

ЦНИИСК им. Кучеренко  
Госстроя СССР

# Рекомендации

**по повышению  
качества  
каменной кладки  
и стыков  
крупнопанельных зданий  
инъецированием  
растворов под давлением**



Москва 1987

**Ордена Трудового Красного Знамени  
Центральный научно-исследовательский институт  
строительных конструкций  
им. В.А. Кучеренко Госстроя СССР**

**Рекомендации  
по повышению  
качества  
каменной кладки  
и стыков  
крупнопанельных зданий  
инъецированием  
растворов под давлением**

*Рекомендовано к изданию решением Секции крупнопанельных и каменных конструкций при Научно-техническом совете ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР.*

**Рекомендации по повышению качества каменной кладки и стыков крупнопанельных зданий инъецированием растворов под давлением ЦНИИСК им. Кучеренко.—М.: Стройиздат, 1987.— 24 с.**

Содержат основные положения по технологии, производству работ и оборудованию при выполнении усиления методом инъекции каменной кладки с трещинами.

Изложен инъекционный метод заделки платформенных стыков крупнопанельных зданий.

Экспериментальные исследования, проведенные в ЦНИИСК им. Кучеренко, положительный производственный опыт усиления каменных конструкций и заделки стыков крупнопанельных зданий в разных городах страны показывают широкие перспективы применения метода как при реконструкции, так и при строительстве новых зданий. Для инженерно-технических работников проектных и производственных строительных и ремонтно-строительных организаций.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В практике строительства усиление конструкций приходится осуществлять как в эксплуатируемых, так и в строящихся зданиях различного назначения.

Из широко известных и практически применяемых методов усиления можно выделить метод установки различного рода обойм (металлических, железобетонных и пр.), метод инъекции, распространено также комплексное применение обоих методов.

Метод инъекции, т. е. заделка трещин и пустот в каменных и бетонных конструкциях нагнетанием под давлением жидкого раствора, применяется в настоящее время довольно широко. Исторически сложилось, что инъектирование еще в конце прошлого столетия было оценено только как способ, удобный для заделки всякого рода трещин, пустот и каверн в горных породах оснований, бетоне плотин, в кирпичной кладке, в горном деле для заделки зазоров при сооружении туннелей и т. д. В дальнейшем инъектирование начинает применяться как метод усиления на различных ремонтно-восстановительных работах, особенно в последний период, а также при реконструкции зданий и сооружений.

В последнее время метод инъекции начали применять при замоноличивании узлов сборных элементов современных многоэтажных зданий. В частности, при внедрении новой технологии монтажа крупнопанельных зданий без раствора насухо на упругих прокладках с последующим инъектированием полостей стыка раствором.

В настоящих Рекомендациях изложены основные положения по совершенствованию технологии и производству инъекционных работ, включая требования к материалам, составу растворов и их приготовлению, применяемому оборудованию, контролю качества, технике безопасности. Указана методика расчета конструкций усиленных или возводимых с помощью инъектирования.

Рекомендации разработаны в отделении прочности крупнопанельных и каменных зданий ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко (канд. техн. наук В. А. Камейко, инж. В. П. Воронина) на основании экспериментальных и расчетно-теоретических исследований, проведенных в ЦНИИСКе и на строительных объектах в Москве, Ленинграде, Риге, Краснодаре, Томске и других городах страны.

Замечания и предложения по Рекомендациям просьба направлять по адресу: 109389, Москва, Ж-389, 2-я Институтская ул., д. 6.

*Дирекция ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко*



# 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1. Настоящие Рекомендации** устанавливают положения по применению метода инъекции: при усилении каменной кладки (зданий любых назначений), поврежденной трещинами, вызванными ее перегрузкой, а также для замоноличивания горизонтальных стыков крупнопанельных зданий.

**Примечание.** Рекомендации не распространяются на здания, возведенные на просадочных грунтах, в сейсмических районах и в районах вечномерзлых грунтов.

**1.2. Метод инъекции** заключается в том, что в трещины поврежденной кладки или загерметизированную полость стыка конструкций смонтированных насухо, через специальные патрубки нагнетаются жидкие растворы (цементные, цементно-полимерные, полимерные) под давлением до 0,6 МПа. Давление способствует повышению подвижности и проникающей способности раствора, а также уплотнению смеси (с отжатием свободной воды в пористую кладку или отфильтровыванием ее наружу). В результате происходит общее замоноличивание кладки вместе с поврежденными участками и значительное ее упрочнение.

**1.3. Инъецирование поврежденной кладки каменных конструкций** не исключает возможности комплексного ее усиления, т. е. совмещения метода инъекции с четырехсторонней металлической обоймой.

Включение кладки в обойму с последующим ее инъецированием значительно увеличивает несущую способность кладки и является эффективным средством усиления конструкций.

**1.4. Инъекционный метод замоноличивания стыков** предусматривает монтаж стеновых панелей и плит перекрытий насухо на специальных упругих прокладках размером 16×15 см, 18×15 см, толщина которых после обжатия (до замоноличивания стыков раствором) должна быть не менее 10 мм. Прокладки выполняются из асбестового картона, древесно-стружечных и древесно-волокнистых плит и т. п.

**1.5. При монтаже платформенных стыков «насухо»** на прокладках (до замоноличивания стыков раствором), жесткость и устойчивость элементов должна обеспечиваться бессварочным соединением металлическими оцинкованными связями и соединением на сварке с помощью накладок из круглой стали или металлических пластин.

**1.6. Технический эффект, получаемый от применения метода инъекции, обеспечивается:**

а) повышением несущей способности кладки и стыков крупнопанельных зданий после инъецирования (см. прил. 1);

б) удлинением срока службы зданий за счет обеспечения монолитности кладки и стыковых соединений при инъецировании под давлением.

**1.7. Экономический эффект, получаемый от применения метода инъекции, определяется:**

а) разностью в затратах, сокращающихся за счет экономии стали и некоторых других материалов, по сравнению с применением традиционных методов усиления;

б) за счет прибыли, получаемой за время проведения ремонтных работ, не требующих простоя оборудования;

в) экономией затрат на разборке поврежденных конструкций зданий и замене их на новые конструкции.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ И СОСТАВЫ ИНЪЕКЦИОННЫХ РАСТВОРОВ

2.1. В зависимости от вида усиливаемых конструкций (каменная кладка, платформенные стыки и пр.) могут быть рекомендованы следующие виды растворов:

а) цементные (беспесчаные) и цементно-песчаные с включением минеральных добавок — молотого кирпича, известняка, алюминиевого порошка и т. д.;

б) цементно-полимерные с использованием в качестве полимерной добавки поливинилацетатной эмульсии или латекса СКС-65ГП;

в) полимерные на основе эпоксидных смол ЭД-16 и ЭД-20.

2.2. В качестве вяжущего для цементных растворов используется: портландцемент активностью не ниже 40 МПа с тонкостью помола не менее 2400 см<sup>2</sup>/г и нормальной густотой цементного теста в пределах 22—25%, шлакопортландцемент, обладающий меньшей вязкостью в разжиженных инъекционных растворах, а также пуццолановый портландцемент. Цементы должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10178—85.

2.3. От каждой партии применяемого цемента должны отбираться пробы для испытания, определения физико-механических свойств в соответствии с действующими ГОСТ 310.1—76\*.

2.4. Песок для растворов применяется очень мелкий или тонкомолотый. Модуль крупности очень мелкого песка  $M_k$  должен находиться в пределах 1—1,5 (ГОСТ 8736—85), а тонкомолотый доходить до тонкости помола цемента.

2.5. Вода для цементных инъекционных растворов не должна содержать вредных примесей, отрицательно влияющих на нормальное схватывание растворов, и удовлетворять требованиям соответствующих глав СНиП и государственных стандартов на воду для затворения бетонов ГОСТ 23732—79.

2.6. Для цементных инъекционных растворов используются пластифицирующие добавки:

а) нитрит натрия  $\text{NaNO}_2$  в количестве 5% массы цемента;

б) полимерные добавки в виде поливинилацетатной эмульсии ПВА или дивинилстирольного латекса СКС-65ГП-Б с  $P/C=0,05$ ;

в) суперпластификатор С-3 (модификация меламинаформальдегидных и нафталинформальдегидных сульфокислот), обладающий высокими пластифицирующими свойствами. В растворе используется в количестве 1—2% массы цемента;

г) КОД-С — гидрофобизирующая комплексная органическая добавка (соапсток) в сочетании с нитритом натрия. В растворе используется в составе: КОД (комплексная органическая добавка) — 0,2—0,3% массы цемента и 2—3% нитрита натрия  $\text{NaNO}_2$ . Добавка КОД-С улучшает технологические свойства растворной смеси, способствуя ее пластичности, однородности, нерасслаиваемости, снижает расход воды в растворе на 18—30%;

д) для увеличения водоудерживающей способности растворной смеси и создания благоприятных условий твердения цемента допускается использовать в качестве пластификаторов известковое тесто в количестве 15% массы цемента и глиняное тесто (для конструкций, работающих в сухих условиях).

Использование того или иного вида пластификатора (добавки) решается в каждом отдельном случае особо и должно быть экономически оправдано.



**2.7. Полимерцементные инъекционные растворы** готовятся с использованием в качестве полимера поливинилацетатной эмульсии ПВА или дивинилстирольного латекса СКС-65 ГП-Б в количестве 15—20% массы цемента, полимерцементное отношение  $P/C=0,15—0,2$ . Добавка к цементным инъекционным растворам водных эмульсий высокомолекулярных соединений (поливинилацетата или латекса) способствует значительному повышению прочности сцепления раствора с материалом кладки, увеличивает пластичность и стабильность растворной смеси.

**2.8. Полимерные растворы** готовятся на основе эпоксидных смол ЭД-16 и ЭД-20, удовлетворяющих требованиям действующих ГОСТ. Указанные растворы обладают высокой механической прочностью при сжатии и прочностью сцепления, небольшой усадкой при отверждении, повышенной стойкостью к атмосферным воздействиям.

**2.9. Инъекционные растворы**, независимо от способа их использования, должны обладать: незначительным водоотделением (от 2 до 10% соответственно для бетонных и каменных конструкций), требуемой по проекту вязкостью, необходимой прочностью при сжатии и прочностью сцепления с материалом кладки и бетоном, малой усадкой, деформативными свойствами, близкими к свойствам материала конструкций.

**2.10. При использовании метода инъекции для усиления каменной кладки** виды растворов и их составы рекомендуется применять в зависимости от ее трещиноватости.

Для крупнотрещиноватой кладки при ширине раскрытия трещин 5 мм и более могут быть рекомендованы следующие составы растворов:

а) цементно-полимерные растворы состава 1:0,15:0,6 (цемент:поливинилацетат, латекс: вода), с добавкой мелкого или тонкомолотого песка в количестве 25—30% массы цемента;

б) цементно-песчаные — состава 1:0,25 (цемент: песок) при  $V/C=0,7—0,8$ .

в) цементные (беспесчаные) состава 1:0 (цемент: песок) при  $V/C=0,5—0,6$ .

Виды растворов приводятся в порядке уменьшения их эффективности.

Для кладки с шириной раскрытия трещин менее 5 мм:

а) эпоксидные растворы состава:

эпоксидная смола ЭД-20 (ЭД-16) — 100 в. ч.

модификатор МГФ-9, — 30 »

отвердитель ПЭПА — 15 »

песок — 50 »

б) цементно-полимерные состава 1:0,15:0,6 (цемент: полимер: вода);

в) цементно-песчаные состава 1:0,25 (цемент: песок) с добавкой тонкомолотого песка в количестве 25% массы цемента при  $V/C=0,7—0,8$ ;

г) цементные (беспесчаные) состава 1:0,7 (цемент: вода).

**Примечание.** Следует иметь в виду, что повышение влажности окружающей среды может привести к снижению механической прочности цементно-полимерных растворов, которая восстанавливается при понижении влажности до нормальной.

**2.11. При использовании метода инъекции для замоноличивания платформенных стыков** рекомендуются следующие ориентировочные составы растворов:

- а) 1:0,15:0,5 (цемент:полимер ПВА : песок),  $V/C=0,6—0,7$ ;  
б) 1:0,05:0,35 (цемент : пластификатор : песок)  $V/C=0,5—0,6$ .

**2.12.** Предлагаемые составы инъекционных растворов в пп. 2.10, 2.11. предусматривают обязательное использование пластифицирующих добавок, указанных в п. 2.6. настоящих Рекомендаций.

**2.13.** Марка по прочности при сжатии инъекционных растворов должна быть не менее 15 МПа и определяться испытанием образцов (см. п. 6.5.).

**2.14.** На процессы инъецирования и твердения инъекционных растворов влияет ряд специфических факторов (влажность материала, его сорбционные свойства, вид и размеры трещин, степень их запыленности или степень чистоты поверхностей стыкуемых конструкций и т. п.), в связи с этим указанные выше составы и виды растворов подлежат уточнению в процессе производства работ.

При этом следует учитывать, если давление в процессе закачивания постепенно повышается, то консистенция раствора остается в пределах вышеуказанной. Если давление длительное время не изменяется, то консистенцию раствора следует уменьшить за счет снижения водоцементного отношения.

При резком повышении давления в начальной стадии инъецирования консистенцию раствора следует увеличить за счет повышения водоцементного отношения, но не более  $V/C=1$ .

При использовании для инъецирования полимерных растворов регулирование их консистенции в процессе нагнетания возможно за счет снижения или увеличения количества наполнителя (цемента, песка, золы и т. п.) и разбавителя (ацетона и пр.).

**2.15.** Особую группу представляют собой инъекционные растворы, используемые для упрочнения старых кладок с живописью.

При инъецировании таких кладок чистоцементными растворами на поверхности последней образуются высолы. В этих случаях следует применять растворы, не влияющие на сохранность живописи, по рекомендациям ВПНРК (Всесоюзных производственных научно-реставрационных мастерских Министерства культуры РСФСР).

### **3. ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО ИНЪЕКЦИОННЫХ РАБОТ**

#### **Инъецирование каменной кладки и бетона**

**3.1.** Технология производства работ при инъецировании каменной кладки и бетона, а также и при замоноличивании платформенных стыков, включает: подготовительные мероприятия, подбор соответствующего оборудования, операционный контроль на всех этапах работ, приготовление и нагнетание инъекционных растворов.

Подготовительные мероприятия при усилении каменной кладки (рис. 1 а, б) состоят из:

определения места расположения скважин (отверстий). Скважины располагаются на участках с наибольшей концентрацией трещин. Количество скважин на каждом участке определяется по месту с таким расчетом, чтобы в результате инъецирования была обеспечена возможность наиболее полного заполнения раствором пустот и трещин в кладке по всему ее объему. Скважины разделяются на две группы: основные и резервные. Основные скважины рекомендуется располагать в крупных трещинах или пустых швах по возможности в шахматном порядке с расстоянием между ними 70—100 см (до 1,5 м).



В местах концентрации мелких трещин, не соединяющихся с крупными, располагаются резервные скважины на расстоянии не более 50 см друг от друга. Эти скважины используются для нагнетания раствора в том случае, если через них не будет выходить раствор при введении его через основные скважины;

высверливания скважин (отверстий). Сверление скважин в теле кладки производится на глубину 15—20 см. Для этой цели используются электродрели с частотой вращения около  $5 \text{ сек}^{-1}$ , снабженные сверлом  $\varnothing 16\text{--}18 \text{ мм}$  с победитовым наконечником. Принятие указанного диаметра сверла связано с удобством подбора принятых по размеру инъекционных патрубков и резиновых шлангов ( $\varnothing 1/2''$ ). При наличии крупных трещин, в которые можно вставить инъекционные патрубки принятого диаметра, сверления скважин не требуется;

очистки поверхности кладки. Трещины на поверхности кладки и высверленные скважины тщательно продуваются сжатым воздухом под давлением 0,1—0,2 МПа, а при сухой кладке в летнее время при положительной температуре наружного воздуха под тем же давлением промываются напорной струей воды. Промывку производят до тех пор, пока из скважин и трещин не будет выходить чистая вода;

установки инъекционных патрубков. В высверленные и очищенные скважины (основные и резервные) заделываются металлические инъекционные патрубки  $\varnothing 1/2''$  на глубину 3—5 см. Патрубки плотно заклиниваются в отверстия и затем обмазываются цементным раствором марки М 100 и выше. При этом необходимо следить за тем, чтобы заделанные в скважины концы патрубков не забивались цементным раствором. На выступающем из кладки конце патрубка предусматривается резьба (6—10 витков), для подсоединения (с помощью накидной гайки) шланга от растворонасоса (рис. 1 б);

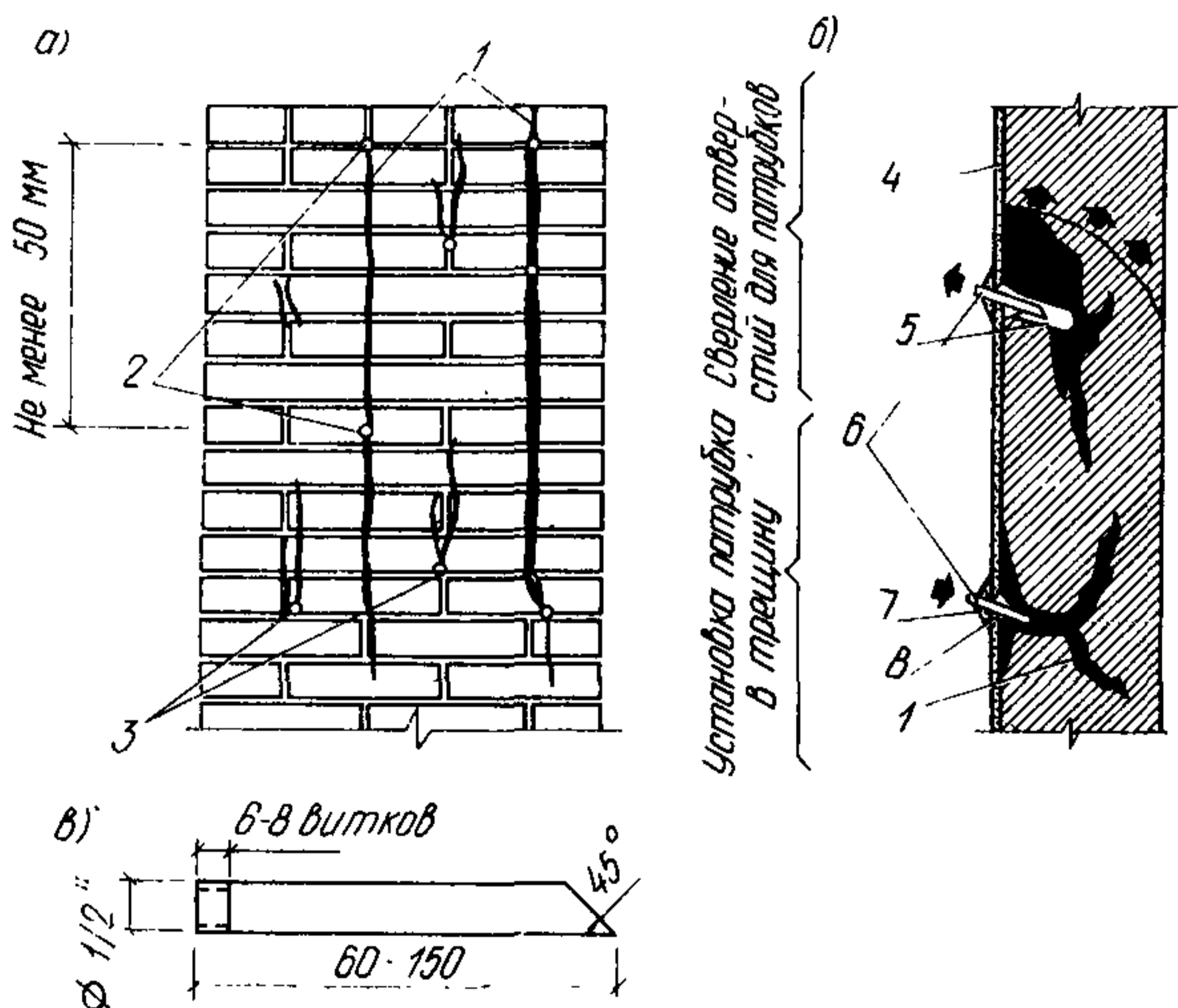


Рис. 1. Подготовительные работы при инъектировании кладки  
 а — расположение скважин (отверстий) в кладке; б — установка патрубков; в — инъекционный металлический патрубок; 1 — трещины; 2 — основные скважины; 3 — резервные; 4 — поверхностная герметизация кладки (штукатурка слоем 5 мм); 5 — входное отверстие (скважина); 6 — патрубок  $\varnothing 1/2''$ ; 7 — цементная заделка; 8 — деревянные клинья

заделки трещин. За 2—3 дня до начала нагнетания производится затирка поверхности кладки с трещинами и пустыми швами цементным раствором состава 1:3 (цемент : песок). Для затирки можно также использовать гипсовые и другие быстротвердеющие вяжущие.

## Инъецирование платформенных стыков крупнопанельных зданий

**3.2. Подготовительные мероприятия при заделке платформенных стыков** включают:

очистку стыкуемых поверхностей бетона панелей стен и перекрытий от затеков бетона, загрязнения, ржавчины, снега, наледи и пр. С этой целью используются воздушные компрессоры, калориферы, газовые горелки и пескоструйные аппараты. В жаркую сухую погоду торцы бетонных панелей в зоне стыка перед инъецированием увлажняют для предотвращения отсоса воды из раствора и обеспечения сцепления инъекционного раствора и бетона.

герметизацию стыков. На время производства работ выполняется герметизация стыков, с тем чтобы раствор, нагнетаемый в полость стыка под давлением, не вытекал наружу. Для герметизации эффективнее применять сборно-разборную инвентарную опалубку из алюминиевых уголков сечением  $30 \times 3$  мм, монтируемых вдоль горизонтальных швов. Уголки должны устанавливаться на пористой резиновой прокладке толщиной порядка 10 мм с последующим обжатием их с бетонными элементами стыка (рис. 2);

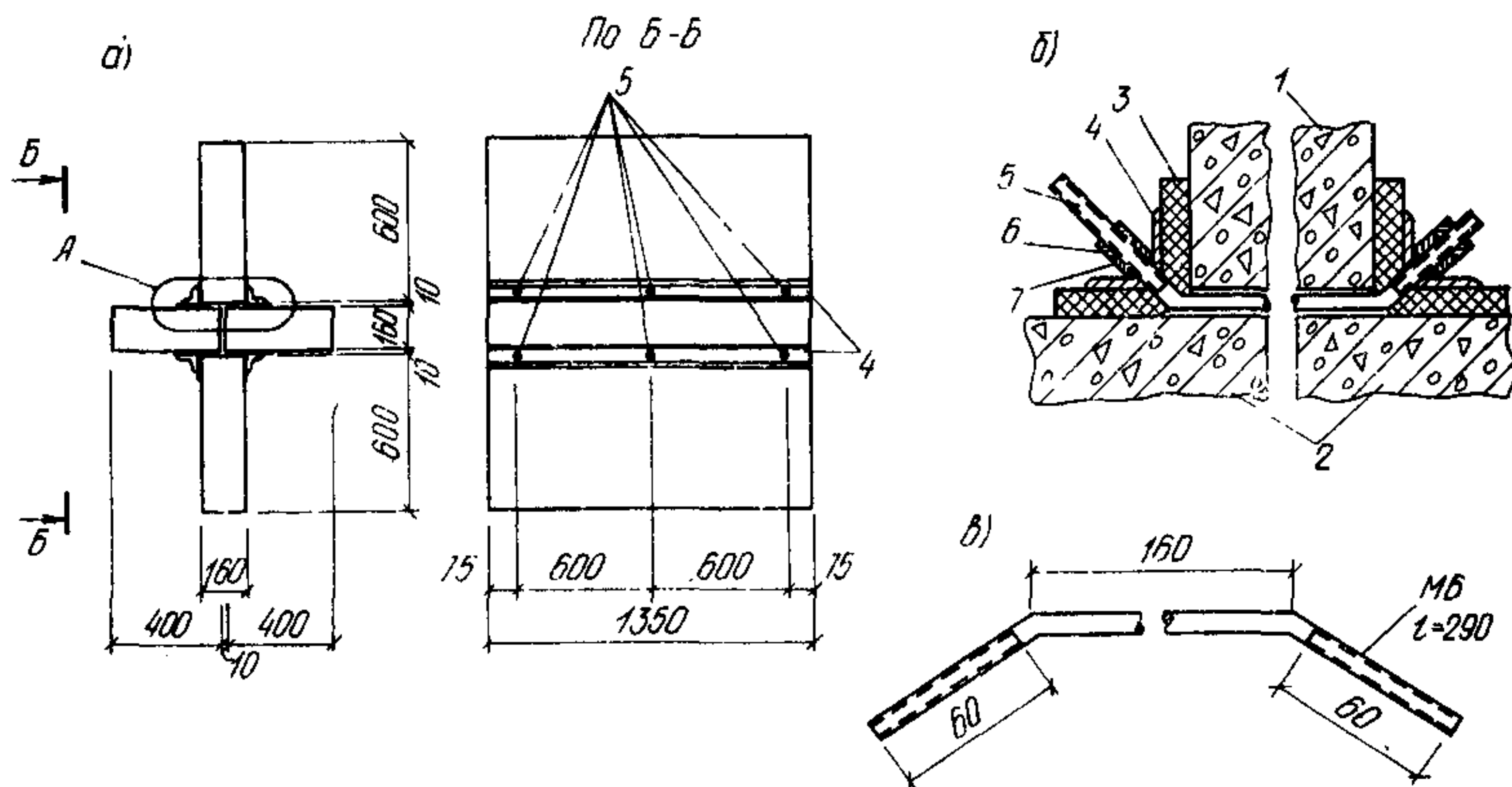


Рис. 2. Герметизация горизонтальных швов платформенных стыков; а — установка сборно-разборной металлической опалубки; б — деталь А'; в — металлическая шпилька; 1 — стеновая панель; 2 — панель перекрытия; 3 — пористая резина  $t=10$ ; 4 — алюминиевый уголок  $30 \times 30 \times 3$ ,  $l=1350$ ; 5 — шпилька М6,  $l=290$ ; 6 — гайка М6; 7 — шайба

установку инъекционных патрубков для нагнетания раствора в полость стыка. Патрубки располагаются через 3 м по длине и в торцах (всего 3—5 патрубков). Не менее 2 патрубков в обязательном порядке располагаются в нижнем уровне стыка под плитами перекрытий и предназначаются для нагнетания раствора. Остальные — в верхних

уровнях стыка над плитами перекрытий служат для выпуска воздуха и части раствора (1—2 л), а также для контроля наполнения раствором стыка в процессе нагнетания.

**3.3. Инъекционные патрубки для кирпичной кладки и платформенных стыков** изготавливаются одинаковыми из обрезков газовых и водопроводных труб диаметром  $1/2''$ , длиной 5—10 см. На одном конце патрубки снабжаются резьбой (6—8 витков) для подсоединения шланга от растворонасоса (рис. 1, в).

**3.4. Приготовление инъекционных растворов** производится в несколько этапов:

дозированное (по массе) количество вяжущего и тонкомолотого или мелкого песка перемешивается насухо и засыпается через механический питатель в растворомешалку;

требуемое количество воды подается через мерный счетчик. Применяемые пластификаторы растворяются в части воды, входящей в весовой состав раствора, до заливки ее в резервуар;

смесь перемешивается в растворомешалке в течение 10—15 мин. со скоростью  $12,3 \text{ с}^{-1}$ — $17 \text{ с}^{-1}$ ;

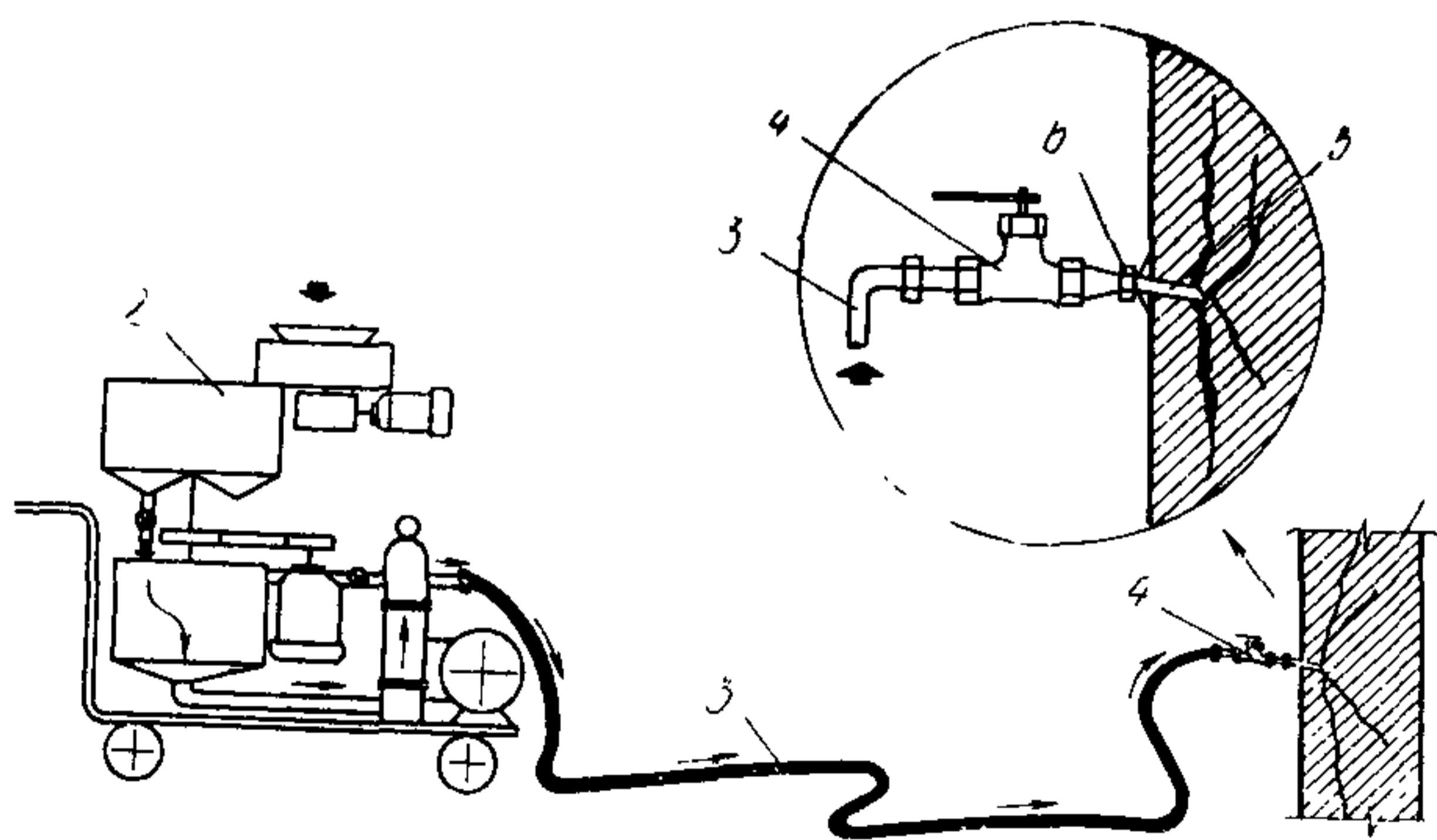
готовый раствор процеживается через вибросито с ячейкой 1 мм в резервуар для временного хранения смеси до нагнетания ее в конструкцию (кладку или стык). В течение всего периода производства инъекционных работ смесь в резервуаре постоянно перемешивается для предотвращения ее расслаивания.

**3.5. Приготовление растворов на основе эпоксидных смол** (дозировка и перемешивание компонентов) производится ручным способом в специально приспособленных для этих целей емкостях.

**3.6. Нагнетание готового раствора в конструкцию** производится механически с помощью растворонасоса через резиновый шланг длиной до 20 м и  $\varnothing 25$  мм.

Шланг снабжается регулировочным штуцером  $\varnothing 1/2''$  и накидной гайкой, с помощью которой он крепится к патрубкам, установленным в конструкции.

**3.7. Раствор под давлением** поступает в резиновый шланг перемещаясь по нему, и через регулировочный штуцер попадает в конструкцию (кладку или полость стыка) (рис. 3).



**Рис. 3. Общая схема инъектирования кладки** (стрелками указано направление движения раствора)

1 — поврежденная кладка; 2 — инъекционный агрегат; 3 — шланг; 4 — инжектор; 5 — металлический патрубок; 6 — накидная гайка



**3.8.** Растворная смесь нагнетается в конструкцию до тех пор, пока она не будет выходить из вышерасположенных патрубков (в случае усиления каменных конструкций) или патрубков, установленных в верхнем уровне стыка (при заделке швов платформенных стыков). Общая схема инъецирования стыков дана на рис. 4. После чего эти

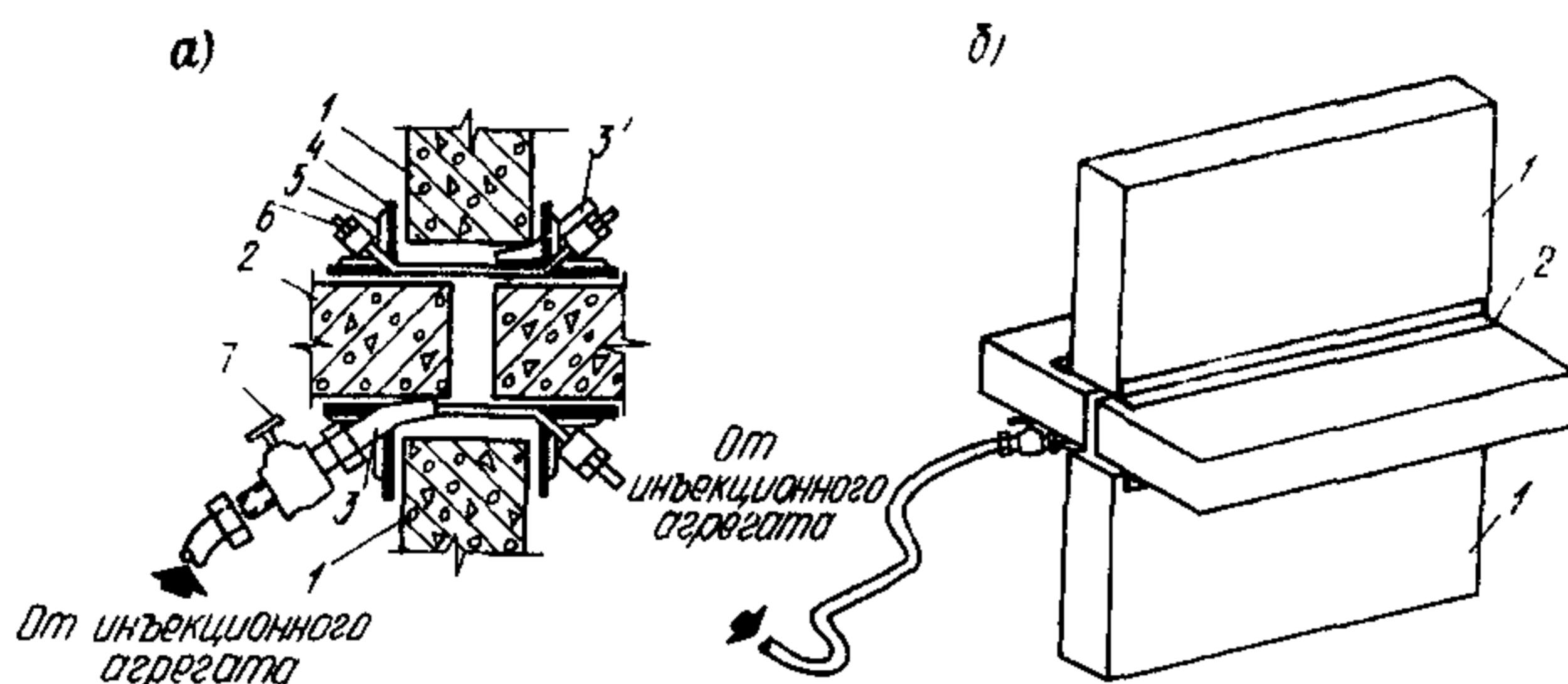


Рис. 4. Схема инъецирования швов платформенного стыка  
 а — герметизация и установка инъектора; б — подача раствора в стык;  
 1 — стеновая панель; 2 — панель перекрытия; 3, 3' — инъекционные трубки  $\varnothing 1/2''$ , соответственно нагнетающая и контрольная; 4 — пористая резина; 5 — алюминиевый уголок  $30 \times 30 \times 33$ ; 6 — шпилька М6  $l=290$ ; 7 — инъектор

патрубки закрываются резиновой или деревянной пробкой и производится опрессовка раствора в кладке (или в полости стыка), т. е. выдерживание его под давлением 0,5—0,6 МПа при закрытых выходных отверстиях. Опрессовка обеспечивает заполнение раствором возможных пустот, пор, раковин. Затем штуцер снимается с нагнетательного патрубка и переставляется на другой.

**3.9.** Нагнетание раствора производится в каждый патрубок отдельно, начиная с нижнего яруса. После окончания инъецирования одного яруса патрубков тотчас переходят на другой — до тех пор, пока не будут использованы все установленные патрубки.

**3.10.** В случае течи раствора в процессе инъецирования — в кладке эти места заделываются цементным или гипсовым тестом, а при инъецировании стыков — уплотняются тонкими металлическими пластинами разных размеров. Пластины вставляются между бетоном и пористой резиной.

**3.11.** Не следует допускать перерывов при нагнетании раствора через патрубок, так как возможно образование растворной пробки. Если почему либо произошла остановка в движении раствора, следует приостановить инъецирование, сбросить имеющееся в сети давление и устранить причину нарушения движения раствора.

## 4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И НАГНЕТАНИЯ ИНЪЕКЦИОННЫХ РАСТВОРОВ

**4.1.** Для приготовления растворов и подачи их в конструкцию следует применять механические инъекционные агрегаты непрерывного действия.

**4.2.** Один из типов инъекционного агрегата, рекомендуемого к применению, разработан в ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко совместно с ЭКБ ЦНИИСК Госстроя СССР. Общий вид агрегата и его схема представлены на рис. 5 (а, б).



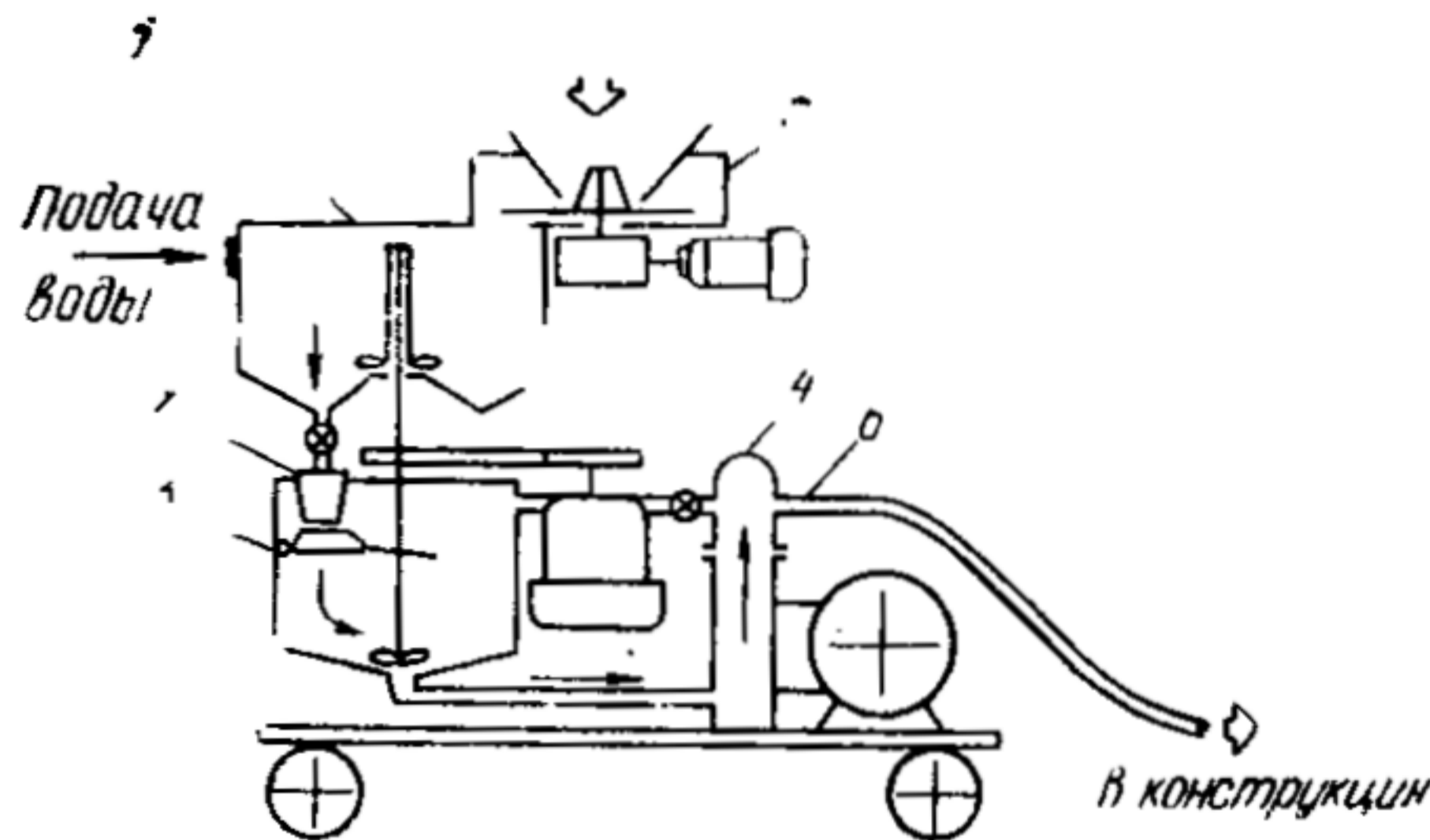
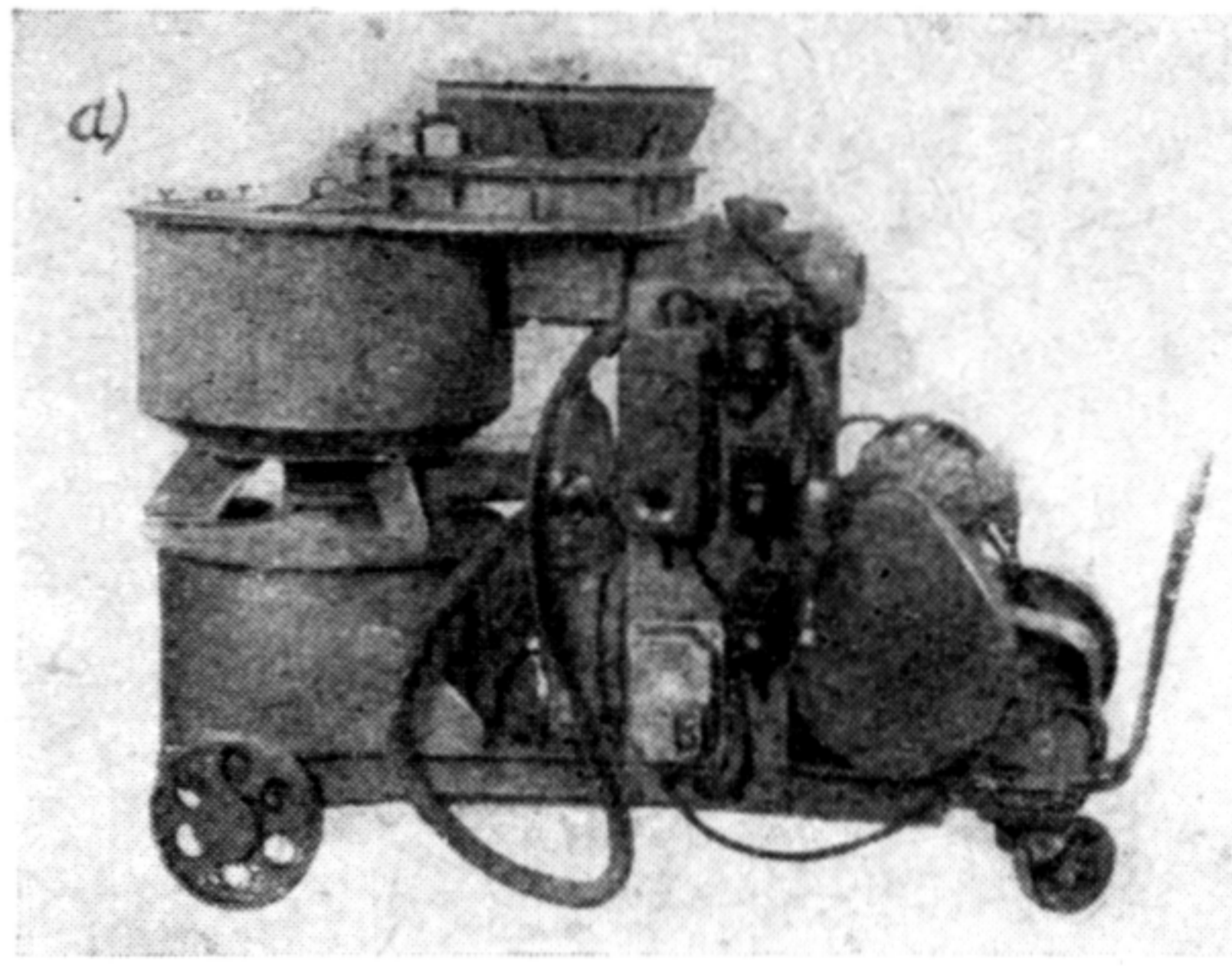


Рис. 5. Инъекционный агрегат непрерывного действия для приготовления и нагнетания раствора  
 а — общий вид агрегата; б — схема агрегата; 1 — скоростная механическая растворомешалка; 2 — виброфильтр; 3 — резервуар для временного хранения готового раствора; 4 — растворонасос; 5 — механический питатель; 6 — резиновый шланг  $\varnothing 1''$

Агрегат включает следующее оборудование:

скоростную механическую растворомешалку непрерывного действия, представляющую собой резервуар объемом 50 л с вертикальным валом с лопастями и смонтированным на верхней крышке механическим питателем для сыпучих материалов, в резервуаре производится перемешивание компонентов инъекционного раствора;

резервуар для временного хранения готового раствора, объемом 50 л, который смонтирован непосредственно под верхним резервуаром — растворомешалкой; из верхнего резервуара смесь поступает в нижний через механический виброфильтр; нижний резервуар также снабжен вертикальным валом с лопастями, что позволяет перемешивать готовый инъекционный раствор до подачи его в конструкцию, предотвращая оседание частиц цемента, поддерживая их во взвешенном состоянии;

механический растворонасос С-251, обычно применяемый в строительных условиях. Насос служит для нагнетания раствора, производительность его  $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ , дальность подачи раствора достигает по горизонтали — 50 м;

пульт управления со смонтированными кнопками включения (отдельно каждого установленного механизма).

Оборудование (резервуары, насос, электромоторы и пр.) установлено на подвижном шасси.

Общий вес установки 350 кг.



Агрегат изготовлен на заводе Опытных конструкций и оборудования (ЗОКИО) ЦНИИСКА Госстроя СССР.

**Примечание.** Сведения об оборудовании для инъецирования, применяемом в СССР, имеются в обзоре «Оборудование и механизмы для специальных гидротехнических работ в энергетическом строительстве».

**4.3.** При малых объемах работ рекомендуется использовать ручные растворонасосы.

Примером ручного растворонасоса может служить насос диафрагменного действия С-402 Прилуцкого завода строительных машин. Производительность его 0,18 м<sup>3</sup>/ч.

**4.4.** В установках могут быть использованы растворонасосы плунжерного, винтового и пневматического действия. Примером нагнетателя пневматического действия может служить установка С-562, используемая в строительстве для нанесения жидкой шпаклевки. Установка смонтирована на двух колесах и состоит из конического бачка и комплекта шлангов. Принцип работы установки: бачок заполняется раствором и закрывается крышкой с прижимным винтом. Затем в него подается сжатый воздух, который давит на раствор и выгоняет его через шланг в конструкцию. Емкость бачка 20 л, рабочее давление 0,7 МПа.

**4.5.** При выполнении работ необходимо иметь два насоса на случай неисправной работы одного из них.

**4.6.** Подача инъекционного раствора в конструкцию (кладку или полость стыков) производится по разводящей сети, состоящей из резиновых шлангов  $\varnothing$  25 мм с тканевыми прокладками, рассчитанными на давление не менее 3 МПа. Сеть должна быть снабжена регулировочной арматурой (вентили, инъеكتور, краны), с помощью которых можно отключить отдельные участки сети.

**4.7.** К инъекционной установке прилагаются весовые дозаторы для сыпучих материалов (песка, цемента, добавок) и объемные — для жидкостей.

## **5. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ**

**5.1.** Производство работ по инъецированию в зимнее время имеет свои особенности, связанные с воздействием отрицательных температур на инъекционный раствор.

**5.2.** Твердение раствора при инъецировании в зимнее время следует обеспечивать введением противоморозных добавок нитрита натрия  $\text{NaNO}_2$  и поташа  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . В качестве пластификатора в растворы с поташом необходимо использовать сульфитно-дрожжевую бражку (СДБ).

**5.3.** Использование противоморозных добавок в инъекционных растворах позволяет в зимних условиях сохранить технологию инъекционных работ, предусмотренную для положительных температур, не требует обогрева конструкций, материалов и оборудования. Растворы с противоморозными добавками на морозе набирают необратимую прочность.

**5.4.** Количество добавки в инъекционные растворы назначается в том же порядке, что и для обычных кладочных растворов, согласно требованиям соответствующих глав СНиП и другой нормативной документации по производству работ в зимних условиях.

**5.5.** Марка на сжатие цементного инъекционного раствора для замоноличивания стыков принимается (для летних и зимних условий одинаковой) в соответствии с проектом.



При этом марка раствора с противоморозной добавкой принимается равной марке раствора, запроектированной для проведения работ в летних условиях, если работы будут выполняться при температуре наружного воздуха до минус 20°C и на одну марку выше — при температуре ниже минус 20°C.

**5.6.** Для приготовления зимних инъекционных растворов с противоморозными добавками рекомендуется применять портландцементы и шлакопортландцементы марки не ниже М400.

**5.7.** При инъектировании конструкций в зимнее время следует применять растворы с уменьшенным содержанием воды ( $V/C=0,5—0,6$ ) с обязательной добавкой пластификаторов.

**5.8.** Для высококачественного инъектирования в зимнее время необходимо применять следующие составы инъекционных растворов:

для платформенных стыков 1:0,35:0,06—0,1 (цемент : песок : нитрит натрия) при  $V/C=0,6$ ;

для кладки 1:0,25:0,06—0,1 (цемент : песок : нитрит натрия) при  $V/C=0,6$  или 1:0,06—0,1 (цемент : нитрит натрия) при  $V/C=0,5$ .

Добавка нитрита натрия в инъекционный раствор значительно увеличивает подвижность растворной смеси при сравнительно небольших водоцементных отношениях.

**5.9.** В инъекционный раствор с добавкой поташа для его пластификации и обеспечения подвижности более продолжительный период времени следует вводить кирпичную глину (ГОСТ 9169—75) и мел осажденный (ГОСТ 12085—73\*). Ориентировочные величины добавок мела указаны в таблице.

Компоненты	Содержание в растворной смеси в долях от массы цемента							
	0,4		0,3			0,2		
Песок	5							
Глиняное тесто	0,4		0,3			0,2		
Поташ 0,05	0,1	0,15	0,05	0,1	0,15	0,05	0,1	0,15
Мел 0,0025	0,002	0,0015	0,002	0,0025	0,0025	0,0025	0,002	0,001

**5.10.** Приготовление инъекционных растворов с химическими добавками производится по правилам приготовления обычных растворов с той лишь разницей, что они затворяются водными растворами химических добавок, количество которых устанавливается соответствующими нормами.

**5.9.** В инъекционный раствор с добавкой поташа для его пластификации в сети производится обязательная чистка установки: верхний и нижний резервуары, а также шланги разводящей сети промываются водными растворами химических добавок.

## 6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИНЪЕКЦИОННЫХ РАСТВОРОВ

**6.1.** Контроль качества инъекционных растворов заключается в пооперационном контроле на всех этапах инъектирования:

в период приготовления инъекционного раствора;

в процессе нагнетания раствора в кладку или полость стыка;

после затвердевания раствора (контроль плотности заполнения трещин в кладке или плотности заполнения стыка и определения фактической прочности инъекционного раствора).

**6.2.** Обеспечение хорошего качества инъекционного раствора в период его приготовления возможно при тщательном контроле за его вязкостью, водоотделением и прочностью на сжатие. Указанное требуется при выполнении работ как в летнее время, так и при отрицательной температуре наружного воздуха.

**6.3.** Вязкость инъекционных растворов следует определять вискозиметрами ВЗ-1 и ВЗ-4, наиболее приспособленными для построечных условий. На указанных приборах вязкость определяется в условных единицах (с). Вязкость растворов должна ориентировочно составлять 8—10 с по ВЗ-1 и 15—20 с по ВЗ-4.

Вязкость можно определять на ривискозиметре РН-211 (производство ГДР) в абсолютных единицах — пуазах.

**6.4.** Водоотделение цементных и цементно-полимерных растворов должно быть минимальным — не превышать 8—10% при инъектировании кладки и не более 5% — при заделке платформенных стыков.

Водоотделение определяется по общепринятой методике: часть приготовленного раствора заливается в стеклянный цилиндр (мензурку) емкостью 1 л, Ø 100 мм. Цилиндр закрывается крышкой и отстаивается в течение 1 ч. Величина водоотделения, вследствие оседания твердых частиц цемента характеризуется отношением, %, отделившейся из раствора воды к объему раствора.

**6.5.** При производстве работ по инъектированию прочность раствора при сжатии определяется по испытанию контрольных образцов-кубов с ребром 7,07 см, изготавливаемых в металлических формах на отсасывающем основании.

На один замес растворомешалки (объемом 50 л) следует изготавливать не менее 7 контрольных образцов-кубов.

Образцы следует хранить в том же температурно-влажностном режиме, что и инъектируемые конструкции.

**6.6.** Испытания образцов-кубов производят через 28 дней после изготовления. Допускается также делать предварительные контрольные испытания образцов-кубов в возрасте 3,7 и 14 сут.

**6.7.** При инъектировании конструкций в зимнее время при отрицательной температуре наружного воздуха испытание образцов-кубов производят после выдерживания их на морозе 28+28 сут при положительной температуре наружного воздуха (см. «Инструкция по приготовлению и применению строительных растворов». СН 290-74).

**6.8.** Для полимерных инъекционных растворов на основе эпоксидных смол изготавливаются образцы-кубы с ребром 3 см в соответствии с ГОСТ 4651—82.

**6.9.** В процессе нагнетания контроль качества осуществляется путем сравнения объема использованного раствора с объемом, который практически необходим для заполнения свободного пространства в кладке (трещины, пустые швы, раковины и пр.) или полости платформенного стыка (геометрические размеры).

**6.10.** Контроль заполнения кладки раствором можно осуществлять по радиусу его распространения при нагнетании в конструкцию, опре-



деляемому по вытеканию раствора через патрубки и щели, по изменению давления на манометре насоса, указывающего на повышение жесткости раствора или его утечку и т. д.

**6.11.** После твердения раствора в кладке или полости стыков качество инъецирования можно определять:

а) в кладке — путем отборки кернов с цементными прослойками из усиленных участков кладки с последующим их испытанием на сжатие и сравнением с прочностью не поврежденных кернов, отобранных из целого кирпича. Керны отбираются из кладки при помощи электродрели с цилиндрическим забурником в качестве наконечника. Забурник имеет форму цилиндра высотой и  $\varnothing$  50 мм. Керны отбираются по 2 шт. на каждые 1,5—2 м<sup>2</sup> усиливаемой зоны кирпичной кладки;

б) в платформенных стыках — после демонтажа сборно-разборной инвентарной опалубки путем визуального осмотра (наличие пор, раковин, усадочных трещин и пр.), определения фактической прочности инъекционного раствора по испытаниям на сжатие образцов-пластинок, вынутых из горизонтальных швов стыков выборочно (1 пластина на 1 стык). Испытания пластинок раствора выполняются в соответствии с СН 290-74.

**6.12.** Плотность заполнения поврежденной кладки и стыков раствором помимо вышеуказанного можно определять неразрушающим методом с помощью ультразвуковых приборов УКБ-1М. Бетон-транзистор или приборами аналогичного действия. Качество заполнения определяется по величине скорости ультразвуковых импульсов и по степени их затухания.

**6.13.** Общее руководство и контроль за инъецированием кладки или монтажом стыков крупнопанельных зданий методом инъекции должен осуществлять прораб или сменный мастер согласно требованиям имеющихся нормативных документов и соответствующих глав СНиП по правилам производства и приемки работ.

**6.14.** В условиях строительной площадки следует вести журнал производства работ по инъецированию кладки или выполнению швов платформенных стыков инъекционным методом, в котором необходимо отмечать составы используемых растворов, марку и вид цемента, прочностные и реологические характеристики раствора, температуру наружного воздуха, а также другие показатели.

**6.15.** По результатам испытаний и материалам выполняемого контроля за производством работ оформляется акт на скрытые работы.

## **7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ**

**7.1.** При производстве работ по инъецированию поврежденной кладки или платформенных стыков необходимо соблюдать требования главы СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве», руководствоваться всеми действующими правилами охраны труда, а также указаниями, изложенными ниже.

**7.2.** К работе с электрифицированными и пневматическими инструментами допускаются лица, прошедшие специальное обучение.

**7.3.** Прочность и плотность всех соединений в механизмах и шлангах должны быть проверены перед началом инъекционных работ. Воспрещается работать с неисправным манометром. Манометр должен быть опломбирован. Необходимо следить за своевременной смазкой всех трущихся частей механизмов.

**7.4.** Подключать шланги к трубопроводам сжатого воздуха разрешается только через вентили, установленные на воздухораспределительных коробках или отводах от магистрали.



**7.5.** Все аппараты, работающие под давлением, необходимо не менее 1 раза в месяц опробовать гидравлическим насосом на двойное рабочее давление.

**7.6.** Все электрооборудование должно быть заземлено в соответствии с существующими требованиями для передвижных установок.

**7.7.** Запрещается работа растворонасоса при давлении, превышающем указанное в его паспорте.

**7.8.** Разборка, ремонт и чистка установки производится после снятия давления и отключения ее от электросети. Продувка шлангов сжатым воздухом допускается только после удаления людей за пределы опасной зоны.

**7.9.** Рабочие, выполняющие инъецирование, обеспечиваются спецодеждой (комбинезоном, рукавицами, резиновыми перчатками, касками и предохранительными очками).

**7.10.** К работе по инъецированию допускаются рабочие или лаборанты только по достижении ими 18-летнего возраста и после прохождения инструктажа.

**7.11.** На всех емкостях, содержащих полимерные материалы, используемых в качестве пластификаторов раствора, должны быть предупредительные надписи.

**7.12.** Приготовление водных растворов противоморозных добавок должно производиться с соблюдением следующих условий:

помещения, в которых производится приготовление растворов с добавками нитрита натрия и поташа, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией;

лица, имеющие поврежденные кожные покровы (ожоги, раздражения, царапины и т. п.), к приготовлению водных растворов солей не допускаются.

**7.13.** Цистерны и емкости для хранения водных растворов добавок должны быть закрыты, а ключи находиться у ответственного лица каждой смены.

**7.14.** Запрещается принимать пищу в помещениях, где хранится поташ и нитрит натрия или приготавливается его водный раствор.

**7.15.** В зимнее время очистку и промывку трубопроводов до начала и после окончания работ следует производить водными растворами противоморозных добавок (кроме поташа), подогретым известковым раствором или известковым молоком. Следует обращать внимание на то, чтобы резиновые шланги при прочистке и промывке системы нигде не провисали и в них не задерживался раствор, известковое молоко или вода.

**7.16.** Резиновые шланги необходимо оберегать от промораживания, по окончании работ их следует отсоединять от трубопровода и хранить в теплом помещении.

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Таблица 1

Сравнение основных технико-экономических показателей методов усиления каменной кладки: четырехсторонней металлической обоймой, перекладкой поврежденных участков кладки, методом инъекции

Показатели	Единица измерения	Методы усиления кладки					
		четырёхсторонняя металлическая обойма		разборка и перекладка кладки		Метод инъекции	
		стена толщиной, см				Вид инъекционного раствора	
		38	64	38	64		
Приведенные затраты	руб/%	$\frac{33,4}{99}$	$\frac{35,07}{104}$	$\frac{33,8}{100}$	$\frac{33,39}{98}$	$\frac{3,76}{11}$	$\frac{14,06}{40}$
Стоимость в деле	руб/%	$\frac{26,6}{90}$	$\frac{23,6}{80}$	$\frac{29,3}{100}$	$\frac{28,9}{102}$	$\frac{3,48}{12}$	$\frac{13,78}{53}$
Затраты труда	чел-ч/%	$\frac{41}{186}$	$\frac{60}{272}$	$\frac{22}{100}$	$\frac{33,1}{150}$	$\frac{12}{54}$	$\frac{12}{54}$

**СРАВНЕНИЕ**

**основных технико-экономических показателей  
методов монтажа платформенных стыков крупнопанельных зданий  
с обычной заделкой швов и заделкой  
методом инъекции (цементным раствором под давлением)**

на 1 стык (6 м горизонтального шва)

Показатели	Единица измерения	Метод монтажа платформенного стыка	
		обычный монтаж в соответствии с действующими нормами	монтаж конструкций «насухо» с заделкой швов инъекционным методом
Приведенные затраты	$\frac{\text{руб.}}{\%}$	$\frac{47,68}{100}$	$\frac{46,94}{98,4}$
Затраты труда	$\frac{\text{чел.-ч}}{\%}$	$\frac{3,35}{100}$	$\frac{2,55}{76}$
Стоимость в деле	$\frac{\text{руб.}}{\%}$	$\frac{2,01}{100}$	$\frac{1,27}{63}$

Приложение 2

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ КЛАДКИ,  
УСИЛЕННОЙ МЕТОДОМ ИНЪЕКЦИИ**

Предел прочности ( $\bar{R}$ ) кирпичной кладки при сжатии, усиленной инъектированием раствора в трещины, принимается по главе СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции. Норма проектирования», с введением коэффициентов:

для кладки простенков, столбов и стен с трещинами от силовых воздействий и усиленных инъектированием цементными и цементно-песчаными растворами — 1,1;

то же, при инъектировании цементно-полимерными растворами — 1,3;

то же, при усилении инъектированием полимерными растворами — 1,5;

для кладки стен с одиночными трещинами от неравномерной осадки стен или нарушением связи между совместно работающими стенами и усиленных инъектированием цементно-полимерными и полимерными растворами — 1.



**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ ПРОЧНОСТИ НА СЖАТИЕ ПЛАТФОРМЕННЫХ СТЫКОВ С ИНЪЕКЦИОННОЙ ЗАДЕЛКОЙ ШВОВ**

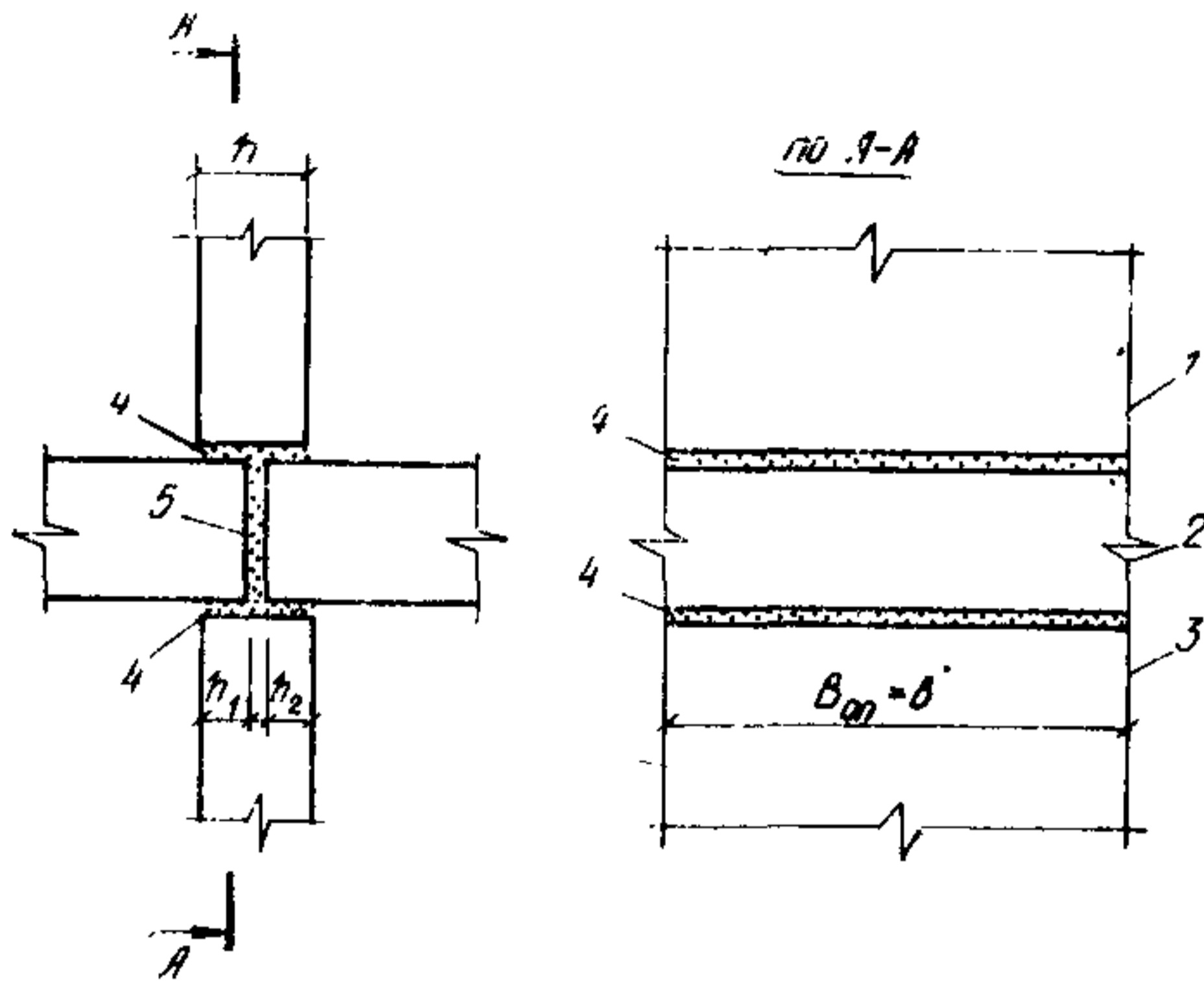


Рис. 6. Платформенные стыки с инъекционной заделкой швов

1 — верхняя стеновая панель; 2 — панель перекрытия; 3 — нижняя стеновая панель; 4 — горизонтальный растворный шов; 5 — вертикальный растворный шов

1. Прочность платформенных стыков с инъекционной заделкой швов (рис. 6) зависит от прочности бетона стыкуемых конструкций, инъекционного раствора и определяется как прочность стыков с обычной заделкой:

$$N_{оп} = R_{оп} F_{оп} m_{ш} m_{оп} \quad (1)$$

или в преобразованном к напряжению виде

$$\sigma \leq R_{оп} m_{ш} m_{оп}, \quad (2)$$

где  $R_{оп}$  — призмочная прочность бетона панели ( $R_{пр}$ ) с учетом коэффициента условий работы 0,9;  $m_{ш}$  — коэффициент, учитывающий влияние прочности и толщины горизонтального растворного шва, определяемый для платформенного опирания панелей (при фиксированной толщине инъектированных растворных швов до 20 мм), как

$$m_{ш} = 1 - \frac{0,08}{0,2 + \bar{R}_{ш} / \bar{R}_{ст}}, \quad (3)$$

где  $\bar{R}_{ш}$  — проектная марка по прочности на сжатие инъекционного раствора в горизонтальных швах;

$R_{оп}$  — проектная марка по прочности на сжатие бетона стеновой панели;

$m_{оп}$  — коэффициент, учитывающий размеры опорных площадок, эксцентриситет продольной силы, определяемый по формуле:

$$m_{оп} = 0,9 * m_e m_{пер} \frac{h_1 + h_2}{h}, \quad (4)$$

где  $m_e$  — коэффициент, зависящий от эксцентриситета продольной сжимающей силы относительно центра тяжести стыка;

$$m_e = 1 - 2e_{оп} / h, \quad (5)$$

где  $m_{пер}$  — коэффициент, зависящий от соотношения прочностей на сжатие опорных участков  $R_{оп}$  стеновых панелей и плит перекрытий;

$m_{пер}$  при  $R_{пер} \geq R_{оп}$  принимается равным 1, при  $m_{пер} < R_{оп}$  определяется как

$$m_{пер} = 1 - (1 - R_{пер} / R_{оп})^2, \quad (6)$$

где  $R_{пер}$  — расчетная прочность бетона плиты перекрытия.

\* При инъекционном заполнении шва коэффициент при формуле (5) принимается равным 1.

**Пример.** Определим необходимое количество этажей, которое можно смонтировать «насухо» на прокладках в девятиэтажном крупнопанельном доме 135 серии. Панели внутренних стен выполнены из тяжелого бетона класса В-20, толщиной 16 см. Опирание перекрытий платформенное, глубина опирания перекрытий 7 см.

1. По проекту (типовой проект 135-01/1) наиболее нагруженным является шов цокольной панели на отметке — 0,24. Действующие нормативные нагрузки на этом уровне от собственного веса конструкций и ветровой нагрузки, приходящейся на стык, равны:

$$686,5 \text{ кН/м} - 345,6 \text{ кН/м} = 340,9 \text{ кН/м},$$

где 686,5 кН/м — общая эксплуатационная нагрузка здания;

340,9 кН/м — монтажная нагрузка.

От одного этажа здания нагрузка на стык составит (приблизительно)  $340,9 \text{ кН/м} : 9 = 37,8 \text{ кН/м}$ , на 6 м — 227 кН.

2. При монтаже здания на упругих прокладках размером  $16 \times 15 \text{ см}$  (3 шт. на длине 6 м), нагрузка на одну (центральную) прокладку составит — 113,5 кН.

3. Напряжения в опорной части стены при этом составят:

$$\sigma = 113,5 \text{ кН} : 210 \text{ см}^2 = 5,5 \text{ МПа}.$$

Принимая бетон стеновой панели класса В-20, определяем  $R_{пр}$  бетона

$$R_{пр} = 0,85 R_{куб} = 21,25 \text{ МПа}.$$

При монтаже девятиэтажного дома серии 135-01/1 без раствора насухо на упругих прокладках можно возвести 3 этажа.

#### Приложение 4

### ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДАТЛИВОСТИ ИНЪЕКЦИОННЫХ РАСТВОРНЫХ ШВОВ И ПЛАТФОРМЕННЫХ СТЫКОВ С ИНЪЕКЦИОННОЙ ЗАДЕЛКОЙ ШВОВ

1. Величина податливости сжатию  $\lambda_c$  платформенных стыков с инъекционной заделкой швов определяется так же, как стыков с обычной заделкой, по формуле

$$\lambda_c = \frac{2h}{h_1 + h_2} \lambda_{ш}, \quad (7)$$

где  $\lambda_{ш}$  — величина податливости сжатию горизонтальных инъекционных растворных швов между панелями ( $\text{см}^3/\text{Н}$ ).

2. Величину податливости при кратковременном сжатии  $\lambda_{ш}$  горизонтальных растворных швов при инъекционной заделке стыков рекомендуется принимать равной  $0,9 \times 10^{-3} \text{ см}^3/\text{Н}$ .

3. Величину коэффициента податливости  $\lambda_c$  для стыков с инъекционной заделкой шва при положительной температуре рекомендуется принимать в среднем  $2,2 \times 10^{-3} \text{ см}^3/\text{Н}$ , а при производстве работ при отрицательной температуре —  $5 \times 10^{-3} \text{ см}^3/\text{Н}$ .

СОДЕРЖАНИЕ	Стр.
Предисловие . . . . .	3
1. Общие положения . . . . .	4
2. Требования к материалам и составы инъекционных растворов . . . . .	<b>5</b>
3. Технология и производство инъекционных работ . . . . .	<b>7</b>
4. Оборудование для приготовления и нагнетания инъекционных растворов . . . . .	<b>11</b>
5. Особенности проведения работ в зимнее время . . . . .	<b>13</b>
6. Контроль качества инъекционных растворов . . . . .	<b>15</b>
7. Техника безопасности при производстве работ . . . . .	<b>16</b>
<i>Приложение 1.</i> Техничко-экономические показатели . . . . .	18
<i>Приложение 2.</i> Рекомендации по расчету кладки, усиленной методом инъекции . . . . .	19
<i>Приложение 3.</i> Рекомендации по расчету прочности на сжатие платформенных стыков с инъекционной заделкой швов . . . . .	20
<i>Приложение 4.</i> Характеристика податливости инъекционных растворных швов и платформенных стыков с инъекционной заделкой швов . . . . .	21



*Нормативно-производственное издание*

ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР

**РЕКОМЕНДАЦИИ  
по повышению качества каменной кладки  
и стыков крупнопанельных зданий  
инъецированием растворов под давлением**

Редакция инструктивно-нормативной литературы

Зав. редакцией *Л. Г. Бальян*

Редактор *В. В. Петрова*

Мл. редактор *Л. М. Климова*

Технический редактор *М. Н. Полюшкина*

Корректор *С. А. Зудилина*

**Н/К**

---

Подписано в печать 11.02.87 г. Т-06476.

Формат 80×108/32. Бумага офсетная № 2. Гарнитура «Литературная».

Печать высокая. Усл. печ. л. 1,26. Усл. кр.-отт. 1,47.

Уч.-изд. л. 1,68. Тир. 4000 экз. Изд. № XII-20. Зак. 771. Цена 10 коп.

---

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а  
Типография ВДНХ СССР