенные при проектировании или изготовлении конструкции	Устройство новых закладных деталей с выпусками арматуры, вклеиваемыми в высверленные отверстия в бетоне
7	Отсутствие анкерных колодцев в колоннах, фундаментах и др. 	Просчеты, допущенные при проектировании или изготовлении конструкции	Устройство анкерных колодцев сверлением отверстий в бетоне

Продолжение табл. 3

№ п.п.	Виды повреждений	Причины повреждений или необходимость усиления	Способы восстановления и усиления
8	Усиление существующих или необходимость устройства новых консолей 	Просчеты, допущенные при проектировании, изготовлении и монтаже Коррозия арматуры Необходимость повышения несущей способности Реконструкция зданий	Приклеивание железобетонных консолей с выпусками арматуры, анкеруемыми эпоксидным полимерраствором, в отверстиях, предварительно высверленных в бетоне колонны
		РИГЕЛИ И БАЛКИ	
9	Трещины в ригелях рам, балках, перемычках 	Просчеты, допущенные при проектировании, строительстве и монтаже Перегрузка конструкции Просадка грунтов основания Строительство на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия Необходимость повышения действующих нагрузок на конструкцию	Инъецирование в трещины Приклейка в растянутой зоне ригеля стального листа, стеклоткани или элемента из обычного или предварительно напряженного железобетона Приклеивание на опорной зоне ригеля стального листа или стеклоткани
10	Необходимость усиления опорной зоны ригеля или балки 	Просчеты, допущенные при проектировании, строительстве и монтаже Перегрузка конструкции Просадка грунтов основания Строительство на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия Необходимость повышения действующих нагрузок на конструкцию	Наращивание бетона по адгезионной промазке с предварительной укладкой дополнительной арматуры в обхват колонны или через заранее просверленные в колонне отверстия Приклейка стальных листов с приваренной дополнительной арматурой, расположенной в обхват колонны
11	Необходимость усиления сжатой зоны бетона ригелей или балок 	Просчеты, допущенные при проектировании, строительстве и монтаже Перегрузка конструкции Просадка грунтов основания Строительство на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия Необходимость повышения действующих нагрузок на конструкцию	Приклеивание стального листа или стеклоткани Наращивание бетона по адгезионной промазке с предварительной укладкой арматуры
12	Недопустимый прогиб ригелей и балок 	Просчеты, допущенные при проектировании, строительстве и монтаже Перегрузка конструкции	Приклеивание в растянутой зоне элемента из обычного или предварительно напряженного железобетона, стального листа или стеклоткани Устройство железобетонной обоймы по адгезионной промазке Устройство напрягаемых тяжей
13	Деформация стыков сборных перекрытий или необходимость усиления стыков 	Просчеты, допущенные при проектировании и монтаже Нарушение нормальной эксплуатации Просадка грунтов основания Строительство на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия Повышение несущей способности Реконструкция или модернизация зданий	Инъецирование в трещины Устройство в стыках ПАШ или ПАШС

Продолжение табл. 3

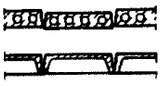
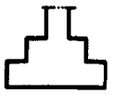
№ п.п.	Виды повреждений	Причины повреждений или необходимость усиления	Способы восстановления и усиления
14	Необходимость повышения горизонтальной жесткости, сейсмостойкости сборных перекрытий и покрытий, исключение "клавишности" работы сборных элементов перекрытий 	Просчеты, допущенные при проектировании и монтаже Нарушение нормального режима эксплуатации Просадка грунтов основания Строительство на подрабатываемых территориях Сейсмические воздействия Повышение сейсмостойкости зданий	Замена раствора швов на полимерцементный раствор, полимерраствор или же на мелкозернистый бетон, укладываемый по адгезионной промазке
15	Необходимость усиления сборных перекрытий и покрытий 	Просчеты, допущенные при проектировании, изготовлении и монтаже Нарушение нормального режима эксплуатации зданий Сейсмические воздействия Повышение действующих нагрузок на перекрытие Реконструкция или модернизация зданий	Замена раствора швов на полимерраствор с предварительным армированием стыка на дополнительную нагрузку Замена раствора швов на мелкозернистый бетон, укладываемый в стык по адгезионной промазке, с предварительным армированием стыка на дополнительную нагрузку
16	Необходимость усиления ферм 	Просчеты, допущенные при проектировании, изготовлении, транспортировке и монтаже Нарушение нормального режима эксплуатации Сейсмические воздействия Реконструкция зданий	Восстановление: инъецирование в трещины Усиление: приклеивание элементов усиления к усиляемым элементам ферм-поясам, раскосам и стойкам; устройство ПАШ и ПАШС в узлах ферм
17	Необходимость усиления фундаментов 	Просчеты, допущенные при проектировании и строительстве	Восстановление: инъецирование в трещины Усиление: устройство приливов-башмаков по адгезионной промазке; устройство железобетонных рубашек; прибетонировка по адгезионной промазке с анкеровкой арматуры в усиливаемом фундаменте

Таблица 4

№ п.п.	Материалы	Нормативный документ	Назначение
1	Эпоксидная смола ЭД-16	ГОСТ 10587—84	Связующее
2	" " ЭД-20	ГОСТ 10587—84	"
3	Компаунд КЭА-2	ТУ 6-05-041-498-73	"
4	" К-115	МРТУ 6-05-1251-75	"
5	" К-153	ТУ 6-05-1584-77	"
6	Клей ПЭФ-1	СТП-ДПСНИИП-401-81	Клей
7	Поливинилацетатный клей	РСТ АрмССР 284-71	"
8	Сламор	ТУ 38-10931-76	Модификатор
9	Дибутилфталат	ГОСТ 8728—77* Е	Пластификатор
10	Полиэфир МГФ-9	ТУ 6-01-450-70	"
11	Ацетон	ГОСТ 2603—79*	Растворитель
12	Полиэтиленполиамин	ТУ 6-02-594-70	Отвердитель
13	Триэтаноламин	СТУ 12-10-126-61	"
14	Отвердитель УП-0633М	ТУ 6-05-1863-78	"
15	Аминофенольный отвердитель АФ-2	ТУ 6-05-1663-74	"
16	Речной песок	ГОСТ 8736—85	Наполнитель
17	Кварцевый "	ГОСТ 6139—78	"
18	Андезитовая мука	ТУ 6-1237-72	"
19	Портландцемент	ГОСТ 10178—85	"
20	Стеклоткань СТ-11	ГОСТ 19170—73	Армирующий материал
21	Стеклоткань СТ-13	ГОСТ 19170—73*	То же
22	Стеклосетка $РС_2$-1	МРТУ 6-11-98-68	"
23	" $РС_2$-2	МРТУ 6-11-98-68	"
24	" $РС_2$-3	МРТУ 6-11-98-68	"

4.7. Полимеррастворы получают введением в эпоксидный клей наполнителей.

4.8. Основой эпоксидного клея является эпоксидная смола. Для восстановления конструкций, поврежденных трещинами, методом инъецирования полимеррастворов рекомендуются эпоксидные смолы марок ЭД-16, ЭД-20, ЭА.

4.9. Хрупкость эпоксидных клеев устраняется введением в них пластификаторов, например дибутилфталата, полиэфира МГФ-9, тиокола и др. В работах рекомендуется использовать эпоксидные компаунды К-115 и К-153 — эпоксидные смолы, уже пластифицированные соответственно полиэфиром МГФ-9 и полиэфиром МГФ-9 с тиоколом.

4.10. При необходимости снижения вязкости эпоксидных смол ЭД-16 и ЭД-20 в них вводится растворитель, например ацетон в количестве не более 10% массы смолы, или модификаторы, например сламор. Рекомендуется в этих случаях использование низковязких эпоксидных составов, например компаунда КЭА-2.

4.11. Отверждение эпоксидных клеев и полимеррастворов в теплое время года при $t > 15\ ^{o}C$ производится, в зависимости от принятой композиции, полиэтиленполиамином (ПЭПА), УП-0633М или комбинированным отвердителем — полиэтиленполиамином (ПЭПА) с триэтаноламином (ТЭА).

4.12. Отверждение эпоксидных клеев и полимеррастворов в зимнее время (при $t \leqslant 15\ ^{o}C$) осуществляется с помощью аминофенольного отвердителя АФ-2 или полиэтиленполиамином с введением в состав клея модификатора — сламора.

4.13. Повышение вязкости и снижение текучести клея достигается введением в него поливинилацетатного клея.

4.14. Улучшение технологических свойств клея и снижение расхода эпоксидной смолы достигается введением в состав клея наполнителей — кварцевого песка, андезитовой муки, цемента и др.

Полимерцементные растворы

4.15. Полимерцементный раствор представляет собой материал на основе композиционного вяжущего, включающего органический полимер и неорганическое вяжущее вещество.

В Рекомендациях в качестве композиционного вяжущего принят состав на основе поливинилацетатного клея и портландцемента.

4.16. В состав полимерцементного раствора кроме поливинилацетатного клея и цемента входят песок и вода. При необходимости ускорения твердения в состав вводится гипс.

4.17. Рекомендуемый поливинилацетатный клей выпускается отечественной промышленностью с содержанием 50% сухих веществ и пластифицированным дибутилфталатом.

4.18. В качестве неорганического вяжущего следует применять портландцемент М-400 и выше с содержанием трехкальциевого алюмината не выше 10%.

4.19. Песок можно использовать речной, применяемый для приготовления кладочных и штукатурных растворов, просеянный.

4.20. Для приготовления раствора применяется любая питьевая вода.

Клей ПЭФ-1

4.21. Клей ПЭФ-1 предназначен для высокопрочного соединения стали, старого бетона и других твердых материалов с новым бетоном на портландцементе в процессе естественной выдержки или термовлажностной обработки.

4.22. Клей ПЭФ-1 представляет собой однородную жидкость белого или светло-желтого цвета.

4.23. Клей ПЭФ-1 выпускается Донецким ПромстройНИИпроектом.

Бетон и арматура

4.24. Нормативные и расчетные характеристики бетона и арматуры, применяемых для конструкций усиления, должны удовлетворять требованиям главы СНиП 2.03.01—84 на проектирование бетонных и железобетонных конструкций.

4.25. При усилении железобетонных конструкций устройством обойм, приклеиванием армирующих элементов и других следует применять бетоны прочностью не ниже фактической прочности усиливаемого элемента и не ниже класса В15.

4.26. Замоноличивание стыков сборных перекрытий и покрытий с целью повышения их несущей способности и жесткости производят по адгезионной обмазке мелкозернистым бетоном, марка которого принимается на одну ступень выше прочности бетона сопрягаемых сборных элементов.

4.27. Для конструкций, работающих в агрессивных средах, прочность бетона принимается в соответствии с требованиями для данной среды. Материалы для защиты конструкции усиления от коррозии следует принимать в соответствии с требованиями главы СНиП 2.03.11–85 "Защита строительных конструкций от коррозии".

4.28. Песок для изготовления бетона и раствора рекомендуется принимать с модулем крупности не менее 2,5 мм, удовлетворяющий ГОСТ 10268–80.

4.29. Щебень для изготовления обойм, элементов усиления и других следует принимать крупностью 5–10 мм, марки по прочности 60 МПа (600 кгс/см^2), удовлетворяющий ГОСТ 10268–80.

4.30. В качестве рабочей арматуры конструкций усиления следует принимать арматуру классов А-II и А-III. В качестве же конструктивной допускается использовать арматуру классов А-I и В-I. Армирование предварительно напряженных элементов усиления рекомендуется осуществлять арматурными канатами классов К-7 и К-19, а также высокопрочными арматурными проволоками классов В-II и Вр-II.

4.31. Для сварки арматуры элементов усиления следует применять электроды, соответствующие свариваемым сталям и условиям работы конструкций и удовлетворяющие требованиям "Пособия по расчету и конструированию сварных соединений стальных конструкций (к главе СНиП II-23-81*)".

Стеклоткань

4.32. Стеклоткань – высокопрочный стекловолокнистый тканый материал для поверхностно-оклеечного армирования бетона.

4.33. Стеклопластик, получаемый на поверхности бетона одностадийным способом, благодаря его высокоэластичной деформативности, обладает высокой демпфирующей способностью и может быть особенно эффективно использован при усилении конструкций, подверженных действию вибрации.

4.34. В качестве поверхностного слоя могут быть использованы стеклоткань марок СТ-11; СТ-13 и др., а также стеклосетка марок $РС_2$-1; $РС_2$-2; $РС_2$-3 и др.

4.35. Стеклоткань и стеклосетка перед их использованием в качестве поверхностного армирующего слоя должны быть освобождены от замасливателя.

4.36. Удаление замасливателя производят промывкой и экстрагированием, применяя для этих целей водные растворы моющих и очистительных средств, а также органические растворители – бензин, ацетон, толуол, дихлорэтан и др.

Может быть использован и комбинированный способ удаления замасливателя – кратковременная термообработка стеклоткани при температуре 300 ^{o}С и последующая отмывка в моющих растворах.

5. СОСТАВЫ КЛЕЕВ И ПОЛИМЕРРАСТВОРОВ

Эпоксидные клеи и полимеррастворы

5.1. В зависимости от назначения, температуры окружающей среды и др. применяются те или иные композиции клеев и полимеррастворов, различающиеся по своему составу и вязкости.

5.2. Восстановление конструкций методом инъецирования полимеррастворов предусматривает применение двух видов составов — герметизирующего и инъекционного.

5.3. Герметизирующий состав предназначен для создания замкнутого пространства трещин при инъецировании.

5.4. Инъекционный состав предназначен для восстановления монолитности поврежденных трещинами конструкций.

5.5. Герметизирующий и инъекционный составы изготавливаются на основе эпоксидных смол и отличаются друг от друга вязкостью и вводимыми в них модификаторами и наполнителями.

5.6. Усиление конструкций предусматривает применение эпоксидных клеев и полимеррастворов различных композиций.

5.7. Рекомендуемые эпоксидные клеи приводятся в табл.5. Составы 1÷10 пригодны для применения при температуре окружающей среды $t > 15\ ^{o}C$, а при температуре $t \leqslant 15\ ^{o}C$ следует применять составы 11÷12 или состав 8.

Количество наполнителя для приготовления полимеррастворов приводится в соответствующих разделах Рекомендаций.

5.8. При необходимости регулирования жизнеспособности в интервале от 1,5—2 ч до 7—8 сут применяется эпоксидный клей с комбинированным отвердителем следующего состава, в частях по массе:

Состав 13:
Эпоксидная смола ЭД-16 100
Дибутилфталат. 20
Полиэтиленполиамин. . . . . "а"
Триэтаноламин ТЭА . . . . . "б"
Наполнитель . . . . . 0÷400

Значения "а" и "б" принимаются по табл.6 в зависимости от требуемой жизнеспособности клея и производственно-технологических требований.

Полимерцементные растворы

5.9. Герметизация трещин и заделка швов в каменной кладке заполнения каркасов, замоноличивание стыков сборных перекрытий выполняются полимерцементным раствором П-1 (табл.7).

5.10. Герметизация трещин может осуществляться и полимерцементным раствором П-2.

5.11. Инъецирование трещин производят полимерцементным раствором П-3.

5.12. При необходимости ускорения твердения в составы вводится хлористый кальций в количестве 1% массы цемента или гипса.

Составы приведены для поливинилацетатного клея с 50%-м содержанием воды и пластифицированного дибутилфталата.

5.13. Подобранные составы полимерцементных растворов перед их применением должны быть проверены в лабораторных условиях испытанием на сдвиг склеенных кубиков (пп. 13.7—13.11).

Адгезионные промазки

5.14. Прочность стыков сборных конструкций по границе "старого" и "нового" бетонов обеспечивается с помощью предварительной адгезионной промазки стыкуемых элементов.

Таблица 5

Компоненты клея	Содержание компонентов в частях по массе в составе											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Связующее:												
Эпоксидная смола ЭД-16	100	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
" " ЭД-20	–	–	100	100	–	–	–	100	100	100	100	100
Эпоксидный компаунд КЭА-2	–	–	–	–	–	–	100	–	–	–	–	–
" " К-153	–	–	–	–	130	–	–	–	–	–	–	–
" " К-115	–	–	–	–	–	120	–	–	–	–	–	–
Пластификатор:												
Полиэфир МГФ-9 или дибутилфталат	20	20	20	20	–	–	–	–	20	20	20	20
Отвердитель:												
Полиэтиленполиамин	10	–	15	–	15	15	25	10	15	10	–	–
УП-0633М	–	18	–	22	–	–	–	–	–	–	–	–
Аминофенольный АФ-2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	30	30
Модификатор:												
Ацетон	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–
Поливинилацетатная эмульсия – ПВАЭ	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10–15		10–15
Сламор	–	–	–	–	–	–	–	80–100		–	–	

Таблица 6

Количество ТЭА на 100 частей по массе эпоксидной смолы ЭД-16 – "б"	15	14,25	13,50	12,0	10,5	9,0	3,0	0
Количество ПЭПА на 100 частей по массе эпоксидной смолы ЭД-16 – "а"	0	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	8,0	10,0
Адгезионная жизнеспособность клея при температуре $t=20^{o}C$, ч	215	205	195	120	55	25	5,0	2,0

Таблица 7

Компоненты	Содержание компонентов в составах, часть по массе		
	П-1	П-2	П-3
Поливинилацетатный клей	40	40	50
Портландцемент М-400	100	–	100–300
Гипс	–	300–400	–
Песок речной	150	–	–
Вода	25	50	50

5.15. В качестве адгезионной промазки рекомендуется клей ПЭФ-1, жизнеспособность которого после нанесения на бетонные поверхности и высыхания в течение 30 мин составляет 30 сут при $t=20\ ^{o}C$, а при $t > 20\ ^{o}C$ открытая выдержка уменьшается, например при $t = 30^{o}C$ – до 7 сут.

5.16. Слой клея ПЭФ-1 перед укладкой бетона или раствора должен быть чистым, без следов пыли, масла и т.д.

5.17. Технические требования к клею ПЭФ-1, а также правила приемки, методы испытаний, указания по применению и т.д. см. "Стандарт предприятия. Клей ПЭФ-1. СТП-ДПСНИИП-401-81". (Донецкий ПромстройНИИпроект, Донецк, 1981).

5.18. Для этих целей может быть использован и состав 8 (см. табл.5), однако при этом следует учитывать малую его жизнеспособность – 1 ч. Бетонировать стыки следует через 10–15 мин после нанесения состава 8 на поверхность бетона.

6. ПРИГОТОВЛЕНИЕ КЛЕЕВ И ПОЛИМЕРРАСТВОРОВ

Эпоксидные клеи и полимеррастворы

6.1. От качества приготовленного клея зависят прочность и надежность клеевого соединения, поэтому приготовление клеев из отдельных компонентов следует производить в полном соответствии с приводимыми в настоящем разделе рекомендациями.

6.2. Приготовление клеев заключается в смешивании отдельных компонентов в соотношениях, указанных для данного состава.

6.3. Технология приготовления герметизирующего и инъекционного составов сводится к следующим операциям:

подогрев (при необходимости) эпоксидной смолы в водяной бане (ЭД-16 разрешается подогревать до 80 °С, а ЭД-20 — до 40°С) и отвешивание ее в чистой полиэтиленовой или металлической посуде;

отвешивание соответствующего количества пластификатора или модификатора и введение их в охлажденную до 25 °С смолу при тщательном перемешивании в одну сторону;

отвешивание расчетного количества отвердителя — полиэтиленполиамина, УП-0633М, аминофенольного АФ-2, и введение его в смолу при температуре не выше 25 °С при тщательном перемешивании;

введение в полученную смесь (при необходимости) наполнителя при тщательном перемешивании в течение не менее 5 мин, при массе клея 0,5—1 кг. Наполнитель должен быть предварительно просушен до постоянного веса при t = 120—150°С. При введении наполнителя температура его должна быть в пределах 20—25°С.

6.4. При приготовлении составов № 10 и 12 (см. табл.5) поливинилацетатный клей вводится в состав полимеррастворa непосредственно перед его использованием. Учитывая малую жизнеспособность этих составов, рекомендуется приготовлять их не более 0,5—1 кг.

6.5. Необходимо учитывать, что количество отвержденного клеевого соединения в значительной мере зависит от соотношения входящих в композицию ингредиентов и тщательности их смешивания. Точность взвешивания компонентов должна быть в пределах 0,1% рецептурной массы.

6.6. С целью исключения погрешностей при взвешивании компонентов эпоксидных клеев рекомендуется приготовлять их заранее, используя оттарированные мерные сосуды. При этом, следует приготовление клея свести к смешиванию заранее пластифицированной, модифицированной и охлажденной до температуры окружающего воздуха смолы с отвердителем, что исключит также аккумуляцию экзотермического тепла реакции полимеризации клея.

6.7. Полученный после перемешивания состав клея или полимеррастворa может быть использован для практических целей в течение требуемого и соответствующего данному составу времени адгезионной жизнеспособности. Однако следует учитывать, что жизнеспособность клея зависит от температуры компонентов клея, вводимых в смолу, от температуры самой смолы и температуры окружающей среды. Технологическая жизнеспособность приведенных составов 1—9 и 11 при t = 20°С составляет 1,5—2 ч.

6.8. Для приготовления клея рекомендуется использовать полиэтиленовую емкость, имеющую форму противня.

6.9. Рекомендуется изготовлять в одном замесе не более 1—3 кг клея при t=20—25 °С. При t<20 °С объем замеса может быть увеличен до 4—5 кг.

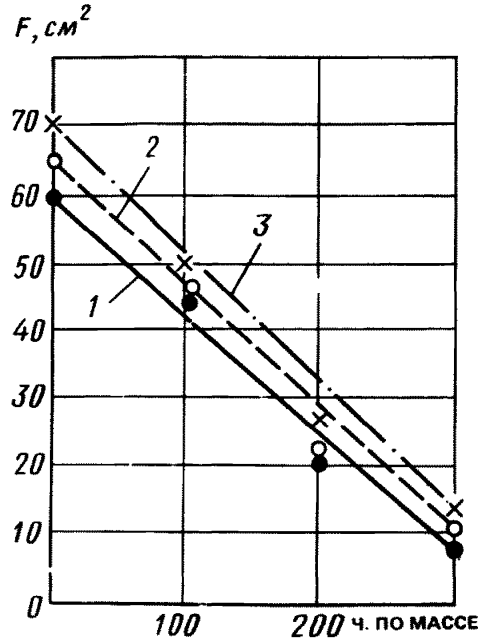
6.10. Практической оценкой пригодности клея может служить проверка его в процессе работы на образование и отрыв нитей.

6.11. Затвердевший клей к употреблению не пригоден и в дальнейших работах не может быть использован.

6.12. Работам по приготовлению клея должна предшествовать проверка соответствия используемых материалов их техническим условиям.

6.13. Приготовление клея должно производиться в специальном помещении, оборудованном приточно-вытяжной вентиляцией, или в вытяжных шкафах при обеспечении необходимого технического наблюдения. Допускается приготовление клея на открытом воздухе при соблюдении соответствующих требований техники безопасности и противопожарных мер.

Рис. 1. Кинетика изменения условной вязкости эпоксидного клея и полимерраствора в зависимости от количества наполнителя-цемента на 100 ч. по массе смолы ЭД-20 и времени выдержки
1 — время выдержки 1 мин; 2 — то же, 2 мин; 3 — то же, 5 мин



6.14. Все работы должны выполняться при строгом соблюдении правил техники безопасности (см. разд.14).

6.15. Условную вязкость приготовленных эпоксидных клеев и полимеррастворов определяют вискозиметром ВП-3 по изменению площади отпечатка в $см^2$ при температуре 18—20 °С.

6.16. Кинетика изменения вязкости эпоксидного клея состава 3 и полимеррастворa на его основе с наполнителем-цементом приводится на графике (рис.1).

6.17. Способ определения условной вязкости полимеррастворa вискозиметром ВП-3 описан в прил.3.

Полимерцементные растворы

6.18. Приготовление полимерцементных растворов производят в следующей последовательности: поливинилацетатный клей смешивается с водой; в смесь вводят портландцемент с песком и тщательно перемешивают до получения легкой подвижной смеси.

При необходимости ускорения твердения полимерцементного раствора поливинилацетатный клей смешивают с водным раствором хлористого кальция.

6.19. Приготовление полимерцементных растворов в небольшом количестве — до 3—4 кг можно производить вручную в полиэтиленовой или металлической посуде при тщательном перемешивании. При большем количестве для приготовления составов целесообразно использовать вибросмесители или мешалки бегункового и лопастного типов.

Клей ПЭФ-1

6.20. Клей ПЭФ-1 выпускается готовым к употреблению. Для упрощения работ допускается добавление в клей ПЭФ-1 растворителей, например этилового спирта, ацетона и т.п. в количестве не более 90% массы клея

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ МЕТОДОМ ИНЪЕЦИРОВАНИЯ ПОЛИМЕРРАСТВОРОВ

7. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ИНЬЕЦИРОВАНИЮ ТРЕЩИН

Инъецирование трещин эпоксидными полимеррастворами

7.1. Метод инъецирования полимеррастворов (МИП) при восстановлении бетонных и железобетонных конструкций заключается во введении под давлением через шайбы или штуцера в заранее загерметизированную трещину высокопрочных клеящих составов, например эпоксидных, обеспечивающих 100%-е восстановление монолитности поврежденной конструкции.

7.2. В зависимости от величины раскрытия, трещины классифицированы по категориям, мм:

I — трещины с раскрытием до 0,3

II — " " от 0,3 до 1

III — " " от 1 до 2

1У — " " св. 2

7.3. Технология инъецирования трещин состоит из следующих основных операций:

подготовка трещин к инъецированию;

приклейка инъекционных шайб, уголков или, при необходимости, вклеивание штуцеров в заранее просверленные отверстия;

герметизация трещин;

инъецирование трещин.

7.4. Трещины и примыкающие к ним бетонные участки шириной в 5—10 см до начала ремонтных работ освобождаются от обоев и штукатурки и тщательно зачищаются от краски, грязи и пыли.

7.5. Жировые пятна и следы битума очищают электрощетками и смывают ацетоном. Очистку можно производить и с помощью обычных металлических щеток. Нельзя для этих целей использовать бензин, керосин, соляровое масло, а также смывать растворителями пятна до механической обработки, так как эти вещества, растворяясь, впитываются бетоном, что приводит к снижению адгезии клеевой композиции к бетону.

7.6. Трещина с обеих сторон освобождается от осколков бетона и слабых бухтящих участков.

7.7. Инъецирование трещин рекомендуется производить способом ТбилЗНИИЭП через металлические шайбы, закрепляемые на участке трещины на поверхностях (рис. 2, *а*) или через уголки — в угловых участках конструкций (рис. 2, *б*). Применение шайб и уголков при инъецировании позволяет использовать их многократно и исключает необходимость сверления отверстий в бетоне, что значительно упрощает восстановление конструкций с помощью МИП.

7.8. Размеры шайб и уголков принимаются в зависимости от марки бетона восстанавливаемой конструкции и давления при инъецировании. Практически при восстановлении конструкций, выполненных из бетона М 100—300 и давлении при инъецировании до $10 \cdot 10^5$ Па (10 кгс/см^2), шайбы следует применять размерами 4х50х50 мм, а уголок 50х5, $l = 50$ мм.

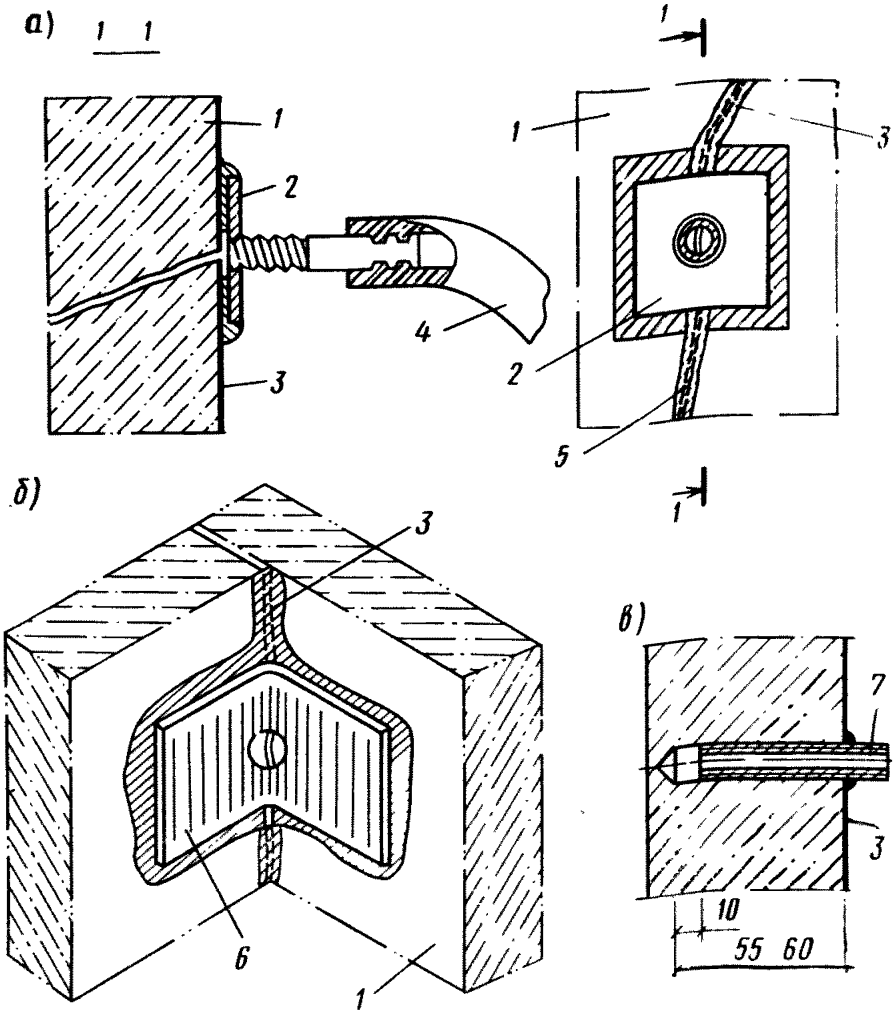


Рис. 2. Способы инъецирования трещин
а, б — через шайбу или уголок; в — через штуцер; 1 — панель; 2 — шайба; 3 — герметизация; 4 — гибкий шланг; 5 — трещина; 6 — уголок; 7 — штуцер

7.9. Шайбы и уголки перед их приклейкой обезжириваются ацетоном.

7.10. С целью исключения попадания полимерраствора на участки, примыкающие к отверстиям шайбы, нанесение его производится не по всей ее поверхности.

7.11. Приклеивание инъекционных шайб или уголков следует производить составами, исключающими сползание их в процессе полимеризации клея и обеспечивающими высокую адгезию и быстрое склеивание. Для этого могут быть использованы: в теплое время года (при $t > 15\ ^{o}C$) состав 10 и в холодное время года (при $t \leqslant 15\ ^{o}C$) — состав 12 (см. табл.5).

7.12. Приклейку шайб или уголков к восстанавливаемым конструкциям следует производить таким образом, чтобы ось отверстия шайбы совпадала с трещиной.

7.13. В случаях невозможности устройства шайб или уголков (неровные поверхности, сильно изломанные кромки бетона и др.) инъецирование на этих участках следует осуществлять через штуцера.

7.14. Сверление отверстий вдоль трещин для установки штуцеров следует производить электродрелью, например, марки С-480, а сверла принимать диаметром 12 мм с победитовыми напайками.

7.15. Глубина сверления отверстий — 60 мм, длина заделки штуцера — 50 мм.

7.16. Перед установкой штуцера необходимо промыть ацетоном.

7.17. Штуцера закрепляются в отверстиях с помощью составов 1—5 или 11, в зависимости от погодных условий (см. табл.5), с введением в них наполнителя.

7.18. Штуцер обмазывается полимеррастворомна длину 40 мм и вводится с легким проворачиванием в отверстие в бетоне с таким расчетом, чтобы перед штуцером осталась полость 10 мм (рис.2,*в*). Во избежание закупорки штуцера или трещины целесообразно обмазку штуцера полимеррастворомначинать на 10 мм отступя от его конца.

7.19. При восстановлении конструкций со сквозными трещинами на одной из ее сторон устанавливаются контрольные шайбы, уголки или штуцера.

7.20. Для наблюдения за инъецированием клеев и полимеррастворов в трещины на характерных их участках, например перегибах,приклеиваются стеклянные визиры составами 10 и 12, в зависимости от температуры окружающей среды (см. табл.5).

7.21. После полимеризации полимеррастворас помощью сжатого воздуха проверяется сообщаемость штуцеров с трещиной. Шайбы и уголки этой проверки не требуют, достаточно визуального осмотра.

7.22. В случае, если шайба или штуцер окажутся закупоренными полимеррастворомпроизводится рассверловка их ручной дрелью со сверлом диаметром 4—5 мм или их устраивают на новом месте рядом.

7.23. Шаг установки шайб, уголков или штуцеров принимается в зависимости от категории трещин (табл.8).

Таблица 8

Категория трещин	Величина раскрытия трещин, мм	Шаг установки шайб, мм
I	0,1 — 0,3	150
II	0,3 — 1	200 — 250
III	1 — 2	300
IУ	2 и более	400

7.24. После установки шайб или штуцеров и проверки их сообщаемости с трещиной приступают к ее герметизации.

7.25. Трещина с шириной раскрытия до 2 мм очищается от цементной пленки и сколовшихся кромок и в два приема, с интервалом в 30 мин, покрывается клеем — составом 1—6 или 11 в зависимости от технологических и погодных условий (см. табл.5).

7.26. Состав считается подобранным правильно, если при первом нанесении клей втягивается в трещины, а после второго на месте трещины остается сплошная пленка.

7.27. Количество наполнителя в герметизирующем составе, в зависимости от категории трещин и погодных условий, приводится в табл. 9.

Таблица 9

Категория трещин	Раскрытие трещин, мм	Количество наполнителя на 100 частей по массе смолы
I	0,1 – 0,3	0
II	0,3 – 1	0 – 100
III	1 – 2	100 – 200
IУ	Более 2	300 – 400

Примечание. Количество наполнителя следует корректировать в каждом конкретном случае в зависимости от температуры окружающей среды.

7.28. Для нанесения и тщательного растушовывания клея или полимеррастворa используют жесткие волосяные кисти. Клей наносят и вокруг шайб, уголков и штуцеров. Достаточной прочности клей достигает при температуре 18–20 °С через несколько часов.

7.29. При ширине раскрытия трещин более 2 мм, а также в случае низкой прочности бетона, наличия бухтящих участков или раскрошившихся кромок, герметизация трещин осуществляется заполнением полимеррастворoм заранее устроенного V-образного желоба (рис.3).

7.30. V-образный желоб выполняется с помощью электронаждака с гибким валом. Разделку и очистку трещин следует выполнять в маске из оргстекла толщиной 1,5 мм. Желоб устраивается шириной 12 и глубиной 6 мм.

7.31. После устройства V-образного желоба производится закрепление шайб или рассверловка отверстий и установка штуцеров.

7.32. Очищенный от осколков и цементной пыли V-образный желоб с помощью мастерка герметизируется одним из составов 1–6 или 8 и 11 (в зависимости от погодных условий) с введением в них наполнителей (см. табл.5 и п.5.7).

7.33. После отверждения герметизирующего состава вторично проверяется сообщаемость трещин с помощью сжатого воздуха и зажженной свечи.

7.34. Инъецирование эпоксидных клеев или полимеррастворов рекомендуется производить в ночные или утренние часы, когда бетон остывает до наименьшей температуры, а трещины имеют наибольшую ширину раскрытия.

7.35. Инъецирование рекомендуется осуществлять с помощью инъекционного устройства ТбилЗНИИЭП.

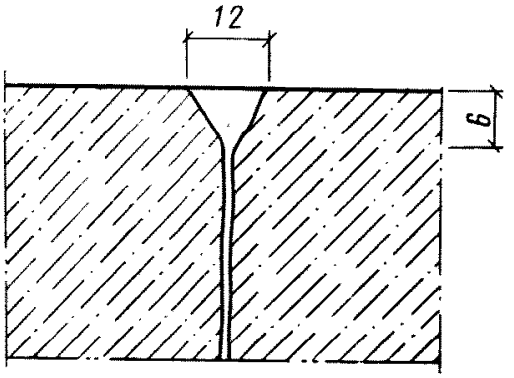


Рис. 3. V-образный желоб для герметизации трещин

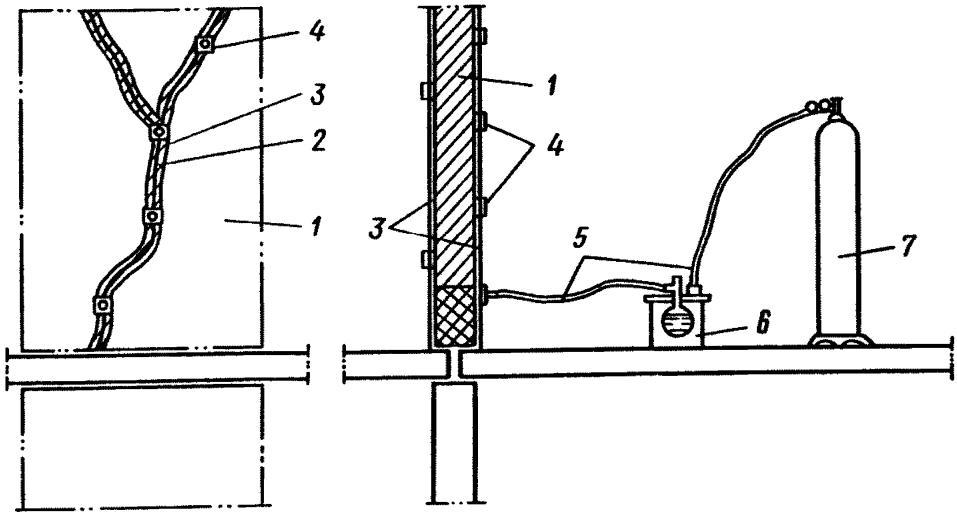


Рис. 4. Технологическая схема процесса инъецирования
1 — стеновой блок; 2 — трещина; 3 — герметизация; 4 — шайбы; 5 — гибкий шланг; 6 — инъекционное устройство; 7 — баллон со сжатым воздухом

7.36. Инъецирование вертикальных и наклонных трещин начинают с нижней шайбы, уголка или штуцера (рис.4), инъецирование горизонтальных трещин выполняется аналогично, начиная с одной из крайних шайб.

7.37. Инъецирование трещин через шайбы и уголки производят с помощью инвентарного переставляемого штуцера.

7.38. Давление в начальный период инъецирования для трещин I, II и III категории в конструкциях из тяжелого бетона не должно превышать $2 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^4$ Па (0,2 — 0,3 кгс/см^2), что обеспечит наибольшую зону склеивания и исключит возможность возникновения пробок.

Давление для трещин 1У категории в начальный период не должно превышать $3 \cdot 10^4 - 5 \cdot 10^4$ Па (0,3 — 0,5 кгс/см^2).

7.39. Постепенно давление в инъекционном устройстве повышают и следят за появлением клея или полимеррастворa в расположенных выше шайбе, уголке или штуцере. Достижение клеем уровня вышерасположенной шайбы определяют визуально, а в штуцере — с помощью периодически вставляемой в него проволоки.

7.40. При появлении клея или полимеррастворa в вышерасположенных шайбе или штуцере последние заглушаются, после чего нагнетение клея продолжается еще в течение 2—3 мин, для обеспечения заполнения инъекционным составом трещины на всю глубину. После этого шайба перекрывается деревянной или полиэтиленовой пробкой, а на штуцер навинчивается заглушка.

7.41. Далее клей или полимеррастворподается через вышерасположенные шайбу или штуцер до заполнения всей трещины.

7.42. Инъецирование трещин в конструкциях заполнения каркасных зданий из легкого бетона, пильного известняка, ракушечника и других пористых материалов следует начинать при низком давлении $2 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^4$ Па (0,2 — 0,3 кгс/см^2), постепенно повышая его.

7.43. Контроль заполнения трещины клеем или полимеррастворомосуществляется регистрацией количества нагнетаемого материала в трещину путем взвешивания инъектора до и после завершения работ или с помощью динамометра, на который подвешивают инъекционное устройство.

При этом предварительно определяется ориентировочный расход клея, необходимого для заполнения данной трещины; учитывается величина подаваемого давления; ведется наблюдение за поступлением инъекционного состава в трещину.

Все эти данные заносятся в журнал работ и табл.10.

7.44. В зависимости от ширины раскрытия трещины и погодных условий применяются составы 3–9 (в теплое время года) и составы 8 и 11 (при температуре воздуха ниже 15 ^{o}C). Наполнитель рекомендуется вводить в составы при инъецировании трещин с шириной раскрытия более 2 мм в количестве 100–200 ч.по массе на 100 мас.ч. эпоксидной смолы.

7.45. Перерывы при инъецировании можно устраивать по достижении клеевой массой уровня на 5–10 см ниже очередной шайбы или штуцера.

7.46. При застое клеевой массы между шайбами и штуцерами или в штуцере инъецирование следует прекратить. Дальнейшее инъецирование следует производить либо через вышерасположенный штуцер, если клеевая масса близка от него, либо через отверстие, просверленное в герметизирующем слое.

7.47. Через сутки молотком сбивают шайбы или уголки, при необходимости очищают их отжигом или механическим путем от прилипшего полимеррастворa и используют повторно в восстановительных работах. Выступающие части штуцеров с заглушками при необходимости сбиваются.

7.48. Инъекционное устройство и шланги промываются ацетоном после каждого замеса и по окончании работ.

7.49. Посуда, в которой готовилась клеевая масса, тщательно очищается от остатков клея.

Инъецирование трещин в каменной кладке полимерцементными растворами

7.50. Каменная кладка заполнения, получившая повреждения в виде трещин с шириной раскрытия 5 мм и более, восстанавливается с помощью полимерцементных растворов.

7.51. Работы с полимерцементными растворами разрешается проводить при температуре не ниже 10 ^{o}C.

7.52. Наилучшими адгезионными свойствами и прочностью полимерцементные растворы обладают при введении в состав пластифицированного поливинилацетатного клея в количестве, обеспечивающем полимерцементное отношение П/Ц = 0,2 (в переводе на сухое вещество). Отечественная промышленность выпускает поливинилацетатный клей с содержанием сухого вещества до 50%. Таким образом, полимер следует брать в пересчете на 50% клея, соответственно до 40% массы цемента.

7.53. Производство работ по инъецированию трещин полимерцементными растворами в перегородках, в швах кладки заполнения и т.д. осуществляется аналогично инъецированию трещин эпоксидными клеями и полимеррастворами.

7.54. Инъецирование полимерцементных растворов выполняют с помощью инъекционного устройства ОИСИ. Давление в инъекционном устройстве создается с помощью сжатого воздуха, подаваемого из баллона или компрессора. Величина давления контролируется по манометру редуктора, установленного на баллоне со сжатым воздухом или на компрессоре.

Конструкция	Номер трещин	Длина трещин / ширина раскрытия	Расстояние между шайбами или штуцерами	Количество клея или полимер-раствора, кг	Номер состава клея, количество наполнителя	Время инъецирования, мин
1	2	3	4	5	6	7

7.55. Инъекцирование полимерцементных растворов следует начинать при низком давлении $2 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^4$ Па (0,2 – 0,3 кгс/см^2), постепенно повышая его до $10^5 - 3 \cdot 10^5$ Па (1 – 3 кгс/см^2).

7.56. Контроль работ по инъецированию ведется путем регистрации количества нагнетаемого раствора в трещину, величины давления инъецировании и наблюдения за движением состава через стеклянные визиры.

7.57. Инъецирование ведется составом П-3 под давлением непрерывно до появления полимерцементного раствора в вышерасположенной шайбе и в течение 3–5 мин это давление поддерживается для полного заполнения всех сообщающихся трещин, после чего нижняя шайба перекрывается деревянной заглушкой и перехо-

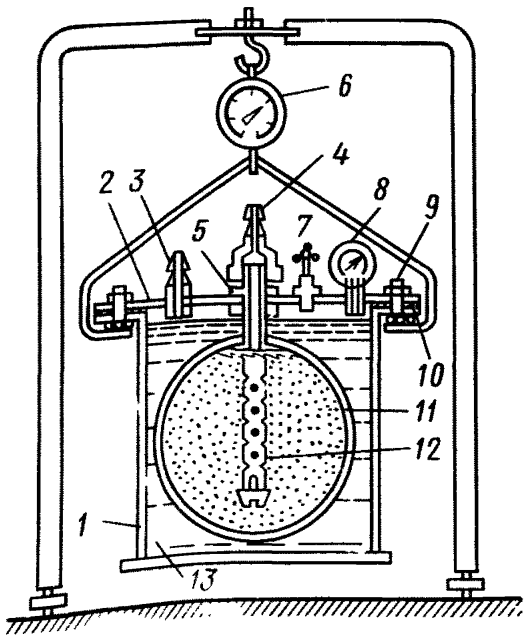


Рис. 5. Инъекционное устройство, разработанное в ТбилЗНИИЭП
1 – стальной корпус; 2 – съемная крышка; 3 – штуцер для подачи сжатого воздуха; 4 – выходной съемный штуцер; 5 – патрубок; 6 – динамометр; 7 – вентиль для сброса давления; 8 – манометр; 9 – стяжной болт; 10 – резиновая прокладка; 11 – резиновая емкость; 12 – полиэтиленовая перфорированная трубка со сферической пробкой; 13 – вода

Таблица 10

Результаты испытания контрольных образцов, кг/см^2	t° воздуха при инъецировании, $^{\circ}$C	Дата производства работ	Исполнитель и ответственное лицо	Примечания
8	9	10	11	12

дят к инъецированию трещин через следующую шайбу и так далее до полного заполнения всей трещины (см. табл. 7).

7.58. Через несколько часов после инъецирования шайбы могут быть отбиты.

Оборудование и механизмы для инъецирования трещин

7.59. Инъецирование эпоксидного клея и полимеррастворa на его основе выполняется с помощью инъекционного устройства, разработанного в ТбилЗНИИЭП.

7.60. Конструкция инъекционного устройства бачкового типа (рис. 5) состоит из стального корпуса, съемной крышки, штуцера для подачи сжатого воздуха, выходного съемного штуцера, патрубка, резиновой прокладки, стяжных болтов, резиновой емкости, манометра, вентиля для сброса давления в инъекционном

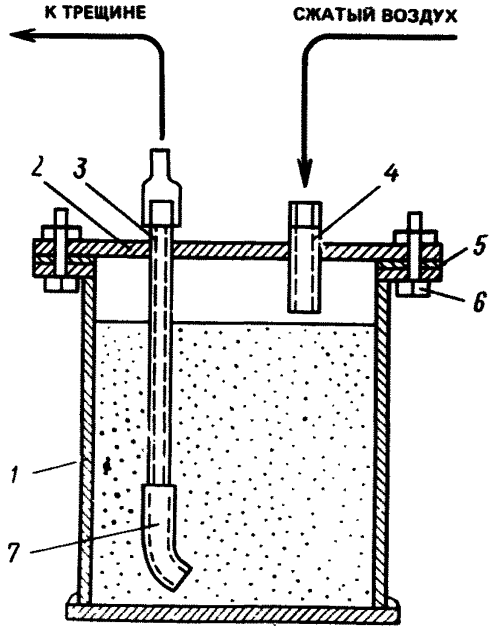


Рис. 6. Инъекционное устройство, разработанное в ОИСИ
1 — стальной корпус; 2 — съемная крышка; 3, 4 — штуцеры; 5 — резиновая прокладка; 6 — болт; 7 — резиновая трубка

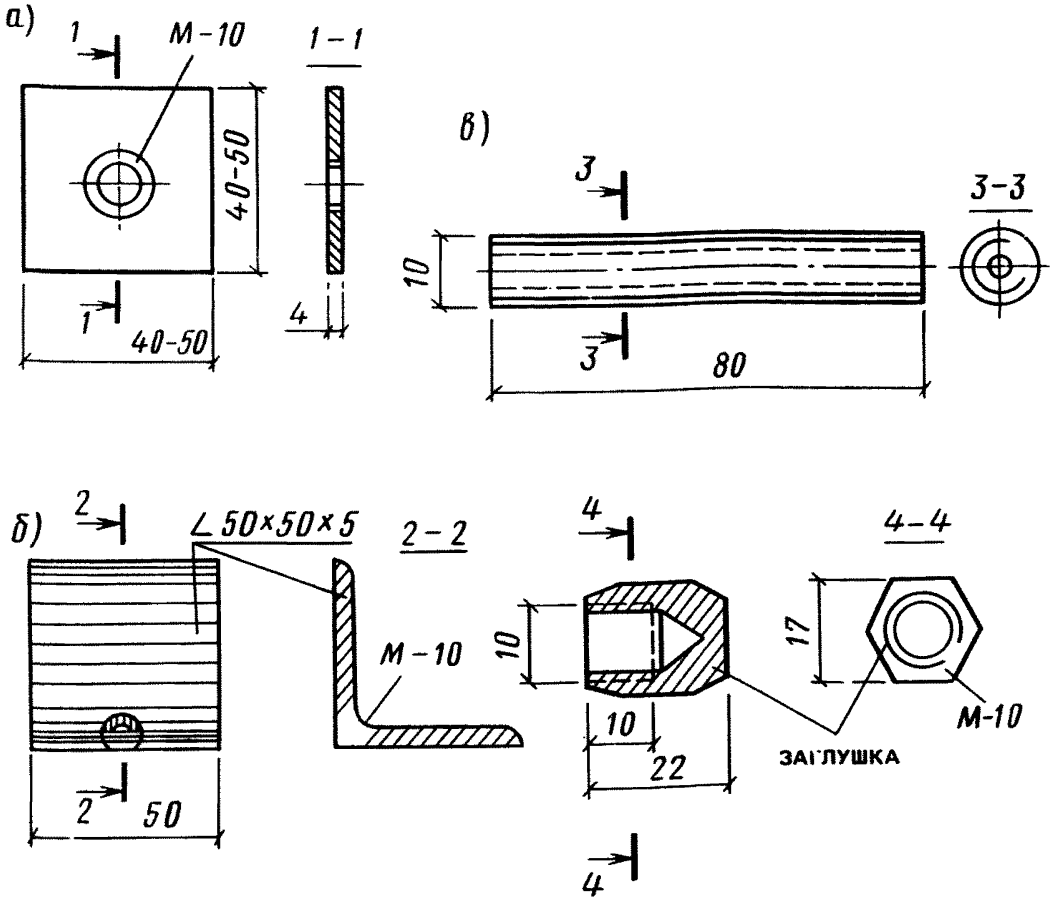


Рис. 7. Приспособления для инъецирования
а — инъекционная шайба; б — то же, уголок; в — то же, штуцер с заглушкой

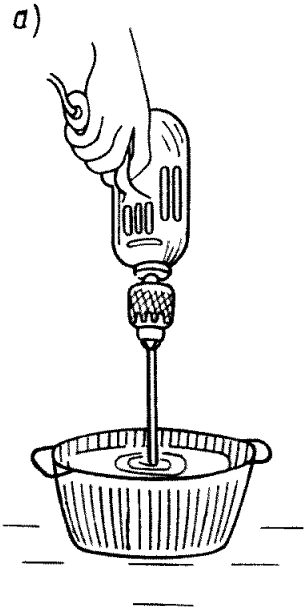
устройстве, полиэтиленовой перфорированной трубки со сферической полиэтиленовой пробкой на конце, динамометра.

7.61. Инъецирование эпоксидного клея может производиться и другими инъекционными устройствами, обеспечивающими возможность инъецирования трещин.

7.62. Инъецирование трещин полимерцементными растворами и заделка швов в каменной кладке выполняются с помощью инъекционного устройства ОИСИ (рис. 6).

7.63. Конструкция инъекционного устройства состоит из стального корпуса, съемной крышки, штуцеров, резиновой прокладки, резиновой трубки и болтов.

7.64. Инъецирование клеев и полимеррастворов в трещины осуществляется способом ТбилЗНИИЭП — через шайбы или уголки многократного использования (рис. 7, *а* и *б*)) или же через штуцера разового использования с заглушками



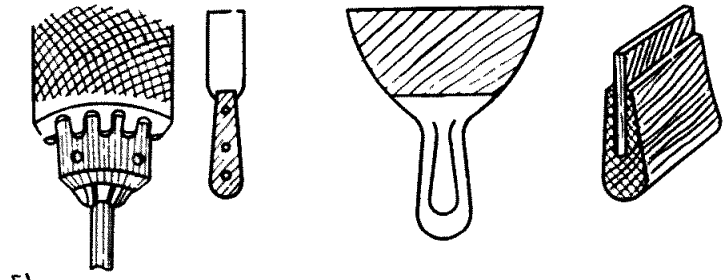


Рис. 9. Шпатели для приготовления и нанесения полимеррастворa

Рис. 8. Приготовление полимеррастворa электромиксером
а — перемешивание полимеррастворa миксером в тазике; б — головка миксера

(рис. 7, *в*).

7.65. Сверление отверстий под штуцера производится с помощью электродрели марки С-480. Штуцера, закупоренные клеем при установке, рассверливаются ручной дрелью.

7.66. Сверла для сверления бетона принимать с победитовыми напайками ВК-6, формы 1713, диаметром, превышающим на 2 мм наружный диаметр штуцера.

7.67. Разделку трещин для устройства V-образных желобков рекомендуется производить электронаждаком с гибким валом.

7.68. Приготовление клеев рекомендуется выполнять с помощью электромиксера в полиэтиленовых тазиках, к которым клей практически не имеет адгезии (рис. 8).

7.69. Перемешивание и нанесение клея и полимеррастворa производят с помощью шпателей (рис. 9).

7.70. Подачу сжатого воздуха в инъекционное устройство и клея или полимеррастворa в трещину следует осуществлять шлангами высокого давления.

7.71. Сжатый воздух следует подавать из баллонов с редуктором, рассчитанных на давление $150 \cdot 10^{-5}$ Па (150 кгс/см^2), или из компрессора, обеспечивающего необходимое давление при инъецировании.

7.72. Перечень всех необходимых механизмов и оборудования приводится в прил. 6.

УСИЛЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ ПОЛИМЕРРАСТВОРАМИ

8. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И РАСЧЕТУ

8.1. Выбор схемы и конструкции усиления зависит от наличия материалов, свободных габаритов, расположения, конструкций, могущих служить опорой для элементов усиления, характера повреждения усиливаемой конструкции и требований к ней после усиления.

8.2. Схема и способ усиления конструкции должны быть приняты такими, чтобы свести до минимума необходимость усиления примыкающих элементов, вызванную перераспределением усилий из-за изменения жесткости усиливаемых элементов конструкций.

8.3. Проектом усиления, наряду с расчетом и конструированием, должны быть предусмотрены способы временных креплений и меры безопасности, необходимые при производстве восстановительных работ.

8.4. При наличии в подлежащих усилению конструкциях зданий трещин, последние должны быть предварительно заинъецированы эпоксидным клеем или полимеррастворами (см. разд. 7).

8.5. Поверочные расчеты железобетонных конструкций, подлежащих усилению, производят согласно требованиям СНиП 2.03.01—84 "Бетонные и железобетонные конструкции", СНиП II-7-81 "Строительство в сейсмических районах".

При проведении поверочных расчетов следует учитывать фактические классы бетона и расчетные характеристики арматуры.

8.6. При наличии в сечении конструкции бетонов двух или нескольких классов в расчет по прочности вводится бетон наиболее низкого класса со своим расчетным сопротивлением, а бетоны более высоких классов — с расчетным сопротивлением, соответствующим классу бетона, но не более чем на одну ступень выше наиболее низкого класса.

8.7. Элементы, усиливаемые наращиванием бетона по адгезионной промазке или приклеиванием различных элементов усиления (бетонных или железобетонных, стеклоткани, стальных листов), рассчитываются вместе с усилением как монолитные. При этом, повреждения элементов или их дефекты учитываются снижением расчетной прочности в процентном отношении, определяемом и подбираемом на основании материалов обследования (например, коррозия арматуры учитывается в процентном отношении уменьшением ее площади в зависимости от толщины слоя коррозии).

8.8. При усилении элементов железобетонных конструкций обоймами поперечное армирование следует конструировать замкнутым, а при усилении трехсторонними рубашками хомуты следует замыкать или соединять на сварке со специальными анкерами (уголки, полосовая сталь и т.д.), располагаемыми на четвертой необетонированной стороне элемента, принимая защитные мероприятия против их коррозии.

8.9. Усилия, действующие в элементах статически неопределимых железобетонных конструкций, подвергнутых усилению, должны определяться с учетом перераспределения усилий, величину которых следует ограничивать в пределах 30%.

8.10. По завершении разработки проекта усиления полносборных зданий в обязательном порядке требуется выполнить проверочный расчет их с учетом изменившихся жесткостей усиленных элементов, поскольку изменение жесткостей усиливаемых отдельных элементов приводит к перераспределению усилий и в других элементах конструкции, что может потребовать соответственно и их усиления.

9. КРУПНОПАНЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

А. УСИЛЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ПОЛИМЕРРАСТВОРНЫМИ АРМИРОВАННЫМИ ШПОНКАМИ ПАШ И ПАШС

9.1. Усиление и повышение сейсмостойкости крупнопанельных зданий выполняется с помощью полимеррастворных армированных шпонок (ПАШ) или полимеррастворных армированных шпонок со скобой (ПАШС).

9.2. ПАШ представляет собой штрабу, вырезанную в бетоне стыкуемых сборных элементов, армированную в зависимости от действующих усилий одним или несколькими стержнями и заполненную эпоксидным полимеррастворoм (10, *а* и *б*).

9.3. ПАШС представляет собой вырезанную в бетоне стыкуемых сборных элементов штабу с отверстиями на концах, которая после установки в ней арматурного стержня в виде скобы заполняется эпоксидным полимеррастворoм (рис. 10, *в*).

9.4. При необходимости ПАШС может быть выполнена с анкеровкой в стыкуемые элементы только отгибов арматурных стержней (рис. 10, *г*).

9.5. ПАШ и ПАШС устраиваются поперек стыка в смежных сборных элементах панелей.

9.6. Пример возможного расположения ПАШ на вертикальных и горизонтальных стыках крупнопанельного дома приводится на рис.11.

9.7. На рис. 12 приводятся детали ПАШ на вертикальных и горизонтальных стыках крупнопанельных домов (вариант I).

9.8. В стыках крупнопанельных зданий до 5 этажей включительно могут быть использованы конструкции стыков с ПАШ, приведенные на рис.13 (вариант II).

9.9. Конструкция стыков стеновых панелей с покрытием приведена на рис.14.

9.10. Армированные шпонки, выполненные на основе эпоксидного полимеррастворa, имеющего высокие прочность и адгезию к бетону и арматуре, обеспечивают надежную передачу усилий растяжения и сдвига в стыках, усиливая существующие или компенсируя отсутствующие армированные связи панелей между собой.

9.11. ПАШ и ПАШС могут быть использованы и при необходимости усиления стыков в других железобетонных конструкциях — плитах, балках, колоннах, фермах, узлах каркасов и др.

9.12. ПАШ и ПАШС могут быть выполнены и из других экспериментально проверенных клеевых составов, обеспечивающих требуемую прочность, адгезию и долговечность.

9.13. Для упрощения производства работ по укладке арматуры и повышения несущей способности ПАШ по концам арматурных стержней рекомендуется делать отгибы под углом 90° (см. рис. 10, *а* и *б*).

9.14. Расчет ПАШ и ПАШС — количество шпонок, их поперечное сечение, длина и площадь арматуры определяются в зависимости от действующих усилий в стыке, получаемых на основании результатов расчета крупнопанельного здания на действующие нагрузки в соответствии с п.3.32 СНиП II-7-81 и пп. 2.6 и 11.27 ВСН 32—77, а также в зависимости от фактической прочности бетона стыкуемых конструкций,

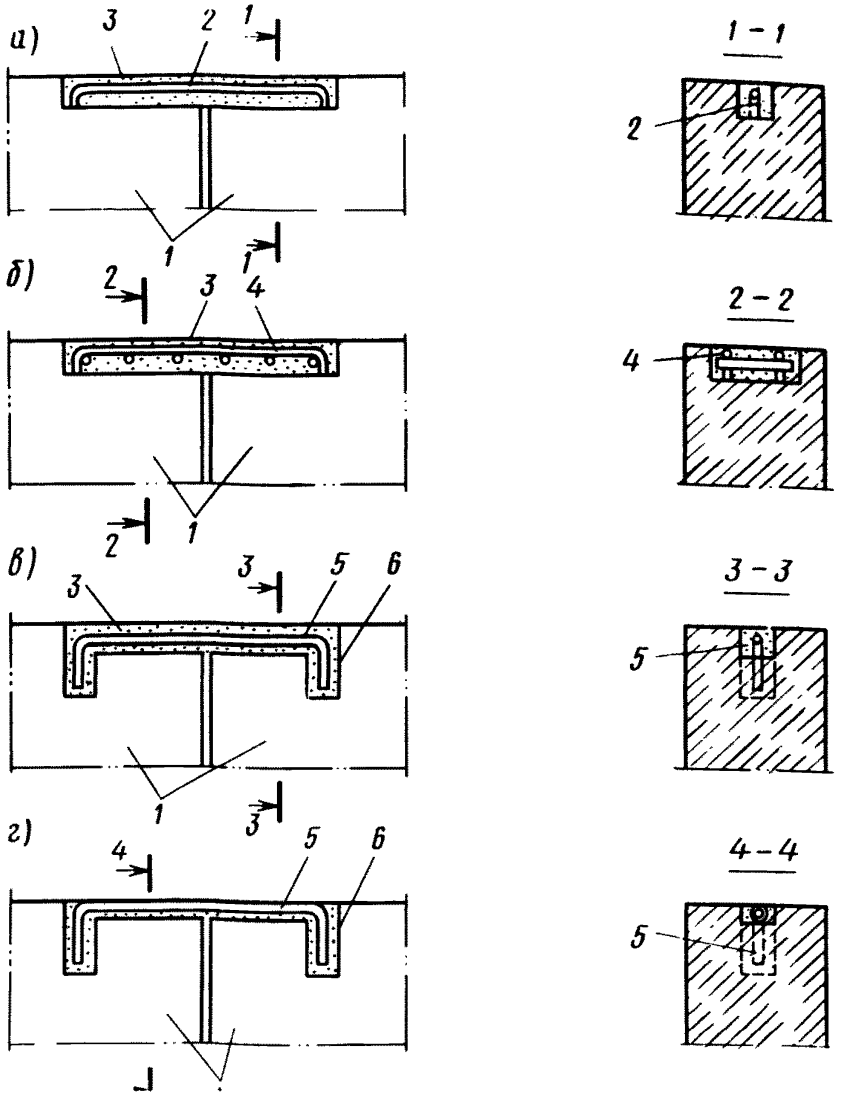


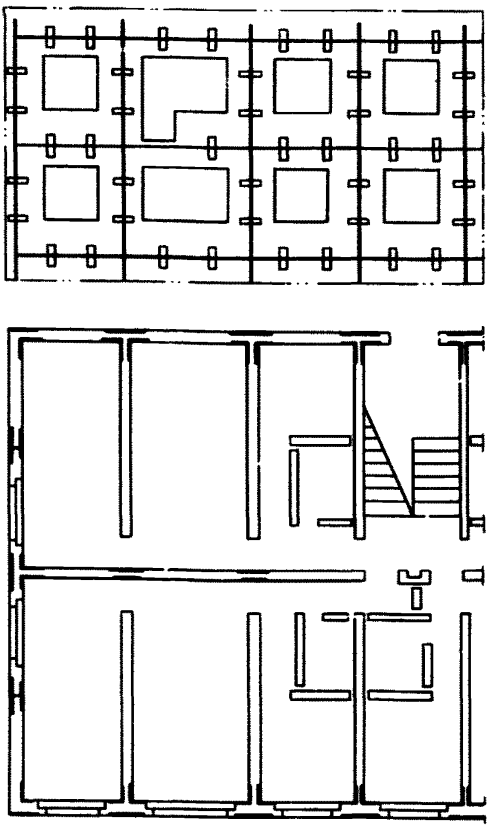
Рис. 10. Конструкции ПАШ и ПАШС

а, б — конструкция полимеррастворной армированной шпонки (ПАШ); в — то же, со скобой (ПАШС); г — то же, с анкеровкой только отгибов; 1 — стыкуемые элементы; 2 — арматура; 3 — штраба, заполненная полимеррастворам; 4 — арматурный каркас; 5 — арматура в виде скобы; 6 — шурф, заполненный полимеррастворам

принимаемой по результатам обследования здания или сооружения. При различии прочности бетона сопрягаемых в стыке конструкций до 10%, длину шпонок следует принимать по наименьшей прочности бетона конструкции, в остальных случаях длину шпонок определяют раздельно.

9.15. Размеры шпонок рекомендуется принимать равными $a = в = 3–5$ см.

Рис. 11. Пример расположения ПАШ в стыках крупнопанельного дома



9.16. ПАШ рекомендуется выполнять в стыках сборных конструкций, выполненных из бетона класса В10 и выше. В конструкциях из бетона класса ниже В10 усиление стыков рекомендуется выполнять с помощью ПАШС.

9.17. Минимальную длину шпонки в каждую сторону от стыка следует принимать не менее 10 диаметров арматуры.

9.18. В конструкциях ПАШ и ПАШС арматуру следует принимать периодического профиля классов А-II и А-III диаметром не менее 10 мм. Для повышения несущей способности шпонки на срез арматуру следует укладывать так, чтобы плоскость, проходящая через продольные ребра в ней, была расположена перпендикулярно плоскости среза (рис.15).

9.19. Работа ПАШ на растяжение заключается в передаче усилий в стыке через арматуру, заключенную в полимеррастворную шпонку, на бетон сопрягаемых конструкций (рис.16). При этом, размеры поперечного сечения шпонки и ее длина определяются в зависимости от фактической прочности бетона на срез.

9.20. Равнопрочность ПАШ и стыкуемых сборных элементов при растяжении обеспечивается работой бетона на срез по периметру шпонки, при этом должно быть соблюдено условие

$$t_1 \, (2b + a) \, R_{b,sh} \, \gamma_{bi} \geqslant \frac{\pi d^2}{4} n_s \, R_{s,} \qquad (1)$$

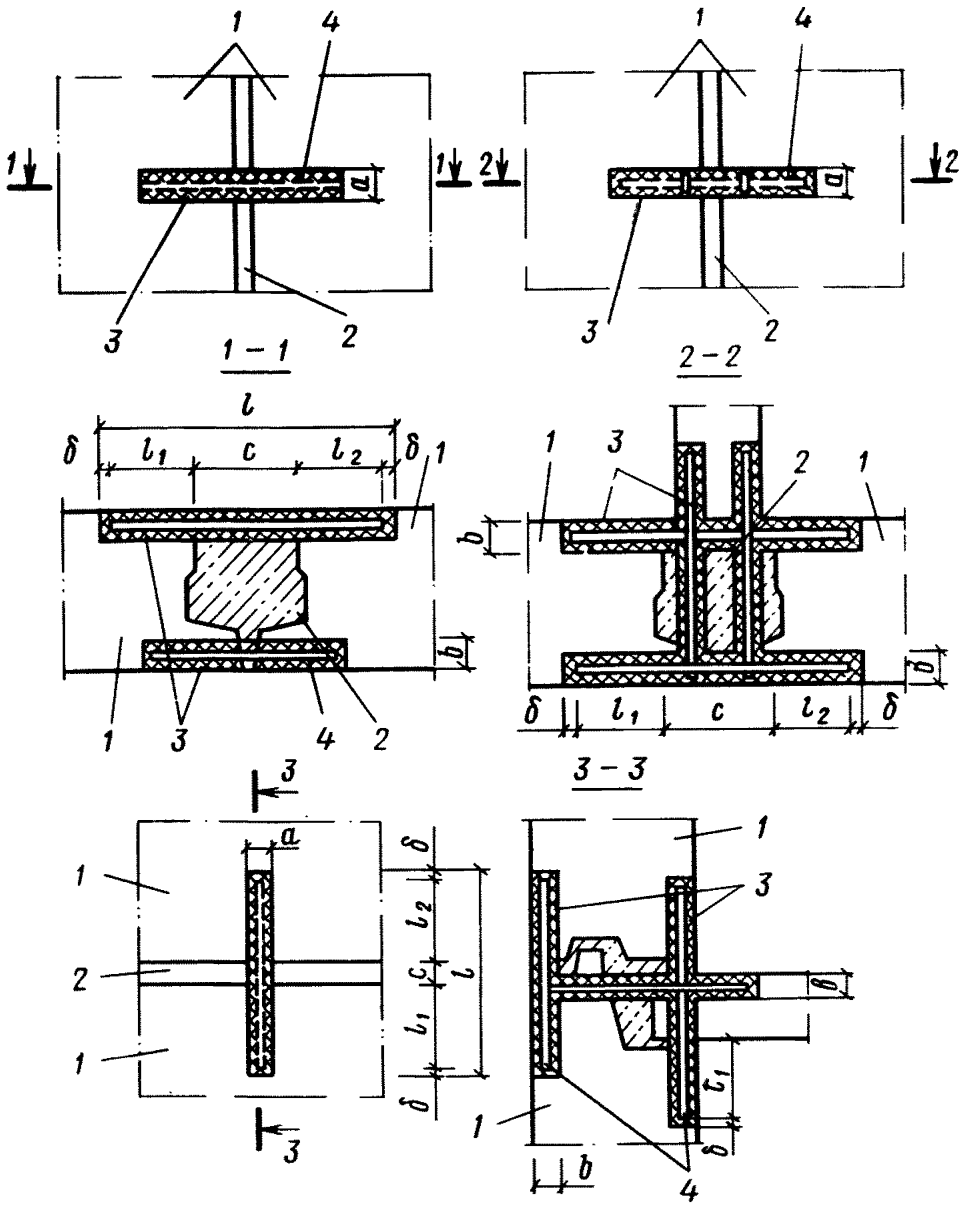


Рис. 12. Детали устройства ПАШ в вертикальных и горизонтальных стыках
1 — сопрягаемые панели; 2 — стык; 3 — полимерраствор; 4 — арматура

где l_1 — длина заделки арматуры в шпонке, см;
a , b — размеры поперечного сечения шпонки, см;
d — диаметр арматуры в шпонке, см;
R_s — расчетное сопротивление арматуры растяжению, МПа;
n_s — количество арматурных стержней в шпонке;
$R_{b,sh}$ — расчетное сопротивление бетона на срез, принимаемое равным — 1,58 $R_{b,t}$ (табл. 11).

Таблица 11

Значение $R_{b,sh}$ (R_{cp}) $=1{,}58\ R_{b,t}$ (R_p)

Класс (прочность) бетона, МПа (кгс/см^2)							
B7,5 (98,3)	B10 (131)	B11,25 (147,5)	B15 (197)	B20 (252)	B22,5 (295)	B27,5 (360)	B30 (393)
0,76 / 7,73	0,9 / 9,18	0,97 / 9,91	1,18 / 12,09	1,42 / 14,5	1,54 / 15,7	1,78 / 18,1	1,9 / 19,3

Примечания: 1. В скобках указана прочность, приближенная к марке бетона (кгс/см^2), соответствующая его классу.
2. Над чертой указана прочность бетона на срез в МПа, под чертой — в кгс/см^2.

9.21. Задаваясь значениям a и b определяем длину заделки арматуры в шпонке

$$l_1 \geqslant \frac{\pi d^2 n_s R_s}{4 R_{b,sh} \gamma_{bi} (2b + a)}. \qquad (2)$$

Обозначив $\pi R_s / 4 R_{b,sh}$ через k, получим:

$$l_1 \geqslant k \frac{d^2 n_s}{(2b + a) \gamma_{bi}}.$$

Значения к, в зависимости от марки бетона и класса арматуры, приводятся в табл.12.

Таблица 12

Значение $k = \frac{\pi R_s}{4 R_{b,sh}}$

Класс арматуры	Класс (прочность) бетона, МПа (кгс/см^2)							
	B 7,5 (98,3)	B 10 (131)	B 11,25 (147,5)	B 15 (197)	B 20 (262)	B 22,5 (295)	B 27,5 (360)	B 30 (393)
A-I	234	196	182	150	124	115	100	93
A-II	290	244	226	186	155	142	123	116
A-III	380	320	296	244	203	187	162	154

Примечание. В скобках указана прочность, приближенная к марке бетона (кгс/см^2), соответствующая его классу.

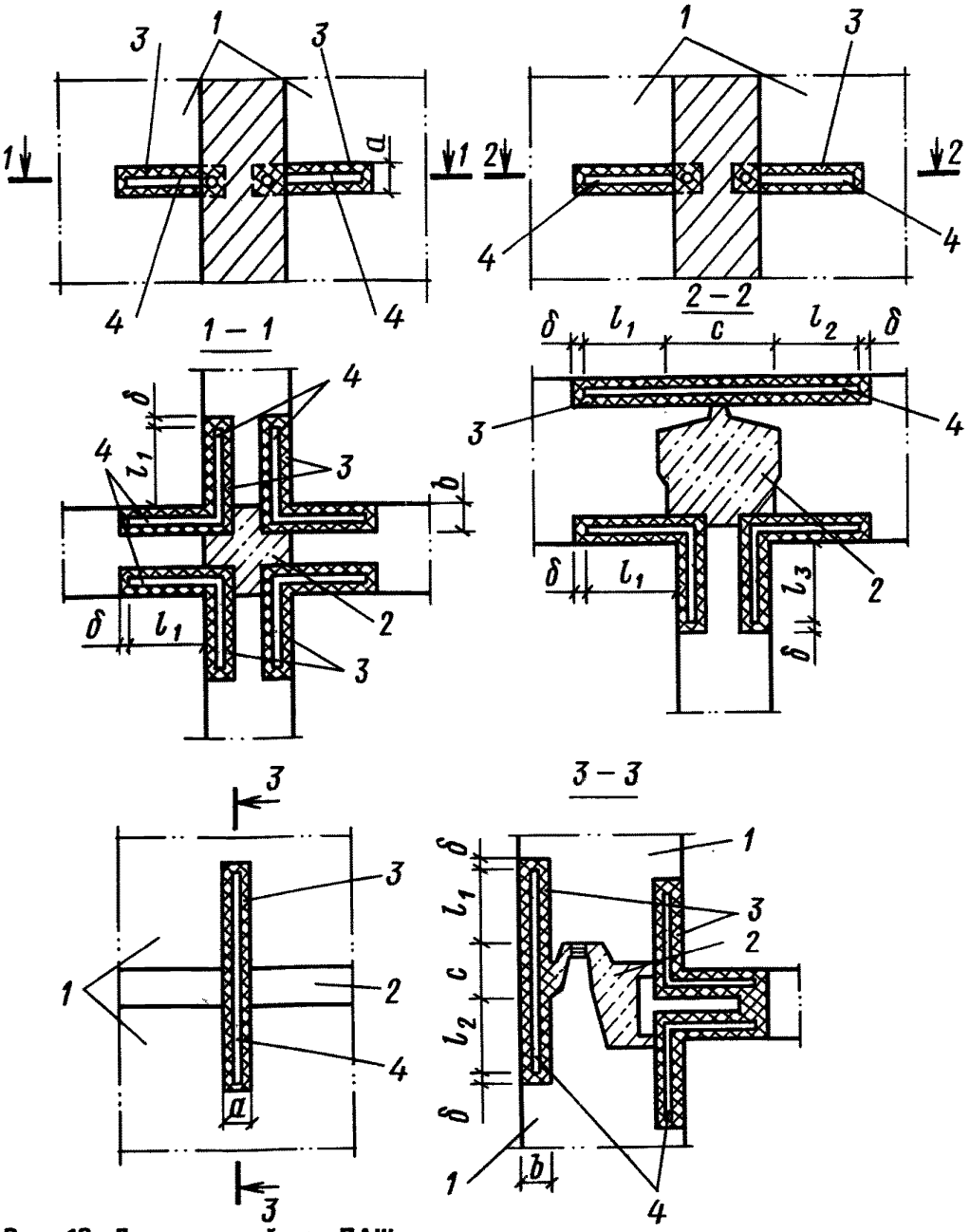


Рис. 13. Детали устройства ПАШ в вертикальных и горизонтальных стыках панелей зданий до 5 этажей

1 — сопрягаемые панели; 2 — стык; 3 — полимерраствор; 4 — арматура .

9.22. Равнопрочность стыкового соединения ПАШ и сборных элементов при сдвигающих усилиях (рис. 17) обеспечивается работой шпонки на срез в продольном и поперечном направлениях (4), а также работой бетона на смятие (5). Длина арматуры в шпонке определится как наибольшая из зависимостей (4) и (5)

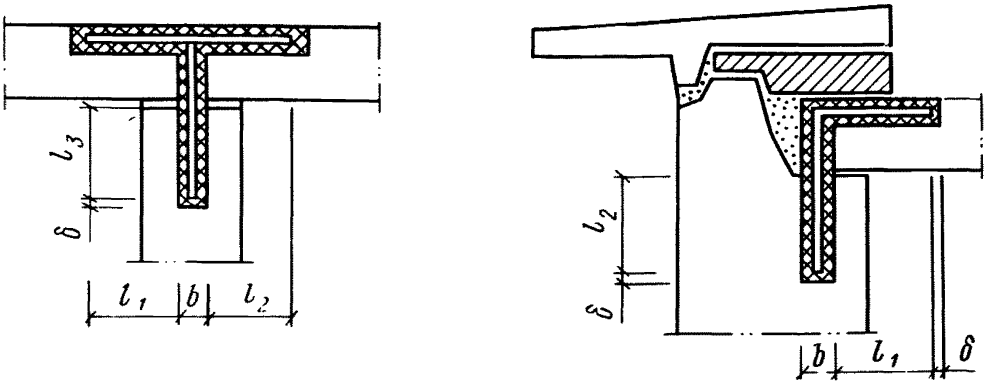


Рис. 14. Детали стыков ПАШ стеновых панелей с панелями покрытий

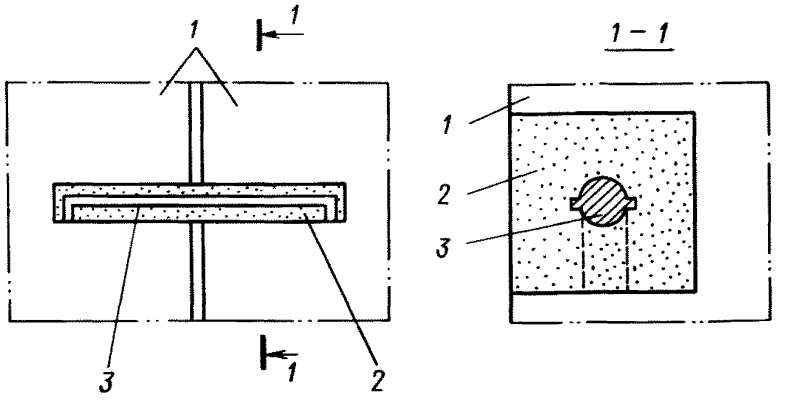


Рис. 15. Пример укладки арматуры в шпонку
1 — сборные элементы конструкций; 2 — полимеррастворр; 3 — арматура периодического профиля с горизонтально расположенными продольными ребрами

$$t_1 \geqslant \frac{2(N_{sh} - ab R_{p,\,sh})}{\gamma_{p,\,sh} a R_{p,\,sh}}; \qquad (4)$$

$$t_1 \geqslant \frac{N_{sh}}{\psi R_{b,\,loc} b}, \qquad (5)$$

где N_{sh} — расчетное усилие среза, приходящееся на шпонку, МПа; $\gamma_{p,\,sh}$ — коэффициент, учитывающий неравномерное распределение усилий среза в продольном направлении шпонки, $\gamma_{p,\,sh} = 0{,}5$; $R_{p,\,sh}$ — расчетное сопротивление на срез ПАШ, определяемое по (6)

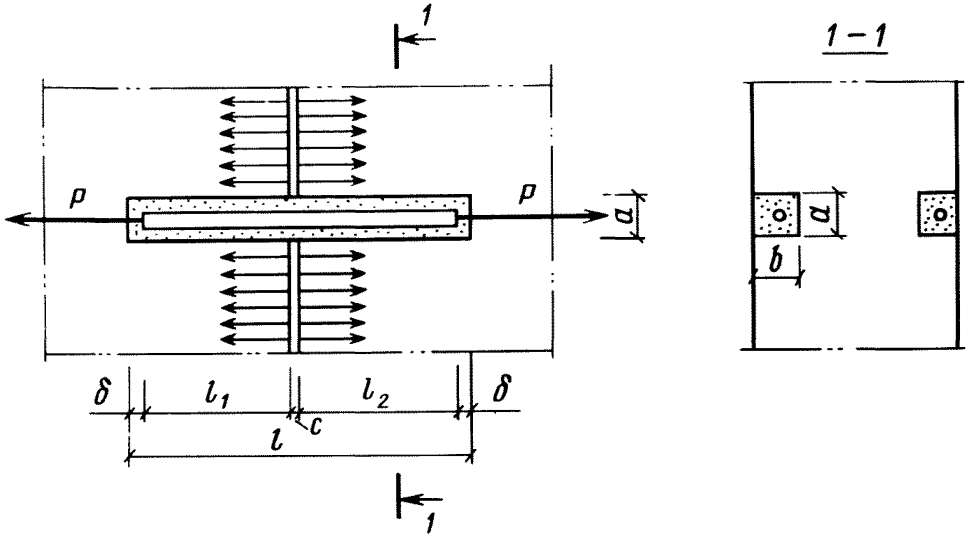


Рис. 16. Расчетная схема работы ПАШ на растяжение

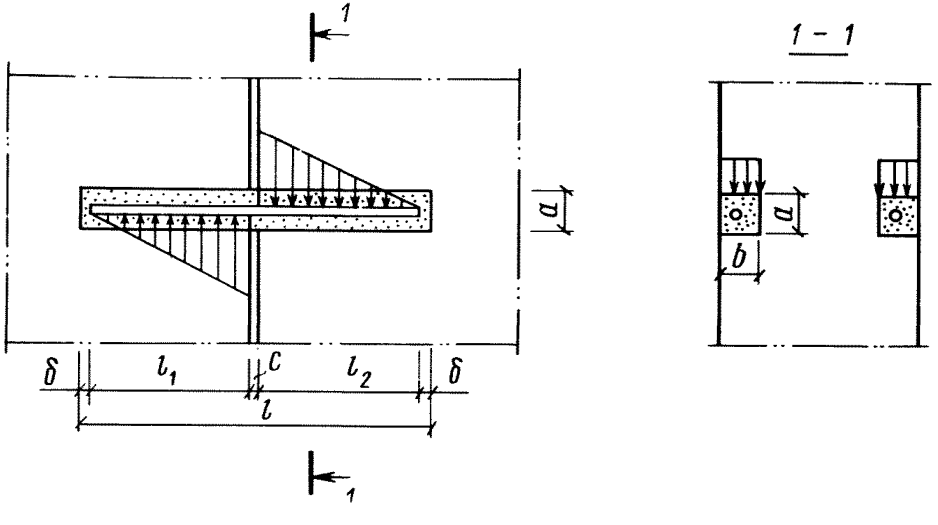


Рис. 17. Расчетная схема работы ПАШ на срез

$$R_{p,\,sh} = \frac{R^{n}_{p,\,sh}}{\gamma_p}\,\gamma_{pi} m_t m_w m_f, \qquad (6)$$

где $R^{n}_{p,\,sh}$ — нормативное сопротивление полимеррастворa на срез для составов клея 3 и 6 (см. табл. 5) с наполнителями (кварцевым песком или цементом) в в количестве 300 ч. по массе на 100 ч. по массе смолы, принимаемое соответственно 15 и 20 МПа. При применении других составов клеев или наполнителей значение должно быть определено экспериментально, испытанием полимеррастворных, призм размерами 4х4х16 см на срез по схеме, приведенной на рис. 17; γ_p — коэффициент безопасности полимеррастворных соединений, принимаемый 1,2—1,3; γ_{pi} — коэффициент длительного сопротивления полимеррастворa. При длительном воздействии нагрузок $\gamma_{pi} = 0{,}6$, при кратковременных нагрузках типа сейсмических $\gamma_{pi} = 1$; m_t, m_w, m_f — соответственно коэффициенты условий работы полимеррастворa при действии температуры, воды и атмосферы, принимаемые в соответствии с прил. 1У; $R_{b,\,loc}$ — соответственно расчетное сопротивление бетона смятию и коэффициент, зависящий от характера распределения местной нагрузки по площади смятия, принимаемые в соответствии с пп. 3.39 и 3.40 СНиП 2.03.01—84.

9.23. Расстояние между шпонками, а также шпонкой и краем конструкции, при наличии сдвигающих усилий в стыке, определяется из условия среза бетона по формуле

$$l \geqslant \frac{N_{sh}}{R_{b,\,sh} l_1 \gamma_{bi}}, \qquad (7)$$

где γ_{bi} — коэффициент условия работы бетона на срез, принимаемый в соответствии с табл. 15 СНиП 2.03.01—84.

9.24. Общая длина шпонки в стыке (см. рис. 7 и 8), с учетом защитного слоя полимеррастворa $\delta = 1$ см с каждого конца шпонки, составит

$$l = l_1 + l_2 + c + 2\delta, \qquad (8)$$

где l_1 и l_2 — длины заделок арматуры в шпонке сопрягаемых конструкций; c — ширина стыка; δ — защитный слой полимеррастворa.

При сопряжении конструкций, выполненных из бетона одинаковой прочности, $l_1 = l_2$.

9.25. При одновременном воздействии в стыке усилий растяжения и сдвига расчет шпонок следует производить по принципу независимости действия сил.

Расчет ПАШС

9.26. Равнопрочность стыкового соединения ПАШС и сборных элементов при растяжении обеспечивается работой бетона на срез по периметру шпонки и вдоль плоскости, образуемой отгибом арматуры шпонки (рис. 18), при этом должно быть соблюдено условие

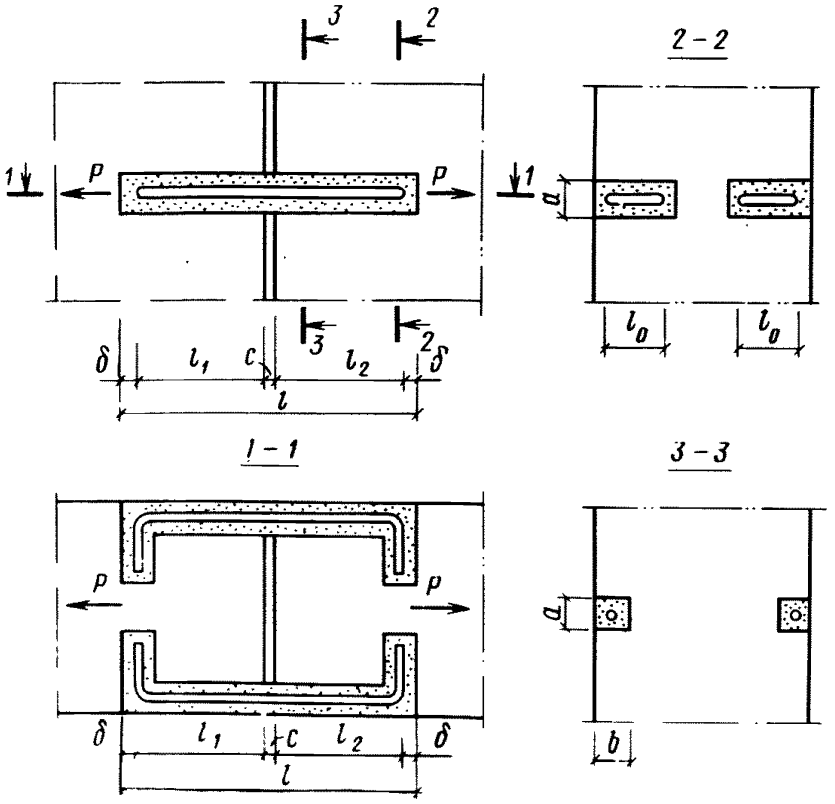


Рис. 18. Расчетная схема работы ПАШС на растяжение

$$l_1 (2b + a) R_{b,sh} \gamma_{bi} + l_1 l_0 R_{b,sh} \gamma_{bi} > \frac{\pi d^2}{4} R_s, \qquad (9)$$

где a, b, l_1, d см. п. 9.20; l_0 — длига отгиба арматуры, см.

9.27. Задаваясь значениями a, b, l_0 и d, определяем длину шпонки

$$l_1 \geqslant \frac{\pi d^2 R_s}{4 R_{b,sh} \left[(2b + a) + l_0 \right] \gamma_{bi}}. \qquad (10)$$

9.28. ПАШС при необходимости может быть выполнена и без устройства полимеррастворной штрабы с высверливанием только отверстий для анкеровки скобы (рис. 10, *г*). Равнопрочность стыкового соединения и сборных элементов в этом случае определится из зависимости

$$l_1 \geqslant \frac{0{,}785 d^2 R_s}{t_0 R_{b,sh} \gamma_{bi}}. \qquad (11)$$

9.29. Расстояние между ПАШС следует принимать не менее $2l_1$.

Б. УСИЛЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ПОВЕРХНОСТНО-ОКЛЕЕЧНЫМ СТЕКЛОПЛАСТИКОМ

9.30. Усиление и повышение сейсмостойкости крупнопанельных зданий может быть осуществлено и с помощью поверхностно-оклеечного стеклопластика (ПОС).

9.31. ПОС представляет собой стеклопластик, образуемый одностадийным способом при наклеивании эпоксидным клеем стеклоткани или стеклосетки на поверхность бетона сопрягаемых элементов.

9.32. Наклеивание стеклоткани на бетон сопрягаемых панелей осуществляется в зависимости от температуры окружающей среды, составами 3, 4, 5, 6 или 11 (см. табл. 5 и п. 5.7).

9.33. Наклеивание стеклоткани может производиться и другими клеящими составами, обеспечивающими необходимые прочность и адгезию к бетону и стеклоткани.

9.34. Одностадийный способ получения стеклопластика на бетоне, практически, исключает образование непроклеев, снижает затраты труда и расход клеящих материалов.

9.35. ПОС, обеспечивая равнопрочность стыка панелей и сопрягаемых элементов, равномерно распределяет усилия растяжения или сдвига, либо комбинацию этих воздействий, по всей длине стыка, полностью исключая расход стали при усилении и повышении сейсмостойкости крупнопанельных зданий.

9.36. Марка стеклоткани и количество приклеиваемых слоев принимаются из условия обеспечения равнопрочности стыкового соединения и сопрягаемых панелей.

9.37. Рекомендуемые марки стеклотканей и стеклосеток для устройства ПОС приводятся в п. 4.34.

Могут быть также использованы и другие марки тканых стекломатериалов, имеющие не меньшие прочностные показатели.

9.38. ПОС может быть использован и при усилении панелей с недостаточным армированием.

9.39. Поверхность панелей, на которой предусматривается устройство ПОС, должна быть гладкой, чистой и сухой (см. пп. 12.34 и 12.35).

9.40. Все дефекты бетона (раковины, околы и т.п.) и зазоры в стыке должны быть зашпаклеваны полимерцементным раствором (см. п. 5.9 и табл. 7), а неровности сглажены электронаждаком с гибким валом.

9.41. Подготовленные участки бетона вдоль стыка панелей промазываются клеевым составом и на них наклеивается полоска стеклоткани.

Поверхность наклеенной стеклоткани промазывается заново клеящим составом и на нее приклеивается следующий слой стеклоткани и т.д. до получения стеклопластика из необходимого количества слоев.

9.42. Перед наклеиванием со стеклоткани удаляют замасливатель (см. пп. 4.35 и 4.36).

9.43. Стыковое соединение ПОС необходимо защитить слоем огнестойкой штукатурки. С этой целью через 30—40 мин после нанесения последнего слоя клея на поверхность ПОС насеивают песок с крупностью зерен 1—1,5 мм и после отверждения клея оштукатуривают.

9.44. Пример устройства ПОС на стыках панелей приводится на рис. 19.

Расчет стыков с ПОС

9.45. Расчет ПОС заключается в определении марки стеклоткани, количества ее слоев и ширины приклеивания.

9.46. При усилении здания расчет ПОС ведется в зависимости от действующих усилий в стыке, получаемых на основании расчета крупнопанельного здания на воздействие сейсмических или других нагрузок.

9.47. При восстановлении здания расчет ПОС выполняется из условия его равнопрочности расчетному сечению арматуры в стыке.

9.48. Расчет ПОС ведется по фактической прочности бетона панелей. При различии прочностей бетона сопрягаемых элементов расчет выполняется по наименьшей прочности.

9.49. При растягивающих усилиях в стыке ПОС обеспечивает передачу усилий с одного элемента на другой (рис. 20) при этом равнопрочность ПОС и арматуры панели или стыка будет соблюдена при условии

$$2n_f P_f 1 \geqslant A_s R_s, \qquad (12)$$

где P_f — прочность на растяжение 1 см стеклопластика с n_f — количеством слоев стеклоткани, Н/см (кгс/см); R_s — расчетное сопротивление арматуры панели или

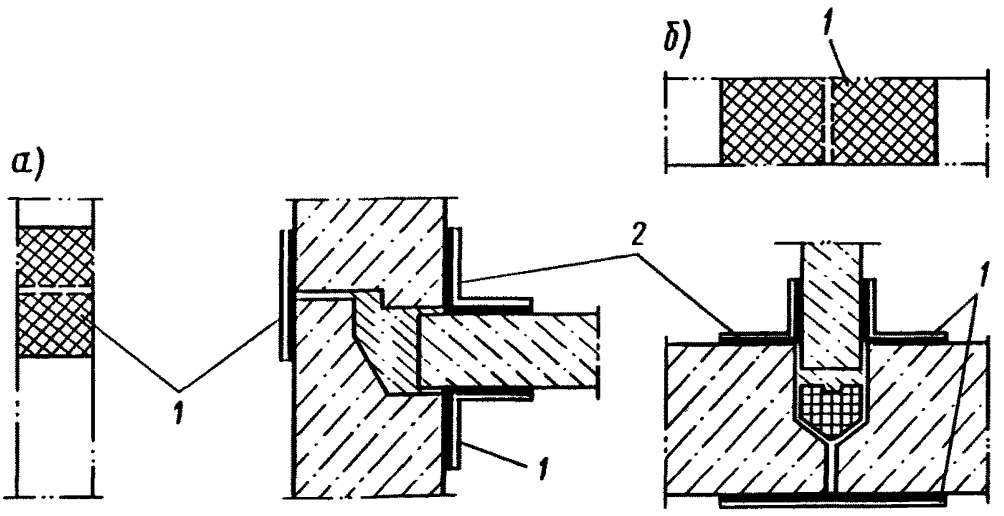


Рис. 19. Устройство клеевого соединения ПОС в стыках стеновых панелей
а — на горизонтальном стыке; б — то же, на вертикальном; 1 — оклеечный стеклопластик; 2 — промазка клеем

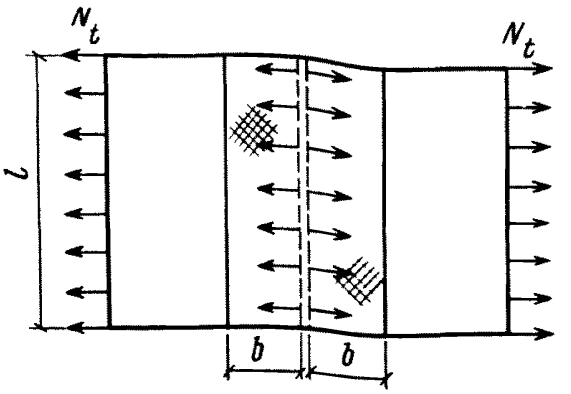


Рис. 20. Схема работы ПОС при растягивающих усилиях в стыке

стыка, МПа; A_s — площадь сечения арматуры стыка или панели в направлении действия усилия, $см^2$; l — длина стыка, см.

$$n_f P_f \geqslant \frac{A_s R_s}{2l}. \qquad (13)$$

9.50. Марку стеклоткани и количество ее слоев в стеклопластике определяем по значению $n_f P_f$ по табл. 14.

9.51. Необходимую ширину приклеивания b определяем из условия работы бетона панелей на срез

$$b \geqslant \frac{n_f P_f}{R_{b,sh}}, \qquad (14)$$

где $R_{b,sh}$ — прочность бетона на срез, МПа, принимаемая в зависимости от его класса по табл. 11.

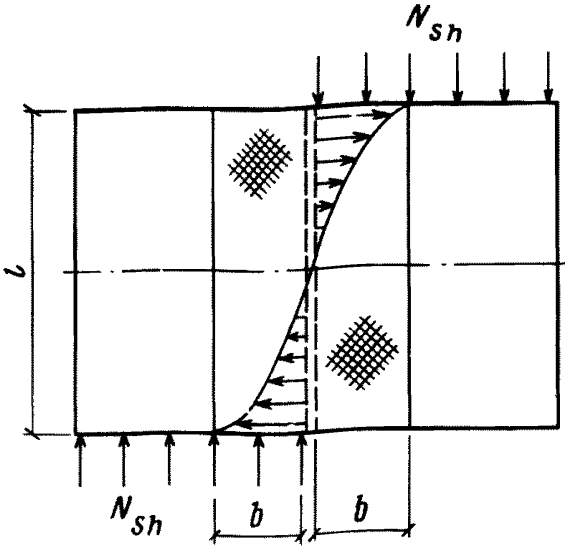


Рис. 21. Схема работы ПОС при сдвигающих усилиях в стыке

9.52. Несущая способность стыкового соединения с ПОС при сдвигающих усилиях обеспечивается работой бетона сопрягаемых элементов на срез при сдвиге и кручении и работой стеклопластика на растяжение (рис. 21). При этом должны соблюдаться условия (15) и (17):

$$R_{b,sh} = \frac{N_{sh}}{2bl} + \frac{N_{sh}}{2\beta b^2}, \qquad (15)$$

где N_{sh} — усилие сдвига в стыке, кН; β — коэффициент, принимаемый в зависимости от величины l/b по табл. 15.

Из (15) определится необходимая ширина приклеивания стеклопластика

$$b = \frac{N_{sh}}{4R_{b,sh}l} + \sqrt{\left(\frac{N_{sh}}{4R_{b,sh}l}\right)^2 + \frac{N_{sh}}{2R_{b,sh}\beta}}. \qquad (16)$$

Требуемая несущая способность 1 см стеклопластика, исходя из его работы на растяжение при изгибе, определится из условия

$$n_f P_f \geqslant \frac{1{,}5N_{sh}b}{l^2}. \qquad (17)$$

По значению $n_f P_f$ из табл. 14 находим необходимую марку и количество слоев стеклоткани.

9.53. При совместном действии в стыке усилий растяжения и сдвига расчет производится по принципу независимости действия сил. При этом, должно соблюдаться условие

$$\sqrt{\left(\frac{N_t}{2bl}\right)^2 + \left(\frac{N_{sh}}{2bl}\right) + \left(\frac{N_{sh}}{2\beta b^2}\right)} \leqslant R_{b.sh}, \qquad (18)$$

где N_t — усилие растяжения в стыке, кН.

При этом значения $n_f P_f$ и b следует принимать бо́льшие из определенных соответственно по формулам (13), (17) и (14), (16).

В. УСИЛЕНИЕ УЗЛА ОПИРАНИЯ РИГЕЛЕЙ И УСТРАНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ДЕФЕКТОВ В ДОМАХ СЕРИИ 1-335

9.54. Рекомендации предусматривают усиление узлов опирания ригелей на наружные двухслойные стеновые панели, без устройства пристенных колонн, в крупнопанельных домах серии 1-335, выполненных с неполным внутренним каркасом.

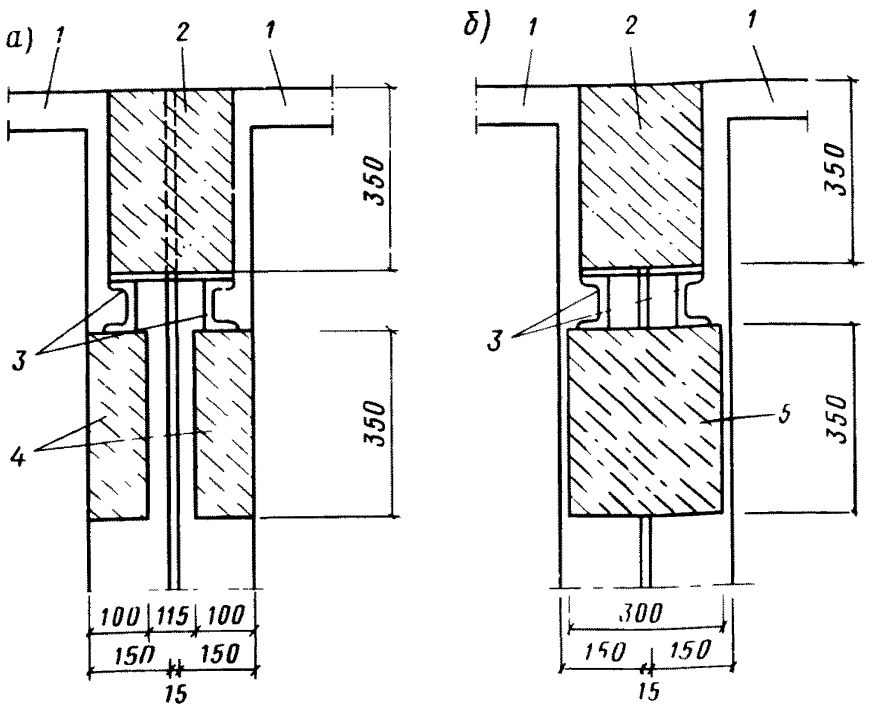


Рис. 22. Устройство консолей на ребрах панелей
а — раздельные консоли; б — общая консоль; 1 — ребра панели; 2 — ригель; 3 — швеллер: 4 — железобетонные консоли раздельные; 5 — то же, спаренные

9.55. Усиление узлов опирания ригелей выполняется с помощью приклеивания заранее изготовленных железобетонных элементов — консолей, с выпусками арматуры, анкеруемыми эпоксидным полимерраствором в шурфах, предварительно высверленных в ребрах панели.

9.56. Консоли могут быть выполнены раздельными на каждое ребро панели (рис. 22, *а*) или спаренными на два сопрягаемых ребра (рис. 22, *б*). Применение спаренных консолей позволяет к тому же повысить пространственную жесткость здания в целом.

9.57. В зависимости от состояния существующих стальных опорных столиков, выполненных из швеллеров 12, консоль подводят под швеллера (рис. 23, *а*) или непосредственно под ригель (рис. 23, *б*). При наличии наклонной бетонной грани, консоль выполняют по рис. 23, *в* .

9.58. При необходимости крепления к наружным стеновым панелям других элементов конструкций, например при модернизации домов — крепление панелей лоджий, анкера в консолях, могут быть выпущены за наружную грань стеновой панели (см. рис. 23, *б*).

9.59. Пример армирования одиночной консоли приводится на рис. 24.

9.60. Применение эпоксидных полимеррастворов для закрепления консолей исключает возможность образования коррозии на анкеруемых стержнях арматуры.

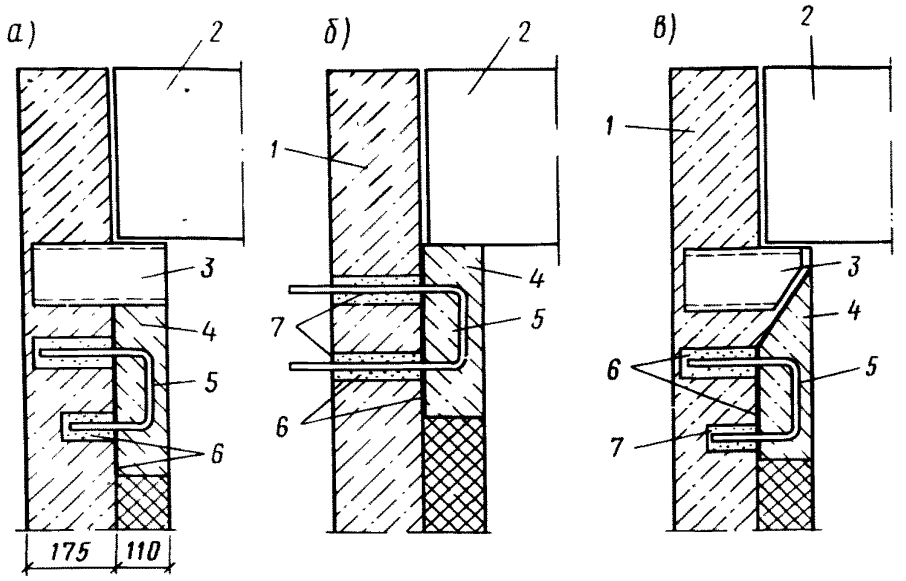


Рис. 23. Способы усиления существующих консолей в зависимости от их состояния

а — подводка консолей под существующие швеллера; б — то же, под ригель; в — то же, под обетонированный швеллер; 1 — ребро панели; 2 — ригель; 3 — швеллер; 4 — консоль усиления; 5 — арматура; 6 — полимерраствор; 7 — шурфы

9.61. Способ усиления узлов опирания ригелей с помощью приклеивания консолей позволяет использовать его как при капитальном ремонте и модернизации дома, когда необходимо усиление всех узлов, опирания ригелей, так и при локальной замене отдельных стальных консолей, расположенных на различных этажах.

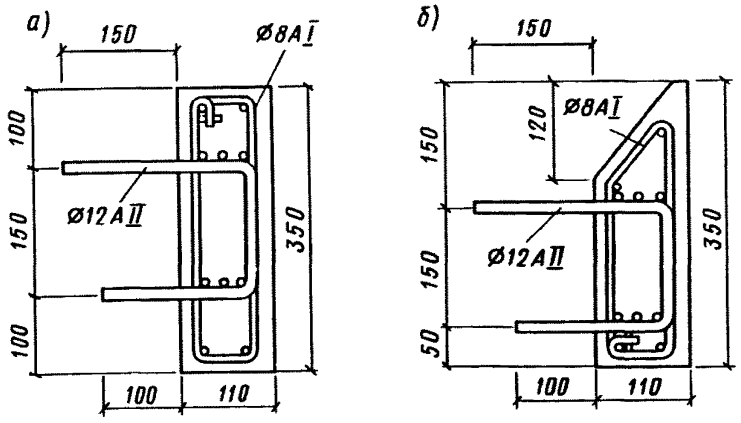


Рис. 24. Армирование одиночной консоли

а — для подводки под существующий швеллер или ригель; б — то же, под обетонированный швеллер

9.62. Расчет консоли, требуемые классы бетона и арматуры, составы эпоксидного полимерраствора и технология производства работ приводятся соответственно в разд. 11 и 12.

9.63. Низкая прочность и слабое сцепление неавтоклавного пенобетона приводят к образованию трещин и отслоению конструкций двухслойной панели в домах серии 1-335.

9.64. Обеспечение сцепления пенобетонной части панели с железобетонной выполняют инъецированием полимерцементного раствора в зазоры, образовавшиеся между слоями бетонов разных видов.

9.65. На обнаруженных бухтящих участках панелей, в пенобетоне высверливают с шагом 50 см, в шахматном порядке шурфы диаметром 12 мм.

9.66. Для инъецирования используют полимерцементный раствор состава П-3 (см. табл. 7).

9.67. Инъецирование производят через шайбы или штуцера (см. пп. 7.7 и 7.13) с помощью инъекционного устройства, приведенного на рис. 6.

9.68. В образовавшихся трещинах в слое пенобетона устраиваются V-образные желоба (см. п. 7.29), которые заделываются полимерцементным раствором П-1 или П-2. Этим же составом заделываются поврежденные участки панели.

10. КРУПНОБЛОЧНЫЕ ЗДАНИЯ

А. ПОВЫШЕНИЕ НОРМАЛЬНОГО СЦЕПЛЕНИЯ В КЛАДКЕ ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНОЙ РАСТВОРА В ШВАХ

10.1. Повышение нормального сцепления в крупноблочной кладке обеспечивается частичной заменой слабого или разрушенного раствора в швах растворами на основе полимерцемента или эпоксидных клеев.

10.2. Способ частичной замены раствора в швах кладки рекомендуется в случаях низкой прочности или разрушения и выпадания раствора шва.

10.3. Этот же способ может быть использован при заделке раскрывшихся в результате смещения блоков вертикальных и горизонтальных швов.

10.4. Частичную замену раствора в швах на глубину 10—12 см следует производить в шахматном порядке, поочередно — сначала с одной, а потом с другой стороны стены (рис. 25).

10.5. Заделка швов выполняется полимерцементным раствором состава П-2 (см. табл. 7) или эпоксидным полимерраствором на основе составов 3—6 или 11 (см. табл. 5) в зависимости от температуры окружающей среды. Количество наполнителя принимается 300—400 ч. по массе на 100 ч. по массе эпоксидной смолы.

10.6. Частичная замена раствора в швах кладки производится в следующей последовательности:

освобождение кладки от слабого раствора в шахматном порядке с одной стороны стены;

очистка бетонных поверхностей блоков от остатков раствора металлическими щетками;

увлажнение освобожденных от раствора поверхностей блоков;

заделка шва полимерцементным раствором состава П-2 под давлением с помощью растворонасоса или инъекционного устройства (см. рис. 6);

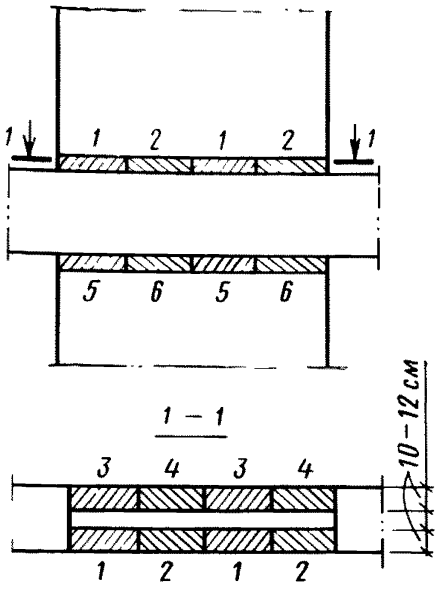


Рис. 25. Способ усиления кладки частичной заменой раствора в швах
1, 2, 3, 4, 5, 6 — порядок замены раствора в швах

частичная замена раствора в шве кладки с противоположной стороны в аналогичной последовательности.

10.7. Частичная замена раствора в швах кладки эпоксидными или полимерцементными составами, вводимыми в стыки под давлением, обеспечивает прочность сцепления в швах кладки, не уступающую прочности бетона блоков на растяжение.

10.8. Необходимую площадь замены раствора шва при применении полимерцементных и эпоксидных растворов получают из условия необходимости обеспечения нормального сцепления в кладке R_{am} (п. 3.39 СНиП II-7-81) и определяют из зависимости

$$A_{pl}R^{n}_{bt} \geqslant (R_{am} - R^{r}_{am})A_{bl}; \qquad (19)$$

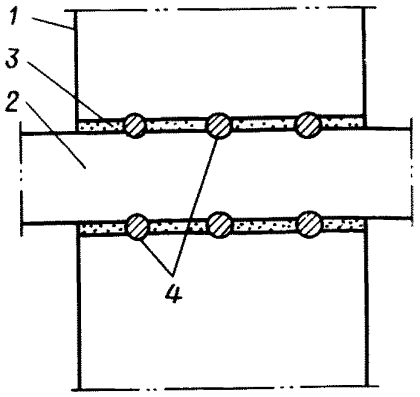
$$A_{p.l} \geqslant \frac{(R_{am} - R^{r}_{am})A_{bl}}{R^{n}_{bt}}, \qquad (20)$$

где A_{pl} — площадь заменяемого участка шва; R^{r}_{am} — фактическое нормальное сцепление раствора в кладке; A_{bl} — площадь поперечного сечения блока; R^{n}_{bt} — нормативное сопротивление бетона блока на растяжение; R_{am} — нормальное сцепление раствора (см. п. 3.39 СНиП II-7-81).

Б. ПОВЫШЕНИЕ НОРМАЛЬНОГО СЦЕПЛЕНИЯ В КРУПНОБЛОЧНОЙ КЛАДКЕ ДИСКРЕТНЫМИ СВЯЗЯМИ БЛОКОВ

10.9. Повышение нормального сцепления в крупноблочной кладке может быть достигнуто устройством дискретных связей между блоками.

Рис. 26. Способ усиления кладки дискретными связями
1 — стеновой блок; 2 — перемычечный блок; 3 — раствор; 4 — цилиндрическая шпонка



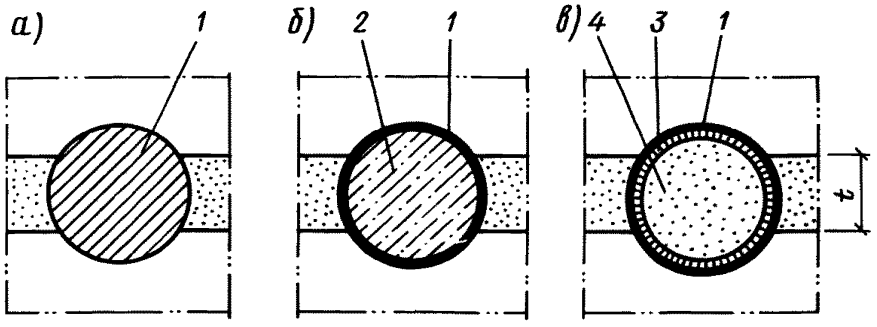


Рис. 27. Конструкции дискретных связей, выполняемых
а — заливкой полимеррастворов или полимерцементом; б — бетонными цилиндрическими шпонками; в — металлической трубой; 1 — полимеррастворы; 2 — бетон; 3 — металлическая труба; 4 — цементный раствор

10.10. Дискретные связи между смежными блоками обеспечиваются цилиндрическими шпонками (рис. 26), образуемыми полимерцементными растворами или эпоксидными полимеррастворами, которые нагнетаются под давлением в высверленные шурфы в смежных блоках (рис. 27, *а*), или вклеиванием в эти отверстия бетонных цилиндров или стальных труб (рис. 27, *б* и *в*).

Обладая высокими адгезией и прочностью, дискретные связи, наряду с повышением нормального сцепления швов в кладке, образуют шпонки, препятствующие взаимному смещению блоков.

10.11. Необходимая площадь участков сцепления шпонок с блоком определяется по формуле (20).

10.12. Фактическая суммарная площадь сцепления с блоком при радиусе шпонки r_k определится по формуле (21) и рис. 28.

$$A_{pl} = L t_k n_k, \qquad (21)$$

где L — длина дуги, сопрягаемой с блоком;

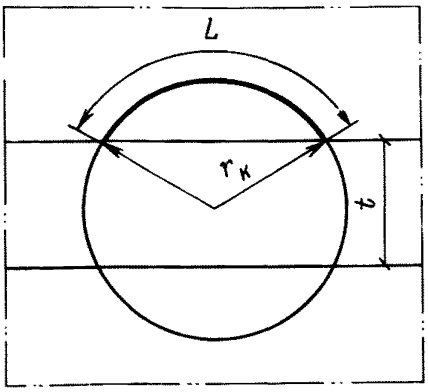


Рис. 28. Схема определения необходимой длины дуги

$$L \approx \pi r_k - t; \tag{22}$$

r_k — радиус цилиндрической шпонки; t — толщина шва кладки; t_k — глубина шпонки; n_k — количество шпонок.

10.13. Задаваясь радиусом и глубиной цилиндрических шпонок, количество их определяем из зависимости (23):

$$n_k = \frac{(R_{am} - R^r_{am})A_{bt}}{R^n_{bt}(\pi r_k - t)}. \tag{23}$$

10.14. Количество дискретных связей в швах должно быть не менее двух на каждом блоке.

10.15. Шурфы в растворном шве и смежных блоках следует сверлить алмазными сверлами типа СКА, с помощью пневмосверлильных машин ИП-1023 или электросверлильных машин ИЭ-1081 (см. прил. 6).

10.16. Высверленные отверстия, после продувки их сжатым воздухом, заполняют клеящими составами с помощью инъектора (см. рис. 6).

10.17. Полимерцементный раствор следует принимать состава П-2 (см. табл. 5) с заменой портландцемента на расширяющийся цемент.

10.18. Эпоксидный полимеррастворрекомендуется принимать состава 1—6 в теплое время года (при $t > 15^oC$) и состава 11 в зимнее время (при $t \leqslant 15^oC$) (см. табл. 5) с введением в него наполнителя (кварцевого песка, андезитовой муки или цемента) в количестве 300—400 ч. по массе на 100 ч. по массе эпоксидной смолы.

10.19. Снижение расхода полимерных смол и упрощение производства работ достигается устройством цилиндрической шпонки из бетона М 200—300 или металлической трубы, вклеиваемых эпоксидным полимеррастворомв высверленное отверстие (см. рис. 27, *б* и *в*).

10.20. Диаметр бетонных цилиндров или металлической трубы принимается на 3—4 мм меньше диаметра высверленного отверстия.

10.21. В очищенное и обеспыленное отверстие вставляются обмазанные эпоксидным полимеррастворомбетонный цилиндр или стальная труба, предваритель-

но очищенные от грязи и ржавчины и обезжиренные ацетоном. В случае применения шпонки из стальной трубы последняя после вклеивания заполняется цементным раствором.

В. ПОВЫШЕНИЕ НОРМАЛЬНОГО СЦЕПЛЕНИЯ В КРУПНОБЛОЧНОЙ КЛАДКЕ С ПОМОЩЬЮ ПАШ И ПАШС

10.22. Повышение нормального сцепления в швах крупноблочной кладки и пространственной жесткости и сейсмостойкости здания в целом может выполняться и с помощью полимеррастворных шпонок ПАШ и ПАШС. Описание и расчет конструкций ПАШ и ПАШС и конструктивные требования к ним приведены в разд. 9.

10.23. Пример расположения ПАШ и ПАШС в вертикальных и горизонтальных швах блочной кладки приводится на рис. 29, а на рис. 30 и 31, *а* и *б* приводятся детали стыков блоков с ПАШ и ПАШС.

10.24. При необходимости ПАШС может быть выполнена с заделкой в бетонные блоки только отгибов арматуры-скобы (рис. 31, *в*).

10.25. Расчет ПАШ и ПАШС — количество шпонок, их сечение и площадь арматуры определяются в зависимости от действующих усилий в швах блоков, полу-

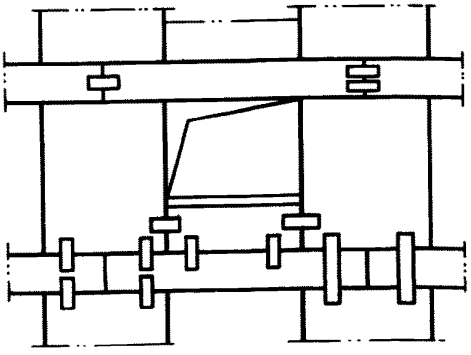


Рис. 29. Пример устройства ПАШ и ПАШС в вертикальных и горизонтальных швах блочной кладки

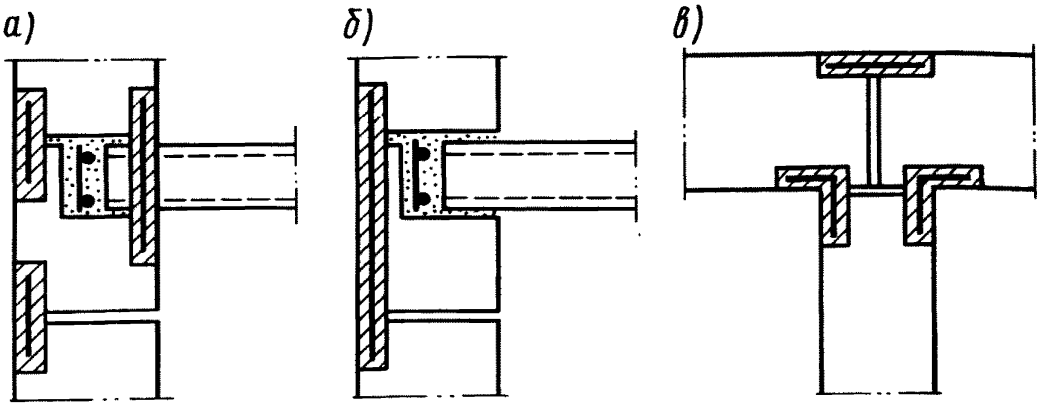


Рис. 30. Детали стыков с ПАШ
а, б — в горизонтальных швах; в — в вертикальных швах

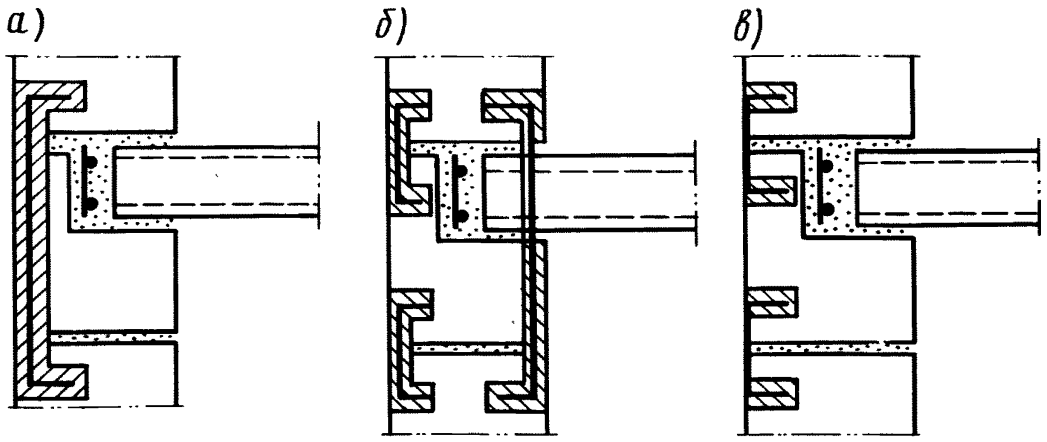


Рис. 31. Детали устройства стыков ПАШС
а — ПАШС с наружной стороны стены; б — ПАШС с наружной и внутренней сторон стены; в — ПАШС с заделкой полимеррастворомтолько отгибов скобы

чаемых на основании результатов расчета крупноблочного здания на действующие нагрузки, а также от фактической прочности бетона сопрягаемых элементов конструкций — блоков, перемычечных поясов и др., принимаемой по результатам обследования здания. При различии прочностей сопрягаемых элементов конструкций до 10% длина шпонок принимается по наименьшей прочности бетона, а в остальных случаях длина шпонок определяется раздельно.

Г. ПОВЫШЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ И ИСКЛЮЧЕНИЕ "КЛАВИШНОЙ" РАБОТЫ СБОРНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ И ПОКРЫТИЙ

10.26. Повреждения в виде трещин в стыках сборных элементов перекрытий и покрытий, образующихся в результате сейсмических или других, воздействий, свидетельствуют о недостаточной горизонтальной жесткости таких конструкций.

10.27. Образование трещин в стыках сборных перекрытий и покрытий происходит и в результате "клавишной" работы сборных элементов при неравномерно распределенных вертикальных нагрузках.

10.28. Основной причиной недостаточной жесткости сборных перекрытий является низкая клеящая способность цементного вяжущего, применяемого при замоноличивании стыков. Дополнительные мероприятия по повышению сейсмостойкости, рекомендуемые в п. 3.10 СНиП II-7-81, также не обеспечивают монолитности и жесткости сборной конструкции покрытий и перекрытий, позволяющих рассматривать их как монолитный жесткий диск.

10.29. Повышение горизонтальной жесткости, сейсмостойкости перекрытий и покрытий и зданий в целом, а также исключение "клавишной" работы отдельных сборных элементов рекомендуется выполнять заменой раствора швов на полимеррастворполимерцемент или на мелкозернистый бетон, укладываемый по адгезионной промазке сопрягаемых сборных элементов.

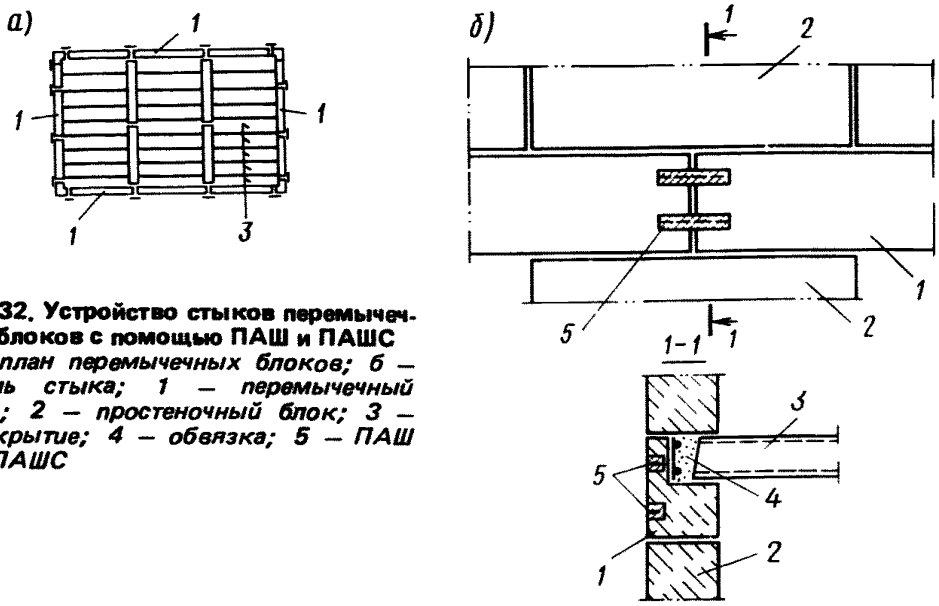


Рис. 32. Устройство стыков перемычечных блоков с помощью ПАШ и ПАШС
а — план перемычечных блоков; б — деталь стыка; 1 — перемычечный блок; 2 — простеночный блок; 3 — перекрытие; 4 — обвязка; 5 — ПАШ или ПАШС

10.30. Описание способа повышения жесткости и исключения клавишной работы, а также усиление сборных перекрытий и их расчет приводятся в разд. 11.

10.31. При расчете горизонтального диска перекрытия, в качестве растянутой арматуры балки-стенки следует принимать армирование сборных поясов-перемычек крупноблочных зданий. При этом, пояса-перемычки необходимо связать между собой равнопрочным соединением с помощью ПАШ или ПАШС (рис. 32).

10.32. При недостаточном армировании поясов-перемычек необходимо устройство дополнительных тяжей поясов (рис. 33).

10.33. Усилие, на которое подбирается сечение тяжей, определяется исходя из расчетного сопротивления бетонной кладки на скалывание толщины стены и ее длины

$$N = 0{,}2R_{bw,\,ch}l_w t_w, \qquad (24)$$

где $R_{bw,\,ch}$ — расчетное сопротивление кладки скалыванию, 10 кН/м^2 (т/м^2); l_w — длина стены, м; t_w — толщина стены, м.

10.34. Усилие в тяжах определяется с учетом коэффициента условий работы $\gamma_i = 0{,}85$, учитывающего потери напряжения при длине затяжки $l \geqslant 6$ м.

В необходимых случаях следует также учитывать напряжения в поясах от действия температуры наружного воздуха

$$\sigma_s^t = (\gamma_s^t - \gamma_{bw}^t)tE_s, \qquad (25)$$

где γ_s^t, γ_{bw}^t — коэффициент линейного распирания кладки и стали; t — величина изменения температуры, ^oC.

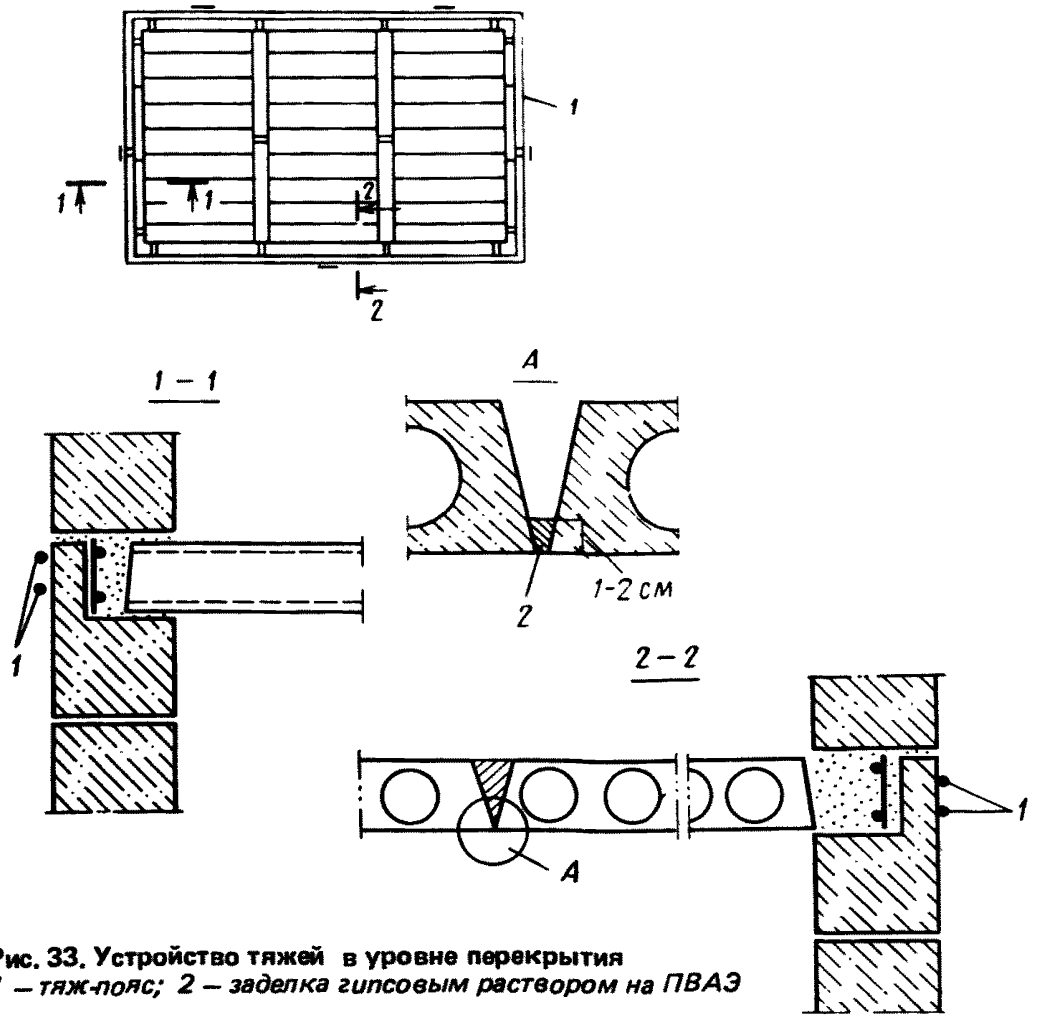


Рис. 33. Устройство тяжей в уровне перекрытия
1 – тяж-пояс; 2 – заделка гипсовым раствором на ПВАЭ

По усилию натяжения определяют сечение тяжей с учетом допускаемого напряжения на местное смятие резьбы.

10.35. Технология производства работ по усилению перекрытия приводится в разд. 12.

10.36. Рекомендуемый способ повышения жесткости, сейсмостойкости и исключения "клавишной" работы сборных перекрытий может быть использован при:

восстановлении крупноблочных зданий, пострадавших во время сейсмических или других воздействий;

повышении сейсмостойкости зданий, в связи с изменением балльности района;

модернизации зданий, построенных без антисейсмических мероприятий.

10.37. Этот способ может быть использован и при новом строительстве крупноблочных зданий.

11. КАРКАСНЫЕ И КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

А. УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ

11.1. Усиление ленточных бетонных и железобетонных фундаментов рекомендуется производить с помощью приливов-башмаков из монолитного бетона или железобетона по адгезионной полимерной промазке (рис. 34, *а*) или приклеиванием эпоксидным полимерраствором сборных элементов усиления к боковой поверхности бетона существующих фундаментов (рис. 34, *б*).

11.2. Усиление ленточных фундаментов под дополнительные нагрузки производят добетонировкой ступеней с обеих сторон по адгезионной промазке. Соединение элементов усиления с существующим фундаментом осуществляют с помощью арматурных стержней, анкеруемых в отверстиях, высверленных в бетоне (рис. 34, *в*).

11.3. Усиление точечных фундаментов производят прибетонировкой бетона по адгезионной промазке. При этом, предварительно на нижней боковой поверхности ступени фундамента высверливаются отверстия, в которых с помощью эпоксидного полимерраствора анкеруются арматурные стержни (рис. 34, *г*). Усиление может быть выполнено и сборным железобетонным элементом, приклеенным к существующему фундаменту эпоксидным полимерраствором с одновременной анкеровкой выпусков арматуры.

11.4. Усиление точечных фундаментов может выполняться и железобетонными рубашками, армированными замкнутой горизонтальной арматурой и перпендикулярными стержнями, устанавливаемыми в вертикальных плоскостях (рис. 34, *д*). Нижние горизонтальные стержни служат рабочей арматурой рубашек, которые определяются расчетом. Над фундаментными рубашками устраиваются обоймы в пределах нижней части колонн на высоту не менее 1 м.

11.5. Класс бетона элементов усиления (монолитных и сборных) принимается на одну ступень выше прочности бетона усиливаемого фундамента, но не менее В15.

11.6. Прочность сцепления свежего бетона с бетоном существующего фундамента обеспечивается адгезионной полимерной промазкой ПЭФ-1 (см. табл. 4 и пп. 4.21—4.23 и п. 5.14).

Если позволяет технологическая возможность, применяется и состав 8 (см. табл. 5 и п. 5.18), с учетом его малой жизнеспособности.

11.7. Приклеивание сборных элементов усиления и анкеровка арматуры, в зависимости от погодных условий, выполняются эпоксидным полимерраствором (составы 3—6 или 11 табл. 5 и п. 5.7).

Б. УСИЛЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

11.8. Усиление колонн выполняется устройством железобетонных обойм по адгезионной промазке (рис. 35) или поверхностным армированием усиливаемой конструкции (рис. 36 и 37).

11.9. В качестве поверхностного армирования рекомендуется использовать стальной лист (рис. 36) или оклеечный стеклопластик на эпоксидном клее (рис. 37).

11.10. Усиление колонн обоймами или поверхностным армированием может осуществляться как на всю высоту, так и в пределах наиболее перегруженных или поврежденных участков (рис. 38).

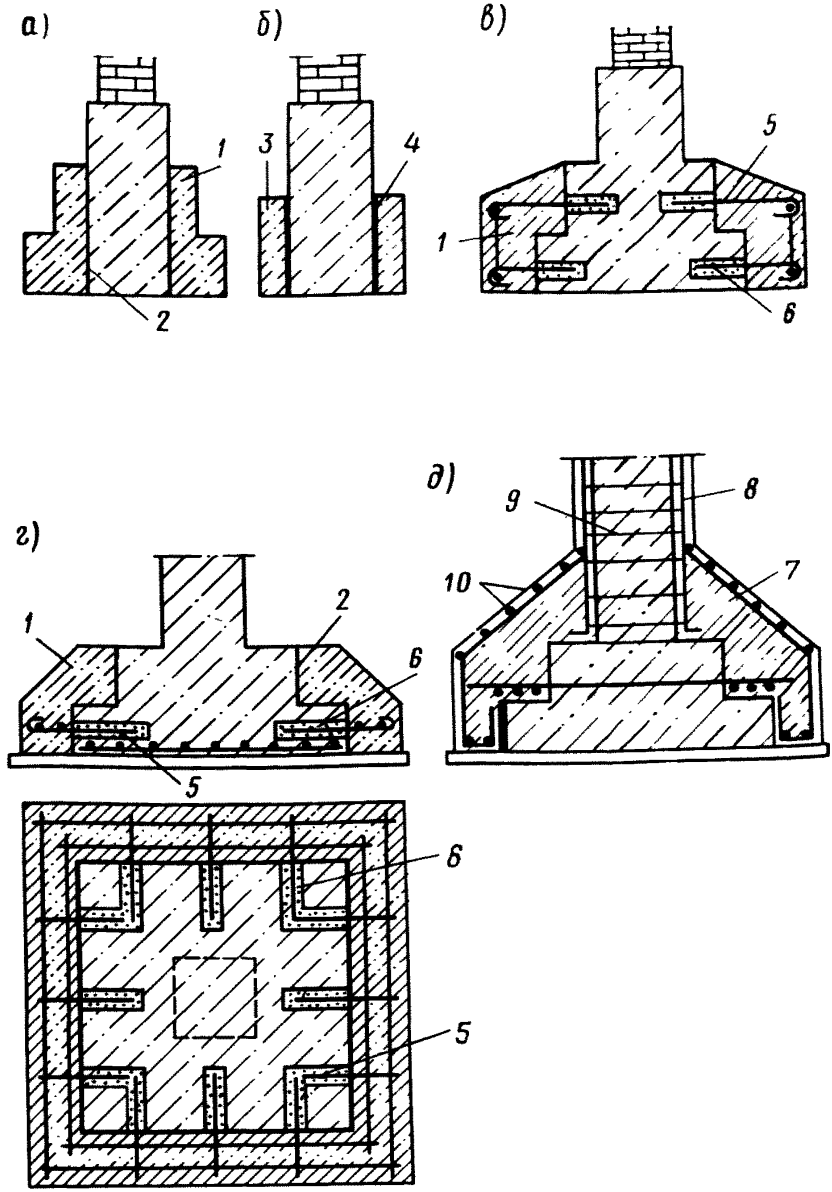


Рис. 34. Усиление фундаментов

а — ленточных, устройством приливов — башмаков из монолитного бетона; б — то же, приклеиванием сборных элементов усиления; в — то же, устройством приливов-башмаков с армированной связью с фундаментом; г, д — точечных фундаментов; 1 — монолитный башмак; 2 — адгезионная промазка; 3 — сборный элемент усиления; 4 — эпоксидный полимеррастворр; 5 — арматура; 6 — шурф, заполняемый полимеррастворром; 7 — армированная рубашка; 8 — короткая обойма на колонне; 9 — хомуты; 10 — горизонтальная арматура

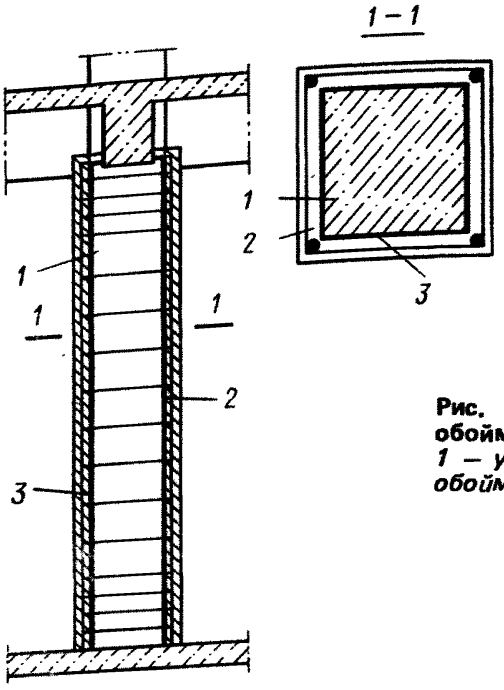


Рис. 35. Усиление колонны железобетонной обоймой по адгезионной промазке
1 – усиливаемая колонна; 2 – железобетонная обойма; 3 – адгезионная промазка

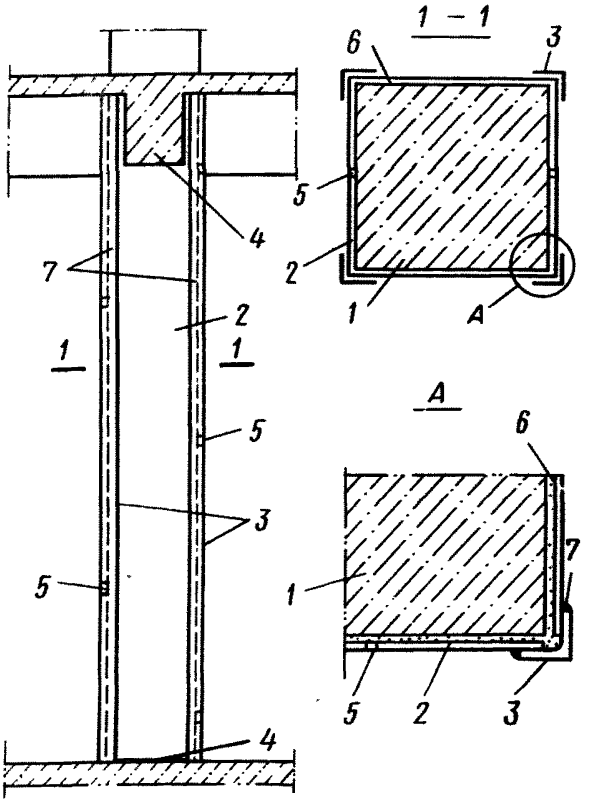


Рис. 36. Усиление колонны стальными листами
1 – усиливаемая колонна; 2 – стальной лист; 3 – уголок; 4 – герметизация; 5 – отверстия с нарезкой; 6 – эпоксидный клей; 7 – сварной шов

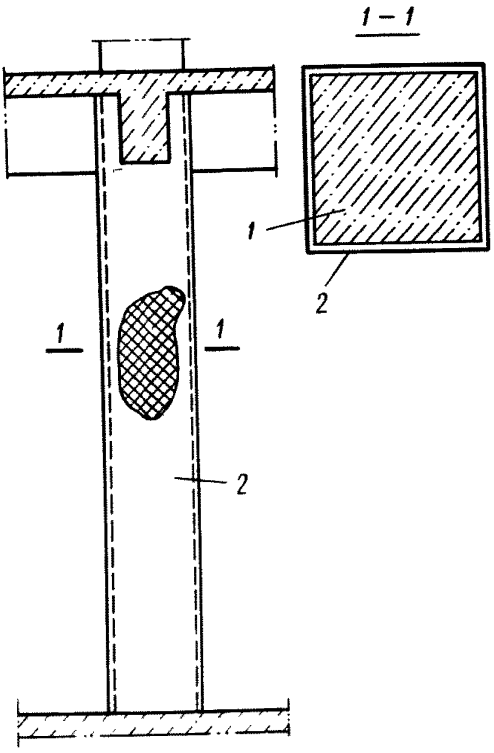


Рис. 37. Усиление колонны поверхностно-оклеечным стеклопластиком
1 — усиливаемая колонна; 2 — поверхностно-оклеечный стеклопластик

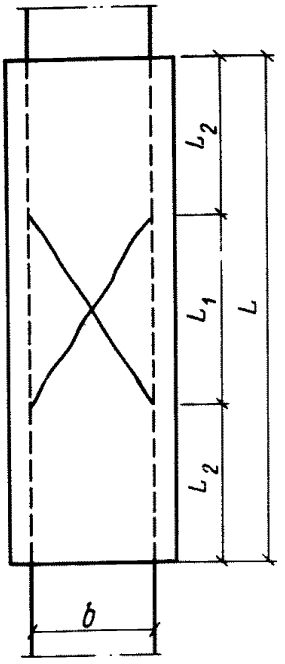


Рис. 38. Усиление поврежденных участков колонны

11.11. Элементы поверхностного армирования должны быть перепущены на неповрежденные участки колонны на длину L не меньшую, чем максимальный размер (ширина грани или диаметр) усиливаемой конструкции и не менее 500 мм, а при усилении железобетонной обоймой, к тому же, и не менее пяти толщин обоймы и не менее длины анкеровки дополнительной рабочей арматуры (принимается наибольшая из указанных величин (см. рис. 38).

11.12. Замкнутая обойма (см. рис. 35), охватывающая усиливаемый элемент со всех сторон, благодаря адгезионной промазке поверхности колонны перед бетонированием и усадке бетона, обеспечивает надежную совместную работу обоймы с усиливаемой конструкцией.

11.13. Толщина обоймы и сечение продольной дополнительной рабочей арматуры определяются расчетом. Конструктивно толщина обоймы принимается равной не менее 50 мм из условия бетонирования и обеспечения требуемой толщины защитного слоя дополнительной арматуры.

11.14. Шаг хомутов в обоймах принимается равным не более 15 диаметров продольной арматуры, не более трехкратной толщины обоймы и не более 200 мм (см. рис. 35).

11.15. По концам железобетонных обойм хомуты устанавливаются с шагом, уменьшенным вдвое (см. рис. 35) по сравнению с шагом хомутов, оговоренным в п. 11.14.

11.16. Поверхностное армирование стальными листами производят с помощью эпоксидных клеев. Толщину стальных листов следует принимать равной 3—4 мм. Замкнутое пространство вокруг усиливаемой колонны создается с помощью уголков, соединяющих на сварке стальные листы между собой (см. рис. 36).

11.17. Совместная работа стального листа с железобетонной колонной обеспечивается инъецированием в зазор между ними эпоксидного клея (составы 1—6 или 8 и 11 по табл. 5 и п. 5.7) через инвентарный штуцер, ввинчиваемый в нижнее отверстие листа усиления (см. рис. 36). При этом, горизонтальные зазоры между стальным листом и колонной должны быть предварительно загерметизированы тем же составом, с добавлением наполнителя в количестве 100—300 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы.

11.18. Стальные листы с внутренней стороны предварительно освобождаются от ржавчины и окалины и обезжириваются ацетоном.

11.19. Усиление колонны поверхностно-оклеечным стеклопластиком производят приклеиванием стеклоткани эпоксидным клеем (см. рис. 37).

11.20. Стеклоткань может быть принята марок Т-11, Т-13 или других марок с аналогичными прочностными показателями. Для этих целей могут быть использованы и стеклосетки, например марки $РС_2$-1 и др. (см. табл. 4). Перед употреблением стеклоткань должна быть освобождена от замасливателя (см. пп. 4.35 и 4.36).

11.21. Количество слоев стеклоткани определяется расчетом, однако конструктивно следует принимать не менее двух.

11.22. Обеспечение огнестойкости элементов поверхностного армирования — стальных листов и стеклопластика достигается нанесением огнезащитной штукатурки по металлической сетке, не связанной с элементом усиления.

11.23. Центрально-сжатые элементы, усиливаемые железобетонной обоймой или поверхностно-оклеечным стеклопластиком, рассчитываются вместе с элементами усиления как монолитные — целые.

11.24. Класс бетона обоймы следует принимать в соответствии с п. 4.25, требования к вяжущему, заполнителям и арматуре приводятся в пп. 4.26—4.31.

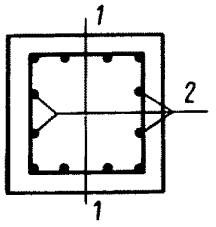
Расчет усиления сжатых элементов

11.25. Расчет прочности центрально-сжатых железобетонных колонн, усиленных железобетонной обоймой по адгезионной промазке (рис. 39), N производится исходя из условия

$$N = \varphi \left[\eta_b (R_b A + R_{sc} A_s) + \eta_{rcr} (R_{b,\,rcr} A_{rcr} + R_{sc,\,rcr} A_{s,\,rcr})\right], \qquad (26)$$

где η_b — коэффициент условий работы, равный 0,9 при $h \leqslant 200$ мм и 1 при $h > 200$ мм; φ — коэффициент продольного изгиба усиленной колонны определяется в соответствии с п. 11.26 и табл. 13 настоящих Рекомендаций; η_{rcr} — коэффициент условий работы обоймы, равный: 0,9 — при использовании предварительно-напряженной поперечной арматуры; 0,8 — при использовании поперечной арматуры в виде обычных замкнутых хомутов; R_b — призменная прочность бетона усиливаемой конструкции, соответствующая фактической кубиковой прочности (см.

Таблица 13[1]



Коэффициенты φ_b и φ_r

1–1 — рассматриваемая плоскость;
2 — промежуточные стержни;

ΣA_{si} — площадь сечения всех продольных стержней;

N — продольная сила от постоянных и длительных временных нагрузок, действующих на усиленную колонну

N_1/N	l_0/h							
	6	8	10	12	14	16	18	20
	Коэффициент φ_b							
0	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,86	0,83	0,80
0,5	0,92	0,91	0,90	0,88	0,85	0,81	0,78	0,65
1	0,92	0,91	0,89	0,86	0,81	0,74	0,63	0,55
	Коэффициент φ_r							
При площади сечения промежуточных стержней, расположенных у граней, параллельных рассматриваемой плоскости, менее 1/3 ΣA_{si}								
0	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,87	0,84	0,81
0,5	0,92	0,92	0,91	0,90	0,87	0,84	0,80	0,75
1	0,92	0,91	0,90	0,88	0,86	0,82	0,77	0,7
При площади сечения промежуточных стержней, расположенных у граней, параллельных рассматриваемой плоскости, менее 1/3 ΣA_{si}								
0	0,92	0,92	0,91	0,89	0,87	0,84	0,8	0,75
0,5	0,92	0,91	0,90	0,87	0,83	0,79	0,72	0,65
1	0,92	0,91	0,89	0,86	0,80	0,74	0,66	0,58

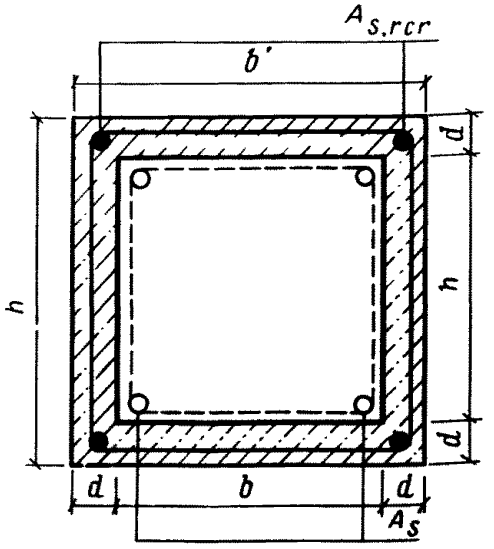
[1] **Байков В.Н., Сигалов Э.Е.** Железобетонные конструкции. — М.: Стройиздат, 1985.

п. 3.5 прил. 1); $R_{b,\,rcr}$ — расчетная призменная прочность бетона обоймы; R_{sc}, $R_{sc,\,rcr}$ — расчетное сопротивление арматуры соответственно усиливаемой конструкции и обоймы; A, A_{rcr} — площадь поперечного сечения бетона соответственно усиливаемой колонны и обоймы; A_s, $A_{s,\,rcr}$ — площадь сечения арматуры соответственно усиливаемой колонны и обоймы.

При армировании обойм усиления центрально-сжатой железобетонной колонны в пределах 1%, $A_{s,\,rcr} = 0{,}01A_{rcr}$, расчетная формула примет вид

$$N = \varphi\,[\eta_b(R_bA + R_{sc}A_s) + \eta_{rcr}A_{rcr}(R_{b,\,rcr} + 0{,}01R_{sc,\,rcr})]. \qquad (27)$$

Рис. 39. Расчетная схема усиления центрально-сжатой колонны



11.26. Коэффициент продольного изгиба φ усиленной колонны, учитывающий длительность загружения, гибкость и характер ее армирования, определяется по экспериментальной зависимости

$$\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_r - \varphi_b)\frac{R_{sc}A_s + R_{sc,\,rcr}A_{s,\,rcr}}{R_bA + R_{b,\,rcr}A_{rcr}}, \qquad (28)$$

но принимается не более φ_r (φ_b и φ_r — определяются по табл. 13).

Значение φ определяют по формуле (28), предварительно задавшись минимальной толщиной обоймы, равной 50 мм. Тогда наименьший размер поперечного сечения усиленной колонны составит (см. рис. 39).

$$b' = b + 2d, \qquad (29)$$

где d — толщина обоймы.

Формула (28) справедлива при усилении колонны на всю высоту. При усилении колонны только в пределах перегруженных или поврежденных участков φ следует также определять по формуле (28), как для колонны до усиления без учета сечения обоймы A_{rcr} и дополнительной арматуры $A_{s,\,rcr}$.

11.27. Площадь сечения бетона обоймы усиления определяется по формуле

$$A_{rcr} = \frac{\frac{N}{\varphi} - \eta_b(R_bA + R_{sc}A_s)}{\eta_{rcr}(R_{b,\,rcr} + 0{,}01R_{sc,\,rcr})}. \qquad (30)$$

11.28. Расчетная толщина монолитной железобетонной обоймы определяется по формуле

$$d = \frac{\sqrt{(b + h)^2 + 4A_{rcr}} - (b + h)}{4}. \quad (31)$$

Площадь сечения продольной дополнительной арматуры определяется согласно п. 11.25. Прочность усиленной колонны проверяется по формуле (27) с учетом полученных при расчете значений коэффициента φ и $A_{s,\,rcr}$.

11.29. Расчет прочности центрально-сжатых железобетонных колонн, усиленных поверхностно-оклеечным стеклопластиком, производится исходя из условия

$$N = \eta_b \varphi (AR_b^* + A_s R_{sc}), \quad (32)$$

где R_b^* — приведенная призменная прочность бетона усиленной конструкции, определяемая в соответствии с п. 11.30 настоящих Рекомендаций.

Значения N, η_b, φ, A, A_s и R_{sc} см. п. 11.25 настоящих Рекомендаций.

11.30. Приведенную призменную прочность бетона усиленной конструкции (R_b^*) рекомендуется определять по формуле

$$R_b^* = R_b\left(1 + 0{,}5\,\frac{\sigma_r}{R_{b,\,t}}\right), \quad (33)$$

где R_b и $R_{b,\,t}$ — призменная прочность и прочность бетона на осевое растяжение усиливаемой конструкции, соответствующие фактической кубиковой прочности (см. п. 3.5 прил. 1); σ_r — дополнительное напряжение в бетоне, вызванное работой поверхностно-оклеечного стеклопластика, рекомендуется определять для предельного состояния по формуле

$$\sigma_r = (2n_f P_f)/b, \quad (34)$$

где n_f — количество слоев стеклоткани в стеклопластике; b — ширина усиливаемой колонны; P_f — расчетная прочность на растяжение 1 см стеклопластика из одного слоя стеклоткани, принимаемая по табл. 14.

Таблица 14

Количество слоев стеклоткани, n_f	Прочность стеклопластика, P_f					
	стеклосетка $ПС_2$-3		стеклоткань СТ-11		стеклоткань СТ-13	
1	16,5 / 0,167	(165) / (17)	35,5 / 0,235	(355) / (24)	52,0 / 0,49	(520) / (50)

Продолжение табл. 14

Количество слоев стеклоткани, n_f	Прочность стеклопластика, P_f					
	стеклосетка $РС_2$-3		стеклоткань СТ-11		стеклоткань СТ-13	
2	21,0	(210)	64,0	(640)	70,0	(700)
	0,265	(27)	0,57	(58)	0,78	(80)
3	34,0	(340)	71,5	(715)	82,5	(825)
	0,49	(50)	0,98	(100)	1,52	(155)

Примечания: 1. Приведенные значения прочности стеклопластика получены на основании небольшого количества образцов. 2. Над чертой приводятся значения прочности, МПа (кгс/см^2), под чертой кН/см (кгс/см).

11.31. Расчетное значение (n_f) и характеристика (P_f) поверхностно-оклеечного стеклопластика подбираются по табл. 14, при этом необходимо соблюдать условие

$$n_f P_f \geqslant R_{b,t} b \left[\frac{1}{AR_b} \left(\frac{N}{\eta \varphi} - R_{sc} A_s \right) - 1 \right]. \qquad (35)$$

В. УСИЛЕНИЕ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ[1]

11.32. Изгибаемые железобетонные элементы каркаса, в зависимости от вида повреждений и необходимости усиления той или иной зоны конструкции, усиляются с помощью поверхностного армирования усиливаемой конструкции и наращивания бетона по адгезионной промазке (рис. 40).

11.33. В качестве поверхностного армирования рекомендуется использовать железобетонные элементы — обычные или предварительно напряженные, стальные листы или оклеечный стеклопластик.

11.34. Растянутую зону изгибаемых железобетонных конструкций на воздействие пролетного момента рекомендуется усилять с помощью приклейки железобетонных элементов или стальных листов (рис. 40, *а*), либо поверхностно-оклеечного стеклопластика.

11.35. Учитывая технологическую сложность склеивания эпоксидным клеем стальных листов усиления с бетоном и возможное образование при этом непроклеев (из-за низкой вязкости ненаполненного клеящего состава) с одной стороны, а с другой — снижение адгезии к металлу, в случае склеивания эпоксидным полимеррастворм, при выборе конструкции усиления предпочтение следует отдавать железобетонным элементам усиления. К тому же, элементы усиления из стальных листов и поверхностно-оклеечного стеклопластика требуют дополнительных огнезащитных мероприятий.

---

1 Раздел выполнен под руководством д-ра техн. наук А.П. Васильева (НИИЖБ).

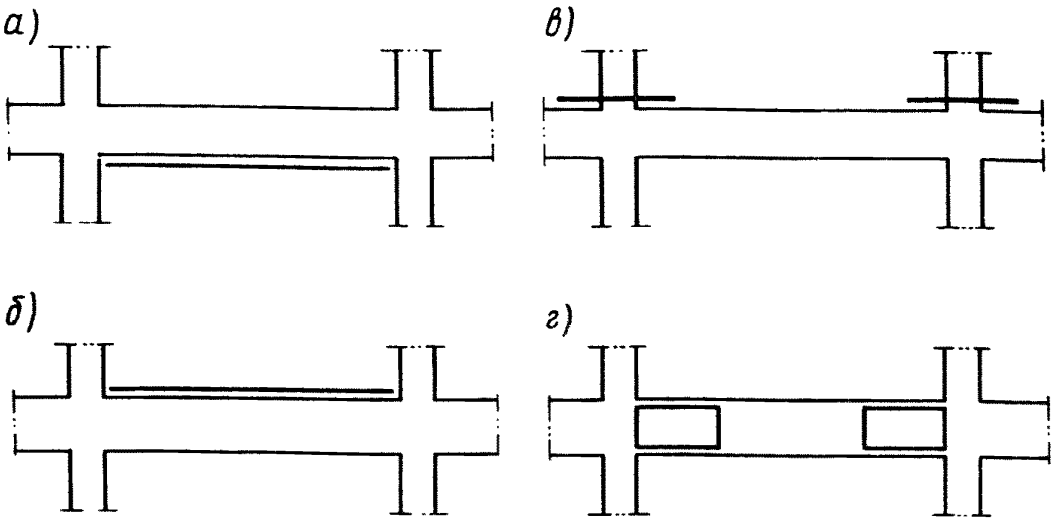


Рис. 40. Схемы усиления изгибаемых элементов
а — растянутой зоны; б — сжатой зоны; в — опорной зоны; г — опорной зоны на воздействие поперечной силы

11.36. При невозможности усиления изгибаемой железобетонной конструкции в растянутой зоне производят усиление сжатой зоны.

11.37. Усиление сжатой зоны бетона выполняется приклейкой бетонных и железобетонных элементов усиления или наращиванием бетона по предварительной адгезионной промазке (рис. 40, *б*) верхней грани усиливаемой конструкции, а при необходимости и с укладкой дополнительной арматуры.

11.38. Усиление изгибаемых конструкций в опорных зонах осуществляется наращиванием бетона, с предварительной укладкой дополнительной арматуры в обхват колонны или через заранее просверленные в колонне отверстия (см. рис. 40, *в*; рис. 41). Бетонирование следует производить по предварительной адгезионной промазке поверхности бетона усиливаемой конструкции, а отверстия в колонне заделывать полимерраствором на основе составов 1–6 или 8 и 11 (см. табл. 5 и п. 5.7), с добавлением наполнителя в количестве 300 ч. по массе на 100 ч. по массе смолы.

11.39. При ограниченной высоте усиление опорной зоны может быть выполнено с помощью приклейки стальных листов, при этом дополнительную арматуру, предварительно приваренную к стальным листам, необходимо расположить в обхват колонны (рис. 42).

11.40. Усилие балок и ригелей на воздействие поперечных сил выполняется приклейкой стальных листов толщиной 3–4 мм или нескольких слоев стеклоткани эпоксидным клеем (рис. 40, *г* и 43, *а* и *б*).

11.41. Совместная работа стального листа с усиливаемой изгибаемой конструкцией обеспечивается инъецированием в зазор между ними эпоксидного клея (составы 1–6 или 8 и 11 по табл. 5 и п. 5.7) через инвентарный штуцер, ввинчиваемый в нижнее отверстие листа усиления. При этом, зазоры по периметру между стальным листом и ригелем должны быть предварительно загерметизированы тем

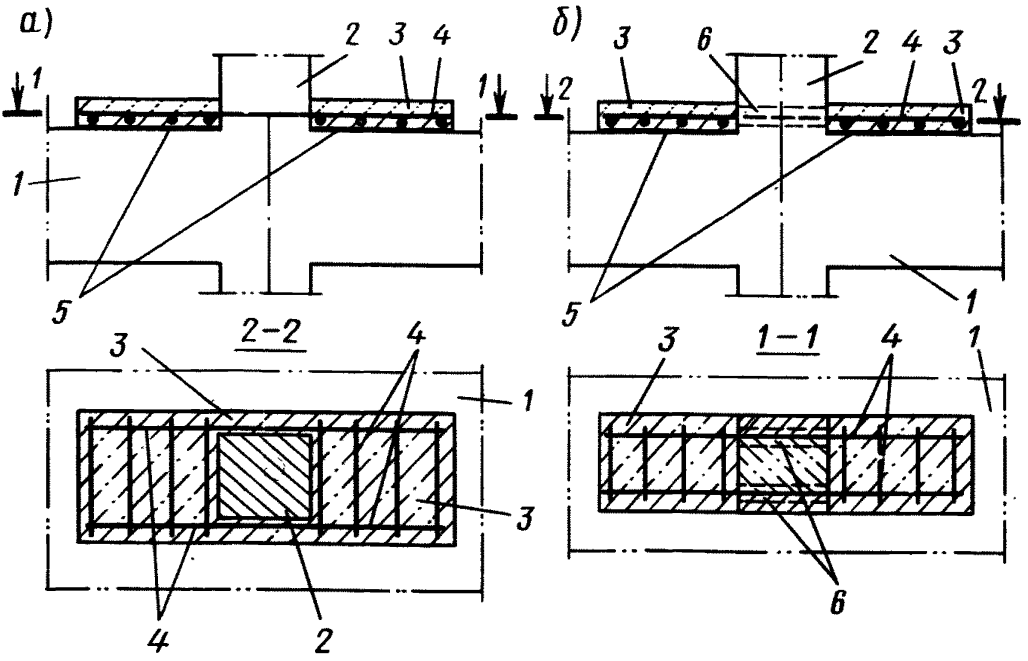


Рис. 41. Усиление опорной зоны изгибаемых конструкций наращиванием бетона с укладкой арматуры
а — в обхват колонны; б — через шурфы в колонне; 1 — ригель; 2 — колонна; 3 — наращивание бетона; 4 — арматура; 5 — адгезионная промазка; 6 — шурфы в колонне

же составом с добавлением наполнителя в количестве 100—300 ч. по массе на 100 ч. по массе смолы.

11.42. Железобетонные элементы усиления по п. 11.34 могут быть выполнены обычными или предварительно напряженными.

11.43. С целью повышения трещиностойкости в эксплуатационный период и жесткости на период изготовления, транспортирования и монтажа следует отдавать предпочтение предварительно напряженным железобетонным элементам усиления.

11.44. Толщину приклеиваемого железобетонного элемента усиления следует принимать в соответствии с разд. 5 и п. 1.29 СНиП 2.03.01—84 и не менее 50 мм.

11.45. Класс бетона железобетонных элементов усиления следует принимать не ниже фактической прочности усиливаемой конструкции и не менее В15, а для предварительно напряженных элементов следует соблюдать также условия п. 2.6 СНиП 2.03.01—84.

11.46. Необходимое количество и класс арматуры в элементе усиления определяются расчетом с учетом конструктивных требований СНиП 2.03.01—84 по размещению стержней в сечении элемента.

При необходимости усиление можно осуществить и несколькими элементами по ширине усиливаемой конструкции, соблюдая приведенные конструктивные требования для каждого элемента (рис. 44).

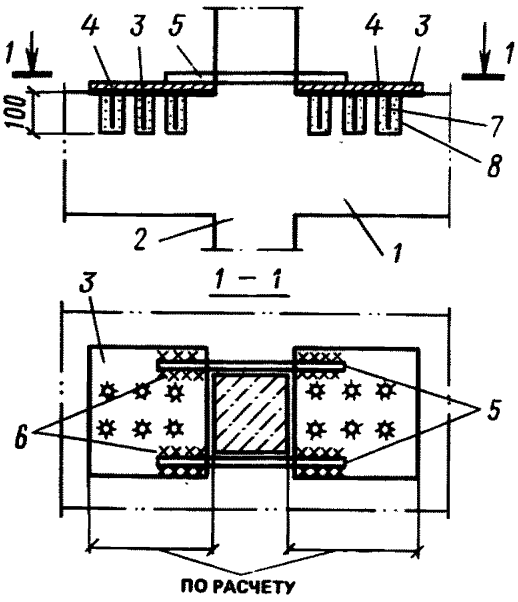


Рис. 42. Усиление опорной зоны изгибаемых конструкций
*1 — ригель; 2 — колонна; 3 — стальной лист; 4 — клеевой шов; 5 — арматура; 6 — сварной шов; 7 — арматура; 8 — шурф диаметром 20 мм, заполняемый полимеррастворо*м

11.47. Проскальзывание ненапрягаемой продольной арматуры в железобетонных элементах усиления исключается с помощью приварки к ней на концах стальных листов (рис. 45, *а*).

11.48. Проскальзывание предварительно напрягаемой арматуры в железобетонных элементах усиления исключается устройством дополнительных сварных сеток, охватывающих все рабочие стержни (рис. 45, *б*). При этом, длина зоны анкеровки определяется в соответствии с п. 2.29 СНиП 2.03.01–84.

11.49. Совместная работа железобетонного элемента усиления с усиливаемой конструкцией в приопорной зоне обеспечивается специальными конструктивными устройствами. При этом, в зависимости от действующих на опорах усилий отрыва и сдвига рекомендуются дополнительные связи в виде:

хомута (рис. 46, *а*) или анкера (рис. 46, *б*) при сдвигающих усилиях, не превышающих несущую способность клеевого соединения бетона;

поверхностно-армирующего элемента — стальные листы толщиной 2–3 мм (рис. 47, *а*) или оклеечный стеклопластик (рис. 47, *б*) при сдвигающих усилиях, превышающих несущую способность клеевого соединения бетона.

На рис. 48 приведены варианты обеспечения совместной работы элемента усиления (без предварительного напряжения) с усиливаемой конструкцией с помощью сварки.

11.50. При возможности заведения элемента усиления за грани опор дополнительной связи по п. 11.49 не требуется.

11.51. Бетонные и железобетонные элементы построечного и заводского формования при усилении по п. 11.37 приклеивают к сжатой грани усиливаемой конструкции составами 1–6 или 8 и 11 (см. табл. 5 и п. 5.7), с добавлением наполнителя в количестве 300 ч. по массе на 100 ч. по массе смолы.

11.52. Класс бетона для формования бетонных и железобетонных элементов усиления и при наращивании по п. 11.37 следует принимать не ниже фактической прочности усиливаемой конструкции и не менее В15 (М200).

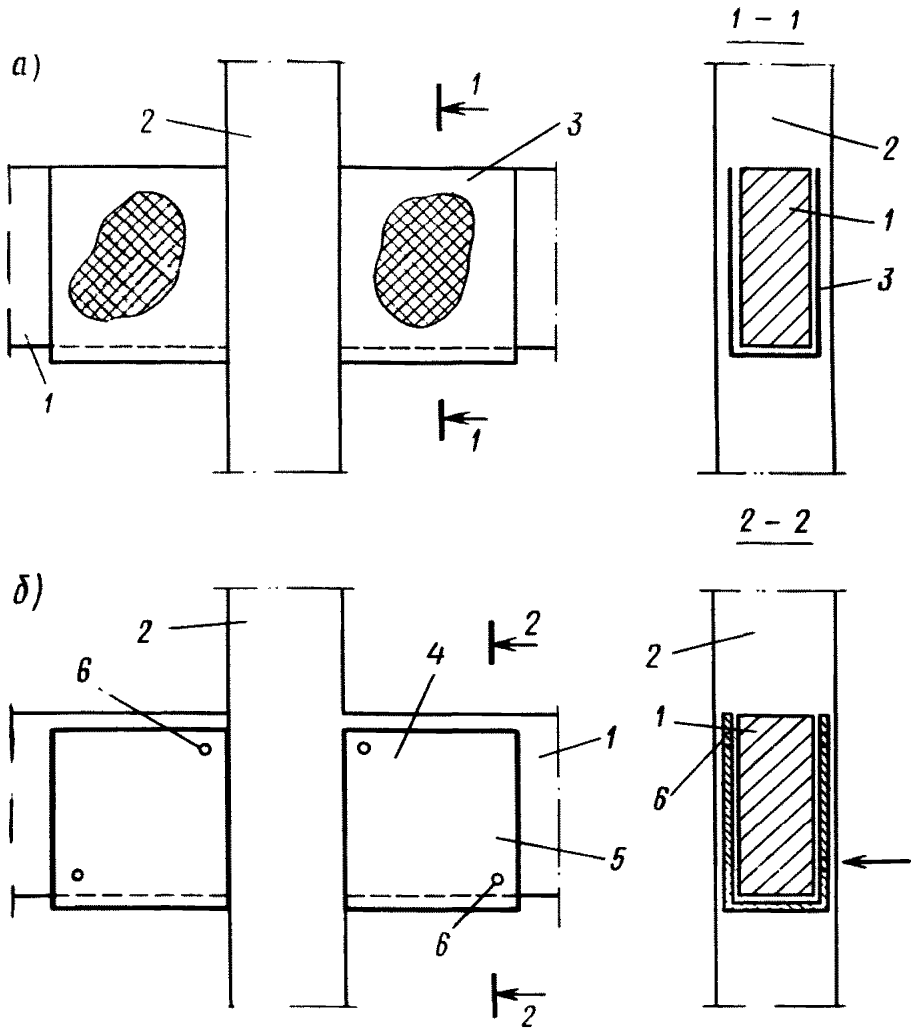


Рис. 43. Усиление опорной зоны ригелей на воздействие поперечных сил
а — оклеечным стеклопластиком; б — стальным листом; 1 — ригель; 2 — колонна; 3 — поверхностно-оклеечный стеклопластик; 4 — стальной лист; 5 — герметизация; 6 — отверстия с нарезкой

11.53. Необходимая толщина бетонных элементов и наращивания по п. 11.36 определяется по расчету.

11.54. Стальные элементы усиления по п. 11.34 могут быть изготовлены из строительной листовой стали классов С 38/23, С 44/29 и С 46/33.

11.55. Приклеивание стальных листов производят с помощью эпоксидных клеев (составы 1–6 или 8 и 11 по табл. 5 и п. 5.7). Параметры элемента усиления определяются расчетом.

11.56. Совместная работа усиливаемой железобетонной конструкции с приклеиваемым листовым элементом обеспечивается анкеровкой его концов в тело бетона (рис. 49) при помощи стержней из арматуры периодического профиля. Стержень с приваренной в тавр стальной пластинкой крепится в просвер-

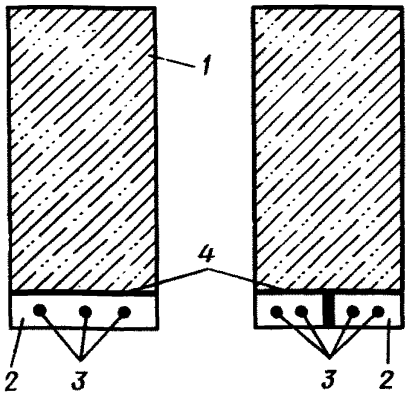


Рис. 44. Рекомендуемые поперечные сечения элементов усиления
1 — усиливаемая конструкция; 2 — элемент усиления; 3 — арматура; 4 — клеевой шов

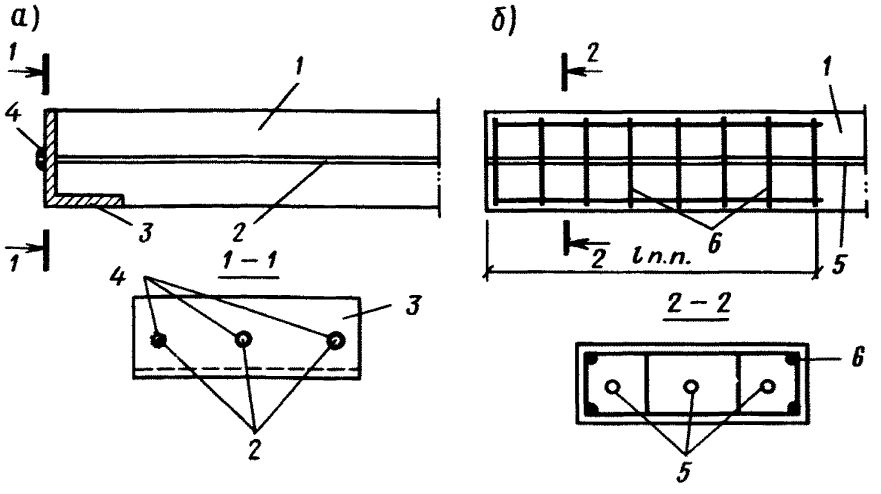


Рис. 45. Устройство для предотвращения проскальзывания арматуры
а — для ненапрягаемой арматуры; б — то же, напрягаемой; 1 — элемент усиления; 2 — ненапрягаемая арматура; 3 — уголок; 4 — сварной шов; 5 — напрягаемая арматура; 6 — сварные сетки

ленном отверстии в бетоне усиливаемой конструкции эпоксидным полимерраствором (составы 1–6 или 8 и 11, из табл. 5) с добавлением наполнителя в количестве 300 ч. по массе на 100 ч. по массе смолы. Диаметр анкера, отверстия в бетоне усиливаемой конструкции и их длина определяются расчетом.

11.57. Расчет прочности, деформативности и трещиностойкости железобетонных изгибаемых конструкций, усиленных приклеиванием в растянутой зоне обычных или предварительно напряженных железобетонных элементов, производят по главе СНиП 2.03.01–84 как обычных монолитных, с увеличенным сечением бетона и арматуры. При расчете задаются толщиной приклеиваемого железобетонного элемента усиления. При наличии трещин в усиливаемой конструкции их необходимо перед усилением заинъецировать.

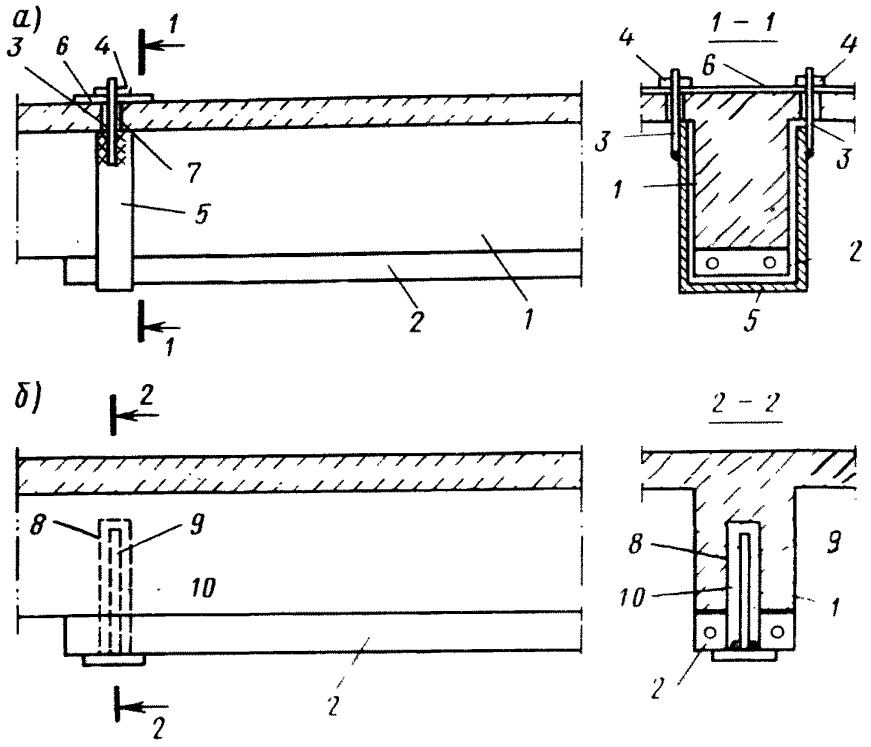


Рис. 46. Обеспечение совместной работы элемента усиления с усиливаемой конструкцией
а – с помощью хомута; б – с помощью анкера; 1 – усиливаемая конструкция; 2 – элемент усиления; 3 – стяжной болт; 4 – гайка; 5 – хомут; 6 – стальная прокладка; 7 – шурф в перекрытии; 8 – шурф в усиливаемой конструкции; 9 – анкер; 10 – полимеррастворр

11.58. Площадь и диаметр требуемой арматуры в железобетонном элементе усиления определяют по формуле

$$A_{sa} = \frac{\left(C - \sqrt{C^2 - 4D} - 2R_s A_s / 2R_{sa}\right),}{2R_{sa}}, \qquad (36)$$

где $C = R_{sc}A'_s + R_b b(2h + t)$; $D = R_b b\left[2M_{1,max} + R_s A_s(2a + t)\right]$; $M_{1,max}$ – максимальное расчетное значение изгибающего момента от внешних сил и реакции опор, действующих на усиленную конструкцию; R_s, R_{sa} – расчетное сопротивление арматуры растяжению соответственно в усиливаемой конструкции и железобетонном элементе усиления, принимаемые в соответствии со СНиП 2.03.01–84 и п. 3.4 прил. 2 настоящих Рекомендаций; R_b – расчетное сопротивление бетона осевому

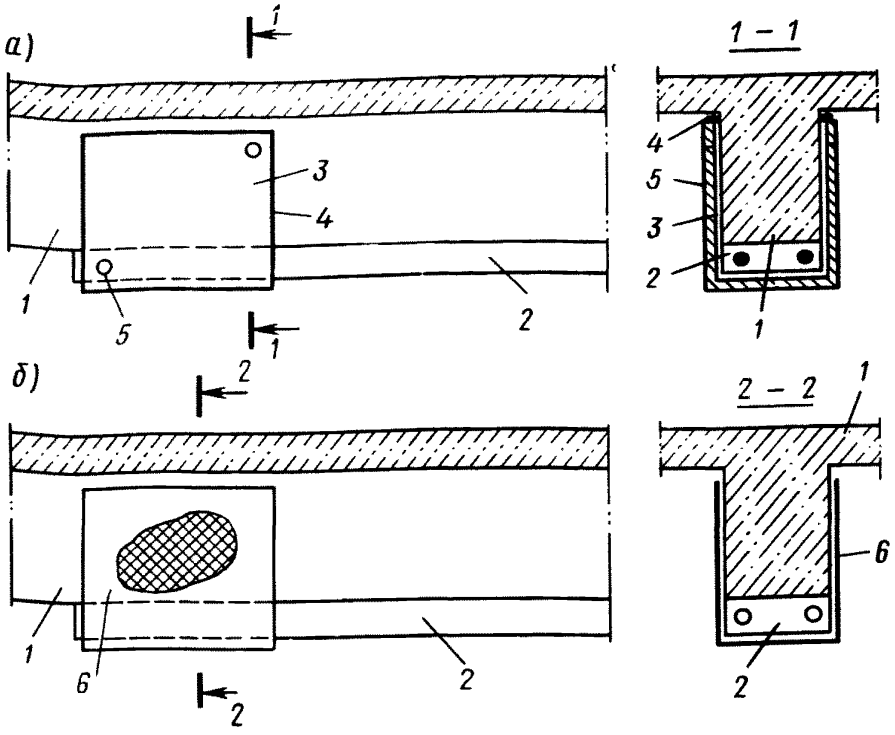


Рис. 47. Обеспечение совместной работы элемента усиления с усиливаемой конструкцией поверхностным армированием
а — стальным листом; б — оклеечным стеклопластиком; 1 — усиливаемая конструкция; 2 — элемент усиления; 3 — стальной лист; 4 — герметизация зазора по периметру листа; 5 — отверстия для инъецирования; 6 — оклеечный стеклопластик

сжатию (призменная прочность) усиливаемой конструкции, соответствующая фактической кубиковой прочности (см. п. 3.5 прил. 2); A_s — площадь растянутой арматуры усиливаемой конструкции; h, b — высота и ширина усиливаемой конструкции (рис. 50); a — расстояние от точки приложения равнодействующих усилий в арматуре A_s усиливаемой конструкции до растянутой грани сечения; t — толщина приклеиваемого железобетонного элемента усиления (см. рис. 50).

При определении максимального момента $M_{1,\,max}$, действующего на усиленную конструкцию, необходимо учитывать собственный вес приклеиваемого железобетонного элемента усиления, предварительно задавшись его толщиной — t.

11.59. Площадь требуемой арматуры по формуле (36) следует определять методом итерации (последовательных приближений), корректируя толщину приклеиваемого железобетонного элемента усиления в соответствии с п. 11.44 настоящих Рекомендаций.

11.60. Полное использование прочностной характеристики арматуры элемента усиления обеспечивается подбором минимальной величины ее преднапряжения, с учетом всех потерь σ_{sp2}, по формуле

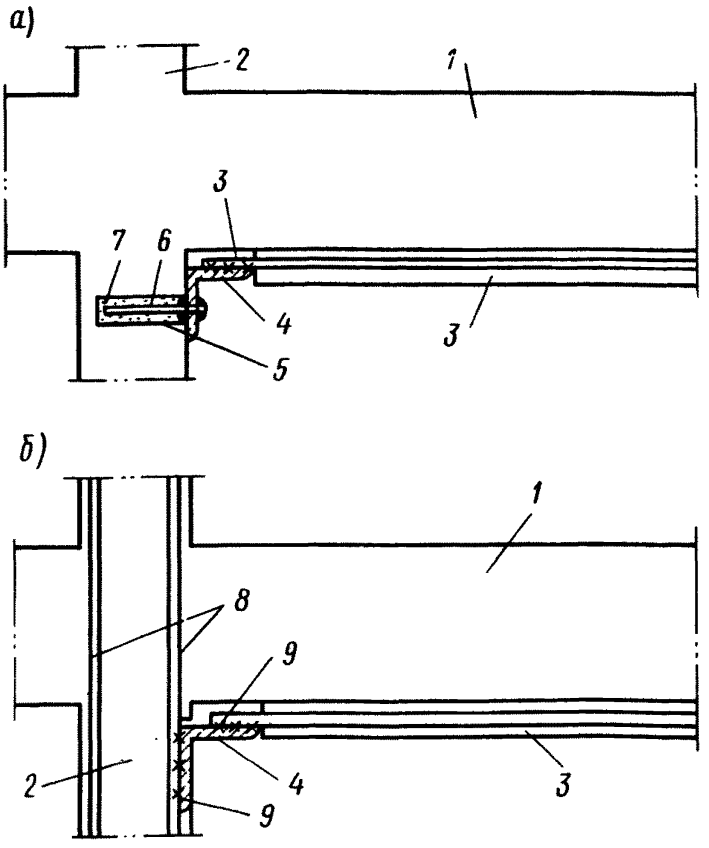


Рис. 48. Обеспечение совместной работы элемента усиления с усиливаемой конструкцией
а — анкеровкой в бетоне; б — приваркой столика к арматуре; 1 — усиливаемая конструкция; 2 — смежная конструкция-колонна; 3 — элемент усиления; 4 — столик из уголка; 5 — шурф в колонне; 6 — анкер; 7 — полимеррастворы; 8 — арматура колонны; 9 — монтажная сварка

$$\sigma_{sp2} = R_{sa} + 400 - \sigma_{sc,u}\,\frac{1{,}1(\omega - \xi_{sa})}{\xi_{sa}(1{,}1 - \omega)}, \qquad (37)$$

где $\sigma_{sc,u}$ — предельное напряжение в арматуре сжатой зоны, принимаемое в соответствии с п. 3.12 СНиП 2.03.01—84; ω — характеристика сжатой зоны бетона, определяемая согласно п. 3.12 СНиП 2.03.01—84; ξ_{sa} — относительная высота сжатой зоны, определяемая для арматуры элемента усиления $\xi_{sa} = x/h_{o,sa}$, где x — высота сжатой зоны усиленной конструкции определяется из формулы

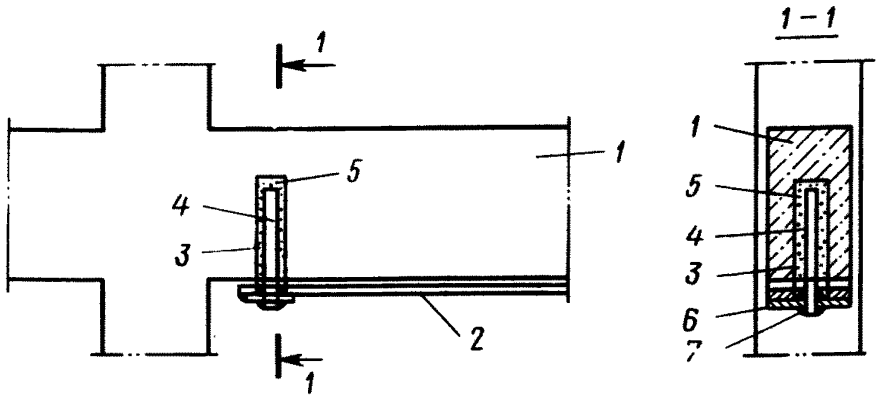


Рис. 49. Устройство для обеспечения совместной работы стального листа с усиливаемой конструкцией
1 — усиливаемая конструкция; 2 — стальной лист; 3 — шурф в бетоне и в стальном листе; 4 — анкер; 5 — полимеррастворр; 6 — стальной лист; 7 — стальной шов

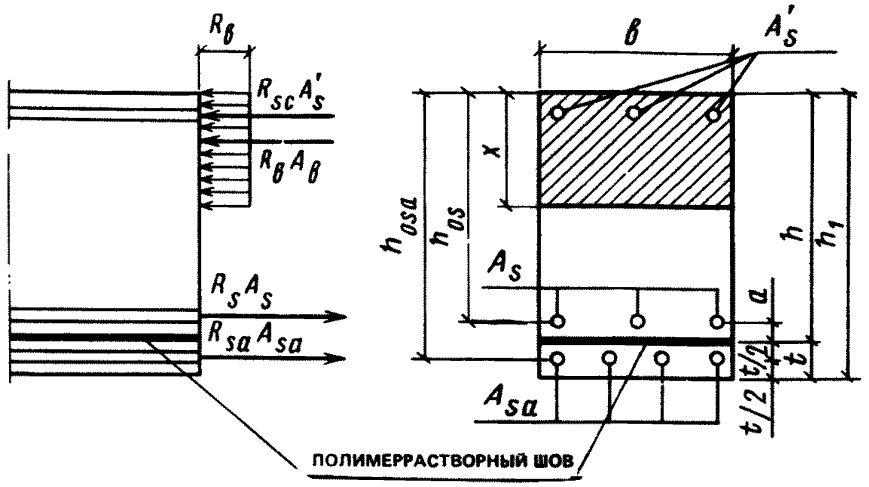


Рис. 50. Расчетная схема нормальных сечений усиленной изгибаемой конструкции

$$R_sA_s + R_{sa}A_{sa} - R_{sc}A'_s = R_bbx; \qquad (38)$$

$h_{o,\,sa}$ — расстояние от крайне сжатой грани усиленной конструкции, до центра тяжести арматуры элемента усиления (см. рис. 50)

11.61. В соответствии с п. 11.49 выбор конструктивного решения следует производить по действующим усилиям отрыва (F_1) и сдвига (F_2), определяемых согласно схеме (рис. 51)

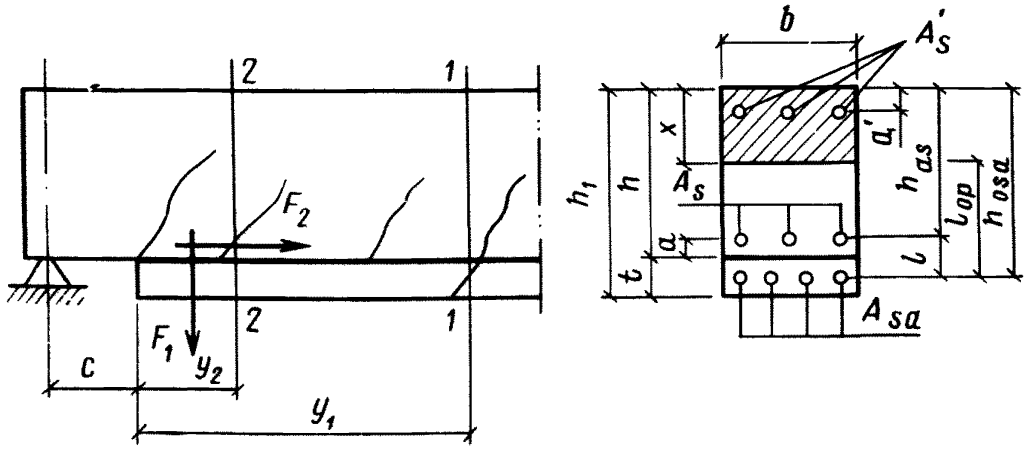


Рис. 51. Расчетная схема сечений усиленных балок приопорной зоны изгибаемой конструкции

$$F_1 = 1{,}5\sigma_{sa}(y)A_{sa}e/y, \tag{39}$$

$$F_2 = \sigma_{sa}(y)A_{sa} - R_{b,\,p,\,sh}by, \tag{40}$$

где $\sigma_{sa}(y)$ — напряжения в арматуре железобетонного элемента усиления в расчетном сечении, определяемое по пп. 11.65 и 11.67; e — расстояние между арматурой элемента усиления и крайними растянутыми стержнями усиливаемой конструкции; y — расстояние от торца подрезки до расчетного нормального сечения *1—1* или *2—2* (рис. 51), см. пп. 11.62; 11.64 и 11.66; $R_{b,\,p,\,sh}$ — расчетная прочность на срез клеевого соединения бетона, определяемая в зависимости от длины шва по эмпирической зависимости

$$R_{b,\,p,\,sh} = R_{b,\,sh}\,\frac{4}{\sqrt{|y|-2{,}5}}, \tag{41}$$

$R_{b,\,sh}$ — расчетное сопротивление бетона срезу, принимаемое по табл. 11.

11.62. При заданной величине C (см. рис. 51), расстояние от торца подрезки до расчетного нормального сечения *1* определяется из условия

$$M_{1,\,crc}(y) = M_1(y) - M(y), \tag{42}$$

где M (y) и M_1 (y) — общие уравнения моментов от внешних сил и реакции опор, действующих на конструкцию соответственно до и после ее усиления; $M_{1,\,crc}(y)$ — момент воспринимаемый сечением нормальным к продольной оси усиленной конструкции, при образовании трещин в приклеиваемом железобетоном элементе усиления и определяемый по формулам:

при $0 < y < l_{p2}$

$$M_{1,\,crc}(y) = R_{bt,\,ser}W_{pl} + \frac{\sigma_{sp2}yA_{sa}}{l_{p2}}(e_{op} + r); \qquad (43)$$

при $y \geqslant l_{p2}$

$$M_{1,\,crc}(y) = R_{bt,\,ser}W_{pl} + \sigma_{sp_2}A_{sa}(e_{op} + r), \qquad (44)$$

где W_{pl} — момент сопротивления проведенного сечения усиленной конструкции для крайнего растянутого волокна (с учетом неупругих деформаций растянутого бетона) определяется в соответствии с п. 4.7 СНиП 2.03.01—84; e_{op} — эксцентриситет усилия предварительного обжатия P (с учетом всех потерь) относительно центра тяжести приведенного сечения (см. рис. 51).

$$e_{op} = h_{o.\,sa} - x;$$

r — расстояние от центра тяжести приведенного сечения до ядровой точки, наиболее удаленной от растянутой зоны, трещинообразование которой проверяется; значение r определяется по формуле (134) СНиП 2.03.01—84; l_{p2} — длина зоны передачи напряжений для напрягаемой арматуры без анкеров, определяемая в соответствии с п. 2.29 главы СНиП 2.03.01—84, при $\sigma_{sp} = \sigma_{sp2}$.

11.63. При невозможности инъецирования трещин усиливаемой конструкции величины W_{pl}, e_{op} и r определяются с учетом п. 4.8 СниП 2.03.01—84. Величина y, получаемая из совместного решения формул (42) и (43) или (44), должна удовлетворять соответствующим граничным условиям п. 6.3. В сечении *1—1* напряжения в арматуре элемента усиления для определения усилий отрыва F_1 (39) и сдвига F_2 (40) по п. 11.61 определяют по формуле

$$\sigma_{sa}(y) = \sigma_{sa,\,crc} = \left[M_{1,\,y,\,1} - M_{y1} + \Delta\sigma_s A_s\left(h_{os} - \frac{x}{n}\right)\right] / \left[A_{sa}\left(h_{o,\,sa} - \frac{x}{n}\right)\right], \qquad (45)$$

где M_{y1} и M_{1y1} — величины изгибающих моментов в сечении *1* от внешних сил и реакции опор, действующих на конструкцию до и после ее усиления; $\Delta\sigma_s$ — приращения напряжения в растянутой арматуре усиливаемой конструкции, определяемое по формуле

$$\Delta\sigma_S = \alpha_S \frac{h_{os} - x}{h_1 - x}\left(2R_{bt,\,scr} + \frac{\sigma_{sp2}yA_{sa}}{l_{p2}A_{be}}\right), \qquad (46)$$

где $\alpha_S = E_s/E_b$; σ_{sp2} — величина преднапряжения арматуры элемента усиления с учетом всех потерь, определяемая по формуле (37); A_{be} — площадь сечения приклеиваемого железобетонного элемента усиления без учета напрягаемой арматуры.

В формуле (45) величина n принимается равной 2, если усиление производят без предварительного разгружения усиливаемой конструкции, и равной 3 — при разгружении последней. При усилении приклеиванием обычного железобетонного элемента усиления (без предварительного напряжения его стержней) в формулах (43), (44) и (46) соответствующие члены отсутствуют.

11.64. Координату расчетного сечения П при усилении приклеиванием обычных или предварительно напряженных железобетонных элементов усиления без инъецирования существующих трещин, в усиливаемой конструкции выявляют из условия

$$M_{crc} = M(y), \tag{47}$$

где M_{crc} — момент, воспринимаемый нормальным сечением усиливаемой конструкции при образовании трещин и определяемый по п. 4.5 СНиП 2.03.01–84; M (y) — то же, что и в формуле (42).

11.65. Величина напряжения $\sigma_{sa}(y)$ в арматуре элемента усиления в расчетном сечении *2–2* по п. 11.64 для определения усилений отрыва F_1 (39) и сдвига F_2 (40) по п. 11.61 определяется по формуле

$$\sigma_{sa}(y) = \sigma_{sa,\,crc}\,\frac{M_{1y2} - M_{y2}}{M_{1y1} - M_{y1}}, \tag{48}$$

где M_{y2}, M_{1y2} — величины изгибающих моментов в сечении *2–2* от внешних сил и реакции опор, действующих на конструкцию до и после ее усиления.

При этом величина $\sigma_{sa}(y)$ должна удовлетворять следующим условиям:

для преднапряженных элементов

при $0 < y_2 < 1_{p2}$

$$\sigma_{sa}(y_2) \leqslant \sigma_{sp2}\frac{y_2}{1_{p2}} + 2\alpha_{sa}R_{bt,\,ser}, \tag{49}$$

при $1_{p2} \leqslant y_2 < y_1$

$$\sigma_{sa}(y) \leqslant \sigma_{sp2} + 2\alpha_{sa}R_{bt,\,ser}; \tag{50}$$

для обычных элементов (без предварительного напряжения его стержней)

$$\sigma_{sa}(y_2) \leqslant 2\alpha_{sa}R_{bt,\,ser}. \tag{51}$$

11.66. Координату сечения П, при усилении приклеиванием предварительно напряженного железобетонного элемента инъецированием существующих трещин в усиливаемой конструкции, выявляют из условия (42) при $M_{1,\,crc}(y)$, определяемом по формулам

при $0 < y < y_{p2}$

$$M_{1\,crc}(y) = R_{bt,\,ser}\left[\alpha_s A_s \frac{h_0 - x}{h - x}\left(h_0 - \frac{x}{n}\right) + \frac{b(h-x)}{2}x\right.$$

$$\left.\times\left(h + x\frac{n-2}{n}\right) + \alpha_{sa}A_{sa}\left(\frac{\sigma_{sp2}^{y}A_{sa}}{I_{p2}R_{bt,\,ser}A_{be}} - 2\right)\left(h_{o,\,sa} - \frac{x}{n}\right)\right], \qquad (52)$$

при $y > y_{p2}$

$$M_{1,\,crc}(y) = R_{bt,\,ser}\left[\alpha_s A_s \frac{h_0 - x}{h - x}\left(h_0 - \frac{x}{n}\right) + \frac{b(h-x)}{2}x\right.$$

$$\left.\left(h + x\frac{n-2}{n}\right) + \alpha_{sa}A_{sa}\left(\frac{\sigma_{sp2}A_{sa}}{R_{bt,\,ser}A_{be}} - 2\right)\left(h_{o,\,sa} - \frac{x}{n}\right)\right]. \qquad (53)$$

11.67. Величина напряжения $\sigma_{sa}(y)$ в арматуре элемента усиления в расчетном сечении П по п. 11.66 для определения усилий отрыва (39) и сдвига (40) по п. 11.66 определяется по формуле (45), при соответствующих значениях величин изгибающих моментов (M_{1y2} и M_{y2}) и $\Delta\sigma_s = 2\alpha_s R_{bt,\,ser2}$. При этом, значение величины $\sigma_{sa}(y)$ должно удовлетворять условиям (49) и (50).

11.68. При выполнении условия $F_2 \leqslant 0$ (40) достаточно элемент усилить хомутом (см. рис. 46, *а*) или анкером (см. рис. 46, *б*). Сечение хомута или анкера подбирают по растягивающему усилию F_1 (39) по формуле

$$A_{sw(a)} = \frac{F_1}{R_{sw}}, \qquad (54)$$

где $A_{sw(a)}$ — площадь сечения хомутов (анкера), расположенных в одной плоскости, нормальной к продольной оси, или площадь одного анкера; R_{sw} — расчетное сопротивление поперечной арматуры растяжению, определяемое согласно СНиП 2.03.01–84.

Глубину и диаметр шурфа под анкер в усиливаемой конструкции подбирают по зависимости

$$F_1 = \pi d_0 l_0 R_{b,\,sh}, \qquad (55)$$

где d_0 и l_0 — соответственно диаметр и глубина шурфа под анкер.

При выполнении условия $F_2 \leqslant 0$ (40) наряду с хомутами и анкерами по концам клеевого соединения, можно устраивать и поверхностно-оклеечные элементы по п. 11.49, размеры которых также определяют по действующему растягивающему усилию F_1 (39) согласно расчетной схемы (рис. 52) по формуле

$$F_1 / (2 l_f b_f) \leqslant R_{b,\,sh}, \qquad (56)$$

где l_f и b_f — расчетные геометрические размеры поверхностно-оклеечного элемента.

Окончательные геометрические размеры поверхностно-оклеечного элемента определяют согласно схеме (см. рис. 52)

$$l = 2(l_f + t) + b. \qquad (57)$$

11.69. При невыполнении условия $F_2 \leqslant 0$ (40) рекомендуется устраивать по концам клеевого соединения поверхностно-армирующие элементы по п. 11.49, а размеры принимать равным большему из значений, определяемых для расчетных сечений I и II (см. рис. 51) из условия достижения максимальными касательными напряжениями в клеевом соединении бетон — поверхностно-армирующий элемент (из металла и стеклопластика) в точках *A* и *B* (рис. 52) предельно допустимого значения $R_{b.\,sh}$ от совместного действия растягивающих F_1 (39) и сдвигающих F_2 (40) усилий.

Предварительно задавшись отношением $n = l_f / b_f$ определяют параметр b_f по формуле

$$b_f = 1{,}12 \sqrt{D / n R_{b,\,sh}}, \qquad (58)$$

где D(bH) соответствует:

для точки *A*

$$D_A = \sqrt{F_2^2 + \left[\frac{F_1 (\gamma_n - 2\beta) + F_2 \gamma n}{5\beta}\right]^2}, \qquad (59)$$

для точки *B*

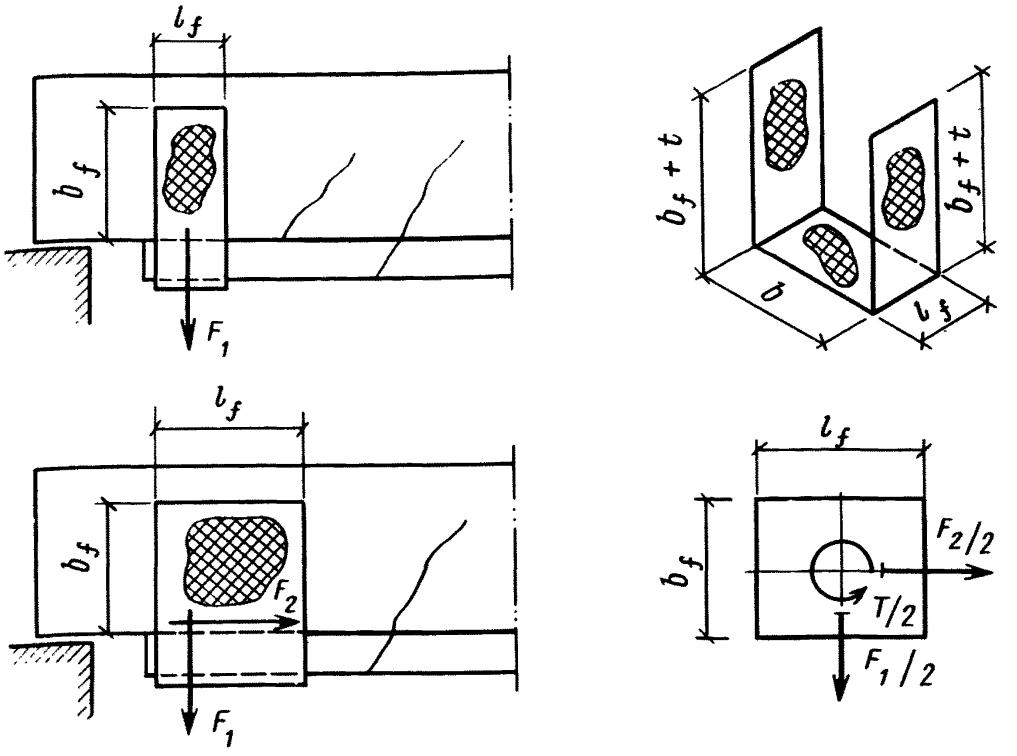


Рис. 52. Расчетная схема усиления приопорной зоны изгибаемой конструкции дополнительной поверхностно-армированной связью

$$D_B = \sqrt{F_1^2 + \left[\frac{F_1(n^2 + 2\beta) + F_2 n}{5\beta}\right]^2}, \qquad (60)$$

где β и γ – коэффициенты, принимаемые согласно табл. 15.

Таблица 15

Значения коэффициентов β и γ

$n = l_f/b_f$	β	γ
1	0,208	1
1,5	0,346	0,859
2	0,493	0,795
4	1,128	0,745
6	1,789	0,743
8	2,456	0,742
10	3,123	0,742

Таблица составлена по книге Н.М. Беляева. Сопротивление материалов. — М.: Стройиздат, 1976 г.

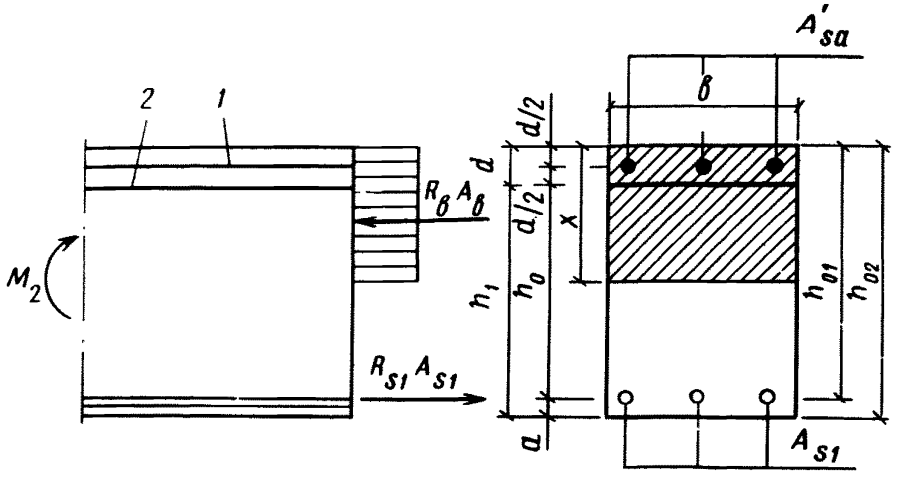


Рис. 53. Расчетная схема изгибаемой конструкции, усиленной по сжатой зоне
1 — бетон наращивания или железобетонный элемент усиления; 2 — адгезионная промазка или полимеррастворный шов

11.70. Предварительно напряженные железобетонные элементы усиления должны быть проверены на устойчивость от усилений обжатия. При этом, расчетную длину (l_0) элемента следует принимать из условия

$$\left.\begin{array}{ll} \text{при } l_{p2} \geqslant \dfrac{l}{6} & l_0 = \dfrac{2}{3} l; \\ \text{при } l_{p2} < \dfrac{l}{6} & l_0 = l - 2l_{p2}. \end{array}\right\} \qquad (61)$$

11.71. Толщину элемента усиления или наращиваемого бетонного слоя (t) по п. 11.36 определяют из условия, согласно которому количество имеющейся в усиливаемой конструкции растянутой арматуры (A_{s1}) достаточно при возросшем изгибающем моменте (M_2) в пролете (рис. 53).

Условие равновесия по изгибающему моменту расчетного сечения с учетом усиления сжатой зоны имеет вид

$$M_2 \leqslant R_{s1} A_{s1} (h_{o1} - 0{,}5x), \qquad (62)$$

где M_2 — максимальный момент, действующий на усиленную конструкцию; A_{s1}, R_{s1} — соответственно площадь и расчетное сопротивление растяжению арматуры усиливаемой конструкции; h_{o1} — расстояние от центра тяжести рав-

нодействующих усилий в арматуре растянутой зоны до крайней сжатой грани усиленной конструкции (см. рис. 53);

$$h_{o1} = h_o + t,$$

где t — толщина приклеиваемого элемента усиления или наращиваемого слоя (см. рис. 53); x — высота сжатой зоны усиленного сечения определяется по формуле (63):

$$x = R_{s1}A_{s1}/R_b b. \qquad (63)$$

Толщина приклеиваемого элемента или наращиваемого бетонного слоя, определяется по формуле

$$t = \frac{M_2}{R_{s1}A_{s1}} - h_{o1} + \frac{x}{2}. \qquad (64)$$

При этом, если высота сжатой зоны, определенная по формуле (63), удовлетворяет условию

$$x > \xi_R h_{o1},$$

необходимо прибетонировку или приклеиваемый в сжатой зоне элемент усиления армировать. Требуемую площадь A'_{sa} определяют по формуле

$$A'_{sa} = \frac{M_2 - A_0 R_b b h_{o1}^2}{R_{sc}(h_{o1} - \frac{t}{2})}, \qquad (65)$$

где A_0 определяется по табл. 18 "Руководства по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения).

Усиление стальными листами[1]

11.72. Расчет прочности, деформативности и трещиностойкости железобетонных изгибаемых конструкций, усиленных по п. 11.34 приклеиванием в растянутой зоне листовой арматуры, производят по главе СНиП 2.03.01—84, принимая периметр внешней гладкой арматуры равным ширине ее приклейки. При этом, прочность клеевого соединения считается обеспеченной при соблюдении условия

$$\tau_{g,sk} = S/b_s \leqslant R_{b,sh}, \qquad (66)$$

---

[1] Метод усиления стальными листами и его расчет заимствованы из работ канд. техн. наук М.И. Кисилиера.

где S — сдвигающая сила, действующая на 1 см длины клеевого соединения изгибаемого железобетонного элемента, определяемая по п. 11.73 настоящих Рекомендаций; b_s — ширина приклеенной внешней арматуры.

11.73. Сдвигающая сила, действующая на 1 см длины клеевого соединения изгибаемого железобетонного элемента с внешней стальной растянутой арматурой, вычисляется по формуле

$$S = \gamma_1 \gamma_2 \frac{QA_s\left(h + \frac{t_s}{2} - \frac{x}{\varphi}\right)}{B\frac{\psi_s}{E_s}}, \qquad (67)$$

где γ_1 — коэффициент условий работы клеевого соединения в зоне анкеровки $\gamma_1 = 1$ с учетом возможной текучести внутренней арматуры или заводки внешней арматуры за опоры изгибаемого элемента; вне зоны анкеровки $\gamma_1 = 1{,}15$; γ_2 — коэффициент, учитывающий положение внешней арматуры в пролете усиливаемой конструкции, принимается равным $\gamma_2 = 1$ вне зоны анкеровки, а в зоне анкеровки определяется по формуле

$$\gamma_2 = \int_A^a Q(x)dx \Big/ \int_0^a Q(x)dx, \qquad (68)$$

где $\int_A^a Q(x)dx$ и $\int_0^a Q(x)dx$ — площади эпюр поперечных сил на участках соответственно Aa и oa (рис. 54); t_s, A_s — соответственно толщина и площадь приклеиваемой листовой арматуры усиления; φ — коэффициент, определяемый по зависимости (69)

$$\varphi = 1 - \frac{0{,}7}{100\mu + 1}, \qquad (69)$$

где μ — процент армирования усиленной конструкции; B — жесткость железобетонного элемента, выраженная через растянутую арматуру; ψ_s — коэффициент, учитывающий работу растянутого бетона на участке с трещинами и определяемый по указаниям п. 4.29 СНиП 2.03.01—84; величины B, ψ_s и E_s определяются согласно СНиП 2.03.01—84.

11.74. Для обеспечения совместной работы усиливаемой железобетонной конструкции с приклеиваемым листовым элементом усиления по п. 11.55, площадь анкеров A_{an} рекомендуется определять по формуле

$$A_{an} = \frac{0{,}5R_{b,sh}b_s t_{an}}{R_{an,sh}}, \qquad (70)$$

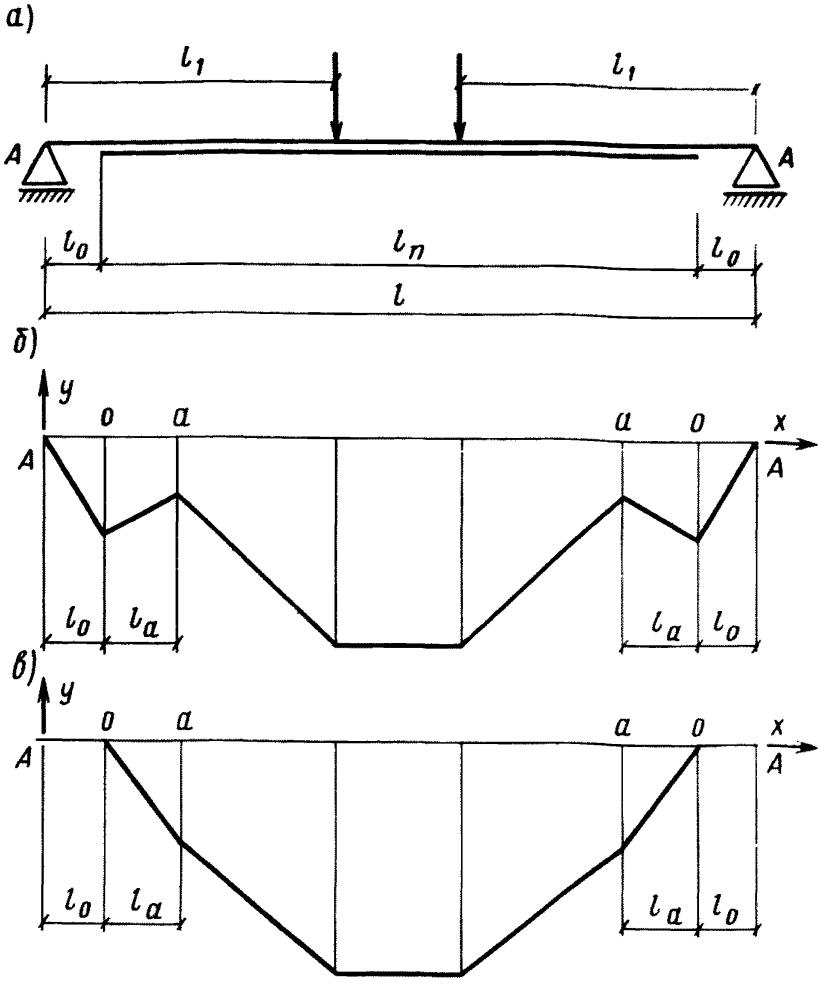


Рис. 54. Характер распределения напряжений в арматуре клееной балки
а — схема испытаний; б — эпюра напряжений во внутренней арматуре; в — эпюра напряжений во внешней арматуре

где $R_{an,\,sh}$ — расчетное сопротивление срезу сварного соединения анкера с металлическим листом; l_{an} — длина анкера при конструировании рекомендуется принимать равной 10d.

Диаметр отверстия под анкер d_0 следует определять по п. 11.68 по зависимости (54) при $N_1 = A_{an}R_{sw}$.

11.75. Дополнительную анкеровку концов внешней арматуры разрешается не устраивать только при обеспечении трещиностойкости участков $l_0 + 20t_s$ по формуле

$$M_{l_0 + 20t_s} < 1,75W_oR_{bt.ser}, \qquad (71)$$

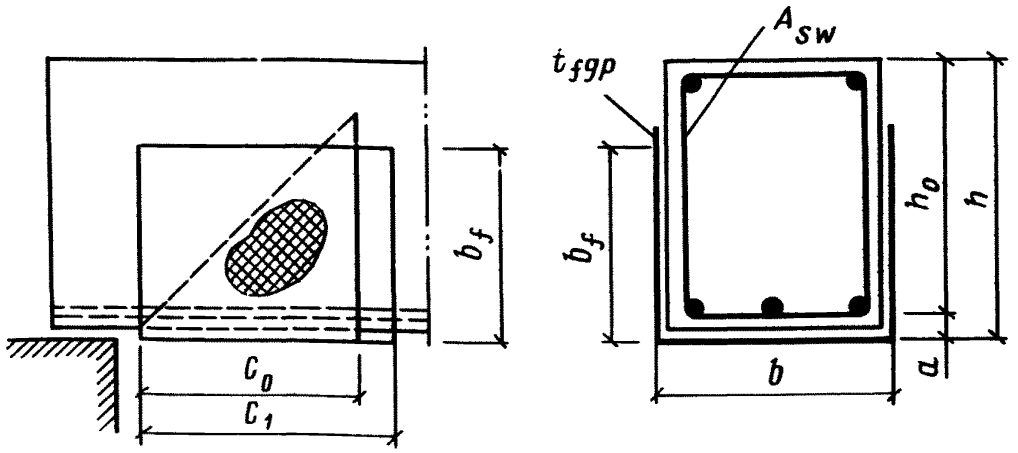


Рис. 55. Расчетная схема изгибаемой конструкции, усиленной на воздействие поперечных сил

где W_0 и $R_{bt.ser}$ — определяются в соответствии со СНиП 2.03.01–84.

11.76. Геометрические и прочностные характеристики поверхностно-оклеечного стеклопластика при усилении по п. 11.40 определяются методом итерации из условия прочности усиленной конструкции на поперечную силу (рис. 55) по формуле

$$Q_2 \leqslant \left(2\frac{b_f}{h_0} n_f P_f + \frac{R_{sw}A_{sw}}{S} n \right) C_0 + \frac{\varphi_{b2} R_{b.t} b h_0^2}{C_0}, \qquad (72)$$

где Q_2 — поперечная сила от внешних нагрузок, действующая на изгибаемую конструкцию после усиления; R_{sw} — расчетное сопротивление растяжению поперечной арматуры для предельных состояний первой группы, определяется по СНиП 2.03.01–84; $R_{b.t}$ — расчетное сопротивление бетона осевому растяжению для предельных состояний первой группы, соответствующее фактической кубиковой прочности (см. п. 3.5 прил. II); b_f — ширина поверхностно-оклеечного стеклопластика (см. рис. 55); b — ширина усиливаемой конструкции; h_0 — рабочая высота сечения усиливаемой конструкции, равная h — a (см. рис. 55); A_{sw} — площадь сечения одного стержня хомута; n — число хомутов или поперечных стержней в сечении усиливаемой конструкции; $n_f P_f$ — см. пп. 9.49–9.53 и табл. 14; s — расстояние между хомутами, измеренное по длине элемента; φ_{b2} — коэффициент, принимаемый согласно п. 3.31 СНиП 2.03.01–84; C_0 — длина проекции наклонного сечения на продольную ось элемента, определяемая для усиливаемой конструкции согласно СНиП 2.03.01–84.

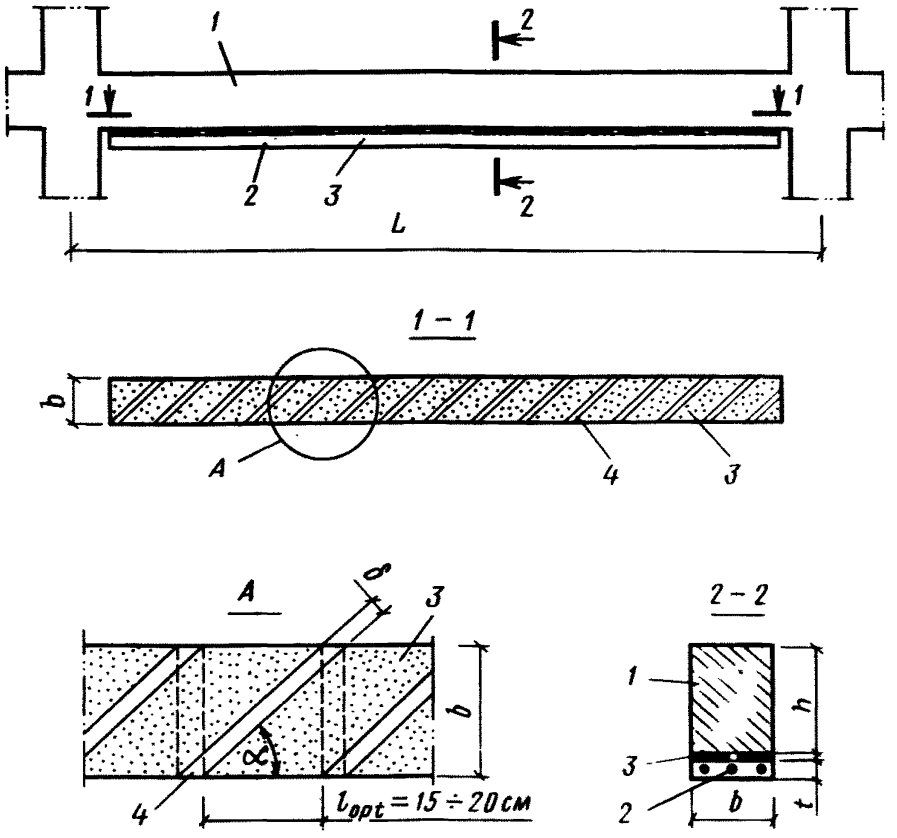


Рис. 56. Усиление ригелей с помощью приклеивания элемента усиления прерывистым швом
1 — усиливаемый ригель; 2 — элемент усиления; 3 — прерывистый шов; 4 — неприклеиваемые участки

11.77. Геометрические параметры поверхностно-оклеечного стеклопластика, полученные по п. 11.76, должны обеспечивать требуемую площадь приклейки стеклоткани в зависимости от среза бетона усиливаемой конструкции и удовлетворять условию

$$Q_2 - Q_1 \leqslant 1{,}58 R_{bt} A_f , \qquad (73)$$

где Q_1 — поперечная сила от внешних нагрузок, действующая на изгибаемую конструкцию до усиления; A_f — площадь поверхностно-оклеечного стеклопластика, определяемая согласно рис. 55 по формуле

$$A_f = 2C_0 b_f .$$

11.78. Дополнительное повышение несущей способности и надежности изгибаемых конструкций при усилении их приклеиванием железобетонных эле-

ментов достигается устройством прерывистого шва (рис. 56). При этом, швы располагаются под углом 25–65° к продольной оси ригеля или балки. Прерывистость шва получают с помощью устройства антиадгезионных участков, например приклейкой полос поролона шириной 5–10 мм. Оптимальное расстояние между антиадгезионными участками – 150–200 мм.

Угол наклона антиадгезионных полос α определяют по зависимости

$$\alpha = \text{arc tg} \frac{b}{t_{opt}}.$$

Г. УСИЛЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ И СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СБОРНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ И ПОКРЫТИЙ

11.79. Повышение несущей способности и жесткости перекрытий и покрытий, обеспечение монолитности и сейсмостойкости каркасных зданий в целом рекомендуется выполнять заменой цементного раствора или бетона в стыках эпоксидным полимерраствором или полимерцементным раствором (рис. 57, *а* и *б*). При этом должно быть обеспечено непрерывное армирование ригелей, расположенных по наружным продольным осям зданий, которое будет служить растянутой арматурой горизонтальной балки-стенки.

11.80. Снижение расхода полимерраствора, с обеспечением монолитности сборных перекрытий и покрытий, достигается и заменой раствора в стыках мелкозернистым бетоном или цементным раствором по предварительной адгезионной промазке стыкуемых поверхностей сборных элементов (рис. 57, *в*). При этом, прочность бетона или раствора замоноличивания должна быть на одну ступень выше прочности бетона сборных элементов перекрытия.

11.81. Стыки, замоноличенные полимеррастворами или мелкозернистым бетоном по адгезионной промазке, способствуют перераспределению усилий и при неравномерно распределенных вертикальных нагрузках на перекрытие и покрытие, благодаря чему повышается их несущая способность и исключается "клавишная" работа отдельных элементов, приводящая обычно к деформациям прогибов и образованию трещин в стыках.

11.82. Высокая демпфирующая способность эпоксидных полимеррастворов обеспечивает надежную совместную работу сборных элементов при многократных повторных динамических нагрузках.

11.83. Замоноличивание стыков сборных перекрытий эпоксидным полимерраствором в зависимости от температуры окружающей среды рекомендуется производить составами 3–6 или 11 (см. табл. 5 и п. 5.7) с введением наполнителя-цемента, кварцевого песка, андезита и др. в количестве 300 ч. по массе на 100 ч. по массе эпоксидной смолы. Перед замоноличиванием стыка сопрягаемые поверхности сборных элементов следует праймировать тем же составом эпоксидного клея.

11.84. Замоноличивание стыков сборных перекрытий полимерцементными растворами следует производить составом П-1 (см. табл. 7).

11.85. При замоноличивании стыков сборных перекрытий мелкозернистым бетоном по адгезионной промазке в качестве последней рекомендуется использовать клей ПЭФ-1 (см. табл. 4 и пп. 4.21–4.23 и пп. 5.14–5.17).

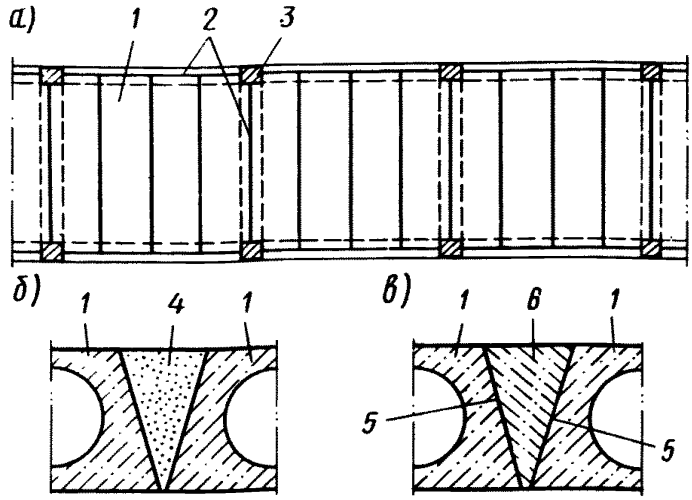


Рис. 57. Повышение несущей способности и жесткости сборных перекрытий
а — план сборного перекрытия; б, в — конструкции стыков; 1 — сборный элемент; 2 — ригель; 3 — колонна; 4 — эпоксидный полимерраствор или полимерцементный раствор; 5 — адгезионная промазка; 6 — мелкозернистый бетон

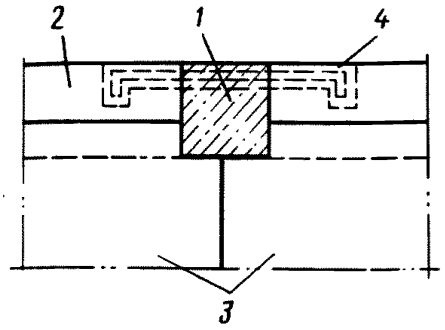


Рис. 58. Усиление стыков продольных ригелей
1 — колонна; 2 — ригель; 3 — панель перекрытий; 4 — ПАШ и ПАШС

11.86. При недостаточной армированной связи в стыках наружных продольных ригелей усиление их производят с помощью ПАШ и ПАШС (рис. 58).

11.87. Усиление сборных перекрытий и покрытий на дополнительные нагрузки, в том числе повторные динамические, выполняется по пп. 11.79—11.85 армированием стыков (рис. 59).

11.88. Дополнительное повышение несущей способности сборного перекрытия достигается превращением его в неразрезную систему путем соответствующего армирования стыков в пролете и на опоре.

11.89. Армирование стыков рекомендуется выполнять сварными каркасами.

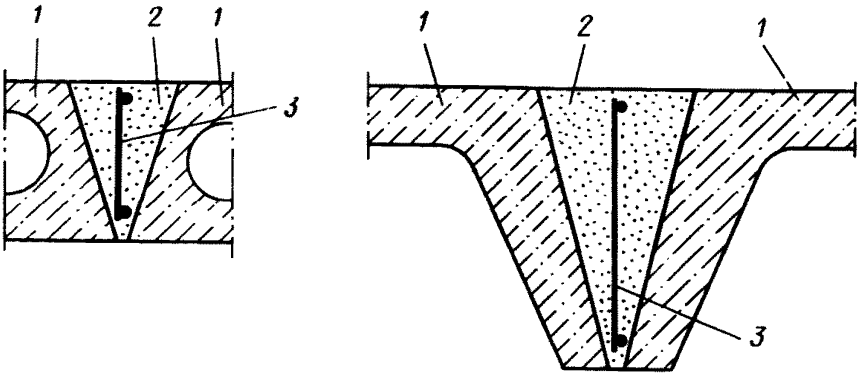


Рис. 59. Усиление сборных железобетонных перекрытий армированием стыков
1 — сборные элементы; 2 — полимеррастворы; 3 — арматурный каркас

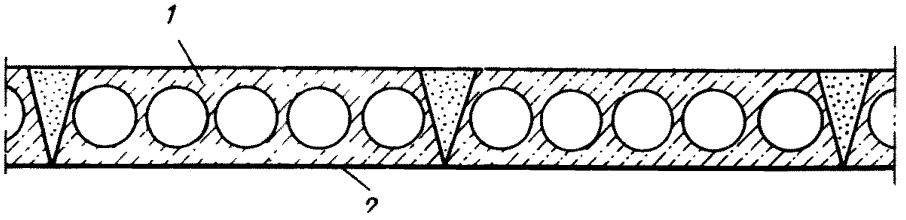


Рис. 60. Усиление перекрытий из многопустотных настилов поверхностно-оклеечным стеклопластиком
1 — сборные элементы; 2 — поверхностно-оклеечный стеклопластик

11.90. Применение эпоксидных полимеррастворов для замоноличивания стыков обеспечивает возможность ввода в эксплуатацию перекрытия на следующие сутки после выполнения работ по усилению.

11.91. Усиление многопустотных настилов и полок сборных ребристых перекрытий может выполняться поверхностно-оклеечным стеклопластиком путем приклеивания стеклоткани эпоксидным клеем на очищенную поверхность плиты (рис. 60).

11.92. Расчет усиления сборных перекрытий и покрытий, замоноличенных полимеррастворами, на вертикальную и горизонтальную нагрузку, в том числе и на сейсмическую, производится как для монолитных бесшовных конструкций.

11.93. При расчете сборные перекрытия и покрытия, замоноличенные эпоксидным полимеррастворов или полимерцементным раствором, либо мелкозернистым бетоном по адгезионной промазке, следует рассматривать как монолитные жесткие диски, способные распределять горизонтальные нагрузки, в том числе и сейсмические, пропорционально погонным жесткостям вертикальных несущих конструкций. При этом, растянутой арматурой горизонтальной балки-стенки будет служить непрерывное армирование наружных продольных ригелей (см. пп. 11.79 и 11.86).

11.94. Приведенная горизонтальная жесткость сборных перекрытий и покрытий, замоноличенных полимеррастворами, в зависимости от вида нагрузки и способа замоноличивания, принимается по табл. 16. Для сравнения в табл. 16 даны приведенные жесткости монолитного и сборного замоноличенного цементным раствором, перекрытий.

Таблица 16

Тип железобетонного перекрытия	Вид нагрузки		
	статическая	циклическая	вибрационная
Монолитное	1	1	1
Сборное, замоноличенное эпоксидным полимерраствором	0,84	0,85	1,23
Сборное, замоноличенное полимерцементным раствором	1,4	1,22	1
Сборное, замоноличенное цементным раствором	0,5	0,5	0,25

11.95. При расчете усиления сборных ребристых перекрытий состыкованные ребра рассматриваются как монолитные тавровые сечения.

Д. УСИЛЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ИЛИ УСТРОЙСТВО НОВЫХ КОНСОЛЕЙ

11.96. Усиление консолей производится в случаях:

недостаточного армирования или коррозии арматуры;

повреждения в результате различных воздействий;

необходимости повышения несущей способности, например при реконструкции или модернизации здания под повышенные нагрузки и др.

11.97. Устройство новых консолей осуществляется в случаях:

просчетов, допущенных при проектировании или строительстве;

реконструкции или модернизации зданий или сооружений и др.

11.98. Усиление (рис. 61, *а* и *б*) или устройство новых железобетонных консолей (рис. 61, *в*) выполняется приклеиванием железобетонных элементов с выпусками арматуры, анкеруемыми эпоксидным полимерраствором в шурфах, предварительно высверленных в бетоне колонны или другой конструкции.

11.99. Элементы усиления существующих или новых консолей представляют собой железобетонные призмы с арматурными выпусками. При усилении консолей, имеющих наклонную нижнюю грань, верхняя грань элемента усиления выполняется с таким же наклоном (рис. 61, *б*).

11.100. Класс бетона консолей должен быть не менее В15 и не менее прочности бетона конструкции, на которой анкеруется консоль. Арматуру рекомендуется принимать периодического профиля классов А-II и А-III.

11.101. Полимеррастворы для анкеровки стержней арматуры и приклеивания консоли применяется в зависимости от погодных условий, на основе составов 3 и 6, либо состава 11 (см. табл. 5 и п. 5.7), с введением наполнителя — цемента, кварцевого песка или андезита в количестве 300 ч. по массе на 100 ч. по массе эпоксидной смолы.

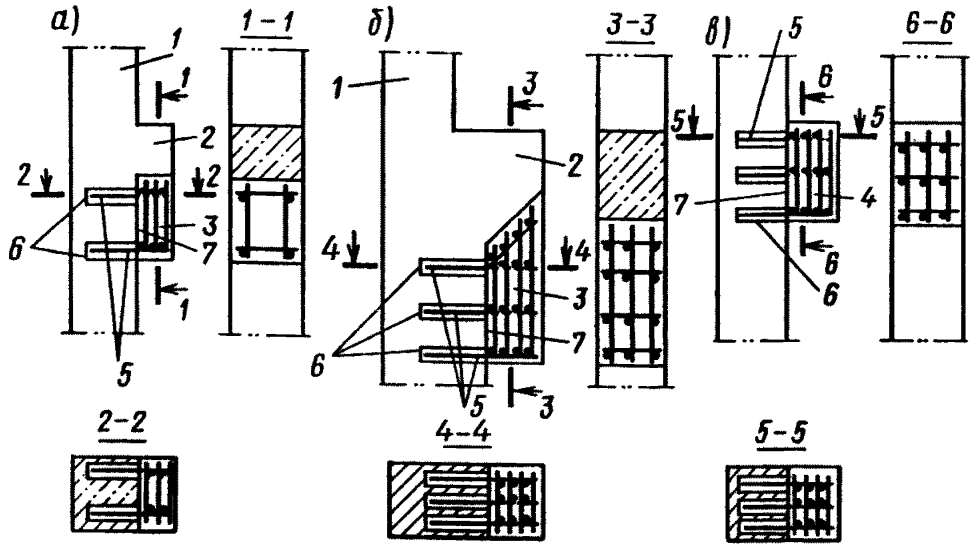


Рис. 61. Усиление существующих или устройство новых консолей
а, б — усиление консолей; в — устройство новой консоли; 1 — колонна; 2 — существующая консоль; 3, 4 — элементы усиления и устройство новой консоли; 5 — анкеруемые выпуска арматуры; 6 — отверстия, заполняемые полимеррастворо-ром; 7 — полимеррастворо

11.102. На рис. 62 приводится пример возможного применения консоли в случае ошибки, допущенной при монтаже колонны.

11.103. Расчет усиления существующих или устройства новых консолей производится как расчет закладных деталей в соответствии с п.3.44 СНиП 2.03.1—84 и с "Рекомендациями по проектированию закладных деталей для железобетонных конструкций". — М.: Стройиздат, 1984.

Расчетная схема консоли приводится на рис. 63, *а*.

11.104. Определение сдвигающего усилия, приходящегося на один ряд анкеров, выполняется по формуле (11.4) СНиП 2.03.01—84, с учетом работы клеевого соединения бетона на срез по формуле

$$Q_{an} = \frac{Q - 0{,}3N'_{an}}{n_{an}} \gamma_{b.p.sh}, \qquad (74)$$

где Q — сдвигающая сила; N'_{an} — наибольшее сжимающее усилие в одном ряду нормальных анкеров; n_{an} — число рядов анкеров вдоль направления сдвигающей силы; $\gamma_{b.p.sh}$ — коэффициент условия работы, учитывающий совместную работу на срез анкеров и клеевого соединения бетона.

При статических нагрузках $\gamma_{b,\,p,\,sh} = 0{,}8$, а при динамических $\gamma_{b,\,p,\,sh} = 1{,}0$.

11.105. Передача растягивающего усилия с анкеров консоли на колонну или другой железобетонный элемент осуществляется с помощью полимеррастворных обойм, диаметр и длина которых определяются в зависимости от фактической

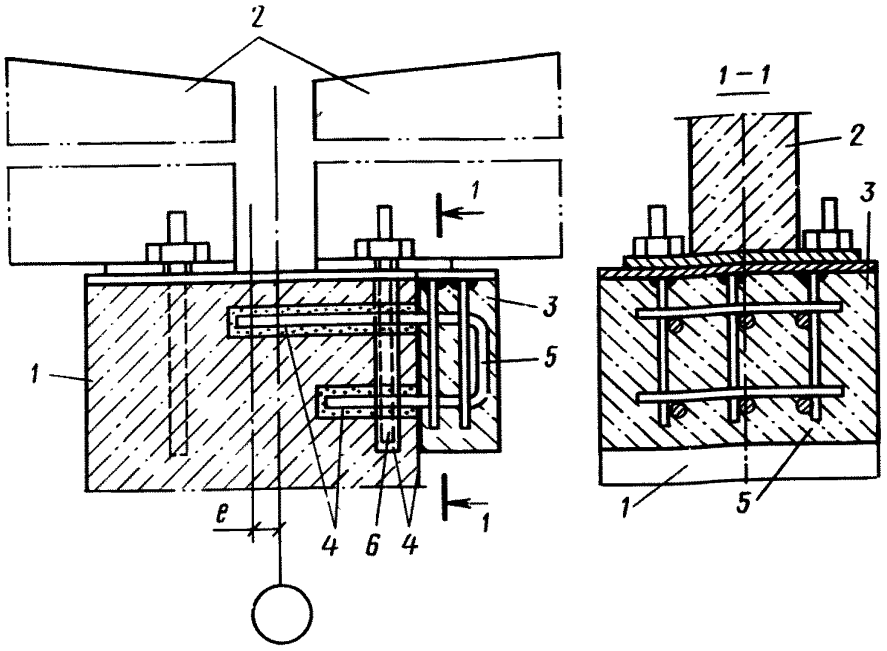


Рис. 62. Устройство новой консоли на колоннах, установленных с дефектами при монтаже
1 – колонна; 2 – балка или ферма покрытия; 3 – элемент новой консоли; 4 – полимеррастворная обойма; 5 – анкеруемые выпуски арматуры; 6 – новый анкер балки

прочности на срез бетона колонны или другого железобетонного элемента, на котором устраивается консоль.

11.106. Длина анкеровки растянутых выпусков арматуры консоли, анкеруемых в полимеррастворной обойме, определится по формуле

$$l \geqslant \frac{d^2 R_s}{4 d_0 R_{b.sh} \gamma_{b.i}}, \qquad (75)$$

где l и d_0 – соответственно расчетная длина и диаметр полимеррастворной обоймы в бетоне, см; d – диаметр одного арматурного стержня, полученный исходя из общей суммарной площади поперечного сечения анкеров наиболее нагруженного ряда по формуле (112) СНиП 2.03.01–84; $R_{b.sh}$ – фактическая прочность на срез бетона конструкции, на которой анкеруется консоль, принимаемая равной $R_{b.sh} = 1{,}58 R_{bt}$ (см. табл. 11), где R_{bt} – прочность бетона на растяжение, соответствующая фактической кубиковой прочности (см. п. 3.5 прил. 2); R_s – расчетное сопротивление арматуры растяжению; γ_{bi} – коэффициент условия работы, принимаемый по табл. 15 СНиП 2.03.01–84.

Общая длина шурфа составит, см

$$l_p = l + 1{,}0.$$

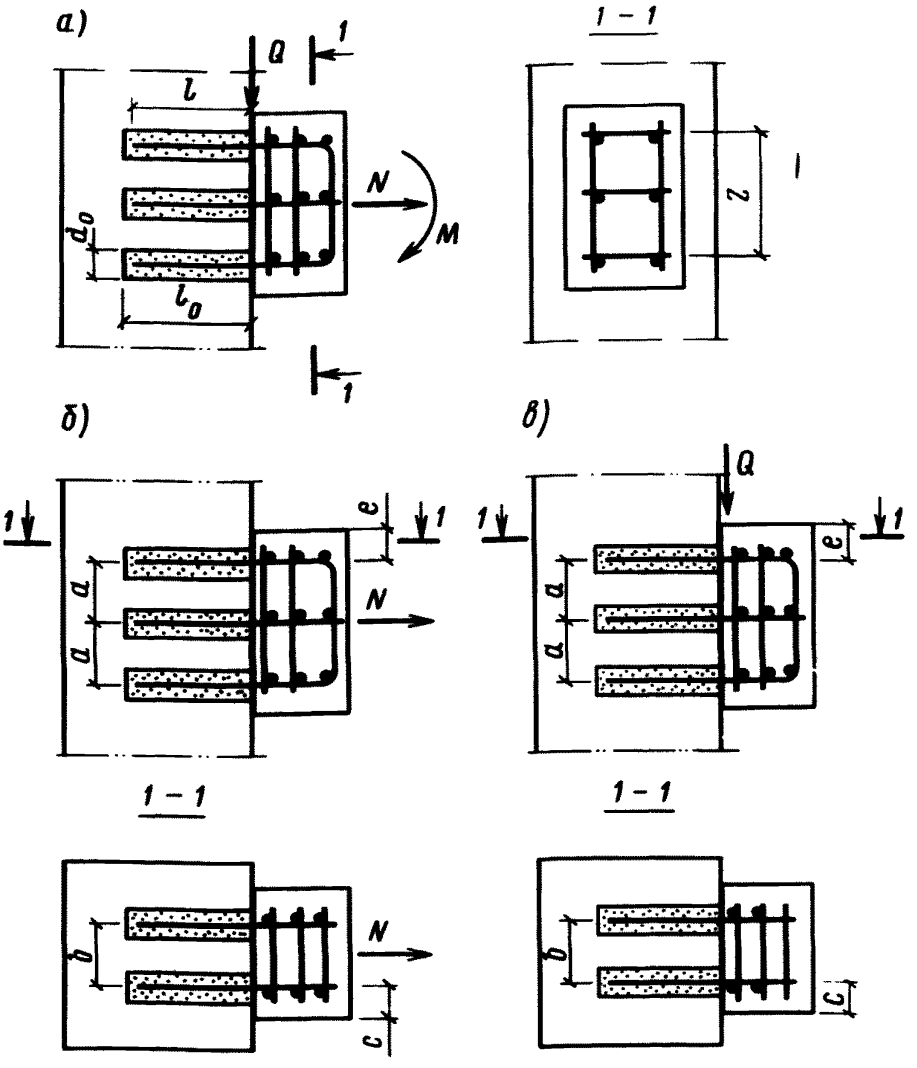


Рис. 63. Усиление существующих или устройство новых консолей
а — расчетная схема консоли; б — наименьшие расстояния между анкерами закладной детали и от анкеров до края бетона при работе нормальных анкеров на осевые силы; в — то же, на поперечные силы. При анкерах из стали класса AII: a = 4d, b = 6d, c = 3d, e = 8d; из стали класса AIII: a = 5d, b = 7d, c = 3,5d, e = = 8d (d — диаметр стержня, требуемый по расчету)

11.107. Расстояния между осями расчетных анкеров и от осей крайних анкеров до граней железобетонного элемента принимаются не менее указанных на рис. 63, *б* и *в*.

Е. УСИЛЕНИЕ ФЕРМ

11.108. Рекомендациями предусматривается усиление как отдельных элементов ферм-поясов, раскосов и стоек, так и узлов и конструкции фермы в целом.

11.109. Усиление отдельных элементов — поясов, раскосов и стоек осуществляется приклеиванием элементов усиления из обычного или предварительно напряженного железобетона (рис. 64) или поверхностно-оклеечным стеклопластиком.

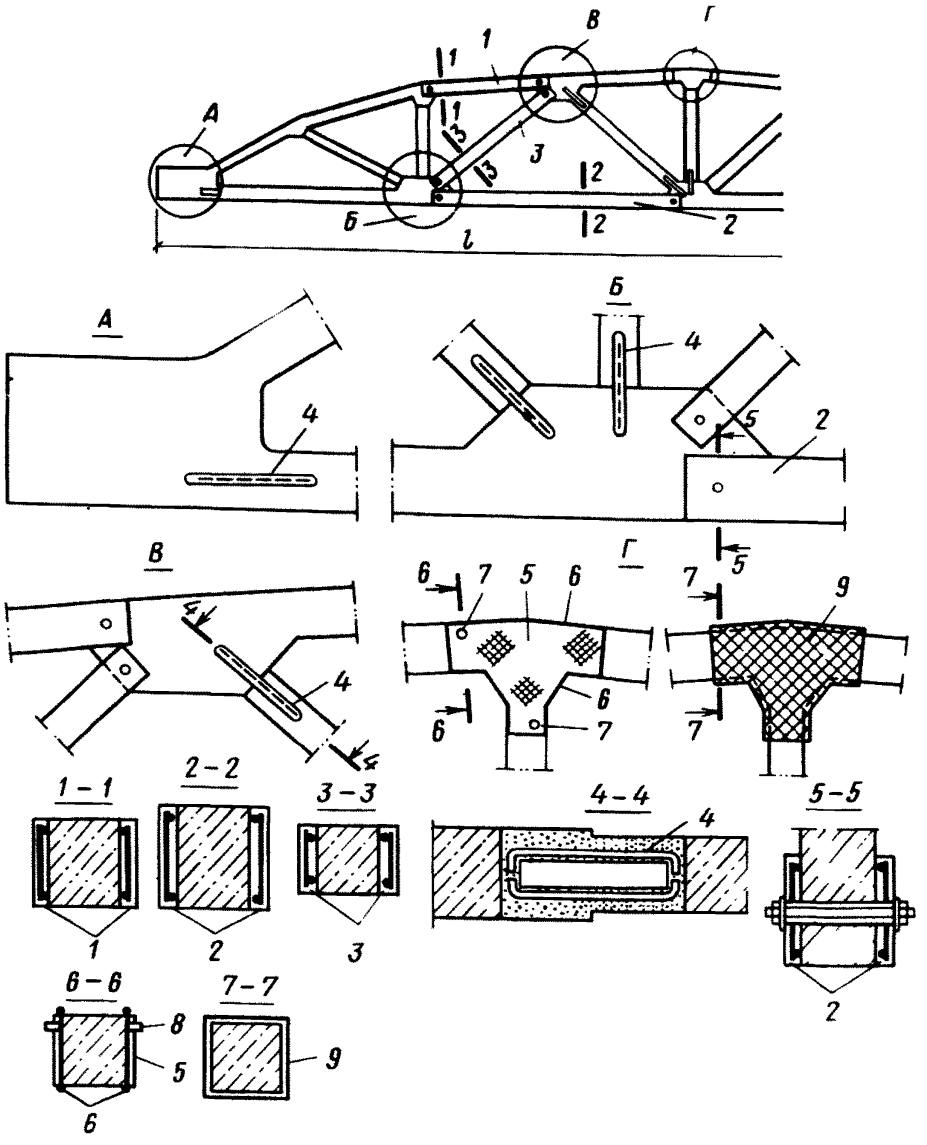


Рис. 64. Усиление фермы
1, 2 и 3 – элементы усиления соответственно верхнего и нижнего поясов и раскоса; 4 – ПАШС; 5 – стальной лист; 6 – герметизация; 7 – отверстия с нарезкой; 8 – штуцер; 9 – поверхностно-оклеечный стеклопластик

11.110. Усиление узлов ферм в зависимости от действующих усилий осуществляется с помощью ПАШ или ПАШС (см. разд. 9.А), а также приклеиванием стальных листов или поверхностно-оклеечного стеклопластика.

11.111. Совместная работа железобетонного элемента усиления по концам с элементами фермы обеспечивается специальными конструктивными устройствами — хомутами, анкерами или поверхностно-оклеечным стеклопластиком (см. п. 11.49 и рис. 46 и 47, *б*).

11.112. Конструктивные требования к элементам усиления — размеры поперечного сечения, марка бетона, класс арматуры, составы клеев и полимеррастворов, способы приклеивания стальных листов и стеклоткани приведены в разд. 11.

Ж. УСИЛЕНИЕ УЗЛОВ КАРКАСА

11.113. Усиление центральной зоны узлов каркасов предусматривается в случаях:

недостаточного их армирования;

повреждения в результате различных воздействий, в том числе сейсмических;

необходимости повышения сейсмостойкости зданий;

необходимости увеличения несущей способности под повышенные нагрузки, при реконструкции или модернизации зданий и др.

11.114. При наличии трещин в поврежденных узлах они должны быть заинъецированы эпоксидным клеем или полимеррастворов (см. разд. 7).

11.115. В случаях раздробления бетона не рекомендуется удаление его из поврежденного узла. Поврежденный участок должен быть заполнен или заинъецирован эпоксидным полимеррастворов.

11.116. Усиление узлов каркаса выполняется с помощью перекрестных стержней арматуры П-образной формы *3*, располагаемых в штрабах *5*, вырезанных на поверхности бетона и заполненных эпоксидным полимеррастворов (рис. 65).

11.117. В местах пересечения перекрестных арматурных стержней один из последних соединяется в стыке на сварке с помощью косынки (узел "А" на рис. 65).

11.118. Аналогичные П-образные стержни *4* располагаются в горизонтальных штрабах *6*, образованных в верхней и нижней частях узла и заполняемых полимеррастворов (см. рис. 65).

11.119. Отгибы арматурных стержней-перекрестных и горизонтальных заводятся в штрабу, вырезанную в углах пересечения колонны с ригелем и тоже заполняемую полимеррастворов.

11.120. На рис. 65, *б* приводится пространственная схема расположения стержней арматуры усиления узла каркаса.

11.121. Перекрестные и горизонтальные штрабы, а также штрабы в углах сопряжения колонны и ригеля заполняются полимеррастворов состава 3—6 или 8 и 11 (см. табл. 5 и п. 5.7) с добавлением наполнителя в количестве 300 ч. по массе на 100 ч. по массе смолы.

11.122. Полимеррастворов в штрабах обеспечивает совместную работу дополнительной арматуры и узла каркаса по восприятию действующих горизонтальных усилий как в монолитной конструкции.

11.123. Размеры штраб, диаметр и класс арматуры определяются в зависимости от действующих усилий в узле и фактической прочности бетона на срез аналогично расчету ПАШ (см. разд. 9).

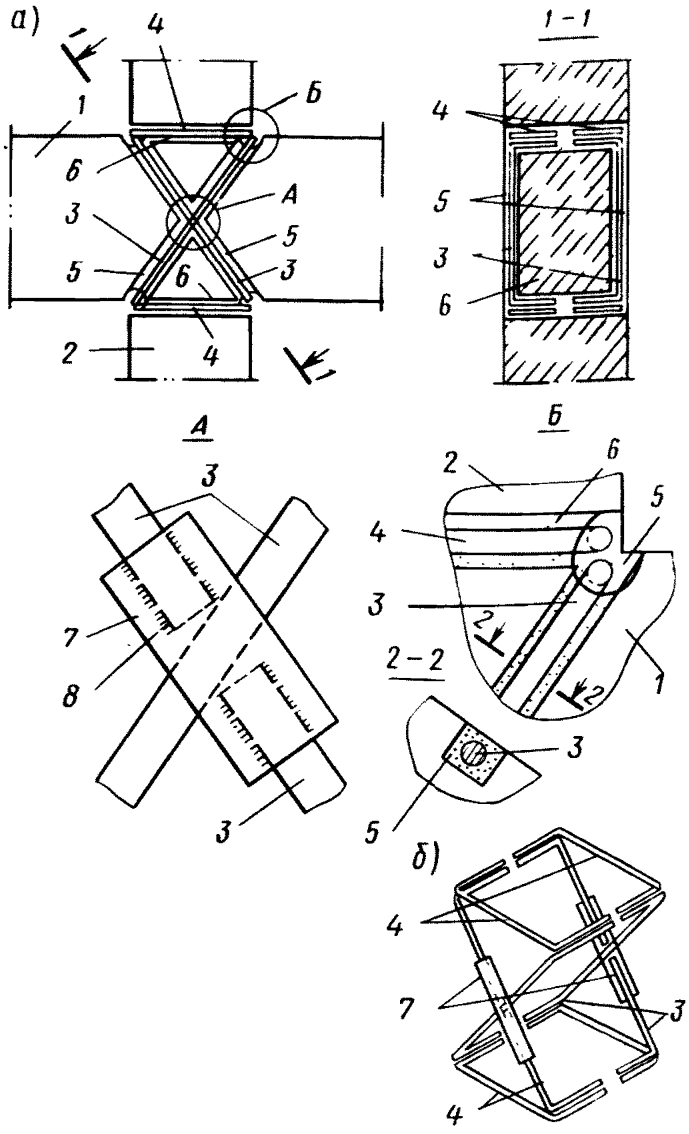


Рис. 65. Усиление узла каркаса перекрестными стержнями
а — узел каркаса; б — пространственная схема расположения арматуры усиления; 1 — ригель; 2 — колонна; 3, 4 — перекрестные и горизонтальные П-образные стержни; 5 и 6 — перекрестные и горизонтальные полимеррастворные включения; 7 — косынка; 8 — сварной шов

11.124. При незначительных повреждениях узлов каркаса усиление осуществляется приклеиванием к бетону узла стальных листов толщиной 2—3 мм (рис. 66, *а*) или созданием поверхностно-оклеечного стеклопластика (рис. 66, *б*) из нескольких слоев стеклоткани.

При этом, совместная работа стального листа с бетоном обеспечивается способом, приведенным в п. 11.41.

11.125. Усилия, действующие в узлах каркаса (M, N и Q), определяются в зависимости от характера воздействия нагрузок.

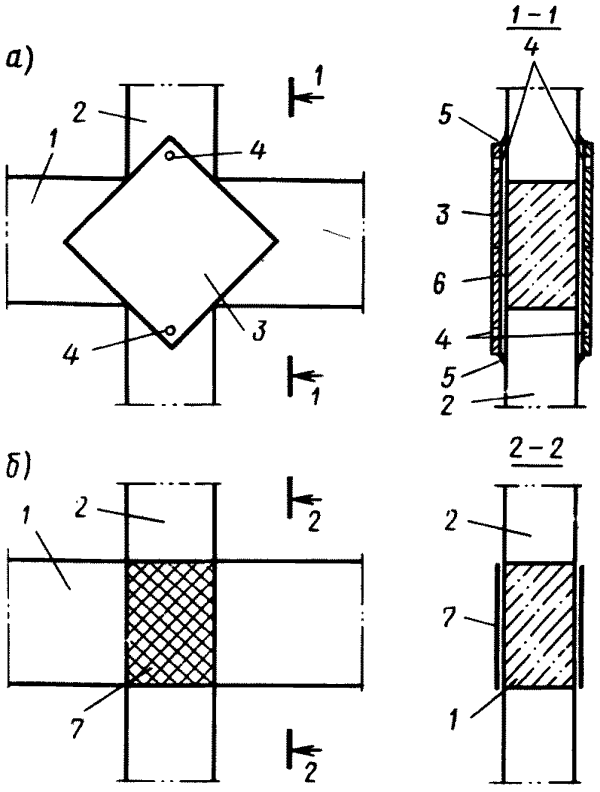


Рис. 66. Усиление узла каркаса
а — стальным листом; б — поверхностно-оклеечным стеклопластиком; 1 — ригель; 2 — колонна; 3 — стальной лист; 4 — отверстия с нарезкой; 5 — герметизация; 6 — эпоксидный клей; 7 — поверхностно-оклеечный стеклопластик

11.126. Величины расчетных усилий в центральной зоне жестких узлов каркаса, при усилении их в сейсмических районах строительства, определяются в соответствии с п. 3.78 "Пособия по проектированию каркасных промзданий для строительства в сейсмических районах (к СНиП II-7-81)". — М.: Стройиздат, 1984.

12. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО УСИЛЕНИЮ КОНСТРУКЦИЙ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ

А. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО УСИЛЕНИЮ

12.1. Производство работ по усилению конструкций полносборных зданий выполняется в соответствии с проектом усиления, разработанным на основании результатов детального обследования поврежденного здания и оценки его несущей способности или в соответствии с проектом реконструкции или модернизации, при необходимости повышения действующих нагрузок на несущие конструкции здания.

12.2. Работам по усилению поврежденных конструкций предшествует установка надежных креплений, разгружающих конструкции и исключающих дальнейшее повреждение конструкций (раскрытие трещин, смещение элементов, обрушение).

12.3. Разгружающие конструкции усиления могут быть частичного, полного или смешанного разгружения. Частично разгружающие конструкции работают совместно с существующими железобетонными элементами и воспринимают только ту часть нагрузки, которую не в состоянии принять последние. Конструкции полного разгружения воспринимают на себя всю нагрузку, практически выключая из работы существующие элементы. Смешанный вид включает элементы частичного и полного разгружения.

12.4. Конструкции крепления следует располагать так, чтобы можно было установить элементы усиления в проектное положение с помощью домкратов, клиньев или других приспособлений. К поврежденным элементам или их частям должен быть обеспечен свободный доступ.

12.5. Усиляемые конструкции должны быть по возможности освобождены от всех видов нагрузок.

12.6. Трещины в конструкциях должны быть предварительно заинъецированы полимеррастворами (см. разд. 7).

Б. ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ПАШ И ПАШС

12.7. В соответствии с расчетом на участках стыков намечаются места устройства ПАШ или ПАШС.

12.8. Намеченные участки стыков конструкций освобождаются от штукатурки, а при необходимости и конструкции пола.

12.9. Устройство штраб и сверление отверстий в бетоне рекомендуется производить с помощью пневмосверлильной или электросверлильной машин, оснащенных алмазными кольцевыми сверлами СКА (см. прил. 6).

При этом, сверла СКА-1, СКА-2 и СКА-3 применяют для сверления бетона прочностью соответственно до 20 МПа (200 кгс/см^2); 20—40 МПа (200 — 400 кгс/см^2) и свыше 40 МПа (400 кгс/см^2).

12.10. Для устройства штраб, особенно при нарезке штраб, расположенных выше уровня пола, наиболее эффективно применение пневмосверлильных машин ИП-1023 и ИП-1016, поскольку они имеют малую массу — 5,3 кг.

12.11. Устройство штраб пневмосверлильными машинами, оснащенными сверлами от 20 до 32 мм, следует производить сверлением отверстий в два ряда в шахматном порядке (рис. 67), при этом образовавшиеся бетонные перегородки сбиваются зубилом.

12.12. Электросверлильные машины, например ИЭ-1801 (см. прил. 6), могут быть использованы при устройстве штраб в перекрытиях и в нижних частях стеновых панелей или других элементах конструкции.

12.13. Устройство штраб, проходящих через панель перекрытия, например в горизонтальных стыках крупнопанельных зданий (см. рис. 12), производится удлиненными сверлами. Способ осуществления таких штраб приводится на рис. 68.

12.14. При устройстве шпонок со скобой — ПАШС по концам штрабы высверливаются отверстия на глубину отгиба арматуры — l_0.

12.15. При сверлении отверстий в бетоне алмазными сверлами или коронками, оснащенными твердыми сплавами, требуется обеспечить подачу воды для охлажде-

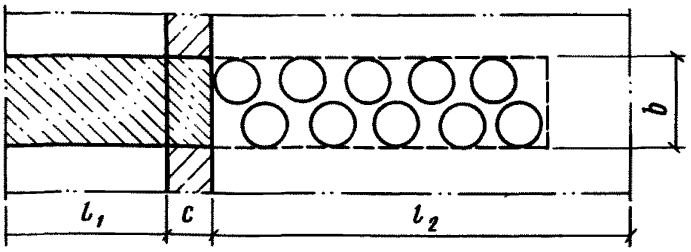


Рис. 67. Устройство штраб сверлением отверстий в бетоне

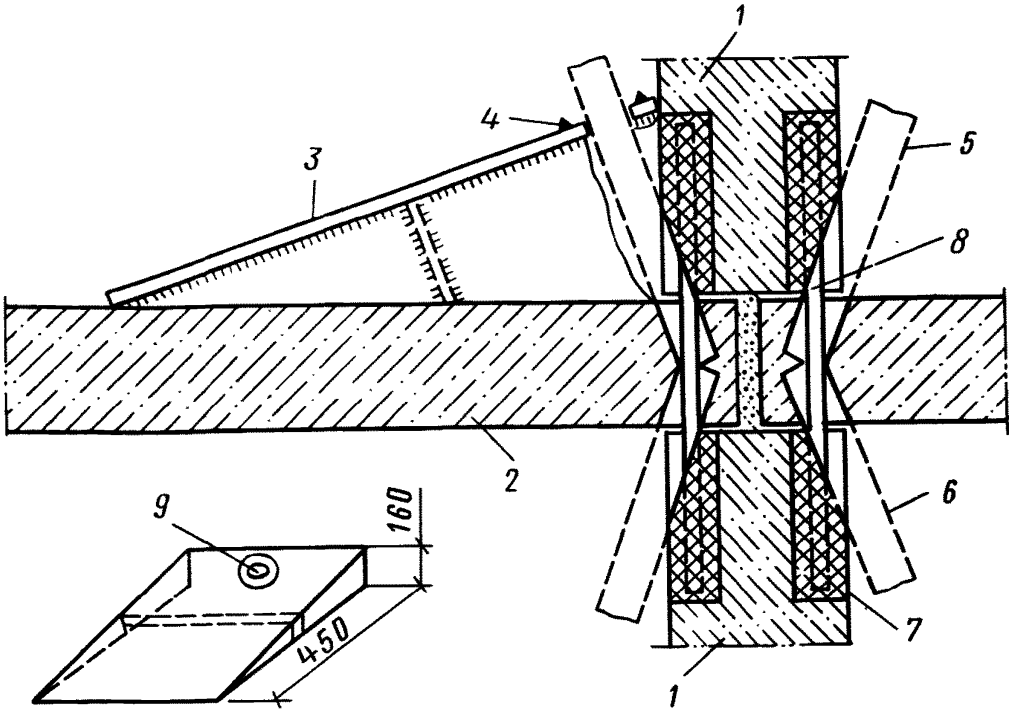


Рис. 68. Устройство штраб в панелях перекрытий
1, 2 — панели, стены и перекрытия; 3 — инвентарный стальной шаблон; 4 — резиновый кондуктор для фиксации сверлильной машины (приклеивается клеем 88Н или наиритом); 5, 6 — сверла СКА; 7 — ПАШ; 8 — арматура (ПАШ и арматура показаны условно); 9 — отверстие для сверла

ния в зону резания. Расход воды при этом зависит от диаметра пробуриваемой скважины, так, например, при диаметре скважины до 25 мм он составляет 1,5 л/мин, а при диаметре более 25 мм — до 2,5 л/мин.

12.16. Технология выполнения работ по сверлению отверстий в бетоне должна отвечать требованиям действующих технических условий на производство этих работ и правилам техники безопасности.

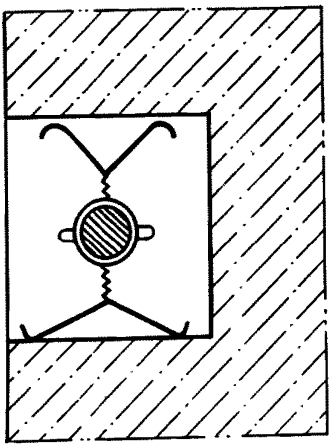


Рис. 69. Установка арматуры с помощью проволочного фиксатора

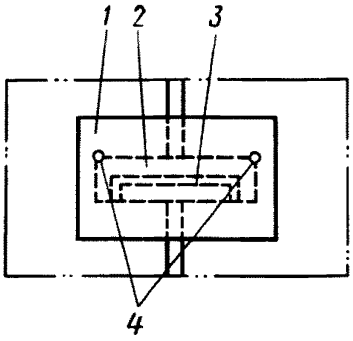


Рис. 70. Устройство бумажной опалубки
1 — бумага; 2 — штраб; 3 — арматура; 4 — отверстия для заливки полимерраствора

12.17. До заполнения штраб полимерраствором стыки панелей или других элементов конструкций должны быть замоноличены.

12.18. В очищенную от остатков сверления и мусора штрабу укладывается арматура с фиксаторами из проволоки, удерживающими ее в проектном положении, при этом арматуру следует укладывать в соответствии с п. 9.18 и рис. 69.

12.19. Арматура перед укладкой должна быть освобождена от окалины, ржавчины и обезжирена ацетоном.

12.20. Штрабы, расположенные на вертикальных плоскостях конструкций, после укладки арматуры обклеиваются плотной бумагой-опалубкой (рис. 70).

12.21. Наклейку бумаги следует производить с помощью поливинилацетатного клея (см. табл. 4).

12.22. Поверхность наклейки должна быть ровной и гладкой.

12.23. Неровности и шероховатости на участке приклейки бумаги удаляются с помощью электронаждака или затираются гипсоцементным раствором.

12.24. После приклейки бумаги проверяется качество бумажной опалубки и, при необходимости, исправляются дефекты.

12.25. Заполнение штраб полимерраствором производится через одно из отверстий, устраиваемых по концам бумажной опалубки (см. рис. 70).

12.26. Штрабы, расположенные на горизонтальной поверхности пола, заливаются без устройства опалубки.

12.27. Составы клеев 3–6 для приготовления полимерраствора для заливки штраб принимать по табл. 5, в теплое время года (при $t > 15^{\circ}C$) и состав 11 в холодное время года (при $t < 15^{\circ}C$). В качестве наполнителя следует принимать цемент или кварцевый песок в количестве 300 мас. ч. на 100 мас. ч. эпоксидной смолы.

12.28. Опалубку для заливки шпонок, устраиваемую на вертикальных стыках внутри помещений, рекомендуется выполнять инвентарной, из дерева (рис. 71). В этом случае глубина шпонки вырезается на 2 см больше расчетной величины, для устройства огнезащитной штукатурки из гипса с вермикулитом или перлитом.

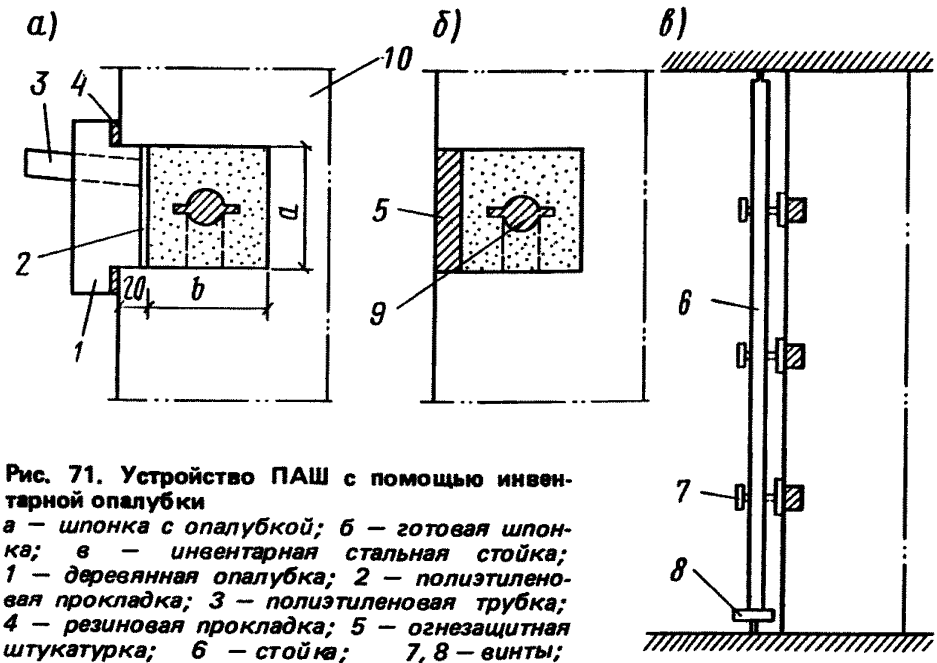


Рис. 71. Устройство ПАШ с помощью инвентарной опалубки
а — шпонка с опалубкой; б — готовая шпонка; в — инвентарная стальная стойка; 1 — деревянная опалубка; 2 — полиэтиленовая прокладка; 3 — полиэтиленовая трубка; 4 — резиновая прокладка; 5 — огнезащитная штукатурка; 6 — стойка; 7, 8 — винты; 9 — арматура шпонки; 10 — панель

12.29. Деревянная опалубка *1* с внутренней стороны, обращенной к штрабе, покрывается полиэтиленовой пленкой *2*, а по периметру устраивается резиновая прокладка *4*.

12.30. Заливка штрабы полимерраствором осуществляется с помощью воронки или ручного шприца через полиэтиленовую трубку *3* диаметром 1 см, закрепленную в опалубке на одном ее конце, а на другом конце вверху устраивается отверстие диаметром 1 см для выхода воздуха.

12.31. После полимеризации полимерраствора и снятия опалубки устраивается огнезащитная штукатурка *5* толщиной 2 см, например, из гипса с вермикулитом или перлитом (рис. 71, *б*).

12.32. Опалубка прижимается в рабочем положении к штрабе с помощью инвентарных стальных трубчатых стоек *6*, снабженных винтами *7* (рис. 71, *в*).

12.33. Стойки фиксируются с помощью острого металлического элемента вверху и прижимного винта внизу *8*.

В. ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

12.34. Колонна, подлежащая усилению, освобождается от штукатурки, бухтящих и слабых треснувших участков бетона. Поверхность колонны зачищается стальными щетками, обеспыливается сжатым воздухом и при необходимости промывается водой.

12.35. Жировые пятна и следы битума очищают электрощетками и смывают ацетоном. Очистку можно производить и с помощью обычных щеток. Нельзя

для промывки использовать бензин, керосин, соляровое масло, а также смывать растворителями пятна до механической обработки, так как, растворяясь, эти вещества впитываются бетоном, что приводит к снижению адгезии клеевой композиции с бетоном.

12.36. При усилении колонны обоймой на чистую высушенную поверхность предварительно наносится адгезионная промазка — ПЭФ-1 (см. пп. 5.15—5.17), затем устанавливаются арматура и опалубка.

12.37. Требования к составу бетона для формования обоймы, а также рекомендуемые классы арматуры приводятся в пп. 4.24—4.31.

12.38. Уплотнение бетона обоймы, в зависимости от ее толщины, производится глубинными вибраторами ИВ-66 или ВП-1, либо наружными электромеханическими вибраторами.

Г. ИЗГИБАЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Изготовление элементов усиления

12.39. Железобетонные элементы усиления следует формовать в инвентарной опалубке.

12.40. Элементы усиления из предварительно напряженного бетона рекомендуется выполнять стендовым способом, с передачей усилий натяжения на упоры.

12.41. Натяжение на упоры осуществляется с помощью гидродомкратов, например марки ЗИК-0021.

12.42. Бетонирование элементов усиления рекомендуется производить в стальной опалубке с антиадгезионным полимерным покрытием, обеспечивающим чистую обезжиренную поверхность и допускающим многократное использование опалубки.

12.43. В качестве антиадгезионного покрытия могут быть использованы, в зависимости от погодных условий, эпоксидные клеи — составы 3—8 или 8 и 11 (см. табл. 5 и п. 5.7).

12.44. Поверхность металла перед нанесением на нее антиадгезионного покрытия должна быть освобождена от ржавчины и окалины шлифовальной машиной с гибким валом марки ИЭ-820-1А или обработана пастой "Целлогель" (см. прил. 7).

За два часа до нанесения полимерного покрытия поверхность металла должна быть зачищена ацетоном.

12.45. Опалубка с полимерным антиадгезионным покрытием не требует периодической смазки соляркой или другими аналогичными составами.

12.46. Требования к составу бетона для формования элементов усиления и рекомендуемые классы арматуры приводятся в пп. 4.24—4.31, а необходимый класс бетона в п. 11.45.

12.47. Элементы усиления могут быть заводского или построечного изготовления.

При бетонировании, в зависимости от принятых конструктивных решений элемента усиления, необходимо предусмотреть соответствующее армирование и установку закладных деталей (см. пп. 11.47—11.48 и рис. 45).

12.48. Транспортировать элементы усиления к месту монтажа рекомендуется пакетами, уложенными на ребро, или обеспечивать необходимую их жесткость при перевозке по отдельности.

12.49. Элемент усиления, во избежание образования деформаций, укладывается на инвентарное монтажное приспособление из прокатных профилей и в таком виде подается на место его монтажа-приклеивания.

Монтаж-приклеивание элементов усиления

12.50. Ригели и балки, подлежащие усилению, освобождаются от штукатурки, бухтящих и слабых треснувших участков бетона и при необходимости промываются водой и просушиваются.

12.51. В случае скрепления элемента усиления с существующей конструкцией колонны необходимо на последней предусмотреть заделку анкера полимерраствором и высверленные в бетоне шурфы или приварку закладных деталей к арматуре колонны (см. п. 11.49 и рис. 48, *а* и *б*).

12.52. Сверление отверстий в бетоне рекомендуется производить алмазными сверлами СКА с помощью специальных сверлильных механизированных инструментов (см. пп. 12.9—12.16 и прил. 6).

12.53. При наличии на склеиваемых поверхностях жировых пятен или следов битума последние удаляются способом, приведенным в п. 12.35.

12.54. Склеиваемые поверхности бетона усиливаемой конструкции и элемента усиления предварительно обрабатываются абразивным инструментом до появления заполнителя. Для этих целей может быть использована шлифовальная машина с гибким валом марки ИЭ 8201А. После этого обработанные поверхности продуваются сжатым воздухом.

12.55. Перед нанесением полимерраствора обе склеиваемые поверхности (элемента усиления и усиляемой конструкции) праймируют эпоксидным клеем состава 3 или 6 при температуре окружающей среды $t > 15^{\circ}C$ или составом 11 при температуре $t < 15^{\circ}C$ (см. табл. 5 и разд. 6). Поверхности при нанесении праймера должны быть чистыми и сухими.

12.56. Одновременно с изготовлением праймера изготавливают эпоксидный полимерраствор (см. разд. 6). Для этого могут быть использованы, в зависимости от погодных условий, составы 1—6 или 8 и 11 (см. табл. 5 и п. 5.7), с введением наполнителя (кварцевого песка, цемента, андезита и др.) в количестве 300 ч. по массе на 100 ч. по массе эпоксидной смолы.

12.57. Приготовленный полимерраствор с помощью шпателя наносится на поверхность элемента усиления вслед за ее праймированием.

12.58. Исключение непроклеенных участков в клеевом шве бетона достигается нанесением полимерраствора на поверхность элемента усиления, как это показано на рис. 72.

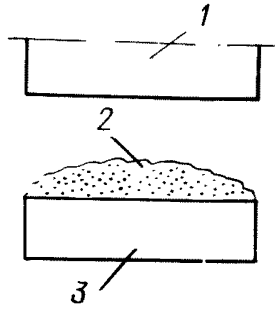


Рис. 72. Принцип нанесения полимерраствора на элемент усиления
1 — усиливаемая конструкция; 2 — полимерраствор; 3 — элемент усиления

12.59. Подъем элемента усиления с инвентарным монтажным приспособлением выполняется с помощью лебедки или другого подъемного транспортного приспособления.

12.60. При склеивании клеевое соединение должно быть обжато. Образующиеся при этом вдоль шва галтели сбивать не следует.

12.61. Обжатие элемента усиления и усиливаемой конструкции следует производить с помощью инвентарных затяжек, располагаемых через 0,8—1 м по длине усиливаемой балки, или с помощью инвентарных телескопических стоек с винтовым устройством.

12.62. При закреплении с помощью анкеров концевых участков элемента усиления через сутки после приклеивания по концам этих элементов высверливаются шурфы, проходящие в бетоне усиливаемого элемента.

12.63. В продутые сжатым воздухом и заполненные полимерраствором (состав см. п. 12.56) шурфы вводят до упора анкера, которые удерживаются от сползания в течение 3—4 ч (см. рис. 46, *б*).

12.64. В случае закрепления концевых участков элемента усиления хомутами последние пропускаются в заранее высверленные отверстия в перекрытии и стягиваются болтами.

12.65. Стеклоткань или стеклосетка приклеивается на бетон эпоксидным клеем состава 3—6 или 8 и 11 (см. табл. 5 и п. 5.7).

12.66. На чистую, обеспыленную поверхность бетона с помощью жесткой кисти или резинового шпателя наносится эпоксидный клей, на который укладывается с натягом слой стеклоткани или стеклосетки; далее на поверхность уложенной стеклоткани вновь наносится клей и приклеивается второй слой стеклоткани или стеклосетки, по которому снова наносится клей и т.д. до получения стеклопластика с необходимым количеством слоев стеклоткани.

12.67. Основа стеклоткани должна располагаться в направлении действия усилия в конструкции.

12.68. Стальные элементы усиления должны быть ровными, без вмятин, с гладкими продольными торцами.

12.69. По концам стального листа, в соответствии с проектом, высверливаются отверстия диаметром 25 мм для пропуска анкеров с приваренными к ним накладными деталями (см. рис. 46).

12.70. Склеиваемая бетонная поверхность усиляемого элемента подвергается обработке,аналогично приведенной в пп. 12.50, 12.35, 12,54.

12.71. Склеиваемая поверхность стального листа освобождается от окалины и ржавчины соответствующей обработкой (см. п. 12.44).

12.72. Стальной элемент усиления укладывается на инвентарную прижимную доску, покрытую полиэтиленовой пленкой. Для исключения вытекания клея при склеивании по боковым поверхностям доски устраиваются бортики из жесткого полиэтилена толщиной 2—3 мм и высотой › 10—25 мм.

12.73. Бетонную поверхность усиливаемой конструкции праймируют эпоксидным клеем (см. п. 12.55).

12.74. Одновременно на поверхность стального элемента усиления наносится, в зависимости от погодных условий, эпоксидный клей составов 3 или 6 и 11 (см. табл. 5 и п. 5.7).

12.75. Подъем элемента усиления с инвентарной прижимной доской выполняется с помощью лебедки или другого подъемно-транспортного приспособления, а обжатие-склеивание — с помощью инвентарных затяжек (см. п. 12.61).

12.76. Через день после склеивания через отверстия по концам стального листа в бетоне высверливаются шурфы для заделки анкеров с приваренными накладными деталями. Технология сверления и необходимое оборудование приводятся в пп. 12.9—12.16 и в прил. 6.

12.77. После продувки отверстий сжатым воздухом и заполнения полимерраствором (состав см. п. 12.56) в них вводят до упора анкера, которые удерживаются от сползания в течение 3—4 ч (см. рис. 49).

Д. СБОРНЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ И ПОКРЫТИЯ

12.78. Усиление сборных перекрытий и покрытий производится заменой раствора в стыках на полимеррастворы, полимерцементный раствор, или мелкозернистый бетон по адгезионной промазке.

12.79. Усиление производится в следующей последовательности:

разборка конструкции пола вдоль стыка шириной 0,2—0,3 м;

разборка стыков замоноличивания. Разборка производится вручную или отбойным молотком, в зависимости от прочности бетона или раствора замоноличивания;

продувка стыков с помощью сжатого воздуха;

заделка стыков с нижней стороны перекрытий гипсовым раствором на поливинилацетатном клее на высоту 1—2 см;

адгезионная промазка сопрягаемых поверхностей стыка, в случае заполнения его мелкозернистым бетоном;

укладка арматуры расчетного сечения в пролете и на опоре (при необходимости повышения несущей способности перекрытия на дополнительные нагрузки);

замоноличивание стыков;

восстановление конструкции разобранного пола.

12.80. Составы эпоксидного полимерраствора и полимерцементного раствора приводятся в пп. 11.83 и 11.84.

12.81. При замоноличивании стыков эпоксидным полимерраствором и при нанесении адгезионных составов поверхности бетона стыка должны быть чистыми и сухими. Непосредственно перед замоноличиванием стыков эпоксидным полимерраствором они должны быть праймированы (см. п. 11.83).

12.82. В случае замоноличивания стыков полимерцементными составами поверхности стыка перед замоноличиванием необходимо увлажнить водой.

12.83. Способ усиления перекрытий и покрытий, замоноличенных полимеррастворами, позволяет вести работы в условиях действующего сооружения или предприятия.

Е. УСИЛЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ИЛИ УСТРОЙСТВО НОВЫХ КОНСОЛЕЙ

12.84. Участок бетонной поверхности, на которой предусматривается устройство консоли, освобождается от штукатурки и обрабатывается абразивным инструментом до появления заполнителя (см. п. 12.54).

12.85. Аналогичной обработке абразивным инструментом подвергается и склеиваемая — тыльная поверхность бетона консоли.

12.86. В соответствии с проектом высверливаются шурфы способом, приведенным в пп. 12.9 — 12.16 и прил. 6.

12.87. Арматурные выпуски консоли освобождаются от ржавчины и окалины и очищаются ветошью, смоченной в ацетоне.

12.88. Высушенные и обеспыленные склеиваемые поверхности бетона и арматуры, а также высверленные в бетоне отверстия праймируются одним из составов эпоксидного клея, приведенных в п. 12.55.

12.89. Одновременно для приклеивания консоли приготавливается полимерраствор того же состава.

12.90. Сразу же после праймирования с помощью шпателя или шприца полимерраствор вводится в отверстия в бетоне, а также наносится ровным слоем толщиной 2—3 мм на обе склеиваемые поверхности.

12.91. Консоль, установленная на подставку вплотную к месту приклеивания, обжимается и склеивается с помощью стяжных хомутов или других приспособлений, при этом арматурные выпуски должны быть заведены в соответствующие отверстия, заполненные полимерраствором.

12.92. Через сутки после склеивания консоль освобождается от стяжных хомутов.

Ж. УЗЛЫ КАРКАСА

12.93. Узел, подлежащий усилению, освобождается от штукатурки, а трещины и раздробленные участки бетона продуваются сжатым воздухом.

12.94. При наличии жировых пятен или следов битума на поверхности бетона они очищаются способом, приведенным в п. 12.35.

12.95. На поверхности бетона предварительно размечаются участки перекрестных и горизонтальных штраб.

12.96. Устройство перекрестных и горизонтальных штраб производят с помощью пневмо- или электросверлильных машин, оснащенных алмазными кольцевыми сверлами СКА (см. пп. 12.9—12.16 и прил. 6).

12.97. Штрабы, устраиваемые в углах пересечения колонны с ригелем, высверливаются по всей ширине ригеля в пределах защитного слоя бетона.

12.98. П-образные арматурные стержни зачищаются от ржавчины и окалины и протираются ветошью, смоченной в ацетоне.

12.99. В высверленные штрабы укладываются на фиксаторах сначала перекрестные П-образные арматурные стержни с расположением косынки наружу.

12.100. Отгибы стержней одновременно заводятся в штрабы, расположенные в углах ригелей с колоннами.

12.101. Далее аналогично устанавливаются П-образные горизонтальные арматурные стержни.

12.102. Поверхность штраб обклеивается с помощью поливинилацетатного клея (см. табл. 4) плотной бумагой.

12.103. В отверстия, устроенные вверху, постепенно заливается эпоксидный полимерраствор.

13. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ И УСИЛЕНИЮ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ

13.1. Скрытый процесс инъецирования полимеррастворов в трещины конструкций требует особого внимания к контролю производства этих работ.

13.2. Контроль производства инъекционных работ должен проводиться и фиксироваться в журнале работ и в табл. 10 специально выделенным ответственным лицом на всех этапах работ.

13.3. Применяемые материалы должны соответствовать ГОСТ и ТУ.

13.4. Качество применяемых полимерных материалов проверяется за неделю до начала восстановительных работ испытанием на сдвига склеенных бетонных образцов-кубиков.

13.5. Принятый способ поэтапного инъецирования клея или полимерраствора снизу вверх под давлением, при принятых расстояниях между штуцерами, практически обеспечивает заполнение всех трещин — ремонт (склеивание) поврежденных трещинами конструкций.

13.6. Сложность непосредственного контроля за заполнением трещин клеем вызывает необходимость определения качества производства работ косвенными путями, описанными в п. 7.43.

13.7. Адгезионная и когезионная прочность клеев и полимеррастворов определяется испытанием склеенных образцов-кубиков, с размером ребра 5 или 10 см из бетона класса, аналогичного классу бетона ремонтируемых конструкций.

13.8. На каждый замес клея или полимерраствора склеиваются 3 пары кубиков-близнецов, которые после склеивания хранятся рядом с ремонтируемой конструкцией.

13.9. Испытание кубиков, склеенных составами 1—12 (см. табл. 5), осуществляется через 10 дней после склеивания. Кубики, скленные составом 13 (см. п. 5.8), испытываются после достижения клеем полимеризационной жизнеспособности, которая определяется по графику на рис. 73.

13.10. Схема испытаний склеенных кубиков на сдвиг приводится на рис. 74.

13.11. Во всех случаях испытаний разрушение должно происходить по бетону.

13.12. Контроль выполненных работ осуществляется и путем визуального осмотра заинъецированных участков трещин, с которых отбиты шайбы. На этих участках должен четко просматриваться клеевой шов.

13.13. При необходимости для контроля отбивается герметизирующий слой между шайбами и устанавливается наличие инъекционного шва в трещине.

13.14. У каждой заинъецированной трещины должна стоять подпись рабочего, проводившего инъекцию.

13.15. Разрешение на производство отделочных работ в здании должно быть дано после осмотра и составления акта на скрытые работы по инъецированию трещин. Контроль качества инъецирования осуществляется ответственным лицом после отбивки шайб или уголков.

13.16. Качество адгезионной промазки бетона клеем ПЭФ-1 контролируется визуально по однородности цвета обмазанной поверхности.

13.17. Контроль качества приклейки к бетону стальных листов толщиной до 3 мм осуществляется методом многократных отражений (Донецкпромстрой-НИИпроект) с помощью серийной дефектоскопической аппаратуры.

При отсутствии специальной аппаратуры и при большей толщине стальных листов качество приклейки контролируется простукиванием.

13.18. Качество поверхностно-оклеечного стеклопластика контролируется визуально, по наличию воздушных пузырей.

13.19. Контроль качества предварительно напряженных элементов усиления осуществляется визуально. Они не должны иметь трещин и недопустимого прогиба.

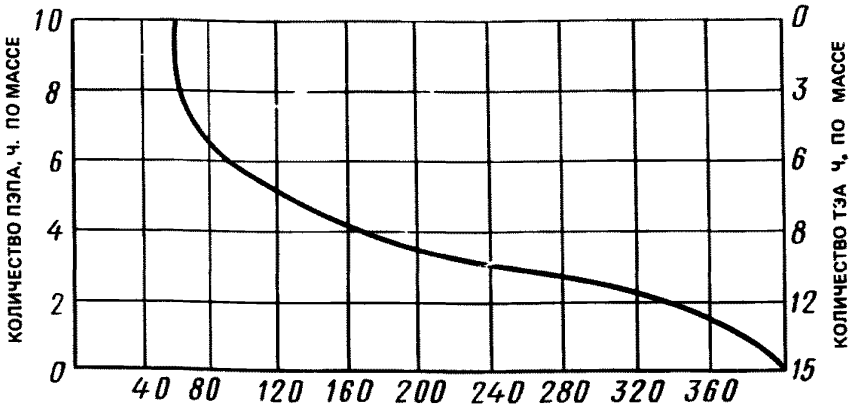
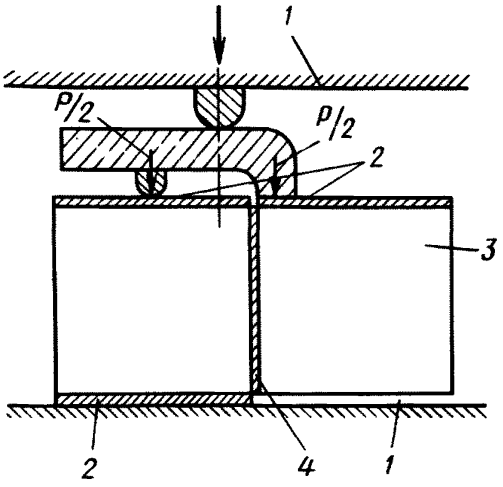


Рис. 73. График для определения полимеризационной жизнеспособности эпоксидного клея для состава 13



Рио. 74. Схема испытания контрольных склееных образцов бетонных кубиков на сдвиг
1 — плита пресса; 2 — металлические пластины; 3 — кубик 10х10х х10; 4 — клеевой шов

13.20. Концевые участки железобетонных (обычных или предварительно напряженных) и стальных элементов усиления должны быть плотно обжаты с усиливаемой конструкцией с помощью хомутов и анкеров, обеспечивающих совместную работу элемента усиления с усиливаемой конструкцией.

13.21. После сверления отверстий под штрабу для ПАШ и ПАШС и доводки ее до проектных размеров проверяется качество изготовления. Размеры штраб должны соответствовать проекту. Штраба не должна иметь внутри дефектов — трещин, не заполненных раствором участков стыка и т.д. При наличии дефектов они должны быть устранены.

13.22. Проверяется диаметр, класс установленной арматуры и ее расположение. Арматура должна быть без следов окалины и обезжирена ацетоном.

13.23. Контролируется качество приклеенной бумажной опалубки.

13.24. Тщательный контроль осуществляется после полного заполнения штрабы полимерраствором, особенно по верхней кромке. При обнаружении неплот-

ностей и зазоров производится дополнительная заливка этих участков клеем или шпаклевка полимеррастворами.

13.25. Наряду с перечисленным, осуществляется контроль качества применяемых материалов, адгезионной и когезионной прочности применяемых полимеррастворов и др., который следует производить в соответствии с пп. 13.7—13.9.

13.26. Разрешение на производство отделочных работ в доме должно быть дано после осмотра и составления акта на скрытые работы по инъецированию трещин и устройству ПАШ, ПАШС и ПОС.

14. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ И УСИЛЕНИИ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ ПОЛИМЕРРАСТВОРАМИ

14.1. Эпоксидные составы токсичны и могут вызвать кожные заболевания, поэтому при работе с ними следует руководствоваться правилами техники безопасности, предусмотренными "Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий" СН 245—71, а также "Противопожарными нормами проектирования зданий и сооружений" СНиП 2.01.02—85.

14.2. Эпоксидные смолы, отвердители, пластификаторы, модификаторы, растворители должны храниться в металлических бидонах с плотно закрывающимися крышками или в стеклянных банках с притертыми пробками в специально отведенном помещении.

14.3. Все работы по приготовлению эпоксидного клея и полимеррастворa должны производиться в помещении с хорошо оборудованной приточно-вытяжной вентиляцией или вытяжным шкафом с четырехкратным воздухообменом.

14.4. Допускается приготовление эпоксидного клея и на открытом воздухе при соблюдении требований техники безопасности. При этом следует находиться с наветренной стороны.

14.5. При использовании эпоксидного клея необходимо иметь защитную спецодежду: халат или комбинезон из плотной ткани, резиновые сапоги, резиновые перчатки, прорезиненный фартук, защитные герметические очки с нейтральным стеклом типа НС-1, НС-2 или НС-3.

14.6. Разогрев эпоксидной смолы следует производить в вытяжном шкафу, так как в воздух выделяются летучие вещества, способные вызвать острые химические отравления.

14.7. Категорически воспрещается хранение и прием пищи на месте производства работ, а также курение и пользование открытым огнем.

14.8. Опилки и тряпки, загрязненные отвердителем, а также материалы, содержащие смолу и отвердители, собираются в специальные емкости и закапываются в землю в отведенном для этой цели месте.

14.9. При попадании отдельных компонентов эпоксидных составов или клеев на кожу необходимо удалить их мягкими бумажными салфетками, затем вымыть горячей водой с мылом и жесткими щетками, осушить полотенцем и смазать вазелином. Не рекомендуется снимать с кожи эпоксидные составы и клеи ацетоном. Лишь при незначительном загрязнении рук эпоксидной смолой или клеем разрешается использовать ветошь, увлажненную минимальным количеством ацетона с последующим мытьем рук горячей водой с мылом.

14.10. При случайном попадании эпоксидных материлов в глаза необходимо немедленно промыть их большим количеством воды, а затем кусочком ваты,

смоченным физиологическим раствором. После этого следует обязательно обратиться к врачу. При любых кожных раздражениях необходимо немедленно обратиться к врачу.

14.11. Отмывку от эпоксидного клея посуды, приспособлений и др. следует производить ацетоном сразу же после окончания работы и под вытяжкой.

14.12. Приготовление клеев и работу с ними должны производить рабочие, прошедшие соответствующий инструктаж по технике безопасности.

14.13. Готовить и наносить эпоксидный клей должны рабочие, прошедшие врачебную проверку и допущенные по состоянию здоровья к этим работам.

14.14. При нагнетании клея или полимерраствора в трещины рабочие должны пользоваться защитными очками и резиновыми перчатками.

14.15. Запрещается снимать подающий шланг с шайбы или инъекционного устройства до сброса давления в системе установки.

14.16. К работам, связанным с сосудом, работающим под давлением — инъекционным устройством, пневмосверлильной машиной и др., а также к работам с электросверлильной машиной, электродрелью и др. могут быть допущены лица, прошедшие специальный инструктаж и хорошо знакомые с этими устройствами и правилами их обслуживания.

14.17. Работы, связанные с применением технологического оборудования, должны выполняться в соответствии с главой СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве", "Правилами техники безопасности при текущем и капитальном ремонте жилых и общественных зданий". — М.: Стройиздат, 1972, а также главами УП и УШ "Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением". — М.: Металлургия, 1970 г.

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

Повышение сейсмостойкости крупнопанельного здания с помощью ПАШ

Пример 1. Требуется рассчитать усиление крупнопанельного здания, построенного без антисейсмических мероприятий, в районе с изменившейся сейсмической нагрузкой и с нормальными климатическими условиями. Расчетная схема с расположением ПАШ на вертикальном стыке приводится на рис. 1. Усилие сдвига в стыке, в соответствии с результатами расчета составляет N_{sh} = = 120 кН (12 тс).

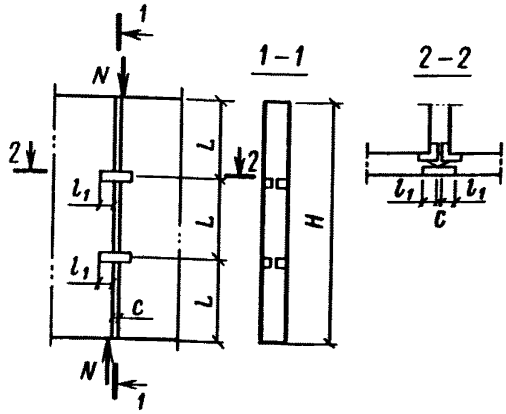


Рис. 1.

Класс бетона внутренних стеновых панелей — В 15 (197 кгс/см^2); R_b — = 1,18 МПа (12,09 кгс/см^2). Класс бетона наружных стеновых панелей — В 7,5 (98,3 кгс/см^2); $R_{b,t}$ = 0,76 МПа (7,73 кгс/см^2). Шпонку армируем стержнями ⌀ 10 класса А-II.

Полимерраствор для шпонок принимаем на основе состава 6 (табл. 5), с введением наполнителя-цемента в количестве 300 ч. по массе на 100 ч. по массе смолы.

Расчетное сопротивление принятого состава полимерраствора по формуле (6), с учетом атмосферного коэффициента $m_f = 0{,}9$ (см. табл. 3 прил. 6) составит:

$$R_{p.sh} = \frac{R^n_{p.sh}}{\gamma_p}\gamma_{pi}m_t m_w m_f = \frac{20}{1{,}2}\,0{,}6\cdot 0{,}9 = 9 \text{ МПа}.$$

Принимая с каждой стороны панели по 2 шпонки, задаемся ее поперечным сечением 4х4 см.

Усилие сдвига приходящееся на 1 шпонку:

$$N_{sh,k} = \frac{N_{sh}}{4} = \frac{120}{4} = 30 \text{ кН (3 тс)}.$$

Длину шпонок определяем по формулам (4) и (5). Для шпонок, устраиваемых в панелях из тяжелого бетона:

$$\text{на срез } l_1 \geqslant \frac{2\left(N_{sh.k} - ab R_{p.sh}\right)}{\gamma_{p.sh} a R_{p.sh}} = \frac{2\left[30000 - 4\cdot 4\cdot 9\,(100)\right]}{0{,}5\cdot 4\cdot 9\,(100)} = 17 \text{ см};$$

на смятие $l_1 \geqslant \frac{N_{sh.k}}{R_{b.sh}\psi b} = \frac{30000}{0{,}75 \cdot 8{,}5\,(100)\ 4} = 12$ см.

Длину шпонки принимаем равной 17 см.

В соответствии с пп. 3.39 и 3.40 СНиП 2.03.01–84 принимаем значение $\psi = 0{,}75$, а $R_{b,\,loc} = R_b$ для тяжелого бетона – 8,5 МПа, а для легкого – 4,5 МПа.

Для шпонок, устраиваемых в панелях из легкого бетона:

на смятие $l_1 \geqslant \frac{30000}{0{,}75 \cdot 4{,}5\,(100) \cdot 4} = 22$ см.

Длину шпонки принимаем равной 22 см.

Минимальное расстояние между шпонками и между шпонкой и краем панели из тяжелого бетона определяем по формуле (7):

$$L \geqslant \frac{N_{sh.\,k}}{R_{b,\,sh} l_1 \lambda_b} = \frac{30000}{1{,}18\,(100)\,17 \cdot 1{,}0} = 15 \text{ см.}$$

То же, в панелях из легкого бетона

$$L \geqslant \frac{30000}{0{,}76\,(100)\,22 \cdot 1} = 18 \text{ см.}$$

Располагаем шпонки в третях вертикального стыка. Аналогично рассчитываются шпонки и на горизонтальных стыках панелей.

Повышение сейсмостойкости крупнопанельного здания с помощью ПОС

Пример 2. Требуется рассчитать усиление поврежденного стыка сборных элементов крупнопанельного здания.

Расчетная схема вертикального стыка приводится на рис. 2.

Усилие сдвига в стыке, согласно расчету здания, составляет $N_{sh} = 150$ кН (15 тс).

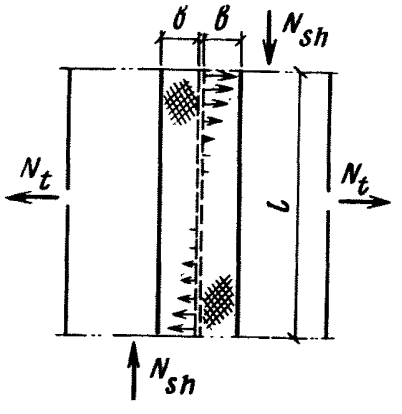


Рис. 2.

Класс бетона внутренних стеновых панелей В15, $R_{b.t} = 0{,}75$ МПа (7,65 кгс/см^2), $R_{b.sh} = 1{,}18$ МПа (12,09 кгс/см^2). Значение $R_{b.sh} = R_{b.t} \cdot 1{,}58$ принимаем по табл. 11.

Панели в стыке соединяются с помощью арматурных выпусков 8ϕ10 AI.

Требуется рассчитать стыковое соединение ПОС (количество слоев и марку стеклоткани и ширину приклеивания b).

По формуле (13) находим необходимое количество слоев и марку стекломатериала в стеклопластике, из условия его равнопрочности с проектной арматурой стыка

$$n_f P_f = \frac{n_s A_s R_s}{2l} = \frac{6{,}28 \cdot 225}{2 \cdot 300} = 0{,}19 \text{ кН/см}.$$

По табл. 14 по значению $n_f P_f$ принимаем 2 слоя стеклоткани СТ-11 с $n_f P_f = 0{,}235$ кН/см.

В случае $N_f > A_s R_s$, расчет ведется по действующим усилиям.

По формуле (14) необходимая ширина приклеивания стеклоткани будет равна

$$b = \frac{n_f P_f}{R_{b.sh}} = \frac{0{,}235}{1{,}18} = 2 \text{ см}.$$

По формуле (16) определяем ширину приклеивания b при сдвиге

$$b = \frac{N_{sh}}{4R_{b.sh}l} + \sqrt{\left(\frac{N_{sh}}{4R_{b.sh}l}\right)^2 + \frac{N_{sh}}{2R_{b.sh}\beta}} =$$

$$\pm \frac{150}{4 \cdot 1{,}18 \cdot 300} + \sqrt{\left(\frac{150}{4 \cdot 1{,}18 \cdot 300}\right)^2 + \frac{150}{2 \cdot 1{,}18 \cdot 3{,}123}} = 15{,}36 \approx 16 \text{ см},$$

значение β для $l/b \geqslant 10$ принимаем равным $\beta = 3{,}123$ (см. табл. 15).

По формуле (17) определяем необходимое количество слоев и марку стеклоткани при сдвиге

$$n_f P_f = \frac{1{,}5 N_{sh} b}{l^2} = \frac{1{,}5 \cdot 150 \cdot 15{,}36}{90000} = 0{,}038 \text{ кН/см (3,84 кгс/см)}.$$

По табл. 14 по значению $n_f P_f$ принимаем 1 слой стеклосетки $РС_2 = 3$.

Значения $n_f P_f$ и b следует принимать наибольшими из полученных по формулам соответственно (9.13); (9.17) и (9.14); (9.16).

По формуле (9.18) проверяем, из условия совместного воздействия растяжения и сдвига, правильность подбора ширины приклеивания

$$R_{b.sh} \geqslant \sqrt{\left(\frac{N_t}{2bl}\right)^2 + \left(\frac{N_{sh}}{2bl} + \frac{N_{sh}}{2\beta b^2}\right)^2};$$

$$1{,}18 \geqslant \sqrt{\left(\frac{50}{2 \cdot 15{,}36 \cdot 300}\right)^2 + \left(\frac{150}{2 \cdot 15{,}36 \cdot 300} + \right.}$$

$$\left. + \frac{150}{2 \cdot 3{,}123 \cdot 235{,}93^2}\right)^2;$$

$1{,}18 \geqslant \sqrt{1{,}15}; \quad 1{,}18 > 1{,}07$ МПа .

Расчет произведен правильно. Для восприятия действующих в стыке усилий растяжения и сдвига необходимы 2 слоя стеклоткани СТ-11 ($n_f P_f = 0{,}235$ МПа) при ширине наклеивания в одну сторону от стыка $b = 16$ см.

Усиление железобетонной балки

Пример 3. Требуется рассчитать усиление железобетонной балки сечением 25х60 см и пролетом 6 м на нагрузку $q = 90$ кН/м, способом приклеивания предварительно напряженного железобетонного элемента усиления.

Несущая способность усиливаемой балки $q = 45$ кН/м. Класс бетона балки В20; $R_b = 11{,}5$ МПа; $R_{bt\,ser} = 1{,}4$ МПа; $R_{b.t} = 0{,}9$ МПа.

Продольная растянутая арматура 3ø22 А-III; $R_s = 365$ МПа; $A_s = 11{,}4$ см. В сжатой зоне балка армирована 3ø10 А-I; $R_{sc} = 225$ МПа; $A_s = 2{,}36$ см^2.

Хомуты трехветвевые ø10 А-I; $R_{sw} = 175$ МПа; $A'_{sw} = 2{,}36$ см^2; шаг хомутов в крайних четвертях пролета 20 см, а в средней части — 30 см.

Поперечное сечение усиливаемой балки и расположение стержней в сечении приводится на рис. 3.

Определяем несущую способность балки до усиления. Характеристику сжатой зоны бетона определим по формуле (26) п. 3.12 СНиП 2.03.01—84

$$\omega = \alpha - 0{,}008 R_b = 0{,}85 - 0{,}008 \cdot 11{,}5 = 0{,}758.$$

Определяем несущую способность балки по моменту и поперечной силе.

Из условия $\Sigma X = 0$ определяем величину

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A_s}{R_b b} = \frac{365 \cdot 11{,}4 - 225 \cdot 2{,}36}{11{,}5 \cdot 25} = 12{,}6 \text{ см},$$

значение ξ при $\gamma_{b2} = 1$

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{400}\left(1 - \frac{\omega}{1{,}1}\right)} =$$

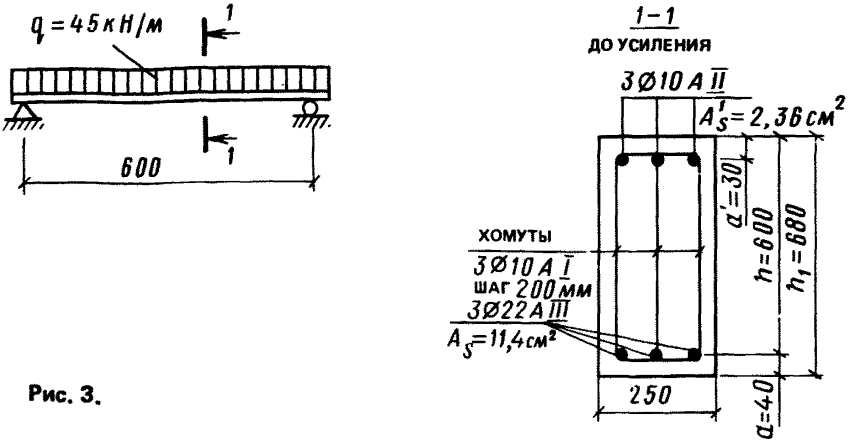


Рис. 3.

$$= \frac{0{,}758}{1 + \frac{365}{400}\left(1 - \frac{0{,}758}{1{,}1}\right)} = 0{,}59.$$

Поскольку условие $\xi = 0{,}225 < \xi_R = 0{,}59$ соблюдается, расчет производим из условия

$$[M'] = R_b b x (h_0 - 0{,}5x) + R_{sc} A_s' (h_0 - a') = 11{,}5 \cdot 25 \cdot 12{,}6\,(56 - 0{,}5 \cdot 12{,}6) +$$
$$+ 225 \cdot 2{,}36\,(56 - 3) = 208181{,}25\ \text{МПа/см}^3 = 208{,}2\ \text{кН} \cdot \text{м}.$$

Процент армирования усиливаемой балки

$$\mu = 100\% \frac{A_s}{b h_{0,s}} = 100\% \frac{11{,}4}{25 \cdot 56} = 0{,}814\%.$$

Предельный процент армирования усияиваемой балки

$$\mu_{max} = \frac{100\%\,\omega R_b}{(2 - \omega/1{,}1)\,R_s} = \frac{100\% \cdot 0{,}75 \cdot 11{,}5}{(2 - 0{,}758/1{,}1)\,365} = 1{,}822\%.$$

Таким образом, несущая способность сжатой зоны бетона усиливаемой балки позволяет увеличить количество арматуры в растянутой зоне более чем в 2 раза.

Несущую способность сечения по поперечной силе определим по формуле, учитывающей сопротивления бетона сжатой зоны и хомутов (шаг хомутов в крайних четвертях пролета $S = 20$ см , где $\varphi_{b2} = 2$ (по п. 31 СНиП 2.03.01–84) ;

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{S} = \frac{175 \cdot 1{,}51}{20} = 13{,}2125 \text{ см} = 1321{,}25 \text{ Н/см};$$

$$\left[Q_{wb}\right] = 2\sqrt{2 \cdot 0{,}9 \cdot 25 \cdot 56^2 \cdot 1321{,}25} = 273{,}1 \text{ кН}.$$

При существующей нагрузке, т.е. при $p = 45$

$$M_{max,\,p} = \frac{pl^2}{8} = \frac{45 \cdot 6^2}{8} = 202{,}5 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q_{max,\,p} = \frac{pl}{2} = \frac{45 \cdot 6}{2} = 135 \text{ кН}.$$

Таким образом, до усиления балки удовлетворялись условия прочности как по М, так и по Q

$$\left[M\right] > M_{max,\,p}; \quad \left[Q\right] \gg Q_{max,\,p}.$$

После усиления максимальной изгибающий момент и максимальная поперечная сила будут соответственно равны

$$M_{max,\,p1} = \frac{p_1 l^2}{8} = \frac{90 \cdot 6^2}{8} = 405 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q_{max,\,p1} = \frac{p_1 l}{2} = 270 \text{ кН}.$$

Таким образом, балку необходимо усилить только на действие изгибающего момента, поскольку

$$\left[Q_{wb}\right] > Q_{max,\,p1}.$$

Усиление производим без предварительного разгружения усиливаемой балки. Требуемая площадь арматуры A_{sa} в элементе усиления подбираем методом последовательных приближений по формуле (36). Окончательно, приняв толщину элемента усиления $t = 60$ мм, $R_{sa} = 490$ МПа (соответствует классу А-IIIв, табл. 22 СНиП 2.03.01–84) имеем

$$C = R_{sc} A_s' + R_b b(2h + t) = 225 \cdot 2{,}36 + 11{,}5 \cdot 25\,(2 \cdot 60 + 6) = 3675{,}6 \text{ кН};$$

$$D = R_b b \left[2M_{max,\,1} + R_s A_s' (2a + t)\right] = 11{,}5 \cdot 25 \left[2 \cdot 40500000 + \right.$$

$$\left. + 365 \cdot 11{,}4 \cdot (2 \cdot 4 + 6) \cdot 100\right] 100 = 2496230{,}3 \ (\text{кН}^2);$$

$$A_{sa} = (c - \sqrt{c^2 - 4D - 2R_s A_s})/2R_{sa} = 10\,(3675{,}6 -$$

$$- \sqrt{3675{,}6^2 - 4 \cdot 2496230{,}3 - 2 \cdot 365 \cdot 11{,}4 \cdot 0{,}1})/2\ 490 = 9{,}86\ \text{см}^2.$$

Таким образом, принимаем железобетонный элемент усиления сечением b x t = = 25 x 6 см, армированный 4⌀18 А-IIIв ($\Sigma A_{sa} = 10{,}18\ \text{см}^2$).

В поперечном сечении стержни размещены в средней плоскости симметрично на расстоянии 60 см друг от друга (рис. 4). Длину приклеиваемого железобетонного элемента усиления принимаем равной длине усиливаемой балки в свету за вычетом с = 5 см с каждой стороны.

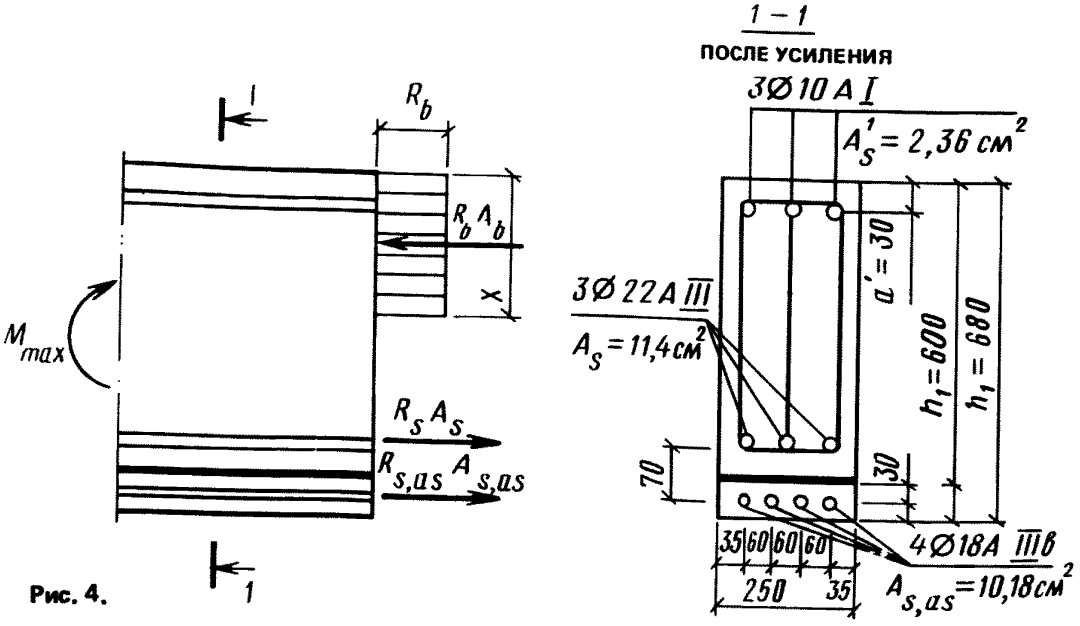


Рис. 4.

Несущую способность балки после усиления определим по формуле

$$\left[M_1\right] = R_b b x (h_{01} - 0{,}5x) + R_{sc} A_s' (h_{01} - a'),$$

где h_{01} – расстояние от крайней сжатой грани усиленной балки до точки приложения равнодействующего усилия в растянутой арматуре определяемая по формуле

$$h_{01} = h_{os} + z = h_{os} + \frac{A_{sa} R_{sa} (a + t/2)}{A_s R_s + A_{sa} R_{sa}} =$$

$$= 56 + \frac{10{,}18 \cdot 490\,(4 + 6/2)}{11{,}4 \cdot 365 + 10{,}18 \cdot 490} = 59{,}8 \text{ см};$$

$$x = \frac{365 \cdot 11{,}4 + 10{,}18 \cdot 490 - 225 \cdot 2{,}36}{11{,}5 \cdot 25} = 30 \text{ см};$$

$$[M] = 11{,}5 \cdot 25 \cdot 30\,(59{,}8 - 30/2) + 225 \cdot 2{,}36\,(59{,}8 - 3) = 416{,}56 \text{ кНм}.$$

Усиленное сечение балки удовлетворяет условию прочности по моменту. Коэффициент армирования усиленной балки определим по формуле

$$\mu_1 = 100\% - \frac{A_s + A_{sa}R_{sa}/R_s}{bh_{01}} = \frac{11{,}4 + 10{,}18 \cdot 490/365}{25 \cdot 59{,}8} = 1{,}68\%,$$

т.е. $\mu_1 < \mu_{max}$.

Предварительно определив $\xi_{R,\,sa}$, вычислим величину преднапряжения в арматуре элемента усиления с учетом всех потерь – σ_{sp2} по формуле (37)

$$\xi_{R,\,sa} = \frac{x}{h_{o,\,sa}} = \frac{30}{63} = 0{,}476;$$

$$\sigma_{sp2} = 490 + 400 - 400\,\frac{1{,}1\,(0{,}758 - 0{,}476)}{0{,}476\,(1{,}1 - 0{,}758)} = 128{,}3.$$

Определим l_{p2} по п. 2.29 СНиП 2.03.01–84 при

$$l_{p2} = (\omega_p \frac{\sigma_{sp2}}{R_{bp}} + \lambda_p)d = (0{,}25 + \frac{128{,}3}{11} + 10)\,1{,}8 = 23{,}2 \text{ см}.$$

Расчет приопорного участка усиленной балки

Положение нулевой линии в стадии перед образованием трещины в железобетонном элементе усиления в расчетном сечении 1 определяем из условия $\Sigma X = 0$

$$\Sigma X = 0;\quad R_{bt,\,ser}\frac{x^2 b}{h_1 - x} + 2\alpha_s' A_s' R_{bt,\,ser}\frac{x - a'}{h_1 - x} -$$

$$- \alpha_s A_s \frac{h_{0s} - x}{h_1 - x}(2R_{bt,\,ser} + \frac{\sigma_{sp2}A_{sa}}{Abl}) - (\sigma_{sp2} + 2\alpha_{sa}R_{bt,\,ser})\,x$$

$$x A_{sa} + A_{bl} R_{bt,ser} = 0,$$

где $\alpha_s' = \frac{E_s'}{E_b}$; $\alpha_s = \frac{E_s}{E_b}$; $\alpha_{sa} = \frac{E_{sa}}{E_b}$; $A_{bl} = b \cdot t - A_{sa}$.

Приведенное уравнение относительно x является уравнением второй степени вида

$$x^2 + c_1 x - D_1 = 0,$$

где

$$c_1 = \left[2 (\alpha_s' A_s' + \alpha_s A_s + \alpha_{sa} A_{sa}) + \frac{\sigma_{sp2} A_{sa}}{R_{bt,ser}} \left(1 + \frac{\alpha_s A_s}{A_{bl}}\right) + A_{bl} \right] / b =$$

$$= 2 \left(\frac{21 \cdot 10^4}{2{,}7 \cdot 10^4} \; 2{,}36 + \frac{20 \cdot 10^4}{2{,}7 \cdot 10^4} \; 11{,}4 + \frac{18 \cdot 10^4}{2{,}7 \cdot 10^4} \; 10{,}18 \right) +$$

$$+ \frac{128{,}3 \cdot 10{,}18}{1{,}4} \left(1 + \frac{20 \cdot 10^4 \cdot 11{,}4}{2{,}7 \cdot 10^4 \cdot 139{,}82}\right) + 139{,}82 \Bigg] / 25 = 79{,}1 \text{ см};$$

$$D_1 = \left[2 (\alpha_s' A_s' \, a' + \alpha_s A_s h_{0s} + \alpha_{sa} A_{sa} h_1) + \frac{\sigma_{sp2} A_{sa}}{R_{bt,ser}} \, x \right.$$

$$\left. x \left(h_1 + \frac{\alpha_s A_s h_{0s}}{A_{bl}} \right) + A_{bl} h_1 \right] / b = \left[2 \left(\frac{21 \cdot 10^4}{2{,}7 \cdot 10^4} \; 2{,}36 \cdot 3 + \right. \right.$$

$$+ \frac{20 \cdot 10^4}{2{,}7 \cdot 10^4} \; 11{,}4 \cdot 56 + \frac{18 \cdot 10^4}{2{,}7 \cdot 10^4} \; 10{,}18 \cdot 66 \Bigg) + \frac{128{,}3 \cdot 10{,}18}{1{,}4} \, x$$

$$\left. x \left(66 + \frac{20 \cdot 10^4 \cdot 11{,}4 \cdot 56}{139{,}82} \right) + 139{,}82 \cdot 66 \right] / 25 = 4835{,}2 \text{ см}^2.$$

После подстановки значений C и D_1 в вышеприведенное уравнение определим x:

$x = 40{,}4$ см.

По формуле (46) определим $\Delta\sigma_S$:

$$\Delta\sigma_s = \frac{56-40,4}{66-40,4}\left(2\cdot 14 + \frac{128,3\cdot 10,18\ y}{23,2\cdot 139,82}\right)\frac{20\cdot 10^4}{2,7\cdot 10^4} = 12,64 + 1,8y \text{ МПа}.$$

Момент внутренних усилий $M_{1,\,crc}$ в балке непосредственно перед образованием трещины в элементе усиления определим по формуле (44) при $n = 2$ (усиление производим без предварительного разрушения балки).

Предварительно определив по п. 4.7 СНиП 2.03.01–84 положение нулевой линии $x = 27,74$ см и $W_{pl} = 23\,111,03$ см^3, а также

$$y_{op} = h_1 - \frac{t}{2} - x = 66 - 3 - 27,74 = 35,26 \text{ см},$$

вычислив и определив

$$r = \frac{W_{red}}{A_{red}} = \frac{W_{pl}}{1,75 - A_{red}} = 13,02 \text{ см},$$

имеем

$$M_{1,\,crc}(y) = 1,4\cdot 23111,03 + 128,6\cdot 10,18\,(35,26 + 13,02) = 9556106,5 \text{ Н}\cdot\text{см}.$$

Координата расчетного сечения y_1 определится из условия (42)

$$9556106,5 = 225\,(590y_1 + 2975 - y_1^2);$$

$$y_1^2 - 590y_1 + 42471,584 = 0, \quad \text{откуда } y_1 = 83,9 \text{ см}.$$

Напряжение в арматуре элемента усиления $\sigma_{sa,\,crc} = \sigma_{sa}(y_1)$ определяют по формуле (45):

$$\sigma_{sa}(y_1) = \frac{102232,78 - 54,8\,(56 - 40,412)}{10,18\,(63 - 40,412)} = 183,2 \text{ МПа}.$$

Усилия отрыва F_1 и сдвига F_2 в клеевом соединении бетона, соответствующие этому напряжению определяют по формулам (39) и (40):

$$F_1 = \frac{1,5\cdot 183,2\cdot 10,18\cdot 7}{83,9} = 23,3 \text{ кН};$$

$$F_2 = 183,2\cdot 10,18 - 1,58\cdot 0,9\ \frac{4}{\sqrt{83,9 - 2,5}} = 25\cdot 83,9 = 61 \text{ кН}.$$

Поскольку $F_2 > 0$, в качестве дополнительной связи следует принять поверхностно-армирующий элемент, например, из оклеечного стеклопластика. Параметры поверхностно-оклеечного стеклопластика определяются по формулам (58) — (60)

при $n = l_f/b_f = 1$; $\gamma = 1$ и $\beta = 0{,}208$

$$D_A = \sqrt{61^2 + \left[\frac{23{,}3\,(1 - 2\cdot 0{,}208) + 61}{2\cdot 0{,}208\cdot 2{,}5}\right]^2} = 94{,}2 \text{ кН};$$

$$D_B = \sqrt{23{,}3^2 + \left[\frac{23{,}3\,(1 + 2\cdot 0{,}208) + 61}{2\cdot 0{,}208\cdot 2{,}5}\right]^2} = 93{,}3 \text{ кН}.$$

Таким образом b_f определяют по формуле (58) для $D = D_A = 94{,}2$ кН

$$b_f = \sqrt{\frac{2{,}5\cdot 94{,}2\cdot 10}{2\cdot 1{,}58\cdot 0{,}9}} = 28{,}8 \text{ см} = 29 \text{ см}.$$

Для выявления координаты y_2 расчетного сечения *2–2* определим M_{crc} усиливаемой балки по формулам СНиП 2.03.01–84

$$S'_{b.0} + \alpha'_s S'_{s0} - \alpha_s S_0 = \frac{h - x}{2} A_b; \text{ и}$$

$$\frac{bx^2}{2} + \alpha'_s A'_s (x - a') - \alpha_s A_s (h_{0s} - x) = \frac{b(h - x)^2}{2}.$$

Подставив значения, получим

$$12{,}5 + \frac{21\cdot 10^4}{2{,}7\cdot 10^4}\, 2{,}36\,(x - 3) - \frac{20\cdot 10^4}{2{,}7\cdot 10^4}\, 11{,}4\,(56 - x) =$$

$$= 12{,}5\,(60 - x)^2,$$

откуда $x = 31{,}06$ см.

Момент сопротивления приведенного сечения для крайнего растянутого волокна, с учетом неупругих деформаций растянутого бетона

$$W_{pl} = \frac{2(I_{b0} + \alpha_s I_{s0} + \alpha_s I_{s0})}{h - x} + S'_{b0} =$$

$$= \frac{2\left[\frac{bx^3}{3} + \alpha_s' A_s' (x - a')^2 + \alpha_s A_s (h_{os} - x)^2\right]}{h - x} + \frac{b(h - x)^2}{2} =$$

$$= \frac{2\,(249702{,}62 + 14452{,}50 + 52524{,}75)}{28{,}94} + 10469{,}05 = 32354{,}32 \text{ см}^3.$$

Таким образом

$$M_{crc} = R_{bt,\,ser} W_{pl} = 1{,}4 \cdot 32354{,}32 = 45296{,}04 \text{ МПа см}^3 = 45{,}3 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Подставив M_{crc} в тождество, имеем

$$45{,}3 = \frac{pl}{2}(y_2 + c) - \frac{P(y_2 + c)^2}{2} = \frac{45 \cdot 6}{2}(y_2 + 0{,}05) -$$

$$- \frac{45}{2}(y_2 + 0{,}05)^2; \quad y_2^2 - 5{,}9y_2 + 1{,}72 = 0,$$

откуда $y_2 = 31$ см.

Напряжения $\sigma_{sa}(y_2)$ в арматуре элемента усиления в сечении П определим по формуле (48):

$$\sigma_{sa}(y_2) = 166{,}2\,\frac{79{,}4 - 39{,}7}{179{,}6 - 89{,}8} = 73{,}45 \text{ МПа}.$$

При этом, условие (49) соблюдается.

Усилия отрыва F_1 и сдвига F_2 в клеевом соединении бетона, соответствующие этому напряжению, определим по формулам (39) и (40):

$$F_1 = \frac{1{,}5 \cdot 73{,}45 \cdot 10{,}18 \cdot 7}{31} = 25{,}33 \text{ кН};$$

$$F_2 = 73{,}45 \cdot 10{,}18 - 1{,}58 \cdot 0{,}9\,\frac{4}{31 - 2{,}5} 25 \cdot 31 = -7{,}8 < 0,$$

следовательно, на рассматриваемом участке параметры поверхностно-оклеечного стеклопластика определяются из условия восприятия им только отрывающих усилий

$$D_A = \frac{25{,}33\,(1 - 2 \cdot 0{,}208)}{2 \cdot 2{,}5 \cdot 0{,}208} = 14{,}22 \text{ кН};$$

$$D_B = 25{,}33\sqrt{1 + \left(\frac{1 + 2 \cdot 0{,}208}{2 \cdot 0{,}208 \cdot 2{,}5}\right)^2} = 42{,}79 \text{ кН}.$$

Ширину приклеивания определим по формуле (58) при $D = D_B = 42{,}79$ кН

$$b_f = \sqrt{\frac{2{,}5 \cdot 42{,}79 \cdot 10}{2 \cdot 1{,}58 \cdot 0{,}9}} = 19{,}4 \text{ см}.$$

Окончательно принимаем поверхностно-оклеечный элемент — стеклопластик из трех слоев стеклоткани марки СТ-13. Размеры и координация поверхностно-оклеечного элемента приведены на рис. 5.

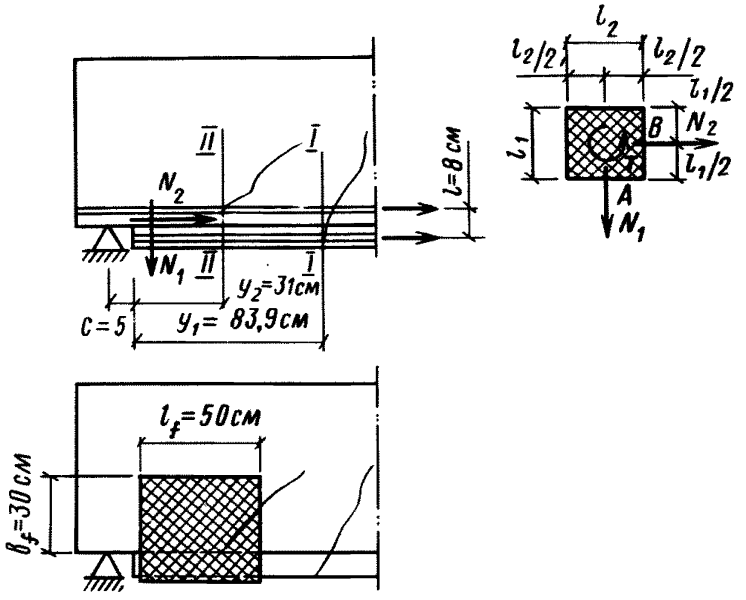


Рис. 5.

Расчет устройства консоли

Пример 4. Требуется рассчитать консоль, устраиваемую на колонне для опирания ригеля. Нагрузка на консоль $Q = 50$ кН (5 тс), класс бетона колонны В20 (262 кгс/см^2) $R_b = 11{,}5$ МПа (117 кгс/см^2); $R_{b,t} = 0{,}9$ МПа (9,18 кгс/см^2); $R_{b,sh} = 1{,}42$ МПа (14,50 кгс/см^2).

Класс бетона консоли принимаем В20, анкер консоли принимаем класса A-III, $R_s = 365$ МПа (3750 кгс/см^2).

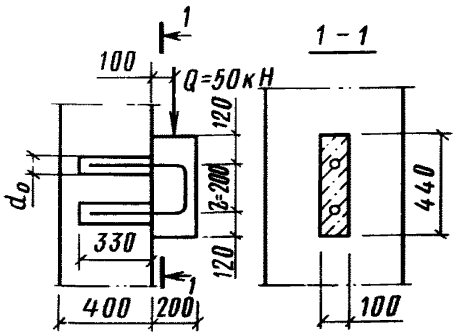
Расчет консоли производим в соответствии с разд. 11 Рекомендаций и п. 3.44 СНиП 2.03.1—84.

Расчетная схема консоли приводится на рис. 6.

Предварительно определяем момент внешних сил

$$M = Ql = 50 \cdot 0{,}1 = 5 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Рис. 6.



Принимая Z = 0,20 м и N = 0, по формуле (113) СНиП определяем наибольшее сдвигающее усилие в одном ряду анкеров

$$N_{an} = M/Z = 5/0{,}20 = 25 \text{ кН}.$$

Согласно рассчитанной схеме число рядов анкеров $n_{an} = 2$.

Принимая $N'_{an} = N_{ab} = 25$ кН по формуле (74) Рекомендаций, вычисляем сдвигающее усилие, приходящееся на один ряд анкеров, равное

$$Q_{an} = \frac{Q - 0{,}3N'_{an}}{n_{an}} \gamma_{b,\,sh} = \frac{50 - 0{,}325}{2} 0{,}8 = 17 \text{ кН}.$$

Коэффициент δ определяем по формуле (117) СНиП 2.03.01–84

$$\delta = \frac{1}{1 + \sqrt{1 + \omega}} = \frac{1}{1 + 0{,}441} = 0{,}833 > 0{,}15.$$

Поскольку $N'_{an} > 0$, то

$$\omega = 0{,}3 \frac{N_{a\,n}}{Q_{an}} = 0{,}3 \frac{25}{17} = 0{,}441.$$

Задаваясь диаметром анкера, равным 14 мм по формуле (116) СНиП 2.03.01–84 по табл. 2 "Рекомендаций по проектированию стальных закладных деталей для железобетонных конструкций". — М.: Стройиздат, 1984, для бетона класса В20 и арматуры класса А-III находим $\lambda = 0{,}455$.

Тогда

$$A_{an} = 1{,}1 \sqrt{N_{an} + \left(\frac{Q_{an}}{\lambda\delta}\right)^2} / R_s =$$

$$= 1{,}1\sqrt{25000^2 + \left(\frac{170\,000}{0{,}455 \cdot 0{,}833}\right)^2} \,/365\,(100) = 1{,}54 \text{ см}^2.$$

Для анкеровки подобранного сечения анкера в полимеррастворной обойме, задаваясь ее диаметром $d_0 = 40$ мм, определяем по формуле (75) Рекомендаций, в зависимости от фактической прочности бетона колонны среза, длину высверливаемого шурфа в колонне

$$l_0 = \frac{d^2 R_s}{4 d_0 R_{b,sh}} = \frac{1{,}4^2 \cdot 365}{4 \cdot 4 \cdot 1{,}42 \cdot 1} = 31{,}5 \text{ см}.$$

Длину высверливаемого шурфа в колонне принимаем равной

$$l = l_0 + 1 = 31{,}5 + 1 \approx 33 \text{ см}.$$

Приложение 2

МЕТОДИКА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ

Методика содержит основные требования к техническому обследованию полносборных зданий с целью установления и устранения дефектов, вызванных возможными упущениями при проектировании, низким качеством изготовления и монтажа сборных элементов конструкций, нарушением нормальной эксплуатации зданий. Эта же методика может быть использована при обследовании полносборных зданий, получивших повреждения в результате сейсмических воздействий, строительства на просадочных грунтах и подрабатываемых территориях, а также при реконструкции или модернизации .

Методика разработана на основании действующих ГОСТов и СНиПов, а также специальной технической литературы по современным методам обследования и диагностики полносборных зданий, выполненных АКХ им. Памфилова, НИИСКом, ЦНИИПромзданий ЛенЗНИИЭПом, ВНИИжелезобетоном, Мосжилниипроектом, Ленжилпроектом и др., а также имеющегося практического опыта ТбилЗНИИЭП по обследованию полносборных зданий, построенных с дефектами при монтаже, получивших повреждения в результате сейсмических воздействий, или нуждающихся в усилении при их капитальном ремонте, модернизации или реконструкции.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Обследование поврежденных в результате различных воздействий полносборных зданий или зданий, подлежащих реконструкции или модернизации, производится с целью определения их общего состояния — прочности и надежности, а также для выявления причин, вызвавших повреждения.

1.2. Оценку несущей способности полносборных зданий следует производить на основании результатов тщательного их обследования, проводимого в соответствии с "Методическими указаниями по техническому обследованию полносборных зданий". — М.: Стройиздат, 1974, настоящих Рекомендаций, а в случае обследования зданий, пострадавших во время землетрясений и в соответствии с "Методическими рекомендациями по инженерному анализу последствий землетрясений". — М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко и МСССС, 1980.

1.3. Работам по обследованию конструкций полносборных зданий предшествует детальное изучение проектно-технической документации: рабочих чертежей, расчетных схем, исходных данных и результатов статических расчетов, документов о проведении дополнительных строительных работ в период эксплуатации, замене арматуры в процессе строительства и т.п., журналов авторского надзора, актов скрытых работ, актов и протоколов сдачи-приемки объекта, данных геодезической съемки, нивелировки, протоколов испытаний контрольных образцов бетона, актов обследования, данных о выполнявшихся ремонтах.

1.4. Обследование проводится по следующим этапам:

визуальное обследование, инструментальное обследование, отбор и испытание образцов материалов (при необходимости).

1.5. Обследование выполняется группой специалистов, с привлечением работников научно-исследовательских и проектных институтов, центральных строительных лабораторий, Госархстройконтроля, жилищно-коммунальных контор и других заинтересованных организаций.

1.6. Обследование эксплуатируемых полносборных зданий, учитывая проживание в них жильцов, следует проводить корректно, в основном, визуально, фиксируя обнаруженные дефекты — трещины, раздробление бетона, выпучивание арматуры, прогибы и др.

1.7. В случае признания дома аварийным следует осуществить детальное инструментальное обследование всех конструктивных элементов и здания в целом.

2. ВИЗУАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

2.1. Визуальным обследованием выявляют видимые дефекты и повреждения конструкций и устанавливают:

деформации отдельных элементов или конструкций в целом;

степень и площадь повреждений защитных покрытий, гидроизоляции, кровли, полов;

отклонения от проектных геометрических размеров;

несоосность арматурных выпусков;

отклонения от вертикали;

трещины в элементах конструкции, стыках и узлах;

раздробление бетона, выпучивание арматуры;

отрыв или смещение закладных деталей;

прогибы ригелей, балок, элементов перекрытий;

изменение цвета бетона, наличие раковин и отколов в бетоне;

нарушение сцепления арматуры с бетоном (простукиванием);

коррозию арматуры и нарушение сцепления арматуры с бетоном;

несоответствие площадок опирания сборных элементов проектным размерам;

ориентировочную прочность бетона;

разрушение защитных покрытий бетона и карбонизацию бетона,

2.2. При деформациях, свидетельствующих о просадках грунтов основания, после сопоставления проектного решения с актами скрытых работ, производят отрывку контрольных шурфов для проверки соответствия грунта основания, геометрических размеров и материала фундаментов проекту. Количество контрольных шурфов устанавливается в зависимости от конкретных условий, в соответствии с СН 211—62. Одновременно определяется и состояние фундаментов.

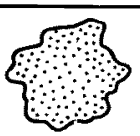
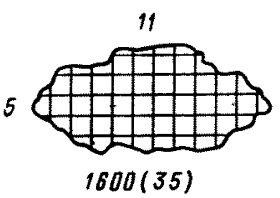
2.3. Тщательно проверяется водонепроницаемость водопроводно-канализационной системы в подполье.

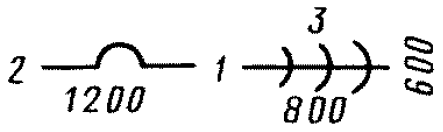
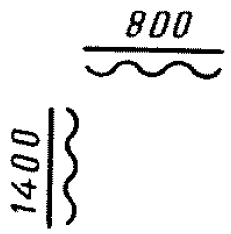
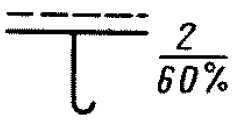
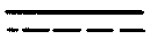
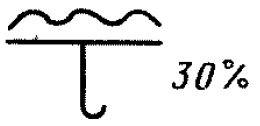
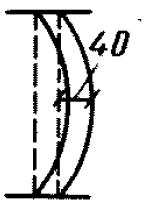
2.4. Результаты визуального обследования фиксируются на чертежах с приложением фотографий.

2.5. Картирование трещин и других деформаций производится на заранее заготовленных чертежах — фасадах здания, выполненных по всем плоскостям наружных и внутренних стен. Пример условных обозначений приводится в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ДЕФЕКТА ИЛИ ПОВРЕЖДЕНИЯ	ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕФЕКТА ИЛИ ПОВРЕЖДЕНИЯ
	ТРЕЩИНЫ ВОЛОСЯНЫЕ
	ТРЕЩИНЫ С ШИРИНОЮ РАСКРЫТИЯ, ММ
	РАЗДРОБЛЕНИЕ БЕТОНА
	РАЗДРОБЛЕНИЕ БЕТОНА С ВЫПУЧИВАНИЕМ АРМАТУРЫ
	ВЫКРОШИВАНИЕ БЕТОНА
	ОТСУТСТВИЕ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА; КОЛИЧЕСТВО ОГОЛЕННЫХ СТЕРЖНЕЙ; ДЛИНА УЧАСТКА; СРЕДНЯЯ ГЛУБИНА ПОВРЕЖДЕНИЯ БЕТОНА (В СКОБКАХ)

	АРМАТУРА НА ПОВЕРХНОСТИ БЕТОНА; ВЫГИБ ИЛИ ВЫПУЧИВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ СТЕРЖНЕЙ
	ДЕФЕКТНЫЙ ШОВ МЕЖДУ СВАРНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ (ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ИЛИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ), НЕЗАПОЛНЕННЫЕ ПУСТОТЫ, ВЫКРОШИВАНИЕ БЕТОНА И Т.П.; ПОВРЕЖДЕН КОРРОЗИЕЙ СВАРНОЙ ШОВ
	КОРРОЗИЯ ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ
	КОРРОЗИЯ АРМАТУРЫ
	НАРУШЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ (В% ОТ ОБЩЕЙ ПЛОЩАДИ)
	ПРОГИБ ПЕРЕКРЫТИЯ, СМ
	ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ КОНСТРУКЦИИ
	НЕДАВНО ОТРЕМОНТИРОВАННАЯ КВАРТИРА
	НОМЕР КВАРТИРЫ
	НЕОБСЛЕДОВАННАЯ КВАРТИРА
	ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА КОНСТРУКЦИИ

2.6. Ширину раскрытия трещин определяют с помощью отсчетного микроскопа "МИР-2" или толщиномера — трафарета в трех местах по длине, в том числе в наиболее широкой части.

2.7. Толщиномеры — трафареты изготовляют из позитивной пленки с нанесением на ней линий. При измерении трещин в конструкциях трафарет прикладывается к трещине и устанавливается таким образом, чтобы соответствующая по толщине линия совпадала с размером измеряемой трещины.

2.8. Обнаруженные трещины зарисовываются, выявляется характер их происхождения (усадочные, осадочные, температурные, вызванные силовыми воздействиями). При этом отмечается сквозная или несквозная трещина.

2.9. В соответствии со СНиП 2.03.01—84 должны картироваться трещины с максимальной шириной раскрытия в 0,3 мм и более.

2.10. Качественную картину деформаций трещин устанавливают с помощью маяков, устраиваемых на очищенной поверхности поперек трещины в двух местах — наибольшего и наименьшего раскрытия. На наружных частях здания маяки выполняются из цемента, на внутренних — из гипса или алебастра.

2.11. На конструкции и в специальном журнале отмечают номер и дату установки маяков, записывают в журнале ширину раскрытия трещин и наносят схему расположения маяков.

2.12. Дату появления трещины на маяках фиксируют в журнале и ставят новый маяк. Наблюдение за маяками и установка новых маяков продолжаются до прекращения развития трещины в конструкции.

2.13. Интенсивность деформации, при необходимости, может определяться с помощью индикаторов часового типа, располагаемых поперек трещины.

2.14. Если в течение 30 сут маяки не будут разорваны и длина трещин не возрастет, трещины должны быть заинъецированы, после чего за конструкцией должны быть организованы регулярные наблюдения в течение 1,5—2 лет.

2.15. Устанавливается качество замоноличивания стыков панелей, сборных конструкций, узлов каркаса и др., прочность бетона замоноличивания, наличие трещин или других дефектов.

2.16. Устанавливаются наличие и качество замоноличивания горизонтальных и вертикальных стыков — полнота заполнения швов, прочность раствора, наличие трещин или других дефектов в швах и др.

2.17. Определяется толщина горизонтальных швов, которая должна быть не более 20 мм. Измерение толщины швов следует производить с помощью металлической измерительной линейки (ГОСТ 427—75).

2.18. При обследовании зданий, строящихся в зимнее время при отрицательной температуре, с целью выявления обжатия горизонтального шва (в случае замерзания уложенной растворной смеси до схватывания) при оттаивании, производят прогрев швов на отдельных участках и определяют их прочность.

2.19. В сейсмических районах строительства определяют также наличие бетона замоноличивания в шпонках панелей, в том числе и в цокольных.

2.20. Выборочно, на каждом этаже вскрываются три шпонки и определяется качество бетона замоноличивания и сварки выпусков арматуры. В случае низкого качества сварки или ее отсутствия хотя бы одной шпонке вскрываются на этом же этаже, но в разных местах еще три шпонки. Если и эти шпонки окажутся с некачественной сваркой, необходимо рядом со всеми шпонками устроить полимеррастворные армированные шпонки — ПАШ или ПАШС.

2.21. Наряду с визуальным обследованием, рекомендуется осуществлять опрос жильцов для установления момента образования трещин, потрескивания конструкций, раздробления бетона, выпучивания арматуры и других возможных явлений, связанных с теми или иными деформациями.

2.22. Состояние сварных стыков, закладных частей и связей определяется вскрытием для выявления наличия антикоррозионной защиты. Количество вскрытий на каждом этаже зависит от конструктивной схемы здания.

2.23. В случае коррозионного поражения необходимо отмечать его характер:

сплошная коррозия — ржавчиной покрыта вся поверхность детали;

местная коррозия — коррозионные поражения локализованы на отдельных участках поверхности металла в виде пятен (если диаметр коррозионного поражения больше его глубины), язв (если диаметр коррозионного поражения примерно равен его глубине), точек (диаметр меньше глубины).

2.24. Результаты осмотра и измерений заносятся в соответствующий журнал по прилагаемой форме (табл. 2).

Таблица 2

Адрес дома, номер квартиры	Дата ввода в эксплуатацию	Дата обследования	Конструктивное назначение узла и его местоположение	Условия эксплуатации	Наличие и состояние антикоррозионной защиты и сварных швов	Общий вид и характер коррозионного поражения
1	2	3	4	5	6	7

Продолжение табл. 2

Адрес дома, номер квартиры	Площадь поверхности детали, пораженная коррозией, %	Проектная толщина детали, мм	Толщина детали после очистки коррозии, мм	Отношение толщины стального элемента после очистки от коррозии к начальной толщине	Число глубоких язвенных поражений	Меры, принятые для нормализации условий эксплуатации
1	8	9	10	11	12	13

Примечание. При отсутствии коррозии и при поверхностном налете без язвенных поражений измерения не производятся.

2.25. Глубина карбонизации бетона защитных слоев железобетонных конструкций устанавливается по изменению величины pH, для чего необходимо:

вырубить на минимально возможной длине образец бетона на глубину от поверхности элемента конструкции до арматуры;

в случае, если бетон сухой, смочить поверхность скола чистой водопроводной водой, не допуская образования видимой пленки влаги (избыток воды можно удалить чистой фильтровальной бумагой);

на свежий скол бетона с помощью капельницы или пипетки нанести 1%-й раствор фенолфталеина в этиловом спирте, при этом бетон в карбонизированной зоне останется серым, а в некарбонизированной приобретет ярко-малиновую окраску;

примерно через минуту после нанесения фенолфталеина измерить линейкой с точностью до 0,5 мм расстояние от поверхности образца до границы ярко окрашенной зоны в направлении, перпендикулярном к поверхности элемента конструкции.

Измеренная величина является глубиной карбонизации бетона.

2.26. Измерение глубины опирания плит перекрытия на несущие стены при необходимости производится в двух крайних точках каждой плиты путем вскрытия раствора в шве и измерения глубины опирания специальной линейкой с миллиметровыми делениями (рис. 1).

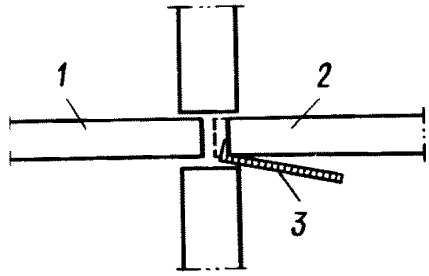


Рис. 1. Способ измерения глубины опирания плиты перекрытия
1, 2 — панели перекрытия; 3 — линейка с миллиметровыми делениями

2.27. Несоосность стеновых панелей при необходимости определяется способом, предложенным ЛенЗНИИЭП. В плитах перекрытий на расстоянии 10—20 см от стеновой панели высверливаются отверстия ϕ=1,5—2 см для пропуска отвеса. Для этой цели в ряде случаев можно использовать места прохода через перекрытия стояков центрального отопления (для чего при изготовлении плит оставляют специальные отверстия, впоследствии заделанные раствором). В эти отверстия пропускается отвес, и относительно нити отвеса по линейкам, приставленным к проверяемым панелям, одновременно снимаются два отсчета: a_i, a_{i+1}. Эксцентриситет вычисляют как $\Delta = a_{i+1} - a_i$ (рис. 2).

С торцами линеек должны быть совмещены их нулевые деления. Измерения осуществляются при двух смещениях отвеса, и за окончательное принимается среднее значение эксцентриситетов, полученное из двух замеров, причем разность этих значений не должна превышать 2 мм.

2.28. Измерение прогибов конструкций может производиться с помощью простейшего прибора, состоящего из трех тарированных штанг и натянутой нити (рис. 3). Погрешность измерения этим прибором при пролетах до 6 м не превышает 2 мм.

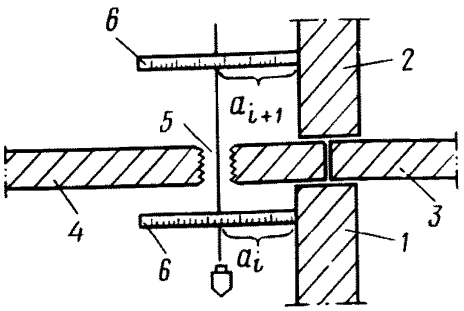


Рис. 2. Способ определения несоосности стеновых панелей
1, 2 — стеновые панели; 3, 4 — панели перекрытий; 5 — отвес; 6 — линейка с миллиметровыми делениями

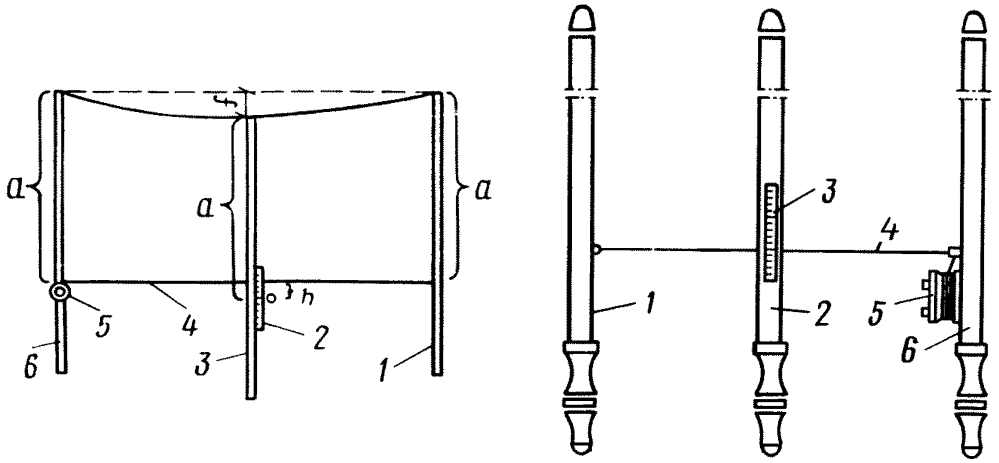


Рис. 3. Прибор для измерения прогибов
1 — штанга, устанавливаемая в крайнем положении с прикрепленной капроновой нитью; 2,3 — штанга и градуированная шкала; 4 — капроновая нить, натянутая между штангами; 5 — катушка с нитью; 6 — штанга с катушкой для натяжения нити

2.29. При измерении прогибов выполняют следующие операции:
подготавливают штанги для работы с фиксацией капроновой нити;
у краев проверяемой конструкции устанавливают вертикально штанги;
натягивают нити;
средней градуированной штангой по совмещению с делениями на шкале производится отсчет фактического прогиба.

2.30. Максимальная величина прогиба при пролетах $\leqslant$ 6 м не должна превышать 1/200. При необходимости для наблюдения за деформациями прогиба во времени устанавливаются прогибомеры.

2.31. При определении причин прогибов железобетонных элементов необходимо учитывать, что прогиб элемента, вызванный нагрузками или недостаточной несущей способностью, сопровождается раскрытием трещин на внешней стороне кривой прогиба, а прогиб без трещин, как правило, является изначальным искривлением, полученным при формовании изделия.

2.32. При осмотре предварительно напряженных конструкций особое внимание необходимо обращать на состояние анкерующих устройств и примыкающих участков бетона.

Наличие на приопорном участке наклонной трещины, пересекающей зону расположения продольной напряженной арматуры и выходящей на нижнюю грань края опоры, свидетельствует о нарушении анкеровки преднапряженной арматуры.

Наличие у торца конструкции горизонтальных трещин вдоль преднапряженной арматуры, иногда со скалыванием лещадок по бокам, также может свидетельствовать о нарушении анкеровки и проскальзывании арматуры на торцах.

2.33. При обследовании определяется точность установки лестничных маршей — глубина опирания, привязка их к осям панелей, блоков и колонн, качество сварных швов. Отклонения размеров элементов не должны превышать 3 мм.

2.34. Обследованию подлежит также кровельное покрытие здания — состояние кровельного ковра, водосточных воронок, примыканий кровли к вертикальным поверхностям навесных панелей и других узлов. Все дефекты конструкции кровельного покрытия, приводящие к нарушению водонепроницаемости, фиксируются на чертежах-планах кровельного покрытия.

2.35. При обследовании зданий необходимо фиксировать факты нарушения водо- и воздухопроницаемости стыков панелей и блоков. Эта проверка должна осуществляться по специальной методике.

2.36. На основании результатов обследования устанавливается причина возникновения деформаций — повреждений полносборного здания.

3. ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

3.1. Для оценки фактического состояния конструкций полносборных зданий прочность их определяется, в основном, неразрушающими методами.

3.2. Прочность бетона при восстановлении, усилении, модернизации, или реконструкции полносборных зданий определяется на всех элементах конструкций, получивших деформации, а также выборочно на различных конструкциях — колоннах, перекрытиях и др. При усилении стыков или узлов полносборных зданий с помощью ПАШ, ПАШС или ПОС определяется прочность бетона стыкуемых элементов конструкций.

3.3. При необходимости из панели, блока, балки, ригеля или другой конструкции высверливают или вырезают и испытывают образцы материала для проверки показаний приборов. За расчетную прочность бетона принимают величину, вычисленную по средней прочности с коэффициентом 0,7, если тарировкой по вырезанным образцам не подтверждается более высокая точность прибора.

3.4. Фактическую прочность арматуры определяют путем испытаний вырезанных образцов, а нормативные сопротивления (пределы текучести) и расчетные сопротивления стали — согласно требованиям пп. 3.8 и 3.9. Образцы арматуры допускается вырезать при полной загрузке балки, около опорной ее части, с последующей приваркой арматуры аналогичного профиля и класса.

3.5. Прочность бетона оценивают неразрушающими методами, для чего могут быть использованы следующие методы.

Механические:

метод отрыва со скалыванием (ГОСТ 21243–75) основан на наличии зависимости между прочностью бетона R и усилием P, необходимым для вырыва заделанного в тело конструкции анкерного устройства вместе с окружающим его бетоном при глубине заделки h;

метод скалывания ребра конструкции (ГОСТ 22690.4–77) основан на наличии зависимости между прочностью бетона R и усилием P, необходимым для скалывания ребра конструкции при определенных параметрах нагружения;

метод пластических деформаций (ГОСТ 22690.1–77) основан на наличии связи между прочностью бетона R и величиной косвенного показателя, характеризующего внедрение сферического индикатора в бетон при определении энергии удара. При испытании по ГОСТ 22690.2–77 молотком Кашкарова в качестве косвенного показателя используют отношение диаметров отпечатков, оставленных при ударе на бетоне (d_b) и эталонном стержне (d_e).

3.6. Величина прочности бетона наносится на чертежах с картированными трещинами, а также фиксируется в специальной форме (табл. 3).

Таблица 3

Результаты для эталонного молотка

№ п.п.	Изделие, участок испытания (дом, квартира)	Диаметр отпечатка, мм		$\frac{d_b}{d_e}$	Прочность по кривой, МПа (кгс/см²)	Прочность с учетом коэффициента K_c	Примечание
		d_b	d_e				

Импульсно-акустический

Ультразвуковой метод (ГОСТ 17624–87) основан на наличии связи между прочностью бетона R и скоростью C распространения в бетоне ультразвукового импульса.

3.7. Средняя прочность бетона при испытании вычисляется для каждого исследуемого элемента конструкции отдельно или при достаточной однородности, для группы однотипных конструкций с учетом указаний по контролю и оценке прочности, жесткости и трещиностойкости железобетонных изделий и конструкций неразрушающими методами.

Определять среднюю прочность бетона в конструкциях, имеющих на наружной поверхности и в сколах различную структуру, не допускается.

3.8. При необходимости применяется метод извлечения образцов бетона (ГОСТ 10180–78*), основанный на непосредственном определении прочности бетона по результатам испытания до разрушения образцов (кернов, кубов), извлеченных из конструкции.

При этом, прочность бетона на участке допускается определять по результату испытания одного образца.

3.9. Для определения расчетного сопротивления арматуры усиливаемых конструкций необходимо провести испытание образцов, вырезанных из этих элементов. Класс стали устанавливают испытанием вырезанных образцов по соответствию полученных величин предела текучести, временного сопротивления и деформаций браковочному минимуму, а в необходимых случаях – по результатам химического анализа.

При аварийном состоянии конструкций допускается принимать следующие пределы текучести стали:

для арматуры класса А-I (как для стали марки Ст. 0) 2000 Мпа– (2000 кгс/ /см^2).

для арматуры класса А-II (как для стали марки Ст. 5) 300 МПа – (3000 кгс/ /см^2).

для арматуры класса А-III (как для стали марки 35ГС и 25ГС – 400 МПа (4000 кгс/см^2),

Предел текучести арматурной стали старых железобетонных конструкций следует принимать равным 90 МПа (900 кгс/см^2).

3.10. Жесткая арматура из прокатных профилей учитывается в расчетах как сталь марки Ст. 0 или на основании результатов испытания образцов.

3.11. Местоположение арматуры в бетоне и толщина защитного слоя арматуры определяются с помощью приборов-измерителей защитного слоя ИЗС-2 или ИЗС-АР, который к тому же позволяет установить расстояние между стержнями и диаметр арматуры в железобетонных конструкциях.

3.12. Перемещения и различные деформации конструкций (прогибы, смещения, перекосы и т.д.) могут измеряться прогибомером Максимова, тензометром Аистова или индикатором часового типа.

3.13. При обследовании полносборных зданий, пострадавших во время землетрясений, необходимо также установить:

в крупнопанельных и крупноблочных зданиях:

качество выполнения сварных и шпоночных соединений;

в каркасных зданиях:

особенности сопряжений сборных элементов каркаса между собой и со стеновым ограждением (заполнением), сопряжения стен-диафрагм и перегородок с элементами каркаса, армирование и бетонирование узлов;

характер и тип армирования сборных конструкций;

качество выполнения сварных, болтовых и заклепочных соединений;

наличие антисейсмических швов между отсеками здания и качество их выполнения;

особенности конструктивных решений лестничных клеток и их сопряжений с основными несущими конструкциями.

Характерные повреждения и их степени для крупнопанельных, крупноблочных, каркасных зданий, пострадавших во время землетрясений приводятся в табл. 4, 5 и 6.

Таблица 4

Характерные повреждения конструкций крупнопанельных зданий

Повреждения конструкций и стыковых соединений	Степень повреждения
Отсутствие видимых повреждений	0
Волосяные трещины в штукатурном слое и по побелке, незначительное раскрытие трещин технологического характера в стеновых панелях и плитах перекрытий	1
Оконтуривание волосяными трещинами закладных деталей, выпадение раствора из швов между панелями. Волосяные трещины по контуру панелей	
Трещины в перемычках над оконными и дверными проемами. Трещины в панелях стен и плитах перекрытий в зонах устройства скрытой электрической проводки и внутреннего отопления. Повсеместно по контуру элементов, закладных деталей и шпонок трещины с шириной раскрытия до 0,3 мм	2
Значительное раскрытие (более 0,3 мм) трещин в перемычках над оконными и дверными проемами. Разрушение отдельных перемычек. Во многих местах трещины по контуру элементов и шпонок с шириной раскрытия 1—2 мм	3
Трещины во многих несущих элементах до 0,3 мм, а в некоторых до 1—2 мм. Отколы бетона в шпонках замоноличивания, а в отдельных местах его раздробление. Нарушение связей между элементами (выдергивание закладных деталей, разрушение сварных швов, отгибы выпусков арматуры в местах раздробления бетона замоноличенных стыков), взаимные сдвиги элементов	3
Разрушение значительного количества перемычек и отдельных простенков. Значительная подвижка стеновых панелей и плит перекрытий относительно друг друга. Обрушение отдельных стеновых панелей, лестничных площадок и маршей	4
Обрушение плит покрытия, перекрытий, всего здания или отдельных его частей	5

Таблица 5

Характерные повреждения конструкций крупноблочных зданий

Повреждения конструкций и стыковых соединений	Степень повреждения
Отсутствие видимых повреждений	0
Вертикальные и горизонтальные трещины в швах между стеновыми блоками. Волосяные трещины между плитами перекрытий	1
Трещины по контуру стеновых блоков, выпадение раствора из швов между стеновыми блоками и панелями перекрытий; в отдельных случаях разрушение защитного слоя бетона вблизи закладных деталей. Выколы бетона в углах блоков, трещины в перегородках, волосяные трещины в стеновых блоках (прежде всего в подоконных)	2
Значительные сдвиги между блоками в плоскости и из плоскости стен; обнажение закладных деталей, трещины с шириной раскрытия до 0,3 мм в стеновых блоках; разрушение перегородок	3
Обрушение значительной части перегородок. Разрушение участков наружных стен	4
Обвалы отдельных частей или всего здания	5

Таблица 6

Характерные повреждения конструкций каркасных зданий

Повреждения конструкций и стыковых соединений	Степень повреждения
Отсутствие видимых повреждений	0
Трещины с шириной раскрытия до 0,1 мм в конструкциях и стыках, подвижка по швам стеновых панелей и плит перекрытий и покрытий	1
Сквозные трещины с шириной раскрытия до 0,3—0,5 мм в основаниях колонн и в опорных участках строительных элементов и 0,3 мм в консолях, плитах покрытий и перекрытий и оголовках колонн, выколы бетона, выпадение раствора из плит перекрытий и покрытий	2
Сквозные трещины с шириной раскрытия более 0,5 мм в колоннах, ригелях, опорных участках строительных элементов и консолях, выколы бетона более 0,3 мм в стеновых панелях и плитах перекрытий и покрытий, разрушение отдельных перемычек, выдергивание закладных деталей, в отдельных случаях разрушение сварных швов, подвижка лестничных маршей	3
Разрушение и очищение бетона, выпучивание продольной арматуры в колоннах, опорных участках стропильных элементов, взаимные сдвиги элементов, отрыв закладных деталей стеновых панелей, падение панелей	4
Обвалы отдельных частей или всего здания	5

4. ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ

4.1. Оценка состояния и несущей способности конструкций полносборных зданий производится в целях установления степени аварийности конструкций, а также возможности их дальнейшего использования, загружения и выявления необходимости восстановления или усиления, а также в случаях капитального ремонта, модернизации и реконструкции зданий.

4.2. Предварительная оценка причин образования трещин в процессе эксплуатации железобетонных конструкций производится с учетом того, что:

трещины в защитном слое бетона вдоль стержней арматуры или по поперечным хомутам могут образоваться вследствие распирания бетона при коррозии металла;

вертикальные трещины на гранях колонн при отсутствии коррозии арматуры могут появиться в результате чрезмерного выгиба стержней рабочей арматуры, вследствие увеличенного против нормы расстояния между хомутами, либо при перегрузке колонны;

наклонные трещины на приопорных участках изгибаемых конструкций (балок, прогонов, продольных ребер плит, опорных узлов ферм), раскрытые свыше допустимых пределов для соответствующей категории трещиностойкости, а для многих неоговоренных случаев — свыше 0,5 мм, свидетельствуют, как правило, о перегрузке конструкции или о недостаточной ее несущей способности по поперечной силе;

вертикальные трещины в пролетных участках изгибаемых, в том числе предварительно напряженных конструкций, раскрытые выше допустимых пределов для соответствующей категории трещиностойкости, а для большинства неоговоренных

случаев – свыше 0,3–0,5 мм, могут служить признаком перегрузки конструкции, повышенной ее деформативности или недостаточной несущей способности по изгибающему моменту;

трещины в средней части плит в направлении поперек рабочего пролета с максимальным раскрытием в нижней плоскости плиты и трещины на опорных участках в направлении поперек рабочего пролета с максимальным раскрытием по верхней плоскости плиты могут свидетельствовать о недостаточной несущей способности ее по изгибающему моменту;

продольные некоррозионные и неусадочные трещины в сжатых зонах изгибаемых элементов (верхней полке балки, верхнем поясе фермы), особенно в сочетании с лещадками и отколами бетона, могут служить признаком разрушения сжатого бетона;

раскрытие трещины в изгибаемых конструкциях до 0,5–1 мм может свидетельствовать об образовании пластических деформаций вследствие перегрузки, а раскрытие трещин до нескольких миллиметров, является признаком аварийного состояния.

4.3. Внешними признаками, определяющими состояние конструкций, при котором может потребоваться усиление в соответствии с ГОСТ 8829–85, являются:

трещины в бетоне, например наклонные, сквозные трещины сдвига в сжатых элементах, косые трещины в приопорных участках балок (с раскрытием более 0,3 мм), раздробление бетона с выпучиванием арматуры;

прогибы конструкций, превышающие 1/50 пролета, при наличии в растянутой зоне трещин с раскрытием свыше 0,5–1 мм или признаков разрушения бетона в сжатой зоне;

признаки воздействия высоких температур (пожар и т.п.), например изменение цвета бетона, глухой звук и отслоение бетона при простукивании, мелкая сетка трещин на поверхности бетона и провисание арматуры;

коррозия арматуры и бетона;

увеличение нагрузок на конструкции, например при необходимости повышения сейсмостойкости, реконструкции или модернизации зданий.

Указанные признаки подлежат тщательной проверке и учету при оценке несущей способности конструкций.

4.4. Поверочный расчет конструкций производится на основании полученных при обследовании данных о фактических размерах элементов и их армировании, с учетом потерь от коррозии, о фактических значениях прочности бетона и предела текучести арматуры, определяемых согласно разд. 3 прил. 2 настоящих Рекомендаций, и общего состояния конструкций. Следует также учитывать фактические условия закрепления элементов на опорах и соединения их между собой.

4.5. Отсутствие аварийности конструкций подтверждается, если несущая способность элементов превышает не менее чем в 1,5 раза соответствующее усилие от внешней нагрузки (при коэффициенте запаса $k \geqslant 1{,}5$).

4.6. Комплексная оценка состояния здания производится на основании результатов проведенного детального обследования и анализа как общей картины деформирования основных несущих конструкций – фундаментов, панелей, блоков, перемычечных блоков, ригелей, диафрагм жесткости, перекрытий и покрытий и др., так и деформаций или разрушения стыков, сварных соединений и др., с последующим поверочным расчетом фактического состояния здания по действующим нагрузкам.

4.7. С целью выявления возможного перераспределения усилий в элементах конструкций, после разработки проекта усиления полносборных зданий производится повторно поверочный расчет здания с учетом изменившихся жесткостей конструкций (см. п. 8.10 Рекомендаций).

Приложение 3

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВНОЙ ВЯЗКОСТИ ПОЛИМЕРРАСТВОРА ВИСКОЗИМЕТРОМ ВП-3

Вискозиметр В.В. Патуроева ВП-3 для определения условной вязкости по изменению площади отпечатка (рис. 1) состоит из корпуса *1*, металлической пластинки *2* и двух стекол *3* — верхнего и нижнего массой каждого 300 г. На металлическую пластинку *2* укладывается лист бумаги, на котором в трех местах, расположенных под углом 120°, нанесено 17 концентрических окружностей от 20 до 100 мм с интервалом 5 мм. У каждой окружности указана площадь очерченной данной окружностью поверхности.

На лист бумаги с окружностями укладывается нижнее стекло. На трех целлофановых листах диаметром 100 мм отвешивается по 2 г. клея или полимерра-

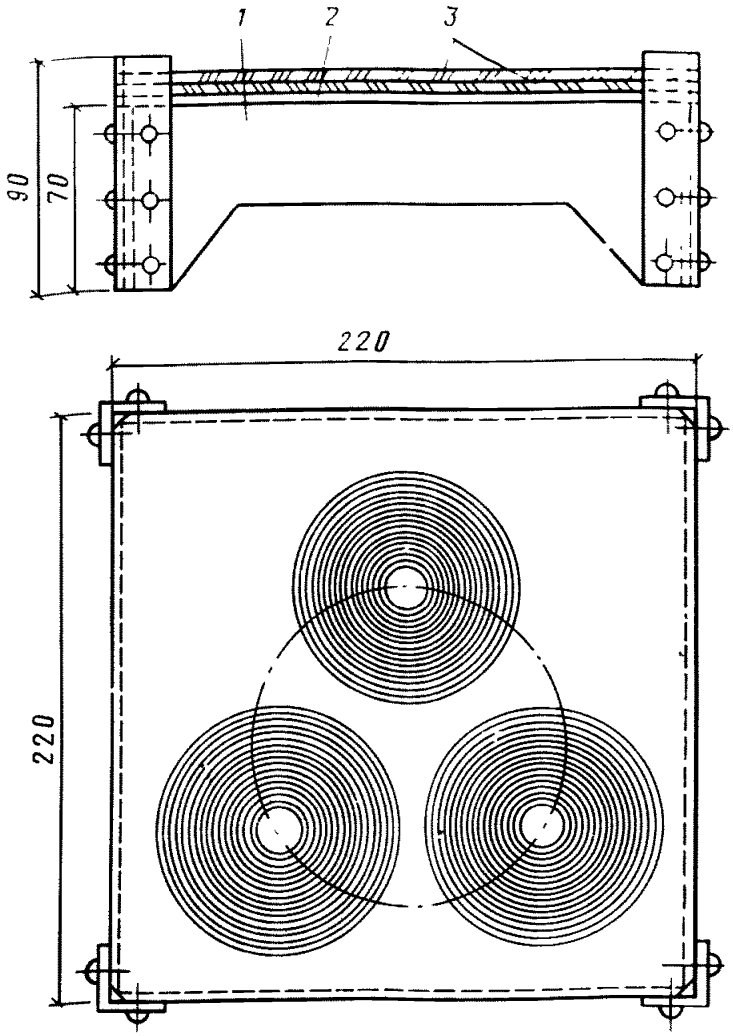


Рис. 1. Общий вид вискозиметра ВП-3
1 — корпус; 2 — металлическая пластинка; 3 — стекло

створа, листы укладываются на стекло, по центрам окружностей, а сверху покрываются такими же целлофановыми листами. После этого укладывают верхнее стекло, под действием массы которого, клей, растекаясь, принимает форму окружности. Через верхнее стекло и целлофан хорошо просматриваются окружности на бумаге с указанием на них соответствующей площади круга. Определение условной вязкости рекомендуется производить через две минуты после укладки верхнего стекла.

*Приложение 4**

КОЭФФИЦИЕНТЫ УСЛОВИЙ РАБОТЫ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Таблица 1

Температурный коэффициент условия работы клеевых соединений (m_t)

Клеи	Температура, °С						
	–40	–20	0	+20	+40	+60	+80
ЭПЦ-1	0,5	0,7	0,85	1,0	0,5	0,3	0,2
К-153	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	0,6	0,4

Примечание. Коэффициент m_t для составов 1, 2, 3, 4, 6, приведенных в Рекомендациях, принимать аналогично коэффициентам для состава ЭПЦ-1.

Таблица 2

Влажностный коэффициент условия работы клеевых соединений (m_w)

Клеи	m_w
ЭПЦ-1	0,8
К-153	0,8

Примечание. Коэффициент m_w для составов 1, 2, 3, 4, 6, приведенных в Рекомендациях, принимать аналогично коэффициентам для состава ЭПЦ-1.

---

* "Пособие по расчетным характеристикам клеевых соединений для строительных конструкций". – М.: Стройиздат, 1972.

Таблица 3

Атмосферный коэффициент условия работы клеевых соединений (m_f)

Клеи	Климатические районы			
	сухой (жаркий), Ташкент	нормальный (теплый), Баку	нормальный (холодный), Москва	сухой (холодный), Мирный
ЭПЦ-1	0,6	0,9	0,8	0,9
К-153	0,6	0,9	0,8	0,9

Примечание. Коэффициент m_f для составов 1, 2, 3, 4, 6, приведенных в Рекомендациях, принимать аналогично коэффициентам для состава ЭПЦ-1.

Приложение 5

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Таблица 1

Расход материала и стоимость восстановления полносборных зданий методом инъецирования полимеррастворов (на 1 м трещины)

Основные показатели	Единица измерения	Инъецирование трещин			
		конструкции из тяжелого бетона толщиной 12 см		конструкции из легкого бетона толщиной 30 см	
		трещины $\delta = 2$ мм	трещины $\delta = 5$ мм	трещины $\delta = 2$ мм	трещины $\delta = 5$ мм
Расход основных материалов, всего	кг	0,38	1,28	0,92	3,27
в том числе:					
эпоксидная смола ЭД-20	"	0,26	0,353	0,68	0,979
полиэфир МГФ-9	"	0,055	0,072	0,136	0,1975
полиэтиленполиамин	"	0,025	0,035	0,065	0,0971
наполнитель — цемент	"	0,035	0,736	0,035	1,991
поливинилацетатная эмульсия	"	0,005	0,085	0,005	0,085
Общая стоимость	руб.	2,05	3,71	4,49	8,61
Затраты труда	чел.-ч	0,612	1,648	0,624	3,248

Таблица 2

Расход материалов и стоимость усиления стыков полносборных зданий полимеррастворными армированными шпонками ПАШ с опалубкой из бумаги (в расчете на 10 см шпонки)

Основные показатели	Единица измерения	Устройство ПАШ сечением, см		
		3x3	4x4	5x5
Расход основных материалов, всего	кг	0,25	0,374	0,545
в том числе:				
эпоксидная смола ЭД-20	"	0,042	0,071	0,111
пластификатор	"	0,009	0,014	0,022
полиэтиленполиамин	"	0,004	0,007	0,011
наполнитель — цемент	"	0,125	0,212	0,331
арматура диаметром 10А11	"	0,07	0,07	0,07
Общая стоимость, всего	руб.	1,23	1,57	1,73
в том числе:				
материалы	"	0,341	0,615	0,862
эксплуатация машин	"	0,408	0,419	0,351
заработная плата	"	0,481	0,533	0,520
Затраты труда	чел.-ч	0,544	0,667	0,781

Таблица 3

Расход материалов и стоимость усиления железобетонных ригелей (одна балка пролетом 6 м)

Основные показатели	Единица измерения	Усиление с помощью приклеивания предварительно напряженного элемента
Расход основных материалов:		
бетон	$м^3$	0,116
сталь	кг	66,40
эпоксидный полимеррастворр	"	4,9
Общая стоимость	руб.	36,12
Затраты труда	чел.-ч	12,30

Примечание. Технико-экономические показатели даны для усиления ригеля, приведенного в примере 3 прил. 1 Рекомендаций.

Таблица 4

Усиление сборных железобетонных перекрытий (на 1 м^2 перекрытия)

Основные показатели	Единица измерения	Замоноличивание стыков		
		полимерцементным раствором	мелкозернистым бетоном по адгезионной промазке ПЭФ	эпоксидным полимерраствором
Расход основных материалов:				
полимерцементный раствор	м^3	0,012		–
бетон или раствор	//	–	0,012	–
эпоксидный полимеррастворадгезионная промазка ПЭФ	//	–	–	0,012
	кг	–	0,220	–
сталь	//	6	6	6
Общая стоимость	руб.	8,44	5,52	24,3
Затраты труда	чел.-ч	3,14	3,24	5,34

Примечания: 1. Сборное перекрытие из ребристых плит пролетом 6 м. Сечение ребер 7х37 см, толщина плиты 8 см. 2. Усиление на дополнительную нагрузку, выполнено путем армирования межреберного пространства, с последующим замоноличиванием стыков с помощью различных полимерных растворов или мелкозернистым бетоном по адгезионной промазке, позволяющих рассматривать такое перекрытие, как монолитное, с неразрезными многопролетными ребрами. 3. Технико-экономические показатели приводятся по данным расчета усиления междуэтажного перекрытия чугуно-литейного цеха АвтоВАЗа в г. Тольятти.

Таблица 5

Расход материалов и стоимость усиления узлов опирания ригелей крупнопанельных домов серии 1.335 (на один узел – 2 консоли)

Основные показатели	Единица измерения	Усиление с помощью приклеивания консолей
Расход основных материалов:		
бетон	м^3	0,014
сталь	кг	4,12
эпоксидный полимеррастворОбщая стоимость	//	0,8
	руб.	23,36
Затраты труда	чел.-дн.	19,08

Примечания: 1. Усиление узлов опирания ригелей выполнено с помощью приклеивания железобетонных консолей, с выпусками арматуры, вклеиваемых в высверленные предварительно отверстия в ребрах панели. 2. Технико-экономические показатели приводятся по данным расчета для консолей приведенных в примере 4 прил. 1 Рекомендаций.

ПЕРЕЧЕНЬ
НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ, МЕХАНИЗМОВ И ИНСТРУМЕНТОВ

Таблица 1

Оборудование, механизмы, инструменты	Шифр
1	2
Инъекционное устройство	ТбилЗНИИЭП
Электродрель	С-480
Машина ручная сверлильная электрическая	ИЭ-1019А
Сверла с победитовыми напайками ВК-6	ГОСТ 22735—77
Электронаждак с гибким валом, электродвигатель С-727	С-727
Трансформатор ИВ-9	ТУ 16—517.553
Баллоны для сжатого воздуха с давлением до 150 ат.	ГОСТ 949—73
Компрессор	СО-7А
Гидравлический домкрат	ЗИК-0021
Шлифовальная машина с гибким валом	ИЭ 8201А
Глубинный вибратор	ИВ-66
То же	ВП-1
Наружный электротехнический вибратор	—
Весы циферблатные	ГОСТ 22497—77
Разновесы	ГОСТ 7328—82Е
Рукава резиновые для газовой сварки d = 9 мм	ГОСТ 9356—75
Шпатели металлические	ГОСТ 10778—83
Шайбы для инъецирования 40х40х4 или 50х50х4 мм	—
Уголки для инъецирования № 5, 50х5 мм, l = 50 мм	—
Штуцера для инъецирования d = 10	—
Перчатки резиновые, технические	ГОСТ 20010—74*
Полиэтиленовая посуда — тазики, ведра, лейки	—
Кисти жесткие, волосяные	ГОСТ 10597—87
Вытяжной шкаф с вентилятором	ГОСТ 22360—86
Механизированный инструмент для сверления бетона	См. табл. 2
Режущий инструмент для сверления бетона	См. табл. 3

Механизированный инструмент для сверления отверстий в бетоне и железобетоне

Таблица 2

Техническая характеристика	Электросверлильные машины								Пневмосверлильные машины	
	ИЭ1022А	ИЭ1013	ИЭ1015	ИЭ1017А	ИЭ1029	ИЭ1023	ИЭ1801	ИЭ1805	ИП1023	ИП1016
Наибольший диаметр сверления, мм	15	15	25	25	25	25	50–125	85–160	25	32
Частота вращения шпинделя, об/мин	800	650	450	450	3800	250	1800	850	1200	550
Мощность, потребляемая электродвигателем, Вт	250	270	600	600	800	370	2200	3000	–	–
Напряжение, В	220	220	220	36	36	220	220	220	–	–
Частота тока, Гц	50	50	50	200	200	50	50	50	–	–
Рабочее давление воздуха, 10^5 Па ($кгс/см^2$)	–	–	–	–	–	–	–	–	5,0	5,0
Удельный расход воздуха, $м^3$ / мин	–	–	–	–	–	–	–	–	1,2	1,9
Удельный расход охлаждающей воды, л/мин	–	–	–	–	–	–	3–5	4–6	–	–
Вес (без кабеля), кг	3,2	3,8	9,7	4,1	6,7	6,5	140	130	5,4	1,5
Изготовитель	Ростовский з-д "Электроинструмент"	Даугавпилсский з-д "Электроинструмент"		Выборгский з-д "Электроинструмент"		Резекненское п/о "Электроинструмент"		Одесский з-д строительно-отделочных машин	Московский з-д "Пневмостроймашина"	Свердловский з-д "Пневмостроймашина"

Таблица 3. Режущий инструмент для вращательного сверления в бетоне и железобетоне

Режущий инструмент			Завод-изготовитель
Наименование	Тип (шифр)	Диаметр, мм	
Сверла кольцевые твердосплавные по ГОСТ 17013–71	СК	16; 20, 25, 32, 40, 50, 75, 85	Оршанский инструментальный з-д
Сверла кольцевые алмазные по ГОСТ 19527–74	СКА-1 СКА-2 СКА-3	20–40 40–60 60–85	г. Терек, Кабардино-Балкарский з-д алмазного инструмента

Приложение 7

ОЧИСТКА СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ОТ РЖАВЧИНЫ ПАСТОЙ "ЦЕЛЛОГЕЛЬ"

Паста "Целлогель"[1] представляет собой состав, предназначенный для снятия ржавчины и окалины с металлических поверхностей. В состав ее входят: кислота, загуститель, ингибитор, наполнитель и вода.

Наиболее подходящей для приготовления пасты является концентрированная или ингибированная соляная кислота. В качестве загустителя пасты используется гидрогель кремниевой кислоты — жидкое стекло, а ингибитором служат уротропин, формалин, пиридиновые основания и т.п. Для придания пасте эластичности в нее добавляют длинно-волокнистые материалы — тонко измельченную газетную бумагу, солому или древесную пыль.

Для приготовления пасты готовятся две смеси, одна из которых включает соляную кислоту, ингибитор, бумажную массу, и при необходимости, воду, а другая — жидкое стекло и воду в следующих пропорциях:

Смесь 1

Соляная кислота техническая (объемная масса 1,19), ГОСТ 857–78* . . . . . 470 мл
Вода, ГОСТ 2874–82 . . . . . 295 мл
Уротропин (формалин), ГОСТ 1381–73* . . . . . 10 г
Бумажная масса газетная, ГОСТ 6445–74Е 40 г

Смесь 2

Жидкое стекло (объемная масса 1,45–1,5), ГОСТ 13078–81* . . . . . 50 мл
Вода, ГОСТ 2874–82 . . . . . 150 мл

[1] **В. Патрикеев, К. Орлова, К. Арбузова.** "Целлогель" съедает любую ржавчину. "Изобретатель и рационализатор", 1967 г. № 9.

В смеси 1 соотношение количества кислоты и воды меняется в зависимости от концентрации имеющейся в наличии соляной кислоты и принимается по табл. 1.

Таблица 1

Концентрация соляной кислоты, %	Соляная кислота, мл	Всего воды, мл	Воды на смесь 1, мл	Воды на смесь 2, мл
18	820	150	—	150
22	820	150	—	150
23	780	150	—	150
24	745	165	—	150
25	710	200	50	150
26	680	230	80	150
27	650	260	110	150
28	625	285	135	150
29	600	310	160	150
30	580	335	185	150
36	470	445	295	150

Приготовление пасты сводится к добавлению смеси 2 в смесь 1 тонкой струйкой и тщательному их перемешиванию.

Пасту "Целлогель" наносят на поверхность металла после предварительной ее очистки от грязи, масел и от обрастания. Наносить пасту следует кистями или шпателями из кислотостойких синтетических материалов. На большие поверхности пасту наносят с помощью растворонасосов, оснащенных кислотостойкими шлангами со шпателями.

В зависимости от плотности и толщины слоя ржавчины, снятие ее осуществляется одно или многоразовой обработкой пастой "Целлогель".

Паста наносится на поверхность слоем толщиной 0,2—0,5 см и выдерживается в течение 0,4—12,0 ч.

При однократном нанесении пасты гарантируется очистки от слоя ржавчины толщиной 1 мм.

Затем с очищенной поверхности пасту тщательно смывают водой под напором или ветошью и обрабатывают 10%-м раствором соли "Мажеф" или 5—10%-м раствором фосфорной кислоты. Краску или смазку наносят на поверхность после ее высыхания, когда она приобретает матовость.

При отсутствии соли "Мажеф" нейтрализацию очищенной поверхности можно осуществить 3%-м раствором кальцинированной соды с последующей тщательной промывкой водой. Очищенную и высушенную поверхность необходимо сразу же окрашивать или покрывать антикоррозионными смазками.

При приготовлении и нанесении пасты необходимо соблюдать меры предосторожности, предусматриваемые правилами техники безопасности при работе с кислотами.

Пасту следует хранить в закрытой стеклянной или эмалированной посуде.

Пасту целесообразно использовать небольшими порциями, отбираемыми из общего количества в отдельную посуду.

На 1 $м^2$ поверхности расходуется 1,0—1,75 кг пасты. Стоимость очистки 1 $м^2$ составляет 5 коп., и в некоторых случаях в 3 раза меньше стоимости механической очистки.

N — усилие в клеевом соединении;

Q_2 — поперечная сила, действующая на усиленную конструкцию;

Q_{an} — сдвигающая сила, действующая на анкер;

S_{Sh} — сдвигающая сила;

P_f — прочность на растяжение 1 см ширины стеклопластика;

M_2 — максимальный момент, действующий на конструкцию;

M'_{crc} — внешний момент, действующий на конструкцию до усиления;

M_{1crc} — внешний момент, действующий на усиленную конструкцию в месте расположения первой трещины;

$R_{b, Sh}$ — расчетное сопротивление бетона на срез;

$R_{b, rcr}$ — расчетная прочность бетона обоймы;

$R_{b, p, sh}$ — расчетная прочность на срез клеевого соединения бетона;

$R^n_{p.sh}$, $R_{p, sh}$ — соответственно нормативное и расчетное сопротивление полимерраствора на срез;

$R_{bw, sh}$ — расчетное сопротивление кладки скалыванию;

$\tau_{g, sh}$ — напряжение сдвига в клеевом соединении;

A_{be} — площадь сечения бетона приклеиваемого элемента усиления;

$A_{p, l}$ — площадь заменяемого участка шва;

A_{bl} — площадь поперечного сечения блока;

A_f — площадь поверхности, оклеенной стеклопластиком;

A_{rcr} — площадь поперечного сечения обоймы;

$A_{s, rcr}$ — площадь сечения арматуры обоймы;

β и γ — коэффициенты, зависящие от соотношения размеров приклеиваемого листового материала;

γ_{bi} — коэффициент условия работы бетона на срез;

γ_p — коэффициент безопасности клеевых или полимеррастворных соединений;

γ_{pi} — коэффициент длительного сопротивления полимерраствора;

$\gamma_{b, p, sh}$ — коэффициент условия работы, учитывающий совместную работу на срез бетона и полимерраствора;

$\gamma_{p, sh}$ — коэффициент, учитывающий неравномерное распределение усилий среза в полимерраствоpе шпонки вдоль арматуры;

γ^t_{bw} — коэффициент линейного расширения кладки;

m_t, m_w, m_f — соответственно коэффициенты условий работы полимерраствора при действии температуры, воды и атмосферы, принимаемые в соответствии с прил. 3.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

1. Общие положения 4
2. Область применения 5
3. Характерные повреждения полносборных зданий и рекомендуемые способы их устранения 5
4. Характеристика применяемых материалов 6
5. Составы клеев и полимеррастворов 26
6. Приготовление клеев и полимеррастворов 29

Восстановление конструкций полносборных зданий методом инъецирования полимеррастворов 32

7. Технология производства работ по инъецированию трещин 32

Усиление и повышение сейсмостойкости полносборных зданий полимеррастворами 42

8. Общие указания по проектированию и расчету 42
9. Крупнопанельные здания 43
   А. Усиление и повышение сейсмостойкости полимеррастворными армированными шпонками ПАШ и ПАШС 43
   Б. Усиление и повышение сейсмостойкости поверхностно-оклеечным стеклопластиком 53
   В. Усиление узла опирания ригелей и устранение некоторых дефектов в домах серии 1-335 56
10. Крупноблочные здания 59
   А. Повышение нормального сцепления в кладке частичной заменой раствора в швах 59
   Б. Повышение нормального сцепления в крупноблочной кладке дискретными связями блоков 60
   В. Повышение нормального сцепления в крупноблочной кладке с помощью ПАШ и ПАШС 63
   Г. Повышение горизонтальной жесткости, сейсмостойкости и исключение "клавишной" работы сборных перекрытий и покрытий . . 64
11. Каркасные и каркасно-панельные здания 67
   А. Усиление фундаментов 67
   Б. Усиление центрально-сжатых элементов 67
   В. Усиление изгибаемых элементов 75
   Г. Усиление и повышение жесткости и сейсмостойкости сборных перекрытий и покрытий 97
   Д. Усиление существующих или устройство новых консолей 100
   Е. Усиление ферм 104
   Ж. Усиление узлов каркаса 105
12. Технология производства работ по усилению конструкций полносборных зданий. 107
   А. Подготовительные работы по усилению 107
   Б. Технология устройства ПАШ и ПАШС 108
   В. Центрально-сжатые элементы 111
   Г. Изгибаемые элементы 112
   Д. Сборные перекрытия и покрытия 115
   Е. Усиление существующих или устройство новых консолей 115
   Ж. Узлы каркаса 116
13. Контроль качества производства работ по восстановлению и усилению полносборных зданий 116
14. Техника безопасности производства работ при восстановлении и усилении полносборных зданий полимеррастворами 119

Приложение 1. Примеры расчета 121
Повышение сейсмостойкости крупнопанельного здания с помощью ПАШ 121
Повышение сейсмостойкости крупнопанельного здания с помощью ПОС 122
Усиление железобетонной балки 124
Расчет устройства консоли 133
Приложение 2. Методика технического обследования полносборных зданий 135
Приложение 3. Способ определения условной вязкости полимерраствора вискозиметром ВП-3 149
Приложение 4. Коэффициенты условий работы клеевых соединений . . 150
Приложение 5. Технико-экономические показатели 151
Приложение 6. Перечень необходимого оборудования, механизмов и инструментов 154
Приложение 7. Очистка стальных изделий от ржавчины пастой "Целлогель" 156
Приложение 8. Основные буквенные обозначения 158

Нормативно-производственное издание

ТбилЗНИИЭП Госкомархитектуры

Рекомендации по восстановлению и усилению полносборных зданий полимеррастворами

Мл. редактор М.Д. Левина
Технический редактор И.В. Берина
Корректор Л.А. Егорова
Операторы М.В. Карамнова, О.В. Воеводина

Н/К

Стройиздат. 101442 Москва, Каляевская ул., 23а

Подписано в печать 13.02.90 Формат 60x90 1/16 Бумага офсетная № 2
Печать офсетная Печ.л. 10,0 Усл.кр-отт. 10,25 Уч.-изд. л. 10,24
Тираж 13 700 экз. Изд. № XII-3511 Заказ *131* Цена 50 коп.

Тульская типография Союзполиграфпрома при Государственном
[illegible]е СССР по печати
300600, ГСП, г. Тула, пр. Ленина, 109

gost.e-ecolog.ru