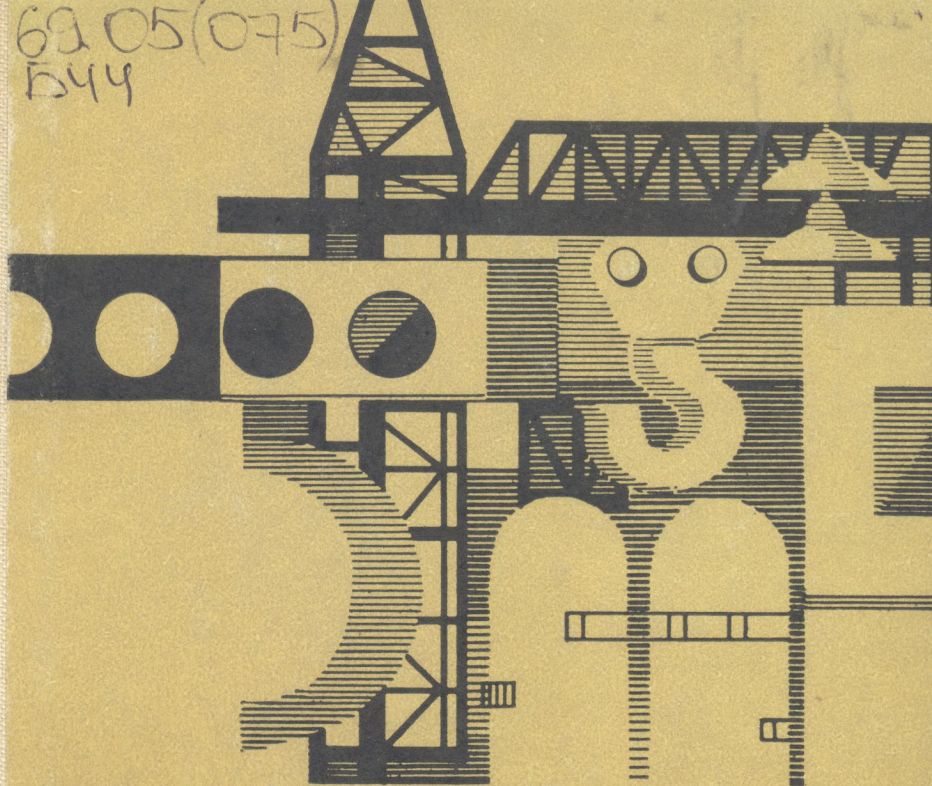


69.05(075)  
Б44



Ю. И. Беляков  
А. П. Снежко

# РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ВИЩА ШКОЛА

Ю.И.Беляков  
А.П.Снежко

# РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Допущено Министерством  
высшего и среднего  
специального образования УССР  
в качестве учебного пособия  
для студентов вузов,  
обучающихся по специальности  
«Промышленное и гражданское  
строительство»

Киев  
Головное издательство  
издательского объединения  
«Выща школа»  
1988



## ПРЕДИСЛОВИЕ

В основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года намечено обеспечение поступательного роста экономики путем концентрации капитальных вложений на главных направлениях, прежде всего на реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий. Так, объемы капиталовложений, направляемые на реконструкцию действующих предприятий, в двенадцатой пятилетке будут увеличены до 50 %.

Техническая необходимость реконструкции вызвана прежде всего моральным и физическим износом оборудования действующих предприятий. Срок морального износа оборудования в условиях научно-технического прогресса 7—8 лет. Нормативный срок эксплуатации зданий обычно составляет 80—100 лет, а зданий и сооружений горячих цехов черной металлургии снижается до 40—60 лет, а иногда до 30—40 лет. Таким образом, промышленные здания в период эксплуатации должны претерпевать 5—8-кратное обновление технологического оборудования, которое обычно вызывает изменения в объемно-планировочных решениях цехов. Кроме этого, появляется необходимость выполнения работ по восстановлению несущей способности конструкций и повышению долговечности зданий и сооружений.

Экономическая эффективность капитальных вложений в реконструкцию обычно выше, чем в новое строительство. Если при новом строительстве промышленных предприятий необходимо осуществлять весь комплекс строительно-монтажных работ, начиная с инженерной подготовки территории, инженерных коммуникаций, то при реконструкции предполагается только частичное переустройство сооружений и коммуникаций, частичное создание новых основных фондов предприятий.

При реконструкции выполняется комплекс работ по строительству и расширению вспомогательных объектов, замене морально и физически изношенного оборудования,



а также устраняются диспропорции между технологическими подразделениями предприятия. В результате зачастую увеличиваются производственные мощности предприятий, улучшаются технико-экономические показатели по сравнению с новым строительством и расширением аналогичных предприятий. Реконструкция позволяет увеличить выпуск продукции без расширения производственных площадей, с меньшими затратами и в более короткие сроки по сравнению с новым строительством.

Для эффективного проведения реконструктивных работ требуются совершенствование существующей технологии и средств механизации, а также разработки нового оборудования и механизмов, специально приспособленных для работы в условиях реконструкции действующих предприятий.

Вопросами совершенствования технологии и организации реконструктивных работ, а также модернизации существующего оборудования и создания новых средств механизации для работы в стесненных условиях в последние годы занимаются многие научно-исследовательские, проектно-конструкторские и производственные организации.

Настоящее учебное пособие предназначено для углубленного изучения взаимосвязанных вопросов технологии, механизации и частично организации строительно-монтажных работ, осуществляемых в условиях реконструкции действующих предприятий. Это необходимо при изучении основного курса «Технология строительного производства» студентами специальности «Промышленное и гражданское строительство», в особенности при выполнении курсовых и дипломных проектов, научно-исследовательских работ, связанных с реконструкцией промышленных предприятий, а также с возведением новых объектов в стесненных условиях. Учебное пособие может быть также использовано работниками проектных и строительных организаций.

Приведенный в пособии материал отражает специфику производства работ при реконструкции одно- и многоэтажных зданий как наиболее распространенных в промышленном строительстве.

Предисловие, главы 4—10 написаны доктором технических наук, профессором Ю. И. Беляковым, главы 1—3 и 11 — кандидатом технических наук, доцентом А. П. Снежко.

В подборе материалов для параграфов 4.2, 6.4 и 8.1 принимал участие кандидат технических наук Е. Г. Романушко, для параграфов 10.1 и 10.2 — инженер В. В. Джеджера.

### **1.1. Разновидности реконструкции**

Главной задачей промышленного строительства является наращивание производственного потенциала страны на основе новой технической базы с ускоренным обновлением производственных фондов и возрастанием их социально-экономической эффективности. Одно из основных направлений в решении этой задачи — внедрение новейших научно-технических достижений в производство, техническое перевооружение и реконструкция действующих предприятий.

В соответствии с определениями форм воспроизводства основных производственных фондов, утвержденных Госстроем СССР, Стройбанком СССР и ЦСУ СССР в 1983 г., установлены новые определения расширения, технического перевооружения и реконструкции предприятий.

Расширение предприятий предусматривает строительство дополнительных производств (зданий, сооружений, коммуникаций и т. п.) на территории действующего предприятия или прилегающей к нему территории.

Техническое перевооружение предприятия — это комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение технического уровня производства на основе внедрения новой техники и технологии, модернизации и замены устаревшего и изношенного оборудования более совершенным.

Реконструкция действующего предприятия представляет собой переустройство предприятия по единому комплексному проекту, как правило, без строительства новых и расширения существующих объектов и цехов *основного* назначения, направленное на совершенствование производства и улучшение его технико-экономического уровня на базе современных достижений научно-технического прогресса.

При реконструкции предприятия при необходимости может осуществляться: новое строительство и расширение действующих объектов вспомогательного и обслуживающе-

го назначения с заменой устаревшего оборудования, устранением диспропорций в технических звеньях предприятия и вспомогательных службах; строительство новых зданий и сооружений того же назначения взамен ликвидируемых на территории действующего предприятия, дальнейшая эксплуатация которых по технико-экономическим причинам является нецелесообразной; расширение отдельных зданий и сооружений основного, вспомогательного и обслуживающего назначения в тех случаях, когда более высокопроизводительное и совершенное технологическое оборудование не может быть размещено в существующих зданиях.

В результате проведения реконструкции действующего предприятия должна быть достигнута одна или одновременно несколько целей [20]: увеличение производственной мощности предприятия; изменение вида и номенклатуры выпускаемой продукции, повышение ее качества; повышение производительности и условий труда; снижение материалоемкости производства; повышение требований к охране окружающей среды и др.

Многоцелевой и многорезультативный характер реконструкции действующих предприятий предопределяет особый подход к классификации ее видов. Виды реконструкции можно классифицировать по таким признакам:

коэффициенту обновления производственных фондов;

характеру строительно-монтажных работ;

условиям стесненности выполнения СМР;

конструктивными особенностями реконструируемых зданий;

соотношению объемов внутри- и внецеховых конструктивных работ;

ограничениям, накладываемым условиями выполнения СМР;

уровню требований техники безопасности;

характеру совмещения СМР с деятельностью предприятия.

По коэффициенту обновления производственных фондов ( $K$ ) различают реконструкцию: большую ( $K > 0,40$ ), среднюю ( $0,20 \leq K \leq 0,40$ ) и малую ( $K < 0,20$ ). Коэффициент обновления производственных фондов представляет собой отношение стоимости вновь вводимых в действие основных фондов к общей сумме основных фондов после реконструкции предприятия. Иногда в результате значительных объемов капиталовложений в реконструкцию действующих предприятий коэффициент обновления основных фондов может составлять 0,85...0,95, что свидетельствует о

приближении реконструкции по характеру и объему к новому строительству.

По степени стесненности работы могут выполняться в следующих условиях: не стесненных; мало стесненных; стесненных; особо стесненных.

По конструктивным особенностям реконструируемых зданий различают реконструкцию с возможностью применения индустриальных конструкций; без возможности применения индустриальных конструкций.

По соотношению объемов внутри- и внецеховых работ реконструкция может быть с преобладанием внутрицеховых работ; с преобладанием внецеховых работ.

По ограничениям, накладываемым условиями выполнения работ, реконструкция может осуществляться без ограничений; с ограничениями.

По уровню требований техники безопасности реконструкция может осуществляться с учетом обычных требований, предусматриваемых при новом строительстве; с повышенными требованиями, обусловленными условиями выполнения работ.

По характеру выполняемых строительно-монтажных работ различают реконструкцию: с изменением объемно-планировочных решений; без изменения объемно-планировочных решений; с заменой и усилением несущих конструкций; без замены и усиления несущих конструкций; с неограниченной возможностью применения средств механизации; с ограниченной возможностью применения средств механизации; с возможностью применения только средств малой механизации; со значительными объемами ручных работ; с небольшими объемами работ по разработке зданий; с большим рассредоточением работ по территории предприятия.

По характеру совмещения строительно-монтажных работ с деятельностью предприятия реконструкция может производиться: без остановки производства; с частичной остановкой производства; с полной остановкой работы действующего предприятия.

В технической литературе приводится классификация видов реконструкции и по другим признакам. Например, по степени и глубине обновления основных фондов предприятия, по характеру стоящих перед реконструкцией задач и достижению при ее проведении целей и др. Так, по степени и глубине обновления основных производственных фондов реконструкцию действующих предприятий разделяют на три типа [7]: -

*I тип реконструкции* включает: замену старого и ввод в действие нового оборудования; устранение «узких» мест в технологических процессах предприятия; переустройство действующих зданий и сооружений (устройство надстроек, различного рода перепланировки и т. д.);

*II тип реконструкции* сопровождается капитальным переустройством старых зданий и сооружений, во многих случаях сносятся ветхие и морально устаревшие по конструктивным решениям цеха и корпуса;

*III тип реконструкции* предусматривает строительство на территории действующего предприятия значительного числа новых зданий и сооружений как взамен сносимых, так и обеспечивающих расширение предприятия.

В зависимости от характера решаемых в результате реконструкции задач ее разделяют на следующие виды:

*первый вид*, когда предусматривается совершенствование организационно-технического уровня предприятия, направленное в основном на упорядочение производственного процесса предприятия;

*второй вид* — реконструкция, направленная на повышение качества выпускаемой (или выпуска новой) продукции, а также связанная с введением новой технологии производства продукции, которая требует значительной перестройки всего основного производства;

*третий вид* — это реконструкция, предусматривающая достижение крупных социальных результатов и проводимая в интересах не только действующего реконструируемого предприятия, но и в интересах района, города или всего общества. Например, возведение комплекса очистных сооружений, сооружений по очистке воздушного бассейна региона и т. п.

Учет разновидностей реконструкции оказывает существенное влияние на разработку проектов реконструкции, выбор форм и методов ее организации, решение вопросов планирования, финансирования и материально-технического обеспечения, использования местных материалов и энергоресурсов, а также на характер, объемы и особенности производства строительного-монтажных работ.

## **1.2. Принципы организации реконструкции**

Проведение реконструкции действующего предприятия в короткие сроки при эффективном использовании капитальных вложений, трудовых и материально-технических ресурсов требует системного подхода и соблюдения основ-

ных принципов ее организации и осуществления. К таким принципам относятся:

1. Проведение реконструкции с учетом минимального переустройства и наибольшего сохранения существующих зданий, сооружений и коммуникаций. Приоритетной формой обновления основных производственных фондов предприятия должна быть замена и модернизация существующего оборудования.

2. Реконструктивные работы должны быть организованы таким образом, чтобы объем выпускаемой продукции сохранялся предприятием на прежнем уровне. Выполнение этого требования может быть достигнуто за счет: рационального совмещения во времени и пространстве производства СМР с деятельностью предприятия; переноса отдельных технологических процессов во временные (постоянные) здания, возведенные на период реконструкции предприятия или с учетом расширения производства; увеличения интенсивности СМР; создания резервных запасов сырья и материалов, необходимых для выпуска продукции, на участках, выделенных для проведения реконструктивных работ, и т. п.

3. Реконструкция может быть организована без остановки работы предприятия, с частичной остановкой и с полной остановкой основного производства. При возможности реконструкция предприятия должна быть организована с учетом непрерывного производства реконструктивных работ без остановки основного производства, когда в пределах одних и тех же участков предприятия (цеха) одновременно выполняются процессы по выпуску продукции и работы по реконструкции. При частичной остановке производства на одних участках продолжается работа предприятия, а на других ведутся работы по реконструкции или эти два вида деятельности протекают в различные смены. В этом случае процессы останавливаемых участков переносят во временные здания, создают резервные запасы изделий до остановки работы реконструируемого участка или используют аналогичные изделия, поставляемые из других предприятий. При полной остановке производства на предприятии проводятся только работы по реконструкции. На каждом участке реконструкции все реконструктивные работы должны быть разделены на три последовательно выполняемых этапа: доостановочный, остановочный и послеостановочный.

В доостановочный этап выполняются работы, которые можно осуществить без остановки основного промышленного производства. С доостановочным этапом целесообразно



но совмещать работу периода подготовки производства СМР: устройство подъездных путей, установку строительных машин и механизмов, обеспечение стройплощадки энергоресурсами, а также некоторые виды основных работ: разборку сносимых зданий, резервных коммуникаций, укрупнительную сборку технологических трубопроводов, устройство монтажных проемов, ограждающих покрытий и т. п.

В *остановочный этап*, как правило, производится основная масса строительно-монтажных работ и работ по монтажу и пусконаладке оборудования. Для сокращения продолжительности работ на этом этапе следует обеспечить рациональное насыщение фронта работ ресурсами, многосменное производство работ, максимальное совмещение работ, ограниченное только требованиями создания достаточного фронта работ и требованиями техники безопасности. Состав работ остановочного этапа определяется с таким расчетом, чтобы после его завершения стало возможным провести пуск оборудования и возобновить основное производство.

На *послеостановочном этапе* реконструкции выполняются работы, которые можно совместить с работой реконструируемого производства после его запуска: часть чистых полов, некоторые отделочные работы, заделка монтажных проемов, работы по встроенным вспомогательным помещениям, благоустройству и т. д. Завершение послеостановочного этапа должно обеспечить сдачу реконструируемого объекта в эксплуатацию.

Одним из факторов, определяющих отнесение объемов работ к тому или иному этапу реконструкции, является величина экономических потерь реконструируемого производства. В остановочный этап реконструкции потери существенно выше, чем в остальные, поэтому целесообразно наибольшие объемы реконструктивных работ выносить за пределы периода остановки.

4. При организации реконструкции дирекция предприятия должна оказывать содействие строительной организации в проведении СМР, своевременно представлять фронт работ строителям, необходимую проектно-сметную документацию, оказывать возможные услуги в обеспечении строительной площадки энергоресурсами, предоставлении путей и коммуникаций для нужд строительства. В свою очередь строительная организация должна всесторонне учитывать интересы действующего предприятия и обеспечивать сокращение сроков проведения реконструкции, экономию энер-

гетических, материальных и других ресурсов, выделяемых предприятием.

5. Методы организации реконструктивных работ должны предусматривать рациональное использование строительных конструкций, изделий и материалов, получаемых при разборке и разрушении существующих зданий и сооружений.

6. Реконструкция может производиться подрядным, хозяйственным или смешанным (предусматривающим выполнение части работ подрядным, части — хозяйственным) способами. Сложившаяся практика проведения реконструкции предприятий свидетельствует, что подрядный способ целесообразен при средней и большой реконструкции, а хозяйственный организационно и экономически выгоден при малой. Принятие того или другого способа организации реконструкции в значительной мере зависит от типа предприятия, его мощности, условий деятельности и многих других факторов. Окончательный вариант может быть принят только на основании технико-экономических расчетов.

7. При организации и проведении реконструкции должны соблюдаться следующие положения и правила [20]:

работы должны выполняться по чертежам, оформленным в установленном порядке. Отступления от чертежей должны быть согласованы заказчиком с проектной организацией;

заказчик и подрядчик должны определять и согласовывать объем, характер, очередность и сроки начала и окончания работ на всех этапах реконструкции;

заказчик и подрядчик согласовывают сроки и условия совместного выполнения строительно-монтажных работ с функционированием цехов и участков, включая остановки и изменения технологических режимов производства;

проектная организация с участием заказчика и генподрядчика, а применительно к специальным работам — с участием субподрядчика должна составить перечень и объемы работ, выполняемых в стесненных и вредных условиях, на которые распространяются удорожающие коэффициенты;

инвентарь, оснастка, приспособления, применяемые в специфических условиях реконструкции, должны иметь малую массу, малые габариты и быть удобными для применения в стесненных условиях;

должны быть определены сроки и порядок разборки зданий и сооружений, которые подлежат сносу, а также последовательность переноса инженерных сетей, коммуникаций, транспортных путей и др.;

необходимо устанавливать очередность комплексных и первоочередных поставок основных конструкций, материалов, оборудования, порядок их складирования, перемещения и подачи в зону использования;

должны быть использованы основные методы организации и последовательности включения участков (цехов) для выполнения строительно-монтажных работ в зонах повышенной пожаро- и взрывоопасности;

структура и порядок оперативного управления подготовкой и ходом СМР должны быть определены с использованием существующих на предприятии средств связи и диспетчерских систем;

должна быть обеспечена безопасная работа строителей и рабочих предприятия.

Соблюдение указанных принципов и положений дает возможность осуществлять реконструктивные работы в установленные проектные сроки и достигать плановых технико-экономических показателей промышленными предприятиями и строительными организациями.

### **1.3. Особенности производства строительно-монтажных работ в условиях реконструкции**

Производство СМР при реконструкции действующих промышленных предприятий имеет ряд особенностей ввиду того, что работы совмещены во времени и пространстве с технологической деятельностью реконструируемого производства и осуществляются в условиях сложившегося генерального плана предприятия. Это нарушает нормальную организацию и технологию СМР, затрудняет применение имеющихся средств механизации и усложняет организацию материально-технического снабжения.

Особенности производства СМР при реконструкции действующего предприятия можно объединить (в зависимости от причинных факторов) в три группы: вызванные эксплуатационной деятельностью реконструируемого предприятия, характером застройки промышленной площадки и объемно-планировочными и конструктивными решениями зданий и сооружений.

К первой группе относятся следующие факторы: *превышение установленных норм санитарно-гигиенической среды реконструируемого предприятия* (пыль, шум, загазованность и т. д.). Отрицательное воздействие санитарно-гигиенической среды предприятия проявляется при про-

изводстве работ в действующих цехах, отнесенных к разряду вредных, с большими тепло- и газовыделениями, высокой концентрацией пыли в воздухе, значительными источниками шума и вибрации. В таких условиях увеличивается трудоемкость работ и снижается производительность труда, появляются дополнительные издержки строительного производства в результате внедрения мероприятий по технике безопасности и обеспечению нормальных условий работы строителей (теплозащитные экраны, водяные завесы и т. д.);

*повышенная опасность в зоне проведения СМР* (взрыво-, пожароопасность). В этих случаях применяют менее прогрессивные способы ведения работ, понижается уровень механизации работ, запрещается ведение сварочных работ. Укрупнительную сборку строительных конструкций и технологического оборудования проводят вне территории предприятия;

*особенности технологических схем и процессов реконструируемого предприятия.* При последовательной непрерывной технологии остановка одного из цехов на реконструкцию вызывает прекращение деятельности всего предприятия. В связи с этим реконструкцию обычно осуществляют участками, которые поэтапно освобождаются предприятием. Поэтапная передача участков для производства СМР требует полного завершения работ на данном участке, что нарушает непрерывность строительных процессов из-за неподготовленности фронта работ на последующем участке и зачастую приводит к увеличению непроизводительных затрат времени на 50—100 % по сравнению с новым строительством;

*насыщенность зоны реконструкции действующим технологическим оборудованием и инженерными сетями.* Это затрудняет применение имеющихся средств механизации, усложняет организацию материально-технического снабжения, вынуждает производить дополнительные работы по предохранению технологического оборудования от повреждений. Стесненность рабочей зоны приводит к резкому снижению эксплуатационной производительности машин и механизмов, увеличению объемов немеханизированных работ. В этих условиях трудно также обеспечить размеры минимально необходимого фронта работ;

*эксплуатация внутривоздушных транспортных коммуникаций строителями и производственниками.* Наличие широкой сети автомобильных дорог и железнодорожных путей на территории промышленного предприятия снижает

объемы работ по возведению временных транспортных коммуникаций, однако при эксплуатации дорог и путей одновременно подрядной организацией и заказчиком ограничивает время использования их строителями. Часто доставка строительных конструкций, материалов и оборудования в зону СМР возможна только во время перерывов в работе транспорта действующего предприятия;

*эксплуатация цехового грузоподъемного оборудования строителями и производителями.* Для подъема и перемещения строительных конструкций и материалов часто используют цеховое грузоподъемное оборудование. В этом случае составляется график его совместной эксплуатации строителями и производителями, которым выделяется определенное время на использование оборудования, что зачастую недостаточно для ритмичности СМР. При эксплуатации производителями грузоподъемного оборудования над зоной реконструкции приходится прерывать СМР.

Ко второй группе относятся:

*высокая плотность застройки территории предприятия.* Это объясняется существующей тенденцией увеличения производственной площади в пределах существующей территории, что приводит к стесненным условиям производства СМР. Из-за недостатка свободных площадей строительные организации вынуждены оборудовать перевалочные базы вне территории предприятия, что вызывает потери рабочего и машинного времени. При невозможности создания площадок для укрупнительной сборки конструкций ограничиваются возможности крупноблочного монтажа. Следствием стесненности строительной площадки является нерациональная организация внутривозвратных транспортных потоков, что затрудняет передвижение рабочих, управление строительными машинами и механизмами;

*рассредоточенность реконструируемых объектов предприятия.* Это приводит к нерациональному размещению временных зданий и сооружений на стройплощадке и увеличивает количество пересечений людских и грузовых строительных и эксплуатационных потоков, что вызывает помехи в своевременной доставке строительных материалов, конструкций и технологического оборудования;

*насыщенность территории предприятия подземными коммуникациями.* Существующая развитая сеть подземных коммуникаций не позволяет использовать землеройную технику с полной производительностью, усложняет технологию производства работ и снижает уровень механизации земляных работ;

*узость проездов внутризаводской автодорожной сети.* Увеличение производственных площадей, сети автомобильных и железных дорог в пределах существующей территории предприятия вызывает сужение проездов, проходов, уменьшение радиусов поворота транспортных путей, что затрудняет перевозку длинномерных строительных конструкций и перемещение строительных машин, усложняет транспортные схемы доставки конструкций в зону монтажа;

К третьей группе относятся:

*сложная конфигурация реконструируемых зданий и сооружений.* В результате многократных надстроек и пристроек здания и сооружения промышленных предприятий приобретают иногда сложную конфигурацию. При реконструкции таких зданий и сооружений усложняются трассы передвижения кранов, производится их многократный монтаж и демонтаж, что снижает эффективность использования строительной техники;

*индивидуальность объемно-планировочных и конструктивных решений реконструируемых зданий и сооружений.* Генеральные планы большинства промышленных предприятий формируются на протяжении нескольких десятилетий, что приводит к большой разнотипности объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений даже на одном предприятии. В этих условиях трудно или невозможно использовать типовые технологические карты, типовые конструктивные элементы и индустриальные методы производства работ;

*недоступность элементов и конструкций реконструируемых зданий и сооружений для детального обследования.* Вследствие этого при разборке зданий и сооружений возникают непредвиденные работы по усилению и закреплению конструкций, не подвергаемых демонтажу (в общей структуре затрат рабочего времени до 8 %). Для их выполнения приходится срочно снимать людей с одного участка на другой, перемещать механизмы, что приводит к неритмичной работе.

Указанные особенности отрицательно влияют на организацию и технологию реконструктивных работ. В связи с этим по сравнению с новым строительством выработка на одного работающего обычно снижается на 20—35 %, удельный вес заработной платы повышается на 30—45 %, эксплуатационные расходы на средства механизации увеличиваются в 1,5—2,5 раза, удельная себестоимость работ повышается на 15 %.



**2.1. Задачи и содержание подготовки производства**

Особенности производства строительного-монтажных работ в условиях реконструкции действующего предприятия требуют особого подхода к инженерной подготовке производства, максимального учета всех факторов, существенно влияющих на технологию и организацию строительных процессов.

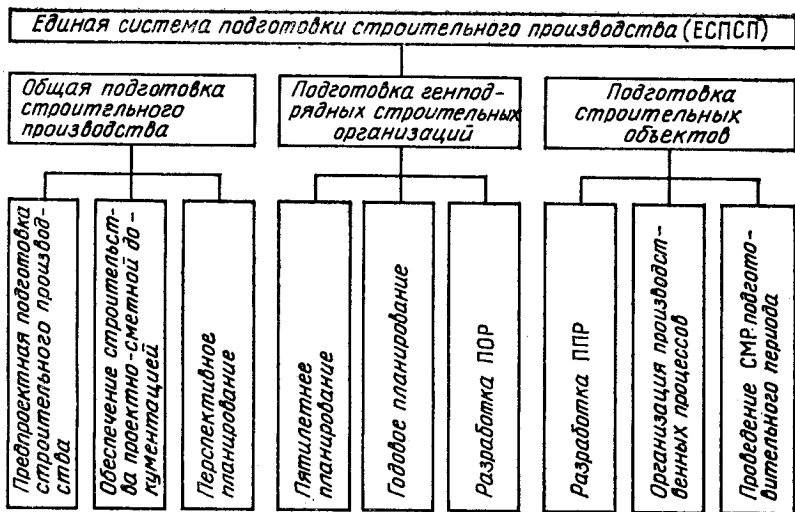
*Инженерная подготовка производства* представляет собой комплекс взаимосвязанных подготовительных мероприятий организационного, технического, технологического и планово-экономического характера, выполняемых до начала основных производственных процессов на строительной площадке и обеспечивающих своевременное проектирование, развертывание, осуществление и завершение реконструкции объекта в установленные сроки.

Главная задача инженерной подготовки производства состоит в том, чтобы обеспечить создание необходимых и благоприятных условий для планомерного развертывания и осуществления основных СМР по реконструкции предприятия индустриальными методами с высокими технико-экономическими показателями. При этом подготовка и производство реконструктивных работ должны обеспечивать минимальную продолжительность остановки технологического процесса по выпуску продукции, а при возможности — проходить без нарушения ритма работы предприятия.

Комплексное решение и увязка всех подготовительных мероприятий и работ, связанных с реконструкцией, четкое определение их структуры и содержания создают необходимые предпосылки для их непрерывного и эффективного выполнения. В строительстве в настоящее время действует единая система подготовки строительного производства (ЕСПСП), разработанная ЦНИИОМТП и рекомендованная для широкого внедрения в строительных организациях, осуществляющих строительство как новых объектов, так и реконструкцию действующих предприятий.

Система ЕСПСП предусматривает решение всех подготовительных мероприятий и работ поэтапно, начиная с общей подготовки строительного производства, подготовки генподрядных строительных организаций и подготовки объектов (рис. 2.1).

При реконструкции объектов состав задач по инженер-



Вис. 2.1. Состав и содержание работ в ЕСПСП

ной подготовке производства возрастает, а методы их решения усложняются. Это связано с необходимостью детальной проработки технологии и организации производства таких специфичных для реконструкции и сложных работ, как разборка, усиление и замена строительных конструкций в условиях работы действующего предприятия, демонтаж оборудования, прокладка коммуникаций под транспортными путями и зданиями без прекращения их эксплуатации, устройство новых конструкций вблизи действующих цехов и т. п.

В связи с этим возникает необходимость в процессе подготовки производства дополнительно решать ряд инженерных и технологических задач (в частности, детальное обследование объектов реконструкции, проектирование технологии и организация производства сложных и трудоемких строительных процессов), уделять особое внимание разработке нормативно-технологической документации и организации материально-технического обеспечения реконструкции.

Инженерная подготовка производства является составной частью ЕСПСП и предусматривает разработку мероприятий, направленных на своевременное решение задач по подготовке, проектированию и организации строительно-монтажных работ по реконструкции объекта.

Процесс инженерной подготовки производства условно можно разделить на два этапа: организационный и подготовительный.

*На организационном этапе* генпроектировщик, заказчик и генподрядная строительная организация выполняют организационно-технологические мероприятия, предшествующие началу подготовительных работ на объекте реконструкции.

Генпроектировщик в организационный период осуществляет разработку проекта организации реконструкции (ПОС<sub>(р)</sub>). Порядок его составления и состав решаемых при этом задач регламентируются Инструкцией по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ.

При разработке проекта реконструкции используются данные, полученные в процессе предпроектного обследования объекта, а также сведения, предоставляемые заказчиком о целесообразных этапах проведения реконструкции, возможной последовательности выполнения строительно-монтажных работ, продолжительности остановки отдельных цехов предприятия для выполнения работ, об услугах, оказываемых реконструируемым предприятием строительным организациям.

Все организационно-технологические решения, принимаемые в проекте, генподрядчик согласовывает с заказчиком, генподрядной и при необходимости с субподрядными строительными организациями.

В этот период заказчик решает такие задачи: согласовывает, утверждает в установленном порядке и передает генподрядчику разработанную проектно-сметную документацию; открывает финансирование и заключает договор с генподрядчиком на проведение реконструкции объекта; получает фонды на материалы и производит размещение заказов на поставку необходимого оборудования; выдает спецификации генподрядчику для заказа конструкций, изделий и оборудования; решает вопросы последовательности предоставления фронта работ строителям и обеспечения строительной площадки электроэнергией, паром, теплом, газом и др.

Генподрядная строительная организация в этот период определяет состав субподрядных и специализированных организаций; получает от заказчика, изучает и обрабатывает проектно-сметную документацию; передает ее своим исполнителям и субподрядчикам, размещает заказы на изготовление, поставку и комплектацию необходимых кон-

струкций, изделий и материалов; осуществляет календарное планирование производства работ и обеспечения реконструкции материально-техническими и трудовыми ресурсами; разрабатывает, согласовывает и утверждает проекты производства подготовительных и основных СМР.

*На подготовительном этапе* выполняются мероприятия и работы, связанные непосредственно с подготовкой строительной площадки и участков реконструкции к производству СМР. Основными задачами этого этапа являются: создание необходимых технических, технологических и организационных условий для выполнения основных СМР и их бесперебойного материально-технического обеспечения; осуществление мероприятий по сочетанию работы действующего предприятия с выполнением работ по реконструкции; обеспечение максимального сокращения периода остановки промышленного производства по выпуску продукции; создание безопасных условий производства реконструктивных работ и обеспечение безопасности работников предприятия от воздействия условий строительного производства.

## **2.2. Структура и состав подготовительных работ**

Структура и состав подготовительных работ зависят от характера и объемов реконструкции, объемно-планировочных и конструктивных особенностей реконструируемого объекта, характера технологического процесса действующего предприятия.

В зависимости от места выполнения подготовительные работы разделяют на внеплощадочные и внутриплощадочные.

*Внеплощадочные подготовительные работы* выполняют за пределами территории предприятия и включают (при необходимости) строительство железнодорожных путей и автомобильных дорог, обеспечивающих нужды реконструкции; прокладку магистральных подземных коммуникаций, линий электропередач, промежуточных баз складирования и укрупнения конструкций и т. п.

*Внутриплощадочные подготовительные работы* осуществляют на территории предприятия и разделяют на внутрицеховые и внецеховые, относящиеся к реконструкции одного или нескольких цехов.

Внутриплощадочные работы включают: разборку и (или) перемещение на другое место зданий, сооружений, путей; отключение, демонтаж и перенос существующих инженерных сетей и оборудования; устройство временных

производственных зданий, сооружений, складов, площадок укрупнительной сборки конструкций, площадок складирования демонтированного оборудования; устройство проездов и въездов, временных инженерных сетей, зданий и сооружений, транспортных путей, ограждающих покрытий; выполнение работ, связанных с сохранением элементов благоустройства и окружающей среды.

В проекте производства работ по реконструкции объекта (ППР<sub>(р)</sub>) разрабатывают специальный раздел «Производство подготовительных работ», в котором отражаются основные виды, место, последовательность и специфика их выполнения в действующих цехах, около действующих агрегатов, оборудования, инженерных сетей и коммуникаций; приводятся рабочие чертежи по устройству временных защитных покрытий, оснастки, завес и т. п. При необходимости составляется ППР<sub>(р)</sub> на разборку отдельных зданий и сооружений; демонтаж существующего оборудования, усиление подземных коммуникаций (тоннелей, подпорных стен, переходов).

Этот раздел разрабатывает, как правило, генеральная проектная организация с обязательным согласованием с заказчиком, генподрядчиком и субподрядными строительными организациями. По отдельным видам подготовительных работ вопросы технологии и организации разрабатывают генподрядчик и субподрядчик. Пример согласования документов ППР<sub>(р)</sub> на работы подготовительного периода приведен в табл. 2.1.

При проектировании производства подготовительных работ, как и при новом строительстве, решают такие задачи: на стройгенплане указывают места расположения временных зданий производственного и бытового характера, размещения строительных машин, механизмов и оборудования, площадок складирования конструкций и материалов от разборки зданий и демонтированного оборудования, временных ограждений; последовательность выполнения подготовительных и связанных с ними работ и процессов.

На графиках производства работ дополнительно указывают режим (сменность) работы строителей, последовательность освещения фронта работ и порядок использования внутрицехового транспорта. Дополнительно разрабатывают графики подачи конструкций и материалов в тесной увязке с транспортными потоками действующего предприятия.

Исходными данными для разработки проекта производства подготовительных работ являются: проектное задание

Таблица 2.1. Пример согласования документов ППР(р) на работы подготовительного периода

Документы	Исполнитель	Предмет согласования	Согласовывающая организация
Проекты разборки существующих зданий и сооружений	Генподрядчик	Использование материалов от разборки. Схемы транспортирования материалов и движения машин; условия работы строительных машин Применение взрывных методов обрушения конструкций; меры по предотвращению пыления и т. п. Сроки выполнения работ, мероприятия по безопасности	Дирекция предприятия-заказчика. Управление (трест) механизации  Органы исполкома Советов народных депутатов (при необходимости)
Проекты перекладки инженерных сетей	Специализированные субподрядные организации	Способы и сроки выполнения работ; графики отключения и подключения сетей	Дирекция предприятия-заказчика. Органы государственного надзора и исполкомов Советов народных депутатов
Проекты устройства временных дорог и проездов	Генподрядчик	Сроки выполнения работ; транспортные схемы, сроки и продолжительность закрытия отдельных внутризаводских магистралей	Дирекция предприятия-заказчика. Органы госавтоинспекции и исполкомов Советов народных депутатов (при работах вне территории)
Проект строительства временных зданий и сооружений (в том числе прокладка инженерных сетей)	То же	Места размещения временных зданий и сооружений; помещения, используемые во время работ; подключение временных сетей водо-, электро-, пароснабжения и т. п.	Дирекция предприятия-заказчика
План размещения площадок складирования материалов, укрупнительной сборки, ревизи		Места складирования материалов, конструкций, технологического оборудования	Дирекция предприятия-заказчика. Органы надзора исполкомов Советов народных депутатов (при расположе



Документы	Исполнитель	Предмет согласования	Согласовывающая организация
зии оборудо- вания			нии площадок вне территории предприятия)

на реконструкцию объекта; проект организации реконструкции предприятия; рабочие чертежи реконструируемых зданий (цехов, пролетов) и сооружений; сведения об установленных сроках, порядке выполнения работ и сроках остановки основного производства; сведения о порядке и сроках обеспечения реконструкции необходимыми конструкциями, изделиями, материалами, строительными машинами и механизмами; данные о наличии и возможности использования в подготовительный период транспортных путей и средств предприятия; сведения о режиме работы предприятия, его цехов и участков.

### **2.3. Предпроектное обследование объекта реконструкции**

Подготовка исходных данных для проектирования реконструкции требует проведения тщательного обследования технического состояния (диагностики) конструктивных элементов здания и выявления условий работы предприятия.

*Целью обследования* является определение возможности использования в ходе и после реконструкции основных строительных конструкций здания, оборудования и коммуникаций предприятия и принятие решений об их усилении или замене. Для проведения обследования создают специальную группу, в состав которой входят представители заказчика, проектировщика и генподрядной строительной организации.

*Оценка технического состояния* материалов конструкций может быть выполнена различными по точности показаний и трудоемкости методами. При обследовании отдают предпочтение неразрушающим методам испытаний (табл. 2.2).

Наименьшей трудоемкости соответствует меньшее число баллов, а показатели сравнительной точности метода характеризуют степень приближения его результатов к результатам лабораторных испытаний.

**Таблица 2.2. Методы оценки технического состояния конструкций и материалов**

Метод	Обследуемые материалы и конструкции	Сравнительная точность испытаний, %	Сравнительная трудоемкость, балл
Визуальный	Большинство конструкций и материалов, доступных для внешнего осмотра	$\pm 40$	1
Механический (полевой)	Бетон в бетонных и железобетонных конструкциях, частично деревянные конструкции и каменные материалы	$\pm 15...30$	3
Лабораторных испытаний образцов	Большинство конструкций, из которых можно взять образцы	0	4
Натурных испытаний	Бетонные, железобетонные и каменные конструкции	$\pm 15...20$	5
Физический	Стальные, бетонные, железобетонные, каменные, деревянные конструкции	$\pm 5...25$	2
Комплексный	То же	$\pm 15$	3

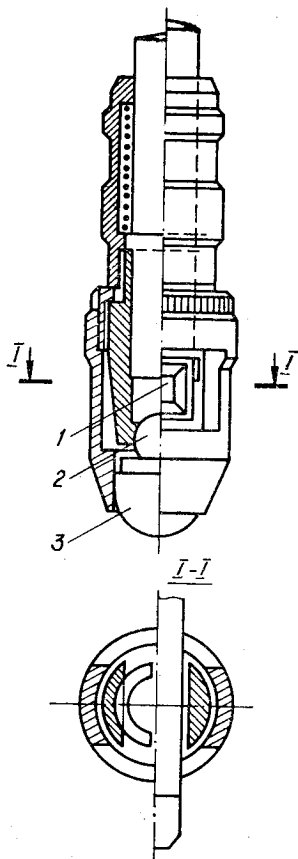
Визуальный метод диагностики является наиболее простым и осуществляется путем внешнего осмотра конструкций и простукиванием их молотком. Он дает приближенную оценку качества и состояния материалов конструкций.

Более точные данные получают с помощью специальных молотков и приборов механического действия, принцип работы которых основан на оценке результатов следов ударов на поверхности диагностируемых конструкций и материалов.

Механические методы по принципу действия разделяют на такие виды: отпечатки, отдачи, забивки и выдергивания стержней.

*Метод отпечатка* (рис. 2.2) основан на действии энергии удара. При ударе на поверхности конструкции остается след  $d$ , по геометрическим размерам которого судят о прочности материала путем сравнения его с отпечатком на контрольном стальном стержне  $D$ . Численное значение прочности определяется по тарифовочной таблице по отношению  $d/D$ , рассчитываемому как среднее от нескольких ударов.

*Метод отдачи* применяется для испытания массивных конструкций. Для этого используется специальный прибор-



Бис. 2.2. Прибор для испытан-  
ний конструкций методом отпе-  
чатка:

1 — тарировочный стержень; 2 —  
шарик; 3 — полусфера

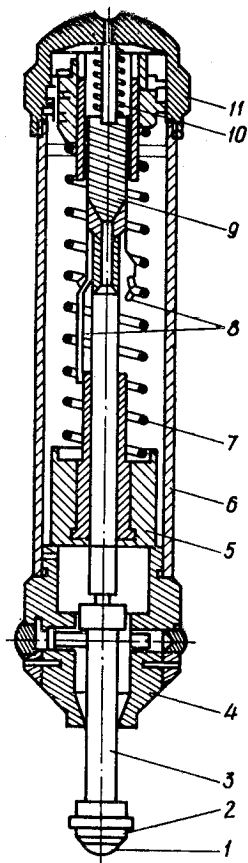


Рис. 2.3. Прибор для испыта-  
ния конструкций методом от-  
дачи:

1 — шарик; 2 — втулка; 3 — стержень; 4 — крышка; 5 — подвижная масса; 6 — гильза; 7, 10 — пружины; 8 — крючки; 9 — коническое отверстие; 11 — крышка

склерометр (рис. 2.3). Действие прибора основано на уда-  
ре массивной втулки под действием пружины на боек, уста-  
навливаемый на поверхности конструкции.

При ударе втулка отскакивает от бойка, увлекая за со-  
бой стрелку, которая перемещается вдоль шкалы, показы-  
вая величину отдачи. По показателю отдачи по тарировоч-

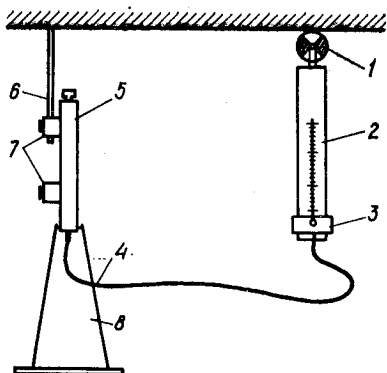


Рис. 2.4. Прогибoмep П-1:

1 — мерный диск; 2 — стеклянная трубка со шкалой; 3 — окуляр; 4 — гибкая трубка; 5 — металлическая трубка; 6 — шток; 7 — зажимы; 8 — штатив

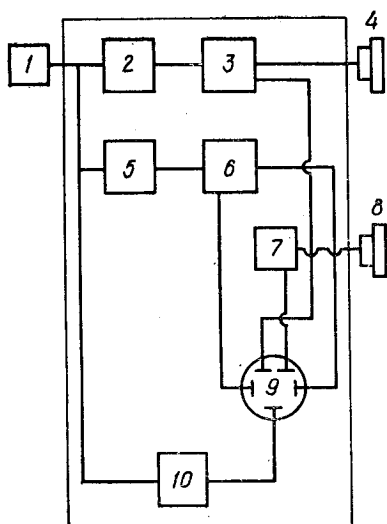


Рис. 2.5. Схема ультразвукового импульсного прибора:

1 — пусковой генератор; 2 — генератор-излучатель с запаздыванием; 3 — генератор-излучатель акустических колебаний; 4 — щуп-излучатель; 5 — приспособление запаздывания в передаче показаний; 6 — генератор меток времени; 7 — усилитель приемника; 8 — щуп-приемник; 9 — электронно-лучевая трубка; 10 — отметчик времени

ной таблице определяют прочность испытуемой конструкции.

*Методом забивки стержней* прочность конструкции определяют по глубине их погружения в тело конструкции под действием удара постоянной энергии. Для забивки стержней применяют пистолет со взрывным приспособлением, пороховой заряд которого развивает давление газа до 100 МПа. По тарировочной таблице определяют прочность материала конструкции в зависимости от глубины проникновения стержня в тело конструкции.

*Метод выдергивания стержней* применяется для определения прочности материала конструкции в зависимости от усилия, прикладываемого при их извлечении.

Наиболее точным является лабораторный метод, состоящий в том, что из конструкции вырезают образец и в лабораторных условиях по нагрузке, вызывающей

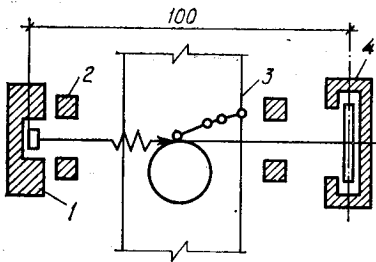


Рис. 2.6. Схема метода испытания конструкций с использованием фотоэффекта:

1 — источник излучения в контейнере; 2 — свинцовая бленда; 3 — испытываемая конструкция; 4 — счетчик в контейнере

разрушение образца, определяют все основные прочностные характеристики материала.

Натурный метод испытаний основан на замерах напряжений и деформаций до и после частичного разгрузки конструкций. Для этого используют специальные приборы (тензометры, прогибомеры, нивелиры со специальной насадкой и т. п.), а также передвижные специально оборудованные лаборатории.

Принцип работы жидкостного прогибомера показан на рис. 2.4.

Физические методы по характеру используемых явлений могут быть: ультразвуковые, радиометрические, радиационные и др.

*Ультразвуковые импульсные методы* используют для установления прочности, наличия пустот, глубины трещин и толщины разрушаемого слоя конструкции. Метод основан на преобразовании звукового импульса в электрический сигнал (рис. 2.5). В зависимости от скорости прохождения звука между излучателем и приемником, установленными на противоположных плоскостях конструкции, на основании тарировочного графика судят о прочности конструкций.

В основе *радиометрических методов* испытания лежит использование процессов взаимодействия с материалами конструкций некоторых видов ионизирующих излучений для характеристики их свойств, прежде всего плотности. Для определения плотности материала используется явление фотоэффекта (рис. 2.6).

Фотоэффект — это процесс взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, в результате которого энергия фотонов передается электронам вещества. Наиболее часто используют гамма-излучения кобальта-60, цезия-137 и иридия-192.

Для испытания конструкций методом *проникающей радиации* используют рентгеновские установки и портативные бетатроны.

Этот метод применяют при испытании конструкций в

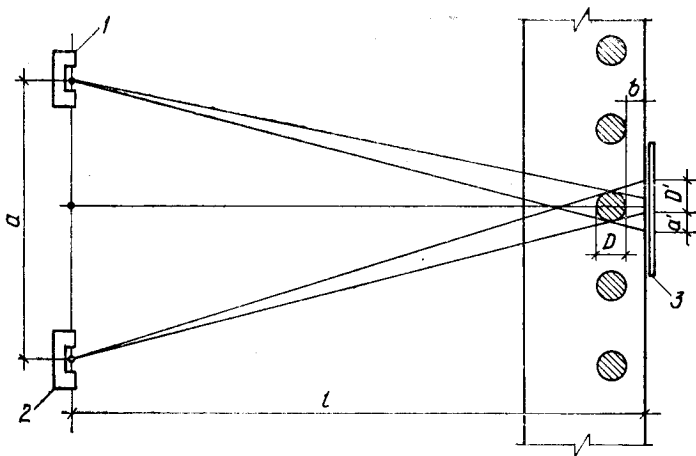


Рис. 2.7. Схема определения размеров и положения арматуры с помощью рентгенографии:

1 — положение излучателя при первой экспозиции; 2 — то же, при второй экспозиции; 3 — рентгеновская пленка

зданиях и сооружениях, находящихся вне городской зоны, так как после испытания в конструкции могут оставаться явления остаточной радиоактивности. Метод проникающей радиации целесообразно применять для поиска и определения положения арматуры в железобетонных конструкциях и каменной кладке, а также для определения влажности конструкций в цехах с технологическими процессами, осуществляемыми в условиях повышенной влажности.

Рентгеновскими установками испытывают конструкции толщиной до 500 мм, а бетатронами — до 1500 мм.

Определение положения и размеров арматуры в конструкциях с использованием рентгеновской установки заключается в следующем (рис. 2.7). Излучатель устанавливают на расстоянии  $l$  от испытываемой конструкции и производят экспозицию рентгеновской пленки.

После первой экспозиции излучатель перемещают на расстояние 100..200 мм параллельно плоскости пленки и пленку экспонируют второй раз, не изменяя ее положения. По полученным проекциям определяют глубину залегания  $b$  и диаметр арматуры  $D$  по формулам:

$$b = \frac{la'}{a + a'}$$



$$D = \frac{l-b}{l} D'$$

где  $l$  — расстояние от излучателя до пленки;  $a$  — смещение излучателя;  $a'$  — смещение тени арматуры на пленке;  $D'$  — ширина тени арматуры.

Результаты обследования технического состояния конструкций предприятия, сооружений и систем коммуникаций оформляют в специально разработанные формы, отражающие: наименование здания (цеха, оборудования, коммуникации), конструктивных элементов, характеристику конструкций, их объемы и стоимость, год строительства или установки, а также заключение о техническом состоянии и возможности использования в процессе или после реконструкции объекта.

Результаты обследований конструкций используют при определении состава, ориентировочных объемов и сроков реконструктивных работ, установлении условий и последовательности их выполнения; при определении ресурсов и услуг, которые может предоставить предприятие строительной организации в процессе реконструкции объекта. В процессе выявления состава, объемов и сроков проведения реконструктивных работ намечают основные технические и технологические решения по реконструкции предприятия, в том числе устанавливают состав зданий, сооружений и коммуникаций, подлежащих реконструкции, решают вопросы по изменению и совершенствованию технологии основного производства, замене и усилению конструкций, переносу сетей и коммуникаций на период производства работ или их устройству на новых местах. При определении объемов работ устанавливают также, какими силами (заказчика, генподрядчика, субподрядчика) целесообразно их выполнять. Последовательность и сроки выполнения работ намечают с учетом обеспечения бесперебойной работы предприятия и выпуска им плановых объемов продукции. При этом проектируют выполнение работ по возможности без остановки основного производства или с остановками минимальной продолжительности.

При совмещении во времени производства строительно-монтажных работ с деятельностью предприятия проектируют их выполнение в две-три смены, по возможности в дни и смены, когда предприятие не работает, а также проведение работ в цехах и участках, где производство временно остановлено.

В процессе предпроектных обследований определяется

также возможность транспортирования строительных грузов и механизмов транспортными путями предприятия с учетом высоты и ширины проездов, радиусов поворотов, массы транспортируемых конструкций. При необходимости принимают решения о расширении дорог; усилении перекрытий — тоннелей, каналов, колодцев, инженерных сетей и других подземных коммуникаций; прокладке временных дорог и т. п.

Наряду с этим устанавливают степень стесненности фронта строительного-монтажных работ, определяют возможность размещения на строительной площадке строительных машин и механизмов; складов конструкций; материалов; временных зданий и сооружений. Определяется стесненность внутрицеховых пространств, прилегающих к цехам территорий с целью их использования на период проведения строительных работ.

Предпроектные обследования предполагают также определение на реконструируемом предприятии пожаро-, взрывоопасных и токсичных сред. По этим данным намечают мероприятия по предотвращению возгораний, взрывов, отравлений; охране окружающей среды; защите строительных рабочих и рабочих предприятия.

В материалах обследования отражают виды ресурсов и услуг, которые может предоставить предприятие строительной организации.

Устанавливают также возможность использования рабочих предприятия для выполнения реконструктивных работ, их количество, сроки предоставления для них фронта работ и др.

Завершаются предпроектные обследования составлением специального документа «Материалы предпроектных обследований предприятия».

Этот документ подписывается всеми участниками обследования, утверждается дирекцией предприятия и является основополагающим для принятия основных технических и организационно-технологических решений по реконструкции объекта.

При необходимости в процессе проектирования реконструкции могут проводиться дополнительные специальные обследования для уточнения отдельных характеристик конструкций зданий и принятия окончательных решений.

## **2.4. Обеспечение объектов реконструкции материально-техническими ресурсами и методы их комплектации**

Материально-техническое снабжение предназначено для планомерного и комплектного обеспечения объектов реконструкции материалами, конструкциями, изделиями, строительными машинами и механизмами, необходимыми для выполнения строительно-монтажных работ.

От своевременного обеспечения объектов необходимыми ресурсами зависят сроки выполнения работ и технико-экономические показатели работы строительной организации. Это особенно сказывается в условиях реконструкции промышленных предприятий, где ввиду стесненности строительной площадки значительные трудности представляет размещение временных складов конструкций, материалов и технологического оборудования, площадок укрупнительной сборки; усложняются выполнение погрузочно-разгрузочных операций и организация внутривозовых транспортных потоков. Поэтому только четкая организация поставок необходимых материально-технических ресурсов и тесное взаимодействие заготовителей, поставщиков и потребителей может обеспечить эффективность проведения реконструктивных работ.

*Организация материально-технического обеспечения* предусматривает решение комплекса задач, основными из которых являются: определение потребности в ресурсах и установление хозяйственных связей с организациями-поставщиками и изготовителями; нормирование производственных запасов, организация складского хозяйства на объекте и доставка материалов и изделий, контроль за обеспечением объектов требуемыми материалами и конструкциями и их экономичным расходованием.

Обеспечение объектов реконструкции необходимыми материально-техническими ресурсами осуществляется управлением производственно-технологической комплектации (УПТК), которое является структурным подразделением строительной организации, выполняющей реконструкцию предприятия.

Основой для определения потребности в конструкциях, материалах, изделиях и полуфабрикатах являются проекты и сметы на реконструкцию объекта.

План материально-технического обеспечения составляется исходя из календарных планов и объемов работ по реконструкции объекта с учетом их опережающей поставки.

При разработке этого плана предусматривают образование на складах (строительной площадке или вне ее) необходимых запасов, обеспечивающих непрерывную работу строительных бригад и звеньев. При выполнении СМР в период остановки производства на строительную площадку заблаговременно должны быть поставлены все необходимые материалы, конструкции, строительные машины и механизмы, инструменты и инвентарь.

В отличие от нового строительства в организации поставок материально-технических ресурсов для нужд реконструкции непосредственное участие принимает дирекция реконструируемого предприятия.

Порядок поставки на строительную площадку необходимых ресурсов устанавливается транспортно-комплектационным графиком, который разрабатывает генподрядная строительная организация и согласовывает с предприятием-заказчиком.

При выборе транспортных средств для доставки материалов и конструкций в зону производства СМР устанавливают также возможность проезда по намеченному на территории предприятия маршруту с учетом габаритов конструкций и встречающихся на пути ограничений по высоте, ширине, радиусам поворотов. Для предварительной проверки вписываемости транспортных средств в прямоугольные проезды используются графики вписываемости.

Если трассы подъездных дорог проходят вблизи действующих подземных коммуникаций или над ними, то возможность восприятия транспортных нагрузок соответствующими перекрытиями проверяют расчетом, а в необходимых случаях производят их усиление.

Непрерывное проведение строительного-монтажных работ на объекте реконструкции может быть обеспечено только при организации поставок материально-технических ресурсов комплектами. Основой для комплектования ресурсов является *нормативно-технологическая документация (НТД)*, представляющая собой комплекс нормативных документов, разрабатываемых в организационный период инженерной подготовки к реконструкции предприятия и содержащих основные решения по обеспечению материально-техническими и трудовыми ресурсами. Такая документация разрабатывается на основе принятой в ППР<sup>(р)</sup> технологии выполнения строительных процессов и является единой нормативной базой для планирования и организации производства строительного-монтажных работ и обеспечения их необходимыми

конструкциями, материалами, изделиями и полуфабрикатами.

НТД разрабатывается генподрядной строительной организацией, осуществляющей реконструктивные строительномонтажные работы. При больших объемах работ и значительной их сложности нормативно-технологическая документация составляется трестом Оргтехстрой.

При разработке НТД для условий реконструкции действующего предприятия необходимо особенно тщательно учитывать местные условия и особенности выполнения СМР, в частности: стесненность строительной площадки, которая препятствует созданию необходимых запасов конструкций и материалов; возможность складирования и использования материалов от разборки зданий и сооружений; использование подъемных механизмов и транспортных путей действующего предприятия; невозможность в отдельных случаях применения современных машин и механизмов для погрузочно-разгрузочных работ и т. п.

*Исходными данными для составления НТД* являются: проектно-сметная документация на реконструкцию объекта; основные решения ППР<sub>(Ф)</sub> по технологии и организации производства строительномонтажных работ; производственные нормы расхода основных материальных ресурсов по установленной номенклатуре и видам работ; внутрипостроечные титульные списки; ведомости объемов работ; ГОСТы на материалы; сведения о поставщиках конструкций, материалов, изделий; данные о порядке и сроках останова отдельных цехов (участков) действующего предприятия для производства работ и др.

Разработка НТД осуществляется по этапам реконструктивных работ на основе схемы образования технологических комплексов работ, в соответствии с которыми определяют технологические комплекты материально-технических ресурсов.

*Технологический комплекс работ (ТКР)* представляет собой совокупность технологически связанных строительных процессов, необходимых и достаточных для выполнения (замены либо усиления) конструктивного или объемного элемента здания или сооружения и обеспечивающих его промежуточную законченность и пространственную жесткость для выполнения последующих комплексов работ.

На каждый технологический комплекс работ определяются исполнители, состав работ, их сметная стоимость, физические объемы работ, трудозатраты и фонд заработнойной

платы, потребность в машинах и механизмах, потребность в материальных ресурсах в виде технологических комплектов материально-технических ресурсов. *Технологический комплект материально-технических ресурсов* — это набор конструкций, изделий, материалов и полуфабрикатов, необходимый и достаточный для выполнения одного технологического комплекса работ. Оптимальные размеры комплектов материально-технических ресурсов достигаются при соблюдении принципов конструктивности и технологичности.

*Принцип конструктивности* означает, что в состав технологического комплекта необходимо включать только те конструкции, изделия, материалы и оборудование, которые обеспечивают выполнение всех строительных процессов по возведению (замене, усилению) объемного или конструктивного элемента, части здания (сооружения, инженерной сети, коммуникации), обладающих пространственной устойчивостью и промежуточной законченностью.

*Принцип технологичности* состоит в том, что совокупность материально-технических ресурсов, входящих в комплект по наименованиям, количеству и типоразмерам, должна обеспечивать непрерывность производства строительно-монтажных работ в соответствии с технологией их выполнения.

Приведенные принципы формирования комплектов материально-технических ресурсов должны учитываться в тесной взаимосвязи, как дополняющие и корректирующие друг друга.

Эти принципы определяют качественные требования к образованию комплекта материально-технических ресурсов и устанавливают минимальный его объем. Поэтому при формировании комплектов должны учитываться также временные и стоимостные ограничения.

Временное ограничение определяет объем ресурсов, входящих в комплект из расчета времени, необходимого для выполнения одного технологического комплекса работ (смена, день, неделя, период кратковременной остановки действующего предприятия, цеха, участка).

Стоимостное ограничение определяет величину комплекта материально-технических ресурсов по общей стоимости всех конструкций, материалов, изделий и полуфабрикатов, входящих в его состав. Оптимальная величина стоимости комплекта для сборных железобетонных и металлоконструкций — до 25 тыс. руб., остальных номенклатурных групп материальных ресурсов — до 10 тыс. руб.

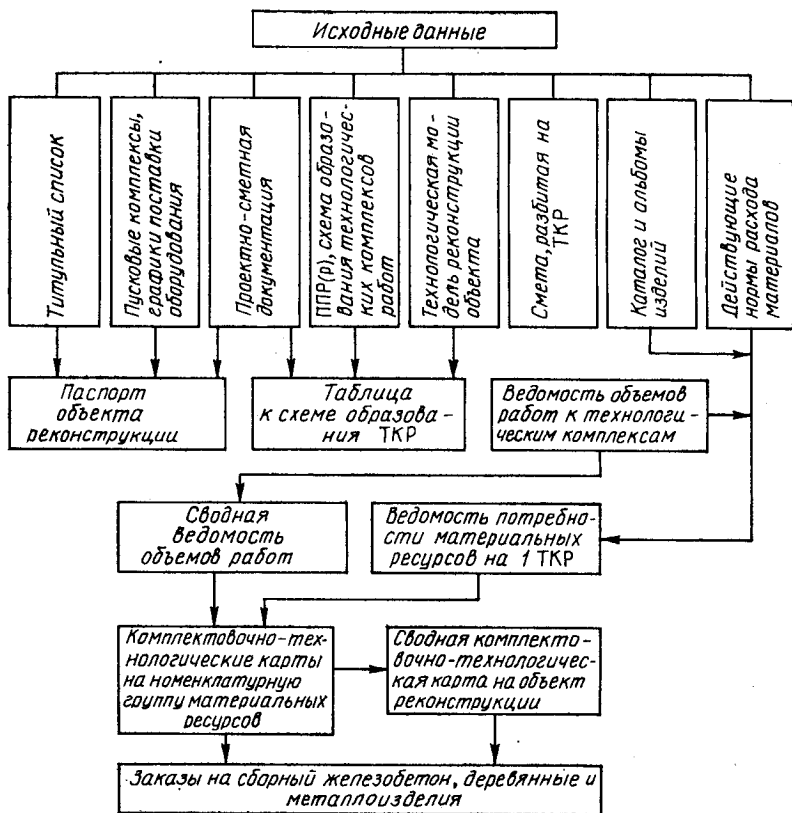


Рис. 2.8. Последовательность разработки проекта комплектации материально-технических ресурсов

На основе ИТД, определяющей материально-техническое обеспечение производства реконструктивных работ, составляется *проект комплектации объекта* реконструкции в целом, который включает: карточку реквизитов объекта; схему образования технологических комплектов; комплектовочно-технологическую карту; сводную комплектовочно-технологическую карту.

Разработку проекта комплектации выполняют в такой последовательности (рис. 2.8). На основании проектно-сметной документации и ППР<sub>(р)</sub> составляется карточка реквизитов объекта, содержащая адресные данные и техническую характеристику объекта реконструкции, намено-

вание генподрядной строительной организации и реконструируемого предприятия, их адрес, пусковой комплекс (цех, участок, коммуникации, оборудование и т. п.), продолжительность реконструкции, остановки отдельных цехов и участков основного производства, даты начала и окончания работ, а также основные конструктивные характеристики здания (конструктивные элементы, инженерные сети и оборудование), подлежащие замене, усилению, разборке и переносу.

Затем составляется *схема образования технологических комплектов*, в которой приводятся графическое изображение границ комплектов на планах и разрезах здания в зависимости от конструктивных особенностей здания (сооружения) и принятых в ППР<sub>(р)</sub> материалов производства основных реконструктивных работ; порядок и последовательность их выполнения с учетом работы действующего предприятия и периодов остановки производства.

Далее разрабатывается *комплектовочно-технологическая карта*, в которой указываются состав и объем материальных ресурсов, содержащихся в каждом технологическом комплекте, а также последовательность доставки комплектов на реконструируемый объект в соответствии с графиком.

Количество основных материальных ресурсов в одном технологическом комплекте

$$N = \Pi T \frac{Q}{\sum_{i=1}^n Q_i} (1 \pm K),$$

где  $\Pi$  — производительность бригады (звена) в смену, выполняющей данный вид работ в натуральных измерителях ( $m^2$ ,  $m^3$  и т. п.);  $T$  — продолжительность выполнения данной работы (принимается из графика производства работ), смен;  $Q$  — трудоемкость данного вида работ, чел.-дни;

$\sum_{i=1}^n D_i$  — суммарная трудоемкость комплексной работы, на

которую формируется технологический комплект материальных ресурсов, чел.-дни;  $K$  — коэффициент неравномерности, учитывающий возможные изменения в составе бригады (звена), разнотипность применяемых машин и механизмов и т. п. Рекомендуется принимать 0,1...0,15.

Сводная КТК определяет необходимое число комплектов на объект с разбивкой по временным периодам поставки, этапам работ с указанием объемов материальных ресур-



сов, требуемых для каждого технологического комплекта и для объекта в целом.

Общая потребность в материальных ресурсах, необходимых на реконструкцию объекта,

$$N_i = \sum_{i=1}^n V_i N_{\kappa i} + N_{zi} + N_{вpi} + N_{ни},$$

где  $V_i$  — объем работ, для выполнения которого рассчитывают потребное количество материальных ресурсов;  $N_{\kappa i}$  — нормативная потребность  $i$ -го материала на единицу работ;  $N_{zi}$  — дополнительный расход  $i$ -го материала при производстве работ в зимнее время, в особо сложных условиях производства работ;  $N_{вpi}$ ,  $N_{ни}$  — соответственно потребность  $i$ -го материала для возведения временных зданий, сооружений, сетей и т. п., а также выполнения других работ за счет накладных расходов.

Порядок расчета необходимых материально-технических ресурсов в соответствии с приведенной выше формулой рекомендуется следующий. На основании проектно-сметной документации на реконструкцию объекта определяют физические объемы каждого вида работ. Затем объемы работ умножают на производственную норму расхода материала на единицу объема. К полученному итогу добавляют дополнительную потребность на объект каждого вида материальных ресурсов. Сводная КТК определяет число комплектов на весь объект.

При определении объемов материальных ресурсов на реконструируемый объект учитывают не только нужды генподрядной строительной организации, но и потребность субподрядных организаций в необходимых строительных материалах.

Данные по поставкам материалов для специальных работ представляют субподрядные организации. При планировании и разработке графиков комплектных поставок на объект материально-технических ресурсов стремятся к широкому использованию контейнеризации и пакетирования строительных грузов.

При разработке НТД по материально-техническому обеспечению строительно-монтажных работ, связанных с реконструкцией предприятий, широко используются экономико-математические методы, микрокалькуляторы и средства вычислительной техники.

### **ГЛАВА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

#### **3.1. Проектная документация, ее состав и порядок разработки**

Основными проектными документами, определяющими порядок, этапы и сроки проведения реконструкции промышленного предприятия, являются проект организации реконструкции (ПОС<sub>(р)</sub>) и проект производства работ (ППР<sub>(р)</sub>). Эти документы, как и при новом строительстве, разрабатывают в соответствии со СНиП 3.01.01-85 «Организация строительного производства».

На основании ПОС<sub>(р)</sub> планируют и финансируют работы по реконструкции предприятия, планируют обеспечение материально-техническими и трудовыми ресурсами, проектно-сметной документацией, а также определяют сроки и объемы поставок технологического оборудования, методы организации реконструкции и выполнения работ.

Решения, принятые в ПОС<sub>(р)</sub>, являются основой для разработки организационно-технических мероприятий по инженерной подготовке и осуществлению реконструкции, составлению проектов производства основных строительно-монтажных (демонтажных) и специальных работ.

Кроме исходных данных, регламентированных СНиП 3.01.01-85, при разработке ПОС<sub>(р)</sub> используются дополнительно сведения, полученные в период предпроектного обследования объекта реконструкции, а также данные, отражающие основные этапы и возможную последовательность строительно-монтажных работ, периоды частичной и полной остановки производства, объемы капитальных вложений и СМР на реконструкцию предприятия (отдельных цехов, зданий, сооружений). Кроме этого, используются данные, представляемые заказчиком, о директивных сроках начала и окончания реконструкции, намечаемых объемах выпуска предприятием основной продукции, о наличии и возможности использования при производстве СМР местных ресурсов, существующих подъемно-транспортных средствах предприятия и другие сведения, характеризующие условия выполнения строительно-монтажных процессов и ограничения, связанные с работой предприятия.

ПОС<sub>(р)</sub>, разрабатываемый генеральной проектной организацией, содержит следующие документы:

календарный план реконструкции;

строительный генеральный план реконструкции;

организационно-технологические решения реконструкции существующих цехов, зданий, сооружений, коммуникаций и сетей или возведения взамен сносимых новых объектов, определяющие оптимальную последовательность реконструкции объекта с указанием последовательности работ;

ведомости объемов работ (основных, монтажных и специальных строительных) по объектам, узлам, пусковым комплексам и этапам реконструкции;

ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях, материалах, оборудовании с распределением по календарным периодам реконструкции;

график потребности в основных строительных машинах, механизмах и транспортных средствах по всем объектам реконструкции, составленный на основе физических объемов работ и действующих норм расхода строительных материалов;

график потребности в кадрах по основным категориям, составленный на основе нормативной трудоемкости и объемов СМР с учетом норм выработки на одного работающего;

пояснительную записку, содержащую характеристику условий реконструкции объекта, обоснование методов производства и совмещения строительных, монтажных и специальных работ, мероприятия по охране окружающей среды, обоснование потребности в основных строительных машинах, механизмах, транспортных средствах, энергоресурсах; перечень основных строительных организаций, осуществляющих реконструкцию объекта с характеристикой их производственной мощности; обоснование размеров и оснащения площадок складирования строительных материалов, конструкций и оборудования. В пояснительной записке должен быть также перечень специальных вспомогательных приспособлений и устройств, рабочие чертежи которых должны разрабатываться в составе рабочей документации на реконструкцию объекта; обоснование потребности в строительных кадрах и принятой продолжительности реконструкции предприятия.

*В календарном плане* отражают основные положения о целесообразных вариантах организации реконструкции, приводят их технико-экономическую оценку и обоснование принятого варианта; дают технологическое обоснование последовательности выполнения работ на отдельных производственных узлах, зданиях, цехах, сооружениях и т. п., периоды и характер совмещения во времени и пространстве отдельных видов работ.

В этом разделе ПОС<sub>(р)</sub> приводят также обоснование принятой продолжительности реконструкции предприятия. Для особо сложных объектов реконструкции разрабатывают укрупненный сетевой график.

*На строительном генеральном плане* показывают все здания, сооружения и коммуникации предприятия, оставляемые без изменения, реконструируемые, подлежащие сносу или передвижке, возводимые вновь; здания, сооружения и коммуникации временного назначения; постоянные и временные железные и автомобильные дороги, предназначенные для использования строителями на период проведения реконструктивных работ; места установки основных средств механизации, расположение геодезической сети предприятия; пути движения рабочих с обозначением опасных зон на территории предприятия. Для особо сложных условий реконструкции разрабатывают ситуационный план.

Кроме этого, по согласованию с заказчиком определяют территории для размещения временных складов конструкций, деталей, оборудования, в том числе материалов от разборки зданий и сооружений, демонтированного оборудования; указывают расположение площадок укрупнительной сборки конструкций, бетоно- и растворосмесительных установок, временных сетей, коммуникаций, средств связи и т. п. При разработке организационно-технологических схем принимают основные решения по совмещению деятельности предприятия с проведением работ по реконструкции, в частности; сменность работы предприятия и производства строительно-монтажных работ, время и продолжительность остановок предприятия, отдельных цехов, оборудования; указания и состав работ, выполняемых до остановок и во время остановок производства; особенности выполнения реконструктивных работ; расположения строительных машин и грузов в действующих цехах; времени их размещения. Если предусматривается остановка производства по отдельным технологическим линиям или участкам, приводят необходимые схемы разбивки на участки, узлы, комплексы с указанием очередности и времени их остановки.

*Организационно-технологические решения* по предохранению основного производства от воздействий, связанных с реконструкцией предприятия, также входят в состав ПОС<sub>(р)</sub>. При этом, в частности, устанавливают, допустимы ли динамические воздействия (забивка свай ударными и вибрационными методами, уплотнение грунтов трамбующими плитами, взрывание грунта и разрушение конструкций взрывными методами) в условиях действующего пред-

приятия. При решении этих вопросов используют соответствующие заключения и выводы экспертов или исследования специализированных организаций.

Особое внимание уделяют решению вопросов по предохранению помещений предприятий, оборудования и внешней среды от загрязнения пылью, возникающей в процессе выполнения СМР, при разборке зданий, демонтаже оборудования, выполнении погрузочно-разгрузочных работ и др. Для уменьшения или исключения пылеобразования технологическое оборудование укрывают различными пыленепроницаемыми материалами (бумагой, пленкой, брезентом); применяют временную систему вентиляции; перед погрузочно-разгрузочными работами материалы увлажняют; производят устройство перегородок, тентов, навесов, отделяющих помещения, где образуется пыль, от охраняемого пространства и оборудования.

Потребность в материальных ресурсах определяется исходя из объемов реконструктивных работ, с учетом потребности в них субподрядных строительных организаций. При этом определяются виды, объемы, качество конструкций и материалов, получаемых от разборки существующих зданий и сооружений, которые могут быть использованы для выполнения реконструктивных работ. Целесообразно также использовать местные строительные и другие материалы, имеющиеся на предприятии или являющиеся отходами основного производства (шлаки, золы, металлопрокат, арматура и т. п.).

При определении потребности в энергоресурсах необходимо в первую очередь учитывать возможности обеспечения за счет реконструируемого предприятия. Используются также устройства временных установок и агрегатов для снабжения строительной площадки сжатым воздухом, паром, кислородом, электроэнергией и т. п.

Необходимость концентрации трудовых ресурсов при реконструкции предприятия, особенно в период частичной или полной остановки производства, требует привлечения значительного числа рабочих бригад генподрядной строительной организации. В случае пиковых потребностей к выполнению СМР могут привлекаться рабочие предприятия. Расчет общей потребности в трудовых ресурсах определяют в зависимости от объемов работ по реконструкции, режима их выполнения, наличия фронта работ и т. д. Используя эти данные, разрабатывают графики поставок на объект реконструкции необходимых материалов, конструкций, изделий и полуфабрикатов, графики потребности и использо-

вания строительных машин и механизмов, а также графики потребности рабочей силы.

Технологические решения по методам и средствам выполнения трудоемких и сложных строительных работ разрабатывают в соответствующих разделах ПОС<sub>(р)</sub>.

К сложным относятся работы, выполняемые вблизи существующих зданий, сооружений и оборудования, требующие применения мало распространенных технических средств, сложных грузоподъемных машин и механизмов; работы, выполняемые во взрыво- и пожароопасных зонах и т. п.

Мероприятия по охране труда являются составной частью ПОС<sub>(р)</sub>.

В частности, должны быть предусмотрены меры по защите строительных рабочих от воздействия вредной среды предприятия (загазованности, высоких температур, повышенной взрыво- и пожароопасности, среды расплавленных и горячих металлов), а также рабочих предприятия от возможной опасности, создаваемой производством СМР (перемещение грузов над действующими цехами и участками, работа грузоподъемных машин и механизмов внутри действующего предприятия и т. п.).

В процессе разработки ПОС<sub>(р)</sub> по этим вопросам принимаются предварительные, наиболее существенные решения.

В проекте производства работ принятые в ПОС<sub>(р)</sub> решения конкретизируются с учетом условий производства строительно-монтажных работ.

ППР<sub>(р)</sub> на производство реконструктивных работ может состоять из нескольких разделов.

Можно выделить следующие наиболее общие разделы ППР<sub>(р)</sub> при реконструкции:

- производство работ подготовительного периода;
- демонтаж технологического оборудования;
- разборка (перемещение) зданий, сооружений, конструкций, коммуникаций;
- производство земляных работ;
- производство бетонных и железобетонных работ по зданию (цеху) в целом или по отдельным конструктивным элементам;
- усиление конструкций;
- монтаж конструкций;
- выполнение специальных строительно-монтажных работ (перекладка инженерных коммуникаций, сетей энергоснабжения, водопровода, канализации; производство взрывных работ и т. п.).

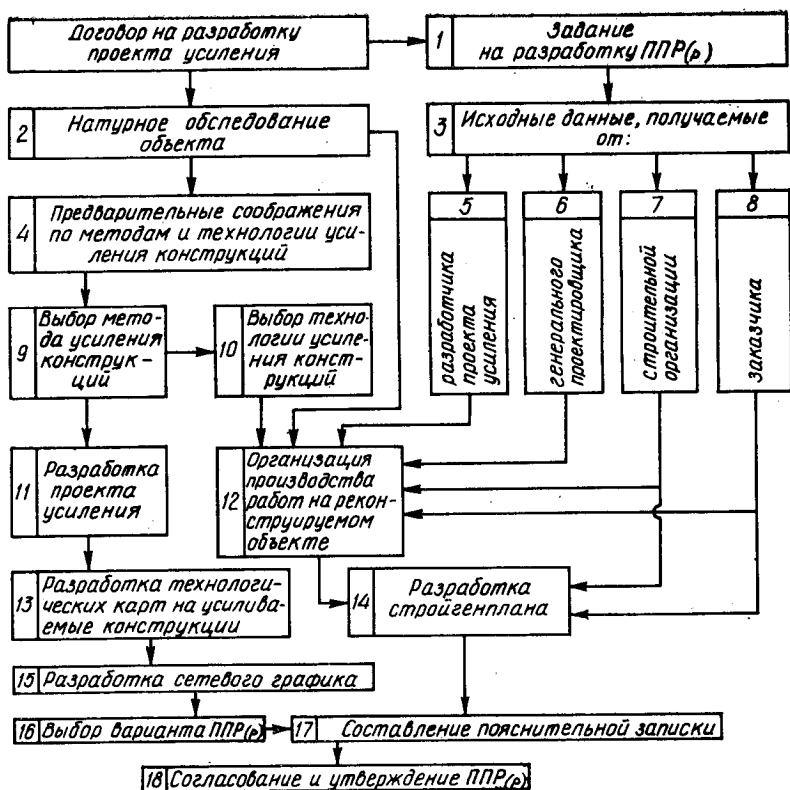


Рис. 3.1. Последовательность разработки ППР<sub>(р)</sub>

Последовательность разработки ППР<sub>(р)</sub> на примере усиления строительных конструкций приведена на рис. 3.1 [23].

Исходя из условий реконструкции промышленного предприятия ППР<sub>(р)</sub> может быть составлен по работам, выполняемым в доостановочный период, в период остановки предприятия, без остановки производства.

В состав ППР<sub>(р)</sub> включают:

календарный план производства работ или комплексный сетевой график реконструкции объекта;

строительный генеральный план;

графики поступления на строительную площадку конструкций, изделий, материалов и оборудования с данными о поступлении этих ресурсов по каждой бригаде и с приложением документации по технологической комплектации,

а в случаях проведения реконструкции комплектно-блочным методом — графики комплектной поставки блоков;

график движения рабочих кадров по объекту реконструкции;

график движения основных строительных машин и использования подъемно-транспортного оборудования действующего предприятия;

технологические карты на выполнение отдельных видов реконструктивных работ;

мероприятия по выполнению, в случае возможности, работ методом сквозного бригадного подряда, вахтовым методом, включая графики работы, режимы труда и отдыха бригад;

перечни монтажной оснастки и технологического инвентаря, схемы строповки основных грузов;

пояснительную записку, в которой приводят обоснование основных решений по производству работ, потребности в материально-технических и энергетических ресурсах, мероприятия, направленные на обеспечение сохранности материалов и конструкций на строительной площадке. В пояснительной записке должны быть определены также основные технико-экономические показатели, включая объемы и продолжительность выполнения строительно-монтажных (демонтажных) работ, их себестоимость в сопоставлении со сметной, уровень механизации и затраты труда на единицу физических объемов работ.

Основные решения, принимаемые при разработке ППР<sub>(р)</sub>, согласовывают с соответствующими участниками реконструкции объекта. Например, при разработке технологических карт по производству бетонных, железобетонных, монтажных и других работ, выполняемых в сложных условиях реконструируемого предприятия, разработчик ППР<sub>(р)</sub> согласовывает с дирекцией предприятия сроки выполнения работ и поставки необходимого монтажного оборудования, места подключения инженерных сетей, условия выполнения специальных работ, очередность представления фронта работ, мероприятия по безопасности производства работ и т. п.

При разработке календарных планов и графиков производства работ предусматривают непрерывность их выполнения, рациональное использование материально-технических, трудовых и энергетических ресурсов. Для согласованной работы всех участников реконструкции объекта календарные планы (графики) составляются с учетом рационального распределения объемов работ по плановым



периодам и строительным бригадам. Наиболее целесообразной формой организации строительно-монтажных и специальных работ является организация бригад конечной продукции, т. е. выполнение законченного цикла работ (например, подземной части здания, демонтажа и монтажа конструкций).

Принятые в ППР<sub>(р)</sub> и согласованные с соответствующими участниками реконструкции решения утверждаются главным инженером генподрядной строительной организации.

### **3.2. Проектирование производства реконструктивных работ поточными методами**

При реконструкции промышленных объектов производство строительно-монтажных работ может быть организовано последовательным, параллельным и поточным методами.

*Последовательный метод* предусматривает переход бригады на следующую захватку после окончания работ на предыдущей. При *параллельном* — реконструктивные работы проводятся одновременно на всех участках. *Поточный метод* предусматривает непрерывное выполнение СМР в короткие сроки при максимальном совмещении их в пространстве и времени путем рационального расчленения всего комплекса работ на отдельные участки, планомерного перемещения строительных бригад по участкам и обеспечения их необходимыми материально-техническими и энергетическими ресурсами.

Поточный метод может применяться для выполнения отдельных строительных процессов (демонтаж конструктивных элементов, усиление отдельных элементов конструкций каркаса здания, их замена), при реконструкции отдельных зданий или сооружений предприятия (пролет, цех, инженерные сети), а также при реконструкции всего комплекса зданий и сооружений предприятия.

Для проведения реконструктивных работ поточными методами организуются частные, специализированные, объектные и комплексные потоки.

Исходными данными для проектирования СМР поточными методами являются: продолжительность реконструкции объекта; структура и объемы СМР, порядок их выполнения; потребность в трудовых и материально-технических ресурсах по видам работ и реконструируемым участкам предприятия; возможности привлекаемых генподрядных и специализированных организаций, а также ограничения,

связанные с деятельностью предприятия. Проектирование поточного производства СМР производится в такой последовательности:

исходя из условий производства работ (без остановки производства, с частичной или полной остановкой) определяют очередность реконструкции каждого производственного здания, цеха, пролета, сооружения, объектов подсобного производства, инженерных сетей и коммуникаций;

производят расчленение реконструируемых объектов на участки и захватки;

устанавливают структуру и определяют объемы работ по каждому участку и захватке и на этой основе формируют строительные потоки;

формируют комплекты машин и механизмов, определяют численный и квалификационный состав звеньев и бригад рабочих;

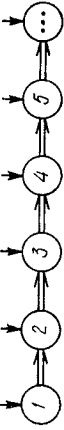


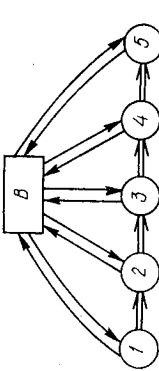
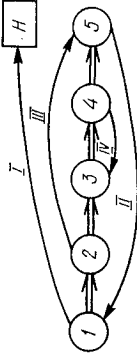
разрабатывают графики производства работ и определяют продолжительность реконструкции объекта.

Очередность реконструкции объектов, цехов, сооружений и коммуникаций устанавливается дирекцией предприятия с учетом проведения реконструктивных работ по возможности без уменьшения объема выпускаемой производственной продукции. Наиболее характерные схемы очередности проведения реконструкции объектов действующего предприятия приведены в табл. 3.1.

При расчленении зданий и сооружений на участки и захватки необходимо учитывать следующее: должна соблюдаться объемно-планировочная и конструктивная завершенность выделяемой части здания, сооружения или коммуникации; размеры участков и захваток должны обеспечивать возможность размещения необходимых машин, механизмов, рабочих звеньев и бригад, выполняющих комплекс работ, составляющих строительный поток с учетом требований техники безопасности; должна предусматриваться возможность прекращения производства работ на границах участков и захваток с обеспечением пространственной жесткости смонтированных (демонтируемых) элементов конструкций; нужно обеспечить условия для организации специализированных потоков по ведущему виду реконструктивных работ.

Для формирования специализированных потоков при реконструкции зданий и сооружений в первую очередь на основании объемов работ устанавливают перечень выполняемых строительных процессов, а затем группируют их в специализированные потоки. При установлении структуры потока необходимо максимально учитывать конкретные

Таблица 3.1. Варианты очередности проведения реконструкции объектов промышленного предприятия

Наименование схем	Схема	Краткая характеристика
Параллельная	<p><i>Направление работ по реконструкции</i></p> 	<p>Реконструкция проводится одновременно на всех производствах и участках предприятия без остановки основного производства, с изменением или без изменения режима его работы. Требуется значительные единовременные затраты материально-технических и трудовых ресурсов</p>
Прямой последовательности	<p><i>Направление работ по реконструкции</i></p> 	<p>Реконструкция проводится последовательно на участках производства по направлению технологического процесса с частичной остановкой или без остановки основного производства. Потребление ресурсов определяется объемами реконструктивных работ</p>
Обратной последовательности	<p><i>Направление работ по реконструкции</i></p> 	<p>Реконструкция проводится в направлении, противоположном направлению технологического процесса предприятия, с частичной остановкой или без остановки производства. Потребление ресурсов определяется объемами реконструктивных работ</p>
Последовательного перемещения технологического процесса во временное здание		<p>На период проведения реконструкции технологический процесс переносит во временное здание. Реконструктивные работы проводятся с частичной остановкой производства</p>
Перемещение технологического процесса с первого участка реконструкции в новое здание		<p>При завершении реконструктивных работ на первом участке проводится передислокация туда технологического процесса со следующего участка и так далее. Реконструкция осуществляется с полной остановкой производства</p>

условия производства работ, профессиональную структуру бригад, интенсивность частных строительных потоков.

Интенсивность строительного потока определяется по формуле

$$i_n = V/t,$$

где  $V$  — объем продукции, выпускаемой потоком;  $t$  — временной интервал.

Интенсивность специализированного потока устанавливается расчетом интенсивностей составляющих его специализированных потоков.

При реконструкции объектов специализированные потоки могут быть организованы по основным видам работ:

земляные работы, связанные с переустройством (усилением, разборкой, заменой, устройством новых) оснований и фундаментов, внутрицеховых коммуникаций;

демонтаж технологического оборудования;

разборка и разрушение конструкций зданий и сооружений;

демонтаж и монтаж конструкций каркаса здания;

производство бетонных и железобетонных работ по переустройству конструкций;

усиление и замена железобетонных и металлических конструкций зданий и сооружений, элементов инженерных сетей и коммуникаций;

монтаж технологического оборудования;

послемонтажные работы (испытание сетей, отделка зданий и др.).

При проектировании строительных потоков необходимо определить комплекты машин, механизмов, оборудования, оснастки для выполнения планируемых объемов работ.

Выбор комплектов машин производится в такой последовательности: определяют номенклатуру машин по типоразмерам в зависимости от вида работ и условий их работы в реконструируемом здании (цехе); рассчитывают эксплуатационную производительность ведущих машин и механизмов; определяют производительность, устанавливают номенклатуру и количество вспомогательных машин; определяют количество необходимых комплектов машин по вариантам механизации на основе директивного срока выполнения данного комплекса работ, проектируемой интенсивности строительного потока и эксплуатационной производительности одного комплекта; определяют эффективность комплекта машин по показателю минимальных приведенных затрат.

В том случае, когда выполнение данного вида работ в самые короткие сроки является основным условием своевременного окончания всех видов работ на реконструируемом объекте, в качестве основного критерия эффективности может быть принята продолжительность производства работ.

Необходимым условием формирования количественного и квалификационного состава строительных бригад является соответствие численности рабочих объемам (трудоемкости) выполняемых на потоке работ.

Численный состав бригад в потоках определяется по формуле

$$N = \frac{V N_{вр} K_1}{A t K_2},$$

где  $V$  — объем работ ( $m^3$ ,  $m^2$ , т и др.);  $N_{вр}$  — норма времени на единицу работы, чел.-ч;  $K_1$  — коэффициент, повышающий трудозатраты на выполнение работ в условиях реконструкции;  $K_2$  — коэффициент, учитывающий перевыполнение норм выработки;  $A$  — количество часов работы в смену;  $t$  — продолжительность выполнения данного вида работ в соответствии с календарным графиком, ч.

При проектировании состава бригад необходимо обеспечивать непрерывность их работы; распределение труда между членами бригады должно соответствовать их профессии и квалификации; нужно достигать рационального совмещения профессий, а также согласованности технологической взаимосвязи выполняемых бригадой работ.

В условиях реконструкции целесообразно проектирование производства работ укрупненными бригадами, работающими на принципах бригадного подряда. В связи с различием объемов работ на участках реконструкции для соблюдения ритмов работы звеньев и бригад в необходимых случаях перераспределяют рабочих из одних бригад в другие.

Графики производства работ разрабатываются с учетом очередности проведения реконструкции объектов, цехов, сооружений и коммуникаций предприятия, а также тесной увязки строительно-монтажных работ по реконструкции с деятельностью основного производства.

В общем случае работы по реконструкции могут производиться, как уже говорилось, без остановки, с частичной остановкой и с полной остановкой деятельности предприятия или отдельных его участков.

Продолжительность реконструкции объекта при пооче-

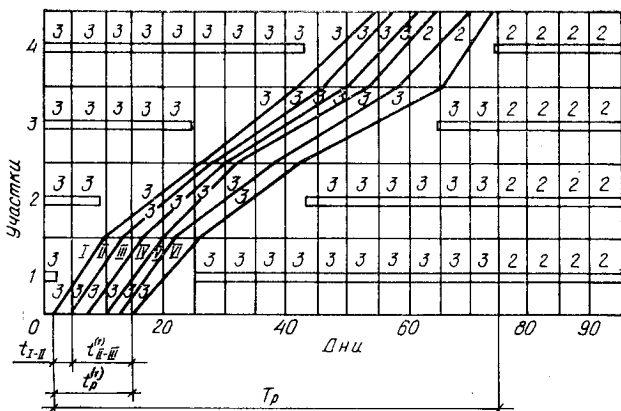


Рис. 3.2. График потока при реконструкции цеха с поочередной остановкой производства:

1...VI — специализированные потоки; 2, 3 — количество смен работы

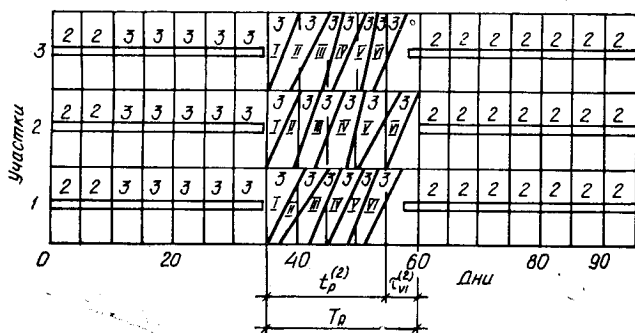


Рис. 3.3. График потока при реконструкции цеха с полной остановкой производства:

1...VI — специализированные потоки; 2, 3 — количество смен работы

редной остановке производства на реконструируемых участках (рис. 3.2) определяется по формуле [20]

$$T_p = t_p^1 + \sum_{i=1}^m \tau_i,$$

где  $t_p^1$  — период развертывания потока на первом участке, дни;  $m$  — число реконструируемых участков;  $\tau_i$  — продол-

жительность выполнения заключительной работы на  $i$ -м участке, дни.

При выполнении реконструктивных работ с полной остановкой производства (рис. 3.3) продолжительность реконструкции объекта

$$T_p = t_p^2 + \tau_{VI}^2$$

При разработке графиков производства СМР основной задачей является сокращение потерь в сфере промышленного и строительного производства. Это достигается за счет повышения производительности труда рабочих и машин, сокращения организационно-технологических перерывов и потерь рабочего времени, использования рациональных комплектов машин и механизмов, насыщения фронта работ материально-техническими и трудовыми ресурсами, а также выбором оптимальных организационно-технологических решений по производству реконструктивных работ.

### **3.3. Оптимизация организационно-технологических решений**

Оптимизация организационно-технологических решений производства СМР преследует цель выбора варианта, при котором с учетом местных условий обеспечивается максимальное сокращение сроков выполнения работ при эффективном использовании материально-технических ресурсов.

Оптимальность решений выявляется на основе вариантного проектирования и всестороннего анализа сравниваемых вариантов. Суть оптимизационного поиска заключается в разделении процесса проектирования на этапы. Это позволяет на каждом этапе анализировать организационно-технологические связи между отдельными элементами и производить сравнение этапных вариантов между собой или с базисным (аналоговым) вариантом.

Логическая схема оптимизации организационно-технологических решений приведена на рис. 3.4. По схеме в каждом блоке выполняется ряд последовательных расчетных и логических операций, содержание которых состоит в следующем.

В блоке  $A_1$  концентрируют сведения о видах и методах проведения реконструкции предприятия, состоянии конструкций зданий и сооружений, проектно-технологической документации по объемно-планировочным и конструктивным решениям, объемах реконструктивных работ, условиях

их производства, а также ограничениях, связанных с деятельностью предприятия.

Объем необходимых исходных материалов и методика их сбора подробно изложены в § 2.3.

В блоке  $A_2$  производят анализ исходных данных и проектно-технологической документации на реконструкцию объекта; уточняют номенклатуру возможных к применению в данных условиях средств механизации; возможности применения различных методов производства работ, технологическую последовательность их выполнения; возможности концентрации материально-технических и трудовых ресурсов, методы интенсификации производства отдельных видов и комплексов работ.

Важной оценкой вариантов организационно-технических решений является обоснование и выбор критерия оптимальности, рассматриваемого в блоке  $A_3$ . В качестве такого критерия могут использоваться минимальные сроки производства СМР на объекте реконструкции, минимальные трудовые затраты, минимум приведенных затрат. Наряду с выбранным критерием оптимальности необходимо использовать также другие показатели, характеризующие эффективность строительно-монтажных работ. К таким показателям относят: время остановки основного производства предприятия, уровень концентрации и использования материально-технических и трудовых ресурсов. Выбор того или иного критерия оптимальности зависит от конкретных условий производства работ, объемов и плановых сроков проведения реконструкции.

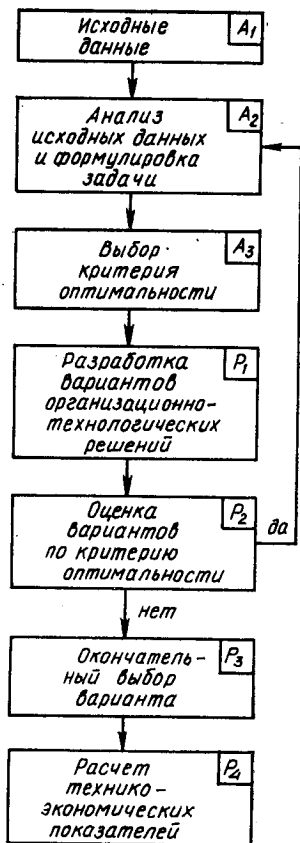


Рис. 3.4. Логическая схема оптимизации организационно-технологических решений



Операции, выполняемые в блоке  $P_1$ , сводятся к разработке (выбору) возможных вариантов организационно-технологических решений с учетом стесненности рабочих зон и других ограничений, обусловленных деятельностью реконструируемого предприятия. При этом обосновывают и определяют размеры монтажно-демонтажных участков, последовательность их включения в производство реконструктивных работ, методы производства ведущих строительных процессов, выбирают по техническим параметрам машины и механизмы, определяют их эксплуатационную производительность, степень совмещения и интенсивность выполнения СМР.

Наряду с этим обосновывают схемы производства работ, определяют трудозатраты, затраты машинного времени, производят расчет и формирование звеньев и бригад рабочих.

При разработке вариантов организационно-технологических решений составляют принципиальные схемы производства работ. Эти схемы отражают основные методы выполнения процессов, расположение машин и механизмов, порядок их перемещения по объекту реконструкции. Для разработки схем используются типовые технологические карты и карты трудовых процессов. При невозможности их привязки к местным условиям производства работ осуществляется их разработка. Составленные схемы и принятые в них организационно-технологические решения являются основой для расчета технико-экономических показателей рассматриваемого варианта.

В блоке  $P_2$  выполняются операции по технико-экономической оценке каждого варианта решений по методам и средствам механизации СМР, использованию материально-технических и трудовых ресурсов, срокам производства работ. За основу при сравнении вариантов принимается показатель, принятый в блоке  $A_3$  в качестве основного критерия оптимальности. В связи с тем что объемы, структура и трудоемкость работ на различных реконструируемых объектах будут различны, при окончательном выборе варианта (блок  $P_3$ ) в первую очередь необходимо принимать такие решения, которые обеспечат сокращение продолжительности реконструктивных работ при минимальных затратах материально-технических и трудовых ресурсов. При этом необходимо также учитывать обеспечение выпуска продукции предприятием в установленных объемах.

По окончательному варианту рассчитываются необходимые технико-экономические показатели (блок  $P_4$ ).

### **3.4. Применение ЭВМ и САПР при проектировании реконструкции объектов**

Повышение качества и снижение сроков проектирования реконструкции объектов является одним из важнейших факторов ускорения научно-технического прогресса. В процессе проектирования требуется учитывать большое количество конструктивно-планировочных, технических, социологических факторов и экономических показателей, что традиционными методами практически выполнить трудно, а в отдельных случаях невозможно. Поэтому становится актуальной задача найти возможные пути автоматизации этого специфического вида проектирования. Целесообразность и возможность решения отдельных задач или всего процесса проектирования реконструкции объекта должна быть тщательно обоснована и обеспечивать сокращение трудоемкости и продолжительности проектирования, получение более надежных и эффективных решений, выработку оптимальных для данных условий реконструкции объекта организационно-технологических и технических проектов.

В настоящее время автоматизация проектирования с применением ЭВМ идет в следующих основных направлениях:

1. Автоматизация отдельных процессов проектирования реконструкции объектов (разработка графиков производства работ, расчеты по эффективному формированию парка строительных машин; формирование численного и квалификационного состава бригад и определение их производственных возможностей при различных условиях работы; организационно-технологическое моделирование возведения и реконструкции объектов; расчет потребности в материально-технических ресурсах и др.).

2. Разработка и внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР) возведения и реконструкции объектов, включая автоматизированный выпуск и обработку проектной документации.

3. Создание автоматизированных систем управления (АСУ) проектными организациями, в которых используются современные методы математического моделирования, оптимизации, человеко-машинного диалога и др. Основной базой таких систем являются вычислительные машины третьего и четвертого поколения и необходимое сопутствующее оборудование.

Следует отметить, что при использовании любого направления автоматизации проектирования последние рас-

смаатриваются как человеко-машинные системы и предполагают обязательное участие инженера-проектировщика, работа которого переводится на качественно более высокий уровень.

В настоящее время широкое применение в проектной практике получила автоматизированная система обработки и выпуска проектной документации под названием «Проект», разработанная в 1970—1980 гг. в системе Госстроя СССР. Система «Проект» предусматривает применение типовой документации и метода плоскостного моделирования при составлении оригиналов проектных документов [22]. Метод плоскостного моделирования представляет собой процесс формирования документов из предварительно выполненных на специальной основе графических и текстовых заготовок. Эта система позволяет также осуществлять изготовление подлинников документов с применением электрографических аппаратов, микрофильмирование вновь разрабатываемой документации с последующим монтажом отдельных кадров микрофильмов в специальные машинные карты (перфокарты). Такие карты обеспечивают оперативность получения информации, автоматизацию копирования и являются рациональным методом хранения документации.

Кроме этого, система «Проект» позволяет осуществлять увеличение копий документов из микрофильмов, автоматизацию многоаспектного поиска информации из ранее разработанных документов.

Для дальнейшего повышения эффективности системы «Проект» в настоящее время на ее основе осуществляется разработка автоматизированной системы обработки данных и документов (АСОД) (рис. 3.5), оснащенной современными ЭВМ, дисплеями, графопостроителями и средствами документирования выходных данных в виде микрофильмов, а также разработка подсистемы выпуска проектной документации (рис. 3.6). С разработкой такой системы предусматривается получить 100 %-ю готовность текстовых документов и 70 %-ю — рабочих чертежей, выполненных с помощью ЭВМ и других технических средств.

Системы автоматизированного проектирования созданы в различных отраслях многих институтов страны. Они используются для проектирования объектов нового строительства и разработки проектов реконструкции предприятий.

В качестве примера на рис. 3.7 представлена структурная модель САПР института Госхимпроект. С помощью этой системы решают основные задачи управления проек-

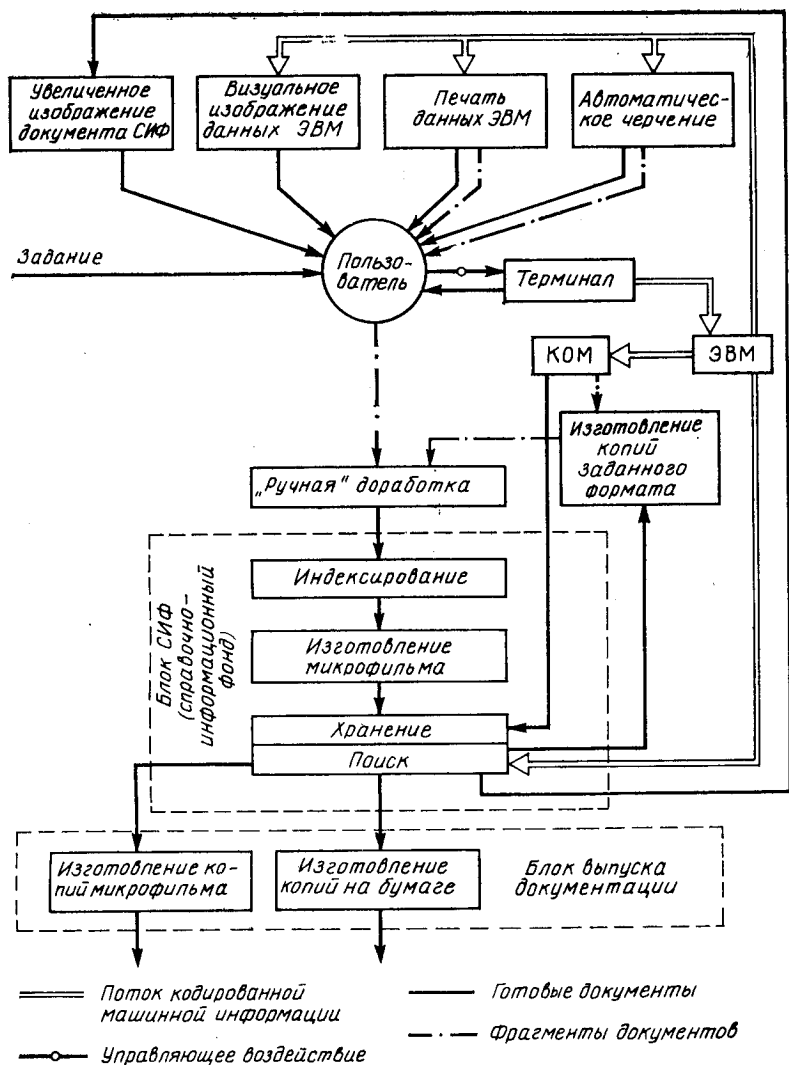


Рис. 3.5. Принципиальная схема функционирования автоматизированной системы обработки проектной документации

тированием, планирования проектных работ, управления качеством проектов. Экономическая эффективность от внедрения системы составила 810 тыс. руб. Внедрение САПР позволило сэкономить 1486,8 м<sup>3</sup> бетона и 269 т стали.

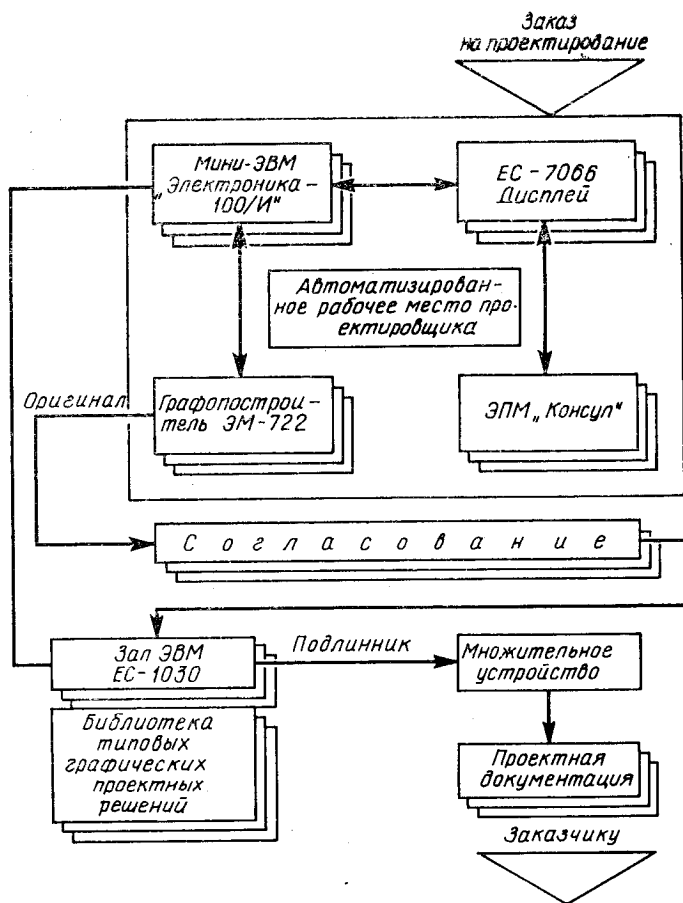


Рис. 3.6. Принципиальная схема функционирования автоматизированной подсистемы выпуска проектной документации

В ряде проектных институтов автоматизация проектирования строительства и реконструкции объектов осуществляется созданием системы технологических линий проектирования (ТЛП), представляющих собой комплект технических средств математического и информационного обеспечения, позволяющих комплексно автоматизировать весь процесс разработки проектно-сметной документации или ее непрерывной части.

Так, программная система автоматизированного проек-

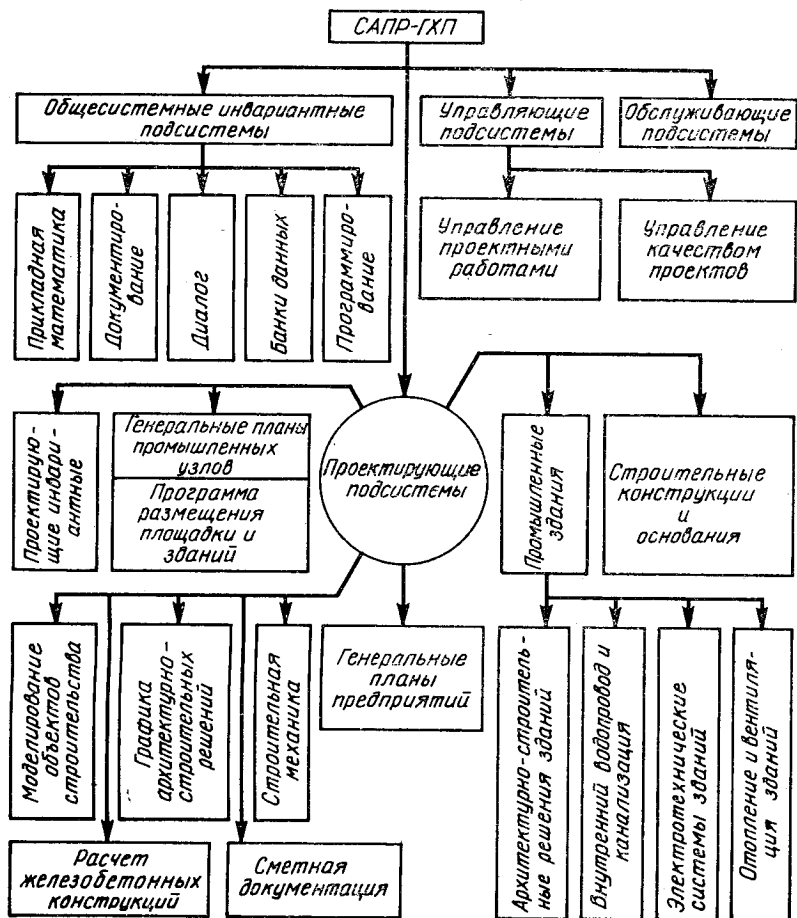


Рис. 3.7. Структурная модель САПР Госхимпроекта

тирования конструктивной части одноэтажных промышленных зданий «Комплекс 1—76», используемая в харьковском ПромстройНИИпроекте, предназначенная для обработки проектной информации на стадии «рабочая документация» с маркировочными схемами и спецификациями основных конструктивных элементов — плит фундаментов, колонн, покрытий, приведена на рис. 3.8.

Вывод проектных результатов осуществляется в виде чертежно-графических материалов. Использование этой сис-

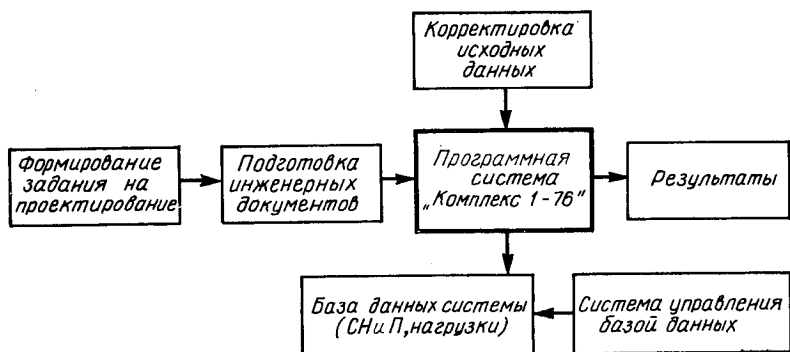


Рис. 3.8. Блок-схема САПР с системой «Комплекс 1—76»

темы в практике проектирования строительства и реконструкции объектов позволило сократить стоимость строительства на 3 %; расход бетона — на 7, стали — на 4, трудоемкость проектирования — до 20 %. Ведутся также работы по созданию систем автоматизации процессов переработки информации и проектирования объектов реконструкции АСПОРЗ.

Такие системы обеспечивают автоматизацию сбора, хранения, переработки и выдачи информации по проектам-аналогам реконструкции, инвентаризационные данные по реконструируемому объекту, включая чертежи и сведения о техническом состоянии объекта.

Система АСПОРЗ позволяет также автоматизировать процессы: перепланировки (переустройства) зданий с выполнением чертежей с помощью графопостроителя, компоновки объемно-планировочных решений реконструируемого здания с учетом факторов ближайшего окружения; расчетов вновь устраиваемых и усиливаемых конструкций; сметно-финансовых расчетов на реконструкцию здания; оптимизации проектных решений.

Применение экономико-математических методов и ЭВМ в проектировании реконструкции объектов открывает широкие возможности для повышения технико-экономических показателей проектных разработок, сокращения затрат труда и времени на выполнение проектно-сметной документации, что в конечном итоге обеспечивает значительную экономию государственных денежных средств.

## **ГЛАВА 4. ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

### **4.1. Особенности производства работ**

На производство земляных работ при реконструкции промышленных предприятий оказывают влияние следующие особенности:

стесненные условия их выполнения в цехах с действующим производством и на территории предприятия, занятой зданиями, сооружениями, коммуникациями;

сжатые сроки производства работ;

отрывка котлованов вблизи существующих фундаментов на глубину, превышающую отметку заложения фундаментов;

необходимость отрывки котлованов в насыпных грунтах, содержащих включения твердых предметов (кирпича, железобетона, цементированного шлака, кусков металла);

необходимость разборки во многих случаях до начала земляных работ покрытий дорог, площадок, полов;

обеспечение достаточного уплотнения грунта в обратных засыпках котлованов и траншей, так как в скором времени над засыпками укладываются покрытия полов, дорог и др.;

наличие большого количества коммуникаций различного назначения в местах отрывки котлованов и траншей;

большое число ограничений в технологии земляных работ (невозможность применения машин с двигателями внутреннего сгорания на внутрицеховых работах, динамического воздействия на грунт вблизи коммуникаций, применения искусственного водопонижения и др.);

отсутствие (во многих случаях) мест для временного хранения грунта, разработанного в котлованах и траншеях;

относительно большой объем работ, выполняемых вручную из-за стесненности, наличия большого количества коммуникаций, трудности применения средств механизации.

В составе ППР<sub>(р)</sub> должен быть разработан раздел «Производство земляных работ», основными вопросами и документами которого являются:

стройгенплан, на котором обозначаются места выполнения земляных работ, пересекающие их и расположенные на них коммуникации, геодезические знаки, пути движения землевозного транспорта, места стоянок машин для земляных работ, установки временных инвентарных зданий;

объемы земляных работ с указанием их вида, места выполнения;



графики выполнения работ с указанием числа смен работы и условий выполнения (с остановкой, без остановки) и графики работы машин;

технологические схемы выполнения всех основных работ с уточнением состава комплектов машин, бригад рабочих и др.;

конструкции приспособлений, оснастки, вспомогательный устройств, требующихся для выполнения работ;

указания по контролю качества (на каких этапах, что контролируется, какими методами, с помощью каких приборов, какие предъявляются требования, какие составляются документы);

указания по технике безопасности для рабочих, занятых на реконструкции, и для рабочих реконструируемого предприятия;

мероприятия по охране окружающей среды (предохранение производств от пыли, загрязнения автомобильных дорог и пешеходных дорожек, сохранение деревьев, кустов).

При подготовке к производству земляных работ должно быть осуществлено следующее:

выявлено, уточнено и обозначено на местности положение всех коммуникаций, проходящих в зоне работ и вблизи от нее;

установлено положение геодезических знаков, требующихся для проведения работ. В необходимых случаях должны быть установлены временные реперы;

подготовлены и подвезены все материалы и приспособления, требующиеся для выполнения работ (крепления стен выработок, предохранение вскрываемых коммуникаций, лестницы для спуска в выемки и т. п.);

снят и обвалован растительный грунт (при внецеховых работах) со всей площади работ, включая временные дороги и места временной укладки материалов;

разобраны конструкции, подлежащие сносу на местах разработки выемок;

разобраны покрытия полов, дорог, площадок и т. п.

#### **4.2. Крепление стенок выемок**

В условиях реконструкции, особенно внутри цехов, устраивают выемки обычно с вертикальными стенками и значительно реже — с откосом (в одну или две стороны).

Крепления стенок выемок с вертикальными стенками в стесненных условиях наиболее часто применяют консоль-

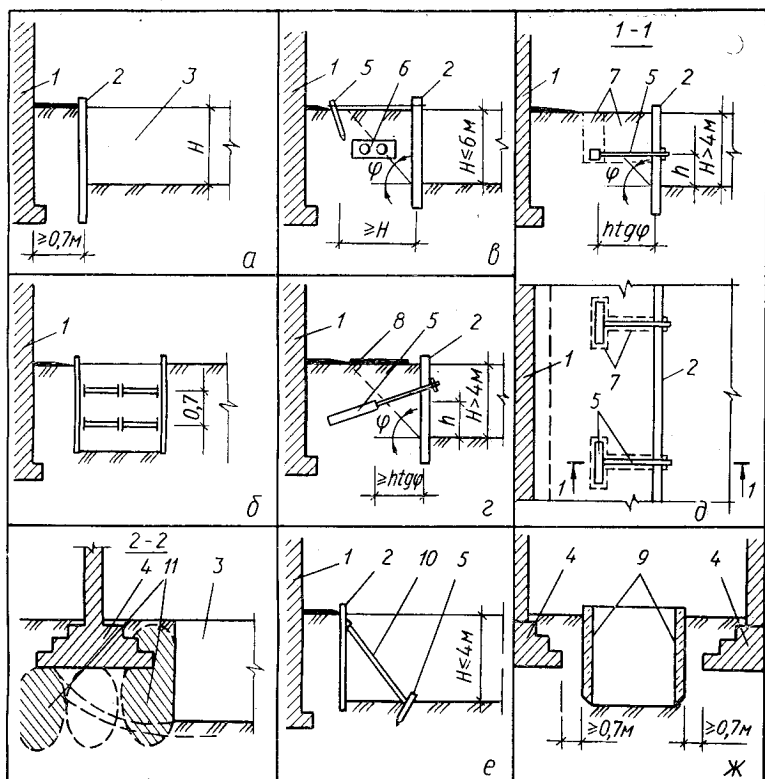


Рис. 4.1. Виды крепления стенок выемок в стесненных условиях:

*a* — консольное; *б* — распорное; *в* — анкерное, с анкером на поверхности земли; *г* — то же, с анкером в скважине; *д* — то же, с анкером в Т-образной траншее; *е* — подкосное; *ж* — с помощью колодца; *з* — закрепление грунта; *1* — существующие конструкции; *2* — ограждающая конструкция; *3* — котлован; *4* — фундамент; *5* — анкер; *6* — существующая коммуникация; *7* — траншея для устройства анкера; *8* — дорожное покрытие; *9* — опускной колодец; *10* — подкос; *11* — массив закрепленного грунта

ные и консольно-распорные, а также анкерные, подкосные и распорные (рис. 4.1), выполняемые из дерева, металла, железобетона и их комбинаций (табл. 4.1). В отдельных случаях в качестве креплений выемок применяют методы химического и термического закрепления (рис. 4.1, з), це-

**Таблица 4.1. Область применения креплений выемок в стесненных условиях**

Вид крепления	Материал и конструкция	Характеристика выемок	Особенности производства работ
Консольное	Деревянное шпунтовое	Траншеи и котлованы глубиной до 3 м	Механизированная разработка грунта
	Из двутавровых или трубчатых свай с забиркой из досок	То же, глубиной до 4,7 м	То же
	Из стального шпунта	То же, глубиной до 6 м	То же, в переувлажненных грунтах
	Из буронабивных свай или монолитных (сборных) железобетонных конструкций	То же, глубиной до 10 м	То же
Анкерное	Из стального шпунта	Траншеи и котлованы глубиной до 7,6 м	Механизированная разработка грунта
Подкосное	Из буронабивных свай	То же, глубиной более 7,6 м	То же
	Из инвентарных деревометаллических элементов	Котлованы глубиной до 4 м, траншеи шириной более 1,9 м	При обеспечении выполнения последующих работ внутри котлована
Распорное и консольно-распорное	Из инвентарных деревометаллических элементов	Траншеи глубиной до 4 м и шириной 0,9—1,0 м	Малые рассредоточенные объемы работ
	Из стального шпунта с поперечными распорками-растрелами	Котлованы глубиной до 7,6 м, шириной до 6 м	Рассредоточенные объемы работ в переувлажненных грунтах и невозможность устройства анкерных креплений
	Из буронабивных свай с поперечными стальными распорками-растрелами	Котлованы глубиной более 7,6 м, шириной до 6 м	Рассредоточенные объемы работ и при невозможности устройства анкерных креплений

метнании и замораживания. Небольшие глубокие котлованы в особо стесненных условиях (вблизи фундаментов существующего оборудования, зданий и сооружений при глубине их заложения выше отметки дна устраиваемого котлована) разрабатывают в опускных колодцах (рис. 4.1, ж).

*Консольное (консольно-распорное) крепление (рис.*

4.1, а) устраивают при внешних ограничениях, не позволяющих применять анкерные крепления, для обеспечения свободного пространства внутри выемки и сокращения сроков производства СМР. Оно выполняется при глубине выемки: до 3 м — из деревянного шпунта, до 6 м — из металлического шпунта, до 10 м — из буронабивных свай или монолитных и сборных железобетонных конструкций, выполняемых методом «стена в грунте».

При значительной глубине котлована (более 8 м), при невозможности устройства анкерных креплений и постановки расстрелов внутри котлована крепление выполняют из двух рядов буронабивных свай. При устройстве буронабивных свай вблизи расположения фундаментов (первый ряд) их следует бетонировать без извлечения обсадных труб, а при устройстве второго ряда — с извлечением обсадных труб с одновременным заполнением скважин бетонной смесью.

Консольное крепление при глубине котлована более 6 м часто выполняют комбинированным — из металлического шпунта и буронабивных свай в два этапа. При этом шпунтовую стенку (первый этап) располагают со стороны рядом существующих фундаментов, а буронабивные сваи (второй этап) — со стороны котлована. В процессе разработки грунта из котлована буронабивные сваи хомутами прикрепляют к шпунтовому ряду.

Если рядом расположенные конструкции устойчивы к вибрационным воздействиям, то при устройстве шпунтовых стенок из металлических свай применяют вибропогружение. В остальных случаях погружение шпунта выполняют методом вдавливания.

При наличии рядом с устраиваемой выемкой подземных коммуникаций (трубопроводы, коллекторы, галереи) применяют *анкерное крепление*, при этом анкеры располагают на поверхности земли (рис. 4.1, в) или заглубляют. При свободной зоне вокруг устраиваемой выемки анкеры могут быть заглублены на 2 м и более в предварительно отрываемые Т-образные траншеи (рис. 4.1, д).

Если на поверхности земли рядом с устраиваемым котлованом расположены какие-либо конструкции (дорожное полотно, трубопроводы и т. п.), анкеры устраивают забуриванием скважин со стороны разработанного котлована. Скважины забуривают под заданным углом к горизонту диаметром 20—30 см и глубиной 8—20 м, обеспечивая расположение части скважины за пределами возможной призмы обрушения (рис. 4.1, е). В скважины устанавли-

вают анкерные оттяжки из стальных труб, стержней периодического профиля диаметром 18—40 мм или высокопрочной проволоки в виде пучков, прядей или канатов. Затем в пробуренную скважину нагнетают цементный раствор и тем самым закрепляют анкерные оттяжки по всей длине или в нижней части скважины. Со стороны стенки их закрепляют на продольных поясах, устраиваемых из двутавровых балок вдоль стенки котлована.

В условиях реконструкции предприятий при устройстве крепления стенок небольших котлованов все чаще применяют *метод торкретирования* с помощью цемент-пушки или бетон-шприц-машины. Набрызг бетонной смеси производится под высоким давлением; ее частицы при нанесении первого слоя проникают в мягкий грунт, а при нанесении последующих слоев — в неуспешную еще затвердеть бетонную смесь предыдущего слоя. В ряде случаев по грунту или между соответствующими слоями укладывается арматурная сетка. В результате получают монолитную конструкцию с толщиной слоя около 75 мм.

При сооружении глубоких котлованов стенки торкрет-бетоном крепят обычно уступами. В случае значительной толщины торкрет-бетон может быть заанкерен за пределами котлована, что избавляет от необходимости применения распорок.

Метод торкретирования эффективен при креплении стенок котлованов, устраиваемых в связных грунтах нормальной влажности. Его не рекомендуется использовать при сооружении котлованов в песчаных грунтах и при сильном притоке грунтовых вод.

### **4.3. Разработка грунтов в котлованах и траншеях**

Устройство котлованов и траншей, являющихся наиболее характерными земляными сооружениями при реконструкции промышленных предприятий, осуществляют в основном экскаваторами, бульдозерами и погрузчиками различных типов. При земляных работах в условиях реконструкции предприятий осуществляются в основном те же операции, что и при строительстве новых объектов: выемка грунта и зачистка дна, обратная засыпка, уплотнение грунта. Однако эти операции осуществляют в более сложных условиях, что приводит к снижению производительности машин, увеличению объемов ручного труда, переходу на малогабаритное и более маневренное оборудование.

**Таблица 4.2. Средства механизации, рекомендуемые для разработки котлованов и траншей**

Технологический процесс	Ведущие машины
Разработка котлованов в грунтах I—IV групп Разработка котлованов в мерзлых грунтах Iм—IIIм групп	Экскаваторы ЭО-5122; ЭО-4121А, ЭО-4321 и ЭО-3121А (Э-5015А) с зачистным устройством, ЭО-3322В, скреперы Д-357П Рыхлители ДП-22С на Т-180, ДП-9С-1 на ДЭТ-250 и ДЗ-94С на Т-330, экскаватор ЭО-4121А с гидромолотом, экскаваторы ЭО-5122 и ЭО-4121А с захватно-клещевыми рабочими органами
Разработка котлованов в грунтах I—IV групп со скальными и валунными включениями	Экскаваторы ЭО-5122, ЭО-4121А с молотами СП-62, ЭО-3322Б с молотами СП-71, ЭО-4321 и ЭО-3121А (Э-5015А) с молотами ГПМ-300, ЭО-2621А с молотами ГПМ-120, экскаваторы ЭО-5122 и ЭО-4121А с захватно-клещевыми рабочими органами
Разработка траншей в грунтах I—IV групп	Экскаваторы ЭО-3322В, ЭО-4121А и ЭО-3121А (Э-5015А) с зачистным устройством, ЭТР-204, ЭТР-223 и ЭТР-253А, ЭТЦ-252
Разработка траншей в мерзлых грунтах Iм—IIIм групп	Экскаваторы ЭТЦ-165, ЭТЦ-252, ЭТР-134, экскаваторы ЭО-4121А с молотами СП-62 и захватно-клещевыми рабочими органами, ЭО-3322Б с молотами СП-71, ЭО-4321 и ЭО-3121А (Э-5015А) с молотами ГПМ-300

Разработку грунтов, в особенности мерзлых и прочных, ЦНИИОМТП рекомендует производить технологическими комплектами, где в качестве ведущих машин используют новые средства механизации: гидравлические одноквшовые экскаваторы со сменным рабочим оборудованием, в том числе с гидромолотами и захватно-клещевыми рабочими органами, траншейные роторные (ЭТР) и цепные (ЭТЦ) экскаваторы, рыхлители на тракторах и скреперы (табл. 4.2).

Технология возведения земляных сооружений предусматривает комплексное выполнение всех операций, включая доводку сооружений до проектных параметров без применения ручного труда. Допускается применение ручного труда лишь в особо стесненных местах, где неприменимы средства механизации, а также там, где по правилам безопасности ведения работ запрещается применение машин и навесного оборудования. Новые средства механизации участвуют в технологическом процессе наряду с известными землеройными и землеройно-транспортными машинами, имеющимися в парках строительных организаций,

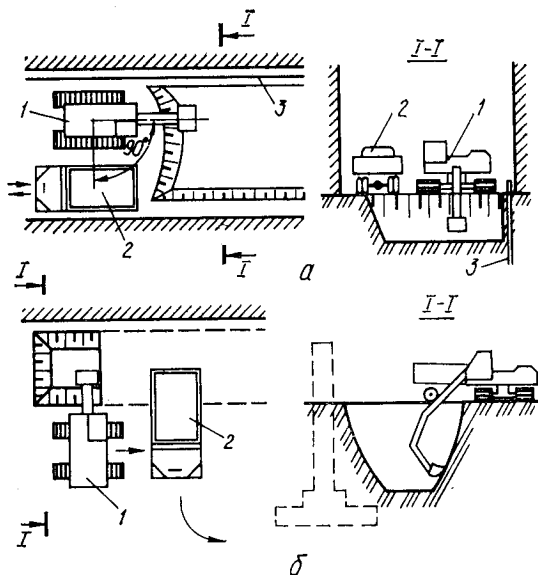


Рис. 4.2. Разработка грунта экскаватором с обратной лопатой вблизи конструкций:

*a* — продольной проходкой; *б* — боковой проходкой; 1 — экскаватор; 2 — автосамосвал; 3 — шпунт

но при этом сокращается количество операций, снижаются общая трудоемкость процесса и особенно затраты ручного труда. Техничко-экономические показатели технологического процесса должны рассчитываться на единицу годовой продукции по конечному результату, т. е. по готовому земляному сооружению, доведенному до проектных размеров.

**Применение экскаваторов.** Для устройства котлованов и траншей в стесненных условиях наиболее часто используют гидравлические экскаваторы 2-й—4-й размерных групп с вместимостью основного ковша 0,25—1,0 м<sup>3</sup>. К ним относятся серийно выпускаемые универсальные полноповоротные гидравлические экскаваторы 3-й и 4-й размерных групп, имеющие составную стрелу: на пневмоколесном ходу ЭО-3322Б и ЭО-4321 с вместимостью основного ковша 0,5 и 0,65 м<sup>3</sup>, отличающиеся высокой мобильностью и маневренностью; на гусеничном ходу ЭО-3121А (Э-5015), ЭО-4121А с вместимостью основного ковша соответственно 0,5 и 1 м<sup>3</sup>, которые также применяют для выполнения земляных работ в стесненных условиях. Кроме полноповоротных гидравлических экскаваторов значительное распрост-

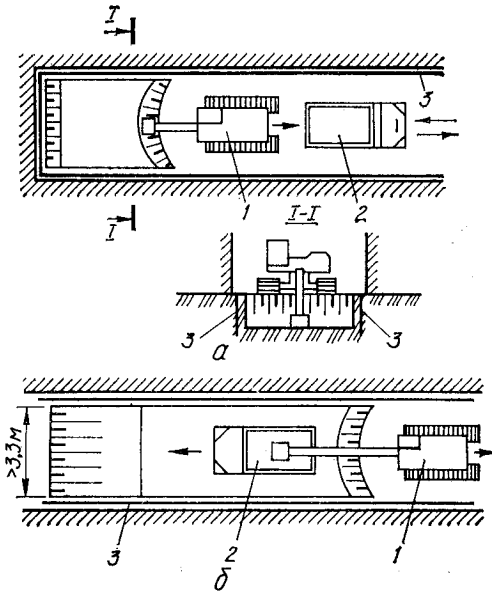


Рис. 4.3. Разработка грунта экскаватором с обратной лопатой в особо стесненных условиях:  
 а — с расположением автосамосвала на уровне стоянки экскаватора; б — то же, на дне выемки; 1 — экскаватор; 2 — автосамосвал; 3 — шпунт

ранение получил полуповоротный гидравлический экскаватор ЭО-2621А на базе колесного трактора МТЗ-50.

В зависимости от расположения конструкций (фундаментов колонн, шпунтового ограждения и т. п.) работа экскаваторов с обратной лопатой производится продольными (рис. 4.2, а) или боковыми (рис. 4.2, б) проходками. При этом автосамосвалы могут располагать как на уровне стоянки экскаватора (рис. 4.3, а), так и на дне выемки (рис. 4.3, б) при наличии съезда в нее. В ряде случаев из-за вблизи стоящих конструкций (рис. 4.3, а) поворот экскаватора на разгрузку осуществляют только при минимальном радиусе поворота ковша, что увеличивает продолжительность цикла экскаватора.

К экскаваторам ЭО-2621А и Э-5051А разработано сменное оборудование для смещения оси копания обратной лопаты, обеспечивающее разработку грунта в стесненных местах вблизи стен зданий и сооружений или существующих конструкций. Оборудование со смещенной осью копания для экскаватора ЭО-2621А обеспечивает выгрузку



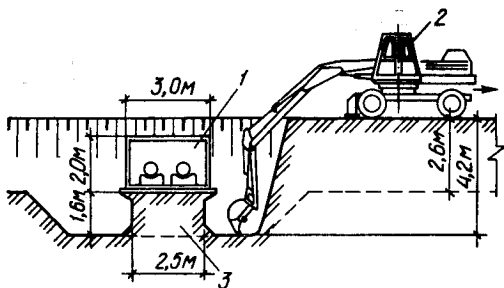


Рис. 4.4. Разработка грунта в траншее, пересекающей инженерные коммуникации, гидравлическим экскаватором:  
 1 — коллектор теплосети; 2 — экскаватор; 3 — грунт, разрабатываемый вручную

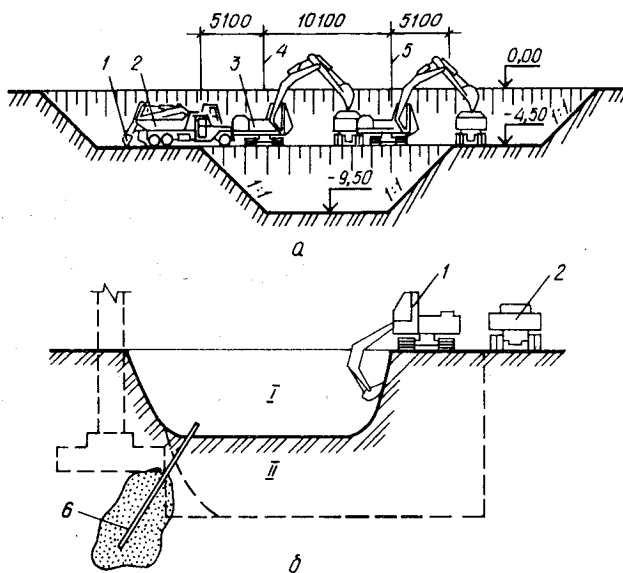


Рис. 4.5. Разработка грунта в котловане в два яруса:  
 а — при отсутствии конструкций; б — при наличии вблизи выемки фундамента;  
 I, II — ярусы разработки; 1 — экскаватор ЭО-3322В; 2 — автосамосвал; 3 — экскаватор ЭО-4121А № 2; 4 — ось проходки экскаватора ЭО-4121А № 2; 5 — ось проходки экскаватора ЭО-4121А № 1; 6 — инъектор

грунта в отвал, а для экскаватора Э-5051А также и в автотранспорт.

При разработке грунта в траншее, пересекающей инженерные коммуникации, рекомендуется применять гидравлические экскаваторы ЭО-3322Б и ЭО-4321, оборудован-

ные обратной лопатой, при максимальном приближении к коммуникациям (рис. 4.4). При этом направление перемещения экскаватора в стесненных условиях происходит по зигзагу или прямой линии в зависимости от расположения коммуникаций: вдоль траншеи, поперек или под углом к ней.

Разработка грунта в котлованах и траншеях глубиной до 6 м обычно производится экскаваторами, оборудованными обратной лопатой. Грунт разрабатывается торцовыми и боковыми проходками.

Экскаваторы с *прямой лопатой* применяют в отдельных случаях при выделении участка цеха с въездом через разобранную стену. Работы по разработке стены и устройству пионерной траншеи (съезда в котлован) выполняют в подготовительный доостановочный период.

При разработке более глубоких котлованов все чаще используют гидравлические экскаваторы с выемкой грунта ярусами. Так, например, в технологическом процессе устройства котлована глубиной 12 м в грунтах I—III групп с местными выемками под фундаменты оборудования в качестве ведущих машин применяют экскаваторы ЭО-4121А, оборудованные прямой или обратной лопатой. Технология предусматривает ведение работ в два яруса с погрузкой грунта в автосамосвалы КрАЗ-256Б (рис. 4.5, а).

При наличии вблизи расположенных фундаментов колонн и технологического оборудования, расположенных выше проектной отметки дна намечаемой выемки, работа обычно производится в два яруса: сначала вынимают грунт I яруса, затем закрепляют грунт под фундаментами (рис. 4.5, б), а после его разрабатывают до проектной отметки дна котлована.

В особо стесненных условиях или при невозможности подъезда в рабочую зону экскаваторы с ковшом вместимостью 0,15—0,25 м<sup>3</sup> могут быть поданы в выемку стреловым (рис. 4.6) или мостовым краном. Грунт разрабатывают экскаватором с погрузкой в бадьи для последующего транспортирования краном из стесненной зоны.

Экскаваторы, оборудованные *драглайном*, применяют при разработке грунта в котлованах и траншеях глубиной более 6 м. В цехах с сеткой колонн 12×12 м котлован разрабатывают за одну проходку экскаватора, а при сетке колонн 12×24 м — за две проходки со смещением оси движения экскаватора в сторону колонн. Автосамосвалы подают под погрузку в середине пролета при первой и второй проходках.

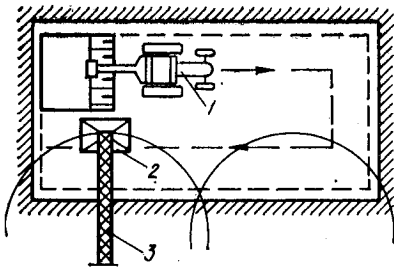


Рис. 4.6. Разработка грунта с использованием экскаватора и крана в особо стесненных условиях:  
1 — экскаватор; 2 — бадейка; 3 — кран

Для транспортирования грунта в стесненных условиях внутри действующих цехов, где не могут быть применены автосамосвалы, следует использовать малогабаритные погрузчики, мототележки, а также мостовые краны (для доставки бадей с грунтом).

Для зачистки и планировки грунта под проектную отметку дна котлованов с малыми размерами в плане и узких траншей в послед-

нее время созданы различные оборудования, устройства и приспособления, устанавливаемые на экскаваторе. К такому оборудованию относятся: ковш с прямолинейной режущей кромкой, планировочные насадки и скребки к ковшам экскаватора; устройства для контроля глубины копания (глубиномеры); специальные устройства и автоматические системы, обеспечивающие прямолинейное движение ковша.

Применение специальных ковшей с прямолинейной режущей кромкой, насадок на зубья ковша и скребков позволяет уменьшить объемы ручных работ по зачистке и планировке грунта дна котлована, однако, как правило, полностью их не исключает. Повысить точность выполнения работ экскаватором с различным рабочим оборудованием позволяет применение устройств для автоматического контроля глубины копания.

Наиболее эффективные средства, обеспечивающие исключение ручных работ по разработке грунта после экскаватора, — устройства, спрямляющие движение ковша экскаватора по прямолинейной траектории. Такие автоматические устройства для спрямления траектории ковша гидравлических экскаваторов созданы во ВНИИСтройдормаше и для экскаватора Э-1514 — в Днепропетровском филиале НИИСП Госстроя УССР. Рабочее оборудование экскаваторов, имеющих такие устройства, становится универсальным и может быть использовано как для работ по отрывке котлованов и траншей, так и для планировки их дна.

При разработке грунта одноковшовыми гидравлическими экскаваторами рекомендуется применять зачистное устройство конструкции НИИпромстроя, которое устанавли-

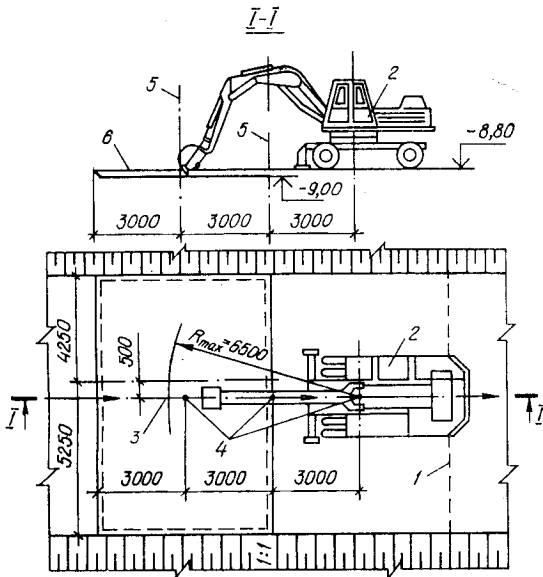


Рис. 4.7. Зачистка дна котлована с помощью экскаватора ЭО-3322В:

1 — контур проектируемого фундамента; 2 — экскаватор с обратной лопатой и полуавтоматической системой планировки; 3 — ось рабочего хода экскаватора; 4 — места стоянок экскаватора; 5 — ось стоянки экскаватора; 6 — недобор грунта под фундаменты

ливается на экскавационный ковш с зубьями обратной лопаты и представляет собой сплошную режущую кромку, изменяющую свое положение относительно зубьев ковша с помощью гидро- и пневмоцилиндров и рычажной системы, связывающей режущую кромку со штоками цилиндров.

При этом соблюдается следующая технология. Грунт разрабатывается экскаватором (рис. 4.7) по заданной схеме с недобором, составляющим 15—20 см до проектной отметки. В это время зачистное устройство, смонтированное на ковше, находится в нерабочем положении. Для разработки недобора приводится в рабочее положение откидной прямолинейный нож. Грунт срезается слоями толщиной 5—10 см острой режущей кромкой с переменным углом резания. При этом отклонение отметок дна котлована и траншей от проектных составляет  $\pm 5$  см.

Для производства зачистных и планировочных земляных работ при устройстве котлованов и траншей, а также для зачистки откосов земляных сооружений эффективно применение экскаваторов ЭО-3322Б и особенно ЭО-3322В,

оснащенного полуавтоматической системой для планировочных работ. Экскаватор ЭО-3322Б поставляется с экскавационно-планировочными ковшами вместимостью 0,5 и 0,4 м<sup>3</sup>, а также с планировочным отвалом. Кроме того, экскаватор ЭО-3322В, унифицированный по шасси и поворотной платформе с ЭО-3322Б, может работать со всеми видами сменного рабочего оборудования этого же экскаватора.

Полуавтоматическая система управления угловым положением ковша придерживает постоянный угол резания при выполнении планировочных и зачистных операций. Экскаватор оснащен также механизмом разворота ковша вокруг оси, перпендикулярной оси рукояти.

Технология разработки грунта и зачистки дна выемки экскаватором ЭО-3322В состоит из двух операций, выполняемых последовательно на каждой рабочей стоянке экскаватора. Сначала экскаватор разрабатывает грунт традиционным способом, оставляя недоборы грунта до проектной отметки (обычно 15 см).

По окончании разработки основного массива днище ковша устанавливается на зачищенное до проектной отметки с предыдущей стоянки экскаватора дно траншеи. Угловое положение днища ковша относительно горизонтали контролируется по прибору из кабины машиниста. После этого включается полуавтоматическая система экскаватора и производится цикл зачистки. Во время зачистки благодаря опиранию днища ковша на грунт происходит некоторое притрамбовывание дна траншеи. При зачистке оснований из плотных грунтов для получения нужной точности необходимо повторить цикл зачистки 3—4 раза.

При зачистке дна траншей, ширина по дну которых равна удвоенной ширине ковша и более, а также котлованов зачистка двух рядом расположенных участков производится с перекрытием 10—15 см. При зачистке дна выемок производительность экскаватора снижается на 15—20 %.

После зачистки экскаватор перемещается на новую стоянку и начинает разрабатывать грунт традиционным способом. При этом производительность экскаватора ЭО-3322В равна производительности ЭО-3322Б.

Применение грейферного оборудования. В стесненных условиях в качестве сменного рабочего оборудования к экскаваторам эффективно применение грейферного ковша. Использование грейфера позволяет отрывать котлованы с вертикальными стенками, а также разрабатывать грунт у самого шпунта. Грейфер можно также

Таблица 4.3. Рекомендуемая масса ковша грейфера, т

Группа грунта	Вместимость ковша, м³			
	0,5	0,75	1	1,5
I и II	0,6...1	0,9...1,45	1,15...1,95	1,6...2,7
III и IV скальный разрыхленный	1,5	2,2	2,85	4

использовать для обратной засыпки пазух фундаментов. Однако при выборе сменного оборудования следует учитывать, что производительность экскаватора с грейферным ковшом примерно в два раза меньше по сравнению с производительностью экскаватора, оборудованного стандартным ковшом обратной или прямой лопаты.

Грейферное оборудование используется как с жесткой, так и с гибкой подвеской. При разработке грунта грейферным ковшом с жесткой подвеской улучшается его наполнение и увеличивается точность посадок грейфера на грунт и точность его выгрузки, что важно при работе в стесненных условиях. При гибкой подвеске грейферного ковша масса его выбирается в зависимости от группы разрабатываемого грунта (табл. 4.3).

Для устройства глубоких траншей и небольших в плане глубоких котлованов с вертикальными стенками (шпунтовые крепления и т. п.) в стесненных условиях целесообразно применять оборудование гидравлического грейфера на напорной штанге. Базовой машиной для такого оборудования служит гидравлический экскаватор или кран. Напорная штанга обеспечивает возможность фиксации грейферного ковша в пределах значительной глубины копания, создания принудительного усилия его внедрения, быстрой корректировки вертикального положения штанги, погрузки разрабатываемого грунта в транспортные средства.

Подобное оборудование создано как в СССР, так и за рубежом (табл. 4.4). Оборудование отечественного производства устанавливается на гидравлическом экскаваторе ЭО-5122 Воронежского экскаваторного завода им. Коминтерна. Оборудование состоит из рычага, опорной рамы, телескопической штанги, механизма перемещения штанги и грейфера. Оно обеспечивает разработку грунта I...IV категорий с каменистыми включениями на глубину до 30 м. Разработка грунта ведется блоками, равными величине раскрытия челюстей грейфера.

Разработка грунта грейферным оборудованием производится на всю глубину по различным технологическим схе-

**Таблица 4.4. Техническая характеристика экскаваторов с гидравлическими грейферами на напорной телескопической штанге**

Показатель	ЭО-5122 (Воронежский завод)	SCK-150 („Поклен“, Франция)	TR-18 („Галинет“, Франция)
Ширина ковша, м	0,6...1	0,5...0,9	0,5...1,2
Длина захвата, м	2,5	2,2	2,4
Наибольшая глубина копания, м	30	30	22
Радиус копания, м	3,58	3,12	—
Высота выгрузки, м	2,45	2,25	1,8
Усиление напора, кН	100	100	—

мам. Наиболее часто используют схему последовательной разработки грунта в траншее, которая после выемки грунта заполняется сборным или монолитным железобетоном с установкой ограничителей захваток, а также схему разработки грунта с разбивкой траншеи на захватки, отделяемые друг от друга грунтовыми перемычками. Захватки назначаются из условия максимального раскрытия ковша грейфера. Грунт разрабатывается с одной стоянки экскаватора на проектную глубину траншеи.

Грейферный ковш после каждого цикла наполнения извлекается из траншеи и удерживается над ней в течение 15—20 с для стекания глинистого раствора. После этого грунт из ковша выгружается в отвал или автосамосвал. Затем рабочий цикл повторяется. По мере разработки грунта в траншею подается глинистый раствор в количестве, обеспечивающем постоянный уровень не ниже чем 20 см от верха пионерской траншеи.

Новое грейферное оборудование на телескопической напорной штанге, установленное на экскаваторе ЭО-5122, рекомендуется применять для разработки узких глубоких траншей при устройстве подземных сооружений методом «стена в грунте», строительстве подпорных стенок и др.

Разработку траншей и небольших в плане котлованов с вертикальными стенками глубиной до 10,4 м можно выполнять грейфером с удлиненной вставкой, которая поставляется как сменное оборудование к экскаватору ЭО-4121А.

**Применение бульдозеров.** Для разработки грунта в узких местах и перемещения его на небольшое расстояние, обратной засыпки и разравнивания грунта в стесненных условиях эффективно применение бульдозеров.

При наличии вблизи расположенной протяженной конструкции (стены и т. п.) бульдозером послонно срезается

и транспортируется грунт с образованием откоса с одной стороны выемки (рис. 4,8, а). Промежуточный отвал грунта, расположенный на поверхности, отгружается в транспорт при помощи экскаватора или погрузчика. При небольшом расстоянии транспортирования (до 100—150 м) грунт можно переместить более мощным бульдозером.

При расположении протяженных конструкций с двух сторон от выемки (рис. 4,8, б) работа бульдозера осуществляется в довольно сложных условиях.

Перспективными машинами для разработки, перемещения, разравнивания и обратной засыпки грунта в особо стесненных местах (узких проездах, траншеях, котлованах внутри здания) являются малогабаритные бульдозеры, создаваемые на базе малогабаритных тракторов Т-54В или на специальном шасси, а также микробульдозер МБ-4.

Микробульдозер МБ-4 (рис. 4.9) на базе трактора Т-54В-В1 создан и выпускается Ленинградским котельно-механическим заводом. Навесное оборудование машины состоит из замкнутой прямоугольной рамы, ковша-отвала и гидравлической системы. Прямоугольная рама шарнирно закреплена на упорах гусеничных тележек трактора. На проушины рамы в передней части навешивается ковш-отвал совкового типа, подъем и поворот которого осуществляются гидроцилиндрами.

Наличие ковша-отвала совкового типа позволяет использовать микробульдозер МБ-4 также для переноса в стесненных условиях небольшого количества сыпучих материалов.

Схемы использования малогабаритных бульдозеров при разработке и перемещении грунта аналогичны схемам работы обычных бульдозеров, а при обратной засыпке грунта — рассмотрены в 4.5.

**Применение погрузчиков.** В настоящее время выпускаются фронтальные погрузчики на пневмоколесном ходу в основном малой мощности: ТО-6, ТО-6А, ТО-18 и ТО-25 грузоподъемностью от 2 до 3 т с ковшами вместимостью от 1,25 до 2 м<sup>3</sup>. Прошли испытание опытные образцы погрузчика ТО-21 грузоподъемностью 15 т (вместимостью 7,5 м<sup>3</sup>).

В условиях реконструкции промышленных предприятий наиболее часто применяются следующие схемы использования погрузчиков:

1. Схема «погрузчик (выемка и погрузка грунта) — автосамосвал». При использовании погрузчиков в качестве основного выемочно-погрузочного оборудования схема работы в забое зависит от их конструктив-



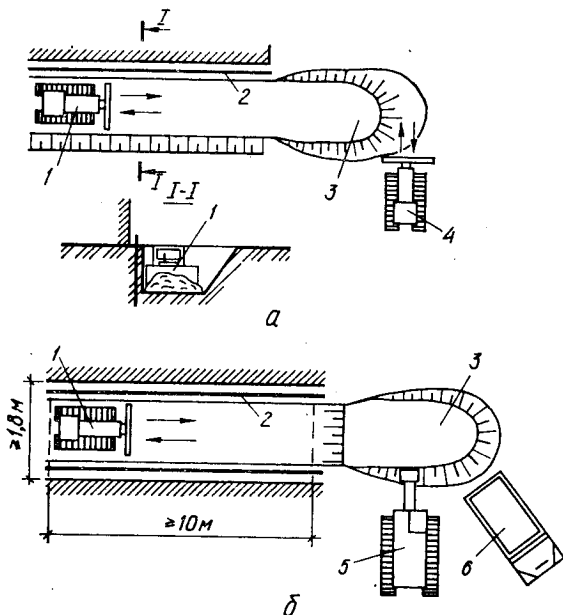


Рис. 4.8. Разработка грунта бульдозером в стесненных условиях:  
*a* — с откосом выемки с одной стороны; *б* — без откосов выемки; 1 — малогабаритный бульдозер; 2 — крепление стенок выемки; 3 — промежуточный отвал; 4 — бульдозер; 5 — экскаватор; 6 — автосамосвал

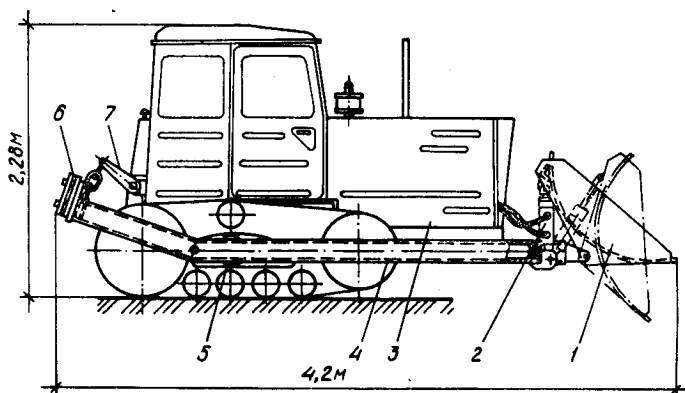


Рис. 4.9. Малогабаритный бульдозер-планировщик МБ-4:  
 1 — ковш-отвал; 2 — гидроцилиндр; 3 — трактор; 4 — рама; 5 — кронштейн; 6 — противовес; 7 — навесная система трактора

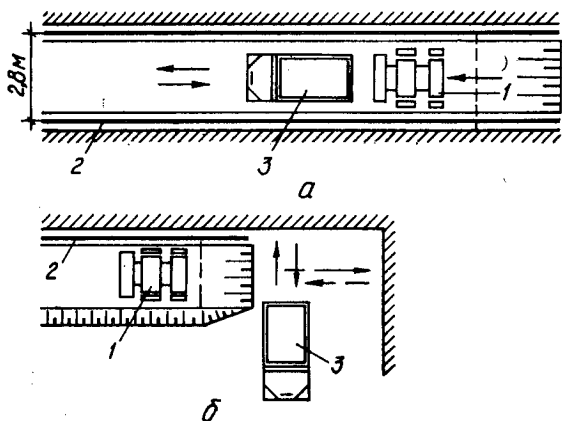


Рис. 4.10. Схемы разработки грунта погрузчиком в стесненных условиях:

*a* — без образования откосов выемки и с расположением автосамосвала на уровне стоянки погрузчика; *б* — с образованием откоса выемки в одну сторону и выездом погрузчика к автосамосвалу; 1 — погрузчик; 2 — шпунт; 3 — автосамосвал.

ных особенностей, а также размеров рабочей площадки. Грунт разрабатывают погрузчиком обычно слоями на всю длину выемки. При подаче автосамосвала в узкую выемку погрузку грунта осуществляют погрузчиком без дополнительных маневров (рис. 4.10, *a*). При невозможности подачи автосамосвала непосредственно в выемку погрузчик выезжает по съезду и осуществляет погрузку грунта в транспортное средство (с разворотом). При ограниченных размерах площадки для разворота погрузку осуществляют челночным способом, при котором автосамосвал подают под опорожненные ковша погрузчика (рис. 4.10, *б*).

2. Схема «погрузчик (выемка, транспортирование и погрузка грунта) — автосамосвал». Применяется в тех случаях, когда невозможно подать автосамосвал непосредственно в забой.

Использование фронтальных погрузчиков в качестве выемочно-транспортного оборудования особенно целесообразно в стесненных условиях и при реконструкции объектов, когда применение других видов землеройного (экскаваторы) и транспортного (автосамосвалы) оборудования малоэффективно или невозможно.

Приведенные расчеты показывают, что использование строительных погрузчиков на пневмоколесном ходу грузоподъемностью до 10 т целесообразно при транспортировании грунта на расстояние до 120—150 м.

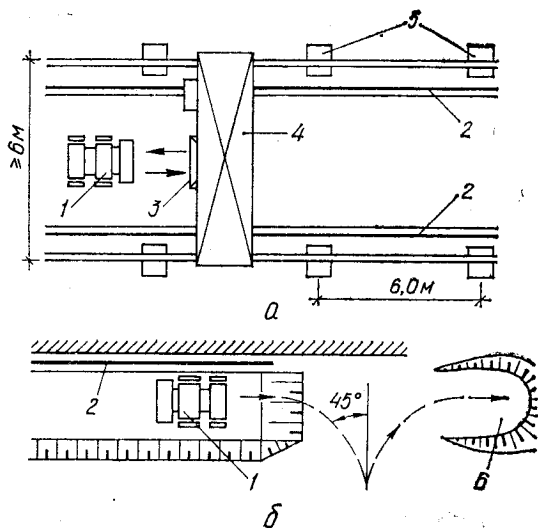


Рис. 4.11. Схемы разработки грунта погрузчиком:

*a* — в сочетании с мостовым краном; *б* — с доставкой грунта во временный отвал; 1 — погрузчик; 2 — шпунт; 3 — бадья; 4 — мостовой кран; 5 — колонны; 6 — временный отвал

3. Схема «погрузчик — мостовой кран» (рис. 4.11, *a*). Применяется в условиях реконструкции цехов при необходимости транспортирования на расстояние более 120—150 м, а также при меньших расстояниях, если неудобно или невозможно использовать погрузчики в качестве транспортного средства (загроможденность цеха оборудованием или конструкциями и др.).

Погрузка грунта погрузчиком осуществляется в специальные емкости — бадьи (например, использованный кузов автосамосвала), которые затем транспортируют мостовым краном к месту разгрузки (перегрузки) грунта. Эффективность применения погрузчиков и мостовых кранов резко возрастает при использовании двух бадей, когда одна загружается погрузчиком, а вторая транспортируется краном.

4. Схема «погрузчик — навал». Может быть широко использована в стесненных условиях как при образовании временных навалов (отвалов) грунта, так и при обратной засыпке пазух котлована и траншей. В последнем случае погрузчик можно применять в сочетании с уплотняющими механизмами (вибротрамбующими плитами, микробульдозерами и т. п.).

Таблица 4.5. Техническая характеристика малогабаритных погрузчиков зарубежных фирм

Показатель	Погрузчики				
	Кейз-1529 (США)	Кейз-1830 (США)	КНО-301 (ПНР)	УНЦ-060 (ЧССР)	Кларк Эквип- мент, М-970 (США)
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	0,28	0,28...0,53	0,5	0,25...0,63	0,35...0,55
Ширина ковша, мм	1100	1680	1700	1770... 1850	2170
Вылет кромки ковша, мм	139	—	—	700	710
Рабочее давление в гидросистеме, МПа	14,0	15,5	10,0	10...15	14,67
Мощность, кВт	21,75	26	22,9	27	14,5
Скорость движения, км/ч	11,5	10,0	20,0	12,0	14,5
Минимальный радиус поворота, мм	1778	1765	2420	1825	1955
Длина, мм	2921	3086	3800	3000	3940
Ширина, мм	1499	1362	1650	1600	2110
Высота, мм	1518	2129	2670	2270	2280
Масса, кг	2230	2059	3900	2500	—
Высота разгрузки ковша, мм	2210	—	2230	2250	2390

При доставке грунта из выемки и разгрузке его во временный отвал погрузчик обычно работает с разворотом (рис. 4.11,б), а при отсутствии возможности разворота движется к навалу задним ходом. После опорожнения ковша производится предварительная планировка грунта режущей кромкой или днищем ковша погрузчика.

Кроме указанных схем одноковшовые погрузчики на пневмоколесном ходу благодаря их универсальности и мобильности можно использовать не только в качестве погрузочного и погрузочно-транспортного оборудования (для грунтов, заполнителей, различных материалов), но и для выполнения разнообразных вспомогательных работ (штабелирования сыпучих материалов, зачистки поверхности, уборки снега). Применение сменных рабочих органов у погрузчиков позволит значительно расширить номенклатуру выполняемых операций, повысить уровень механизации вспомогательных работ и сократить время использования погрузчиков.

Малогабаритные погрузчики выпускает ряд зарубежных фирм (табл. 4.5). Конструктивное решение малогабаритных погрузчиков отличается от погрузчиков с жесткой и шарни-

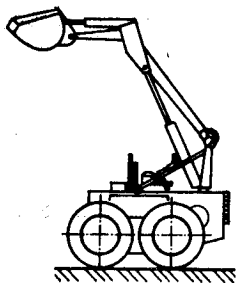


Рис. 4.12. Общий вид малогабаритного погрузчика с бортовым поворотом

рносочлененной рамой. Бортовой поворот погрузчика осуществляется за счет возможности управления всеми четырьмя колесами. Причем колеса могут вращаться в разных направлениях для поворота на месте около центра тяжести или одну сторону колес можно заблокировать для поворота погрузчика около середины базы на колее колес.

Лонжероны стрелы, расположенные по обе стороны сиденья водителя, шарнирно крепятся к специальной стойке, устраиваемой в задней части погрузчика (рис. 4.12). Рукоять стрелы обычно заканчивается универсальной рамой. Путем несложных операций за сравнительно небольшой срок (до 0,5 ч) на ней монтируют навесное сменное оборудование. Например, у погрузчика УНЦ-060 (завод «Детва», ЧССР) есть несколько видов такого оборудования: ковш вместимостью 0,63 м<sup>3</sup> для сельскохозяйственных работ и погрузки материалов плотностью  $\gamma \leq 1 \text{ т/м}^3$ ; основной ковш вместимостью 0,25 м<sup>3</sup> для погрузки материалов при  $\gamma \leq 1,6 \text{ т/м}^3$ ; оборудование экскаватора с обратной лопатой вместимостью 0,5 м<sup>3</sup> для работы с материалами при  $\gamma \leq 1 \text{ т/м}^3$  и вместимостью 0,3 м<sup>3</sup> для материалов при  $\gamma \leq 2 \text{ т/м}^3$ ; рыхлитель с максимальной глубиной 20 см; грейферный ковш с максимальной высотой разгрузки 1,58 м; дренажная лопата шириной 220 и 300 мм для устройства узких траншей; грузовые вилы для штучных грузов шириной 1580 мм; клещевой захват шириной 1600 мм.

Дарницкий завод по ремонту дорожной техники Минтрансстроя СССР с 1986 г. приступил к изготовлению малогабаритных погрузчиков многоцелевого назначения. Погрузчик оснащен ковшом и имеет сменные рабочие органы: гидромолот, буровое оборудование, щетку, бульдозерный отвал-снегоочиститель. Технические данные погрузчика: вместимость ковша 0,27 м<sup>3</sup>; грузоподъемность 0,7 т; скорость движения до 13 км/ч; мощность двигателя 25 кВт; габаритные размеры, м: длина — 3,02, ширина — 1,6, высота — 2,1; масса — 2,35 т.

С помощью малогабаритных погрузчиков в стесненных условиях можно осуществлять погрузку и транспортирование грунта и других грузов и материалов.

#### 4.4. Разработка крепких и мерзлых грунтов

В стесненных условиях реконструкции предприятий применяют следующие способы разработки крепких и мерзлых грунтов: экскаваторами с использованием прямых и обратных лопат, с ковшами активного действия; с предварительным рыхлением динамическими и статическими рыхлителями, в том числе специальным сменным рабочим оборудованием к экскаваторам; с предварительным рыхлением взрывным способом с укрытиями и локализаторами взрыва; с оттаиванием мерзлых грунтов. Для успешной разработки грунта в зимнее время применяется также предохранение грунтов от промерзания.

*Ковши активного действия* создал ЦНИИС Минтранстроя СССР для экскаватора ЭО-4121. Они обеспечивают разработку мерзлых и скальных грунтов IV—VI групп, а также других материалов повышенной прочности (например, асфальтобетонных покрытий) без предварительного рыхления. Ковши содержат вмонтированные в днище три пневмомолота ПМ-100 конструкции Института горного дела СО АН СССР с частотой 570 уд/мин. В процессе работы зубья пневмомолотов можно устанавливать под любым углом к разрушаемой поверхности за счет поворота ковша.

Для разработки мерзлых грунтов в Главленинградстрое применено сменное *упорно-захватное оборудование* для экскаваторов ЭО-3322Б и ЭО-4121А. Оборудование представляет собой упорное устройство рукояти с системой рычагов и ковшов. При разработке мерзлого грунта оборудование упором рукояти опирается на поверхность грунта рядом с кромкой забоя. При повороте ковша происходит отрыв мерзлого грунта и наполнение ковша. Усилие на зубьях ковша при этом достигает 35 (ЭО-3322Б) и 60 кН (ЭО-4121А), глубина рыхления 1,1 (ЭО-3322Б) и 1,8 м (ЭО-4121А), производительность 35—40 м<sup>3</sup>/ч.

Для разработки мерзлых грунтов на глубину до 1,3 м применяются *захватно-клещевые устройства* на экскаваторе ЭО-4121А. Устройство состоит из рамы, один конец которой шарнирно крепится к рукояти стрелы экскаватора; другой конец содержит один или три зуба, один центральный и два подрезных, направленных навстречу к зубьям ковша. Рама с зубьями приводится в действие дополнительным гидроцилиндром. Усилие, возникающее на зубьях, достигает 38 кН. Производительность рыхления мерзлого грунта захватно-клещевыми устройствами на базе экскаватора ЭО-4121А — до 40 м<sup>3</sup>/ч.

**Таблица 4.6. Техническая характеристика захватно-клещевых рабочих органов к гидравлическим экскаваторам**

Показатель	Рабочий орган		
	однозубый		трехзубый
	к ЭО-4121А	к ЭО-5122	к ЭО-4121А
Количество зубьев рыхлителя	1	1	3
Радиус, описываемый режущей кромкой зуба, м	1,5	1,46	1,3
Усилие на режущей кромке зуба, кН	274,6	—	343,2
Вместимость ковша (специального исполнения), м <sup>3</sup>	0,65	1/1,25	0,65
Радиус, описываемый зубом ковша, м	1,5	1,72	1,3
Усилие на кромке ковша, кН	117,7	—	117,7
Масса оборудования, кг	2750	4050	2400

Однозубый захватно-клещевой рабочий орган к экскаватору ЭО-5122 по кинематической схеме подобен однозубому рабочему органу к экскаватору ЭО-4121А (табл. 4.6).

Захватно-клещевым рабочим органом можно разбирать временные дороги из дорожных плит, взламывать монолитные дорожные покрытия, разбирать старые здания, а также производить погрузку и разгрузку длинномерных и крупногабаритных предметов (свай, бревен, труб, крупных кусков породы и др.). При выполнении указанных работ не требуется смена рабочего оборудования, а погрузочно-разгрузочные работы можно производить без участия стропальщиков. Рыхлитель, переведенный в нерабочее положение, не мешает обычной работе экскаватора. Усилия на зубьях рыхлителя направлены навстречу усилиям на зубьях ковша (кроме случаев работы однозубым рыхлителем), что позволяет практически разгрузить базовую машину от значительных усилий, возникающих на зубьях рыхлителя. Совмещение ряда технологических операций (рыхление и заполнение ковша, отрыв и погрузка блоков разборной скалы, плит и др.) позволяет заменить две машины одной со значительным экономическим эффектом. Статическое рыхление мерзлых грунтов можно выполнять также зубом-рыхлителем, являющимся сменным рабочим оборудованием гидравлического экскаватора.

При допустимости динамических воздействий на грунт для рыхления мерзлых и скальных грунтов в стесненных условиях эффективно применять навесные пневмо- и гидро-

молоты (табл. 4.7) в качестве сменного рабочего оборудования на гидравлические экскаваторы. Технологическая производительность рыхления мерзлого грунта пневмомолотами ПН-1300 и ПН-1700 составляет 16...22 м<sup>3</sup>/ч, гидромолотами СП-70 и СП-71 — 23...30 м<sup>3</sup>/ч, СП-62 — до 70 м<sup>3</sup>/ч, а МУР-1250Г — до 150 м<sup>3</sup>/ч.

Рыхление и выемка мерзлых грунтов с применением пневмомолотов выполняется, как правило, слоями глубиной до 0,7 м. Рыхление грунта гидромолотом выполняется за один проход без промежуточной уборки грунта при глубине промерзания до 0,9 м (СП-71) и 1,3 м (СП-62). При большой глубине промерзания рыхление производится слоями соответственно 0,5 и 0,9 м с промежуточной уборкой рыхленного грунта экскаватором или бульдозером. Наибольшая производительность рыхления достигается при применении максимальной сетки точек внедрения рабочего органа молота в грунт, допускающей отделение куска грунта от массива за одно внедрение (ориентировочно 0,6×0,5 м для гидромолота СП-71 и 1,2×0,7 м для СП-62) при обеспечении наибольшей ширины полосы рыхления (в пределах до 5 м для молотов СП-70 и МУР-1250Г, 6 м для СП-71 и 8 м для СП-62).

Взрывной способ рыхления мерзлых и скальных грунтов в стесненных условиях применяют с использованием различных устройств и укрытий, предотвращающих разлет кусков взрываемого грунта. В качестве таких устройств наиболее эффективны передвижные локализаторы взрыва (санного типа и на колесах), перемещаемые трактором Т-100М или Т-150К.

Трестом Строймеханизация Главновосибирскстроя для рыхления мерзлых грунтов в стесненных условиях методом взрыва используют комплект машин, состоящий из бульдозера, баровой машины БС-100, бурильной установки М-1 на гусеничном тракторе Т-100М, передвижного локализатора взрыва. Строительную площадку перед началом работ очищают от снега бульдозером. Баровой машиной прорезают локализирующую щель по периметру площадки, на которой выполняют буровзрывные работы. Щель прорезают на глубину не менее глубины заложения рядом расположенных фундаментов и подземных сооружений. Она служит для снижения уровня сейсмического воздействия. Бурильной установкой бурят скважины диаметром 80—100 мм. Заряды в скважинах взрывают высоковольтными электродетонаторами с помощью высоковольтного взрывного прибора ВВМ-4. Производительность подготовки мерзлого грунта



Таблица 4.7. Техническая характеристика гидромолотов на гидравлических экскаваторах

Показатель	СО1-183	СП-70	СП-62	СП1-136	ГПМ-120	СП-71
Тип ударного устройства						
Энергия удара, Дж	1800	3000	9000	20000	1200	3000
Частота ударов, мин <sup>-1</sup>	300	180	160	130	250	120
Рабочее давление, МПа	16	16	16	20	10	16
Давление пневмоаккумулятора, МПа	—	—	—	—	1,2	0,75
Масса молота, кг	450	840	2100	3400	340	900
Масса ударной части, кг	100	200	600	1000	30	160
Модель базовой машины (экскаватора)	ЭО-2621А	ЭО-3322А (Б)	ЭО-4121	ЭО-5122	ЭО-2621А	ЭО-3322Б
	Э-5015А	Э-5015А	ЭО-5122	ЭО-6122		
	ЭО-3322А (Б)	ЭО-4321				
		ЭО-4121				
Масса базовой машины, т	7...15	12...20	20...30	30	7	15

при данном способе 250—300 м<sup>3</sup> в смену, стоимость работ 0,49 руб/м<sup>3</sup>. Обеспечивается удовлетворительное дробление грунта (размер кусков до 400 мм в объеме 90—95 %), соблюдаются требования безопасности ведения взрывных работ (разлет кусков не более 1—2 м).

При небольших объемах разработки мерзлых грунтов применяют также оттаивание грунта паровыми, водяными и электрическими иглами, а также сжиганием жидкого и твердого топлива под специальными коробами. Однако почти все способы оттаивания более трудоемкие и дорогие по сравнению со способами механического и взрывного рыхления мерзлого грунта.

#### **4.5. Обратная засыпка и уплотнение грунта**

Обратная засыпка и уплотнение грунта в стесненных условиях во многом определяются технологической спецификой работ: ограниченностью фронта работ и особенностями геометрических элементов земляного сооружения, что практически затрудняет, а иногда исключает возможность использования обычных машин. Наиболее часто подлежат уплотнению грунты в пазухах фундаментов, трубопроводов, коллекторов, смотровых колодцев, оснований под полы внутри зданий, в пересечениях различного рода коммуникаций (рис. 4.13).

Условия выполнения обратных засыпок пазух фундаментов, в особенности при возведении промышленных объектов с развитым подземным хозяйством, отличаются значительным многообразием. Наружные пазухи котлованов, имеющие большей частью клиновидную форму, в сочетании с пазухами между подземными конструкциями и фундаментами внутри зданий и сооружений образуют зачастую систему замкнутых полостей и коридоров с ограниченными размерами в свету и представляют серьезную трудность при выполнении обратных засыпок.

Под обратную засыпку мелкие объекты сдают целиком, а большие — крупными частями после полного окончания работ по подземным конструкциям или после выполнения работ по выделенному ярусу.

Ниже рассматриваются наиболее характерные примеры обратной засыпки и уплотнения грунта в стесненных условиях.

**Уплотнение грунтов в пазухах фундаментов под колонны.** При шаге колонн 6 м и более, когда установленные фун-

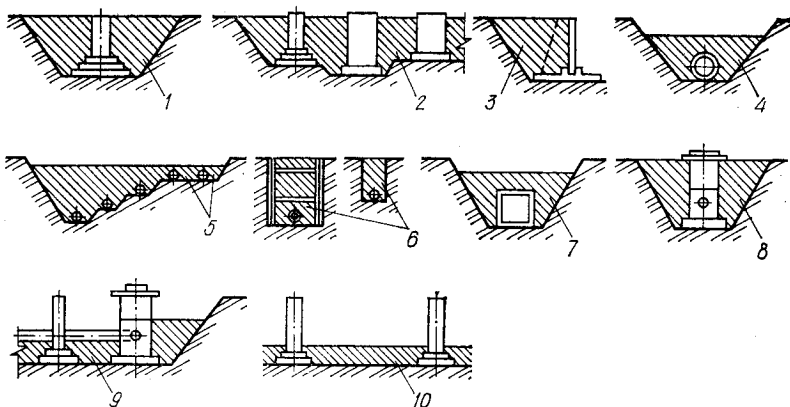


Рис. 4.13. Характерные схемы стесненных мест при обратной засыпке и уплотнении грунтов:

1 — пазухи между откосами котлованов и фундаментами под колонны; 2 — пазухи между фундаментами под технологическое оборудование; 3 — пазухи между откосом котлована и подпорной стенкой; 4 — пазухи между откосами траншей и трубопроводами; 5 — пазухи между трубами и откосами траншей; 6 — пазухи между стенками узких траншей (с креплениями и без креплений) под трубопроводы; 7 — пазухи между откосами траншей и коллектором; 8 — пазухи между откосами траншей и смотровым колодцем; 9 — пазухи под трубопроводами; 10 — насыпной грунт внутри зданий под полы

даменты не препятствуют движению автотранспорта, отсыпка грунта производится с дальней точки рабочей карты «на себя». При этом автосамосвалы перемещаются по основанию, на которое укладывается слой грунта.

Схема разгрузки автосамосвалов устанавливается в зависимости от расстояния между осями колонн. Отсыпку грунта ведут полосами вдоль пролетов между колоннами с целью сокращения трудоемкости послойного разравнивания грунта.

При шаге колонн 6 м и расположении фундаментов, препятствующих движению автосамосвалов, отсыпка грунта в нижние слои обратной засыпки ведется с ездой автосамосвалов по отсыпаемому грунту, покрывающему выступающие части фундаментов слоем толщиной не менее 0,3 м во избежание их повреждения.

Автосамосвал выбирают с учетом отвала бульдозера и условий маневрирования на рабочей площадке.

Послойное разравнивание грунта выполняется бульдозерами Д-159Б, Д-271М и др., а в менее доступных местах — малогабаритным бульдозером на базе трактора Т-54В и микробульдозером МБ-4. При ширине провета между фун-

даментами колонн менее 0,8 м, где невозможно использование бульдозеров, грунт разравнивают вручную.

Работы ведут в два этапа: I этап — уплотнение грунта между фундаментами колонн; II этап — уплотнение грунта над фундаментами колонн.

Уплотнение грунта между фундаментами колонн выполняется в более стесненных условиях, чем над фундаментами. Уплотнение грунта тяжелыми трамбовками, оказывающими на уплотняемый грунт большое динамическое воздействие, в данном случае не допускается во избежание горизонтального смещения колонн.

Для уплотнения грунта в зоне, прилегающей к отдельно стоящим фундаментам или другим подземным конструкциям, производят укатку, вибротрамбование или комбинированное воздействие на грунт (виброукатка, виброуплотнение с пригрузом). Для этого в зависимости от степени стесненности условий производства работ и от свойств грунтов используют: самоходные катки с гладкими вальцами с кулачковыми бандажами на них, виброкатки, самопередвигающиеся виброплиты производства ГДР (типа SVP), гидромеханические виброуплотнители, электрические самопередвигающиеся вибротрамбовки и электротрамбовки.

В первую очередь проходки грунтоуплотнителей следует вести в непосредственной близости от фундаментов, затем в зоне между фундаментами. После засыпки грунтом фундаментов колонн, когда над верхним урезом фундамента находится слой грунта не менее 0,3 м, приступают к выполнению работ II этапа.

В качестве примера на рис. 4.14 показана технология производства работ по уплотнению грунтов в траншее с рядом отдельно стоящих фундаментов, установленных с шагом 12 м.

До начала засыпки траншеи должны быть выполнены следующие работы: полностью закончено устройство фундаментов и проверено их проектное положение; сделана и проверена гидроизоляция фундаментов; удалены из траншеи все вспомогательные материалы, оборудование, механизмы; составлены акты на скрытые работы и получено разрешение заказчика на обратную засыпку.

Обратную засыпку осуществляют привозным грунтом, который доставляют к месту работ автосамосвалами, засыпку и разравнивание грунта, за исключением последнего слоя, выполняют экскаватором-планировщиком, снабженным удлинителем стрелы и оборудованным погрузочным ковшом. Экскаватор-планировщик передвигается по верхней

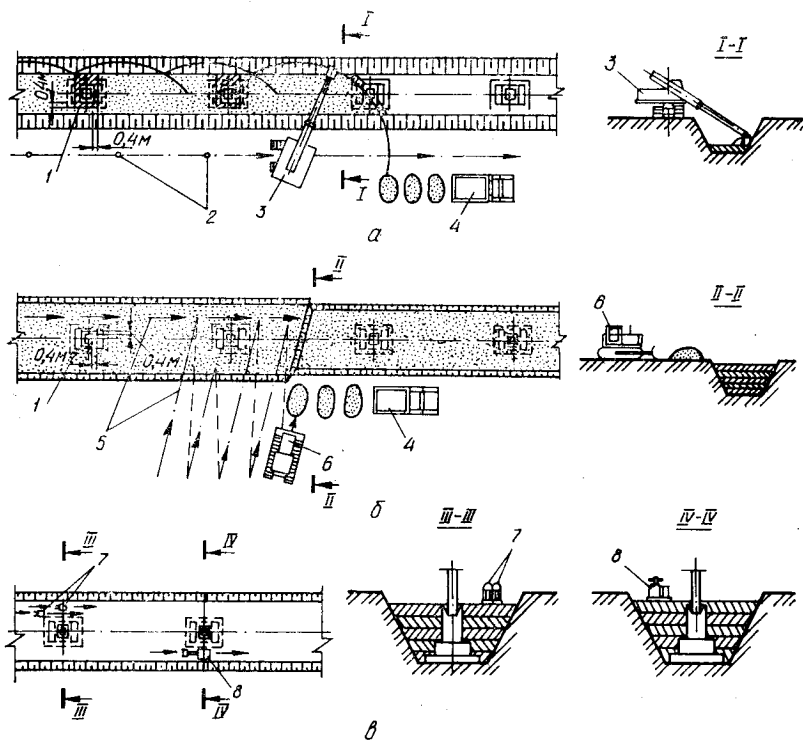


Рис. 4.14. Схемы уплотнения грунтов в траншее под фунданты колонн:

*а* — схема подачи и разравнивания нижних слоев грунта; *б* — то же, верхних слоев грунта; *в* — схема уплотнения грунта; 1 — зона разравнивания грунта вручную; 2 — стойка экскаватора-планировщика; 3 — экскаватор-планировщик; 4 — автосамосвал; 5 — направление движения бульдозера при подаче и разравнивании грунта; 6 — бульдозер; 7 — электротрамбовка; 8 — виброплита

бровке вдоль траншеи. Зоны шириной 40 см вокруг фундаментов и подколонников, а также «мертвые зоны», недоступные для разравнивания экскаватором-планировщиком, разравнивают вручную.

Последний слой засыпается и разравнивается бульдозером с поворотным отвалом.

Уплотнение связного грунта предусмотрено ручными электрическими трамбовками, а несвязного — самоходными виброплитами, причем нижние слои уплотняются виброплитами меньших размеров, а верхние — больших. Уплотнение грунта необходимо начинать с зон вокруг фундаментов (подколонников), а затем в зоне между фундаментами (под-

колонниками). Каждый последующий проход уплотняющей машины должен перекрывать след предыдущего слоя на 0,1—0,2 м. Толщина уплотняемого слоя зависит от вида грунта и типа уплотняющей машины (изменяется от 0,2 до 0,6 м).

**Уплотнение грунта в котлованах со сложными фундаментами и подземными конструкциями.** При возведении объектов со сложными фундаментами и подземными конструкциями, образующими в плане систему замкнутых полостей, тупиков и узких проходов, исключается перемещение по ним крупногабаритных машин. Обратная засыпка грунта выполняется сразу же после возведения подземной части здания или сооружения (распалубливания и гидроизоляции поверхностей подземных коммуникаций) перед началом работ по надземной части.

Грунт, доставленный автосамосвалами с помощью экскаватора, оборудованного грейфером (или системой транспортеров) подается на рабочую карту в пределах участка, ограниченного подземными конструкциями. В зависимости от характера и размеров пазухи разравнивание грунта осуществляется малогабаритным бульдозером типа УЗБТ-54В или микробульдозером МБ-4. Уплотнение грунта осуществляется электротрамбовками или подвесной вибротрамбовкой ПВТ-3. Для этой цели могут использоваться свайные вибропогружатели ВП-1 или ВПП-1, установленные на металлический поддон.

Для уплотнения грунта в замкнутых полостях более удобны подвесные к крану грунтоуплотнители, а при работе в пазухах, связанных между собой проходами, применяют самопередвигающиеся виброплиты и ручные трамбовки.

Для засыпки пазух, сообщающихся между собой, применяют поточный метод выполнения работ. При этом машины, выполняющие послойную укладку грунта, после отсыпки слоя грунта в зоне действия подающего агрегата перемещаются на следующую рабочую карту, а их место занимают грунтоуплотняющие машины.

При засыпке пазух фундаментов с различной глубиной заложения вначале выполняют работы в пределах участка с пониженными отметками до достижения общего уровня, затем работы ведут по всему котловану.

В качестве примера на рис. 4.15 показана технология производства работ по обратной засыпке, разравниванию и уплотнению грунтов в котлованах со сложными фундаментами под технологическое оборудование в промышленном здании с шагом колонн 12 м.

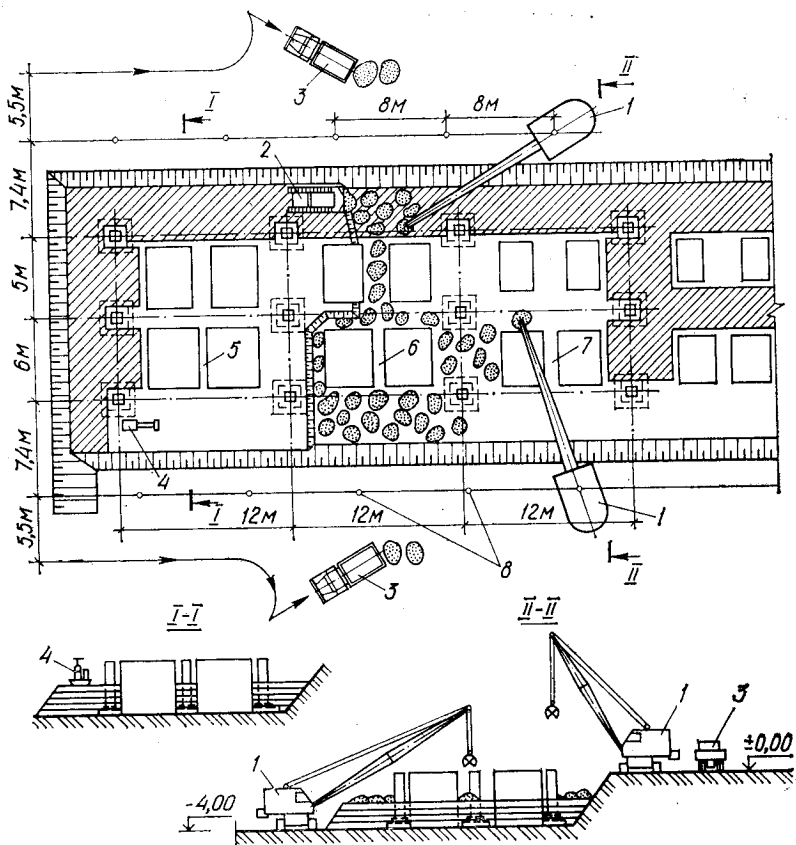


Рис. 4.15. Схема уплотнения грунта в пазах под технологическое оборудование:

1 — экскаватор с грейферным ковшом; 2 — бульдозер; 3 — автосамосвал; 4 — виброплита; 5, 6, 7 — щели между фундаментами; 8 — места стоянок экскаватора

Грунт для обратной засыпки доставляется автосамосвалами ЗИЛ-ММЗ-555, подается экскаватором с грейферным ковшом вместимостью 1 м<sup>3</sup>.

При глубине котлована 4 м разравнивание грунта до отметки 2 м ведется вручную. С отметки 2 м до ±0,0 м грунт разравнивается бульдозером ДЗ-14А (заштрихованная зона на рис. 4.15), а в труднодоступных местах — вручную. Грунт разравнивается вручную также вокруг конструкций в радиусе 40 см. Уплотнение несвязного грунта I группы

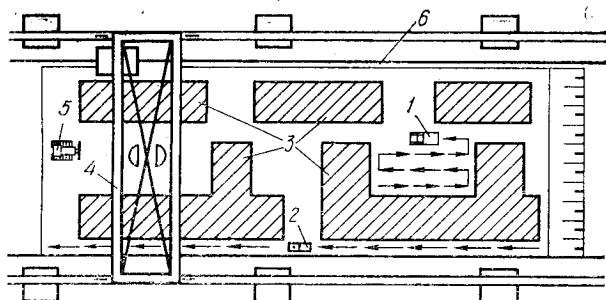


Рис. 4.16. Схема обратной засыпки и уплотнения грунта между фундаментами внутри цеха:

1 — виброплита; 2 — электротрамбовка; 3 — фундаменты под технологическое оборудование; 4 — мостовой кран с грейферным ковшом; 5 — микробульдозер; 6 — шпунтовое ограждение

ведется виброплитами типа SVP, связного грунта II группы — электротрамбовками типа ИЭ.

При наличии в реконструируемом цехе мостового крана последний может быть оснащен грейферным ковшом для подачи грунта в рабочую зону (рис. 4.16). Грунт разравнивается микробульдозером МБ-4 или вручную в узких пазах между фундаментами и стенками с последующим уплотнением вибротрамбовкой и электротрамбовками.

**Уплотнение грунтов в узких и глубоких пазах.** Узкими обычно считают пазухи шириной менее 1,4 м (предельный размер пазухи, допускающий работу малогабаритного бульдозера). В пазухах шириной от 0,7 до 1,4 м рабочий может работать, шириной менее 0,7 м доступ рабочего невозможен.

Грунт, доставляемый к месту работ автосамосвалами или погрузчиками в объеме, необходимом для укладки уплотняемого слоя, отсыпают на бровке котлована и затем подают экскаватором, экскаватором-планировщиком или сталкивают бульдозером в пазуху (рис. 4.17). Подавать и сталкивать грунт надо рассредоточенно, чтобы уменьшить объем работ по разравниванию и перемещению грунта на дне пазухи.

Послойное уплотнение грунта в нижней (наиболее узкой) части пазухи выполняют подвесными вибротрамбующими плитами ПВТ-3, ВТМ-2 или свайными вибропогружателями на металлических поддонах, подвешиваемых к крану, установленному на бровке котлована.

В средней (более широкой) части пазухи для разравнивания и уплотнения грунта слоями заданной толщины ис-



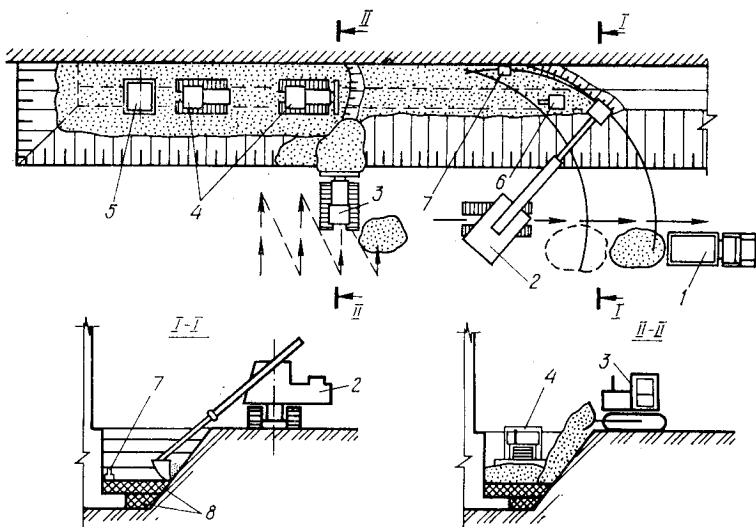


Рис. 4.17. Схема уплотнения грунта обратных засыпок в узких и глубоких пазах фундамента:

1 — автосамосвал; 2 — экскаватор-планировщик; 3 — бульдозер; 4 — микробульдозер (малогабаритный бульдозер); 5 — прицепной каток; 6 — виброплита; 7 — электротрамбовка; 8 — уплотненные слои грунта

пользуют микробульдозеры БМ-4 и малогабаритные катки, которые подают в пазуху краном. Затем по мере расширения пазухи (более 1,4 м) используют малогабаритный бульдозер на базе трактора Т-54В.

Очень узкие и стесненные места, насыщенные коммуникациями, когда исключается возможность применения средств механизации для послойного уплотнения, следует засыпать песчаным грунтом. Засыпку песком ведут с сопутствующим обильным поливом водой, создающим эффект гидронамыва. Этот способ приемлем также для засыпки стесненных мест, когда песок является местным грунтом, а подземные конструкции допускают сильное увлажнение. Этот способ неприменим в зимних условиях.

Для уплотнения обратных засыпок из лессовидного суглинка в пазухах фундаментов толщиной более 2 м может применяться глубинный способ. Этот способ уплотнения основан на погружении штампов, которые образуют скважины с вытеснением грунта радиально в стороны; при этом грунт уплотняется вокруг скважины [29].

#### **4.6. Техника безопасности при производстве земляных работ**

При выполнении земляных работ, как и других строительно-монтажных работ при реконструкции действующих предприятий, кроме общих правил СНиП III-4-80 «Техника безопасности в строительстве» требуется соблюдение правил, связанных со спецификой и условиями данных работ.

Мероприятия по технике безопасности при производстве земляных работ на действующих предприятиях и цехах разрабатываются и утверждаются заказчиком и генеральным подрядчиком. Ответственность за их соблюдение несут руководители строительно-монтажных организаций и действующего предприятия. При несоблюдении заказчиком утвержденных мероприятий по технике безопасности, в результате чего создаются условия, угрожающие жизни и здоровью работающих, строительно-монтажные работы, в том числе земляные, должны быть приостановлены до устранения опасности. Прекращение работы оформляется актом.

Технологические процессы, выполняемые на территории действующего предприятия и в действующих цехах, относятся к работам повышенной опасности, поэтому они должны производиться по нарядам-допускам. Рабочие строительной организации должны быть ознакомлены с ППР и пройти дополнительный инструктаж по технике безопасности с повышенной опасностью производства работ при реконструкции. Работники действующего или реконструируемого предприятия должны пройти инструктаж по правилам безопасного поведения в зоне производства СМР.

Основанием для производства работ в действующем цехе должен быть приказ (распоряжение) по предприятию (цеху) с указанием лиц, ответственных за подготовку оборудования и конструкций к указанным работам, за проведение мероприятий, необходимых для обеспечения безопасности этих работ и оперативной связи с подрядчиком.

Для безопасности занятых на производстве работ и производственного персонала предприятия рабочая зона должна быть ограждена. Находящиеся в ней силовые линии коммуникации и технологическое оборудование необходимо перенести или оградить. При производстве работ в условиях действующего цеха инженерные сети должны быть, как правило, отключены, закорочены, а оборудование и технологические трубопроводы освобождены от взрывоопасных, горючих, токсичных веществ и нейтрализованы. Производ-

ство земляных работ в зоне расположения подземных коммуникаций допускается только с письменного разрешения организации, ответственной за эксплуатацию этих коммуникаций. Разрабатывать грунт в непосредственной близости от действующих подземных коммуникаций допускается только лопатами без резких ударов. Пользоваться ударными инструментами запрещается.

Для прохода рабочих в котлованы и траншеи следует устанавливать стремянки шириной не менее 0,6 м с перилами или приставные лестницы. Котлованы и траншеи в местах, где происходит движение людей и транспорта, должны быть ограждены.

Запрещается установка строительных и транспортных машин и различного оборудования в пределах призмы обрушения грунта выемки (величина указывается в ППР<sub>(р)</sub>).

При устройстве выемок с креплением машины и оборудование могут находиться в пределах призмы обрушения при соответствующих расчетах, учитывающих прочность крепления и величину нагрузки (указывается в ППР<sub>(р)</sub>).

Разрабатывать переувлажненные песчаные, лессовидные и насыпные грунты следует только по индивидуальным проектам с искусственным водопонижением, шпунтовым и другим креплением.

Стенки котлованов и траншей, разрабатываемых землеройными машинами, должны крепиться непосредственно за разработкой грунта.

При разработке котлована экскаватор во время работы нужно устанавливать на спланированной площадке; во избежание самопроизвольного перемещения необходимо закреплять его инвентарными упорами. Во время перерыва в работе экскаватор следует переместить от края котлована на расстояние не менее 2 м, а ковш опустить на грунт.

При работе экскаватора не разрешается находиться людям в радиусе действия экскаватора 5 м, а также производить какие-либо другие работы со стороны забоя. Совмещать земляные работы с другими работами в котловане можно только в соответствии с разработанными технологическими картами в ППР<sub>(р)</sub>.

Односторонняя обратная засыпка фундаментов и стен допускается лишь после достижения бетоном необходимой прочности. Уплотнять грунт трамбованием вблизи подпорных стен фундаментов и других конструкций нужно на расстоянии и в порядке, указанными в ППР<sub>(р)</sub>.

При разработке объектных стройгенпланов следует определить планы передвижения людей к рабочим местам, зо-

ны действия машин, механизмов и оборудования, хранения взрывоопасных и горючих материалов, при необходимости предусмотреть изоляцию зоны в действующем цехе.

## ГЛАВА 5. УСТРОЙСТВО ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

### 5.1. Виды коммуникаций и способы их прокладки

Устройство коммуникаций на площадках реконструируемых предприятий— дорогостоящий и трудоемкий процесс. Стоимость инженерных сетей по ориентировочным данным составляет 10—15 % всей стоимости строительно-монтажных работ.

На площадках промышленных предприятий прокладывают магистральные и разводящие трубопроводы, коллекторы и кабельные сети. Наибольшие трудозатраты приходится на устройство трубопроводных сетей.

В зависимости от технологических требований и условий инженерные коммуникации на различных участках площадки прокладываются различными способами: открытым — в одной траншее, а также на эстакадах или в галереях, в траншеях без крепления или с креплением стенок, отдельно или совмещением нескольких трубопроводов; закрытым — бестраншейной прокладкой без разработки грунта (методом прокола) и с разработкой грунта (методами продавливания, бурения, щитовой проходки).

Преобладающим способом прокладки коммуникаций на площадках реконструируемых предприятий остается раздельная прокладка в траншеях. Это объясняется простотой проектирования и технологии, возможностью применения труб из различных материалов. К недостаткам данного способа относятся высокая общая трудоемкость устройства коммуникаций, большой объем земляных работ.

При пересечении траншей с действующими подземными коммуникациями механизированную разработку грунта разрешается вести на расстоянии не менее 2 м от боковой стенки и не менее 1 м над верхом трубы, кабеля и др. Грунт, оставшийся после механизированной разработки, дорабатывают вручную, без применения ударных инструментов, чтобы исключить возможность повреждения коммуникаций. Причем для обеспечения их сохранности устраивают различного вида крепления и подвески (рис. 5.1). Все эти дополнительные работы в значительной степени повышают уровень ручных работ и продолжительность строительства.

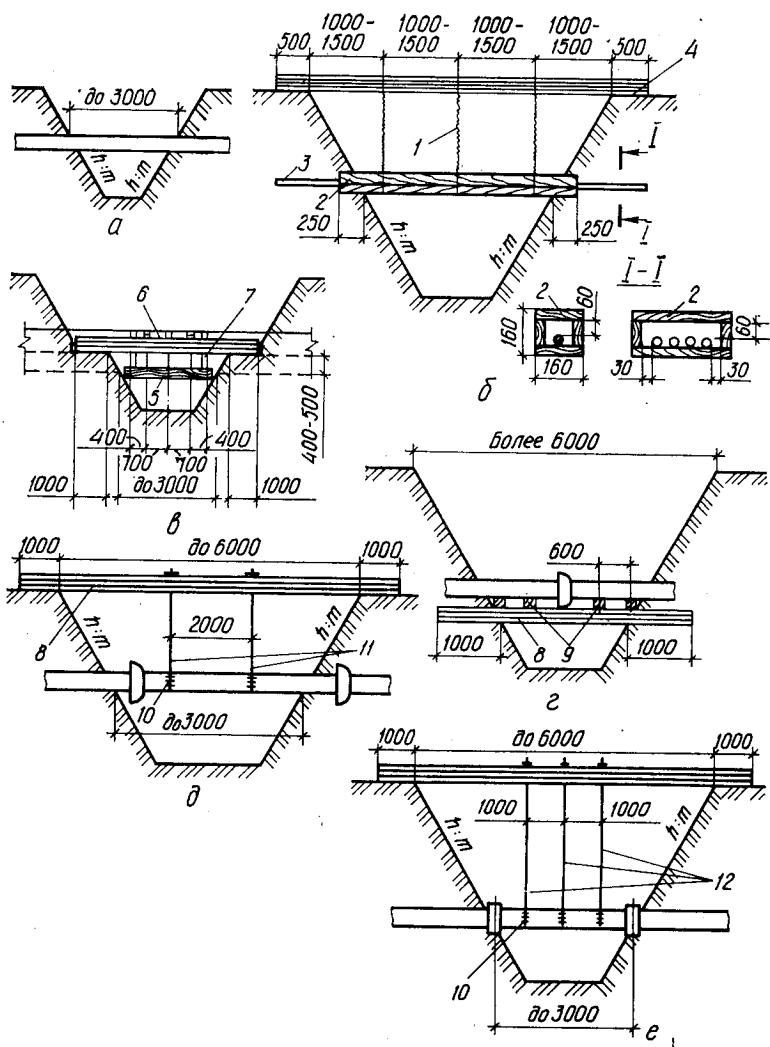


Рис. 5.1. Схемы пересечений действующих подземных коммуникаций:  
 а — газопроводов, бесканальных теплосетей, других стальных трубопроводов всех диаметров; б — кабелей; в — канальных теплосетей при наружном диаметре труб не более 400 мм; г — водопровода и канализации из чугунных, асбестоцементных и железобетонных труб диаметром до 600 мм, длиной 4–6 м; д — то же, диаметром 700 мм, длиной 3–5 м; е — то же, диаметром 700 мм, длиной 3–5 м при ширине траншеи поверху до 6 м; ж — скрутка из стальной проволоки диаметром 5 мм; з — короб; и — кабель; к — подтоварник диаметром 12–14 см; л — двутавр № 10; м — двутавр № 16; н — трос диаметром 28 мм; о — доски толщиной 25 мм; п — двутавр № 10; р — брус сечением 14×14 см; с — прокладка из реек толщиной 25 мм; т — трос диаметром 14 мм; у — то же, 20 мм

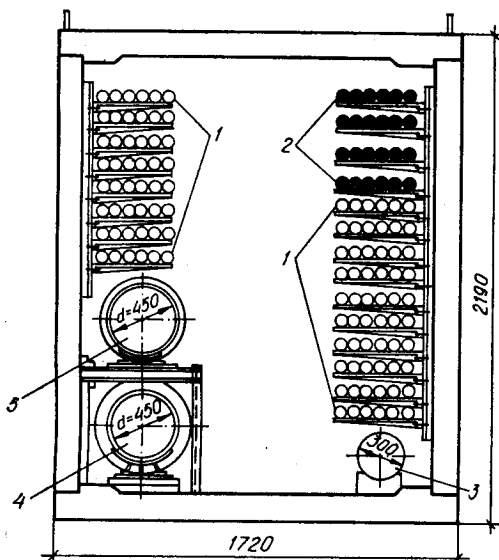


Рис. 5.2. Схема проходного коллектора с размещением в нем инженерных сетей:

1 — кабели связи; 2 — электрокабели; 3 — водопровод; 4 и 5 — подающий и обратный теплопроводы

В стесненных условиях для прокладки инженерных сетей рационально использовать пластмассовые трубы. Благодаря легкости и отсутствию необходимости в изоляции прокладка трубопроводов из пластмасс проще, дешевле и осуществляется быстрее, чем прокладка трубопроводов из других материалов.

В последние годы все шире применяют совмещенный способ прокладки различных видов коммуникаций непосредственно в грунте или в проходных каналах — коллекторах. Это наиболее прогрессивный способ. Он позволяет концентрировать в одном месте средства механизации, материалы, трудовые ресурсы, что обеспечивает максимальный темп производства работ, значительно уменьшает объем земляных работ на рабочей площадке, предельно упрощает замену коммуникаций и их техническое обслуживание во время эксплуатации.

Коллекторы устраиваются из унифицированных конструкций железобетонных L-образных стен, замоноличиваемых с днищем и плитами перекрытия. Внутри коллектора (рис. 5.2) на специальных опорах, закрепленных в днище

Таблица 5.1. Рекомендуемые средства обнаружения положения подземных коммуникаций

Приборы	Марка	Вид обнаруживаемых коммуникаций	Глубина обнаружения, м	Отклонения от положения коммуникаций, см
Трассоискатели	ВТР-IV	Трубопроводы	До 1,5 м	$\pm 10$
	ВТР-V	То же	До 2	$\pm 20$
	ИСК-1	Кабели и трубопроводы	До 1,5	$\pm 10$
	ИП-12-2М	То же	До 2	$\pm 10$
Кабеленскатели	ИПКТ	—»—	До 3,5	$\pm 30$
	КИ-2	Линии связи	До 2	$\pm 20$
	КИ-3	То же	До 3,5	$\pm 30$
Металлоискатели	МТКИ	Металлические	До 2,5	$\pm 30$

и в стенах на различной высоте, прокладывают трубопроводы различного назначения, диаметры и число которых определяют расчетом.

При строительстве тоннелей и коллекторов широко также применяют объемные блоки различного сечения.

Применение совмещенного способа прокладки различных коммуникаций в одной траншее позволяет по сравнению с отдельным уменьшить сроки строительства коммуникаций на 30 %. Возможность применения совмещенного способа прокладки определяется топологией мест подключения (подстанций, тепловых и водораспределительных узлов и т. д.). При расположении отдельных мест подключения отдельных видов коммуникаций в разных местах площадки совмещение коммуникаций оказывается затруднительным.

Подготовка к прокладке подземных коммуникаций при реконструкции предприятий осуществляется в соответствии с разделом ППР «Перекладка инженерных коммуникаций». В составе данного раздела должны быть разработаны следующие документы: графики выполнения работ и завоза материалов, технологические схемы производства работ, решения по предохранению от повреждений пересекаемых коммуникаций, конструкции временных проездов, указания по технике безопасности, контролю качества, пояснения и расчеты, обосновывающие принятые решения.

Для обозначения на трассе пересекающихся коммуникаций на местности предварительно размечают их положение, а уточняют его следующими способами: по смотровым колодцам с помощью вех и рек, специальной аппаратурой

для обнаружения (табл. 5.1), а также путем отрывки траншей (шурфов).

Все большее применение на практике при реконструкции промышленных предприятий находит закрытый (бестраншейный) способ прокладки подземных коммуникаций. Его применяют при необходимости проходки подземных коммуникаций под существующими дорогами, зданиями и сооружениями. Возможность применения той или иной разновидности бестраншейной прокладки трубопровода зависит от диаметра, протяженности и назначения трубопровода, физико-механических свойств и гидрологических условий прокладываемых грунтов.

Закрытый способ прокладки трубопроводов в стесненных условиях позволяет исключить ручные работы по разработке грунта в местах пересечений коммуникаций, работы по разборке и обратному устройству дорог и тротуаров, обеспечить непрерывную работу транспортных наземных коммуникаций, исключить трудоемкие работы по устройству и демонтажу креплений траншей в стесненных условиях, сократить сроки производства работ.

## **5.2. Прокладка подземных трубопроводов методами прокола и продавливания**

Бестраншейную прокладку труб для инженерных коммуникаций наиболее часто применяют под естественными и искусственными препятствиями — автомобильными и железнодорожными путями, существующей застройкой и сетью коммуникаций, в том числе при реконструкции предприятий.

Для производства работ выбирается тот или иной способ прокладки защитных труб-кожухов, являющийся сложной и трудоемкой технологической операцией при устройстве пересечений-переходов под препятствиями. К основным способам относятся:

а) прокладка труб без извлечения грунта (прокол): путем статического внедрения гидравлическими домкратами и полиспаственными системами; с применением ударных и вибрационных устройств;

б) бестраншейная прокладка труб с разработкой и извлечением грунта; с непрерывной разработкой грунта и внедрением прокладываемой трубы (бурение); путем периодического извлечения грунтового керна из продавливаемой трубы.

При выборе способа прокладки трубы-кожуха учитывают диаметр и длину прокладываемой трубы, грунтовые и



Таблица 5.2. Рекомендуемые способы бестраншейной прокладки труб

Способ	Диаметр скважины, м	Длина скважины, м	Грунтовые условия
Статический прокол	До 800	40—50	Глинистые и суглинистые, а также песчаные грунты I—IV категорий
Прокол пневмопробойниками	63—400	До 60	То же
Прокол с применением вибрационной техники	270—426	До 50	—»—
Продавливание с опережающей разработкой грунта	400—1720	50—80	Любые необходимые грунты I—IV категорий, устойчивые
Продавливание с извлечением грунтового керна из трубы	800—1720	25—60	Любые грунты I—IV категорий
Продавливание с применением пневмопробойников	300—600	25—40	То же

гидрогеологические условия, назначение и техническое состояние наземных сооружений по трассе перехода, эксплуатационные требования к сооружаемому переходу (прочность прокладки, требования к изоляции и др.), экономическую целесообразность (табл. 5.2).

Проколом (рис. 5.3) осуществляют обычно прокладку труб диаметром от 50 до 400 мм и более (табл. 5.3) в суглинистых и глинистых грунтах любой влажности. В песчаных грунтах этот способ менее эффективен. Глубина заложения ограничивается минимальным расстоянием от поверхности до прокладываемой трубы, равным пяти ее диаметрам. Прокладку труб проколом осуществляют с помощью домкратов, грунтопрокладываемых установок и пневмопробойников, лебедок, тракторов, трубоукладчиков и бульдозеров.

Строительные машины применяются для прокола под насыпями труб, к уклону которых не предъявляются особые требования, в основном под кабельные сети. Для выполнения прокола с одной стороны насыпи планируется площадка для размещения трубы и машины. Прокол осуществляют путем передачи усилия от машины непосредственно на торец трубы или через насадку.

Наиболее распространен прокол трубы с использованием грунтопрокалывающих домкратных установок. Для этого отрывают рабочий котлован, в который располагают домкратную установку с секцией прокладываемой трубы (обыч-

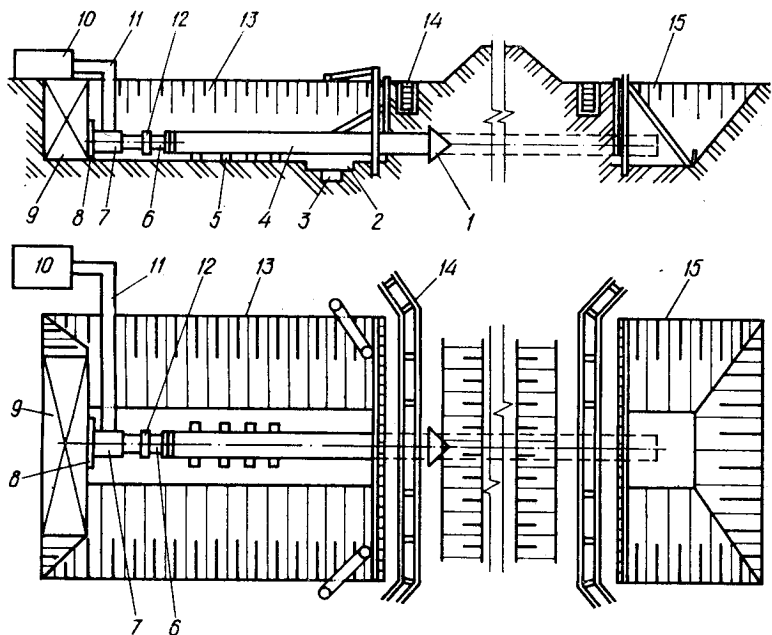


Рис. 5.3. Схема производства работ при прокладке трубы (кожуха) способом прокола:

1 — наконечник; 2, 3 — приямки; 4 — труба (кожух); 5 — шпалы; 6 — нажимной патрубок; 7 — домкрат; 8 — опорный башмак; 9 — упорная стенка; 10 — насосная станция; 11 — трубопроводы; 12 — нажимная заглушка; 13, 15 — котлованы; 14 — отводной лоток

но длиной 6 м). Гидравлический насос высокого давления располагается на бровке котлована (рис. 5.3).

Трубу прокладывают передачей усилия через наголовник нажимными удлинительными патрубками длиной 1—4 м, шомполами или зажимными хомутами. Движение трубы осуществляется циклически путем попеременного переключения домкратов на прямой и обратный ход. При прямом ходе труба вдавливается в грунт на длину хода штока домкрата. После возврата штока меняют патрубок на другой, удвоенной длины, и повторяют цикл вдавливания, пока не произведут прокол звена трубы. В дальнейшем устанавливают новое звено трубы и все операции повторяют до окончания прокола требуемой длины. Так же выполняется прокол с применением шомпола.

Наиболее производительные домкратные установки Главмосстроя и ГПУ-600 (рис. 5.4), работающие по прин-

102 Таблица 5.3. Технологические возможности средств механизации, применяемые при различных способах проходки скважин и прокладки труб-кожухов

Марка машины	Диаметр трубы, мм	Длина прокладки, м	Грунты	Характер воздействия на трубу	Метод разработки грунта	Перемещение грунта по трубе	Крепление машины в котловане (транше)	Скорость прокладки, м/смену		Мощность привода, кВт	Состав бригады, чел.	Разработчик и изготовитель
								техническая	эксплуатационная			
ГПУ-600	114—630	80	Грунты I—IV категорий без крупных включений	Статическое усилие 3000 кН	Без разработки грунта	Упорная стенка	До 24	До 10	15	3	Львовский ПТИ, трест № 1 Львов-строя	
Установка Главмос-строя	219—426	45	То же	То же	То же	То же	18	До 10	22,5	3	НИИМосстроя Главмосстроя	
Пневмо-пробойники (ИП-4603 СО-134, М-130)	219	60	—»—	Ударное воздействие до 1300 Дж	—»—	—»—	До 50	10—15	Ком-пресор 60	3	ИГД СО АН СССР, Одесский завод отделочных машин	
УВВП-400	273—425	40	—»—	Ударное и статическое (300 кН)	—»—	—»—	До 1 м/мин	До 25	22	3	ВНИИГС, Люберский завод буровых машин и инструментов	
УВГ-51	530	50	То же	Ударное и статическое	То же	То же	То же	До 30	75	3	МИНХ И ГП им. Губкина,	

1. Прокол

кос (500 кН)

завод Газ-строймаш

2. Продавливание путем извлечения грунтового керна из прокладываемой трубы

Установка СКБ Главмосстроя	290	60	Любые грунты I—IV категорий	Статическое усилие 3400 кН	Обрезка тростром грунта вкомгокерна	Извлечение грунта вкомгокерна	Упорная стенка	До 18	6—10	51,5	7	СКБ Главмосстроя, Главмосстрой
ПУ-2	1220, 1420	60	То же	То же	Резанние ковшом выработкам	Перемещение скребок	То же	12	8,4	50	6,7	ЦНИИПодземмаш, Фрунзенский завод по ремонту дорожно-строительных машин
У-12/60	1220	60	То же	—»—	Цилиндрический отбор грунта с использованием челнока	То же	То же	10	7,2	18	6,7	Гипроинфре-спецмонтаж, Михневский РМЗ треста Центроспецстрой
Пневмопробойники (СО-134 и М-130)	До 630	40	—»—	Ударное воздействие до 1300 Дж	То же, с использованием самодвижущейся капсулы	Не требуется	До 40	10—12	Ком-пресор, 60	3—4		ИГД СО АН СССР, Одесский завод отделочных машин

Марка машины	Диаметр трубы, мм	Длина прокладки, м	Грунты	Характер воздействия на трубу	Метод разработки грунта	Перемещение грунта по трубе	Крепёжные машины в котловане (траншеи)	Скорость прокладки, м/смену		Мощность привода, кВт	Состав бригады, чел.	Разработчик и изготовитель
								Техническая	Эксплуатационная			
УВГ-51	1020	50	Любые грунты I—IV категорий	То же, до 7000 Дж	Метод разработки грунта	Перемещение грунта по трубе	Крепёжные машины в котловане (траншеи)	До 40	10—15	75	3—4	МИНХ И ГП им. Губкина, завод Газстроймаш ВНИИГС, Минхевский РМЗ треста Центроспецстрой
УВБ-1 для извлечения грунта из труб при статическом продавлиании	1020, 1420	100	То же	То же	Метод разработки грунта	Перемещение грунта по трубе	Крепёжные машины в котловане (траншеи)	—	—	22	3	МИНХ И ГП им. Губкина, завод Газстроймаш ВНИИГС, Минхевский РМЗ треста Центроспецстрой

3. Продавливание с опережающей разработкой грунта

УГБ-4	325, 426, 529, 630	60	Грунты I—IV категорий устойчивые	Статическое тяговое усилие лебедки 80 кН	Головной режущий	Шнек	Анкерное устройство. Машина устанавливается на прокладываемой трубе	15—20	40	4—5	СКБ Главстроймаш, Ленинградский машиностроительный завод Миннефтехимпрома
-------	--------------------	----	----------------------------------	--	------------------	------	---	-------	----	-----	---

УГБ-5 (ГБ-1021)	630, 820, 920, 1020	60	То же	То же,	То же	То же	То же	То же	15—25	75	4—5	То же
ГБ-1421	1220, 1420	50	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	—»—	До 20	75	4—5	—»—
ГБ-1422	1220, 1420	60	—»—	То же, 200 кН	—»—	—»—	—»—	—»—	15—25	1000	4—5	Ленинградский филиал СКБ Газстроймашина, Ленинградский машзавод
ПМ-800-1400	820—1420	70	—»—	То же, 320 кН	—»—	Использование совка	Анкерные элементы в передней части котлована	1—3 м/ч	6—10	24	3—4	Харьковский РВМ Минстроя УССР
ГБ-1621	до 1720	60	То же	То же, 700 кН	То же	Шнек	Упорная стенка	2—3 м/ч	10—12	49	7	Ленинградский филиал СКБ Газстроймаш, Ленинградский машзавод

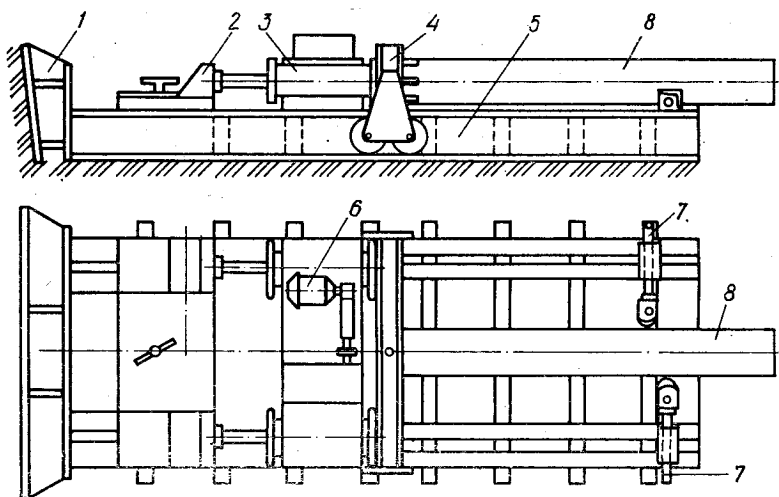


Рис. 5.4. Схема грунтопрокалывающей установки ГПУ-600:

1 — упорная стенка; 2 — подвижный упор; 3 — домкраты; 4 — нажимная плита; 5 — направляющая рама; 6 — насосная станция; 7 — фиксатор; 8 — труба

ципу шагающих домкратов. Принципиальным отличием данных установок является наличие подвижной упорной плиты, передвигаемой домкратами вслед за прокладываемой трубой после каждого цикла вдавливания до полного внедрения в грунт секции трубы. После вдавливания в грунт секции трубы подвижный упор, салазки с домкратами и нажимная плита возвращаются в исходное положение.

Для прокола трубами диаметром до 800 мм может использоваться механизм подачи инструмента «Укроргтехстрой» с нажимным усилием до 2000 кН в комплекте с установками горизонтального бурения типа ПМ-800-1400, ПМ-800-1600 и типа «Запорожье». Применение механизма подачи в комплекте с данными установками горизонтального бурения обеспечивает их универсальность, т. е. возможность вести проходку трубами диаметром до 800 мм методом прокола, а трубами более 600 мм — методом горизонтального бурения. При прокладке труб методом прокола механизм подачи может быть также использован самостоятельно.

Для прокола трубами диаметром до 800 мм на большую длину могут использоваться домкратные установки, состоящие из нескольких домкратов и создающие усилия до 10 000 кН и более.

При реконструкции предприятий для прокола в несвяз-

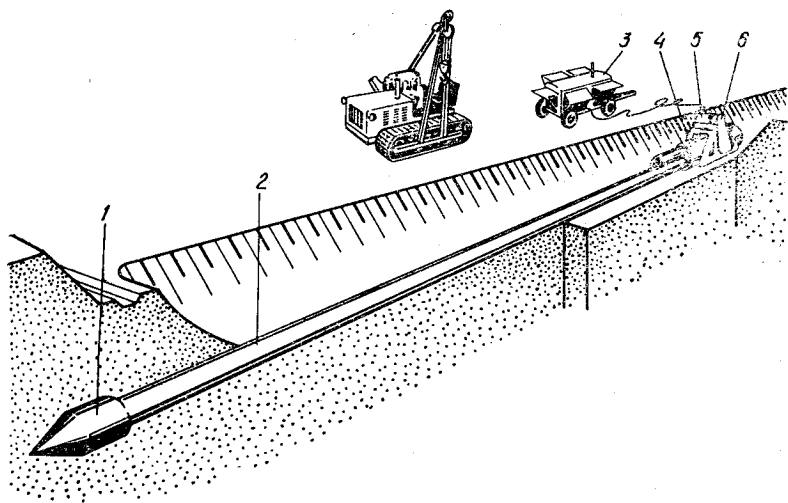


Рис. 5.5. Схема использования виброударной установки УВГ-51:

1 — конусный наконечник; 2 — труба (кожух); 3 — передвижная электростанция; 4 — корпус установки с расположенным внутри его вибромолотом горизонтального действия; 5 — электродвигатель; 6 — порталная рама

ных, песчаных и плавучих грунтах труб диаметром до 500 мм эффективно использовать *вибропрокальвающие установки*; для прокола в грунтах I, II и III категорий с наличием камня, кирпича, обломков дерева и других строительных отходов труб диаметром до 400 мм — пневмопробойники. Положительным качеством вибропрокальвающих установок и пневмопробойников является возможность их применения для замены старых труб подземной прокладки.

В установках для вибропрокола (рис. 5.5) применяются виброударные устройства, создающие продольно направленные колебания. Виброударное устройство закрепляют на заднем торце трубы и устанавливают на тележке с рельсовым путем. К забойному торцу трубы приваривают конусный наконечник. Вибропрокол осуществляется под действием ударных импульсов в сочетании со статическим вдавливанием лебедкой, установленной на тележке, передающей усилие на трубу через пригрузочный полиспаст.

*Пневмопробойники* (табл. 5.4) представляют собой самоходную пневматическую машину ударного действия, состоящую из корпуса, ударника и воздухораспределительного устройства. Корпус пневмопробойника является рабочим органом, создающим скважину. Ударник, находящийся в корпусе под действием сжатого воздуха, подаваемого по



Таблица 5.4. Техническая характеристика пневмопробойников

Показатель	ПР-60 (СО-144)	ИП-4601	ИП-4601А	ИП-4603	ИП-4605	М-130 ]	ПР-400 (СО-134)
Диаметр скважины, мм	63—100	135—200	135—200	130—200	95—180	240	154—400
Длина прокола, м	50	50	50	50	50	50	50
Скорость проходки, м/ч	до 40	до 50	до 60	до 80	до 50	—	до 60
Давление воздуха, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Длина пневмопробойника, мм	1385	—	—	1500	1500	1680	1700
Масса, кг	20	80	80	95	45	340	140

резиновому шлангу от компрессора, совершает возвратно-поступательное движение и наносит удар по переднему внутреннему торцу корпуса, забивая его в грунт. Реверсивное устройство позволяет изменить направление действия машины за счет изменения направления ударов. В комплект пневмопробойников входят расширители для пробивки скважин большого диаметра. Реверсивная работа пневмопробойников осуществляется без расширителей.

Технологические операции при пробивке скважин пневмопробойниками (рис. 5.6) начинаются с его внедрения в грунт из выходного приямка в направлении приемного приямка. При движении пневмопробойник своим коническим передним концом уплотняет грунт, раздвигая его в стороны, и образует скважину. Для восприятия реактивных усилий в момент запуска машины из приямка применяют стартовые устройства, создающие силы трения на корпусе пневмопробойника либо поджимающие машину к забою. Кроме того, для облегчения внедрения пневмопробойника в грунт запуск ведут на пониженном давлении (0,3—0,4 МПа) сжатого воздуха.

Помимо пробивки скважин пневмопробойники могут широко использоваться при выполнении других технологических операций: забивке стальных труб (кожухов), затягивании асбестоцементных труб и извлечении труб из грунта (табл. 5.5).

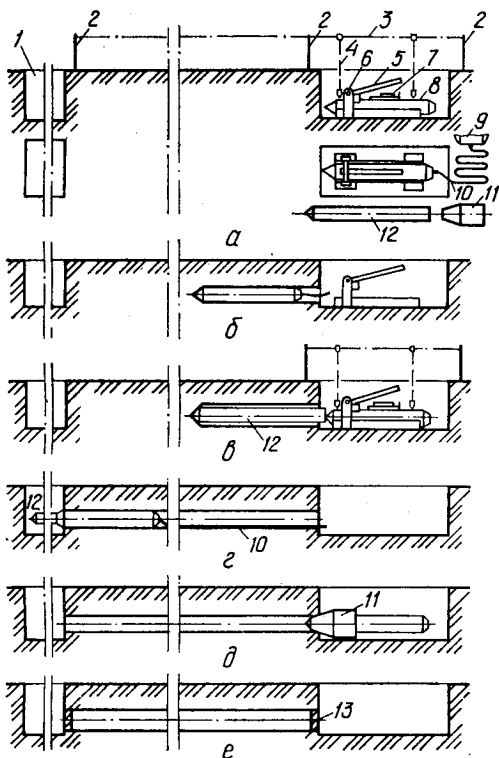


Рис. 5.6. Схема производства работ при пробивке скважин пневмопробойником:

*а* — нацеливание пневмопробойника; *б* — запуск пневмопробойника; *в* — установка удлинителя; *г* — пробивка скважины; *д* — установка расширителя; *е* — готовая скважина; 1 — приемный приямок; 2 — вешки; 3 — шнур; 4 — отвес; 5 — входной приямок; 6 — стартовое устройство; 7 — линейка с уровнем; 8 — пневмопробойник; 9 — компрессор; 10 — шланг; 11 — расширитель; 12 — удлинитель; 13 — заглушка

При прокладке кожухов из стальных труб пневмопробойник используется как ударный узел, присоединяемый к заднему торцу трубы и забивающий ее в грунт. Передний конец трубы закрывается конусным наконечником.

При замене труб новую секцию трубопровода с пневмопробойником, установленным в заднем торце, присоединяют к удаляемой, а старую трубу по мере выхода в приемный приямок обрезают и удаляют.

Продолживание стальных труб диаметром 500—2000 мм или железобетонных коллекторов круглого, квадратного или прямоугольного сечения на расстояние до 80 м

Таблица 5.5. Технологические операции, выполняемые пневмопробойниками в различных грунтах

Вид работ	Диаметр, мм	Длина, м	Грунты
Пробивка скважин: глухих	70—152	60	Связные неводонасыщенные
сквозных	70—250	60	То же
Забивка стальных труб: в массив грунта	100—219	60	Любые, кроме скальных и мерзлых
в лидирующую скважину	140—426	60	Связные неводонасыщенные
Затягивание асбестоцементных труб	118—122	20	Любые, кроме скальных и мерзлых
Извлечение труб из грунта	до 300	60	Любые

осуществляют нажимными насосно-домкратными установками, соединяющими 2, 4, 8 и более гидродомкратов. Домкраты установлены на раме; для их упора служит специальная упорная стенка, состоящая из свай и двух рядов брусьев.

Для продавливания трубопроводов наиболее эффективны установки с механизированной разработкой и удалением грунта типа СКБ Главмосстроя и ПУ-2 конструкции ЦНИИПодземмаша (см. табл. 5.3). Установка ПУ-2 состоит из четырех частей: силового агрегата, рабочего органа, устройства для передачи нажимных усилий и ножевой секции (рис. 5.7).

Технологические операции с применением установки ПУ-2 выполняются в такой последовательности. На направляющую раму, размещенную в котловане, укладывают первое звено кожуха с установленной на его конце ножевой секцией и системой отклоняющих роликов. После проверки правильности направления прокладки в плоскость звена вводят рабочий орган и запасывают канаты. Затем включают гидродомкраты, которые продвигают вперед основную нажимную траверсу до ее соприкосновения с торцом прокладываемого звена кожуха.

При дальнейшем продвижении траверсы происходит незначительное вдавливание переднего конца кожуха в грунт. Затем прекращают подачу кожуха и при помощи рабочего каната подтягивают рабочий орган до соприкосновения режущей кромки ковша с забоем. Дальнейшее оттягивание каната сопровождается продвижением рабочего органа вперед и поворотом ковша сверху вниз. Срезанный

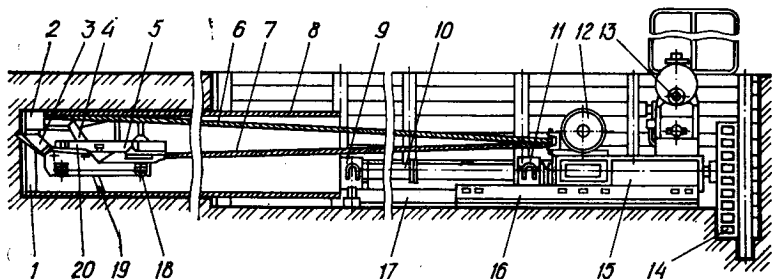


Рис. 5.7. Установка ПУ-2:

1 — ножевая секция; 2 — ролик; 3 — ковш; 4 — поворотный рычаг; 5 — оттяжные пружины; 6 — рабочий канат; 7 — тяговый канат; 8 — прокладываемая труба (кожух); 9 и 11 — траверсы; 10 — нажимной патрубок; 12 — лебедка; 13 — насосная станция; 14 — опорный башмак; 15 — гидродомкраты; 16 — основная рама; 17 — направляющая рама; 18 — ходовые ролики; 19 — клапан-скребок; 20 — цепная передача

грунт осыпается в нижнюю часть полости кожуха. Притормаживая рабочий орган и подтягивая тяговые канаты, рабочий орган отводят от забоя примерно на 1—1,2 м. При этом срезанный грунт будет перемещаться ковшом по кожуху на такое же расстояние. Затем ослабляют тяговый канат и дают возможность оттяжным пружинам повернуть режущее устройство в исходное положение, т. е. снизу вверх. Подтягивая снова тяговый канат, повторяют цикл разработки грунта. После повторения нескольких циклов рабочий орган извлекается из забоя, при этом накопившийся за клапаном-скребком грунт выносится наружу в приемный лоток, который вместе с грунтом поднимают краном за пределы рабочего котлована и опорожняют. После возвращения рабочего органа в полость прокладываемого кожуха снова осуществляют подачу кожуха и разработку грунта забоя.

Продавливание труб может производиться с помощью пневмопробойников. При этом труба (кожух) внедряется открытым концом в грунт под действием ударной нагрузки. Грунт удаляется из внутренней полости кожуха самоходной капсулой, приводимой в действие реверсивным пневмопробойником. Капсула представляет собой отрезок трубы, имеющей вырезы для уменьшения массы и облегчения разгрузки грунта.

Для продавливания труб диаметром 530—1020 мм на длину до 50 м в несвязных, песчаных и плывунных грунтах применяется также виброударная установка УВГ-51 (см. рис. 5.5). Для вибропродавливания трубы на забойном ее

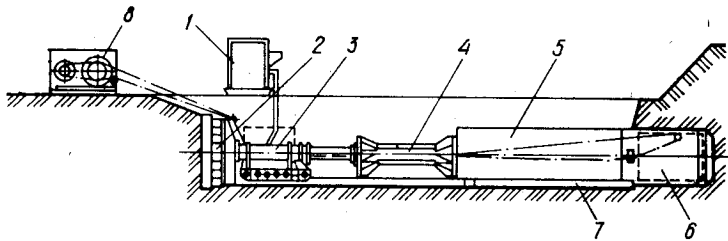


Рис. 5.8. Установка для бестраншейной прокладки труб У-12/60:

1 — гидропривод; 2 — упорная стенка; 3 — гидродомкрат; 4 — нажимной патрубков; 5 — труба (кожух); 6 — головка; 7 — направляющая; 8 — лебедка

конце приваривают серповидную накладку для обеспечения зазора (10—15 мм) между скважиной и трубой, а в задней части трубы прорезают два боковых симметрично расположенных окна для удаления грунта. Грунт из трубы выбирается виброударной желонкой, внедряемой в забой вибромолотом и перемещаемой после забора грунта с помощью каната к разгрузочным окнам. Из желонки грунт высыпается под действием вибрации в разгрузочные окна на дно траншеи.

Прокладывание труб диаметром 1220 мм на длину до 60 м в сухих и увлажненных грунтах I—III групп выполняют установкой У-12/60. Установка содержит головку с челноком, устанавливаемую в забойной части трубы, нажимной гидродомкратный привод, развивающий усилие нажима до 3400 кН, насосную станцию, лебедку и упорный башмак (рис. 5.8).

Для бестраншейной прокладки трубы с помощью установки У-12/60 должен быть подготовлен котлован длиной 13 м, шириной 3 м и глубиной на 0,1 м ниже проектной отметки основания прокладываемой трубы. В задней части котлован должен быть расширен и углублен для монтажа выкладки из брусьев или шпал и установки инвентарного упорного башмака.

Работа установки У-12/60 заключается в периодическом вдавливании прокладываемой трубы на длину хода домкратов (1000 мм) с последующим извлечением челнока из прокладываемой трубы и его разгрузкой. После каждого цикла надавливания производят операции по удалению нажимных патрубков, зачистке места установки челнока в головке с помощью нескольких ходов челнока на забой, наращиванию или установке нажимных патрубков большей длины для последующего надавливания.

Заполнение челнока грунтом обеспечивается вдавлива-

нием трубы гидродомкратами при расклинивании челнока в головке продавливаемой трубы. Разгрузку челнока производят в отвал или транспорт.

### **5.3. Прокладка трубопроводов с использованием горизонтального бурения**

Горизонтальное бурение применяют для прокладки в различных грунтах (за исключением скальных и плывунов) стальных трубопроводов диаметром 325—1720 мм на длину до 120 м.

В установках горизонтального бурения основной расход энергии приходится на операции резания и транспортирования грунта, а расход энергии на проталкивание труб в готовую опережающую скважину составляет лишь часть общего расхода. Поэтому подача труб осуществляется преимущественно лебедками через систему полиспастов и домкратами небольшой грузоподъемности.

По типу рабочего органа можно выделить установки со шнековым рабочим органом (установки типа ДМ-1, УГБ и ГБ), механическое бурение скважин которыми выполняется шнековым буром (ДМ-1) или фрезерной головкой (УГБ и ГБ) и удаление разрыхленного грунта — винтовым конвейером, а также установки с рабочим ножевым органом пропеллерного типа, эксцентрично установленного относительно продольной оси трубы (установки типа «Запорожье», УУВТ, ПМ-800-1400, ПМ-800-1600). В установках с ножевым органом пропеллерного типа выемка разрыхленного грунта осуществляется циклично совковым оборудованием. Установки со шнековым рабочим органом способны создавать горизонтальные скважины в грунте небольшого диаметра и длиной до 40—60 м.

При использовании установок горизонтального бурения типа УГБ и ГБ (рис. 5.9) необходимо осуществлять сборку прокладываемого трубопровода на всю длину перехода (скважины) и укладку его на дно траншеи на определенной глубине. При этом размеры траншеи (котлована), отрываемой при подготовке к прокладыванию трубы, весьма значительны. Поэтому такие установки, несмотря на высокую производительность самого процесса прокладки, имеют ограниченное применение в условиях реконструкции предприятия.

Бестраншейная прокладка труб машиной ПМ-800-1400 (рис. 5.10) производится в грунтах любой категории и пластичности, кроме плывунов и скальных грунтов. В зимнее

Рис. 5.9. Принципиальная схема установок типа УГБ и ГБ:

1 — режущая головка; 2 — упорный якорь; 3 — полиспаст; 4 — шнек; 5 — рама; 6 — лебедка; 7 — карданный вал; 8 — двигатель внутреннего сгорания; 9 — вал привода шнека; 10 — хомуты; 11 — прокладываемая труба; 12 — трубоукладчик

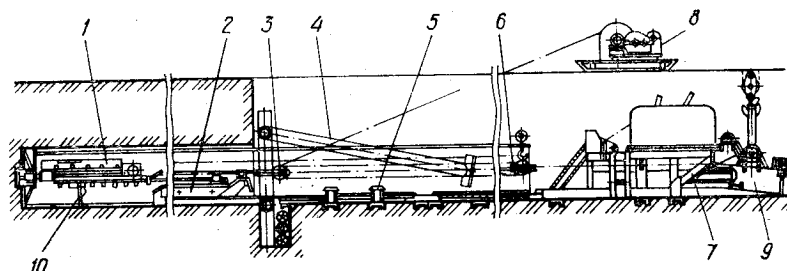
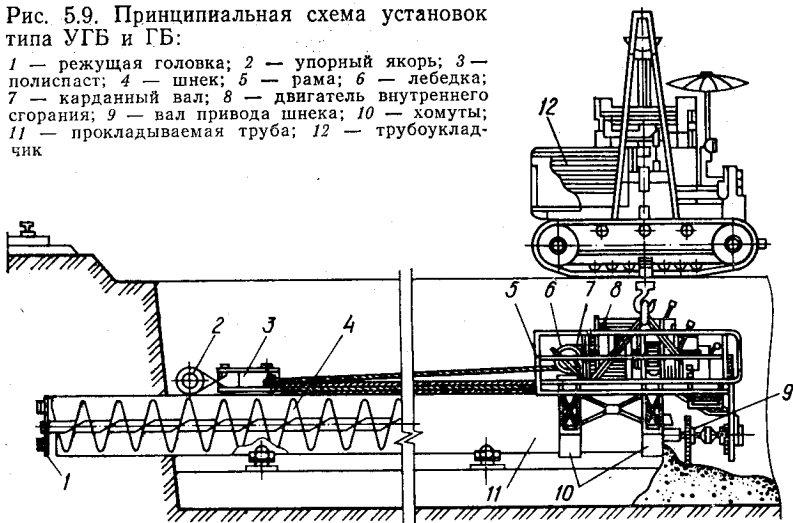


Рис. 5.10. Машина для бестраншейной прокладки труб ПМ-800-1400:

1 — режущая головка; 2 — совок; 3 — обоймы блока; 4 — упорная стойка; 5 — направляющая рама; 6 — захват; 7 — разгрузочно-тяговое устройство; 8 — лебедки подачи; 9 — емкость; 10 — разгрузочный обратный клапан.

время мерзлый грунт в начале забоя разрабатывается режущей головкой, которая монтируется в инвентарной секции прокладываемой трубы и состоит из лопастного пропеллерного ножа и электродвигателя с редуктором. Шарнирное закрепление ножей позволяет наклонять и перемещать режущую головку внутрь прокладываемой трубы. В нижней части инвентарной секции размещено устройство для погружки грунта с совком, имеющим корытообразную форму с открытыми торцами, оснащенными режущими кромками.

При сооружении переходов установкой ПМ-800-1400 соблюдается следующая технологическая последовательность. Отрывают рабочий и приемный котлованы, на дно

рабочего котлована укладывают направляющую раму, на которой размещают первое звено прокладываемого кожуха с приваренной к его переднему концу инвентарной секцией. Затем монтируют все остальные установки, проверяют направление проходки и приступают к бурению. Под воздействием нажимных усилий, создаваемых лебедкой, труба продвигается вперед; при этом вращающийся нож рабочего органа вырезает в грунте углубление. После продвижения на 100—150 мм подачу трубы прекращают и подают в забой совок с помощью лебедки. Совок набирает грунт, скопившийся в нижней части инвентарного звена. После этого включают обратный ход совка и оттягивают его на 1,5—2 м назад. При обратном ходе совка захваченный им грунт отклоняет вверх обратный клапан. Далее вновь ведут бурение с продвижением трубы вперед — совок вновь направляют в забой, при этом обратный клапан сдвигает грунт, находящийся на совке, назад и освобождает переднюю часть совка для новой порции грунта.

Наполнение совка происходит после 3—4 циклов загрузки. Загруженный совок вытягивается из трубы к механизму разгрузки. Здесь с помощью специальных устройств совок разгружается в приямок или в емкость. При разгрузке совка в емкость последняя поднимается краном из котлована и разгружается в самосвал или отвал.

После прокладки первого звена трубы с его торца снимается нажимной захват. На направляющую раму укладывают последующее звено трубы и приваривают его к торцу первого звена. Прокладку и наращивание звеньев трубы продолжают до тех пор, пока инвентарное звено не выйдет в приемный котлован.

Установку горизонтального бурения ГБ-1621 (см. рис. 5.9) применяют для прокладки кожухов диаметром до 1720 мм для горизонтального бурения и для продавливания с образованием грунтового керна. Принцип действия установки, как и машин типа УГБ, основан на сочетании механической разработки грунта режущей головкой с транспортной разработкой грунта шнеком при одновременной подаче кожуха в скважину. Однако по своей конструкции установка ГБ-1621 существенно отличается от установок УГБ-5, УГБ-2 и ГБ-1421. В этой установке подача кожуха осуществляется гидравлическими домкратами аналогично установкам для продавливания, а рабочий орган (режущая головка) имеет привод, независимый от шнека.

Положение режущей головки относительно инвентарного звена трубы может регулироваться винтовым домкратом.



Благодаря этому при прокладке кожухов в устойчивых грунтах режущая головка размещается впереди ножевой секции на 30—50 мм и разрабатывает грунт с некоторым опережением продвижения кожуха.

При прокладке кожуха в неустойчивых грунтах режущая головка продвигается внутрь ножевой секции на расстояние до 400 мм от кромки секции. В этом случае в грунтовый массив сначала врезаются торцевые кромки инвентарного звена, отдаляя от него объем грунта, который в виде керна проникает внутрь трубы и разрабатывается зубьями режущей головки. При этом повышается устойчивость забоя и исключается возможность его обрушения и образования пазух за стенками прокладываемой трубы.

#### **5.4. Техника безопасности при устройстве подземных коммуникаций**

Помимо соблюдения общих положений по технике безопасности при производстве строительного-монтажных работ в условиях реконструкций предприятий, работы по прокладке подземных коммуникаций должны проводиться с учетом следующих требований.

К самостоятельной работе по горизонтальному проколу и продавливанию труб допускаются рабочие, специально обученные данному производству работ, не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование как проходчики. Все рабочие и лица технического надзора обязаны пользоваться средствами индивидуальной защиты: касками, рукавицами, непромокаемой спецодеждой и обувью.

Во время спуска оборудования в котлован монтажники должны удалиться за пределы опасной зоны. Находиться под грузом запрещается.

Перед каждой рабочей сменой мастер обязан проверить исправность гидравлических шлангов, насосов высокого давления, манометра, гидродомкратов. Кроме того, проверяют систему воздухопровода и агрегат, подающий воздух, если таковые предусмотрены ППР при продавливании труб.

Места присоединения гибких шлангов к штуцерам следует крепить с помощью стяжных хомутов. Крепление проволокой запрещается.

После окончания монтажных работ должны быть составлены акты приемки установок к эксплуатации.

Ручная разработка грунта и производство других видов работ, связанных с необходимостью нахождения людей в продавливаемом трубопроводе, допускаются, если диаметр трубопровода не менее 800, 1000, 1200 и 1400 мм при длине

соответственно до 18, 30, 60 и более 60 м. В трубопроводе должно одновременно находиться не менее 2 чел.

Забор подаваемого в трубопровод воздуха должен производиться в местах, не загрязненных пылью, газами, дымом.

При ручной разработке грунта в продавливаемом трубопроводе можно использовать естественную вентиляцию при условии, что диаметр труб 1020 мм и выше на длине до 10 м; при длине более 10 м должна быть обеспечена подача свежего воздуха к рабочему месту.

Вентиляционную установку следует включать за 15—20 мин до начала работы. Длительность непрерывного пребывания рабочих внутри трубопровода не должна превышать 1 ч, интервалы между рабочими циклами 30 мин.

При работе в водонасыщенных грунтах для предотвращения прорыва воды в забой необходимо в ножевом звене устраивать аварийный затвор.

Котлованы, из которых производят продавливание или прокол, обеспечивают в случае необходимости средствами быстрой эвакуации людей. Котлован должен быть огражден от затопления.

Между рабочими, занятыми внутри трубопровода, и находящимися вне забоя (на поверхности), обеспечивается надежная связь.

Для освещения рабочих мест в стесненных и особо опасных условиях (сырые участки, теснота, неудобное положение в трубе) применяется напряжение не выше 12 В. Лампа освещения должна быть ограждена металлической сеткой.

Рабочие, выполняющие работы по продавливанию труб, должны иметь II группу допуска по электробезопасности, а также удостоверение стропальщика.

## **ГЛАВА 6. РАЗБОРКА И РАЗРУШЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И МОНОЛИТНЫХ МАССИВОВ**

### **6.1. Способы разборки зданий и конструкций**

Под разборкой и разрушением здания понимается комплексный процесс по удалению какой-то части или всех конструктивных элементов здания, высвобождению и расчистке места строительства с последующей вывозкой непригодных конструкций, материалов, строительных отходов и мусора на специально оборудованные и отведенные для этого места.

Разборка и разрушение здания в зависимости от условий реконструкции могут быть полными и частичными. Пол-

ная разборка и разрушение здания осуществляется при его сносе или значительной реконструкции; частичная — при изменении объемно-планировочного решения здания, замене отдельных конструкций, элементов, а также их ремонте.

Разрушение здания осуществляется при нецелесообразности использования в дальнейшем составляющих его конструкций и изделий (старые здания), а также при необходимости выполнения работ по сносу здания или значительной его части в предельно сжатые сроки и при минимальных трудозатратах.

Разборку здания выполняют для повторного использования конструкций и материалов, а также при невозможности или неэффективности применения методов разрушения (старые здания). В процессе разборки здания осуществляются работы по демонтажу, разборке, частичному и полному разрушению конструкций.

Демонтаж строительных конструкций — механизированный процесс по их удалению в неразрушенном виде с использованием грузоподъемных, такелажных и транспортных средств. В процессе демонтажа конструкций применяются частичное разрушение только отдельных крепежных и связевых элементов.

Под разборкой строительных конструкций понимается процесс по частичному ее разрушению с целью членения на отдельные элементы с последующей их вывозкой.

Разборка и демонтаж конструкций может осуществляться укрупненными блоками и поэлементно.

Разборка и демонтаж укрупненными блоками имеет ряд преимуществ по сравнению с поэлементной разборкой, в частности сокращаются сроки производства работ, в 1,5—2 раза уменьшается их трудоемкость, повышаются безопасность производства работ и культура производства.

В особых случаях демонтаж зданий и сооружений (административно-бытовые одноэтажные здания, невысокие дымовые трубы, опоры ЛЭП и т. п.) может производиться целиком без разборки. При этом освобождается демонтируемая часть здания или сооружения от связей с фундаментами и в целом виде передвигается на другое место или с помощью специальных транспортных средств перевозится за пределы осваиваемой площадки.

Демонтаж конструкций здания выполняется, как правило, в процессе их замены. При этом работы по демонтажу заменяемых и монтажу новых конструкций ведутся в большинстве случаев одними и теми же монтажными машинами, что позволяет рассматривать механизацию демонтажных и

монтажных работ единым комплексным процессом (см. гл. 9).

Поэлементная разборка строительных конструкций осуществляется с целью максимального выхода материалов для их повторного использования.

Вручную производят разборку остродефицитных отделочных декоративных, деревянных и мелких металлических конструкций. Такой способ разборки кирпичных и бутобетонных конструкций применяют только при очень малом объеме работ и в тех случаях, когда остальные способы по каким-либо причинам не могут быть использованы.

До начала работ по разборке необходимо наметить места разъединения конструкций в соответствии с поэлементной схемой их удаления, установить временные крепления конструкций, без которых могут произойти непредусмотренные обрушения, а также устроить временные ограждения, настилы и защитные козырьки.

Первоначально разбираются (демонтируются) технологическое и специальное оборудование, КИПиА, электрические и слаботочные сети.

Разборка осуществляется, как правило, сверху вниз в следующем порядке:

технологические конструкции: трубопроводы, инженерные коммуникации, мачты, опоры, этажерки под оборудование, подъемники;

ограждающие конструкции: горизонтальные (полы, кровля, перекрытия); вертикальные (ворота, двери, окна, витражи и несущие наружные и внутренние стены);

специальные конструкции: лестницы, смотровые площадки, пандусы, шахты, галереи, рельсовые пути;

несущие конструкции: горизонтальные (фонари, плиты покрытий и перекрытий, фермы, балки, ригели, подкрановые балки); вертикальные (стены, колонны, стойки);

тоннели, подвалы, фундаменты.

Одноэтажные здания разбираются отдельным способом, включающим поэлементную разборку конструкций по всему зданию, и комплексным, при котором здание разбирается посекционно. Иногда применяют комбинацию этих способов. Многоэтажные здания следует разбирать поэтажно по отдельным секциям или по всей длине здания.

*Разборку электросети* следует начинать со снятия плафонов, патронов, выключателей, розеток, щитов и т. п. Затем приступают к демонтажу проводки. Снятые провода следует разглаживать и сматывать в бухты.

При демонтаже изношенных инженерных сетей и оборудования их следует расчленять с помощью электрической или газовой резки. Непригодные чугунные трубопроводы разбираются без расчеканки раструбов, места их соединения можно разбивать молотком. Все снятые элементы инженерного оборудования (раковины, умывальники, ванны, унитаза, смывные бачки, нагревательные приборы систем центрального отопления, водоразборные краны и т. д.) следует сортировать с отборкой годных для дальнейшей эксплуатации.

Кровлю разбирают в два этапа: сначала разбирают кровельное покрытие, а затем несущие элементы кровли.

Конструкция рулонной кровли, содержащая утеплитель, снимается одновременно с утеплителем. Работы следует вести вдоль пролета, начиная с самой высокой отметки кровли. В качестве инструмента можно применять легкие ломы, штыковые или совковые лопаты. Разбираемый материал следует опускать в бадьях или специальных ящиках кранами или по закрытым желобам (мусоропроводам).

Кровельное покрытие из рулонных материалов без утеплителя рекомендуется открывать от сплошного основания стальной лопаткой, а участок его вдоль ската отрезать ножницами.

Кровли из штучных мелких материалов разбираются поэлементно в порядке, обратном их устройству. При аккуратной разборке можно сохранить до 80—85 % материала.

При разборке кровли из волнистых асбестоцементных листов сначала следует перерезать шурупы и гвозди, затем снимать элементы кровли с конька, рядовые листы, лотки и уголки. Покрытия элементов асбестоцементной кровли, выполненные из кровельной стали (трубы, свесы и др.), снимают после удаления асбестоцементных деталей.

Разборку стальной кровли следует начинать со снятия покрытия около труб и выступающих частей. Рядовое покрытие из кровельной стали разбирают двумя способами:

1. Отделяют кляммеры от обрешетки и с помощью отверток или ломика раскрывают один из стоящих фальцев на картину по всему скату кровли. Затем, отсоединив лежащий фалец, скрепляющий картину с листами желоба, поднимают картину ломиками и переворачивают ее на соседний ряд, после чего разъединяют отдельные картины.

2. Кровельными ножницами срезают стоящие фальцы, затем раскрывают лежащие фальцы и скатывают картины в рулоны.

Разборку оставшихся элементов кровельного покрытия

(парапетные решетки, лотки, воронки, желобки и свесы) производят после разборки обрешетки с уровня чердачного перекрытия.

Деревянные обрешетки разбирают поэлементно при помощи специального ломика и гвоздодера.

Деревянные строительные конструкции можно демонтировать целиком при помощи грузоподъемных механизмов. При этом конструкцию вначале стропят и, поддерживая ее краном, снимают опорные крепления.

Разборку (демонтаж) деревянных клееных балок рекомендуется производить целиком при помощи кранов. При невозможности применения кранов для разборки клееных деревянных балок их можно демонтировать с помощью лебедок, если над балкой имеются конструкции, позволяющие подвесить к ним блок лебедки.

При реконструкции многоэтажных зданий часто приходится разбирать *междуэтажные перекрытия*, которые бывают обычно монолитными железобетонными (плоскими или ребристыми), каменными в виде кирпичных сводов или выполненными по металлическим балкам с деревянным или бетонным заполнением. Реже встречаются сборные железобетонные перекрытия.

Перекрытие до начала разборки необходимо обследовать, для чего в отдельных местах вскрывают пол. Результаты обследования и обмеры (при отсутствии чертежей конструкции зданий) являются исходными данными для разработки ППР<sub>(р)</sub>.

Большой интерес представляет разработанная венгерскими специалистами технология и оборудование с гидравлическим приводом для устройства монолитных перекрытий многоэтажных зданий с последовательной их разборкой. Этот метод получил название «снизу — вверх» и аналогичен методу подъема этажей. Особенность его заключается в том, что первое монолитное железобетонное перекрытие, изготовленное на первом этаже по конфигурации помещения, выполняется с отверстием в центре для подсоединения снизу мусоропровода. Это перекрытие поднимают до существующего перекрытия второго этажа, которое разрушают и частями удаляют по мусоропроводу в контейнеры. Затем последовательно удаляют перекрытия последующих этажей. Первое монолитное перекрытие по специальной технологии закрепляют и замоноличивают на месте старого перекрытия последнего этажа. После этого поочередно изготавливают и устанавливают остальные монолитные перекрытия этажей с верхнего (предпоследнего) до нижнего этажа.

Оборудование для подъема перекрытий монтируют на чердаке с опорой и передачей усилий на несущие конструкции зданий.

*Кирпичные стены* старых зданий, сложенные на известковом растворе, разбирают обычно легко в виде отдельных блоков, поэтому основная масса кирпичей может быть повторно использована. Однако при разборке такой кирпичной кладки образуется значительное количество пыли.

Разборка кирпичной кладки на цементном и цементно-известковом растворах требует значительно больших усилий. При этом кирпич и раствор разламываются в виде больших глыб и отделить кирпич от раствора практически невозможно. В этих случаях при разборке следует применять ручные машины (отбойные молотки и т. п.).

Кирпичные стены обычно разбирают с лесов. Часто применяют инвентарные трубчатые леса конструкции Промстройпроекта. Леса крепят к разбираемой стене в соответствии с типовым проектом на применение этих лесов. Для этого ввертывают анкеры в деревянные пробки, забиваемые в предварительно пробитые шлямбуром гнезда, или используют инвентарные анкеры-пробки. Порядок установки и последовательность разборки их излагаются в ППР<sup>(19)</sup>.

Кирпичные стены в стесненных условиях действующего цеха разбирают по рядам обычно вручную с использованием ломов, легких кувалд, клиньев и кирок или с помощью ручных машин (отбойных молотков). Все остальные способы в большинстве случаев оказываются неприемлемыми. В зависимости от прочности кладки, толщины стены и применяемого инструмента разборку ведут на высоту двух или трех рядов.

Кирпичи и строительный мусор следует складывать в тачки или металлические ящики, которые устанавливают на лесах и снимают краном. Материалы от разборки можно также подавать на отметку пола или перекрытия с помощью элеваторных подъемников или по деревянным желобам закрытого типа в приемный бункер. Весьма удобны для этих целей выпускаемые венгерской фирмой «Беккер» сборные подвижные секционные и телескопические мусоропроводы из алюминия, стали и пластика в комплекте с тачками и бункерами для приема мусора или с разгрузкой в автотранспорт. Длина металлических секций мусоропровода 1,5—3 м, диаметр 380—300 мм, диаметр пластиковых мусоропроводов 760 мм, длина секций 1,2 м.

Разборку кирпичных стен при возможности следует выполнять укрупненными блоками с целью их повторного ис-

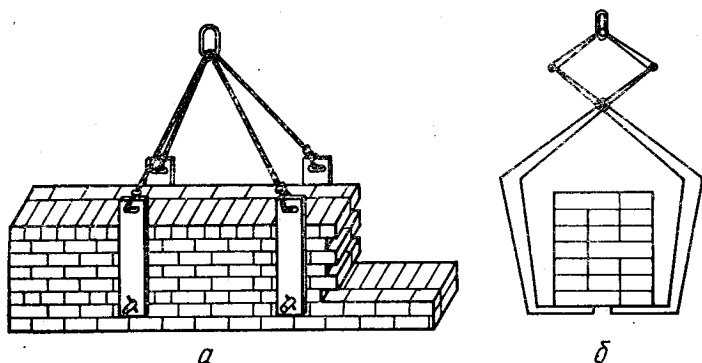


Рис. 6.1. Разборка кирпичных стен блоками:

*а* — строповка блока с помощью штырей и накладок; *б* — строповка блока с применением захвата грейферного типа

пользования. Для строповки блоков используют специальные грузозахватные приспособления (рис. 6.1). Блоки кладки отделяют при помощи отбойных молотков или ручных дискофрезерных машин, поддерживая их при этом грузоподъемными машинами.

По мере разборки стены удаляют проектные крепления и связи, обеспечивающие в процессе эксплуатации ее устойчивость. Поэтому для предотвращения обрушения какого-либо участка разбираемой стены необходимо дополнительно на период разборки укрепить ее способами, разрабатываемыми в ППР<sub>(в)</sub>. Одним из таких способов является крепление стены к колоннам здания с помощью проволочных скруток. Для этого в стене против угловых граней колонны пробивают два отверстия, куда вставляют мягкую стальную проволоку, которую обматывают затем вокруг колонны. С наружной стороны стены под проволочную скрутку заводят круглые деревянные стойки диаметром 16 см, которые для обеспечения устойчивости раскрепляют распорками. Если колонны здания железобетонные, то под проволоку устанавливают дощатые подкладки.

На период производства работ опасную зону ограждают и закрывают доступ посторонним лицам. Если работы по разборке ведут в затемненных или совсем не имеющих дневного освещения частях здания, то должно быть устроено временное освещение рабочих мест с нормой освещенности не менее 25 лк.

Не допускается вести разборку в два яруса и более по одной вертикали независимо от числа перекрытий.



Кирпичные стены многоэтажных промышленных зданий разбирают аналогичным образом после разборки всех внутренних конструкций на этаже. Работы по разборке кирпичных стен производят обычно порядно с помощью отбойных молотков сверху вниз с инвентарных подмостей. При этом пики молотков вонзают в швы кладки, которая расслаивается. Необходимо следить за тем, чтобы междуэтажные перекрытия не перегружались разбираемыми материалами, а также машинами и механизмами. Для перемещения материалов вниз, на первый этаж, можно использовать грузовые лифты, а также закрытые деревянные желоба. От мест разборки материал подают к лифтам и желобам в тачках, которые перемещаются по специально устраиваемым ходам. Из желобов, которые целесообразно оборудовать шибберными затворами, строительный мусор можно сразу выгружать в самосвалы.

При разборке *чистого пола* из шпунтованных досок сначала снимают плинтус или галтели, удаляют одну из фризовых или крайних досок и затем последовательно разбирают доски пола. Для сохранения досок их слегка отрывают от лаг, затем осаживают вниз ударом молотка, после чего выдергивают гвозди.

При разборке чистого пола на время работ следует оставлять нетронутыми 2—3 доски через каждые 1,5—2 м. Они служат для прохода рабочих и транспортирования материалов и остаются до полного снятия настила, засыпки и накатов. Снимают их непосредственно перед опусканием балок.

Щитовой паркет следует снимать целиком щитами. При разборке паркет прорезают циркулярной пилой в местах примыкания щитов друг к другу и затем поднимают ломками.

Разборка *покрытия полов, дорог, площадок* должна выполняться с учетом следующих требований:

при разборке внутри цехов и при наружных работах вблизи зданий, сооружений не следует применять ударные способы, вызывающие распространение колебаний в грунте (экскаваторы с шар- и клин-молотами);

разборка покрытий должна проводиться в виде полос правильной формы с ровными краями и с размерами, позволяющими уложить по окончании работ временное или постоянное покрытие из целого числа железобетонных плит, специально подготовленных для этой цели. Для этого разбираемое покрытие должно до его снятия разрезаться с помощью баровых машин (асфальтобетонное покрытие), дис-

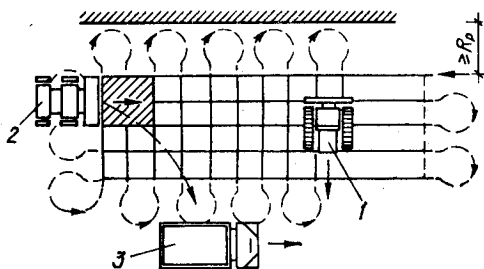


Рис. 6.2. Разборка покрытия с применением дискофрезерной машины и погрузчика:

1 — дискофрезерная машина; 2 — погрузчик; 3 — автосамосвал

ного оборудования — погрузчики и экскаваторы.

При разборке покрытия в качестве режущего оборудования обычно используют дискофрезерные машины ДФМ-2 и ДФМ-64, гидромолоты, реже — ковш активного действия, а в качестве погрузочного оборудования — погрузчики и экскаваторы.

Разрезанные дискофрезерной машиной квадратные куски покрытия могут грузиться в автотранспорт погрузчиком, оборудованным вилочным захватом (рис. 6.2). Отдельные труднозахватываемые негабаритные куски при этом грузят после соответствующей строповки.

При невозможности нарезки щелей вблизи существующих конструкций (полоса шириной 2 м) покрытие пола разрушается экскаватором, оборудованным гидромолотом. Внедрение инструмента гидромолота производится на расстоянии 0,5—0,7 м от конструкции, и отрыв куска следует совершать в сторону конструкции. При небольшой площади покрытия (100—150 м<sup>2</sup>) разрушение его производят гидромолотом без применения дискофрезерной машины.

*Лестницы* в многоэтажных зданиях следует разбирать сверху вниз поярусно в соответствии с разборкой этажей. Разборку лестниц начинают с перил, затем демонтируют ступени, площадки и марши.

Разборку перил следует производить звеньями. Крепление отдельных звеньев перил разрезают газокислородной резкой.

Каменные и железобетонные ступени снимают сверху вниз, отделяя их ломом. Если ступени заделаны в стену вдоль марша, то над ними пробивают борозду для освобождения заделанных концов. Снятые ступени опускают по

кофрезерных машин с абразивными (бетонное) или алмазными кругами (железобетонное).

При разборке покрытия в качестве режущего оборудования обычно используют дискофрезерные машины ДФМ-2 и ДФМ-64, гидромолоты, реже — ковш активного действия, а в качестве погрузоч-

направляющим на нижележащую лестничную площадку, где их пакетируют, стропят и удаляют краном. Разборку лестниц ведут только с подмостей, которые убирают после удаления всех конструкций и машин.

Эффективность процесса разборки зданий и отдельных конструкций во многом определяется тем, как быстро и удобно монтируются поддерживающие леса, подмости, люльки, а также размерами площадки (в плане), на которой располагаются рабочие и механизмы.

## **6.2. Средства разрушения массивов и конструкций**

Для разрушения материалов разбираемых строительных конструкций широко применяются или находятся в стадии разработки и испытания средства разрушения, которые можно классифицировать по виду энергии, воздействующей на материал разрушаемых конструкций, и приложению разрушающих сил. По виду энергии способы разрушения делятся на механические, термические и взрывные, по приложению сил — на контактные и шпуровые средства (табл. 6.1).

**Контактные средства.** Основными недостатками контактных средств разрушения в условиях реконструкции являются большой разлет осколков разрушенного материала, а также значительные габариты установок. По этой же причине ограниченно применяются шпуровые заряды гидровзрыв и другие шпуровые взрывчатые средства на основе взрывчатых веществ. Однако при разрушении ряда конструкций, например фундаментов, можно организовать рабочую зону разрушения (на свободных площадках, в цехах, из которых выведено действующее производство или возможна остановка, отключение или защита действующего оборудования). В этих условиях целесообразно применение таких высокопроизводительных контактных средств разрушения, как гидро- и пневмомолот, взрывогенератор, накладные и кумулятивные заряды.

**Шпуровые средства.** Преимуществами шпуровых средств являются относительно малый разлет осколков разрушаемого материала, бесшумность, простота конструкции, надежность в работе, возможность расположения установок разрушения на расстоянии до 30 м от рабочего органа, что позволяет применять их в особо стесненных условиях реконструкции. Недостаток шпуровых средств — необходимость производства трудоемких работ по бурению шпуров.

При разрушении шпуровыми средствами железобетон-

**Таблица 6.1. Классификация основных способов и средств разрушения строительных конструкций [1]**

Способы по виду энергии	Средства по приложению сил для разрушения	
	контактные	шпуровые
Механические	Ручные пневматические и электрические машины, падающий груз, гидро- и пневмомолот, импульсный водомет, сверлильные машины и станки	Гидроклиновой раскалыватель, гидродомкрат, хладоагент; смеси, расширяющиеся при твердении
Термические	электродуговая резка, кислородная резка, реактивно-струйная горелка, плазменная резка	Термобур; смеси, выделяющие тепловую энергию; ультракороткие электромагнитные волны
Взрывные	Накладные заряды,кумулятивные заряды, взрывогенератор	Шпуровые заряды, гидро-взрыв, гидropороховой скалолом, установки электрогидравлического эффекта

ный массив (например, фундамент) разбивается в плане на технологические захваты или участки разрушения, размеры которых зависят от разрушающей силы применяемых средств и способа уборки разрушенного бетона. Последовательность разрушения по захваткам, а также расстояние между шпурами зависят от числа поверхностей фундамента, освобожденных от земли и примыкающих конструкций, т. е. от свободных поверхностей фундамента (рис. 6.3).

При количестве свободных поверхностей менее трех целесообразно производить работы по разрушению фундаментов без освобождения дополнительных свободных поверхностей. Так, разрушение материала фундамента на захватке I обеспечивает образование третьей свободной поверхности на границе с захваткой II и следующими захватками и так далее по ходу разрушения (рис. 6.3, б).

Расстояния между шпурами, которые бурятся по границам захваток, при четырех свободных поверхностях составляют 0,3...0,4 м для бетонных и 0,25...0,3 м для железобетонных фундаментов, при трех свободных поверхностях — соответственно 0,15...0,4 м и 0,12...0,3 м.

При толщине более 1 м фундамент разбивается на вертикальные слои, высота которых для шпуровых средств принимается 0,5...0,8 м.

При разрушении фундамента шпуровыми средствами на первой захватке откалываемая часть обычно имеет форму куба или прямоугольного параллелепипеда. На последующих захватках бетон откалывается по наклонной плоскости,

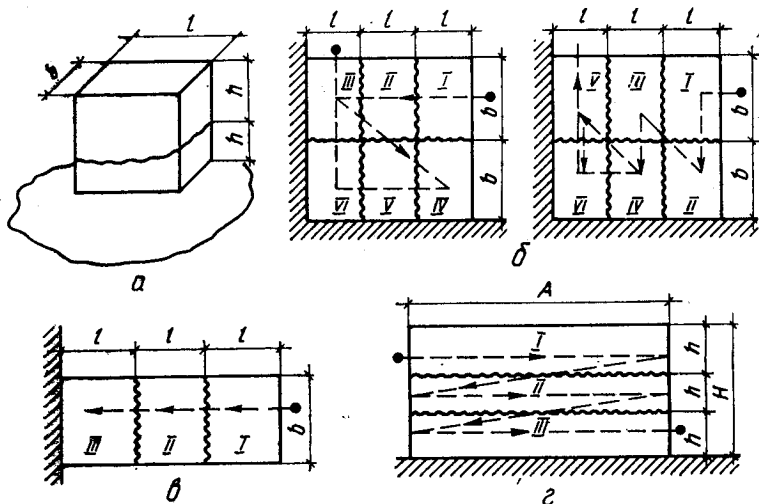


Рис. 6.3. Схема последовательности разборки фундаментов:  
*a* — при количестве свободных поверхностей более четырех; *б* — то же, при трех; *в* — то же, при четырех; *г* — разбивка фундаментов на слои по вертикали; *l* и *b* — длина и ширина захваток в плане; *h* — высота слоя по вертикали; I — VI — последовательность производства работ

причем на каждом последующем отколе уменьшается угол откола частей фундамента. При угле откола менее  $60^\circ$  необходимо бурить дополнительные шпурь, перпендикулярные к плоскости откола, и разрушать бетон, откалывая небольшие куски до получения взаимно перпендикулярных плоскостей откола.

**Механический способ.** Ручные пневмо- и электромашины применяют при обрушении монолитных бетонных, железобетонных и кирпичных сводчатых покрытий, а также при разрушении монолитных бетонных конструкций небольшого объема. Этот способ является трудоемким и дорогим, поэтому его можно применять только при небольшом объеме работ.

Другие разновидности механического способа разрушения конструкций применяют для разрушения сводчатых кирпичных, бетонных и железобетонных перекрытий (с применением клин-молотов на экскаваторе, кране), для разрушения кирпичных стен и перегородок (с применением шармолота), разрушения бетонных оснований (автобетоноломы, рыхлители ударного действия, гидро- и пневмомолоты от гидравлических экскаваторов), бетонных и кирпичных кон-

струкций (гидро- и пневмомолоты, гидравлические раскалыватели).

**Механический и термический способы** применяют для разделения конструкций (при их разборке) и устройстве проемов и отверстий в различных конструкциях: механическое сверление, бурение и резка (с использованием ручных сверлильных машин с твердосплавными и алмазными кольцевыми сверлами, сверлильных станков с алмазными кольцевыми сверлами, буровых установок и перфораторов, машин и станков с алмазными отрезными дисками, гидравлического навесного оборудования и установок для срезки голов свай, электрических борозделов); газокислородная резка и термическая резка (кислородное копье, газоструйное порошково-кислородное копье, порошково-кислородный резак, реактивно-струйная горелка, термобур); электродуговая, плазменная и лазерная резка (установки электродугового плавления, плазменной и лазерной резки), гидроструйная резка (установки гидроструйного действия).

**Взрывной способ** при реконструкции промышленных зданий применяется для разрушения или дробления каменных, бетонных и железобетонных конструкций, обрушения старых зданий и сооружений на их основание или в заданном направлении. Взрывной способ может быть также использован при разрушении металлических и железобетонных конструкций на более мелкие части, удобные для перемещения.

Наряду с общеизвестными средствами разрушения в последние годы все более широкое применение находят для разрушения железобетонных и других конструкций такие шпуровые средства, как установки электрогидравлического эффекта (ЭГЭ), гидроклиновой раскалыватель, гидропороховой скалолом, расширяющиеся смеси, а также взрыво-генераторные установки.

Принцип действия *электрогидравлических установок* (ЭГУ) основан на применении электрогидравлического эффекта Л. А. Юткина, который представляет собой высоковольтный импульсный разряд электрического тока в жидкости, сопровождающийся выделением энергии в виде ударных и акустических волн и др. В электрогидравлическом эффекте (ЭГЭ) используется энергия, накопленная в конденсаторной батарее. В результате электрического разряда, происходящего в жидкой среде, формируется канал, представляющий собой парогазовую полость, расширение которой сопровождается волнами давления и скоростным потоком, образующим электрогидравлический удар, который разрушает материал разбираемой конструкции. Искровой

разряд происходит в жидкости, залитой в шпур глубиной 0,3—0,5 м и диаметром 25—42 мм, пробуренный в теле конструкции (например, фундамента).

В настоящее время для разрушения строительных конструкций применяют ЭГУ типа «Вулкан», ЭГУРН, «Базальт» и др.

В технологический комплекс по разрушению железобетонных конструкций ЭГЭ входят: установка ЭГУРН, источник электроэнергии напряжением 380/220 В установленной мощностью 20 кВА, источник сжатого воздуха производительностью 5 м<sup>3</sup>/мин, источник технической воды (водопровод, емкость), аппаратура для резки арматуры (газо- или электросварка), средства бурения шпуров (перфораторы, шланги, буровые штанги), средства разборки бетона (клинья, ломы, пневмомолотки), подъемно-транспортные средства для погрузки и удаления бетонного боя и кусков арматуры.

*Гидроклиновой раскалыватель*, приводимый в действие с помощью гидроцилиндра, применяется для разрушения бетонных фундаментов с маркой бетона до 300 при любой степени внутренней стесненности реконструируемого здания. Рабочий орган этого устройства представляет собой вертикально стоящий цилиндр, в средней части которого на всю высоту вырезан клин, сужающийся снизу вверх. При подъеме клинообразной части цилиндра вверх боковые части раздвигаются, увеличивая диаметр цилиндра. За счет подбора углов клина усилие, развиваемое цилиндром, увеличивается в несколько раз (до 10) и достигает 1500—2000 кН.

Так, для раскалывания бетонных фундаментов применяют установки, состоящие из маслонасосной станции и нескольких (до 5) клиновых устройств. Для отделения частей бетона в нем бурят шпуры с шагом, зависящим от прочности бетона и составляющим 400—800 мм. Диаметр шпуров на 3—5 мм больше диаметра рабочего органа. Рабочий орган вводится в шпур, затем масло под давлением — в гидроцилиндр. Откалывание кусков бетона происходит без разлета осколков, сопровождается слабым треском. Производительность установки 0,25—0,5 м<sup>3</sup>/ч.

*Гидроимпульсный скалолом*, разработанный Украинским отделением института Гидропроект им. С. Я. Жука, относится к взрывным шпуровым средствам, и разрушение им является разновидностью гидровзрыва. В пробуренную в бетоне скважину (шпур) диаметром 43 мм и предварительно залитую водой вставляют скалолом, снабженный охотничьим патроном 12-го калибра, который заряжен бездымным

порохом марки «Сокол» или «Беркут», а затем производят выстрел. Разрушение бетона скалоломом происходит в результате воздействия на стенки скважины гидравлического удара, возникающего при резком расширении пороховых газов.

*Расширение твердых смесей* в предварительно пробуренных шпурах представляет большой интерес, особенно расширение смеси типа «Бристар» (Япония) и НРС-1, разработанной ВНИИстромом.

В железобетонном массиве бурят шпуры, параметры и расположение которых определяются в зависимости от физико-механических характеристик разрушаемого материала. Глубина шпуров составляет не менее 70 % высоты разрушаемого массива; при этом чем больше диаметр шпура, тем сильнее разрушающее усилие на его стенки. Смесь порошка с водой заливается в пробуренные шпуры до их устья.

Расход порошка, необходимого для приготовления расширяющейся смеси, определяется из расчета 2 г на 1 см<sup>3</sup> шпура. Водотвердое отношение по массе должно находиться в пределах 0,30—0,32. Расширяющее усилие увеличивается со временем и за сутки достигает 30 МПа.

Применение порошковых средств разрушения эффективно для разрушения крупногабаритных и мелких бетонных и железобетонных массивов любой прочности. Преимуществами их перед другими средствами являются отсутствие разлета осколков и шума, большое количество одновременно заполняемых шпуров, которые через сутки вызывают растрескивание неограниченных в объеме массивов.

*Взрывогенераторную установку* типа ВН-2, разработанную ЦНИИподземмашем, целесообразно применять для разрушения фундаментов и других железобетонных конструкций, негабаритных скальных кусков породы и т. д.

Принцип действия ВН-2 заключается в следующем: два жидких компонента (окислитель и горючее) непрерывно поступают из специальных емкостей в струйный взрывной аппарат (форсунку), откуда вытекают отдельными струями. При смешении отдельных струй образуется компактная струя сильнодействующего взрывчатого вещества, направляемая на разрушаемый материал. Инициатором взрыва является жидкий сплав калия с натрием, впрыскиваемый небольшими порциями (0,5 г) в струю взрывчатого вещества с регулируемой частотой (80—1500 в мин).

Бетон и другой материал дробится за счет энергии взрыва, воздействия целого комплекса газодинамических, меха-



**Таблица 6.2. Трудоемкость работ по разборке и разрушению монолитных конструкций различными способами, чел. ч/м<sup>3</sup>**

Способ разборки и разрушения конструкций	Вид монолитных конструкций		
	Бетонный массив*	Бутобетонный массив	Кирпичная кладка
Разборка			
вручную (в зависимости от прочности)	58—84	3,7—5,7	3,1—5,5
с применением пневмоинструмента (в зависимости от прочности)	29—42	2,4—3,5	1,9—3,3
Разрушение			
буровзрывное	5,6	3,1	3,0
электродгидравлическое	0,37	0,33	0,32
с применением гидромолота типа СП-62	0,4—0,7*	—	0,03—0,08

Примечание. \* При разрушении бетонных плит толщиной до 250 мм.

нических и термических процессов, способствующих интенсивному разрушению.

Разрушение массивов из бетона марки 300 и более, а также густоармированных массивов производится с предварительным бурением вертикальных или наклонных шпуров. При этом увеличивается производительность взрывогенератора, которая в зависимости от прочности разрушаемых конструкций составляет 42...150 м<sup>3</sup>/ч.

Недостатками взрывогенераторов являются большой разлет осколков, значительный шум (до 108 дБ в радиусе 50 м) и выделение токсичных газов.

При выборе способов разборки и разрушения конструкций одними из основных показателей являются трудоемкость (табл. 6.2) и сроки выполнения работ, однако эффективность применения того или иного способа существенно зависит также от выхода годных к повторному использованию материалов.

### **6.3. Поэлементная и блочная разборка конструкций**

Наибольшими затратами труда и времени отличается разборка железобетонных и кирпичных конструкций и массивов.

Поэлементную разборку железобетонных, бетонных и кирпичных конструкций применяют для частичного разрушения их материала и расчленения на части. При

поэлементной разборке используют ручные машины ударного действия: пневматические отбойные молотки, электрические ломы, бетоноломы и др.

*Пневматические бетоноломы* с энергией удара 80—90 Дж применяют для разборки бетонных и железобетонных конструкций и завалов, бутобетонных и кирпичных сооружений и полускальных пород. Для разборки и разрушения различных видов конструкций они снабжаются сменными рабочими органами (пикой и лопатой).

*Пневматические отбойные молотки* с энергией удара 30—45 Дж применяются для разборки бетонных и асфальтобетонных покрытий, кирпичных стен. Пневматические ручные машины при работе включаются нажатием с определенным усилием на рукоятку, а выключаются при снятии усилия с рукоятки. Для обеспечения энергией ручных пневматических машин используют стационарные компрессорные установки и воздухораспределительные сети реконструируемого предприятия. При отсутствии такой возможности используют передвижные компрессоры.

*Электрические ломы и бетоноломы* с энергией удара 40 Дж применяют для разборки бетона и железобетона, кирпичной кладки, асфальтобетонных и бетонных покрытий. Молотки электрические с энергией удара 25 Дж применяют для разборки асфальтобетонных и бетонных покрытий, кирпичной кладки. Молотки электрические с энергией удара 10 Дж и ниже могут применяться для разборки кирпичной кладки небольшой прочности (на растворе М25 и ниже).

*Электрические ручные машины* ударного действия имеют меньшую энергию единичного удара по сравнению с пневматическими, однако при их работе значительно ниже уровень шума, что обуславливает снижение утомляемости работающих. Электрические ручные молотки и бетоноломы целесообразно использовать для поэлементной разборки конструкции средней и низкой прочности, а также при работах на высоте, где в случаях применения пневматических ручных машин рабочим необходимо прилагать дополнительные усилия на подъем и удержание воздухопроводного рукава, что приводит к быстрой утомляемости и соответственно снижению производительности.

*Пневматические ручные машины* ударного действия эффективно используют для разборки более прочных бетонных, железобетонных и кирпичных конструкций.

Блочным методом разбирают обычно железобетонные, бетонные и кирпичные массивные конструкции (фундаменты, стены и т. п.). Массивы разделяются на отдель-

ные блоки, которые удаляются краном или другим грузоподъемным механизмом с одновременной погрузкой на транспортные средства.

При разборке кирпичной кладки блоки кладки отделяют при помощи ручных электрических и пневматических отбойных молотков, поддерживая при этом разделяемый блок грузоподъемной машиной. Строповку кирпичного блока осуществляют при помощи накладок и штырей, вставляемых в разделяющий шов, или при помощи специальных захватов грейферного типа.

Для разделения железобетонных массивов на блоки применяют обычно буровзрывной и электрогидравлический методы разрушения, а также раскалывание с применением гидравлических раскалывателей. По контуру расчленения массива бурят шпуры с расчетом, что при выбранном методе состоится частичное разрушение конструкции с ее разделением на блоки требуемой величины. При разборке железобетонных конструкций по контуру разделения одним из указанных способов выполняется дробление бетона. После дробления бетона арматура срезается газовой резкой. В случае невозможности применения газовой резки по условиям действующего производства для срезки арматуры диаметром до 50 мм может применяться ручная дисковая электропила ИЭ-5000.

Для членения бетонных и кирпичных массивов и конструкций с использованием взрывчатых веществ, установок электрогидравлического эффекта и гидрораскалывателей предварительно бурят шпуры. Бурение производят *электрическими перфораторами* с диаметром бура 40 мм ИЭ-4707 мощностью 1350 Вт и массой 28 кг и ИЭ-4708 мощностью 370 Вт, массой 16 кг. Наибольшая глубина бурения с применением этих электрических перфораторов составляет соответственно 2,0 и 0,7 м, а скорость бурения в бетоне марки 300—120 и 70 мм/мин.

При отсутствии электрической энергии и сжатого воздуха для бурения шпуров в бетоне и скальных породах может быть использован ручной перфоратор с мотоприводом ИМ-4701, работающий со штангами длиной 0,75 и 1,5 м (диаметр шпура до 40 мм).

Бурение шпуров глубиной до 2 м в железобетоне целесообразно осуществлять с применением *термобуров* ТБ-33К-2 и ОШВ-50. Проходка шпура при использовании термобуров осуществляется путем плавления бетона и резки стальной арматуры с помощью высокотемпературной газовой струи. Из условий максимальной производительности оптималь-

ный диаметр шпура при использовании термобура ТБ-33К-2 составляет 50—55 мм, для термобура ОШБ-50 — 65—70 мм.

Расчленение протяженных железобетонных элементов с небольшим поперечным сечением осуществляют также с использованием установок электродугового плавления (резки) и термитно-кислородной резки, уста-

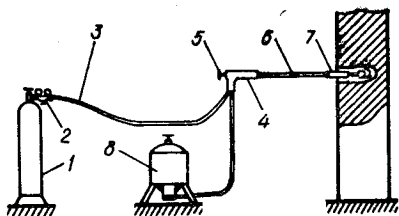


Рис. 6.4. Схема термитно-кислородной установки для резки бетона и железобетона:

1 — кислородный баллон; 2 — редуктор; 3 — шланг; 4 — питатель термита; 5 — вентиль; 6 — трубка-держатель; 7 — горелка; 8 — смеситель

новок плазменной и гидравлической резки бетона. Так, Днепропетровским филиалом НИИСП Госстроя УССР для разборки железобетонных колонн каркасов промышленных зданий создана установка электродугового плавления, состоящая из держателя многожильных токопроводов, графитных электродов и трансформатора. С помощью установки последовательно проплавляют отверстия у основания колонны. Так, для колонн сечением  $600 \times 400$  мм прожигают три отверстия (см. § 6.6).

НИИСП Госстроя УССР разработана установка для термитно-кислородной резки железобетонных конструкций (УПКР-2). Она состоит из рабочего органа с трубкой и насадкой, питателя и кислородного баллона с редуктором (рис. 6.4). Например, расчленение колонн и балок выполняют методом последовательного проплавления 6 отверстий диаметром 35 мм (см. § 6.6).

Для срубки колонн, разрушения и разработки других линейно протяженных элементов перспективно использование гидравлических установок для раздавливания железобетонных элементов, применяемых как навесное рабочее оборудование к тракторам, экскаваторам, кранам.

НИИСП Госстроя УССР разработал также устройство УРГС-2 для раздавливания голов свай, которое с успехом может быть использовано для срубки колонн небольшого поперечного сечения. Устройство содержит П-образную силовую раму с гидроцилиндрами, обеспечивающими раздавливающие усилия. Оно применяется как навесное оборудование к экскаваторам, кранам, тракторам (рис. 6.5), имеющим грузоподъемные механизмы и гидравлический привод.

Для извлечения остатков колонн из стаканов фундаментов при их разборке можно использовать гидравлическую

установку ДГЗ-300.

Установка состоит из станины, насосной станции, гидроцилиндров, верхней и нижней плит, соединенных тяжами. В нижней плите имеются отверстия и цанговые зажимы для пропускания и захвата арматуры извлекаемой колонны. Нижняя плита установки может опускаться, что бывает необходимо

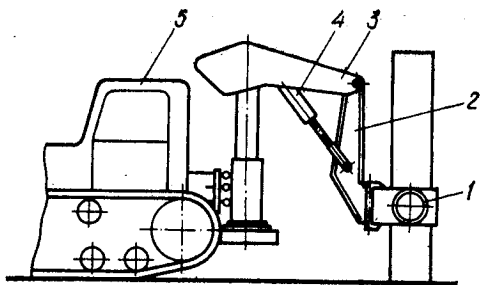


Рис. 6.5. Схема устройства УРГС на тракторе с гидрокраном типа 4030:

1 — корпус устройства; 2 — жесткая подвеска; 3 — гидрокран; 4 — гидроцилиндр; 5 — трактор

при обрыве арматурных стержней. Для опускания ее верхних тяг имеется резьбовая нарезка.

Усилие, развиваемое гидроцилиндрами установки (3000 кН), обеспечивает извлечение остатков железобетонных колонн, имеющих арматуру 18—28 мм с глубиной их заделки в стакане фундамента до 950 мм. При производстве работ установку используют в комплекте с краном.

Разборку бетонных полов внутри цехов и различных твердых покрытий целесообразно выполнять методом их разрезки на квадраты размером 1,2—1,4 м с применением дискофрезерных машин. Горьковским политехническим институтом для резки бетонных и асфальтобетонных покрытий глубиной до 0,4 м создана дискофрезерная машина ДФМ-64. Она представляет собой навесное оборудование к колесному трактору типа «Беларусь», содержащее дисковую фрезу, приводимую в движение от вала отбора мощности трактора. Для разрезки бетонных полов и оснований толщиной до 1 м можно применять дискофрезерную машину ДФМ-2, выпускаемую для разработки мерзлых грунтов.

Для разрезки асфальтобетонных покрытий толщиной 80 мм в стесненных условиях можно использовать малогабаритные нарезчики швов с алмазным режущим кругом и дизельным приводом небольшой мощности.

Производительность разрезки асфальтобетонных покрытий машинами типа ДС составляет 30—100 м<sup>2</sup>/ч.

Резку бетонных покрытий толщиной до 250 мм в стесненных условиях эффективно выполнять машиной КР-905 с электроприводом мощностью 7,5 кВт, разработанной

ВНИИнеруд. Габаритные размеры машины 2090×990×  
×935 мм, масса 400 кг.

Для съема нарезанных бетонных и железобетонных плит и погрузки их в автотранспорт используют вилочные автопогрузчики или одноковшовые погрузчики с крановым оборудованием.

При резании алмазным кругом пропила бетона получается без разрушения кромок, что обеспечивает возможность повторного использования разобранных плит (для подстилающих слоев дорог, проездов и площадок).

#### **6.4. Разрушение конструкций и массивов механическим способом**

Разрушение конструкций наиболее часто производят различными машинами и механизмами: кранами, экскаваторами, бульдозерами, погрузчиками с разнообразным навесным оборудованием.

*Стреловые краны и экскаваторы со свободно падающим грузом* в виде клин- и шар-молота (рис. 6.6) широко применяются многими строительными организациями для разрушения сводчатых кирпичных, бетонных и железобетонных покрытий, кирпичных стен и перегородок.

Экскаваторы и тракторы, оборудованные навесными падающими органами (клин-, шар-молотом, трехклинным рыхлителем, рыхлителем с падающей стрелой), применяются также для разрушения асфальтобетонных и бетонных дорожных покрытий и полов.

Разрушение строительных конструкций с использованием навесных падающих органов позволяет существенно сократить трудоемкость и сроки производства работ, однако при этом происходит быстрый износ механизмов и несущих канатов машины.

В последнее время для разрушения кирпичных стен, асфальтобетонных и бетонных покрытий, а также отдельных бетонных и железобетонных конструкций эффективно используются *гидравлические экскаваторы со специальным сменным оборудованием* (ковши активного действия, пневмомолоты и гидромолоты). Навеску сменного оборудования осуществляют в течение нескольких минут без применения дополнительных кранов. При этом гидравлический экскаватор используется как при разрушении конструкций, так и при погрузке образующегося строительного мусора, а при необходимости выполнения земляных работ под дорожными покрытиями может использоваться одновременно

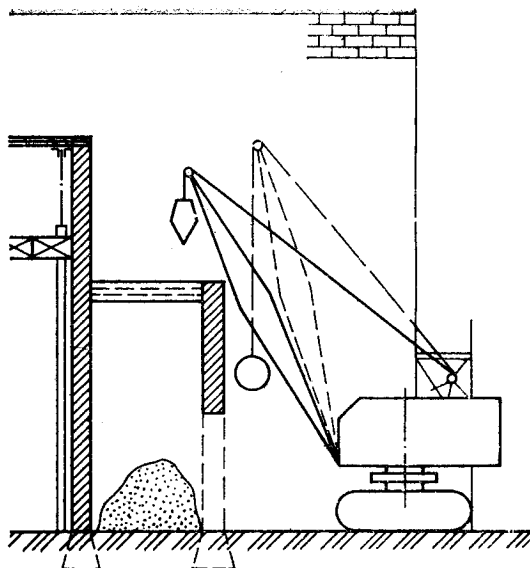


Рис. 6.6. Разрушение конструкций ударными нагрузками

для разрушения покрытий и выемки грунта, что существенно повышает эффективность выполнения работ в стесненных условиях.

Для разрушения бетонных и железобетонных конструкций, разработки мерзлых грунтов хорошо зарекомендовали себя навесные пневмомолоты ПН-1300, ПН-1700 и ПН-2400. Они имеют предельно допустимое и рабочее давление сжатого воздуха соответственно 0,7 и 0,6 МПа, внутренний диаметр воздухоподводящего шланга 50 мм. У навесных пневмомолотов ПН-1300, ПН-1700, ПН-2400 энергия единичного удара составляет соответственно 1300, 1700, 2400 Дж, а максимальная частота ударов в мин — 500, 400 и 345.

Пневмомолот навешивают на гидравлические экскаваторы вместо ковша двое рабочих за 10—15 мин.

Трестом Энергомеханизация Минэнерго СССР разработаны навесные пневмомолоты моделей ПН-120, ПН-150, ПН-200, ПН-250 с энергией удара соответственно от 1200 до 2500 Дж. Пневмомолоты навешивают на гидравлические экскаваторы 3-й и 4-й размерных групп с помощью переходных кронштейнов. Пневмомолоты эффективно используются при разрушении бетонных массивов и асфальтовых покры-

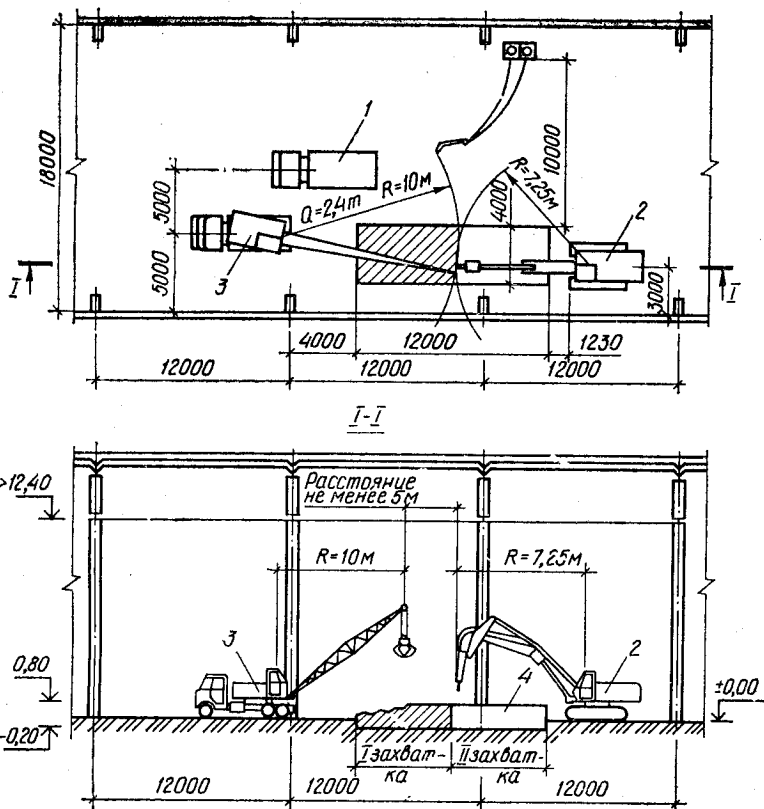


Рис. 6.7. Схема разрушения железобетонных фундаментов гидромолотом СП-62 на базе экскаватора ЭО-4121:

1 — самосвал; 2 — экскаватор с гидромолотом; 3 — автокран МКА-10м с клещевым захватом (грейфером); 4 — разрушаемый фундамент

тий, разрыхлении мерзлых и скальных грунтов, забивке мелких свай и труб, уплотнении грунтов на стройках Минэнерго СССР.

Все более широкое применение находят гидромолоты, навешиваемые в качестве сменного оборудования на гидравлические экскаваторы. В стесненных условиях гидромолотами можно успешно разрушать бетонные покрытия и фундаменты (рис. 6.7), мерзлые и скальные грунты, уплотнять насыпные грунты.

Экскаватор с гидромолотом более мобильнее экскаватора с пневмомолотом из-за отсутствия компрессора. Привод



гидромолотов осуществляется непосредственно от гидросистемы экскаватора, что обеспечивает лучшее использование установленной мощности и снижение эксплуатационных затрат. Кроме того, при применении гидромолотов отсутствует шум, возникающий при работе компрессора и выхлопе сжатого воздуха.

При разрушении бетонных, асфальтобетонных и асфальтовых покрытий толщиной 0,3—0,5 м молотами в покрытии пробивают отверстия, и дальнейшее разрушение производится ковшом экскаватора в процессе экскавации. Разрушение покрытия гидромолотом наиболее эффективно при постоянной его разработке со стороны открытой стенки. Точки внедрения рабочего органа в разрушаемую среду располагаются в шахматном порядке. Сетка точек внедрения выбирается в зависимости от толщины покрытия, его прочности и вместимости ковша экскаватора. Ориентировочно рекомендуются следующие сетки: для экскаватора 4-й размерной группы —  $0,9 \times 0,9$  м; 3-й —  $0,7 \times 0,7$  м; 2-й —  $0,5 \times 0,5$  м.

Обрушение протяженных конструкций высотой 1,5 м и выше (стены, перегородки) при помощи гидромолотов выполняется от себя, разрушая конструкцию последовательно сверху вниз частями. При этом необходимо учитывать, что при работе в горизонтальном или близком к нему направлении энергия единичного удара снижается на 20—40 %.

Разрушение или обрушение конструкций высотой до 1,5 м выполняют приемом «с подбоем», когда рабочий инструмент молота заглубляется в конструкцию как можно ближе к уровню земли и дальнейшими манипуляциями молота производится отделение конструкции или части ее от заглубленного массива.

ЦНИИОМТП разработаны технические требования на съемные рабочие органы (манипуляторы) для разрушения сносимых зданий и конструкций. Комплект сменных органов и оборудования включает специальную удлиненную стрелу-рукоять и до 4 разновидностей захватно-рычажных органов, навешиваемых на гидравлические экскаваторы 4—6-й размерных групп. Челюстной захват позволяет перекусывать стержни арматуры, другие металлические элементы, развивая при этом усилия до 600—800 кН.

Обрушение отдельных сооружений и конструкций при помощи бульдозеров и тракторов выполняют следующим образом. Для обрушения стен их отсекают от основной части здания любым из известных способов. Места вертикального членения стен намечают так, чтобы расщелка не вы-

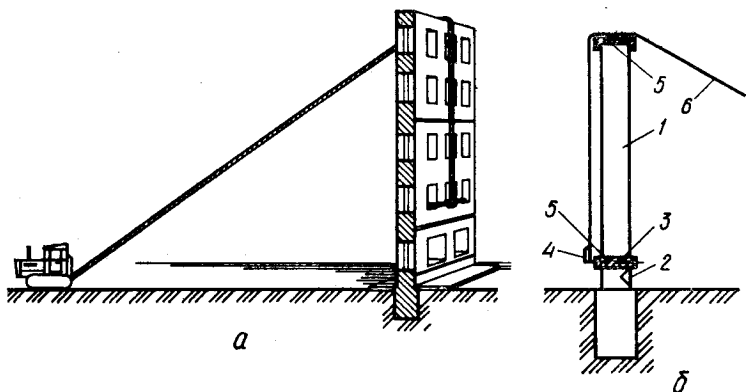


Рис. 6.8. Разборка стен сносимых зданий способом валки при помощи трактора:

*a* — обвязка канатом отсеченной части стены; *б* — схемы запасовки каната при валке стены с предварительным ее подрубанием; 1 — стена; 2 — подруб; 3 — схватывающая петля; 4 — крюк; 5 — подкладка из досок; 6 — тяговая ветвь к трактору

зывала преждевременного обрушения. Для расчески целесообразно использовать оконные и дверные проемы. Стены рассекают обычно при помощи отбойных молотков, металлические связи разрезают автогеном. Для обрушения стены используют стальной канат диаметром 19—27 мм. Длину каната подбирают так, чтобы его рабочая часть соответствовала двойной высоте обрушаемой стены, а полная длина была не менее трех высот обрушаемых стен (рис. 6.8). До начала расчески стены конец каната закрепляют за простенок нижней части стены по центру обрушаемого участка и через верх стены перекидывают к трактору. После расчески обрушаемой части стены от каркаса и двух частей стены трактор медленно движется вперед перпендикулярно ее плоскости до полного натяжения каната. После незначительного раскачивания машинист трактора дает ход вперед и натягивает канат, обрушая стену. Если стена не поддается, то раскачивание повторяется. Образовавшиеся завалы разбирают с помощью экскаваторов, погрузчиков, бульдозеров и автомобильных кранов.

Если кирпичные стены сложены на слабых растворах, то их разваливают без вертикального членения и отделения от поперечных стен. При прочных стенах образуют предварительное подрубание стены (со стороны валки) с использованием дисковых режущих машин и отбойных молотков. Глубина вруба обычно составляет  $1/4$  часть толщины стены,

а ширина около 100—150 мм. Петлей каната охватывается обрушаемая часть стены на 20—30 см выше подруба и пропускается через верхний край стены (рис. 6.8,б).

С помощью тракторов обрушают отдельные конструкции здания (Г-образные рамы и т. п.).

### **6.5. Разрушение конструкций и массивов взрывом и установками электрогидравлического эффекта**

Обрушение зданий и сооружений взрывом производится на их основание или в заданном направлении (направленное разрушение). В заданном направлении обрушаются, как правило, высотные здания и сооружения (дымовые трубы, башни и т. п.).

*Обрушение зданий и сооружений на свое основание* заключается в образовании взрывом сквозного подбоя по периметру здания или сооружения. В результате взрыва объект, падая на свое основание, разрушается. Высота развала обычно не превышает  $1/3$  высоты здания, а ширина развала в стороны за периметр здания —  $1/2$  высоты стен. Перед взрывом все внутренние перегородки и печи, перекрытия, стропила, крыша, дверные и оконные коробки обычно разбирают и удаляют.

Обрушение зданий и сооружений осуществляется взрыванием зарядов в шпурах или рукавах. При обрушении зданий на основание шпуры размещают с внутренней стороны здания. Диаметр шпуров 40—60 мм, а их глубина —  $2/3$  толщины стены. Шпуры обычно размещают в два ряда в шахматном порядке. Расстояние между шпурами в ряду 0,8—1,4 и между рядами — 0,75—1,0 глубины шпура  $l$ . Заряды в углах стен закладывают в шпуры, пробуренные один над другим и направленные по биссектрисе угла (рис. 6.9).

При заданном направлении падения горизонтальные шпуры располагают в форме клина, верхний ряд под углом  $10^\circ$ , а нижний под углом  $20^\circ$  к его вершине. Узкая сторона клина определяет направление падения. Глубина шпуров принимается  $3/4$  толщины стены, расстояние между шпурами около 30 см.

*Направленное обрушение здания или сооружения* производится для сохранения находящихся вблизи других зданий и цехов. Этим направлением (осью валки) обычно является биссектриса допускаемого сектора валки. Направленному разрушению поддаются здания и сооружения, высота которых в 4 раза и более превышает размер горизон-

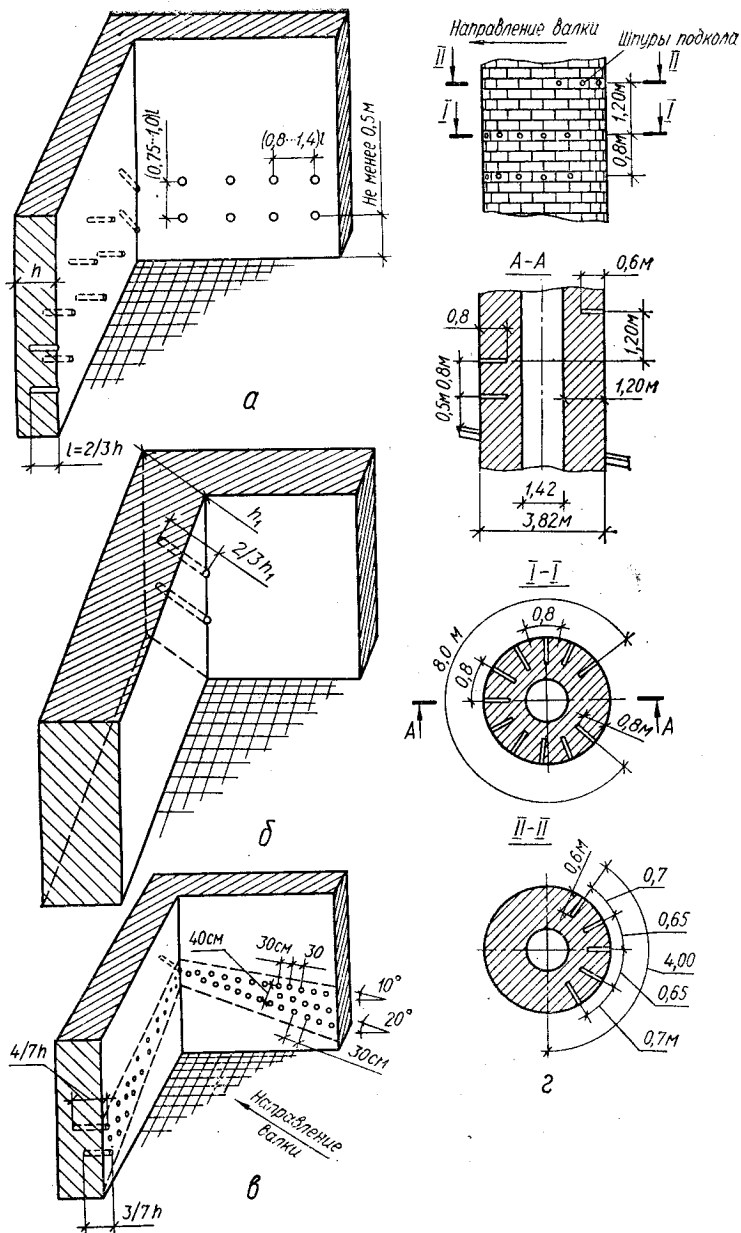


Рис. 6.9. Схема расположения шпуров:

а — в стене при обрушении зданий и сооружений на основание; б — в углу здания; в — при направленном обрушении стен здания; г — то же, трубы

тального сечения (на уровне вруба), измеряемый в направлении оси валки.

Для обрушения башни или трубы в определенном направлении производят сплошной подбой со стороны направления валки на  $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$  периметра и подкол по остальной части периметра стены выше уровня подбоя на 0,7—1,5 м. Вруб создается двумя и более рядами зарядов (рис. 6.9, г). Нижние 2—3 ряда принимают одинаковой длины, остальные — короче в соответствии с принятым углом вруба. Место подбоя трубы (башни) выбирается на уровне, где отсутствуют проемы (газоходы, двери). Если невозможно выбрать такое место, то проемы тщательно заделывают для создания равнопрочного ствола.

При повышенных требованиях к соблюдению заданного направления валки (сектор валки менее  $50^\circ$ , ствол ослаблен и т. п.) вместо крайних шпуров вруба, располагаемых около целика, в стене пробиваются специальные проемы. Высота этих проемов обычно 1—1,2 м, а ширина 0,6—0,8 м.

При валке зданий, сооружений и фабричных труб применяют взрывание детонирующим шнуром или электрическим способом. Если обрушаемое здание находится вблизи сооружений, которые необходимо сохранить от разрушения или сотрясения, то принимаются специальные меры по их защите (укрытие деревянными щитами, укладка амортизирующего слоя на месте падения и т. п.).

Разрушение фундаментов взрывом производится как на открытых строительных и заводских площадках, так и внутри реконструируемых помещений. Взрывание фундаментов внутри зданий выполняется только «на рыхление».

Заряды для разрушения фундаментов размещаются в шпурах (рис. 6.10) или рукавах. При разрушении фундамента шпуровым методом сразу на всю высоту глубина шпуров принимается равной 0,9 высоты фундамента, а при разрушении фундамента отдельными слоями — равной толщине каждого слоя, за исключением последнего слоя фундамента. В нем для предохранения от повреждения основания фундаментов шпуры должны иметь глубину, равную 0,9 толщины снимаемого слоя.

При разрушении фундамента горизонтальными шпурами между ними и основанием фундамента оставляется предохранительный слой толщиной 0,2—0,4 м. Диаметр шпуров при разрушении фундаментов составляет 35—60 мм, расчетная линия сопротивления — 0,5—0,7 глубины шпура.

При размещении зарядов в рукавах их сечения прини-

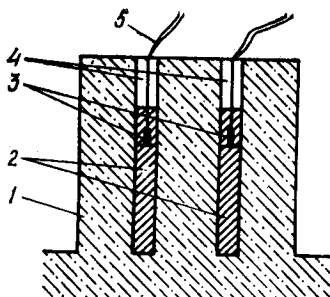


Рис. 6.10. Схема размещения шпуровых зарядов при разрушении фундамента:

1 — фундамент; 2 — заряд ВВ; 3 — электродетонатор; 4 — забойка; 5 — провода

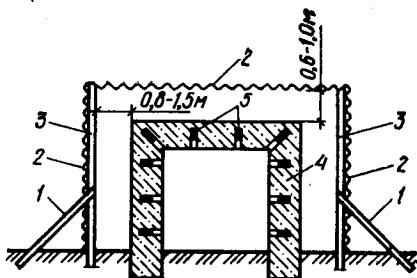


Рис. 6.11. Схема укрытия бетонного тоннеля металлической сеткой для предотвращения разлета осколков:

1 — подкосы; 2 — сетка; 3 — поддерживающие стойки; 4 — бетонный тоннель; 5 — шпуровые заряды

маются от  $0,1 \times 0,1$  до  $0,2 \times 0,2$  м. Рукава располагают таким образом, чтобы центр заряда находился в середине ширины фундамента. Длина их не должна превышать 1,5 м. Расстояние между рядами рукавов и от края фундамента принимают равным их длине, а расстояние между центрами зарядов —  $1,0-1,5$  длины рукава. Перед взрывом фундамент окапывают на глубину пробуренных шпуров.

При взрывании фундаментов и других горизонтально расположенных конструкций внутри помещений и вблизи зданий, сооружений и оборудования для предохранения от разлета осколков и действия воздушной ударной волны применяются *защитные устройства (укрытия)*.

Наиболее часто укрытие состоит из следующих частей: каркаса, приспособленного для передвижения волоком, обшивки из листовой стали толщиной 20 мм, образующей площадку для размещения пригруза и имеющей петли для прикрепления стропов. В качестве пригруза используют бетонные блоки или мешки с песком.

Общая масса укрытия  $q$ , т, при его установке над поверхностью взрываемого фундамента или другой конструкции определяется по формуле

$$q = 2Q/hz(R + 1,6),$$

где  $Q$  — общая масса заряда, кг;  $h$  — глубина шпура, м;  $z$  — величина воздушного промежутка между укрытием и взрываваемой конструкцией, м;  $R$  — заданный радиус разлета осколков, м.

Для предотвращения разлета осколков при взрыве фундамент укрывается также мешками с песком, металличе-

кой сеткой или ограждается специальными щитами толщиной не менее 50 мм, расположенными на расстоянии около 60 см от фундамента. Окружающие агрегаты и остальные части здания, находящиеся вблизи взрываемого фундамента, закрываются щитами или фашинами. Существенное снижение трудозатрат и сокращение сроков производства работ по устройству предохранительных ограждений обеспечиваются при использовании передвижных локализаторов взрыва типа ЛВ-64-02 и ЛВ-64-02А.

*Передвижной локализатор взрыва ЛВ-64-02* представляет собой сварную металлическую тележку с плоским днищем — бронеплитой. С наружной стороны по периметру тележки прикреплены защитные стальные цепи, которые, отвисая к уровню стоянки, касаются одна другой и этим предотвращают разлет взрываемого материала. Передняя часть содержит дышло для крепления к транспортирующей машине. Локализатор взрыва ЛВ-64-02А, в отличие от локализатора ЛВ-64-02, имеет бронеплиту днища, которая может перемещаться вертикально с помощью гидропривода. Защитные стальные цепи прикреплены к передней и задней части рамы. С боковых сторон локализатора установлены защитные стальные щеки, которые могут перемещаться вертикально и удерживаться в крайнем верхнем положении с помощью стропов.

Передвижение локализатора осуществляется с поднятой бронеплитой. На месте взрыва бронеплиту и защитные щеки опускают в крайнее нижнее положение. Во время взрыва в результате сопротивления бронеплиты предотвращаются выброс разрушаемого материала и распространение ударной волны.

Габаритные размеры локализаторов ЛВ-64-02 составляют 6075×3190×670 мм, масса 2,2 т без балласта и 6—9 т с балластом.

Работают локализаторы взрыва в сцепе с гусеничными тракторами Т-150, ДТ-75, Т-74 или пневмоколесными Т-150К, К-700А. Продолжительность подготовки локализатора к работе, включая установку его над заряженными шпурами, 2—3 мин.

Разрушение надземных бетонных сооружений в зависимости от их толщины производится шпуровыми (рис. 6.11) или скважинными зарядами. При шпуровом методе ведения работ глубина шпуров принимается равной 0,9 толщины взрываемого объекта. Располагаются в шахматном порядке, удельный расход взрывчатого вещества (ВВ) для бетона принимается 0,4—0,5 кг/м<sup>3</sup>. Шпуры

бурят с верхней или боковой поверхности. Для предотвращения разлета осколков сооружение обычно укрывают металлической сеткой.

При большой мощности бетонного блока применяется метод скважинных зарядов. В зависимости от размеров блока скважины располагаются в один или несколько рядов по квадратной сетке с сторонами, равными 25—27 диаметров скважины. При бурении скважин сверху вниз глубина скважины принимается меньше высоты бетонного блока на пять диаметров скважины. При бурении с боковой поверхности скважины недобуривают до противоположной боковой поверхности на глубину 10—15 диаметров. При этом для удобства бурения скважины располагают веером: нижние слегка наклонены вниз, средние — горизонтальные, верхние — с наклоном вверх.

Взрывание железобетона обычно приводит к выбиванию бетона из арматуры с последующей ее резкой автогенном. Поэтому железобетонный массив делится на транспортабельные блоки, по границам которых располагаются и взрываются заряды из высокобризантного ВВ.

При разрушении плиты или стены толщиной менее 40 см для выбивания бетона применяют удлиненные накладные заряды. При толщине плиты более 40 см по направлению реза бурят шпуры глубиной  $2/3$  толщины стены. Расстояние между шпурами в зависимости от плотности железобетона принимают равным (10—15)  $d$ , где  $d$  — диаметр шпура.

Для перебивания железобетонных колонн используются шпуровые заряды, которые располагаются в два ряда на расстояниях  $15 d$  в ряду и между рядами. При разрушении железобетонных эстакад вначале выбивается бетон из перекрытий. После резки и уборки его частей перебиваются и убираются поддерживающие колонны.

Для перебивания фасонных или составных рам и конструкций, металлических листов и плит толщиной менее 15 см целесообразно использовать наружные заряды. Массу заряда, применяемого для перебивания фасонных и составных конструкций, определяют для каждой составной части в отдельности. Заряды применяют в виде патронов или шашек. Наружные заряды прикрываются со всех сторон слегка уплотненным забоечным материалом (толщиной 25—30 см из песка, глины и т. п.).

При перебивании металлических конструкций толщиной более 15 см используют шпуровые заряды диаметром 30—35 мм. Шпуры прожигают кислородом или сверлят. Линии расположения шпуров (линии реза) определяются разме-



рами отдельных кусков, которые должны образоваться в результате разрушения. Шпуры при этом выбуривают по длине реза на расстоянии 1—1,5 глубины шпура, но не далее 30—40 см один от другого. Глубина шпуров принимается не более  $\frac{2}{3}$  (для стали  $\frac{3}{4}$ ) и не менее  $\frac{1}{3}$  толщины разрушаемого объекта.

При взрывании полых деталей, отливок из бронзы, меди заряды помещают изнутри. После введения связанного из патронов сосредоточенного заряда вся полость конструкции заполняется влажной землей или песком. В результате достигается равномерное дробление полной детали на транспортабельные куски.

Для уменьшения разлета осколков разрушаемых конструкций применяется гидровзрывной способ. Для разрушения массивных конструкций этим способом бурят шпуры, которые затем заполняются водой, верхний уровень которой должен быть на 10 см ниже устья шпура предотвращения бокового разброса осколков.

В качестве заряда используется 8—12 нитей детонирующего шпура (ДШ), длина которых 0,65—0,75 глубины шпура. Для уменьшения количества нитей ДШ в нижней части шпура помещается небольшой заряд (50—100 г) водостойчивого ВВ. При разрушении трещиноватых конструкций вместо воды используется глинистый раствор (при этом увеличивается масса заряда в 1,3—1,5 раза). Использование гидровзрывного способа для разрушения железобетона с большой насыщенностью арматурой малоэффективно.

Гидровзрывной способ используют для различных конструкций коробчатой формы, резервуаров. Такие конструкции сначала заполняются водой до краев. Затем подвешивают заряд ВВ на веревке в центре разрушаемой конструкции с заглублением его на  $\frac{2}{3}$  толщины слоя воды.

При проведении взрывных работ в условиях реконструкции необходимо рассчитывать с е й с м и ч е с к и о п а с н ы е зоны для здания и сооружений, которые необходимо сохранить в целом виде.

При взрывании около промышленного здания и сооружения величину предельно допустимого сосредоточенного заряда, кг, на расстояние от 1 до 25 м можно определить по формуле

$$Q = 0,3R_{\min}^{1,5}$$

где  $R_{\min}$  — наименьшее расстояние от заряда до фундамента здания, м.

При ведении взрывных работ на расстоянии от 2 до 25 м от действующих подземных трубопроводов допустимые безопасные расстояния  $R_{\min}$ , м, можно определить по следующим выражениям:

для магистральных стальных трубопроводов

$$R_{\min} = K_1 K_P Q^{2/3} / (2 - 0,01D + \delta)^2,$$

где  $K_1$  — коэффициент, учитывающий грунтовые условия (для талого грунта под слоем мерзлоты 4,1; для скального и плотного мерзлого грунта 8,6; для мерзлого водонасыщенного грунта 12,9);  $K_P$  — коэффициент, учитывающий внутреннее избыточное давление  $P_{\text{и}}$  в трубопроводе:

$$K_P = 0,6 + 0,4P_{\text{и}}/P,$$

( $P$  — нормативное давление в трубопроводе);  $D$ ,  $\delta$  — соответственно внутренний диаметр и толщина стенки трубопровода, см;

для внутризаводских стальных трубопроводов

$$R_{\min} = K_2 \sqrt{Q} / (0,31 + \delta/\sqrt{D})^{3/2},$$

где  $K_2$  — коэффициент, учитывающий грунтовые условия (для талого грунта под слоем мерзлоты 0,42; для скального и плотного мерзлого грунта 0,65; для мерзлого водонасыщенного грунта 0,90);

для подземных секционных трубопроводов

$$R_{\min} = K_3 \cdot K_4 \sqrt{Q},$$

где  $K_3$  — коэффициент, учитывающий грунтовые условия (для талого грунта под слоем мерзлоты 2,5; для скального и плотного мерзлого грунта 3,5; для мерзлого водонасыщенного грунта 7);  $K_4$  — коэффициент, учитывающий конструктивные особенности трубопровода (для асбестоцементных, чугунных и керамических трубопроводов 1; для железобетонных 1,5).

Когда центр взрыва находится на удалении 50 м и более, безопасное расстояние до зданий и сооружений определяют по формуле

$$R_{\min} = K_c \alpha \sqrt[3]{Q},$$

где  $K_c$  — коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого сооружения (для скальных плотных и нарушенных соответственно 3 и 5, для галечниковых и

щебенистых 7, для песчаных 8, для глинистых 9, для насыпных и почвенных 15, для водонасыщенных и торфяных 20);  $\alpha$  — коэффициент, зависящий от показателя действия взрыва  $n$  (при  $n \leq 0,5$ ; 1; 2 и  $n \geq 3$  соответственно 1,2; 1; 0,8 и 0,7).

Пользоваться приведенными формулами можно только для зданий, находящихся в удовлетворительном состоянии. При наличии в зданиях повреждений (например, трещины в стенах), а также при многократных взрывах безопасные расстояния должны быть увеличены не менее чем в два раза.

Разрушение монолитных бетонных и кирпичных конструкций электрогидравлическим способом производится с помощью специально оборудованной (в вагончике или автомобиле) установки, которая содержит повышающий трансформатор, состоящий из двух однофазных трансформаторов типа СМ-1,2 мощностью 1,2 кВ·А каждый, преобразователь и пульт управления, на панели которого смонтированы контрольно-измерительные приборы.

Установка для электрогидравлического способа разрушения конструкций работает следующим образом. Ток промышленной частоты напряжением 380/220 В от специального генератора или непосредственно от сети подается на первичную обмотку повышающего трансформатора. Напряжение повышается до 10 000...15 000 В, при этом для стабилизации его в цепь вторичной обмотки трансформаторов включено ограничительное сопротивление. Постоянный ток подается в накопитель энергии, которым является батарея конденсаторов большой емкости. Процесс зарядки длится 2—3 мин.

В шпур, устроенный в разрушаемом массиве и наполненный водой, помещается электровзрыватель. После контрольных измерений установка считается подготовленной к работе.

Затем с установки на взрыватель подают ток напряжением 12—15 кВ, силой 0,3—0,4 А. В зоне электрического разряда мгновенно возникает высокое давление, которое через практически несжимаемую воду передается на конструкцию и разрушает ее.

При разрушении монолитных бетонных фундаментов высотой до 1 м устраиваются вертикальные шпуры диаметром 40—50 мм и глубиной 0,5—0,8 м. Их располагают в шахматном порядке с расстоянием между рядами 0,3—0,5 м в зависимости от прочности разрушаемого массива. Для фундаментов объемом до 1 м<sup>3</sup> устраивают один верти-

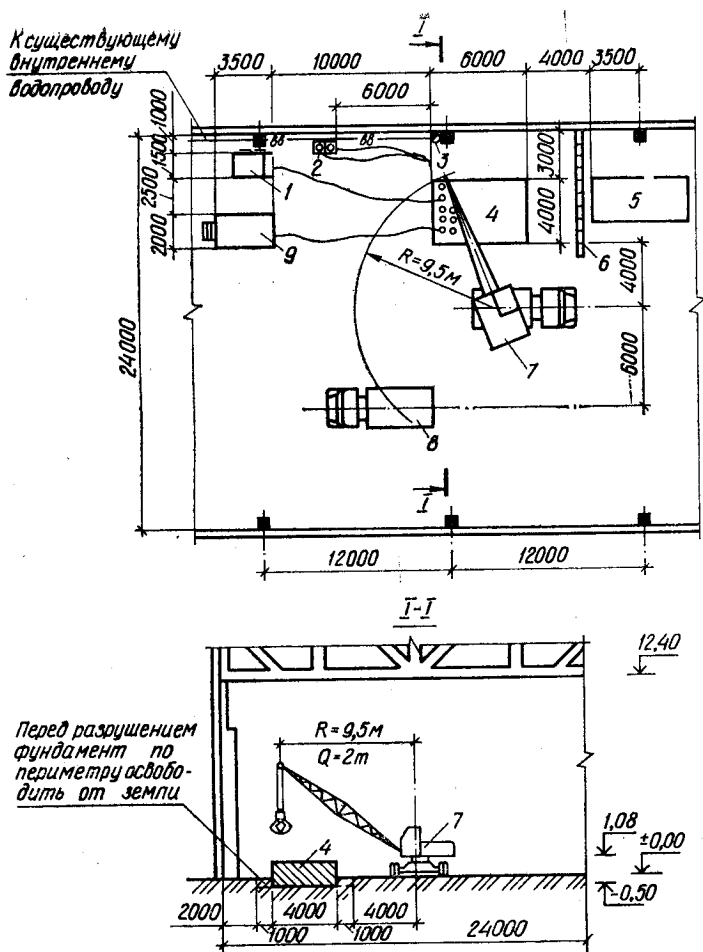


Рис. 6.12. Схема разрушения железобетонных фундаментов при помощи установки ЭГУРН:

1 — компрессор ЗИФ-55; 2 — газорезальная установка в металлическом ящике; 3 — гидрант временного водопровода для технических нужд; 4 — разрушаемый фундамент; 5 — действующее оборудование; 6 — защитное ограждение; 7 — автокран СМК-10 грузоподъемностью 10 т; 8 — самосвал; 9 — установка ЭГУРН (радиус обработки до 30 м)

кальный шнур. При разрушении массивных фундаментов разрушение ведется послойно с бурением вертикальных шпуров глубиной до 1 м. При разрушении стенчатых фундаментов и стен значительной высоты применяется метод «подрезки». В этом случае бурятся слабонаклонные шпурсы

параллельно основанию. Для опрокидывания стены возможно бурение шпуров только в основании фундамента.

Для сверления скважин в монолитной конструкции применяют перфораторы типа ПР-22, ПР-80ЛУС, ПР-30ЛУБ и др. Для устройства шпуров в прочных бетонах могут быть использованы термобуры. Время, затрачиваемое на устройство одного шпура, зависит от прочности массива и составляет в среднем 30—50 с.

Применение установок электрогидравлического эффекта (ЭГУРН (рис. 6.12), «Вулкан» и др.) для разрушения каменных и бетонных массивов, бутобетонной и каменной кладки позволяет в десятки раз увеличить производительность труда, высвободить значительное количество рабочих, занятых на разборке фундаментов, каменных стен и других монолитных конструкций, а также исключить применение физического труда на указанных работах. Преимущество электрогидравлического способа заключается также в отсутствии взрывной волны, разлета осколков и безопасности работающих поблизости людей и установленного оборудования.

### **6.6. Способы устройства проемов, отверстий и разделения частей конструкций**

Для устройства проемов и отверстий в различных конструкциях и для разделения частей конструкций при их разборке применяют следующие способы: вручную; ручные машины; газокислородную резку; электродуговой; термический; гидроразрушение.

Устройство проемов и отверстий *вручную* с применением простых инструментов (кувалд, молотков, ломов, кирок, топоров) возможно как исключение при очень небольших объемах работ.

В качестве *ручных машин* используют пневмо- и электросверлильные машины, пневмо- и электромолотки, перфораторы, установки с фрезерными и гладкими дисками из абразивных материалов.

Для сверления отверстий диаметром до 9 мм в сталях средней твердости, пластмассе, дереве, кирпиче и бетоне рекомендуется применять ручные сверлильные электрические машины типа ИЭ-1026А, для сверления отверстий диаметром до 25 мм в железобетоне, кирпиче — типа ИЭ-1029 с саморезными кольцевыми сверлами. Может быть также применена ручная пневматическая сверлильная машина ИП-1023 с алмазными кольцевыми сверлами.

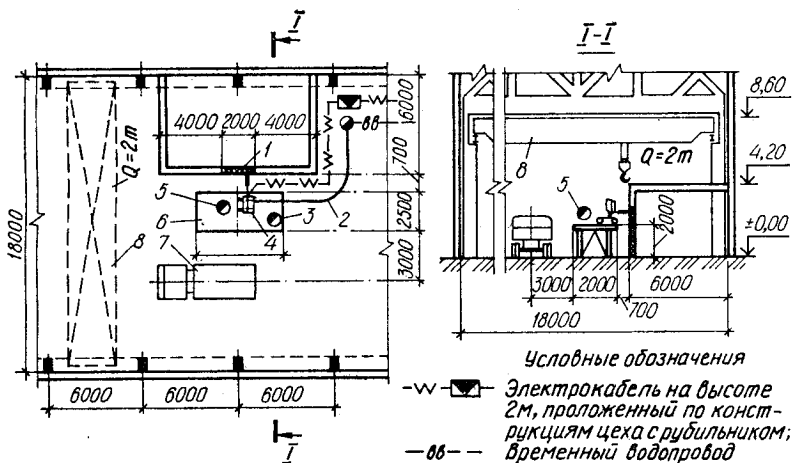


Рис. 6.13. Схема устройства проема размером  $2 \times 3$  м в железобетонной стене при помощи установки алмазного сверления:

1 — разбираемый проем; 2 — резиновый рукав для подачи воды; 3 — место оператора-сверловщика II разряда; 4 — станок для алмазного сверления ИЭ-1801; 5 — место оператора-сверловщика III разряда; 6 — инвентарные подмости; 7 — самосвал; 8 — электромостовой кран

Сверление алмазными сверлами производится следующим образом: с помощью механизма подачи сверло подводится на расстояние 10—15 мм от плоскости сверления; ось сверла совмещается с осью инструментальной разбивки отверстия; устанавливается оптимальная подача воды в пределах 5—6 л в 1 мин; включается электродвигатель, с помощью механизма подачи сверло плавно врезается в бетон на глубину 3—5 мм и при постоянном числе оборотов усилием ручной подачи производится сверление на всю глубину.

Для образования проема (рис. 6.13) размером  $2 \times 3$  м образуют три участка размером  $2 \times 1$  м для удобства транспортирования разрезаемых блоков. На каждом участке сначала производится нижний рез, затем боковые и верхний.

Верхний блок строится двумя универсальными стропами грузоподъемностью 2 т, нижние — специальным захватом типа РШ-2 (рис. 6.14). Погрузка блоков в самосвал производится электромостовым краном грузоподъемностью 2 т.

Работы по сверлению, перестановке подмостей и погрузке выполняются операторами-сверловщиками III и II разря-

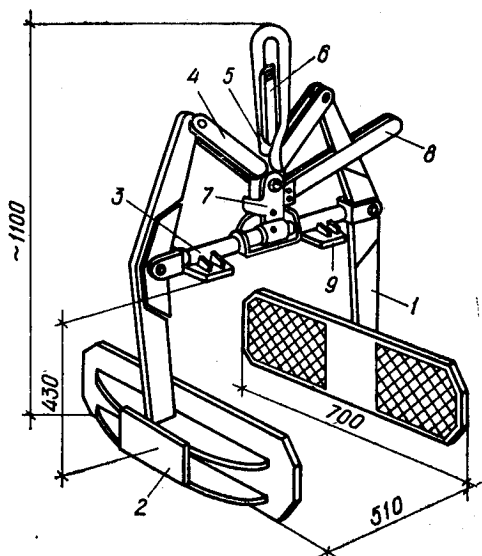


Рис. 6.14. Захват РШ-2:

1 — коромысло; 2 — заземляющий башмак; 3 — стяжной винт; 4 — распорка; 5 — ползунок; 6 — направляющий стержень; 7 — крановое устройство; 8 — рычаг кранового устройства; 9 — установочный упор

Для прорезки отверстий, штраб и гнезд отдельных проемов в железобетонных стенах и перекрытиях применяют установки *электродуговой резки*, состоящие из держателя электродов, фиксатора держателя, многожильных токопроводов сечением от 16 до 110 мм<sup>2</sup> и длиной до 40 м, графитных и угольных электродов и трансформатора.

При помощи установки электродугового плавления (резки) можно производить разборку железобетонных колонн каркасов промышленных зданий. Днепропетровским филиалом НИИСП Госстроя СССР разработана установка электродугового плавления для разборки сборных железобетонных колонн. На рис. 6.15 дана схема выполнения этого процесса для колонн сечением 600×400 мм каркаса промышленного здания пролетом 18 м и шагом колонн 6 м.

Сначала стропуют колонны при помощи фрикционного захвата грузоподъемностью 5 т для удерживания ее краном СМК-10 грузоподъемностью 10 т в вертикальном положении до окончания работ по разрезке. Затем звено электросварщиков последовательно проплавляет три отверстия у основания колонн. После прожига одного отверстия осу-

дов со смежной профессиональной такелажника II разряда.

Для бурения отверстий диаметром 16 мм в кирпичной кладке и бетоне используют ручные электрические перфораторы.

Для устройства борозд в железобетоне, бетоне и кирпичной кладке следует применять ручные электрические бороздоделы ИЗ-6401 Выборгского завода «Электроинструмент». Для этих работ может быть применен бороздодел ИЗ-6403, а также ручные электрические перфораторы.

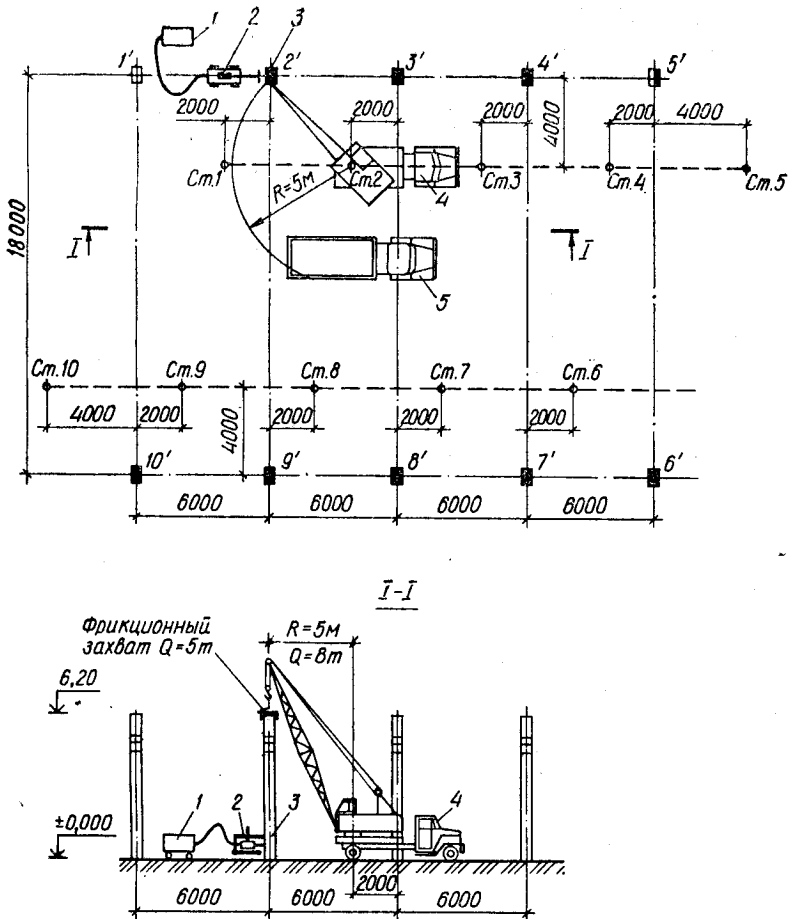


Рис. 6.15. Схема разборки сборных железобетонных колонн каркаса промышленного здания при помощи установки электродугового плавления:

1 — трансформатор ТДФ-2001; 2 — установка электродугового плавления; 3 — разбираемая колонна; 4 — автокран СМК-10; 5 — автомобиль МАЗ-500; Ст. 1—Ст. 10 — стойки монтажного крана; 1'—10' — последовательность разборки здания

ществляют технологический перерыв для охлаждения инструмента в течение 20 мин.

Разрушенную колонну грузят краном СМК-10 на автомобиль МАЗ-500 и вывозят за пределы цеха. Со стойки № 1 разбирается колонна позиции 1; со стойки № 2 — позиции 2 и т. д. При выполнении работ установкой дуговой



резки железобетона необходимо применять меры по предохранению обслуживающего персонала от воздействия дыма, теплового и светового излучения и поражения током.

При способе *термической резки* бетона и железобетона (так называемое «кислородное копьё») стальная труба диаметром 17—20 мм, заполненная стальными прутками, присоединяется с помощью гибкого армированного шланга к баллону с кислородом. Затем конец трубы раскаливают докрасна, после чего в нее подают кислород. При этом железо горит в кислороде и плавит бетон, а шлак выдувается из отверстия излишками кислорода.

«Кислородным копьём» рекомендуется резать горизонтальные и восходящие вертикальные отверстия и штрабы, так как шлак в этих случаях удаляется беспрепятственно. Этот способ может быть применен для резки бетона под водой.

Для резки бетона и железобетона может также применяться термитно-кислородная установка (см. рис. 6.4). При поступлении кислорода в насадку у питателя эжектируется мелкодисперсная смесь железного и алюминиевого порошков термита в составе 80 % железного порошка марки ПЖЕ и 70 % алюминиевого порошка АВП. На выходе из насадки смесь поджигается с помощью открытого огня (паяльной лампы). Под воздействием высокотемпературного факела (на расстоянии 30—100 мм от конца насадки температура достигает 3500—4000°) поверхность бетона плавится, за счет чего происходит процесс резания (прожигания). При этом прочность бетона снижается на 2—3 см от кромки реза.

НИИСП Госстроя УССР разработана установка для термитно-кислородной резки железобетонных конструкций УПКР-2 (рис. 6.16).

Резка колонн и балок производится методом последовательного проплавления 6 отверстий диаметром 35 мм (колонн — в горизонтальном направлении, балок — снизу вверх). Колонны и балки до окончания работ по их резке поддерживаются краном СМК-10 грузоподъемностью 10 т. При разрезке балок каркаса кислородный баллон устанавливается на отметке  $\pm 0,00$  на расстоянии 10 м от рабочего органа, питатель УПКР-2 — на трубчатых лесах на расстоянии 2 м от места разрезки, при этом леса представляют по ходу разрезки балок в определенной последовательности. Разработанные конструкции погружаются автокраном К-162 (К-4561) грузоподъемностью 16 т в автотранспорт при помощи фрикционного захвата.

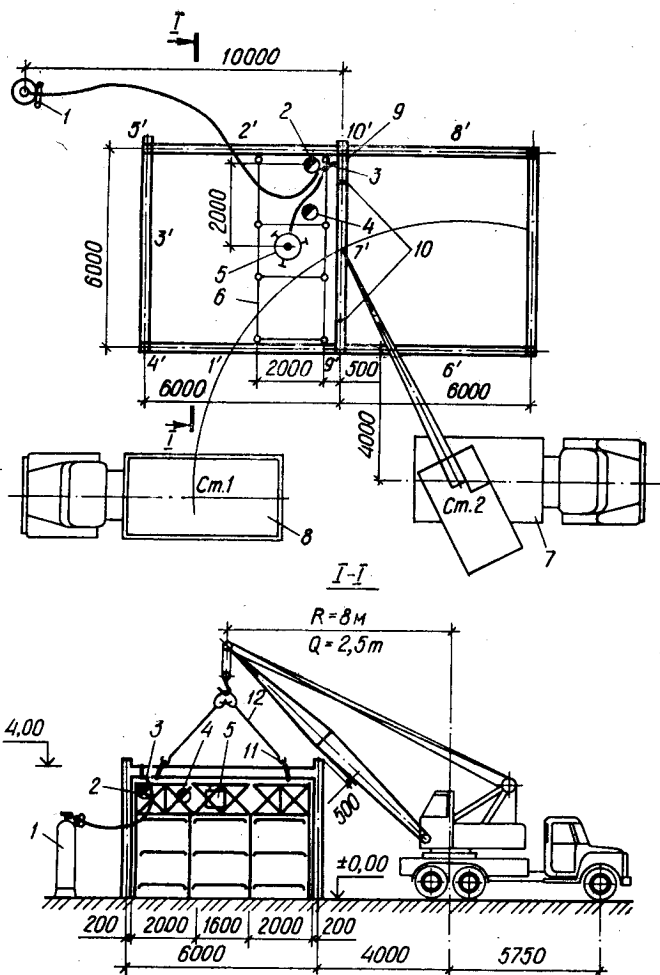


Рис. 6.16. Схема разборки железобетонного каркаса реконструируемого здания при помощи установки УПКР-2:

1 — кислородный баллон с редуктором; 2 — место оператора-резчика; 3 — огнестойкий орган установки УПКР-2; 4 — место подсобного рабочего; 5 — питатель подачи термитной смеси; 6 — леса с ограждением верхнего яруса; 7 — монтажный кран К-162; 8 — автомобиль МАЗ-500; 9 — места разрезки балок; 10 — места стропки разрушаемой балки; 11 — универсальный строп грузоподъемностью 3 т; 12 — двухветвевой строп грузоподъемностью 3 т; Ст. 1, Ст. 2 — стойки монтажного крана; 1'-10' — последовательность разборки каркаса

## **6.7. Техника безопасности при разборке и разрушении конструкций**

Работы по разборке и разрушению конструкций и зданий в целом — довольно трудоемкие, а в ряде случаев имеют повышенную опасность. В связи с этим работа по улучшению условий труда и повышению производительности при разборке и разрушении конструкций должна начинаться на стадии строительного проектирования при принятии наиболее оптимальных решений в условиях стесненности объектов. При разработке проектов производства работ на реконструируемых объектах особое внимание должно быть уделено выбору рациональных способов и технологических схем разработки и разрушения конструкций, а также производительных машин, механизмов и инструментов.

Для предотвращения или уменьшения воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов при реконструкции предприятий применяют средства защиты (коллективные и индивидуальные).

При производстве строительного-демонтажных работ, связанных со значительным пылеобразованием (разборка и разрушение конструкций, транспортировка и разгрузка сыпучих материалов вручную и т. п.), а также при кратковременных работах в аварийной ситуации, когда очень сложно уменьшить вредные выделения до допустимых уровней, необходимо пользоваться средствами индивидуальной защиты и принимать срочные меры для нормализации состава воздуха в рабочей зоне.

Для защиты органов дыхания от известковой и асбестовой пыли следует использовать респиратор РП-16, от нетоксичной пыли — РПР-1 и ПРБ-5. Респиратор фильтрующего действия ШБ-1 «Лепесток» используют при наличии в воздухе радиоактивных, токсичных, бактериальных аэрозолей, силикатной, металлургической, угольной, цементной и другой пыли. Для защиты от растительной пыли (хлопковой, пеньковой, древесной, табачной, мучной, угольной), металлургической (железной, стальной, чугуновой, медной), минеральной (цементной, стекольной, известковой) используют респиратор У-2 к.

Для защиты глаз от производственной пыли применяют защитные очки.

В условиях действующего предприятия на рабочих-строителей часто воздействует вибрация, источником которой являются технологическое оборудование цехов и применяемые механизмы. Для снижения воздействия вибрации

на работающих применяют ботинки с вибропоглощающими вкладышами из резинолатексного материала; полусапоги из юфты с толстой четырехслойной резиновой подошвой и антивибрационные рукавицы.

Для борьбы с шумом применяют индивидуальные средства защиты: тампоны или вкладыши из стеклянного волокна (снижение уровня шума до 15—20 дБ), хлопковой ваты (снижение шума до 13 дБ); заглушки из легкоплавкой пластмассы; наушники; шлемофоны и противозумные каски.

При невозможности или нецелесообразности устройства защитных ограждений рабочих мест на высоте 1 м и более рабочие должны быть обеспечены предохранительными поясами в соответствии с ГОСТ 12.4.089—80.

При разрушении отдельных конструкций и в целом зданий и сооружений с применением взрыва возникает опасность поражения находящихся в опасной зоне людей, механизмов и сооружений вследствие сейсмических воздействий, действия ударной волны, разлета осколков и обломков разрушаемого взрывом материала. Поэтому для безопасности производства взрывных работ необходимо установить такие расстояния, на которых взрыв того или иного количества ВВ при выбранном методе ведения работ вполне безопасен для людей или сооружений. Определенные расчетом размеры и форма опасной зоны должны быть обозначены указателями. Удаление людей за пределы опасной зоны производится в соответствии с подаваемыми сигналами (предупредительный, боевой и отбой).

Для уменьшения радиуса разлета осколков, когда работы проводят вблизи оборудования, а также внутри помещений, применяют заряды рыхления с минимально возможным удельным расходом ВВ, высококачественную забойку, гидровзрывание, различного рода укрытия. Укрывают как разрушаемый объект для ограничения зоны разлета осколков, так и защищаемый. По конструкции различают сплошные непроницаемые укрытия (из металлических листов, бревенчатых матов, войлочных матов) и прерывистые укрытия (в виде матов из якорных цепей, скрепленных между собой железными кольцами). Взрывные работы должны вестись в соответствии с Едиными правилами безопасности при взрывных работах.

При работах, связанных с опасностью поражения электрическим током, применяют защитные средства в соответствии с правилами эксплуатации электроинструментов и машин.

**Электроинструменты, переносные электрические лампы, понижающие трансформаторы и преобразователи частоты тока при выдаче работающим проверяются на отсутствие замыкания на корпус, на исправность заземляющего провода и изоляции питающих проводов.**

В реконструируемых помещениях, относящихся к особо опасным и с повышенной опасностью, а также на территории действующего предприятия электроинструменты должны работать от сети с напряжением не выше 42 В. В помещениях без повышенной опасности, а также вне помещений при отсутствии повышенной опасности поражения людей электрическим током возможно применение электроинструмента от сети с напряжением 127—220 В с обязательным использованием индивидуальных средств защиты.

## **ГЛАВА 7. УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ**

### **7.1. Усиление железобетонных конструкций**

**Общие положения.** В практике реконструкции промышленных зданий и сооружений часто возникает необходимость усиления конструкций и их отдельных элементов. Необходимость усиления основных несущих элементов зданий (фундаментов, колонн, подкрановых балок) может быть вызвана следующими причинами:

увеличением нагрузок на них в результате замены либо усилением вышерасположенных конструкций (перестройка помещений, надстройка зданий);

модернизацией технологического оборудования в реконструируемом здании, изменением технологических процессов;

эксплуатационным износом (потерей несущей способности от воздействия динамических и вибрационных нагрузок, агрессивной воздушной среды и т. п.);

приобретенными конструктивными дефектами, возникшими в результате неправильной эксплуатации конструкций, разбрызгивания и разлива агрессивных жидкостей;

случайными повреждениями (выходом из строя отдельных конструктивных элементов при демонтаже, транспортировке и установке технологического оборудования).

Различные сочетания причин необходимости усиления, а также тип и состояние строительных конструкций промышленных предприятий обуславливают применение различных способов усиления.

Увеличение несущей способности усиливаемых конструкций может осуществляться как без изменения их напряженного состояния или конструктивной схемы (железобетонные или металлические обоймы, железобетонные рубашки, наращивание), так и с изменением напряженного состояния или конструктивной схемы конструкций (преднапряженные распорки, металлические балки, опираемые на сваи, консоли, стойки, подкосы, горизонтальные шпренгельные и комбинированные затяжки).

Усиление конструкций обычно требует значительно меньше затрат, чем замена их новыми, но связано с выполнением сложных строительных процессов. Усиление конструкций производится без остановки производства (эксплуатации цеха) или при кратковременных остановках.

Наиболее часто усиливают железобетонные фундаменты, колонны, балки, ригели и плиты перекрытий. Железобетонные подкрановые балки обычно не усиливают, а заменяют другими. Железобетонные фермы, находящиеся в аварийном состоянии, снимают и заменяют новыми (чаще металлическими) или ремонтируют.

Наиболее сложны работы по усилению фундаментов, балок и ригелей, менее сложны — по усилению колонн и плит перекрытий. Решения по усилению конструкций или их замене должны быть обоснованы проектом (с учетом затрат и потерь при остановке производства).

Усиление конструкций относится к числу сложных, ответственных и опасных работ, поэтому они должны производиться под личным руководством мастера или проба.

**Использование обойм, рубашек и наращивания.** Монолитный железобетон часто применяется для усиления железобетонных конструкций путем устройства обойм, рубашек, одностороннего и двустороннего наращивания. Эти методы усиления при сравнительно небольшом расходе металла позволяют значительно увеличить несущую способность усиливаемых конструкций и, кроме того, обеспечить устойчивость к воздействию агрессивной среды и, следовательно, наибольшую надежность в эксплуатации.

Обоймы, рубашки, наращивания состоят из арматуры и тонкого слоя (обычно 30—100 мм, в отдельных случаях до 300 мм) бетона.

*Железобетонная обойма* состоит обычно из арматуры и тонкого слоя бетона, охватывающего усиливаемый элемент с четырех сторон, и применяется для усиления балок, риге-

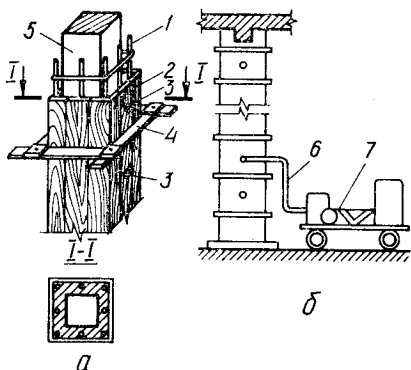


Рис. 7.1. Схема усиления колонны железобетонной обоймой:

*a* — конструкция усиления; *б* — инъецирование мелкозернистой бетонной смеси; 1 — арматура обоймы; 2 — щит опалубки; 3 — отверстия для инъецирования бетонной смеси; 4 — инвентарный металлический хомут; 5 — усиливаемая колонна; 6 — инъекционная трубка; 7 — передвижная инъекционная установка конструкции ЦНИИОМТП

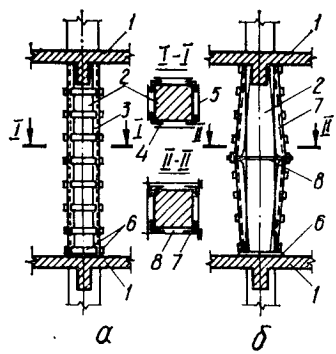


Рис. 7.2. Схемы усиления железобетонных колонн:

*a* — металлической обоймой; *б* — предварительно напряженными распорками; 1 — перекрытие; 2 — усиливаемая колонна; 3 — обойма; 4 — уголки-стойки; 5 — поперечные планки; 6 — опорные планки; 7 — распорные уголки; 8 — монтажные (стяжные) болты

лей и колонн. Рабочая арматура обоям служит для усиления конструкций в растянутых зонах. Благодаря усадке бетона железобетонные обоймы плотно обжимают усиливаемый элемент и работают с ним совместно.

Прочность сцепления нового бетона со старым зависит от многих факторов: условий укладки бетонной смеси, методов ее уплотнения, тщательности обработки поверхности сопряжения, класса бетона и т. д.

При усилении колонны железобетонной обоймой (рис. 7.1) поверхность усиливаемой колонны сначала очищают и насекают для лучшего сцепления бетонной смеси обоймы с колонной. По периметру колонны устанавливают арматуру и разборно-переставную опалубку из щитов. Затем бетонируют обойму методом инъецирования мелкозернистой бетонной смеси, нагнетая ее в опалубку через инъекционные отверстия в щитах. Уплотняют бетонную смесь наружным вибратором.

*Металлические обоймы* (рис. 7.2, *a*) состоят из стоек углового профиля, соединительных планок и опорных подкладок. Применяют их для усиления железобетонных колонн, а также кирпичных простенков и столбов. В местах

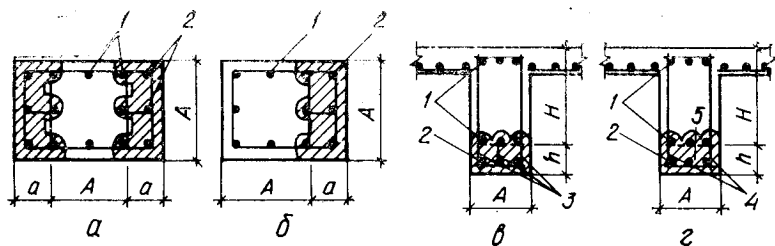


Рис. 7.3. Схемы усиления наращиванием сечения:

*a* — колонны с двусторонним наращиванием; *б* — колонны с односторонним наращиванием; *в* — балки с использованием привариваемых коротышей; *г* — то же, с отгибом хомутов; 1 — существующая арматура; 2 — вновь устанавливаемая арматура; 3 — коротыши; 4 — отгибы хомутов; 5 — бетон усиления

установки подкладок арматуру колонны обнажают и приваривают к подкладке и стойке обоймы. Эффект усиления колонн достигается после монтажа и сварки соединительных планок. В ряде случаев планки нагревают до 120 °С и затем приваривают к вертикальным уголкам с последующим торкретированием, создавая напряженную металлическую обойму. При этом способе усиления производство не останавливают или сокращают его остановку до минимума.

Иногда производят усиление железобетонной колонны предварительно напряженными распорками (рис. 7.2, б).

*Рубашки* представляют собой незамкнутые с одной стороны обетонки конструкции и применяются для усиления ригелей, балок перекрытий, колонн и фундаментов. *Наращивание* (рис. 7.3) представляет собой увеличение сечения усиливаемых конструкций сверху, снизу и с боков слоем монолитного железобетона и применяется для усиления балок, ригелей, колонн, стен и плит перекрытия.

При усилении железобетонных конструкций выполняют ряд технологических процессов: подготовку поверхности усиливаемой конструкции, установку арматуры и опалубки, укладку и уплотнение бетонной смеси, уход за бетоном в период достижения необходимой прочности и разборку опалубки.

Подготовка поверхности усиливаемой конструкции производится для обеспечения надежного сцепления с ней бетона слоя усиления. При этом выполняются следующие операции: снятие поверхности защитного слоя и удаление отслоений бетона; очистка арматуры от поверхностной коррозии; обдувка сжатым воздухом и увлажнение поверхности.



Снятие защитного слоя бетона и удаление его отслоений выполняется при помощи механизированного инструмента (молотков фуговальных электрических ИЭ-4207 и ИЭ-4210, рубильных молотков ИП-4119, ЭП-1027, ЭП-1056 и др.).

Очистку арматуры от ржавчины рекомендуется выполнять способом гидроабразивной обработки, используя при этом оборудование для торкретирования, а в качестве рабочей смеси — кварцевый песок или песчано-гравийную смесь влажностью до 6 %. При гидроабразивной обработке соблюдают соотношение давления сжатого воздуха (на ресивере компрессора) и подаваемой к соплу воды 4 : 0,5.

Для очистки арматуры от ржавчины при усилении конструкций в стесненных условиях эффективно применяется малогабаритный пескоструйный аппарат с вакуумным пистолетом, работающим по принципу эжектора.

При небольших объемах работ для очистки арматуры от ржавчины применяют пневматические ручные угловые металлические щетки ИП-2104 (масса щеток 4 кг, давление сжатого воздуха в пневмосистеме 0,6 МПа).

Укладку бетонной смеси при усилении железобетонных конструкций наиболее целесообразно выполнять с применением установок для пневмонабрызга бетона: при толщине слоя усиления до 80 мм торкретированием с использованием цемент-пушки; при толщине слоя усиления массивных конструкций до 250 мм и его общей поверхности не менее 10—15 м<sup>2</sup> — набрызг-бетоном с использованием бетон-шприц-машин.

Особенностью этих установок является подача по шлангам с помощью сжатого воздуха сухой бетонной смеси, которая на выходе из концевое сопла смешивается с водой. Бетонная смесь выбрасывается из сопла со скоростью 50—70 м/с и образует на поверхности плотный слой. Машины выполняют одновременно четыре процесса — транспортируют бетонную смесь к месту укладки, перемешивают ее с водой, производят набрызг и уплотнение. При применении данных установок полностью исключаются опалубочные работы, существенно сокращаются трудозатраты и сроки производства работ, что особенно важно при реконструкции. Набрызг-бетон имеет повышенную прочность и сцепление, а также обеспечивает повышенные защитные функции и улучшает эксплуатационные качества конструкций по сравнению с обычным бетоном.

Для торкретирования конструкций в стесненных условиях эффективно применение цемент-пушки СБ-117.

Укладку торкрет-бетона на вертикальные и потолочные поверхности выполняют в два слоя и более. На вертикальные поверхности первый слой следует укладывать толщиной 10—15 мм при водоцементном отношении (В/Ц) 0,6—0,63 с расстояния 0,5—0,6 м, второй — при В/Ц 0,4—0,43 с расстояния 0,7—0,8 м. На потолочную поверхность первый слой укладывают толщиной 5—10 мм при В/Ц 0,5—0,53 с расстояния 0,4—0,5 м, а второй — при В/Ц 0,4—0,43 с расстояния 0,5—0,6 м. Укладку торкрет-бетона на горизонтальную поверхность выполняют в один слой проектной толщины при В/Ц 0,4—0,5 с расстояния 0,7—0,8 м.

Для нанесения набрызг-бетона применяют установки СБ-67 и СБ-68. Толщина наносимого слоя набрызг-бетона данными установками за один раз составляет 50—70 мм, расстояние между соплом и бетонируемой поверхностью 1—1,2 м.

Для выполнения набрызг-бетонных работ бетон-шприц-машины и цемент-пушки комплектуются передвижным компрессором с рабочим давлением 0,9 и 0,6 МПа (для СБ-117), цистерной для воды, передвижными подмостями или автогидроподъемниками для работы на высоте. Сухие бетонные смеси поставляются централизованно: при объемах работ до 2,5 м<sup>3</sup> — в мешках, при больших объемах работ — в специализированных контейнерах.

Несущие конструкции покрытий как стропильных, так и подстропильных балок и ферм можно усилить установкой предварительно напряженного шпренгеля из швеллера и уголка или с помощью предварительно напряженной затяжки. Элементы железобетонной фермы можно усилить с помощью стальных обойм. Для усиления конструкций покрытия используют мостовой кран, временно оборудованный передвижной площадкой-опорой (рис. 7.4).

Ее устанавливают на рельсы тележки крана и оснащают домкратами, которые разгружают узлы ферм в местах, где необходимо усиление. Перемещение площадки-опоры по мостовому крану, а крана вдоль пролета обеспечивает хороший доступ к конструкциям покрытия по всему цеху. Это создает возможность удобного и безопасного выполнения работ, связанных с усилением отдельных элементов фермы и установкой предварительной напряженной затяжки по ее нижнему поясу.

Усиление железобетонных ферм, находящихся в аварийном состоянии, может быть выполнено путем их разгрузки и передачи усилий на дополнительные стальные фермы, устанавливаемые с двух сторон у аварийной.

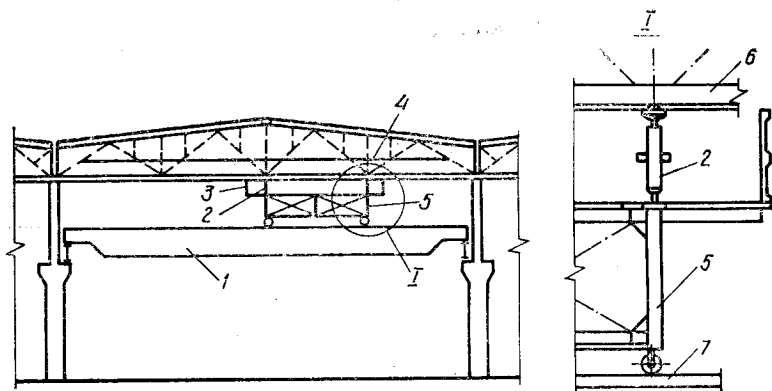


Рис. 7.4. Схема мостового крана с передвижной площадкой-опорой, применяемого для работ по усилению стропильных ферм:

1 — мостовой кран; 2 — распорные домкраты; 3 — ограждение площадки; 4 — страховочный канат; 5 — инвентарная передвижная площадка-опора; 6 — нижний пояс фермы; 7 — пути грузовой тележки крана

Этот метод достаточно надежен, однако требует довольно сложных и трудоемких подготовительных работ. Поданные на кровлю монтажные балки при помощи ручных рычажных лебедок доставляют к месту установки, перемещая их по настилу из досок. Для подъема балок и их установки на шпальные клетки используют оборудованные ручными таями треноги, которые размещают на этих клетках. Установленные монтажные балки крепят к шпалам костылями и раскрепляют расчалками.

Перед установкой разгрузочных ферм монтируют элементы усиления колонн с опорными столиками для разгрузочных ферм. Последние поднимают поочередно двумя ручными рычажными лебедками. Затем элементы усиления раскрепляют и монтируют распорки и связи, располагаемые между ними.

Передачу нагрузки от плит покрытия на установленные фермы осуществляют путем равномерного подклинивания, ликвидирующего зазоры между опорными стойками установленных ферм и продольными ребрами плит покрытия. Подклинивание ведут одновременно по обеим фермам от середины к краям. Далее образуют зазоры между плитами покрытия и аварийной фермой.

После завершения процесса усиления монтажные балки, лебедки и блоки демонтируют и затем восстанавливают нарушенные участки кровли.

## 7.2. Усиление фундаментов

В процессе реконструкции промышленных цехов часто возникает необходимость усиления фундаментов под колонны из-за увеличения нагрузки на них при изменении грузоподъемности мостовых кранов или шага колонн в средних рядах цеха.

Грузоподъемность новых кранов по сравнению с ранее действовавшими отличается, как правило, незначительно и увеличивает нагрузку на фундамент немного (до 10—15 %). При изменении шага средних рядов колонн обычно требуется усиление колонн, замена подкрановых балок и установка подстропильных ферм. При этом нагрузка на фундаменты колонн возрастает примерно вдвое, что требует их значительного усиления.

Усиление фундаментов наиболее часто осуществляют следующими способами: за счет уширения их подошв, передачи нагрузки от них на сваи и увеличения несущей способности грунта основания (электросиликатизацией и другими способами).

**Уширение фундаментов.** При проектировании решаются важные вопросы возможности применения этого способа с учетом водонасыщенности грунта (уровень грунтовых вод на уровне подошвы и выше ее) и необходимости пригрузки грунта на отметке подошвы фундамента с целью локализации выпирания грунта из-под подошвы фундамента.

Перед началом работ по уширению фундаментов проводятся такие мероприятия: кровля в четырех прилегающих к колонне секциях очищается от пыли, а в зимнее время и от снега; действие мостовых кранов, кран-балок и другого подвешного транспорта прекращается для снятия временных нагрузок на колонны усиливаемых фундаментов; зона производства работ ограждается инвентарными щитами.

Последовательность работ по уширению фундаментов в сухих грунтах без пригрузки следующая: сначала отрывается грунт со всех сторон фундамента до отметки подошвы, при этом крутизна откосов принимается предельно допустимой для данного грунта. При необходимости устанавливается вертикальное крепление стенок котлована, ширина котлована с одной стороны на уровне подошвы до 1 м. После отрывки котлована до проектной отметки (подошвы фундамента) производятся очистка и насечка боковых граней фундамента (со скосом внутрь), втрамбовывание щеб-

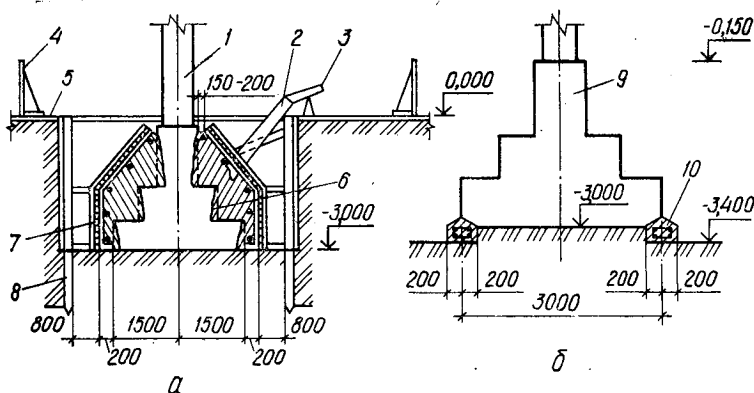


Рис. 7.5. Схема уширения фундаментов колонн:

*а* — на отметке подошвы фундамента; *б* — опорная железобетонная рама ниже подошвы фундамента; 1 — колонна; 2 — виброжелоб; 3 — приемный бункер; 4 — ограждение места производства работ; 5 — бетонный пол с подготовкой; 6 — насечка боковых граней со скосом внутрь; 7 — арматура усиления фундамента; 8 — деревянный подвижной шпунт, опускаемый по мере отрывки котлована; 9 — усиливаемый фундамент; 10 — арматура опорной железобетонной рамы

ня в грунт, монтаж арматуры и щитовой опалубки, бетонирование (рис. 7.5, *а*).

Если из-за грунтовых условий требуется пригрузка грунта близ подошвы фундамента, то работы выполняются последовательно с разбивкой на очереди по сторонам.

Иногда применяется второй вариант уширения фундамента — с опорной железобетонной рамой (рис. 7.5, *б*). Применение этого варианта возможно в грунтах, способных выдержать откосы в выемках, близкие к вертикальным.

Для уширения ленточных фундаментов (рис. 7.6, *а, б*) стены делят на захватки длиной 2...3 м. Отрывку выполняют через одну захватку, чтобы не допустить выпирания освобожденного от пригрузки грунта основания. Промежуточные захватки отрывают после завершения работ и обратной засыпки с уплотнением грунта ранее отрытых участков стен.

Открытую боковую поверхность старого фундамента очищают и промывают водой. Затем пробивают отверстия для анкерных болтов и поперечных балок, а также штрабы для опорных гребней. Анкерные болты и поперечные балки заделывают на цементном растворе, после чего грунты в полосе нового основания уплотняют, втрамбовывая щебень. После этого устанавливают опалубку, арматуру и бетонруют новые части фундаментов.

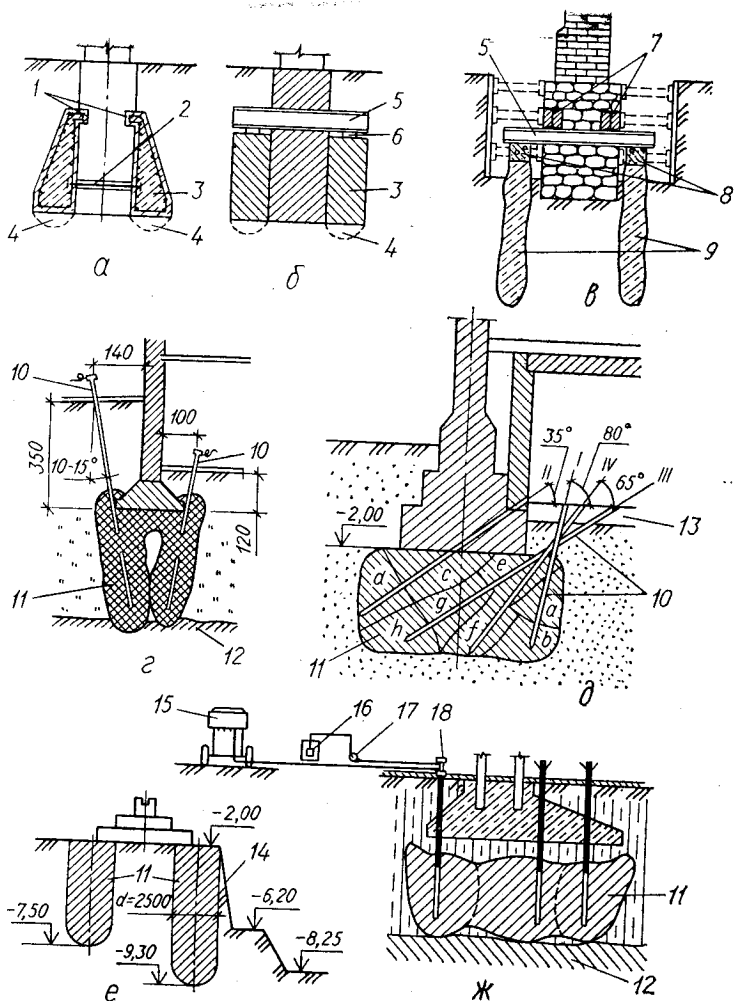


Рис. 7.6. Схемы реконструкции и усиления ленточных фундаментов:

а — уширение фундамента и передача нагрузки штрабой и анкерными болтами; б — то же, поперечной балкой; в — пересадка фундамента на выносные сваи; г — закрепление лессовых грунтов электросиликатизацией; д — закрепление тонкозернистых грунтов смоллизацией; е — укрепление обжигом грунтов оснований и откосов временных котлованов; ж — схема установки для обжига лессовидных грунтов; 1 — штраба; 2 — анкерный болт; 3 — новая боковая часть фундамента; 4 — новая уплотненная полоса основания; 5 — поперечная балка; 6 — клинья; 7 — продольные балки; 8 — связочные балки; 9 — набивные сваи; 10 — забивные инъекторы; 11 — закрепленный грунт; 12 — непросадочный грунт; 13 — бетонный пол подвала; 14 — откос открытого котлована; 15 — турбогазодувка; 16 — емкость для жидкого горючего; 17 — насос для подачи горючего под давлением в скважины; 18 — затвор с форсункой и камерой сгорания

**Передача нагрузки от фундаментов на сваи.** Довольно часто применяют усиление фундаментов с передачей нагрузки от них на сваи (набивные, буроинъекционные).

При пересадке фундамента на *выносные набивные сваи* в створе каждой пары свай устанавливают и замонтируют сначала поперечные, а затем продольные балки (рис. 7.6, в). Затем их выдерживают до приобретения бетоном и раствором 100 %-й прочности. Далее сваи попарно обжимают, устанавливая гидравлические домкраты на месте будущей обвязочной железобетонной балки, и доводят нагрузку до расчетной, что предотвращает местные деформации стен при пересадке. По обжатым сваям устраивают обвязочные балки, после чего траншеи засыпают.

Более совершенными являются *пневмонабивные сваи*, применяемые в любых гидрогеологических условиях. После нагружения обсадной трубы в верхней части ее прикрепляют шлюзовую аппарат, который включают в сеть воздухопровода. Откачивают остатки воды и приступают к бетонированию сваи пластичной бетонной смесью с осадкой конуса 12—16 см через шлюзовую аппарат давлением 0,15—0,3 МПа (1,5—3,0 атм).

При достаточных размерах рабочих площадок и наличии съемного бурового (шнекового) оборудования к одноковшовым экскаваторам наиболее эффективно применение буронабивных свай с уширенной пятой (образуемой с помощью специального шарнирного параллелограммного устройства ножевого типа, устанавливаемого на конце буровой штанги и раскрывающегося во время ее вращения).

В последние годы стали использовать *буроинъекционные сваи* (рис. 7.7), представляющие собой разновидность буронабивных свай. Они имеют сравнительно малый диаметр (50—250 мм) и большую длину (до 40 м). При устройстве таких свай пластичную мелкозернистую бетонную смесь инъецируют под давлением в скважину с предварительно установленной арматурой. После заполнения скважины бетонной смесью устье ее тампонируют и опрессовывают, создавая избыточное давление сжатым воздухом или растворомасосом. Скважины для свай бурят станками вращательного бурения СБА-500, которые работают без вибрации и ударов, в том числе могут бурить через тело существующих фундаментов, полы и стены подвалов. Применение буроинъекционных свай особенно эффективно при производстве работ в стесненных условиях действующего предприятия, когда трудно или невозможно использовать машины и оборудование большого габарита.

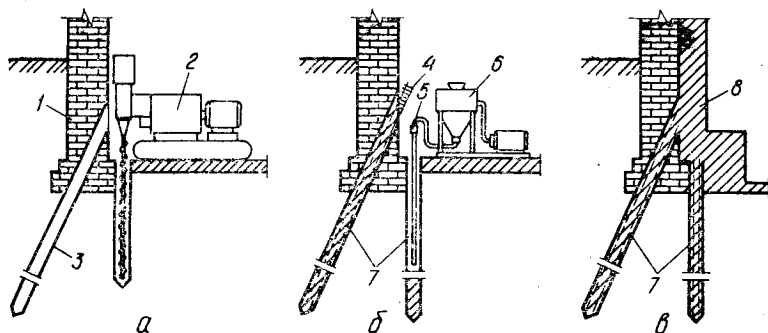


Рис. 7.7. Схема усиления фундамента буринъекционными сваями:  
*а* — бурение скважин; *б* — установка арматуры и инъектирование мелкозернистой бетонной смеси; *в* — устройство железобетонного ростверка; 1 — стена здания; 2 — буровой станок СБА-500; 3 — скважина; 4 — арматурный выпуск для соединения свай с ростверком; 5 — иньектор; 6 — пневматическая инъекционная установка; 7 — буринъекционные сваи; 8 — железобетонный ростверк

**Увеличение несущей способности оснований фундаментов.** При реконструкции промышленных зданий применяют следующие способы закрепления грунтов основания фундаментов: одно- и двухрастворную силикатизацию, электросиликатизацию, газосиликатизацию, термическое закрепление, смолизацию и др.

Сущность методов силикатизации заключается в том, что в грунт нагнетаются специальные растворы силиката натрия (жидкого стекла), после реакции которых грунт приобретает прочность и водостойкость.

*Двухрастворная силикатизация* применима для закрепления средне- и крупнозернистых песков. В качестве химических растворов используются водные растворы силиката натрия плотностью 1,35—1,44 г/см<sup>3</sup> и раствор хлористого кальция плотностью 1,26—1,28 г/см<sup>3</sup>.

Нагнетание растворов осуществляется через забитые в грунт специальные иньекторы, представляющие собой металлические трубы диаметром от 18 до 38 мм с толщиной стенок не менее 5 мм.

Иньекторы забиваются в грунт пневматическими молотами СМ-506, С-358. Использование пневматических молотов дает возможность обойтись без громоздкого копрового оборудования. Для нагнетания растворов в грунт применяются плунжерные насосы ПС-4Б, НС-3, НД и др. Могут быть использованы растворонасосы и пневматические установки, представляющие собой цилиндрическую емкость, рассчитанную на давление до 0,8 МПа. Недостатком двух-



растворного способа закрепления песков является нагнетание каждого раствора отдельным насосом.

Для закрепления мелких и пылеватых песков с коэффициентом фильтрации от 0,5 до 5 м/сут иногда применяется *однорастворный способ* закрепления сложными растворами. Этот способ придает грунту незначительную прочность (0,2—0,5 МПа), поэтому для укрепления под фундаменты он не имеет широкого применения.

Более прогрессивный однорастворный способ силикатизации грунтов с кремнефтористо-водородной кислотой, позволяющий закреплять грунты, имеющие коэффициент фильтрации от 0,3 м/сут и выше, т. е. мелкозернистые пылевые пески. Предел прочности закрепленных песков карбамидными смолами составляет 1...4 МПа. Способ заключается в нагнетании в грунт через инъекторы гелеобразующего раствора, полученного смешением 25 %-го водного раствора карбамидной смолы с 2—5 %-м раствором соляной кислоты. Заходки нагнетания раствора назначают сверху вниз от краев к середине. Последовательность проходки инъекторов на рис. 7.6, *д* показана римскими цифрами, а порядок заходов нагнетания соответствует буквам латинского алфавита.

Применение карбамидной смолы рекомендуется для закрепления песчаных грунтов, имеющих коэффициент фильтрации 0,25—4 м/сут при содержании в грунте глинистых частиц не более 3 %. Прочность закрепления грунтов в зависимости от концентрации раствора и применяемого отвердителя 1...18 МПа.

Закрепление лессовых грунтов в основании существующих зданий может быть достигнуто двумя путями: силикатизацией или его термической обработкой (обжигом).

Способ силикатизации лессовых грунтов основан на хорошем проникновении силиката натрия, обладающего малой вязкостью, в грунт с развитой сетью макро- и микрокапилляров. Роль второго коагулянта силикатного раствора в данном случае выполняет сам грунт, главным образом его водорастворимые сернокислые соединения кальция и магния. Прочность закрепленного лесса 1—6 МПа.

Однорастворная силикатизация лессов и лессовидных грунтов наиболее широко применяется в сухих и маловлажных грунтах со степенью влажности до 0,6. При силикатизации плотность раствора силиката натрия 1,1—1,2 кг/см<sup>3</sup>. Определяют ее опытным путем в лаборатории.

В зависимости от гранулометрического состава и химических свойств лессовидного грунта некоторые грунты за-

крепляются только *газосиликатизацией*. В этом случае нагнетают углекислый газ, затем раствор силиката натрия и опять углекислый газ.

Электросиликатизация применима ниже уровня грунтовых вод. Сущность электросиликатизации заключается в нагнетании раствора силиката натрия через забитые в грунт иньекторы (см. рис. 7.6, *з*) с одновременным воздействием постоянного электрического тока. В течение 1—2 сут коэффициент фильтрации грунта увеличивается в 4—25 раз. Электросиликатизация применима в грунтах с коэффициентом фильтрации от 0,2 до 0,005 м/сут.

Грунты, закрепленные методом электросиликатизации, приобретают не только прочность, но и водостойкость: образцы грунта, пролежавшие в воде 50 сут, полностью сохранили свою первоначальную форму и были удалены из воды без каких-либо признаков разрушения.

*Термическое закрепление грунтов (обжиг)* производится путем сжигания жидкого или газообразного топлива в ранее пробуренной скважине, герметически закрытой сверху (см. рис. 7.6, *е, ж*). В устье скважины вставляется форсунка, через которую подаются горючее и воздух под давлением 0,015—0,05 МПа. В скважинах постоянно поддерживается температура 800—1000 °С, не доходя границы температуры плавления грунта. Горячий воздух проникает через грунт и обжигает его. Грунт становится водостойким, его прочность повышается до 2 МПа.

К недостаткам этого способа следует отнести длительность непрерывного процесса обжига (до 2—12 сут) и отрицательное влияние высоких температур на подземные конструкции и коммуникации.

**Ремонт фундаментов.** При длительной эксплуатации фундаментов в них могут появляться трещины, которые прогрессируют и приводят к разрушению конструкции. Особенно это характерно для фундаментов сборного типа. Восстановление таких фундаментов может быть осуществлено методом *смолизации*, т. е. с помощью материалов, в состав которых входят синтетические смолы. Этот метод позволяет производить работы практически без остановки оборудования и вводить фундамент в эксплуатацию спустя сутки после окончания ремонта, так как синтетические смолы сравнительно быстро отвердевают.

В качестве основного компонента может применяться эпоксидная смола ЭД-5 или ЭД-6, к которой добавляют минеральный наполнитель (маршаллит, молотый кварцевый песок и т. д.) и отвердитель. Приготовленный из перечис-

ленных материалов состав инъецируют с помощью гидравлического насоса внутрь трещин.

По окончании работ машину останавливают на 24—30 ч, чтобы дать возможность составу отвердеть.

Синтетические смолы применяют также для установки анкерных болтов под оборудование.

### **7.3. Усиление металлических конструкций**

**Классификация методов усиления конструкций.** Усиление металлических конструкций может осуществляться следующими методами (рис. 7.8): введением дополнительных ненапрягаемых элементов; введением предварительно напрягаемых гибких и жестких элементов; подведением дополнительных разгружающих элементов (конструкций); усилением стыковых соединений конструкций и их элементов; исключением элементов из конструкций.

Для повышения несущей способности отдельных элементов и их соединений используют такие методы усиления: постановку дополнительных деталей, включаемых в совместную работу с усиливаемыми элементами; усиление сварных, заклепочных и болтовых соединений элементов.

**Технология усиления металлических конструкций.** Ниже рассмотрены наиболее характерные примеры усиления стальных конструкций различными методами.

Усиление колонн промышленных зданий дополнительными ненапрягаемыми элементами. Работа по усилению колонн дополнительными ненапрягаемыми элементами (рис. 7.9), повышающими несущую способность усиливаемых конструкций, выполняется в следующей технологической последовательности.

Сначала колонну освобождают от коммуникаций, элементы усиления размещают в зоне работ, отключают троллей мостового крана в рабочей зоне, устанавливают приставную лестницу с площадкой или обстраивают колонну подмостями, в узлах, расположенных выше конструкций, закрепляют монтажные блоки и устанавливают электролебедки, а также подготавливают поверхности ветвей колонны. Затем частично снимают действующую на колонну нагрузку (ограничивают зону работы мостового крана, освобождают конструкции покрытия от временных нагрузок — пыли, снега) и приваривают к усиливаемой колонне фиксаторы, служащие для выверки и временного закрепления элементов усиления, с шагом 600—1000 мм в соответствии с шагом отверстий под них на усиливающих элементах.



Рис. 7.8. Классификация методов усиления металлических конструкций

После этого устанавливают элементы усиления в проектное положение, закрепляя их струбцинами или совмещая отверстия с фиксаторами, и временно закрепляют их с помощью клиньев, после чего можно выполнять расстроповку элементов усиления. Работа заканчивается закреплением усиливающих деталей путем сварки (сначала проектные сварные швы в концах элементов, а затем по всей длине элементов), покрытием антикоррозийным составом неокрашенных частей усиленной колонны и усиливающих элементов и, наконец, снятием блоков, разборкой подмостей и удалением электролебедки.

Усиление ферм дополнительными ненапрягаемыми элементами. Несущую способность элементов верхнего пояса фермы можно увеличить поста-

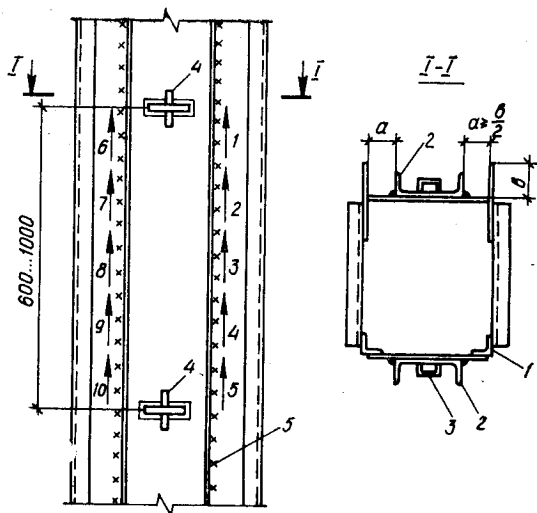


Рис. 7.9. Схема усиления колонны дополнительными ненапрягаемыми элементами:

1 — усиливаемая колонна; 2 — элементы усиления; 3 — фиксаторы; 4 — клинья; 5 — сварной шов; 1-10 — последовательность выполнения сварных швов на участке между фиксаторами

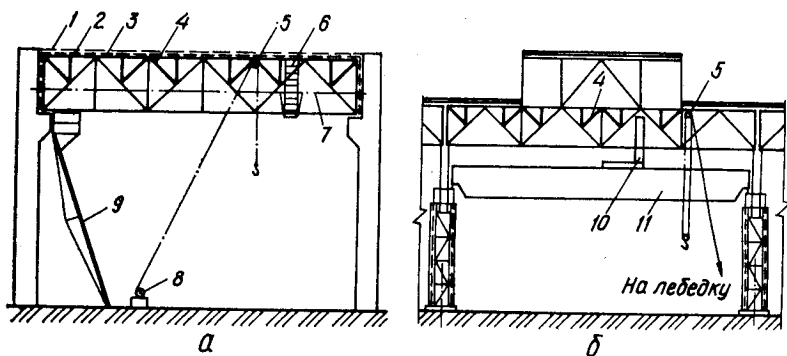


Рис. 7.10. Схема усиления ферм шпренгельными элементами:

а — при отсутствии мостового крана; б — при наличии мостового крана; 1 — связи по верхним поясам ферм; 2 — канат для перемещения люльки; 3 — усиливаемый пояс фермы; 4 — элементы усиления; 5 — монтажный блок; 6 — лестница с люлькой; 7 — страховочный трос; 8 — лебедка; 9 — приставная лестница с площадкой; 10 — подмости; 11 — мостовой кран

новой шпренгельных элементов (рис. 7.10). Работы выполняют в следующей последовательности: подготавливают поверхность усиливаемых элементов фермы в местах примыкания шпренгельных конструкций, снижают нагрузки на ферму путем освобождения покрытия от временных нагрузок (пыли, снега); устанавливают по разметке узловые фасонки и фиксируют их проектное положение вначале прихватками, а затем приваривают проектными швами; поднимают и устанавливают шпренгели в проектное положение и временно закрепляют их на болтах грубой точности; в узлах крепления шпренгельных элементов накладывают сварные швы в соответствии с проектом; покрывают антикоррозийными составами неокрашенные части усиленных конструкций и шпренгельные элементы.

Все операции по усилению фермы необходимо производить с помощью лестницы с люлькой, которая перемещается вдоль фермы по направляющему канату (рис. 7.10, а). При этом концы канатов крепят к вертикальным связям и фиксируют сжимами (не менее трех на один конец). Для подъема рабочих на усиливаемую ферму используют приставные лестницы, а для перехода по ферме на высоте 1—1,2 м от нижнего пояса натягивают страховочный трос.

Подъем элементов усиления выполняют с помощью монтажного блока, навешиваемого на прогон горизонтальных связей по верхним поясам и лебедки (рис. 7.10, а). После окончания работ по усилению в одной или двух соседних панелях монтажный блок переносится в следующий узел, а лестница с люлькой перемещается к новому месту, где они крепятся к верхнему и нижнему поясам. Иногда усиление и ремонт стропильных ферм производят с использованием высоких площадок-опор.

При наличии в цехе мостовых кранов работы производятся в такой последовательности: на мостовом кране устанавливают настил и на нем раскладывают элементы подмостей; мостовой кран устанавливается под усиливаемой фермой; отключаются троллеи мостового крана в пределах опасной зоны; с помощью блоков и электролебедки на мостовом кране устанавливаются подмости (рис. 7.10, б) с закреплением их в соответствии с ППР и обеспечением их жесткости и устойчивости; проводятся работы по усилению ферм постановкой шпренгельных элементов (аналогично описанному выше); снимают подмости с мостового крана, отводные блоки и лебедки.

Усиление пролетных конструкций предварительно напряженными гибкими затяж-

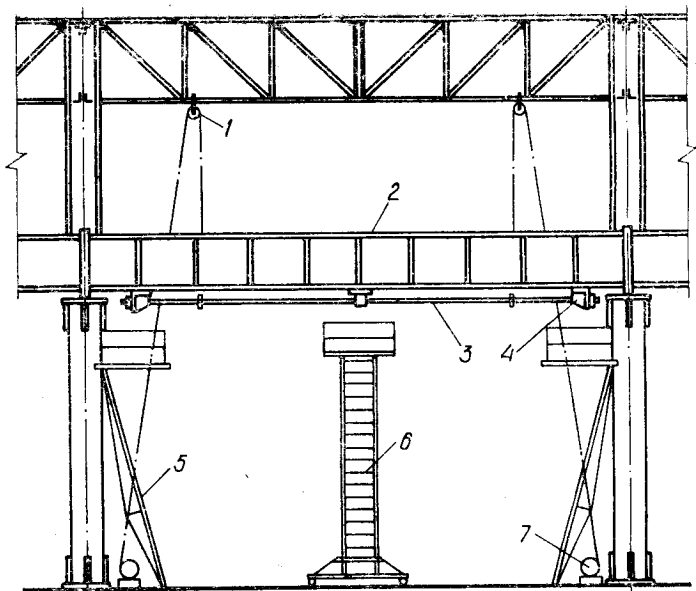


Рис. 7.11. Усиление подкрановой балки предварительно напряженными затяжками:

1 — монтажный блок; 2 — усиливаемая конструкция; 3 — затяжка; 4 — анкер; 5 — приставная лестница с площадкой; 6 — передвижная вышка; 7 — лебедка

к а м и. Работы могут выполняться без снижения нагрузки, но с обязательным исключением динамических воздействий в период выполнения сварочных работ.

Усиление подкрановых балок (рис. 7.11) выполняют так: сначала отключают троллеи с обеих сторон подкрановых балок в пределах зоны работ; подготавливают поверхности нижнего пояса балки в местах опирания затяжки и просверливают отверстия в нижнем поясе для крепления опорных частей затяжки и фиксаторов. Затем устанавливают на болтах грубой точности опорные узлы затяжки (опорную плиту, ребра жесткости и упорную планку с прорезью), приваривают опорные плиты к нижнему поясу балки и устанавливают затяжку с помощью лебедок и монтажных блоков. После этого закрепляют фиксатор к нижнему поясу балки на болтах грубой точности, приваривают, а концы затяжки закрепляют приваркой шайбы к упорным планкам. Заканчивается работа выполнением напряжения затяжки оттарированными динамометрическими ключами. При этом сначала создается напряжение конструкции уси-

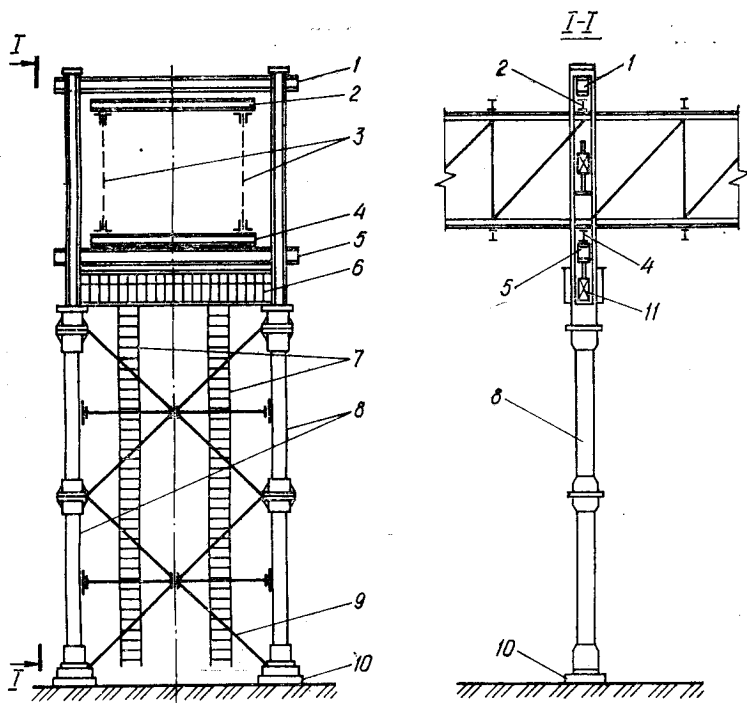


Рис. 7.12. Усиление и замена элементов ферм с помощью инвентарных опор:

1, 5 — верхняя и нижняя траверсы инвентарной опоры; 2, 4 — верхняя и нижняя связевые распорки галерей; 3 — усиливаемые фермы; 6 — площадка; 7 — навесные лестницы; 8 — инвентарные стойки; 9 — инвентарные связи; 10 — база; 11 — домкрат

лием до 50 % проектного значения и после 10-минутной выдержки с осмотром конструкции усилие напряжения доводится до 100 % проектного.

Примерно в аналогичной технологической последовательности проводятся работы по усилению несущих ферм с использованием затяжки и стоек шпренгеля, а также по усилению несущих балок жесткими напрягаемыми элементами.

Усиление и замена конструкций подведением временных и постоянных опор. Напряженное состояние стержневых систем ферм регулируют приложением внешнего расчетного усилия в заданном узле с помощью инвентарной разгружающей опоры в такой технологической последовательности (рис. 7.12): сначала



выполняют усиление узла, в котором будет производиться поддомкрачивание (если это требуется по результатам расчета); устанавливают инвентарную опору под пролетным строением (непосредственно под требуемым узлом) и на опору навешивают лестницы с площадками. Затем с помощью домкратов выбирают зазор между траверсой инвентарной опоры и узлом фермы, к которому требуется приложить внешнюю силу, и к траверсе инвентарной опоры закрепляется на болтах нижняя связевая распорка галерей.

Далее поддомкрачивают узел фермы на расчетное усилие и тем самым на элементе фермы, требующем усиления или замены, создают нулевое усилие. При этом элементы фермы разгружают в два этапа (50 и 100 % расчетного значения). После полного выключения элемента из работы выполняют его усиление (прикрепляют дополнительные элементы) или полностью его заменяют.

При включении в работу элементов сначала снижают давление в домкратах до величины, от которой начиналось поддомкрачивание узла, а затем снимают болты, крепящие связевую распорку к траверсе, и доводят давление в домкратах до нулевого значения. При этом зазор между конструкцией фермы и траверсой инвентарной опоры должен быть не менее 50 мм. После этого демонтируют инвентарную опору.

#### **7.4. Техника безопасности при усилении строительных конструкций**

Технологические процессы по усилению конструкций, выполняемые на территории действующего предприятия и в действующих цехах, относятся к работам повышенной опасности и должны производиться по нарядам-допускам.

Все коммуникации (силовые, осветительные, водные, масляные и др.), находящиеся в зоне производства работ, необходимо переносить и тщательно ограждать. Троллей мостовых кранов следует отключать. В случае использования мостового крана для производства работ по усилению конструкций его питание осуществляется с помощью временного кабеля.

Участки, на которых производят работы по усилению, необходимо ограждать и снабжать надписями, предупреждающими об опасности, запрещающими или ограничивающими передвижение в опасных зонах.

Навешивание люлек, подмостей, лестниц и монтажных блоков на конструкции при восстановлении их несущей

способности может допускаться только после соответствующей расчетной проверки этих конструкций на восприятие дополнительных нагрузок. Усиливаемые конструкции на период производства работ должны быть максимально разгружены.

При обнаружении в процессе производства работ деформаций, которые могут привести к аварийному состоянию, должны быть приняты срочные меры по обеспечению устойчивости и прочности здания или конструкции. Необходимо уведомить об этом проектную организацию.

Временное складирование демонтируемого технологического оборудования разрешается на участках перекрытий, указанных в ППР<sub>(р)</sub> и имеющих достаточную прочность.

При производстве сварочных работ в условиях действующего предприятия должны быть приняты меры по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности.

Зоны перемещения рабочих органов монтажных механизмов должны быть ограничены специальными устройствами.

Индивидуальные средства защиты рабочих, занятых на усилении конструкций в действующем цехе, должны соответствовать индивидуальным средствам защиты рабочих основного производства.

Нетиповые леса, подмости, люльки, лестницы и другие средства, применяемые для обеспечения безопасного производства работ и разрабатываемые в ППР<sub>(р)</sub>, должны удовлетворять конструктивным и технологическим требованиям ГОСТов (ГОСТ 24258—80 и др.).

## **ГЛАВА 8. ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

### **8.1. Особенности опалубочных работ**

**Общие положения.** Бетонным работам, выполняемым в условиях реконструкции, присущи следующие особенности:

стесненность мест производства работ, часто осложняющаяся расположенным вблизи действующим оборудованием предприятия;

большое разнообразие единичных объемов работ — от нескольких тысяч кубических метров при устройстве фундаментов под оборудование до крайне малых объемов при усилении колонн и других конструкций;

необходимость во многих случаях совмещать бетонные работы с работой предприятия, предоставляющего фронт работы в третьи смены или в кратковременные «окна» в первые и вторые смены;

часто встречающаяся недоступность мест бетонирования для подъезда бетоновозного транспорта и необходимость в связи с этим транспортирования бетонной смеси мостовыми кранами, электрокарами и другими средствами;

необходимость усиления ранее находившихся в эксплуатации конструкций;

частое применение бетонных смесей со специальными свойствами;

более широкое, по сравнению с новым строительством, применение способов и средств для ускорения процесса набора прочности бетона;

повышенные требования к чистоте рабочих мест при бетонировании в действующих цехах;

необходимость обеспечивать в более короткие сроки начало работ по монтажу оборудования после окончания бетонных работ.

Главной особенностью опалубочных работ в условиях реконструкции является преимущественное использование заранее подготовленных элементов (для уменьшения затрат труда на площадках их обычно не изготавливают на месте). Решения по конструкциям опалубок принимают с учетом: размеров и конфигурации бетонируемой или усиливаемой конструкции; технико-экономических показателей изготовления и эксплуатации различных типов опалубки; наличия материалов в строительной организации.

**Эффективные виды опалубки для стесненных условий.** При реконструкции промышленных предприятий наибольшие объемы монолитного бетона и железобетона приходятся на конструкции подземной части (до 80 % общего объема). Многообразие видов и типоразмеров данных конструкций определяет возможности применения разнообразных видов опалубки, выбор которых имеет большое значение, так как трудоемкость опалубочных работ в комплексе работ по устройству монолитных конструкций составляет до 60 %, а стоимость — до 40 %.

В условиях стесненности и сжатых сроков производства работ предпочтение следует отдавать конструкциям опалубки, использование которых обеспечивает минимум трудозатрат: унифицированным инвентарным мелкощитовым для возведения конструкций неповторяющихся типоразмеров; крупнощитовым для возведения монолитных

конструкций с большой поверхностью; блок-формам при возведении замкнутых конструкций небольшого объема; горизонтально перемещаемым для бетонирования протяженных конструкций и несъемным для возведения конструкций сложных очертаний и всех видов монолитных конструкций, возводимых в наиболее стесненных условиях. Выбор материала опалубки должен производиться в зависимости от требуемой оборачиваемости и условий применения.

*Унифицированная мелкощитовая опалубка* имеет конструкцию, содержащую ограниченное количество элементов и их типоразмеров. Это позволяет собирать опалубочные формы практически для всех видов монолитных конструкций, наиболее эффективно использовать ее при большой их разнотипности.

В настоящее время строительными организациями при реконструкции и в новом строительстве успешно используются унифицированные мелкощитовые опалубки конструкции ЦНИИОМТП, а также модернизированные на их основе («Монолит-76», «Монолит-77», «Монолит-80», «Тяжстрой-78», «Главзапстрой»). Эффективность их применения обеспечивается также индустриальностью изготовления, высокой нормативной оборачиваемостью, применением рациональных видов крепления. Конструкция унифицированной опалубки позволяет собирать элементы в укрупненные щиты и блоки, применение которых обеспечивает механизацию устройства опалубки с использованием кранов и позволяет снизить тем самым трудоемкость работ при возведении конструкций с большой поверхностью.

Трудоемкость устройства опалубочных форм с использованием *предварительно укрупненных щитов* уже при их двукратной оборачиваемости меньше по сравнению с установкой мелкощитовой опалубки из отдельных элементов. Так, например, для опалубки с удельной массой 100 кг/м<sup>2</sup> высота возводимых конструкций должна быть более 2,8 м, а площадь укрупненной панели — 15,0—5,6 м<sup>2</sup>; для опалубки с удельной массой 50 кг/см<sup>2</sup> высота возводимых конструкций — не менее 3,0 м и площадь укрупненной панели — 18,0—9,0 м<sup>2</sup>. При увеличении оборачиваемости укрупненных панелей трудоемкость опалубочных работ резко снижается: при четырехкратной оборачиваемости — в среднем на 23 %, а при восьмикратной — на 35 % по сравнению с двукратной оборачиваемостью.

Для индивидуально изготавливаемой мелкощитовой опалубки рациональны следующие размеры щитов, мм: длина

1200, 1500, 1800; ширина 300 и 600. При бетонировании ступенчатых фундаментов и в других случаях, для исключения применения доборов опалубки для возведения монолитных конструкций с модулем 100 мм, возможно применение щитов, имеющих ширину 400 и 500 мм. Оптимальная площадь отдельных щитов мелкощитовой опалубки 0,5... 0,7 м<sup>2</sup> при массе единичных элементов, кг: щитов 25±5, схваток 35±5. При сборке опалубочных форм наименее трудоемкие конструкции с клиновыми креплениями.

Минимальная трудоемкость опалубочных работ обеспечивается применением крупноэлементных видов опалубки (крупнощитовой и блок-форм), монтаж и демонтаж которых выполняются механизированно с использованием грузоподъемных средств.

*Блок-формы* применяются для возведения серии однотипных конструкций, в основном для возведения столбчатых фундаментов под каркас здания и одиночные стойки или колонны. По конструктивным особенностям различают блок-формы индивидуальные неразъемные (жесткие) и разъемные (шарнирно-панельные, шарнирно-блочные, из двух объемных элементов — «скорлупа»), а также переналаживаемые.

Жесткие блок-формы выполняются с конусностью 1/10 высоты. Для отрыва жестких блок-форм от бетона применяются приспособления типа домкратов. Наиболее эффективны они при возведении однотипных монолитных конструкций высотой до 2 м, объемом 4—8 м<sup>3</sup> и количестве не менее 30.

В шарнирно-панельной блочной опалубке щиты крепятся к жесткому каркасу при помощи шарниров. Проектное положение щитов фиксируют запорными устройствами. Перед демонтажем поверхности опалубки отделяются от бетона. Для бетонирования однотипных конструкций применение шарнирно-панельной опалубки является целесообразным при их количестве более 30 и при высоте до 4 м, объемом до 12 м<sup>3</sup>.

Опалубка шарнирно-блочного типа представляет собой два жестких опалубочных элемента, образующих вместе форму бетонируемой конструкции и соединяемых поверху при помощи шарнирного устройства, которое обеспечивает автоматическую распалубку.

Отличительной особенностью конструкции разъемной опалубки из двух объемных элементов («скорлупа») является возможность демонтажа ее двумя абсолютно жесткими объемными элементами, которые в совокупности образуют

**Таблица 8.1. Техническая характеристика самоходных устройств для возведения монолитных бетонных и железобетонных стен**

Показатель	Горизонтально-скользящая опалубка	Самоходный бетонировующий агрегат	Формирующее устройство
Максимальная высота подъема щитов опалубки, мм	3700	6000	14000
Расстояние между щитами, мм	500	100...600	200...1050
Привод подъема щитов опалубки	Электродвигатель АО-41-6/4	Электродвигатель АО-2-22-4	Гидравлический, давление в системе 1 МПа
Привод горизонтального перемещения устройства	То же	Электродвигатель АО-2-32-6	Электродвигатель АО-2-61-4
Скорость горизонтального передвижения при бетонировании, м/ч	4...6	4...6	4...6
Габаритные размеры, мм			
длина	6000	6300	10000
ширина	2640	4500	5800
высота	4750	8000	17100
Масса, т	5,3	10,3	30

форму бетонировуемой конструкции. Благодаря этому обеспечивается более легкий отрыв поверхности опалубки от бетона.

Для возведения разнотипных столбчатых фундаментов при количестве однотипных менее 30 целесообразно применять переналаживаемые блок-формы.

Конструкции переналаживаемой блок-формы для возведения фундаментов под колонны серии 1—412 разработаны ЦНИИОМТП. Блок-формы выполнены из набора унифицированных крупноразмерных элементов, монтируемых и соединяемых в различных сочетаниях.

Для возведения горизонтальных протяженных конструкций высотой до 6 м применяются *горизонтально-перемещающиеся опалубки* (катучая, горизонтально-скользящая, гусеничного типа). Минимальная непрерывная протяженность для эффективного использования опалубки при высоте возводимых конструкций до 6 м составляет не менее 40 м, при высоте 2 м — не менее 80 м. Минимальная протяженность конструкций, бетонировуемых в горизонтально-перемещаемой опалубке в течение года, не менее 300 м.

Для возведения гладких бетонных и железобетонных стен большой протяженности донецким ПромстройНИИ-проектом созданы конструкции самоходных устройств, позволяющих полностью механизировать процессы опалубочных работ: для возведения стен высотой до 3,7 м — горизонтально-скользящая опалубка, для стен высотой до 6 м — самоходный бетонизирующий агрегат и для стен высотой до 14 м — формирующее устройство (табл. 8.1).

Самоходные устройства имеют жесткую пространственную конструкцию, содержащую следующие основные узлы: две тележки; четыре колонны, жестко скрепленные с тележками; балки, связывающие колонны поверху; два щита опалубки; привод. Формирующее устройство содержит грузоподъемную таль. Конструкция самоходных устройств позволяет производить продольное скольжение опалубочных щитов вдоль оси бетонизируемого сооружения, поднимать их в вертикальном направлении для поярусного бетонирования, а также опускать щиты в исходное положение. Бетонизирующий агрегат и формирующее устройство обеспечивают отрыв щитов опалубки от бетона с последующей установкой опалубки в проектное положение при различной толщине возводимых стен. Грузоподъемные механизмы, установленные на формирующем устройстве, применяют для подъема бетона в бадьях на необходимую высоту бетонирования, подвешивания кассеты вибраторов для уплотнения бетона, а также для монтажа арматурных каркасов.

При возведении монолитных конструкций в стесненных условиях, где значительно затруднен демонтаж опалубки, строительными организациями накоплен положительный опыт использования *несъемной опалубки*, остающейся в теле сооружения. Применение несъемной опалубки позволяет экономить материалы, существенно сократить трудоемкость и сроки производства работ за счет исключения распалубливания конструкций и дополнительных работ после него (затирка поверхности бетона, срезка и удаление опалубочных креплений, заделка оставшихся отверстий от элементов крепления, различных пустот и т. п.).

В качестве несъемной опалубки используют железобетонные плиты толщиной 80—100 мм, армоцементные плиты толщиной 25—35 мм, стеклоцементные плиты толщиной 10—18 мм, фибробетонные плиты толщиной 20—30 мм, унифицированные дырчатые бетонные блоки, асбестоцементные плиты и трубы, металлические листы, а также тканую металлическую сетку.

При применении мелкощитовой несъемной опалубки оп-

тимальная площадь щитов из асбестоцемента 0,5—0,6 м<sup>2</sup>, а щитов из стеклоцемента — 0,8—0,9 м<sup>2</sup>. Для снижения трудоемкости опалубочных работ несъемную мелкощитовую армоцементную опалубку целесообразно предварительно укрупнять при одноярусном возведении малоармированных конструкций высотой 2,1—2,4 м при удельной массе опалубки 150 кг/м<sup>2</sup>, площади укрупненной панели 12—5 м<sup>2</sup>; для конструкций высотой 2,5—3,6 м при удельной массе опалубки 100 кг/м<sup>2</sup>, площади укрупненной панели 15—7 м<sup>2</sup>.

При сжатых сроках производства работ и невозможности или нецелесообразности изготовления отдельных видов несъемной опалубки (например, при небольших объемах применения, отсутствии полигона) для устройства монолитных конструкций в качестве несъемной опалубки применяют типовые сборные железобетонные конструкции: плиты, фундаментные блоки, лотки, тубинги и т. д. При необходимости выполнения работ на месте возведения монолитных конструкций особенно эффективно устройство монолитных конструкций с использованием армоопалубочных блоков из несъемной опалубки, собираемых вне площадки строительства на полигонах или в цехах укрупнительной сборки.

Для интенсификации твердения бетона и при работах в зимнее время применяется *термоактивная опалубка* с наружными электродами и нагревательными элементами. Наружные электроды выполняют с наружной стороны фанерной опалубки в виде нашивных металлических пластин или путем металлизационного покрытия. Применение металлизационных электродов уменьшает трудоемкость и стоимость работ по сравнению с нашивными.

В качестве нагревательных элементов целесообразно применение греющих проводов ПОСХВ, ПОСХВТ, нагревательных кабелей типа КНС, трубчатых нагревателей, ТЭНов и углеграфитовых нагревателей.

Греющие провода используют при невысокой температуре изотермической выдержки бетона (40—50 °С). Кабель типа КНС применяют в многооборотных инвентарных опалубках при высоких температурах прогрева, а ТЭНов — в конструкциях крупногабаритных опалубок.

Углеграфитовые нагреватели для оснащения термоактивной опалубки разработаны НИИСП Госстроя СССР совместно с АН СССР на базе углеграфитовых тканей УТТ-2. Модульные нагреватели выполняются эластичными, гибкими и жесткими. Температура нагрева 180 °С. Их сравнительно высокая стоимость компенсируется многократной *оборачиваемостью* и долговечностью.



## 8.2. Подача бетонной смеси в стесненных условиях

Основные способы подачи бетонной смеси к бетонируемым конструкциям при реконструкции следующие:

- непосредственная выгрузка из автосамосвалов;
- с помощью башенных или самоходных стреловых кранов в поворотных бункерах;
- в бункерах и бадьях, перемещаемых технологическими мостовыми кранами (рис. 8.1);
- в бункерах и бадьях с помощью автопогрузчиков и электрокаров;
- с помощью мото- и электротележек с опрокидывающимися кузовами;
- с помощью бетоноукладчиков и конвейеров;
- бетононасосами.

Целесообразность применения той или другой бетоноукладочной машины зависит от конкретных условий производства работ, их объемов и сроков, конструктивных характеристик возводимых монолитных конструкций.

Подачу бетонной смеси с помощью кранов целесообразно применять при средней интенсивности бетонных работ до 20 м<sup>3</sup> в смену. Кран одновременно также используется на производстве арматурных и опалубочных работ.

Автомобильные и стреловые самоходные краны на пневмоколесном ходу с телескопическими стрелами используются при небольших объемах рассредоточенных бетонных и железобетонных работ внутри цехов одноэтажных промышленных зданий и при производстве работ вне цехов.

Стреловые краны на гусеничном ходу и башенные краны, как правило, используются для подачи бетонной смеси при возведении пристраиваемых зданий и сооружений на территории реконструируемого предприятия. В отдельных случаях их применяют для подачи бетонной смеси внутрь действующих цехов, насыщенных технологическим оборудованием, через предварительно устраиваемые проемы в ограждающих конструкциях (рис. 8.2).

Эффективно использование мостовых кранов при бетонировании фундаментов под оборудование, возводимых внутри реконструируемого цеха, для подачи бетонной смеси. При этом трудоемкость и себестоимость подачи бетонной смеси ниже, чем при применении стреловых кранов. При использовании мостовых кранов для подачи бетонной смеси следует учитывать:

возможность их использования в случаях, когда они не заняты работами в действующем цехе;

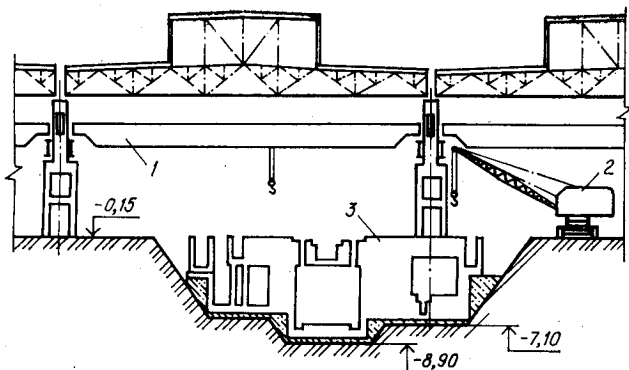


Рис. 8.1. Бетонирование фундамента оборудования с использованием мостового и стрелового кранов:

1 — мостовой кран; 2 — стреловой кран; 3 — бетонлируемый фундамент оборудования

необходимость предохранения оборудования цехов, их территории от загрязнения жидкими материалами, которые могут вытекать из бадей или бункеров во время их переноса над оборудованием цеха. Для этого перед началом движения мостового крана бади и бункера должны быть очищены от прилипших к ним частиц бетонной смеси, а у выпускных отверстий должны прикрепляться чехлы из брезента, резиноканевого материала для предохранения от вытекания бетонной смеси.

Для бетонирования мелких конструкций при усилении колонн бетонная смесь должна подаваться в контейнерах малого объема (40—50 л). Контейнеры заполняются из перегрузочных бункеров, автобетономешалок и из бетоносмесительных установок; затем с помощью электрокаров или автопогрузчиков их устанавливают на платформу, перемещаемую мостовым краном к месту бетонирования. Из контейнеров бетонная смесь перегружается в бетонлируемую конструкцию с помощью автопогрузчиков или электрокаров, а также лебедок и блоков, закрепленных на фермах (балках) покрытия.

Если бетонлируемая конструкция расположена в пролете, не оснащенном мостовым краном, но рядом с пролетом, имеющим мостовой кран, бетонную смесь из бункера с помощью мостового крана разгружают в приемное устройство бетоноукладчика или ленточного конвейера, расположенного в зоне действия мостового крана. Бетоноукладчик передает смесь в соседний пролет.

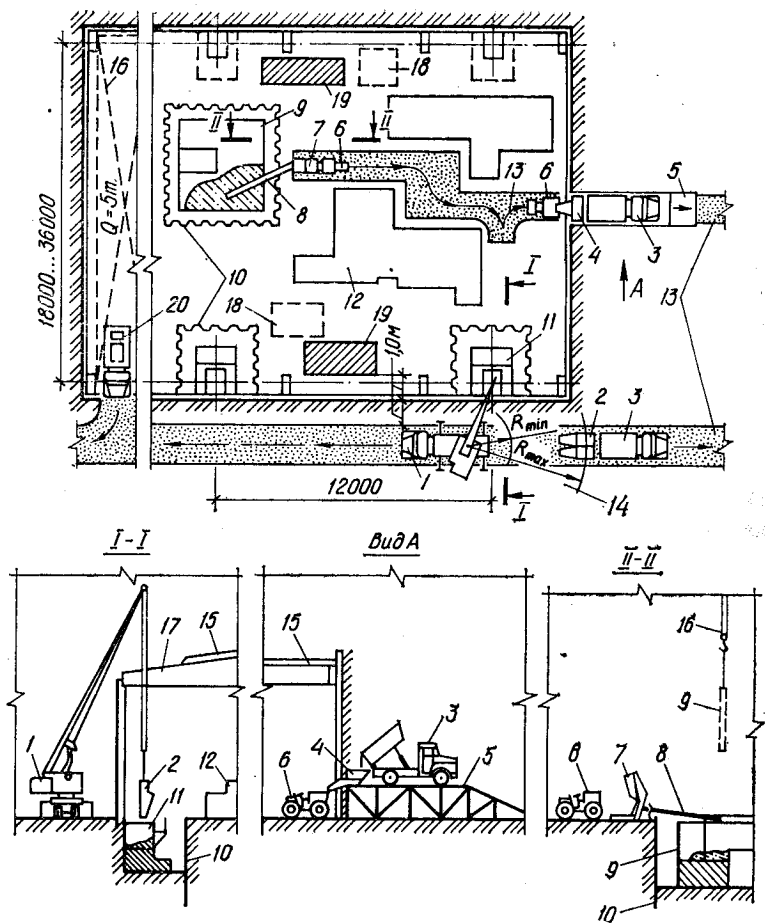


Рис. 8.2. Схема устройства фундаментов под колонны стреловым краном через проем в покрытии и фундаментов под оборудование вибротранспортом:

1 — стреловой кран; 2 — поворотный бункер; 3 — автосамосвал; 4 — перегрузочное устройство; 5 — эстакада; 6 — электрокар; 7 — перегрузочный бункер; 8 — виброжелоб; 9 — опалубка; 10 — шпунтовое крепление; 11 — блочно-перегородчатая опалубка фундамента колонны; 12 — существующее оборудование; 13 — временная дорога; 14 — зона действия крана; 15 — панели покрытия; 16 — мостовой кран; 17 — проем в покрытии здания; 18 — склад элементов арматуры и опалубки; 19 — площадка укрупнительной сборки; 20 — автомобиль с элементами арматуры и опалубки

Наиболее распространенные способы транспортирования и подачи бетонной смеси приведены на рис. 8.3. Способы А и Б применяют в различных условиях, способ В — при выполнении работ в многоэтажных зданиях (рис. 8.4).

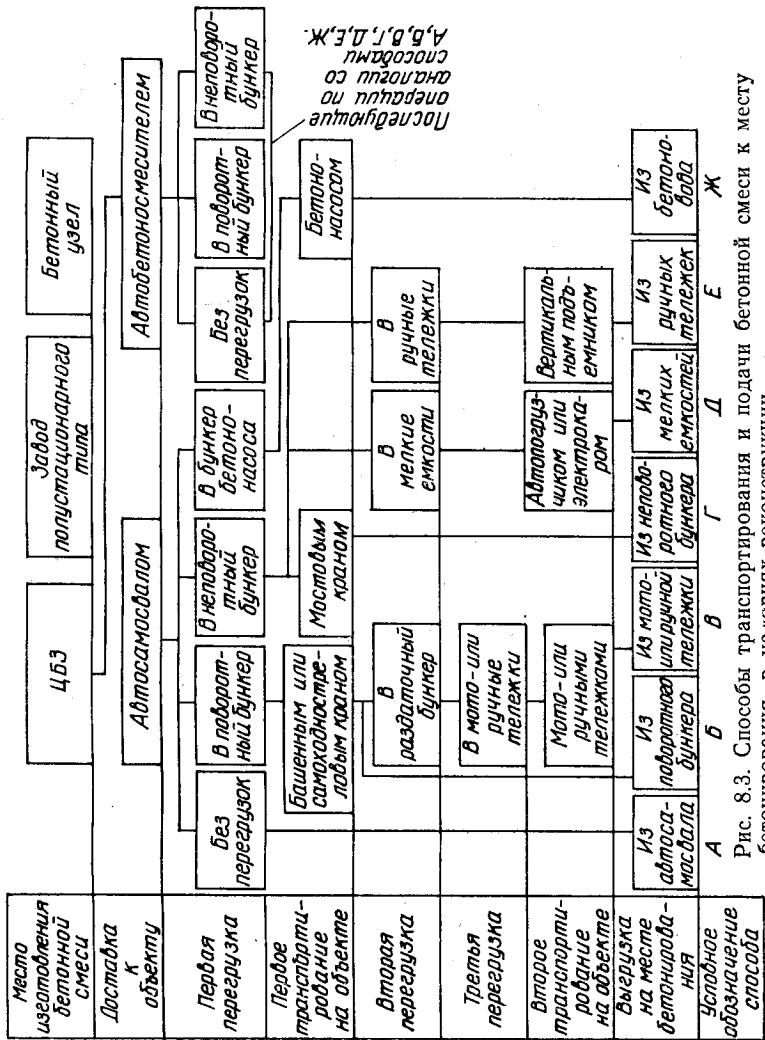


Рис. 8.3. Способы транспортирования и подачи бетонной смеси к месту бетонирования в условиях реконструкции

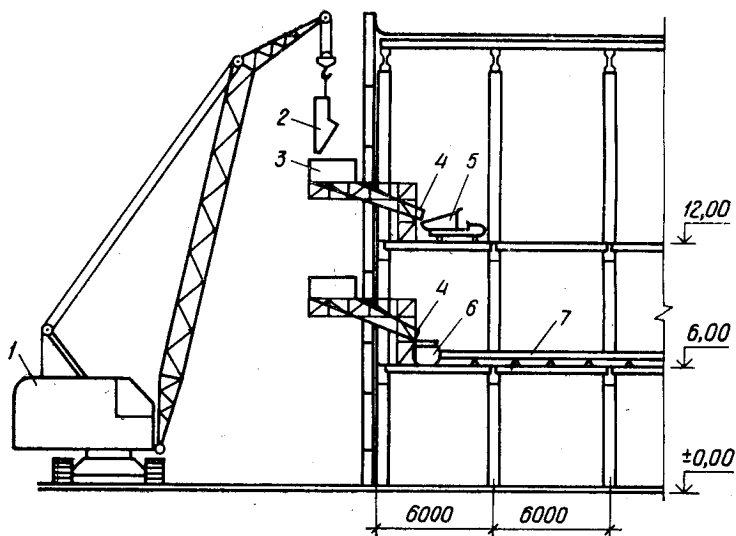


Рис. 8.4. Подача бетонной смеси при выполнении работ в многоэтажном здании:

1 — самоходный стреловой кран; 2 — поворотный бункер с бетонной смесью; 3 — приемный бункер; 4 — раздаточное устройство; 5 — мототележка; 6 — бетононасос; 7 — бетоновод

При способе Г бетонную смесь, доставленную автосамосвалами, с помощью эстакады и перегрузочного устройства (рис. 8.5) перегружают в емкости для внутрицехового транспортирования. При наличии мостового крана в цехе бункера транспортируют к месту укладки. При его отсутствии бетонную смесь загружают в более мелкие емкости, соответствующие грузоподъемности имеющихся автопогрузчиков, электрокаров и других средств (способ Д).

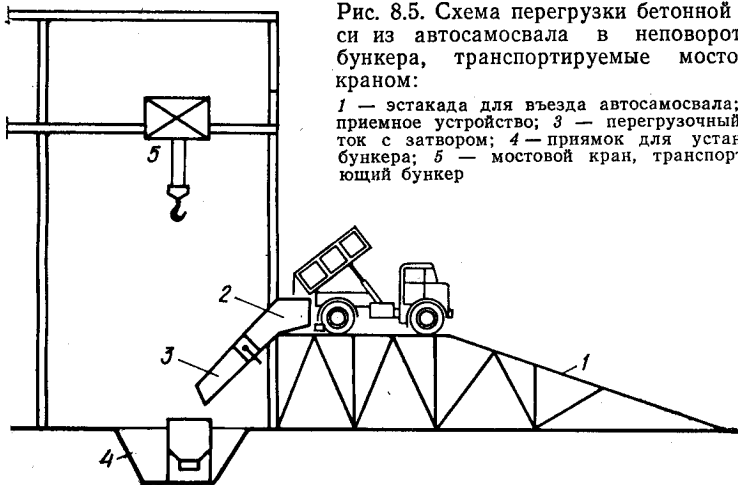
При реконструкции многоэтажных зданий, когда средствами вертикального транспорта являются подъемники, а потребность в бетонной смеси мала, смесь можно подавать к месту укладки в ручных тележках, загружаемых из раздаточного устройства с перегрузочной эстакадой. Место перегрузки и раздачи располагают вне здания вблизи от подъемника. Тележки устанавливают на платформу подъемника и поднимают на этажи (способ Е).

При объемах работ от нескольких сот кубических метров и более бетонную смесь можно подавать с помощью бетононасосов. При этом необходимо обеспечить их безостановочную трехсменную работу (способ Ж).

В условиях реконструкции обычно применяют бетоно-

Рис. 8.5. Схема перегрузки бетонной смеси из автосамосвала в неповоротные бункера, транспортируемые мостовым краном:

1 — эстакада для въезда автосамосвала; 2 — приемное устройство; 3 — перегрузочный лоток с затвором; 4 — приямок для установки бункера; 5 — мостовой кран, транспортирующий бункер



насосы производительностью 10, 20 и 40 м<sup>3</sup>/ч с диаметрами бетонопроводов соответственно 125, 150 и 283 мм. Бетононасосы загружаются с эстакады или размещаются в котловане.

При использовании бетононасосов рекомендуется:

избегать использования бетонных смесей со щебнем из мягких пород, используя по возможности щебень с менее остроугольной формой;

избегать поворотов бетоновода под углом 90°, в особенности в вертикальной плоскости;

при расстоянии транспортирования бетонной смеси автосамосвалами более 3 км смесь перед загрузкой в бетононасос должна дополнительно перемешиваться;

бетонная смесь должна быть с В/Ц 0,45—0,65 и осадкой конуса 4—10 см; расход цемента — не менее 270 кг/м<sup>3</sup>;

положительное влияние на работу бетононасосов оказывает применение пластифицирующих добавок;

необходимо строго соблюдать режим пуска и остановки бетононасоса.

Транспортирование бетонной смеси по трубам обеспечивает ее подачу в густоармированные конструкции, исключает дополнительные перегрузки по горизонтали и вертикали в стесненных и труднодоступных местах, существенно сокращает трудозатраты на разравнивание при укладке в конструкцию. Кроме того, при транспортировании не образуется цементное молоко и исключено воздействие атмосферных условий на бетонную смесь.

Таблица 8.2. Техническая характеристика бетононасосов с гидроприводом

Показатель	УБС-5В	СБ-95*	СБ-123	БНГ-25	АБН-60	БН-80-20	СБ-126
Тип бетононасоса	Стационарный			Прицепной (на двухосном прицепе)	Автобетононасосы		
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	5	25	40	25	5—60	5—65	5—65
Дальность подачи, м:							
по вертикали	—	21 (50)**	50	35	35	80	60
по горизонтали	—	170 (350)	250	180	180	200	350
Диаметр цилиндра, мм	—	220	250	200	230	180	—
Число цилиндров, шт.	—	2	2	2	2	2	—
Внутренний диаметр бетоновода, мм	100	120 (207)	125	150	100	125	—
Наибольшая крупность заполнителя, мм	20	40 (70)	40	40	20	40	—
Вместимость приемного бункера, м <sup>3</sup>	—	0,55	0,7	2,4	0,4	0,4	—
Мощность привода, кВт	11	57,7	76,7	49,7	132	220	100
Габаритные размеры, мм							
длина	—	8000	4000	6920	—	11070	10000
ширина	—	1875	1700	2620	—	2630	2500
высота	—	2640	1400	2400	—	3800	3800

Примечания. \* Насос оборудован шарнирно сочлененной распределительной стрелой длиной 19 м. \*\* В скобках приведены показатели для насоса СБ-95 без стрелы при использовании дополнительного комплекта бетоноводов.

Наибольшее распространение в настоящее время получили бетононасосы с гидравлическим приводом (табл. 8.2), имеющие следующие преимущества по сравнению с бетононасосами с механическим приводом: возможно плавное регулирование производительности; уменьшается удельное сопротивление движению бетонной смеси в бетоновode; сокращается износ деталей, работающих в абразивной сре-

де. Высокое давление в гидросистеме обеспечивает давление в транспортном цилиндре насоса, в 7—8 раз превышающее давление, создаваемое в цилиндрах бетононасосов с механическим приводом. Эти качества позволяют увеличить дальность транспортирования бетонной смеси по горизонтали до 400 м и по вертикали до 60 м, повысить эксплуатационную надежность бетононасосов и снизить их энергоемкость.

На базе бетононасосов с гидравлическим приводом созданы стационарные, прицепные и самоходные установки, отличающиеся широким диапазоном производительности (от 5 до 60 м<sup>3</sup>/ч), удобством и надежностью в эксплуатации, мобильностью.

В СССР выпускается малогабаритный бетононасос с гидравлическим приводом производительностью 5 м<sup>3</sup>/ч (УБС-5В), освоено производство электрогидравлических бетононасосов производительностью 25 и 40 м<sup>3</sup>/ч (СБ-95А, БНГ-25, СБ-123), а также автобетононасоса БН-80-20 производительностью до 65 м<sup>3</sup>/ч на базе автомобиля КраЗ-257 и автобетононасоса СБ-126 производительностью 65 м<sup>3</sup>/ч на базе автомобиля КамАЗ-58213.

В стесненных условиях рационально применение *установок с распределительной стрелой* для подачи бетонной смеси к месту укладки (рис. 8.6). Применение распределительной стрелы исключает трудоемкие работы по монтажу и демонтажу трубопроводов, устройству распределительных лотков, ручной перекидке бетонной смеси. Стрелы выполняются секционными из двух-трех шарнирно сочлененных звеньев и монтируются на прицепе, кране или шасси автомобиля в комплексе с бетононасосом. В условиях реконструкции особенно эффективно применение автобетононасосов (рис. 8.7). Они оборудованы трехзвенной шарнирно сочлененной стрелой с радиусом подачи бетонной смеси 17 м (БН-80-20) и 20 м (СБ-126). Стрелы полноповоротные, легко складывающиеся в течение нескольких минут при перебазировании. Наличие телескопической шарнирно сочлененной стрелы обеспечивает значительную рабочую зону при работе с одной стоянки, возможность подачи бетонной смеси в труднодоступные места внутрицевого пространства. На стройках СССР успешно применяются автобетононасосы с шарнирно сочлененной стрелой фирм «Штеттер» и «Путцмайстер» (ФРГ), «Вортингтон» (Италия) и др. (табл. 8.3.).

*Стационарные и прицепные бетононасосы производительностью 5...25 м<sup>3</sup>/ч* применяются для подачи бетонной смеси



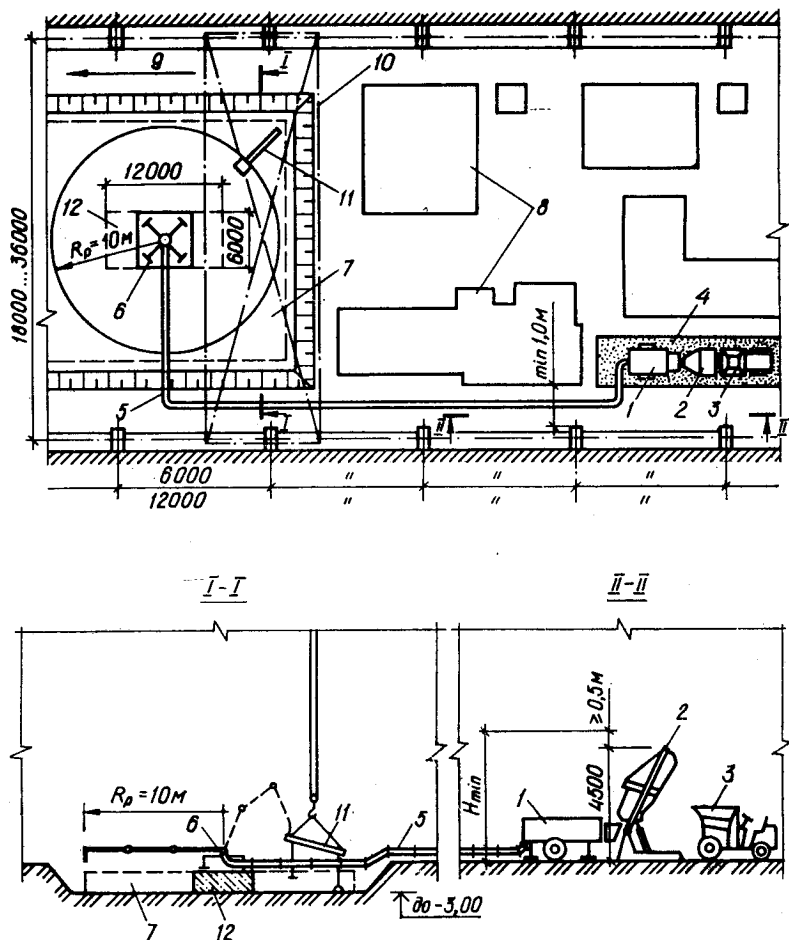


Рис. 8.6. Технологическая схема бетонирования массивных фундаментов под оборудование прицепным бетононасосом с применением распределительной стрелы:

1 — прицепной бетононасос; 2 — перегрузочный бункер; 3 — электрокар; 4 — временная дорога; 5 — бетоновод; 6 — распределительная стрела; 7 — бетонлируемый фундамент; 8 — существующее оборудование; 9 — направление бетонирования; 10 — электромостовой кран; 11 — виброжелоб длиной 6 м; 12 — участок под распределительную стрелу

при возведении железобетонных густоармированных, тонкостенных и массивных конструкций объемом 300...2500 м<sup>3</sup>, а производительностью 40 м<sup>3</sup>/ч и более — для бетонирования массивных малоармированных конструкций с объемом бетона в сооружении 5000 м<sup>3</sup> и более. Самоходные и прицеп-



Таблица 8.3. Техническая характеристика автобетононасосов зарубежного производства

Показатель	ВР-60SV "Шеттер" (ФРГ)	В232К "Путь- мастер" (ФРГ)	WR-74 "Воррингтон" (Италия)	К-60 "Шееле" (ФРГ)	ВРР 50 "Ви- бай" (ФРГ)	ВРР 80 "Ви- бай" (ФРГ)
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	5—60	5—52	5—46	5—55	6—50	6—72
Дальность подачи смеси, м:						
по горизонтали	200 (400)	200	300	350	150	240
по вертикали	80	40	80	90	30	50
Внутренний диаметр бетоновода, мм	125 (100)	100	125	125	100	125
Наибольшая крупность заполнителя, мм	40(20)	20	40	40	20	40
Подвижность бетонной смеси (осадка конуса), см	2—12	4—12	2—12	4—12	6—14	6—14
Вместимость приемного бункера, м <sup>3</sup>	0,4	0,4	0,7	0,35	0,35	0,35
Мощность привода, кВт	95,6	88	78,7	95,6	44	62
Вылет распределительной стрелы, м	19	17	19(22)	26	17	26
Количество звеньев стрелы, шт.	3	3	3	3	3	3
Габаритные размеры, мм						
длина	10500	8900	10450	—	9050	10250
ширина	2500	2400	2500	—	2450	2490
высота	3450	3200	4025	—	3800	3950

*Пневмонагнетатели* можно использовать для подачи бетонной смеси в труднодоступные места в тех случаях, когда по технологическим соображениям неизбежны интервалы в подаче бетонной смеси.

Выпускаемые предприятиями Минтрансстрой СССР пневмонагнетатели имеют производительность от 5 до 20 м<sup>3</sup>/ч, дальность подачи бетонной смеси по горизонтали до 200 м, высоту подачи до 35 м, внутренний диаметр бетоновода 70...180 мм. Они в основном применяются при строительстве тоннелей. В промышленном строительстве при ре-

конструкции целесообразно применение передвижных установок ППТУ-2 и ППТУ-3, разработанных Днепропетровским филиалом НИИСП Госстроя УССР. Установки смонтированы на пневмоколесном шасси и могут буксироваться автомобилем или трактором. Производительность установок ППТУ-2 и ППТУ-3 составляет соответственно 8 и 16 м<sup>3</sup>/ч, дальность подачи бетонной смеси по горизонтали до 200 м, по вертикали до 60 м, внутренний диаметр трубопровода соответственно 145 и 193 мм, подвижность транспортируемой бетонной смеси — более 3 и 2 см.

*Самоходные ленточные бетоноукладчики*, а также конвейеры применяются для подачи бетонной смеси с интенсивностью 20—90 м<sup>3</sup>/сут при бетонировании фундаментов различного типа. Ленточные бетоноукладчики применяются для бетонирования значительных по объему фундаментов и массивов зданий и сооружений, пристраиваемых к цехам или вновь возводимых на территории реконструируемого предприятия. Ленточные конвейеры предназначены для бетонирования в основном монолитных конструкций с небольшими размерами в плане (5—8 м<sup>2</sup>), устраиваемыми внутри реконструируемого цеха. Бетонная смесь на ленточных конвейерах подается на расстояние до 100 м, как правило, с изменением оси движения из-за необходимости обхода технологического оборудования предприятия и прохода в технологические проемы.

В стесненных условиях площадки возможно применение самоходных бетоноукладчиков с телескопической стрелой типа ЛБУ-20, наличие которой позволяет механизировать процесс подачи и распределения бетонной смеси в пределах значительной рабочей зоны с одной стоянки машины. Так, бетоноукладчиком ЛБУ-20, разработанным ЦНИИОМТП, с одной стоянки можно подавать и распределять бетонную смесь в радиусе от 3 до 20 м от оси вращения стрелы с поворотом ее на 360°.

Для подачи бетонной смеси в заглубленные конструкции небольших размеров в плане (до 10 м<sup>2</sup>), расположенные внутри реконструируемых цехов, эффективно использование вибрационных конвейеров. При невозможности подъезда транспортных средств внутри цеха к вибропитателю конвейера он может быть также установлен снаружи. При этом вибродоток пропускают через технологическое отверстие в стене. Бетонную смесь транспортируют вниз под углом 5—20° на расстояние до 30 м.

Для транспортирования бетонной смеси к приемному устройству бетоноукладочной машины или в возможных

случаях непосредственно в конструкцию применяют автобетоносмесители, обеспечивающие доставку бетонной смеси высокой подвижности и регулирующие ее выдачу. Выпускаются автобетоносмесители СБ-69, СБ-92 и СБ-92-1 с объемом готового замеса 2,5 и 4 м<sup>3</sup> на базе автомобилей МАЗ-503Б, КрАЗ-258 и КамАЗ-5511.

### **8.3. Уход за бетоном и ускорение возведения конструкций**

Мероприятия по уходу за бетоном в условиях реконструкции должны обеспечить решение двух основных задач: создание необходимых влажностных условий для набора прочности забетонированными и усиливаемыми конструкциями; предохранение свежееуложенного бетона от механических повреждений.

Решение обеих задач при реконструкции представляет сложность, так как бетонная смесь во многих случаях укладывается тонкими слоями, легко отдающими содержащуюся в ней влагу (усиление колонн, перекрытий, полов, устройство набетонок на покрытиях дорог, площадок); забетонированные и усиливаемые конструкции находятся в условиях высоких температур действующих цехов со значительными скоростями движения воздуха от систем вентиляции; движение людей и средств транспорта более интенсивно при работе на действующем производстве.

Содержание забетонированных и усиливаемых конструкций во влажном состоянии предохраняет уложенную бетонную смесь и затвердевающий бетон от потери воды, введенной при затворении, в течение 7—10 сут. Потеря 10—15 % воды из незащищенных слоев конструкций ведет к снижению прочности, понижению морозостойкости, повышению коррозии арматуры конструкций, в особенности в среде с агрессивными примесями. Поэтому необходимо содержать бетонную смесь во влажном состоянии.

Характер мероприятий по увлажнению конструкций зависит от их вида и среды, в которой они находятся. Так, например, при бетонировании полов, площадок, дорог после разравнивания и отделки поверхности на нее укладывается пленочный материал в виде рулонов и тентов. Через 3—4 ч пленочный материал снимается и покрывается слоем песка в 3—4 см, который содержится круглосуточно (7—10 сут) во влажном состоянии. По истечении этого срока увлажнение может быть прекращено, но при возможности песок оставляется еще на 8—10 дней.

При выполнении бетонных работ в горячих цехах, а также в условиях сухого жаркого климата следует пользоваться Руководством по производству бетонных работ в условиях сухого жаркого климата.

Основными путями ускорения возведения конструкций в условиях реконструкции являются интенсификация набора прочности бетона и применение сборно-монолитных конструкций.

Способы ускорения твердения бетона назначаются в зависимости от вида бетонируемых конструкций, наличия электроэнергии и пара, оборудования для обогрева, технико-экономических показателей различных способов, а также с учетом безопасного производства работ в условиях действующего предприятия.

В условиях реконструкции предприятий для тепловой обработки бетона применяются в основном следующие способы:

при бетонировании фундаментов под колонны и оборудование, свайных ростверков, фундаментных плит, конструкций подвалов, тоннелей, колонн, стен при толщине более 0,3 м — обогрев в греющей опалубке или периферийный электропрогрев в деревянной опалубке с закрепленными на ней полосовыми электродами;

при бетонировании полов, днищ, покрытий площадок, междуэтажных перекрытий, набетонок — обогрев с применением термоактивных гибких покрытий (матов) или периферийный электропрогрев с применением полосовых электродов, закрепленных на деревянных накладных щитах или на деревянной подвесной опалубке;

при усилении колонн — периферийный прогрев с подключением арматурного каркаса усиления к нулевой фазе, а металлической опалубки или пластинчатых (или полосовых) электродов, укрепленных на деревянной опалубке, — к одной из фаз понижающего трансформатора;

при небольших объемах работ — электропрогрев с помощью стержневых электродов, устанавливаемых (забиваемых) в свежееуложенный бетон;

при замоноличивании стыков могут применяться греющие провода, устанавливаемые в полости стыка, греющая опалубка, стержневые или полосовые электроды.

При электротермообработке для питания используют многоступенчатые понижающие трансформаторы, а также передвижные автоматизированные установки на основе понижающих трансформаторов. В условиях реконструкции сетевое напряжение для этого не применяется.

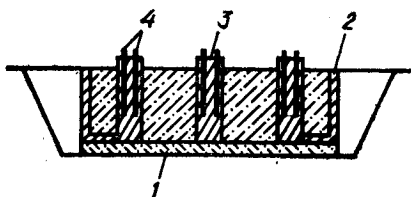


Рис. 8.8. Схема сборно-монолитного фундамента под оборудование:

1 — бетонная подготовка; 2 — Г-образные элементы опалубки; 3 — железобетонные элементы с анкерными болтами; 4 — анкерные болты

При отсутствии электрических мощностей интенсификация твердения может происходить при использовании пара, подаваемого под брезент или легкие переносные колпаки, которыми укрывают забетонированные конструкции. При этом необходимо предусмотреть отвод конденсата.

Обогрев можно осуществлять также с помощью горячего воздуха, получаемого от теплогенераторов, работающих на жидком топливе, а также газовых горелок инфракрасного излучения, работающих на газе из сети или из баллонов.

При интенсификации твердения бетона в течение 0,5—1,5 сут может быть получена прочность 40—75 % проектной. При необходимости достижения бетоном в течение 1—1,5 сут 100 % -й проектной прочности повышают класс (марку) бетона.

Для сокращения времени между бетонированием конструкций и началом монтажа оборудования на них в условиях реконструкции применяют *сборно-монолитные конструкции*, в особенности при возведении фундаментов под оборудование.

Возведение сборно-монолитного фундамента под оборудование заключается в предварительной установке заранее изготовленных железобетонных элементов и заполнении остального пространства монолитным бетоном. Через 2—3 дня после окончания бетонирования можно устанавливать детали оборудования, опирая их на вставленные в массив сборные элементы. При изготовлении сборных элементов в них закладывают анкерные болты, требующиеся для закрепления оборудования.

Технология возведения сборно-монолитного фундамента (рис. 8.8) требует высокой культуры производства и тщательности выполнения процессов. Так, например, до начала бетонирования требуется точно установить и надежно зафиксировать сборные опоры с анкерными болтами относительно границ фундамента и относительно друг друга в соответствии с расположением болтов на раме или станине оборудования.

Плиты на полах лучше устраивать сборными заводского изготовления. Размеры этих плит назначают в зависимости от величины площадки, а также нагрузок, которые будут на них воздействовать. Следует также учитывать возможность их укладки и перекладки с помощью средств малой механизации. На остальной части площади полы могут быть монолитными.

## **ГЛАВА 9. МОНТАЖ И ДЕМОНТАЖ КОНСТРУКЦИЙ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

### **9.1. Особенности применения монтажных машин в условиях реконструкции**

Комплексная механизация монтажа (демонтажа) строительных конструкций при реконструкции зданий и сооружений имеет некоторые особенности, заключающиеся в параметрах внешней и внутренней стесненности объекта и необходимости замены или усиления существующих конструкций. В процессе монтажа строительных конструкций при реконструкции зданий требуется выполнение некоторых ручных операций, например, при прохождении сборных элементов через препятствия, устройстве сопряжений с существующими конструкциями. Это необходимо учитывать при выборе средств комплексной механизации монтажных работ для обеспечения непрерывности технологического процесса.

В отечественной практике широко применяется способ крупноблочного монтажа с предварительным укрупнением конструкций. Укрупнение отдельных элементов конструкций в монтажные блоки позволяет значительно сократить объем трудоемких и опасных работ на высоте, снизить затраты на устройство временных подмостей, опор и т. д., улучшить условия труда и повысить качество выполнения работ. Оптимальная степень укрупнения конструкций должна определяться технико-экономическими расчетами. При этом габариты монтажных блоков при реконструкции зданий и сооружений должны быть сопоставлены с параметрами стесненности объекта.

Обязательным условием эффективности методов реконструкции объектов в целом является индустриализация демонтажа строительных конструкций. Демонтажные работы довольно сложно механизировать. Задача состоит в том, чтобы демонтаж конструкций по возможности выполнялся блочными методами, с использованием всех материалов, полученных при переработке демонтажных блоков.



Основные методы монтажа строительных конструкций при реконструкции определяются: параметрами стесненности; возможностью использования смонтированных блоков для перемещения по ним монтажных машин; типами монтируемых конструкций; степенью износа существующих конструкций; порядком сборки этажей; технологическими условиями.

Технологическая последовательность выполнения монтажа и демонтажа конструкций предопределяет организацию работ по раздельной или комплексной схемам.

*При раздельной схеме* на первом этапе технологического процесса демонтируют все конструкции, подлежащие замене в пределах объекта, а затем монтируют новые. В этом случае демонтаж и монтаж можно производить с помощью разных машин. Раздельную схему применяют в условиях, когда демонтаж конструкций не угрожает обрушением смежных элементов или общей устойчивости зданий. Преимуществом ее является возможность использования мощных монтажных машин. Однако приходится часто выполнять большой объем работ по усилению конструкций и обеспечению общей устойчивости здания. Несколько ограничена также возможность совмещения выполнения последующих работ.

*Комплексная схема* предусматривает совмещение демонтажа и монтажа конструкций с соблюдением условий, обеспечивающих достаточную прочность, жесткость и устойчивость смежных конструкций и сооружения в целом. Схема предусматривает последовательную замену конструкций по захваткам, участкам и ячейкам. Монтажные и демонтажные работы выполняют с использованием одного и того же комплекта машин. При этом открывается фронт для последующих работ, в результате чего сокращаются общие сроки реконструкции.

В настоящее время монтажные организации располагают широким выбором серийных грузоподъемных машин. Однако в условиях реконструкции существенное значение имеют такие характеристики средств, как их мобильность, габарит в транспортном положении и собственная масса, простота переоснастки, способность маневрирования с грузом на крюке в ограниченном пространстве и др. Технологически специализированных кранов для условий реконструкции наша промышленность пока не выпускает. Поэтому приходится использовать существующие серийные грузоподъемные механизмы.

Наибольшее распространение при реконструкции нахо-

дят самоходные *стреловые краны*, в том числе автомобильные, пневмоколесные, гусеничные и реже железнодорожные. Это обусловлено сравнительно небольшими затратами на транспортирование, монтаж и демонтаж, а также относительно высокой маневренностью.

Однако способность самоходных стреловых кранов передвигаться с грузом в отличие от башенных весьма ограничена. Поэтому монтируемые конструкции до начала монтажа должны быть уложены на специально отведенное место с учетом монтажной стоянки крана, его грузоподъемности, вылета стрелы и места установки конструкций в проектное положение.

Занятость площади реконструируемых пролетов существующими подъемными сооружениями не позволяет зачастую выполнить это требование, что вызывает дополнительные затраты на сортировку конструкций, устройство специальных подъездов, подачу конструкций под крюк с помощью вспомогательных транспортных машин (транспортных тележек, тракторов и др.).

При организации монтажных работ в стесненных условиях желательно осуществлять монтаж строительных конструкций с транспортных средств. Это позволит уменьшить площадки, отводимые для складирования конструкций, сократить непроизводительные затраты машинного времени монтажных кранов, уменьшить трудоемкость и сократить сроки производства работ.

Эффективность использования самоходных стреловых кранов при монтаже пристраиваемых, встраиваемых и соединительных пролетов повышается при оснащении их башенно-стреловым оборудованием, которое обеспечивает большую свободу маневрирования при поворотах стрелы и больший ее вылет. Применение таких кранов позволяет осуществлять монтаж конструкций со стоянок, расположенных вне стесненных монтируемых пролетов, и обеспечивает значительную экономию затрат при подготовке площадки к производству.

Область применения самоходных стреловых кранов при реконструкции увеличивается также при оснащении их телескопическим стреловым оборудованием. Небольшие габариты таких кранов в транспортном положении, быстрое приведение в рабочее состояние, простота изменения длины стрелы создают благоприятные условия даже при производстве внутрицевых монтажных работ.

В ЦНИИОМТП разработано оборудование для крана МКГ-6,3, представляющее собой монтируемый взамен стре-

лы на поворотной платформе крана шарнирный параллелограмм с выдвижным гуськом в виде верхнего звена параллелограмма.

Грузоподъемность крана в зависимости от угла наклона параллелограмма к горизонту составляет от 2,7 до 3,2 т, вылет стрелы — от 2,06 до 8,96 м, высота подъема крюка — до 7,6 м. Оборудование позволяет подавать монтажные элементы в труднодоступные для обычного стрелового крана места, обеспечивает раздельное горизонтальное и вертикальное перемещение грузов, облегчает проезд крана под препятствиями.

На некоторых кранах (например, СКГ-30) используют специальные типы стрел с вильчатыми наголовниками для подъема высоких колонн, застропленных выше середины и размещаемых внутри вильчатого оголовка стрелы. Такая конструкция стрелы позволяет уменьшать необходимые для заданных колонн вылет и высоту подъема крюка и использовать кран меньшей грузоподъемности, а также создает благоприятные условия при монтаже и демонтаже колонн при ограничении высотного габарита существующими конструкциями и коммуникациями.

Одним из путей повышения технологических возможностей стреловых кранов является применение дополнительных инвентарных устройств, способных принимать на себя возросшие нагрузки («деррик-эффект»). Так, например, целесообразно применять устройство из шевра в сочетании с гусеничными кранами грузоподъемностью 25, 40, 63 и 100 т на монтаже крупногабаритных конструкций и оборудования, масса которых превышает номинальную грузоподъемность крана. Применение его позволяет увеличить грузоподъемность крана в 1,5—3 раза. Применение шеврового устройства в условиях реконструкции дает возможность монтировать тяжелые конструкции, когда транспортирование на объект более мощных кранов неосуществимо или неэффективно.

Имеются также другие предложения по использованию «деррик-эффекта» для увеличения грузоподъемности стреловых кранов.

*Башенные краны* при реконструкции цехов используют реже, чем при возведении новых объектов. Это связано с увеличением удельных затрат на устройство подкрановых путей, монтаж и демонтаж крана, с повышенной стесненностью монтажной зоны, ограничивающей возможности доставки крана на строительную площадку. Однако вертикальность башни крана и большая высота подвески стрелы

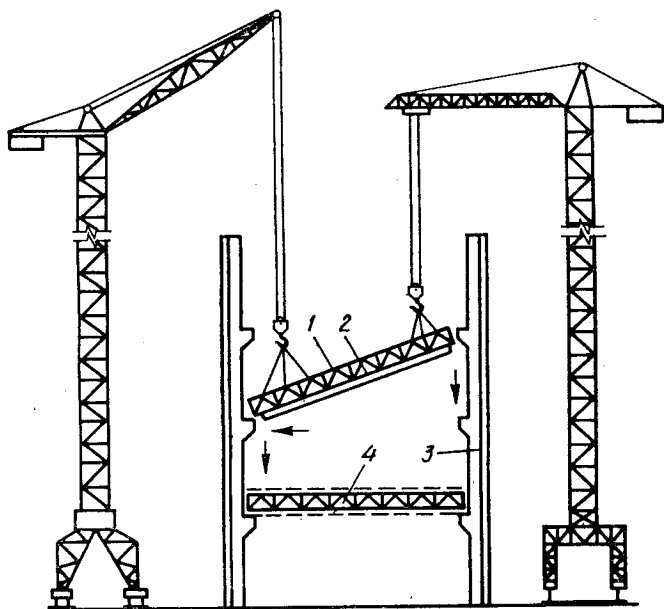


Рис. 9.1. Монтаж тяжелых конструкций двумя башенными кранами:

1 — монтажная ферма; 2 — усиление нижнего пояса фермы; 3 — опоры; 4 — смонтированная ферма

позволяют перемещать монтируемые конструкции над существующими и размещать их даже в узких коридорах, образованных существующими зданиями.

Область применения башенных кранов может быть расширена при использовании различных комбинированных систем и устройств. Простейшим примером этого является одновременная работа двух башенных кранов (рис. 9.1) или башенного и любого другого крана для подъема груза, превышающего грузоподъемность каждого крана в отдельности.

Существенно увеличить грузоподъемность башенного крана можно, превратив его в козловый жестким сопряжением стрел двух башенных кранов или опиранием стрелы крана на дополнительную временную опору.

Эффективным направлением совершенствования конструкций башенных кранов и приспособления их к работе на реконструируемых и рассредоточенных объектах является перевод их на безрельсовый ход (пневмоколесный, гу-

сеничный или шагающий). Для монтажных работ, выполняемых в стесненных условиях, наибольшее применение могут найти безрельсовые башенные краны, имеющие стрелу с грузовой тележкой. При достаточно большом вылете такой кран может длительное время работать на одной стоянке, благодаря чему основной недостаток безрельсового хода — невозможность передвижения с грузом — малосуществен.

На ряде объектов башенные краны располагали на временных эстакадах для перемещения их над действующим технологическим оборудованием и трубопроводами (при реконструкции доменной печи № 1 Коммунарского металлургического комбината, доменной печи № 4 комбината им. С. Орджоникидзе «Азовсталь», мартеновского цеха № 1 Макеевского металлургического комбината им. С. М. Кирова, стана «1700» Ждановского металлургического комбината им. Ильича и цеха горячей прокатки листа Карагандинского металлургического комбината).

При реконструкции предприятий широко применяются также *электромостовые краны*. При полной или частичной остановке производства электромостовые краны высвобождаются и могут быть с большим эффектом использованы для механизации строительных и монтажных работ. С их помощью монтируют и демонтируют в основном конструкции внутрицеховых встроенных помещений, а также конструкции сооружений подземного хозяйства (сборные фундаменты, тоннели, подвалы и др.).

Так, для увеличения высотного габарита пространства, обслуживаемого мостовым краном, устанавливают сменную башенно-стреловую часть (рис. 9.2), состоящую из полноповоротной стрелы, башни и обоймы, имеющей радиальные кронштейны, на которых установлены ходовые тележки. Противоположно расположенные тележки соединены поперечными балками, на одной из которых установлена лебедка для подъема и опускания башни.

Применение электромостовых кранов позволяет решить все вопросы, связанные с необходимостью замены покрытий реконструируемых цехов как при демонтаже старых покрытий, так и при монтаже новых.

При большой протяженности реконструируемых пролетов целесообразно использовать комплект из двух мостовых кранов. Первый из них оборудуется сменной башенно-стреловой оснасткой, а второй (обычный мостовой кран) обеспечивает подачу конструкций с торца пролета в зону действия электромостового крана.

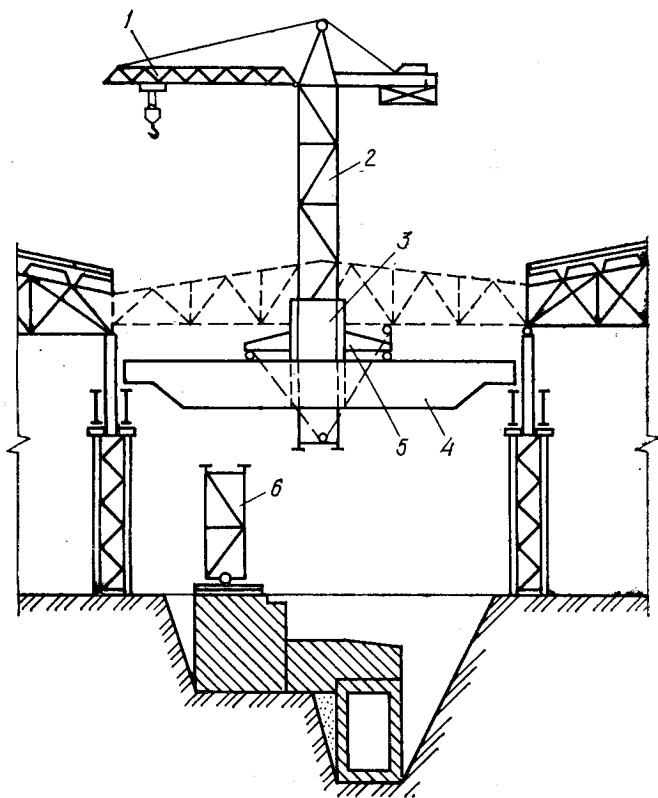


Рис. 9.2. Схема использования мостового крана со сменной башенно-стреловой оснасткой:

1 — полноповоротная стрела; 2 — башня; 3 — обойма; 4 — электромостовой кран; 5 — тележка; 6 — секция башни

При строительстве цеха жести Карагандинского металлургического комбината монтаж конструкций покрытия осуществляли гусеничным краном МГК-25БР, установленным на самоходный мост, передвигавшийся по ранее смонтированным колоннам и подкрановым балкам.

Самоходный мост был выполнен из двух ферм пролетом 34 м с расстоянием между ними 3,6 м и высотой 2,2 м. Перемещение моста осуществлялось ходовыми приводными тележками от крана БК-345. Пульт управления передвигания мостом размещался в его торце. Оператор на пульте управления одновременно был и сигнальщиком для машиниста монтажного крана.

При монтаже конструкций покрытия строительные работы в пролете прекращались только на 3—4 мин при проезде моста к месту монтажа или в зону складирования, которая размещалась в торце пролета. Здесь на самоходный мост грузили стропильную ферму и комплект конструкций на один шаг покрытия (12 м). Затем мост переходил в

монтажную зону, где краном МКГ-25БР устанавливали конструкции в проектное положение. Совмещение работ позволило сократить срок строительства пролета на 2 мес. и получить экономию по сравнению с вариантом монтажа конструкций краном СКГ-63 на временной эстакаде в 24,3 тыс. руб.

В механосборочных цехах машиностроительных предприятий имеются четко выраженные транспортные зоны. Однако их ширина недостаточна для установки и перемещения в пролете самоходных стреловых кранов. В этих условиях можно применять переоборудованный башенный кран, перемещающийся по одной нитке рельсового пути, уложенного в транспортной зоне. При этом устойчивость башенного крана обеспечивается жестким сочленением с мостовым краном.

В действующих цехах мостовые краны можно использовать для механизации работ по замене и рихтовке подкрановых балок и рельсов. Для этого их нужно оснастить поворотной стрелой, прикрепленной к главной балке или установленной на грузовой тележке крана.

*Козловые краны* при реконструкции используют в настоящее время редко из-за недостаточной приспособленности их к различным объемно-планировочным решениям реконструируемых пролетов. Большепролетные козловые краны можно использовать при реконструкции практически любых промышленных зданий, в том числе устанавливать блоки покрытий полной строительной готовности, собранные на конвейере (рис. 9.3).

*Кабельные краны* наиболее рационально использовать при замене отдельных конструкций покрытия или покрытия в целом в средних пролетах протяженных цехов.

Для реконструктивных работ наиболее приспособлены качающиеся и особенно продольно-передвижные кабельные краны. В последних обе башни расположены на тележках, передвигающихся по рельсовым путям. Пролеты кабельных кранов могут достигать 200—300 м, а в отдельных случаях 1000 м.

Более мобильным является кабельный кран, разработанный трестом Укрметаллургремонт и ДИСИ (рис. 9.4). Он состоит из двух стреловых кранов Э-2508, двух А-образных пилонов высотой 36 м, несущего тягового и грузового канатов, горизонтальных распорок между пилонами и кранами и грузовой тележки с крюковой подвеской. С использованием крана без остановки производства был выполнен монтаж конструкций покрытия при реконструкции стана «1700» Ждановского металлургического комбината.





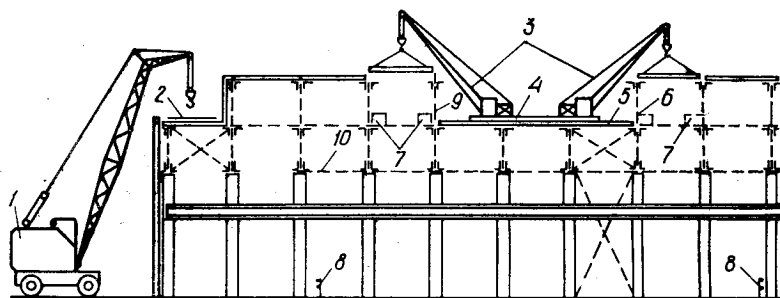


Рис. 9.5. Замена конструкций фонаря крышевыми стреловыми кранами: 1 — самоходный стреловой кран; 2 — площадка складирования конструкций; 3 — крышевые стреловые краны; 4 — деревянный настил; 5 — подкрановый путь; 6 — демонтируемая ферма; 7 — подмости; 8 — ограждение опасной зоны; 9 — смонтированная ферма; 10 — подфонарная сетка

ные краны после некоторого переоборудования (замена дизельных или карбюраторных двигателей на дизель-электрические, замена базы, установка дополнительного противовеса, создание специальных монтажных механизмов на базе грузоподъемных частей автокранов).

Днепропетровским инженерно-строительным институтом разработаны технологические схемы возможного использования крановых установок автомобильных кранов [13]. Такие крановые установки можно применять не только для замены покрытий, но и для монтажа стропильных и подстропильных ферм, подкрановых балок, колонн, конструкций сооружений подземного хозяйства, технологического оборудования.

*Простейшие грузоподъемные устройства* (монтажные мачты, порталы, шевры, переносные монтажные стрелы и мачтовые краны) используют для единичных подъемов, а также в случаях, когда применение монтажных кранов технически невозможно или экономически нецелесообразно. Их применяют при замене в цехах тяжелых подкрановых балок (20—40 т), при демонтаже и монтаже сверхтяжелых подкрановых балок и подкраново-подстропильных ферм (60—90 т и более), а также при установке технологического оборудования.

*Лебедки* применяют для перемещения и подъема конструкций в качестве самостоятельных механизмов, а также в комплекте со специальными грузоподъемными устройствами и такелажными средствами. Особенно широко лебедки используют при производстве работ внутри действующих цехов, в которых невозможно применение монтажных кра-

нов. С использованием лебедок осуществляют демонтаж и монтаж колонн, подкрановых балок, крановых рельсов, усиление подстропильных и стропильных ферм и т. д. Для обеспечения неизменяемости положения лебедок в рабочем положении их рамы прикрепляют к стационарным и инвентарным якорям, конструкциям зданий или пригружают грузом, который укладывают на раму.

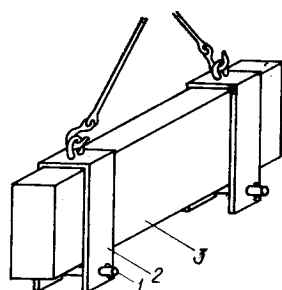


Рис. 9.6. Приспособление для демонтажа стеновых панелей:

1 — фиксирующий палец;  
2 — скоба; 3 — стеновая панель

Широкое применение при выполнении монтажных работ при реконструкции зданий находят *домкраты* (реечные, винтовые, клиновые, гидравлические, песочные). Их используют как на вспомогательных, так и на различных основных строительномонтажных работах.

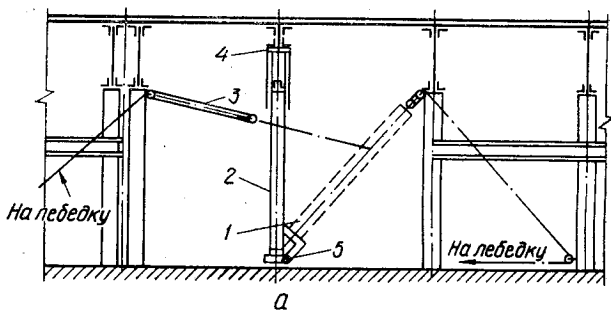
## 9.2. Технология демонтажа и монтажа конструкций одноэтажных зданий

**Ограждающие конструкции и колонны.** Демонтаж наружных стеновых панелей производят полностью участками вниз или частично, снимая примыкающий к кровле ряд панелей.

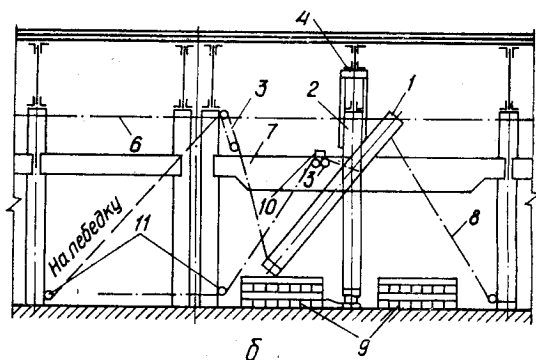
Сначала с помощью отбойных молотков разбивается монолитный шов по контуру панели. Затем ее стропят при помощи приспособления, включающего две скобы с фиксирующими пальцами (рис. 9.6). Срезку закладных деталей, крепящих панель к колоннам, осуществляют с помощью газорезной установки. Демонтируемая панель в это время должна удерживаться краном и расчалками. Освобожденную панель укладывают на стоящее в зоне действия крана транспортное средство для последующей вывозки.

Демонтаж стеновых панелей многоэтажных зданий должен осуществляться поочередно на каждом этаже, в том числе с использованием стрелового самоходного крана, которым производится демонтаж плит покрытия. Рабочие размещаются в подвесных люльках, периодически переставляемых по периметру здания.

Замену колонн внутри цеха производят с предварительным вывешиванием конструкций покрытия, т. е. переопиранием ферм, установленных на оголовки демонтируемой



а



б

Рис. 9.7. Демонтаж железобетонных колонн:

а — методом поворота вокруг шарнира; б — лебедками; 1 — демонтируемая колонна; 2 — временная опора; 3 — полиспаст; 4 — опорный столик; 5 — поворотный шарнир; 6 — страховочный трос; 7 — большепролетная подкрановая балка; 8 — оттяжной трос; 9 — шпальные клетки; 10 — ригель для крепления грузового полиспаста; 11 — отводные блоки

колонны, на временные стойки их подводят под дополнительно создаваемые узлы опирания в нижних поясах ферм вблизи основных опорных узлов.

Для замены железобетонных колонн внутри действующих производственных зданий часто применяют метод демонтажа колонн поворотом вокруг шарнира с применением лебедок (рис. 9.7, а). При этом способе сначала конструкции покрытия переопирают на временно устраиваемые опоры. После этого газокислородной резкой отсоединяют опорные узлы стропильных ферм от закладных деталей убираемой колонны. Закрепляют поворотный шарнир на демонтируемой колонне, что обеспечивает ее устойчивость после разрушения участка колонны вблизи фундамента. Затем на колонне закрепляют два подвижных блока полиспа-

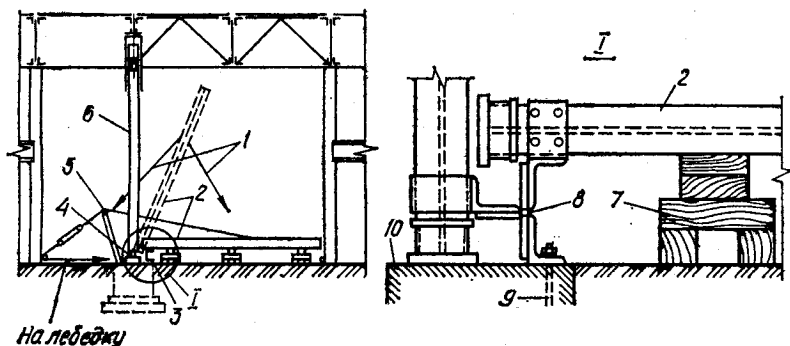


Рис. 9.8. Замена колонн с помощью опорного шарнира:

1 — оттяжки из пенькового каната; 2 — колонна, подлежащая монтажу; 3 — поворотный шарнир; 4 — домкратное устройство; 5 — падающая мачта; 6 — временная опора; 7 — деревянные бруссы; 8 — ось шарнира; 9 — анкерный болт; 10 — опорная фундаментная плита

стов: один за верхнюю часть, другой — ниже центра тяжести колонны. После срубки бетона оголовка (не менее 600 мм) и низа колонны между обоймами поворотного шарнира (не менее 400 мм) и резки несущей арматуры колонну опускают включением в работу полиспаста, присоединенного к верхней части; другой полиспаст вступит в работу только после наклона колонны на  $30^\circ$  к горизонту.

Демонтаж железобетонных колонн лебедками (рис. 9.7, б) применяют в том случае, когда производство работ внутри действующих цехов осуществляется без демонтажа конструкций покрытия, а конструкции основного каркаса позволяют закрепить применяемую такелажную оснастку и воспринять дополнительные нагрузки, возникающие при демонтаже колонны и подкрановых балок.

Замену металлических колонн внутри цехов с помощью опорного шарнира (рис. 9.8) производят в действующих цехах с высокой стесненностью и невозможностью доступа монтажных кранов в зону производства работ. Применение опорного шарнира позволяет произвести опускание и подъем новой колонны в строго зафиксированной плоскости.

Колонны доставляют электромостовыми кранами. Сначала осуществляют усиление стропильных ферм и закрепляют к фасонкам верхних поясов их опорные столики. Затем электролебедками с использованием блоков, закрепленных на монтажных опорных столиках, устанавливают и закрепляют в проектном положении две временные трубчатые опоры. Затем домкратами грузоподъемностью 200 т устанавли-

вают их враспор и после отсоединения опорных узлов стропильных ферм от демонтируемой колонны передают нагрузки на каждую временную опору с помощью домкратов до образования расчетного зазора между опорной частью стропильной фермы и оголовком колонны. Далее колонну отсоединяют от фундамента и лебедками осуществляют поворот ее вокруг шарнира и укладку в горизонтальное положение, а затем вывозят.

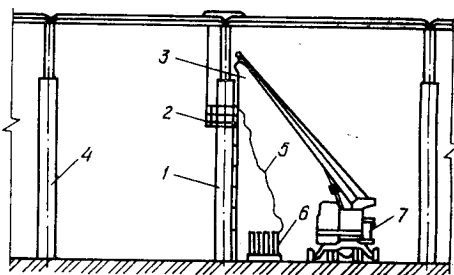


Рис. 9.9. Монтаж внутрицевых перегородок:

1 — колонна; 2 — люлька; 3 — траверса; 4 — панель перегородки; 5 — оттяжка из пенькового каната; 6 — кассета; 7 — кран с телескопической стрелой

В теле фундамента просверливают отверстия и устанавливают на эпоксидном клее короткие гладкие анкерные болты, а затем опорный поворотный шарнир и закрепляют его анкерными болтами. После этого монтируемую колонну укладывают на деревянные брусья и выводят ее конец в обойму опорного шарнира, где жестко закрепляют после выверки.

В дальнейшем строят колонну и переводят ее в вертикальное положение с использованием электролебедки и падающей мачты. После проверки установки колонны осуществляют ее проектное закрепление к фундаменту. Затем домкратами опускают покрытие и закрепляют стропильные фермы на колонне.

Далее монтируют временные трубчатые опоры и устанавливают подкрановые балки, осуществляя их выверку и проектное закрепление.

*Монтаж внутрицевых перегородок* в стесненных условиях целесообразно осуществлять краном с телескопическим башенно-стреловым оборудованием. Такой способ применяют в цехах с высотой низа стропильных ферм до 15,6 м в местах, доступных для подхода крана (рис. 9.9).

**Крановый путь.** Наиболее часто производят замену кранового пути (подкрановые балки и крановые рельсы) в связи с интенсивным физическим и моральным износом, необходимостью установки электромостовых кранов повышенной грузоподъемности или увеличением шага колонн каркаса.

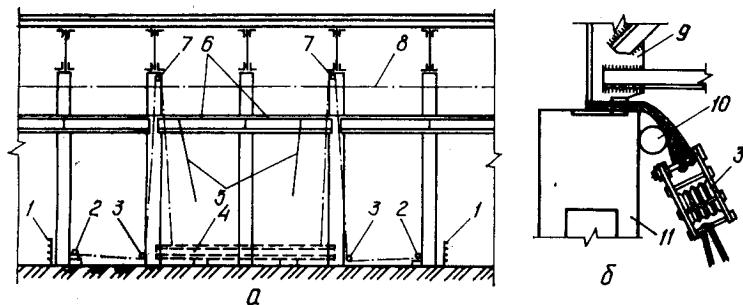


Рис. 9.10. Демонтаж подкрановых балок лебедками:

*a* — схема производства работ; *b* — узел крепления отводного блока; 1 — ограждение зоны работ; 2 — грузовая лебедка; 3 — отводной блок; 4 — положение подкрановых балок после демонтажа; 5 — оттяжки; 6 — проектное положение подкрановых балок; 7 — грузовые блоки; 8 — страховочный канат; 9 — стропильная ферма; 10 — инвентарная подкладка; 11 — железобетонная колонна

В местах, недоступных для подхода и размещения стреловых кранов, подкрановые балки рекомендуется демонтировать при помощи электролебедок (рис. 9.10) и полиспастов.

Работы ведут в такой последовательности. Вначале устанавливают две грузовые лебедки у оснований смежных с демонтируемой зоной колонн и одну оттягивную в пролете. На оголовках колонн закрепляют неподвижные блоки грузовых полиспастов, пропуская крепёжные канаты вокруг узлов стропильных ферм. Демонтируемые балки освобождают от креплений в консолях колонн и сваривают между собой по опорным ребрам в плеть. Застропив ее на концах снимаемых балок, грузовыми лебедками приподнимают на 60—100 мм и затем, оттягивая от опорных консолей, опускают на подготовленную площадку. Демонтируемую часть вывозят транспортом.

Мелкоразмерные балки заменяют тяжелыми подкрановыми балками большого пролета при увеличении существующего шага колонн с 6—12 до 30 м и более. Такую замену осуществляют с помощью самоходных стреловых кранов и наиболее часто — лебедок и полиспастов, неподвижные блоки которых закрепляют на несущих конструкциях каркаса. При очень тяжелых подкрановых балках применяют поэлементный монтаж, устанавливая балки по частям с использованием горизонтальных поддерживающих конструкций.

Подкрановые рельсы можно заменить самоходными стреловыми кранами, если их размещение внутри действующей

щего цеха не вызывает больших затруднений. При невозможности прохода и размещения стреловых самоходных кранов для замены рельсов используют электролебедки, если несущие конструкции каркаса способны воспринимать дополнительные монтажные нагрузки.

**Фонарные конструкции.** Демонтаж фонарных конструкций одноэтажных промышленных зданий осуществляют с помощью различных средств механизации, включая использование кабельных кранов, крышевых козловых кранов или крышевых стреловых кранов.

Разборку фонаря с помощью кабельного крана рекомендуется производить при длине цеха до 400 м и массе монтируемых элементов до 1,5 т. Крышевые козловые краны грузоподъемностью 1 т применяют при демонтаже металлоконструкций фонарей в средних пролетах реконструируемых цехов. Демонтажные работы в этом случае могут производиться без остановки производства. В комплекте с крышевым краном можно использовать стреловой кран для снятия демонтажных элементов.

Демонтаж конструкций фонаря при их замене может осуществляться с помощью крышевых стреловых кранов, что сокращает сроки работ. Во время спаренной работы кранов первый выполняет демонтажные работы, а второй — монтажные (см. рис. 9.5).

**Покрытия.** В зависимости от конкретных условий и характера выполняемых работ по замене покрытия используют различные типы подъемно-транспортных монтажных механизмов: кабельные краны (стационарные и передвижные); установщики мостового типа или мостовые краны (для демонтажа и монтажа крупными блоками); крышевые краны (козловые и стреловые); мостостреловые краны, самоходные стреловые и башенные краны. Механизмы последней группы могут работать над крайними пролетами, а остальных групп — на крайних и средних пролетах. В отдельных случаях можно использовать вертолеты.

Строповку демонтируемых железобетонных плит можно осуществлять через пробиваемые отверстия, в обхват плит с помощью специальных траверс.

Строповку мелких плит покрытия и ферм осуществляют двухветвевым стропом, а для строповки тяжелых и крупногабаритных плит применяют четырехветвевый строп. Прогоны и элементы связей допускается снимать, пользуясь стропом-удавкой. Для демонтажа ферм и балок применяют специальные траверсы, соответствующие размерам и массе этих элементов.

Разборка покрытий одноэтажных зданий, когда производство в разбираемом здании останавливается, может осуществляться с помощью самоходных стреловых кранов, передвигающихся по оси пролета, или специальных кранов, смонтированных на мостовых кранах.

При разборке и замене покрытий без остановки производства работы ведутся посекционно на отдельных участках. При этом разборку следует совмещать с монтажом новых конструкций.

При замене покрытия стана «1700» Ждановского металлургического комбината был применен передвижной кабельный кран на базе двух самоходных кранов Э-2508 пролетом 160 м и высотой подъема крюка 29 м (см. рис. 9.4).

Полную замену покрытия реконструируемых цехов целесообразно выполнять крупными пространственными блоками при большой внутренней стесненности цеха, исключающей возможность прохода крана внутри цеха. Для этой цели применяют установщики мостового типа или технологические мостовые краны. У одного из торцов реконструируемого пролета должна быть свободная площадка, достаточная для установки самоходного стрелового или башенного крана, а также складирования и укрупнительной сборки конструкций.

Основными несущими конструкциями установщика (рис. 9.11) обычно являются две продольные и две поперечные фермы, соединенные между собой горизонтальными и вертикальными связями, обеспечивающими его пространственную жесткость. Установщик снабжен «ложной» фермой, состоящей из стоек и ригелей. В узлах верхних поясов поперечных ферм устанавливают катковые опоры, позволяющие смещать находящийся на установщике блок покрытия до 50 мм от проектного положения. В крайних углах нижних поясов продольных ферм размещают ходовые колеса с домкратным устройством — перемещения по крановым путям осуществляют при помощи собственного двигателя или электролебедок, установленных на тормозном настиле кранового пути.

В действующих цехах, представляющих собой одноэтажные здания значительной протяженности, особенно при металлических покрытиях, в качестве установщиков целесообразно использовать технологические мостовые краны. Демонтаж покрытия производится пространственными блоками в следующей последовательности:

два мостовых крана соединяются временными связями в жесткую конструкцию;



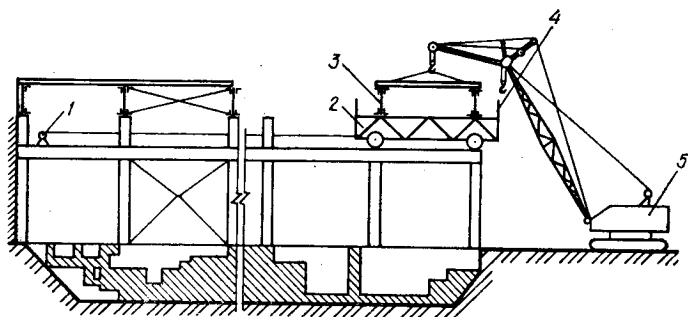


Рис. 9.11. Замена покрытия установщиком мостового типа:  
 1 — лебедка; 2 — установщик; 3 — ферма переопираяния («ложная ферма»); 4 — ограждение на установщике; 5 — кран

над опорной частью кранов устанавливаются домкраты соответствующей грузоподъемности;

в здании разбираются элементы покрытия (прогоны, профилированный настил) и продольные связи между фермами кратно шагу колонны;

спаренные краны с домкратами подводятся под блок покрытия, последний отделяется от опорной части колонн и поднимается на высоту около 100 мм и на кранах подается к торцу здания, где установлен самоходный стреловой кран (например, МКГ-100);

в торце здания стреловой кран снимает и подает на транспортное средство блок покрытия.

Монтаж покрытия производится в порядке, обратном демонтажу. Последний блок (ближайший к стреловому крану) устанавливается непосредственно стреловым краном. Работы этим методом могут быть проведены без прекращения основной деятельности цеха.

**Технологическое оборудование.** При демонтаже технологического оборудования на открытых площадках работы выполняются часто по комплексной схеме (параллельно с демонтажом конструкций) с применением кранов с удлиненным гуськом.

Краны с телескопическими стрелами могут быть установлены внутри и снаружи зданий. При расположении кранов снаружи многоэтажного здания демонтаж и монтаж оборудования должны производиться через проемы в стене. Однако он организационно сложен и применяется в особых случаях для выполнения сравнительно небольших объемов работ. Транспортирование оборудования производится при помощи прицепной тележки.

При демонтаже оборудования могут быть применены средства механизации на базе автопогрузчиков, например *передвижная кран-балка*, смонтированная на базе авто- или электропогрузчика (рис. 9.12). В одноэтажных зданиях передвижные кран-балки применяются, как правило, самостоятельно, при совмещении операций по демонтажу и транспортированию. На этажах многоэтажных зданий (кроме первого) и на этажерках зданий павильонного типа работа передвижной кран-балки возможна только в комплекте с краном и транспортными средствами. Кран, входящий в комплект, подбирается с учетом возможности подачи на этаж или этажерку кран-балки.

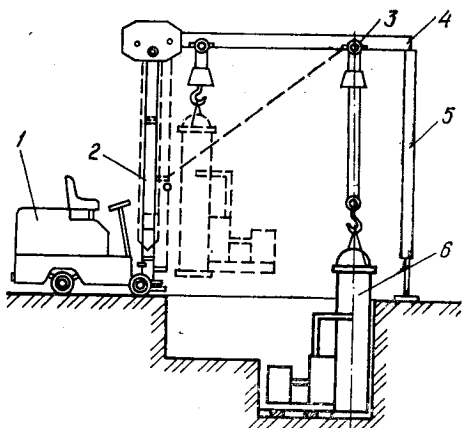


Рис. 9.12. Демонтаж оборудования передвижной кран-балкой, смонтированной на базе авто- или электропогрузчика:

1 — авто- или электропогрузчик; 2 — поворотная стойка; 3 — тельфер; 4 — кран-балка; 5 — откидная опора; 6 — демонтируемое оборудование

Передвижная кран-балка является модификацией серийных моделей авто-, электропогрузчиков, оборудованных стрелами.

Передвижная кран-балка является модификацией серийных моделей авто-, электропогрузчиков, оборудованных стрелами.

Достоинством такой конструкции является наличие откидных опор, позволяющих сохранить по всей длине стрелы постоянную грузоподъемность, и тельфера. Недостаток — небольшая грузоподъемность базовых погрузчиков (до 10 т), снижающаяся дополнительными нагрузками от тельфера и откидных опор, а также ограниченной способностью перекрытий.

Одним из самых распространенных способов демонтажа и монтажа оборудования в закрытых помещениях является применение *порталов*. Их применяют для демонтажа и монтажа тяжелого оборудования (10 т и выше) при невозможности или нецелесообразности работы стрелового крана, отсутствии технологического подъемно-транспортного оборудования, а также в случае реконструкции цеха со взрывоопасной средой. Как и при работе кран-балки, портал может использоваться самостоятельно, а также в сочетании

с другим грузоподъемным средством, например со стреловым краном.

Порталы бывают переносные (копры) и передвижные. Переносные порталы (копры) используют для демонтажа (монтажа) оборудования небольшой массы. Подачу и вынос оборудования производят с помощью металлического листа-волокуши или инвентарной тележки.

В зданиях павильонного типа используют передвижной портал вместе с гусеничным краном в башенно-стреловом исполнении. Грузоподъемность самоходного крана может быть значительно ниже массы монтируемого оборудования, поскольку кран служит только для установки портала на нужный этаж (ярус этажерки).

Оборудование к portalу подается тележками или другими транспортными средствами. Затем оборудование поднимается в портал, фиксируется в транспортном положении и при помощи лебедок вместе с порталом надвигается на место установки и устанавливается в проектное положение. Ввиду невысокой производительности труда применение порталов должно быть обосновано экономическими расчетами и применяться только при незначительных объемах работ.

### **9.3. Производство демонтажно-монтажных работ в многоэтажных зданиях**

**Основные схемы монтажа.** В зависимости от степени износа строительных конструкций, порядка их демонтажа, объемов и характера усиления, количества сменяемых междуэтажных перекрытий и используемых монтажных машин монтажно-демонтажные работы осуществляются по горизонтали (поэтажно) либо по вертикали (на всю высоту определенного пролета).

Горизонтальная поэтажная схема наиболее целесообразна при незначительной смене междуэтажных перекрытий, относительно малом объеме работ по усилению колонн и ригелей, применении для монтажа (демонтажа) кранов «в окно» и подвесных монорельсовых и канатных систем. При этой схеме обеспечивается время технологического перерыва, требуемого для приобретения бетоном достаточной прочности (в стыках, сборно-монолитных конструкциях, элементах усиления).

Вертикальная схема применима при больших объемах смены междуэтажных перекрытий или усиления колонн и ригелей. При этой схеме предпочтение следует от-

давать обеспечению прочности сварных соединений, получаемых с помощью закладных деталей. Для временного закрепления элементов каркаса или для усиления используют специальные кондукторы, фиксаторы и т. п.

Монтажно-демонтажные работы по горизонтальной схеме соответствуют совмещенному методу организации монтажных работ, а по вертикальной — раздельному.

При вертикальной схеме монтажа строительных конструкций применяют башенные, гусеничные, пневмоколенные, козловые краны и др. Однако в условиях действующих предприятий использование этих машин во многих случаях ограничено из-за стесненности строительной площадки.

При реконструкции многоэтажных промышленных зданий, когда масса применяемых конструкций достигает 3 т, монтаж (демонтаж) выполняют башенным краном, движущимся с одной или двух сторон здания или по центральной оси здания в зависимости от ширины конструкций. При монтаже и демонтаже тяжелых конструкций и незначительной стесненности площадки можно использовать одновременно два башенных крана (см. рис. 9.1).

В практике реконструкции многоэтажных промышленных зданий нередко применяют самоподъемные башенные краны, а при высоте зданий до четырех этажей — козловые краны.

При реконструкции многоэтажных зданий с крановыми этажами (рис. 9.13) для демонтажа (монтажа) конструкций по вертикали целесообразно применять существующее крановое оборудование: мостовые краны, кран-балки, монорельсы. Промышленное грузоподъемное оборудование можно использовать при горизонтальном (поэтажном) монтаже конструкций, перемещая его на нижележащие этажи через специально устраиваемые монтажные проемы. При этом должны быть налажены четкая сигнализация и двусторонняя связь между крановщиком и монтажниками.

При реконструкции многоэтажных промышленных зданий довольно сложно организовать монтаж (демонтаж) конструкций, размещенных в межферменном пространстве. Технология монтажа в этих условиях усложняется необходимостью укладки плит перекрытия, опирающихся на нижние пояса балок или ферм. При подъеме и последующем повороте плит перекрытия в проектное положение возникает опасность удара их о конструкцию фермы или балки. Монтаж выполняют комплектом машин, включающим машины для сборки основных конструкций (колонн, ригелей, ферм, балок) и плит перекрытия в межферменном про-

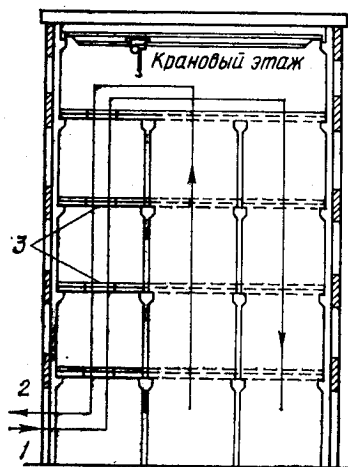


Рис. 9.13. Схема монтажа и демонтажа конструкций с использованием грузоподъемного оборудования в крановом этаже:

1 — перемещение конструкции при монтаже; 2 — то же, при демонтаже; 3 — монтажные проемы

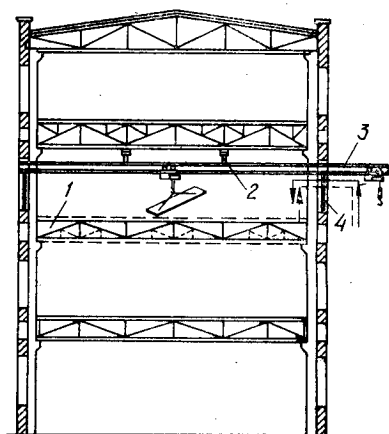


Рис. 9.14. Монтаж конструкций при реконструкции межферменного пространства с использованием подвесных монорельсовых систем:

1 — ферма, в пространстве которой ведется реконструкция; 2 — подвеска монорельса к вышележащим фермам; 3 — монорельс; 4 — опора «в окно»

странстве. Для монтажа основных конструкций используют краны, вписывающиеся в габариты строительной площадки с известными параметрами стесненности.

После выполнения этих работ балки или фермы закрепляют из плоскости временными связями, а под фермами первого этажа монтируют монорельсовую установку, с помощью которой собирают плиты перекрытия по нижнему и верхнему поясам. Монорельсовую систему необходимо монтировать над каждым межферменным пространством.

В период монтажа плит временные связи ферм или балок в монтажном пространстве поочередно снимают. Плиты перекрытия подают внутрь здания через проемы в существующих наружных стенах (рис. 9.14).

Легкие грузоподъемные средства, монтируемые в оконных проемах, используют для реконструкции многоэтажных промышленных, жилых и общественных зданий. Эти машины монтируются в оконных проемах на высоте, обеспечивающей вертикальный подъем грузов и подачу их внутрь зданий для установки на проектную отметку.

В зависимости от способа подачи грузов внутрь здания

краны могут быть монорельсовыми или поворотными. Они могут использоваться при монтаже мелкогабаритных элементов перекрытий, стен, перегородок, а также для вертикального перемещения длинномерных деталей при устройстве лесов и подмостей.

К таким кранам относятся кран-подъемник КП-0,6, кран конструкции СК-100 (разработан трестами Оргтехстрой и Сантехмонтаж Минстроя БССР), кран «Малютка» (трест Оргтехстрой Минстроя Литовской ССР), многопостовой канатный подъемник МКП-150 (трест Оргтехстрой Минстроя БССР) и др.

Для подъема и подачи конструкций и грузов в проемы многоэтажного здания наиболее часто используют кран-подъемник КП-0,6 грузоподъемностью 0,6 т, с максимальным вылетом монорельса 6,3 м, максимальной высотой подъема груза 20 м и общей массой 10,4 т (балласт 4 т).

С помощью крана-подъемника КП-0,6, перемещающегося по фронту здания, конструкции подают внутрь помещения на расстояние 4 м от внутренней поверхности стены. Грузы транспортируют к рабочему месту с помощью вертикального перемещения подъемной тележки с монорельсом и кареткой по направлению башни, а также перемещения каретки по монорельсу и монорельса перпендикулярно к стене реконструируемого здания. Дальнейшая модернизация крана-подъемника КП-0,6 позволила увеличить его маневренность и сократить трудозатраты при монтаже и демонтаже конструкций.

Наиболее эффективно при реконструкции зданий использовать кран-подъемник КП-0,6 в сочетании с другими грузоподъемными машинами и механизмами: с монорельсом, снабженным электротельфером — при значительных пролетах в однопролетных зданиях, отсутствии возможности для устройства рельсовых путей по фронту в двухпролетных зданиях при размещении балок параллельно рельсовым путям (рис. 9.15, а); с легким переносным краном типа «Пионер» и специальной тележкой, перемещаемой по наклонным настилам — при отсутствии опор для подвесного монорельса или размещения балок перпендикулярно к рельсовым путям в смежном пролете (рис. 9.15, б).

Если кран-подъемник КП-0,6 применяется без вспомогательного оборудования, то подача конструкций к месту укладки в зоне простенков ограничена и увеличивается объем ручных работ. Поэтому для монтажно-демонтажных работ целесообразно применять мобильный кран-манипулятор шарнирно-рычажного типа, разработанный лабораторией

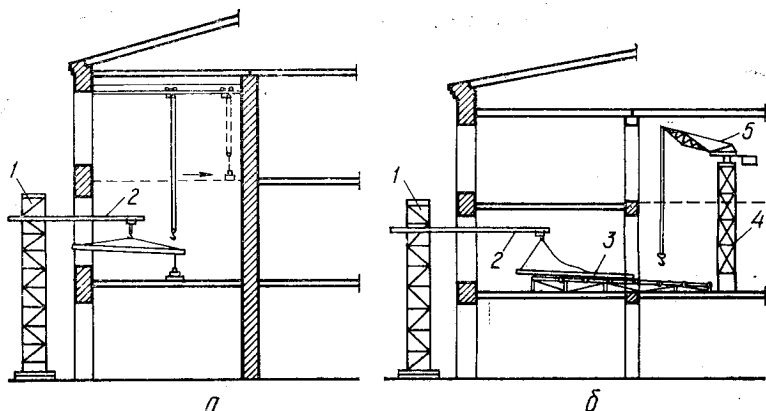


Рис. 9.15. Схемы организации демонтажно-монтажных работ подъемником КП-0,6:

*а* — в комплекте с монорельсом; *б* — в комплекте с краном типа «Пионер», установленным на монтажной башне; 1 — подъемник КП-0,6; 2 — монорельс; 3 — наклонные настилы; 4 — монтажная башня; 5 — крюк «Пионер»

механизации АКХ им. К. Д. Памфилова. Грузоподъемность крана-манипулятора составляет 0,5 т при максимальном вылете монорельса 7,5 м и высоте подъема груза 22 м, масса крана 15 т. Данная машина является универсальной. Она применяется на реконструкции объектов в Ленинграде. Могут быть применены также другие мобильные грузоподъемные машины для работы в очень стесненных условиях (например, телескопический кран ЦНИИОМТП).

Для подачи конструкций внутрь зданий и перемещения по этажу часто используют монорельсовые установки различных конструкций, в том числе консольные, основными элементами которых являются опоры «в окно», монорельсовый путь с промежуточными опорами и подвесками и грузоподъемные тельферы.

Опора «в окно» (рис. 9.16) выполняется в виде рамы с телескопическими стойками. Конструкции для монтажа и материалы от разборки складывают в зоне действия консоли монорельса, что позволяет вести погрузочно-разгрузочные работы без вспомогательных машин. При работе тельферов на консоли на промежуточных опорах возникает вибрация последних, для устранения которой на опорной раме устанавливают контргруз. Если высота оконного проема не позволяет перемещать конструкции вместе со стропами, то конструкции крепят к грузовому крюку специальными захватами, что позволяет уменьшить высоту строповки.

Для демонтажно-монтажных работ в многоэтажных зданиях могут быть использованы следующие средства на базе монорельсовых установок:

комплект монтажных средств инженера А. Б. Беляева, куда входят опора «в окно», перекрестный монорельс, звеньевой рольганг и козловой кран. Грузоподъемность комплекта 500 кг, высота подъема груза «в окно» и перекрестного монорельса 18 м, козлового крана 3 м. Наличие рольганга и перекрестного монорельса позволяет демонтировать конструкции в глубине здания;

комплект машин инженера В. А. Жукова, состоящий из балки-монорельса, консоли, выведенной через оконный проем, с тельфером грузоподъемностью 500 кг. Используется для подъема и перемещения блоков и грузов внутри здания через демонтажный проем и канатного устройства для перемещения конструкций внутри помещений к демонтажному проему. Канатное устройство состоит из двух тросов, шести блоков и двух лебедок;

монтажный комплект инженера В. Г. Яворского, в состав которого входят рольганг с краном типа «Пионер», служащий для разгрузки конструкций и подачи их внутрь здания и монорельса с тельфером, устанавливаемым вдоль здания для перемещения конструкций внутри помещений и установки их в проектное положение (рис. 9.17). Рольганг представляет собой швеллерную раму, состоящую из двух звеньев по 3,5 м каждая, соединенных цилиндрическим шарниром. На раме через 40 см закреплены подвижные ролики диаметром 50 мм. Во время транспортирования звенья складываются поворотом одного из них вокруг цилиндрического шарнира. С помощью средней телескопической опоры, крайней винтовой стойки и специального устройства на каждой части уклон рольганга можно изменять в ту или иную сторону.

При демонтаже конструкций вертикальное и горизонтальное перемещение материалов от разборки, предварительно спакетированных, осуществляют тельферами. Гори-

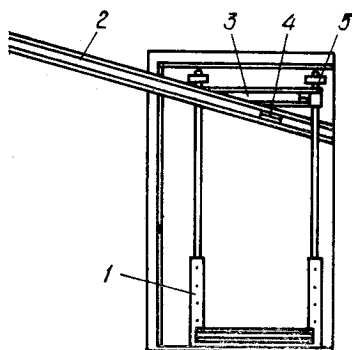


Рис. 9.16. Опора «в окно» монорельсовой установки:

1 — телескопическая стойка;  
2 — монорельс; 3 — поперечина;  
4 — захват для крепления монорельса; 5 — упорная гайка



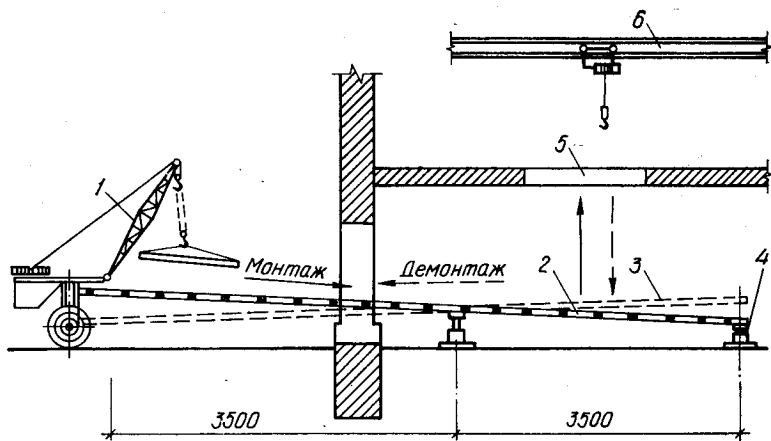


Рис. 9.17. Монтажный комплект монорельсовой установки с рольгангом: 1 — кран типа «Пионер»; 2 — неповоротный рольганг; 3 — поворотный рольганг; 4 — телескопическая опора; 5 — монтажный проем; 6 — монорельс

горизонтальное перемещение на уровне перекрытий первого этажа производится гравитационно по рольгангу (с уклоном из здания) через проемы первого этажа. Затем краном «Пионер» конструкции укладываются на транспортные средства. Во время монтажа конструкции подаются по рольгангу, имеющему уклон внутрь здания.

#### 9.4. Монтаж и демонтаж конструкций с использованием вертолетов

При реконструкции действующих предприятий монтаж, демонтаж и замену конструкций на небольших участках цеха или в местах плотной застройки, недоступных для подхода и установки обычных грузоподъемных средств, рекомендуется производить вертолетами. Монтаж конструкций вертолетами целесообразен при небольшом числе подъемов из-за высокой стоимости летного часа (табл. 9.1).

При реконструкции одноэтажных промышленных зданий вертолеты используют, когда зона монтажа находится на значительном удалении от наружных стен цеха. При этом до начала работ готовят площадки базирования вертолета, складирования и укрупнительной сборки конструкций (рис. 9.18). Подготовленный к монтажу конструктивный блок оснащают стропами и канатами-расчал-

Таблица 9.1. Техничко-экономические показатели некоторых типов вертолетов

Тип вертолета	Грузоподъемность на внешней подвеске, т	Стоимость одного летного часа, руб.	Норма гарантированного налета, ч	
			май—октябрь	другие месяцы
МИ-2	0,8	280	60	40
КА-26	1	280	60	40
МИ-4	1,3	450	60	40
МИ-8	3	1090	60	40
МИ-6	8	2200	50	40
МИ-10К	11	2200	50	40

Примечание. Оплата по тарифам за летний час производится за фактический налет часов, но не ниже гарантийных норм налета. Недолет часов до гарантийной нормы оплачивается в размере 60 %.

ками. До подъема блока осуществляют стыковку стропов с замком канатной подвески вертолета, зависающего над площадкой сборки. Затем блок поднимают и перемещают вертолетом к зоне монтажа конструкций. Для точной наводки и установки блок оснащают специальными монтажными приспособлениями-фиксаторами, а опорные конструкции здания — ловителями, в которые входят фиксаторы при посадке блоков в проектное положение.

Вертолеты могут осуществлять подцепку конструкций двумя способами: с посадкой и без посадки (в режиме висения).

*Подцепка с посадкой* производится следующим образом. Командир экипажа производит посадку вертолета так, чтобы груз был в поле его зрения. Бортоператор выпускает трос лебедки, а монтажники соединяют замок-сцепку с наконечником основного троса и укладывают трос лебедки на замке «змейкой». Командир экипажа производит взлет и вертикальный набор высоты с перемещением и зависанием вертолета строго над конструкцией, а оператор координирует действия по перемещению вертолета и при помощи лебедки подтягивает основной трос до запираения наконечника в гидрозамке.

*Подцепка груза в режиме висения* может осуществляться при помощи троса лебедки и основного троса, заранее установленного на гидрозамок. При этом способе вертолет зависает на 2—3 м выше конструкции и на 15 м вправо от нее так, чтобы груз был виден командиру экипажа. Борт-

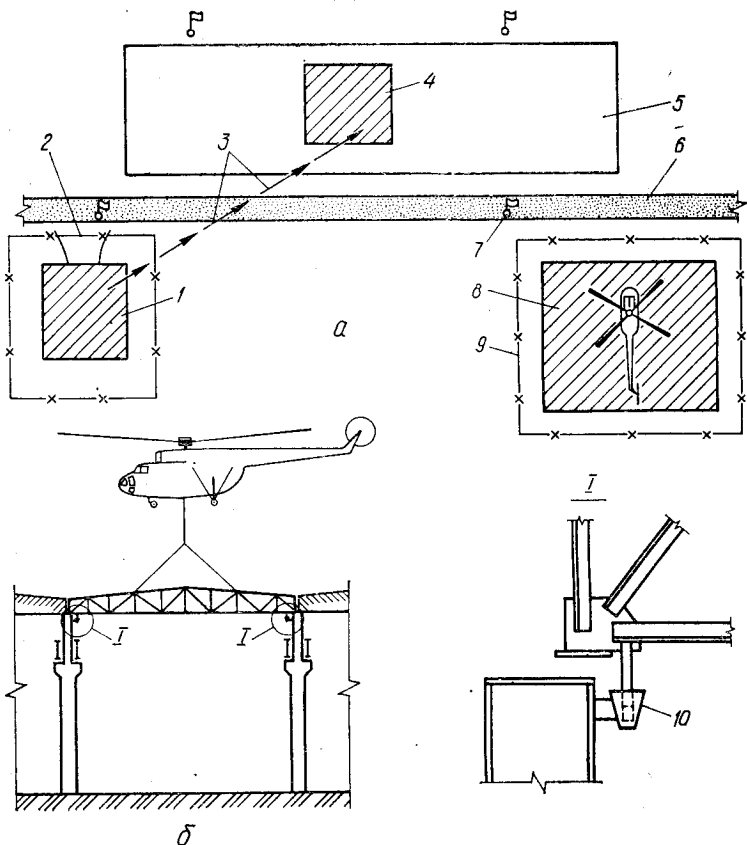


Рис. 9.18. Схема использования вертолета для монтажа конструкций: а — схема организации монтажной площадки; б — схема монтажа стропильной фермы; 1 — площадка укрупнительной сборки; 2 — шлаглаум; 3 — направление перемещения вертолета с конструкциями; 4 — зона монтажа конструкций; 5 — реконструируемый цех; 6 — атодорога; 7 — сигнальщик; 8 — площадка для вертолета; 9 — проволочное ограждение; 10 — улавливающая воронка

оператор выпускает трос лебедки с замком сцепки на необходимую длину, а монтажники соединяют его с наконечником основного троса. Во время перемещения вертолета в сторону груза оператор при помощи лебедки подтягивает трос до запираения наконечника в гидрозамке.

Производство работ с использованием вертолета МИ-10К осуществляется в следующей последовательности: монтируемый элемент стропуется стропами; вертолет поднимается и зависает над конструкцией, подготовленной к

монтажу; монтажный строп стыкуется с замком тросовой подвески вертолета; вертолет натягивает тросовую подвеску, отрывает элемент от земли, набирает высоту и перемещается к месту установки; летчик-пилот осуществляет грубую наводку монтируемого элемента и передает управление летчику-монтажнику, сидящему в специальной кабине лицом к хвосту вертолета; летчик-оператор снижает вертолет и производит зависание с обеспечением расстояния между опорными частями монтируемой конструкции и ее посадочным местом не менее 1,5—2 м; летчик-оператор снижает вертолет со скоростью 0,1—0,2 м/с, а наземная бригада монтажников производит стыковку монтажных приспособлений (ловителей), посадку монтируемой конструкции в проектное положение и временное закрепление конструкции; летчик-оператор немного снижает вертолет, а наземная бригада отцепляет крюки-карабины подвесной системы от конструкции.

Монтажные работы с помощью вертолета производят при благоприятной погоде: непорывистом ветре со скоростью не более 10 м/с, видимости не менее 2 км, высоте нижней кромки облаков не менее 200 м. Должна быть установлена УКВ-связь вертолета с монтажной площадкой и площадкой складирования. Руководитель полетов должен находиться с радиостанцией на монтажной площадке для связи с вертолетом, а в зоне монтажа должны быть только его непосредственные участники. На внутривоздушных дорогах, пересекаемых трассой вертолета, выставляют сигнальщики и останавливают движение транспорта во время перемещения вертолета с грузом. На трассе полета вертолета с грузом запрещается нахождение людей.

В последние годы стали широко применять вертолеты при демонтаже и монтаже высотных сооружений (дымовых труб, башен, искрогасителей и т. п.). Так, например, вертолет МИ-6 применялся для демонтажа металлической дымовой трубы при реконструкции Дворца культуры работников коммунального хозяйства во Львове в условиях плотной застройки, когда использование другого монтажного оборудования было невозможно. Труба высотой 22 м, диаметром 600 мм и массой 2 т была демонтирована в два этапа вертолетом МИ-6 за 40 мин. Вертолет работал над двором-колодцем с одной открытой стороной, где размещалась труба.

На ПО «Харьковский тракторный завод» использовали вертолет МИ-10К при реконструкции искрогасителей вагранок плавильного цеха, представляющих собой металлические цилиндрические конструкции, расположенные над кровлей цеха высотой около 20 м. В процессе реконструкции искрогасители демонтировались блоками, масса которых соответствовала грузоподъемности вертолета (8,5 т). Поскольку каждый из четырех искрогасителей был разбит на два блока, в процессе демонтажнo-монтажных работ было выполнено 16 подъемов.

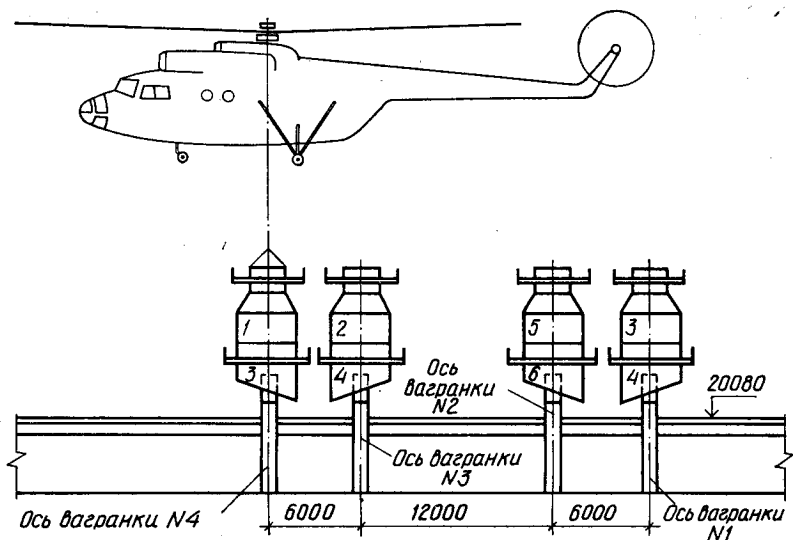


Рис. 9.19. Последовательность демонтажа (1...6) искрогасителей вагранок плавильного цеха ПО «Харьковский тракторный завод» с использованием вертолета МИ-10К

В первую очередь были демонтированы и заново смонтированы искрогасители вагранок № 3 и 4. Демонтаж искрогасителей вагранок № 1 и 2 производился после полного окончания монтажа искрогасителей вагранок № 1 и 2 (рис. 9.19).

На специальной площадке при помощи крана МКГ-16 перед монтажом производили укрупнительную и контрольную сборку блоков новых искрогасителей с последующим контрольным взвешиванием на кране МКГ-16 с динамометром. Перед началом монтажа было выполнено ограждение кровли натянутым по ее периметру канатом на расстоянии 17,5 м от крайнего искрогасителя.

Монтаж и демонтаж производили вертолетом при скорости ветра до 10 м/с. Сигнализация при вертолетном монтаже осуществлялась с помощью переносных радиостанций.

При демонтаже блоков искрогасителей два монтажника поднимались на верхнюю площадку и после зависания вертолета над верхним блоком соединяли электрозамок подвески вертолета со звеном монтажного стропа. Затем монтажники опускались на кольцевую площадку нижнего блока, вынимали болты из опорных столиков, опускались по лестницам на кровлю здания и отходили на расстояние до 20 м от искрогасителей. После этого вертолет поднимал и транспортировал его на монтажно-вертолетную площадку.

Применение вертолета МИ-10К при реконструкции искрогасителей вагранок плавильного цеха позволило значительно сократить продолжительность демонтажно-монтажных работ.

## **9.5. Техника безопасности при монтажно-демонтажных работах**

При подготовке монтажных машин к работе серьезное внимание должно быть обращено на возможность нормального обзора площадки из кабины крановщика. При необходимости следует изменять систему остекления кабины для улучшения условий наблюдения и обзора.

Важнейшим условием успешной работы является полное доверие смежнику. Крановщик, например, должен быть уверен в четкости работы такелажников и монтажников, и наоборот. Так, при производстве монтажных (демонтажных) работ в стесненных условиях необходимо обеспечить четкое взаимодействие бригады монтажников с крановщиком.

В особо ответственных случаях (при применении сложного такелажа методом поворота, надвигке конструкций, подъеме двумя механизмами и т. п.) сигнал подаст мастер или производитель работ. Машинисты кранов и мотористы лебедок должны быть заранее осведомлены, чьим командам подчиняться. При монтаже (демонтаже) вне поля зрения между машинистом крана и монтажниками устанавливается радио- или телефонная связь, а в случае ее отсутствия назначаются промежуточные сигнальщики из числа стропальщиков. При работе спаренных кранов следует применять автоматическую или полуавтоматическую сигнализацию.

Монтаж оборудования и конструкций двумя кранами можно производить только в соответствии с технологической картой, где должны быть приведены схемы строповки и перемещения грузов с указанием последовательности операций, положения грузовых канатов и требований к подготовке и состоянию пути передвижения кранов, а также других указаний по безопасному ведению работ.

Все монтажные машины после их установки проходят технологическое освидетельствование, осмотр, статические и динамические испытания. Испытание должно проводиться в соответствии с требованиями СНиП III-4-80, правил и инструкций, утвержденных органами Государственного надзора, а также заводов-изготовителей по эксплуатации данного оборудования.

В соответствии с требованиями техники безопасности запрещается производить монтажные работы в охранной зоне высоковольтной линии без согласования с организацией, эксплуатирующей ее.

На башенных кранах необходимо устанавливать противоугонные захваты. Кроме того, на грузоподъемных машинах устанавливают ограничители грузоподъемности, высоты подъема, горизонтального перемещения по рельсовым путям, указатель и ограничитель вылета стрелы (монорельса), а также приборы для измерения силы ветра (анемометры). При работе в стесненных условиях во избежание задевания стрелой препятствия устанавливают ограничители поворота стрелы крана.

Такелажники должны быть обеспечены прочными, испытанными такелажными приспособлениями соответствующей грузоподъемности и инструктивными документами по их эксплуатации.

До начала и периодически во время работы должна проверяться монтажная оснастка. Перед использованием ее испытывают грузом, который на 10 % больше расчетного. Стропы и чалочные цепи испытывают через 6 мес. нагрузкой, превышающей их грузоподъемность в два раза. Кроме периодических испытаний, стропы подлежат регулярному осмотру и выбраковке. Места строповки элементов перед их монтажом четко различают. При строповке конструкций с острыми ребрами между стропами и ребрами ставят прокладки, предохраняющие трос от перетирания.

Стропы оборудуют ковшами и крюками с защелками, при этом износ крюка не должен превышать 10 % первоначальной высоты сечения.

Запрещается подтягивать конструкцию перед подъемом, петли стропа следует надевать по оси зева крюка, а крюк устанавливать по центру строповки.

Конструкции перед подъемом должны быть очищены от земли и льда. Перемещение и подъем конструкций, засыпанных землей или снегом, примерзших к земле или с незакрепленными элементами, не допускается. Находиться людям на перемещаемых конструкциях категорически запрещается. Горизонтальное перемещение демонтажных блоков, пакетов и конструкций должно производиться на высоте не менее 50 см над выступающими после демонтажа элементами зданий.

Все проемы и отверстия в междуэтажных перекрытиях должны быть своевременно заделаны, а монтажные проемы ограждены поручнями на высоту 110 см с установкой бортовой доски высотой не менее 15 см.

Снимать стропы с груза после установки его в проектное положение разрешается после надежного закрепления конструкций, ее анкеровки или самофиксации.

Работы по монтажу и демонтажу кранов производят при ветре силой не более трех баллов, за исключением районов с сильными ветрами, где действуют местные инструкции. При ветре силой более шести баллов работу кранов прекращают, закрепляя их противоугонными устройствами. При сильном ветре (более 15 м/с) принимают дополнительные меры по закреплению кранов в соответствии с инструкциями по их эксплуатации.

## **ГЛАВА 10. ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И ЭФФЕКТИВНЫХ КОМПЛЕКТОВ МАШИН**

### **10.1. О выборе рациональной технологии строительно-монтажных работ в условиях действующего предприятия**

Для эффективного выполнения строительно-монтажных работ в стесненных условиях рабочих площадок действующих предприятий проектировщики и строители должны иметь в своем распоряжении методические указания и нормативно-справочные материалы для оперативного выбора рациональных технических решений.

Коллективом кафедры технологии строительного производства КИСИ совместно с работниками Минпромстроя СССР и других организаций рассмотрены вопросы технологии и организации трудоемких строительных процессов, выполняемых в стесненных условиях при расширении и реконструкции промышленных предприятий. Опубликованы методические рекомендации по технологической подготовке производства СМР, по разборке и разрушению строительных конструкций, а также по производству отдельных видов строительных работ при реконструкции промышленных предприятий ([16] и др.). На основе этих материалов разработаны организационно-технологические правила (ОТП) производства земляных и свайных работ, работ по устройству монолитных железобетонных фундаментов и подземных трубопроводов, выполняемых в стесненных условиях.

Значительной особенностью разработанных ОТП является их универсальность, т. е. возможность использования для реконструируемых предприятий независимо от отрасли промышленности и типа предприятия. Это обусловлено тем, что при выполнении одних и тех же строительных процессов в стесненных условиях различных предприятий общими исходными параметрами являются: номенклатура и физи-



ческие объемы работ данного вида, параметры рабочей зоны стесненной площадкой (ширина  $B$ , длина  $L$ , высота от пола до верхнего ограничения существующими конструкциями  $H$ ), геометрические размеры реконструируемых конструкций, габариты и рабочие параметры применяемых машин и оборудования, а также заданные сроки производства работ.

Степень стесненности работ определяется отношениями рабочих параметров используемых машин и оборудования к геометрическим размерам рабочих площадок. Например, в одних и тех же условиях рабочей площадки машины небольших типоразмеров могут работать без снижения производительности, а применение машин больших типоразмеров сопряжено с потерей их производительности или вообще невозможно.

В состав ОТП (для каждого вида строительных работ) включены методические указания по выбору рациональной технологии производства работ; возможные типовые технологические схемы производства работ, разработанные с учетом привязки рабочих параметров всех применяемых средств механизации к геометрическим размерам рабочих площадок, а также справочно-нормативные данные для выбора рациональной технологии производства работ.

По каждой типовой технологической схеме (см. рис. 4.2, 4.3, 8.6, 8.7 и др.) приведены указания по технологии и организации производства работ, область применения, комплект машин, оборудования и инвентаря, состав звена рабочих и калькуляция трудозатрат на производство работ в расчете на принятую единицу физического объема.

В справочно-нормативных материалах для всех средств механизации, выпускаемых нашей промышленностью, приведены их технологические характеристики, данные по вписываемости габаритов машин при поворотах в прямоугольные проезды различной ширины (рис. 10.1), а также данные о возможности тупиковых и кольцевых обратных разворотов машин в пределах стесненных рабочих площадок.

При невозможности движения машин по внутрицеховым проездам доставка их в рабочую зону осуществляется мостовыми кранами действующего цеха или через специальные рабочие проемы в стенах или крыше реконструируемого здания.

Таким же образом в рабочую зону можно доставлять некоторые материалы и изделия и удалять из нее разрушенный бетон, разработанный грунт и т. п.

Когда рабочие параметры машин и оборудования пре-

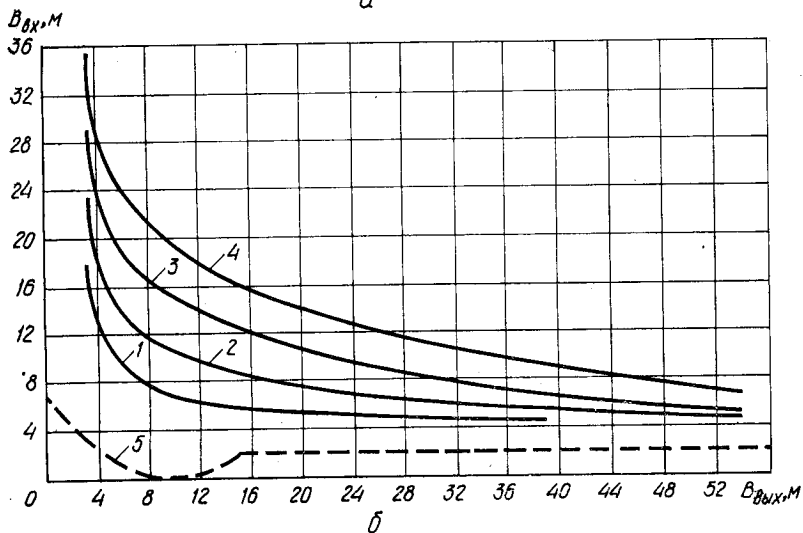
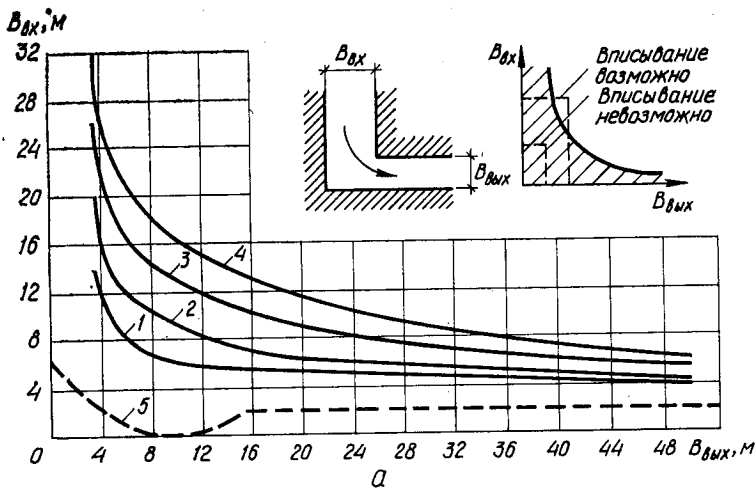


Рис. 10.1. Вписываемость в прямоугольный проезд седельных тягачей с полуприцепами:

*a* — КамАЗ; *б* — МАЗ; 1 — с полуприцепом 6 м; 2 — то же, 12 м; 3 — то же, 18 м; 4 — то же, 24 м; 5 — внешняя габаритная кривая тягача

вышают ширину рабочей площадки, их эксплуатационная производительность снижается по сравнению с нормативной. При этом необходимо принимать поправочные коэффициенты, учитывающие увеличение рабочего цикла применяемых средств механизации.

Эксплуатационная производительность машин при работе в стесненных условиях  $P_{ст}$ , м<sup>3</sup>/ч, при реконструкции действующих предприятий определяется по формуле

$$P_{ст} = \frac{P_n \cdot K_n \cdot K_c}{K_{yc}} = \frac{8,2 \cdot V_n \cdot K_n \cdot K_c}{N_{вр} \cdot K_{yc}},$$

где  $P_n$  — эксплуатационная сменная производительность (выработка) машин при работе в нормальных условиях;  $K_n$  — коэффициент использования машины во времени:

$$K_n = 1 - \sum K_i,$$

где  $\sum K = K_1 + K_2 + \dots + K_n$  — коэффициент учета перерывов в работе в зависимости от влияния отдельных факторов (значения коэффициентов  $K_1, K_2, \dots, K_n$  изменяются от 0,02 до 0,08);  $K_c$  — коэффициент учета совместной работы машин ( $K_c = 0,8 \dots 1,0$ );  $K_{yc}$  — коэффициент изменения длительности рабочего цикла из-за стесненных условий работы ( $K_{yc} = 1 \dots 1,5$ );  $V_n$  — измеритель объемов работ по ЕНиР; 8,2 — расчетная (средне недельная при 5 рабочих днях) продолжительность рабочей смены, ч;  $N_{вр}$  — норма времени по ЕНиР.

Выбрав по рабочим параметрам возможные для работы в данных условиях комплекты машин и определив по приведенной выше формуле их сменную эксплуатационную производительность, находят необходимое количество машин данного типоразмера, обеспечивающих заданный темп работ, а при невозможности их размещения рассматривают варианты применения машин меньших типоразмеров.

При производстве строительных работ в реконструируемых цехах действующих промышленных предприятий должны учитываться особые условия, присущие каждому конкретному предприятию (например, недопустимость ударных и вибрационных нагрузок, загазованности), которые влияют на выбор технологии и организации строительных процессов и вносят дополнительные требования к технике безопасности.

Выбор эффективных организационно-технологических решений при проектировании и производстве строительно-монтажных работ на реконструируемых объектах (с использованием вышеуказанных ОТП) производится в такой последовательности:

1. Формируются необходимые исходные данные для проработки технических решений по рациональному ведению

данных строительных работ на реконструируемом объекте (номенклатура и физические объемы СМР, параметры рабочей зоны площадки, геометрические размеры реконструируемых строительных конструкций, заданные сроки выполнения СМР, особые условия действующего предприятия).

2. Производятся соответствующие мероприятия по инженерной технологической подготовке производства работ (проверка наличия проектной технической документации и ее согласование с соответствующими организациями, устройство складов для необходимых конструкций и материалов, наличие требуемых средств механизации и др.).

3. По типовым схемам, используя приведенные справочно-нормативные материалы, рассматриваются возможные для данных условий варианты технологии и организации производства работ с учетом техники безопасности.

4. На стадии разработки ППР производится выбор рационального варианта (при большом количестве возможных вариантов — оптимального, с использованием ЭВМ) и в случае необходимости подаются заявки в соответствующие организации на получение недостающих средств механизации, обеспечивающих наиболее эффективное выполнение СМР в конкретных условиях.

5. На стадии производства работ по материалам ОТП (с помощью приведенных справочных таблиц и графиков) производится оперативный выбор рационального варианта технологии и организации работ с учетом технологических возможностей данной строительной организации.

6. По выбранной технологии производства работ (с использованием методических указаний ОТП) формируются эффективные комплекты машин с определением требуемого количества машин и оборудования и состава звеньев рабочих, обеспечивающих выполнение заданного объема работ в требуемые сроки для данных условий.

Приведенная методика выбора эффективных организационно-технических решений по производству СМР в стесненных условиях также может быть использована для аналогичных условий на пусковых строительных объектах.

## **10.2. Определение области эффективного применения комплектов машин для земляных работ**

Выбор рациональных комплектов машин и области их эффективного применения в условиях реконструкции рассмотрим на примере земляных работ. Выбор машин может

быть произведен на основании «Организационно-технологических правил производства земляных работ при реконструкции промышленных предприятий» [16], состоящих из четырех частей:

Часть I. Основные положения.

Часть II. Правила выбора рациональной технологии производства земляных работ.

Часть III. Типовые технологические схемы производства земляных работ (схемы №№1—70).

Часть IV. Справочно-нормативные данные для выбора рациональной технологии производства земляных работ.

Вопросы выбора рациональных комплектов машин для реконструктивных работ рассмотрены в частях II и III с соответствующими ссылками и обоснованиями, изложенными в других частях. Ниже вкратце излагается содержание части II Правил.

**Общие положения.** Правила предусматривают максимальную степень внедрения механизации технологических процессов, научно обоснованное применение в стесненных условиях эффективных машин и оборудования, в том числе новых средств, освоенных машиностроительной промышленностью в последние годы.

Выбор рационального варианта технологии устройства земляных сооружений основан на целенаправленном переборе возможных вариантов производства работ с учетом ограничений (вписываемости и габаритов машин, размеров рабочих площадок и степени стесненности и т. д.).

Для сокращения количества рассматриваемых вариантов определены типовые технологические схемы выполнения процессов при устройстве земляных сооружений в стесненных условиях (часть III Правил). При этом выбранный рациональный вариант технологии устройства земляных сооружений обеспечивает наибольшую эффективность выполнения работ по приведенным затратам и минимальную трудоемкость.

**Последовательность выбора рациональной технологии.** Выбор рациональной технологии устройства земляных сооружений при реконструкции предприятий и в стесненных условиях должен производиться в следующей последовательности:

производится анализ проектной документации и материалов обследования действующего предприятия;

выбираются варианты производства работ по типовым технологическим схемам (исходные материалы в части III Правил);

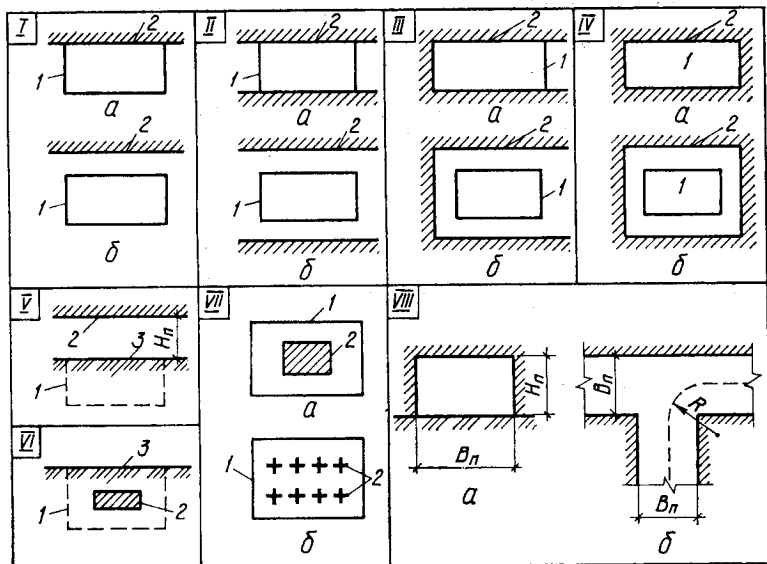


Рис. 10.2. Типовые схемы стесненности:

Ограничения фронта работ: I—IV, — по размерам в плане:  $a$  — при совмещении границы фронта работ с границей ограничений;  $b$  — то же, без совмещения; V — по высоте проезда  $H_n$ ; VI — при наличии подземных конструкций и коммуникаций; VII — с внутри расположенными подземными конструкциями;  $a$  — отдельно стоящей;  $b$  — рассредоточенными; VIII — ограничения по вписываемости в проезд:  $a$  — по ширине ( $B_n$ ) и высоте;  $b$  — по радиусу поворота; 1 — зона производства работ; 2 — ограничения зоны производства работ; 3 — разрабатываемый грунт

выбираются машины и оборудование для производства работ в заданных условиях (часть III);

определяется удельный вес механизированных и ручных работ;

формируется комплект машин и механизмов, состав и количество звеньев рабочих;

определяются технико-экономические показатели устройства земляных сооружений различными способами и на основе их сравнения выбирается наиболее рациональный вариант технологии производства работ (исходные данные для расчетов в части IV Правил).

**Анализ проектной документации и материалов обследования действующего предприятия.** Анализ проектной документации производится в соответствии с § 2.3. В результате анализа определяют:

структуру процессов, объемы земляных работ и сроки их выполнения;

свойства разрабатываемых грунтов;  
тип и параметры стесненности рабочих мест (в соответствии с рис. 10.2);

ограничения, накладываемые на методы производства (допустимость динамических воздействий, вибрации, остановки основного производства, совмещения строительных работ с основной деятельностью предприятия);  
гидрогеологические и климатические условия.

**Выбор вариантов производства работ, машин и оборудования.** На основании проведенного анализа и установленных ограничений определяются способы производства работ по процессам; по установленному типу стесненности выбираются возможные типовые технологические схемы выполнения работ, а также типы машин и оборудования (по материалам части III Правил).

Подбор машин и оборудования производится по таблицам технологических характеристик машин и оборудования, а также по таблицам, характеризующим вписываемость машин в проезды (часть IV Правил).

При выборе вариантов предпочтение следует отдавать машинам, которые можно использовать при выполнении нескольких процессов и при устройстве различных земляных сооружений.

**Формирование комплекта машин и механизмов, состава и количества звеньев рабочих.** На первом этапе определяются объемы работ, выполняемые механизированным и ручным способами. Объемы земляных работ, выполняемые вручную, определяют в соответствии с перечнем, приведенным в части I Правил.

Эксплуатационная производительность машин определяется по приведенной на с. 238 формуле, а количество машин и оборудования в комплекте

$$N_M = V_M / (\Pi_{ст} \cdot T_p \cdot n_{см} \cdot t_{см}),$$

где  $V_M$  — объем земляных работ, выполняемых механизированным способом, м<sup>3</sup>;  $T_p$  — заданные сроки выполнения работ, сут.

Количество рабочих для выполнения заданного объема ручных работ  $V_p$  в установленные сроки

$$n_p = \frac{V_p \cdot Q_p \cdot K_k}{T_p \cdot n_{см} \cdot t_{см}},$$

где  $Q_p$  — трудоемкость единицы объема ручных работ, чел.-ч;

$K_n$  — коэффициент использования рабочего времени,  $n_{см}$  — количество рабочих смен в сутки;  $t_{см}$  — продолжительность рабочей смены, ч.

Определяется возможность размещения выбранных комплектов машин и рабочих при устройстве конкретных земляных сооружений. При невозможности размещения комплекта машин он из дальнейшего рассмотрения исключается.

**Выбор рационального варианта производства работ.** По каждому из рассматриваемых вариантов производства работ определяется минимальное значение удельных приведенных затрат:

$$Z = C + E_n \cdot K,$$

где  $Z$  — удельные приведенные затраты на устройство сооружения, руб/м<sup>3</sup>;  $C$  — себестоимость устройства сооружения, руб/м<sup>3</sup>;  $E_n$  — нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (0,15);  $K$  — удельные капитальные вложения, руб/м<sup>3</sup>.

Для определения приведенных затрат на устройство выемок отдельными машинами или комплектами машин сравнение вариантов можно производить по специальным номограммам (точность определения до 4 % по сравнению с аналитическими расчетами) [16].

Для построения номограммы предыдущую формулу можно представить в следующем виде:

$$Z = \frac{1,08}{V_m} C_{ед} + C_{пер}L + \frac{1,08}{\Pi_{ст}} \left[ \frac{\Pi}{T_r} \left( A + \frac{0,15}{1,08} \right) + C_{гэ} \right],$$

где  $Z$  — удельные приведенные затраты на устройство выемок машинами (комплектами), руб/м<sup>3</sup>;  $V_m$  — объем земляных работ, выполняемых механизированным способом, м<sup>3</sup>;  $C_{ед}$  — единовременные затраты на перебазирование машины (комплекта), руб.;  $C_{пер}$  — себестоимость перебазирования машин (комплекта) на расстояние 1 км, руб.;  $L$  — расстояние перебазирования машины (комплекта), км;  $\Pi_{ст}$  — эксплуатационная выработка машины (комплекта), м<sup>3</sup>/ч;  $\Pi$  — инвентарно-расчетная стоимость машины (комплекта), руб.;  $T_r$  — количество работы машины (комплекта) в году;  $A$  — норма амортизационных отчислений, %;  $C_{гэ}$  — себестоимость одного машино-часа работы машины (комплекта) без учета единовременных затрат, руб.

Определяем удельные приведенные затраты устройства



выемки по вариантам с использованием номограмм [16].  
Построение выполняем согласно ключу:

1.  $\Pi \rightarrow A \rightarrow T_{\Gamma} \rightarrow C_{\text{тэ}} \rightarrow \Pi_{\text{ст}} \rightarrow \Pi$
2.  $L \rightarrow C_{\text{пер}} \rightarrow C_{\text{пр}} \rightarrow V_{\text{м}} \rightarrow I \rightarrow 3.$

Здесь: 1. Инвентарно-расчетная стоимость  $\rightarrow$  амортизационные отчисления  $\rightarrow$  годовое число часов работы  $\rightarrow$  себестоимость одного машино-часа работы  $\rightarrow$  эксплуатационная выработка  $\rightarrow$  ось  $\Pi$   $\rightarrow$  отражается под углом  $45^\circ$ .

2. Расстояние перебазирования машины  $\rightarrow$  себестоимость перебазирования на расстояние 1 км  $\rightarrow$  затраты на перебазирование, независящее от расстояния  $\rightarrow$  объем земляных работ  $\rightarrow$  ось  $I$   $\rightarrow$  проводим прямую перпендикулярно оси  $\Pi$  до пересечения с лучом, отраженным под углом  $45^\circ$  от оси  $\Pi$ . Получаем точку, проекция которой дает величину удельных приведенных затрат  $3$  [16].

Для выбора рационального варианта производства работ, кроме приведенных затрат, учитываются продолжительность, трудоемкость работ.

## **ГЛАВА 11. ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ**

### **11.1. Методы определения экономической эффективности реконструкции промышленных предприятий**

Экономическая целесообразность реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий обеспечивается за счет сокращения капитальных вложений по сравнению с новым строительством. При реконструкции уменьшается расход и интенсивность использования материально-технических, трудовых и энергетических ресурсов. Вместе с тем в результате реконструкции может быть обеспечен прирост объема выпускаемой продукции предприятием, снижение издержек промышленного производства, обновление ассортимента и улучшение качества производимой продукции, улучшение условий труда рабочих предприятия.

Многорезультативный характер реконструкции предприятий предопределяет особый подход к определению экономической эффективности обновления основных производственных фондов действующих предприятий. В качестве основного критерия эффективности реконструкции объекта

принимаются удельные капитальные вложения, в общем виде определяемые по формуле [11]

$$K_{уд} = \frac{K_n - K_n + K_y}{M_n - M_b},$$

где  $K_n$  — вновь вкладываемые капитальные вложения на реконструкцию предприятия, руб.;  $K_n$  — стоимость основных фондов, высвобождающихся в результате реконструкции и передаваемых для дальнейшего использования на другие участки народного хозяйства, руб.;  $K_y$  — убытки от ликвидации действующих основных фондов в результате реконструкции предприятия, включая убытки от сноса зданий, сооружений и коммуникаций, попадающих в район расширения площадей реконструируемого предприятия, руб.;  $M_n$  — стоимость вновь вводимых мощностей, руб.;  $M_b$  — стоимость мощностей, выбывающих из производственного процесса предприятия, руб.

При проектировании реконструкции промышленных предприятий важное значение имеет выбор оптимальных вариантов проектных решений по организации и производству строительного-монтажных работ. Экономическое обоснование решений по организации реконструкции предприятий осуществляется в соответствии с Инструкцией по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительстве.

Выбор варианта организации и производства реконструктивных работ осуществляется по минимуму народно-хозяйственных потерь за весь период реконструкции, которые определяются размером приведенных затрат, руб.:

$$Z = C_i + E_n K_i \rightarrow \min,$$

где  $C_i$  — себестоимость (единицы или годового объема) продукции по  $i$ -му варианту реконструкции, руб.;  $E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;  $K_i$  — капитальные вложения в  $i$ -й вариант организации реконструкции, руб.

Организационно-технологические решения, принимаемые при разработке ПОС<sub>(р)</sub> и ППР<sub>(р)</sub>, оказывают существенное влияние на эффективность деятельности самого производственного предприятия, а также на результаты работы строительной организации, осуществляющей реконструкцию предприятия. Поэтому при оценке проектных решений необходимо учитывать интересы как предприятия-заказчика, так и строительной организации-подрядчика.

Основным критерием оценки сравнительной эффектив-

ности организационных решений при разработке ПОС<sub>(р)</sub> принимается минимальная величина суммарных потерь  $\Pi_i$  за весь период проведения реконструкции:

$$\Pi_i = \Pi_{i1} + \Pi_{i2} - \Xi_i,$$

где  $\Pi_{i1}$  — условные потери от капитальных вложений в период реконструкции;  $\Pi_{i2}$  — потери в результате остановки действующего производства на период реконструкции;  $\Xi_i$  — эффект от изменения мощности предприятия в период реконструкции в результате постепенного прироста выпуска продукции и сокращения продолжительности реконструкции;  $i$  — номер варианта.

Для сокращения потерь промышленных предприятий при их реконструкции используют следующие резервы:

частичную (вместо полной) остановку производственного процесса предприятия минимальными по размерам участками;

перенос производства реконструируемого участка во временные здания;

создание запасов сырья и полуфабрикатов, выпускаемых на останавливаемых участках производства;

повышение сменности работы оборудования на производственных участках, выпускающих однородную продукцию;

использование полуфабрикатов, поставляемых с других аналогичных предприятий.

Сокращение потерь в сфере строительного производства может быть обеспечено за счет:

широкого внедрения индустриальных конструкций и организационно-технологических решений, обеспечивающих интенсификацию строительных процессов с минимальной продолжительностью выполнения работ и трудоемкостью их производства;

сокращения объемов СМР в остановочный период производства и максимального их выполнения в доостановочный и послеостановочный периоды;

применения поточных методов производства СМР и их концентрации;

концентрации материально-технических и трудовых ресурсов на останавливаемых участках производства;

максимального применения средств механизации и автоматизации строительных процессов.

Использование указанных резервов сокращения производственных потерь предприятия и потерь, связанных с производством СМР, обеспечивает повышение эффективно-

сти всего процесса переустройства действующих предприятий.

При определении сравнительной экономической эффективности результативные данные рассматриваемого проекта реконструкции сопоставляются с проектами нового строительства аналогичных объектов, вариантами реконструкции других однотипных предприятий или с показателями данного предприятия до его реконструкции.

Для обоснования эффективности реконструкции используют систему показателей, основными из которых являются: повышение производительности труда или снижение трудоемкости выпуска единицы промышленной продукции, снижение себестоимости продукции, сроки окупаемости дополнительных капиталовложений и др.

В проектной практике используются следующие наиболее характерные расчеты экономической эффективности реконструкции объектов.

Эффект от реконструкции предприятия, направленной на повышение технического уровня без увеличения его мощности, определяется по формуле

$$Z_1 = V_0(V_1 + E_n K_p),$$

где  $V_0$ ,  $V_1$  — ежегодные текущие затраты производства по объекту соответственно до и после реконструкции;  $K_p$  — капитальные вложения на реконструкцию объекта.

Для определения эффекта от реконструкции и расширения действующего предприятия с увеличением объема выпускаемой продукции используют формулу

$$Z_2 = (V_0 + V_{н.с} + E_n K_{н.с}) - (V_1 - E_n K_p),$$

где  $V_{н.с}$  — годовые текущие затраты производства при новом строительстве; объем производства на новостройке принимается равным приросту продукции на действующем предприятии после его реконструкции;  $K_{н.с}$  — капитальные вложения на строительство нового объекта.

При полном моральном износе объекта целесообразность его реконструкции или замены новым определяется сопоставлением показателей проекта реконструкции с показателями проекта нового строительства. Для этого можно использовать зависимость

$$Z_3 = (V_{н.с} + E_n K_{н.с}) - (V_1 + E_n K_p).$$

При этом если  $Z_3 > 0$ , то реконструкция целесообразна, если  $Z_3 < 0$  — старый объект целесообразно исключить из эксплуатации.

В общем случае при расширении, реконструкции и техническом перевооружении промышленных предприятий (цехов, технологических линий, вспомогательных производств и т. п.) приведенные затраты по рассматриваемым вариантам организации строительного производства могут быть определены по формуле

$$\begin{aligned} \Pi_p = & \sum_{t=1}^T C_{K,t} (1 + E_{H.п})^{T-1} + \sum_{t=1}^T (\Phi_{K,t}^{осн} + \\ & + \Phi_{K,t}^{об}) (1 - E_{H.п})^{T-1} + \sum_{t=1}^T \Pi_{K,t}^{пр} (1 + E_{H.п})^{T-1} + \\ & + \sum_{t=1}^T \Pi_{K,t}^{стр} (1 + E_{H.п})^{T-1} - \mathcal{E}_K^y - \mathcal{E}_K^в, \end{aligned}$$

где  $T$  — продолжительность реконструкции;  $t$  — порядковый год реконструкции ( $t=1, 2, 3, \dots, T$ );  $C_{K,t}$  — сметная стоимость СМР по варианту организации строительного производства  $K$  в  $t$ -м году реконструкции;  $E_{H.п}$  — нормативный коэффициент приведения, принимаемый в соответствии с Инструкцией по определению эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений;  $\Phi_{K,t}^{осн}$  — капитальные вложения в основные производственные фонды по варианту организации  $K$  в  $t$ -м году реконструкции;  $\Phi_{K,t}^{об}$  — капитальные вложения в оборотные материальные средства по варианту реконструкции  $K$  в  $t$ -м году реконструкции;  $\Pi_{K,t}^{пр}$  — дополнительные издержки предприятия по варианту организации  $K$  в  $t$ -м году реконструкции;  $\Pi_{K,t}^{стр}$  — дополнительные издержки, возникающие в сфере строительного производства по варианту организации  $K$  в  $t$ -м году реконструкции;  $\mathcal{E}_K^y$  — экономия условно-постоянных расходов при сокращении продолжительности реконструкции объектов;  $\mathcal{E}_K^в$  — экономический эффект от функционирования объектов за период досрочной их реконструкции.

Экономический эффект от досрочного ввода реконструируемых участков (объекта в целом) в эксплуатацию, выпуска и реализации продукции определяют с учетом того, что остающаяся часть производства выключается из производственного процесса. При досрочном вводе реконструируемых участков их продукция может быть полностью реализована при любой степени сокращения продолжительности остановочного периода. При этом экономический

эффект от функционирования объектов за период досрочной их реконструкции определяется по формуле

$$\Delta_z^B = E_n \Phi (T_3 - T_z),$$

где  $\Phi$  — сметная стоимость досрочно вводимых фондов предприятия, тыс. руб.;  $T_3$ ,  $T_z$  — продолжительность соответственно эталонного и принятого вариантов организации реконструкции, год.

### **11.2. Перспективы повышения эффективности реконструкции промышленных предприятий**

В настоящее время вопросы реконструкции и технического перевооружения промышленных предприятий приобрели общегосударственное значение. Разработка эффективных методов проектирования, организации и производства СМР при реконструкции промышленных объектов представляет собой задачу особой важности. Ее решение должно основываться на достижениях современной науки и строительной практики с учетом особенностей реконструктивных работ в условиях действующего производства. Анализ практики проведения реконструкции и технического перевооружения предприятий позволяет определить основные направления повышения эффективности реконструктивных работ, к которым относятся:

повышение уровня экономического обоснования реконструкции и технического перевооружения предприятий с учетом развития научно-технического прогресса в промышленности и строительстве;

переход к комплексному проектированию реконструкции объектов с применением качественно новых конструктивных решений, методов организации и производства работ;

снижение материалоемкости, повышение уровня сборности и улучшение материально-технического обеспечения реконструируемых объектов конструкциями, материалами и оборудованием;

совершенствование существующих и разработка новых средств механизации реконструктивных работ;

совершенствование системы организации и управления реконструкцией, повышение материальных стимулов и заинтересованности строительных организаций в выполнении реконструктивных работ.

Экономическая целесообразность реконструкции предприятия определяется на основе учета периодического со-

вершенствования технологических процессов и оборудования действующего производства. Реконструкция должна предусматриваться для любого промышленного предприятия и осуществляться по мере морального и физического износа основных производственных фондов. Ее периодичность связана с необходимостью внедрения научно-технических достижений в отрасли, повышением требований к объему и качеству выпускаемой продукции, использованием новых видов сырья и материалов. Следовательно, реконструкция предприятий должна быть планомерным процессом, а сроки и объемы ее проведения обоснованы экономическим расчетом. Старые производственные здания целесообразно сносить только в том случае, когда их переустройство обходится дороже нового строительства и они не могут быть использованы для размещения вспомогательных цехов предприятия и др. Поэтому различные варианты реконструкции должны быть проанализированы и экономически обоснованы совместно с другими вариантами (расширения, технического перевооружения, нового строительства). Основополагающими в этом отношении должны быть мероприятия, предусмотренные постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы» (12 июля 1979 г.).

Предусматривается также при проектировании новых мощностей и объектов разработка второго варианта — на реконструкцию действующего предприятия с наращиванием производственных мощностей. При составлении проектов на строительство новых объектов следует сопоставлять затраты трудовых, материальных и энергетических ресурсов с вариантом, предусматривающим реконструкцию действующего предприятия. В связи с этим все более актуальной становится проблема комплексного проектирования реконструкции с применением новых конструктивных решений зданий и сооружений. Перспективно в этом направлении применение «гибких» зданий, строительство которых осуществляется в одноэтажном и двухэтажном исполнении с металлическим каркасом или из сборных железобетонных конструкций с увеличенной сеткой колонн и пролетов, с расположением на плоских покрытиях инженерных устройств.

Одна из наиболее важных проблем при реконструкции промышленных объектов — снижение материалоемкости и улучшение материально-технического обеспечения СМР.

Материально-техническое снабжение должно совершен-

ствоваться дальнейшим развитием методов организации комплектных поставок материалов в соответствии с графиком строительно-монтажных работ, сокращением времени их переработки от производства до использования, совершенствованием расчетов по определению и потребности с учетом прогрессивных норм расхода.

Широкое применение эффективных средств контейнеризации и пакетирования при транспортировке и хранении строительных материалов и изделий позволит сэкономить материальные ресурсы, повысить уровень их эффективного использования. Это относится также к материалам и конструкциям, получаемым в результате разборки и разрушения существующих зданий и сооружений.

Основными направлениями снижения материалоемкости при производстве реконструктивных работ являются: внедрение поточных методов производства работ, обеспечивающих сокращение потерь материалов при складировании и перемещении на строительной площадке; внедрение бригадного подряда в условиях реконструкции предприятий, совершенствование технологии выполнения строительных процессов, благодаря чему может быть снижен объем отходов и потерь материалов; повышение качества СМР.

Важным фактором повышения эффективности реконструкции промышленных предприятий может служить разработка в ближайшей перспективе для каждого типового промышленного объекта, подлежащего реконструкции и техническому перевооружению, типовой последовательности и порядка организации ее проведения без прекращения деятельности предприятия с обеспечением выполнения основных его технико-экономических показателей по объему и качеству выпускаемой продукции.

Сокращение продолжительности реконструкции может быть достигнуто интенсивным и экстенсивным путями. К интенсивному относятся: повышение производительности труда рабочих, машин и механизмов; сокращение неиспользуемых потерь рабочего времени; уменьшение простоев организационно-технологического характера; внедрение прогрессивных строительных конструкций, материалов и изделий; рациональных комплектов машин и механизмов, ручного механизированного инструмента и др.

Экстенсивный путь предусматривает: насыщение фронта реконструктивных работ материально-техническими и трудовыми ресурсами, повышение сменности работ; использование для выполнения работ технологических остановок основного производства и др. Наиболее эффективным является путь интенсификации строительно-монтажных работ.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьев Н. Ф., Куркин Н. П.* Разрушение фундаментов при реконструкции промышленных предприятий // Проблемы реконструкции промышленных предприятий.— К., 1983.— С. 80—89.
2. *Афонин В. Г., Гейман Л. М., Комир В. М.* Справочное пособие по взрывным работам в строительстве.— 2-е изд., перераб. и доп.— К.: Будівельник, 1982.— 173 с.
3. *Беляков Ю. И., Левинзон А. Л., Резуник А. В.* Земляные работы.— М.: Стройиздат, 1983.— 177 с.
4. *Беляков Ю. И., Резуник А. В.* Разработка эффективных организационно-технологических решений по производству СМР при реконструкции промпредприятий // Пром. стр.-во.— 1985.— № 10.— С. 24—26.
5. *Беляков Ю. И., Резуник А. В., Федосенко Н. М.* Строительные работы при реконструкции предприятий.— М.: Стройиздат, 1986.— 224 с.
6. *Березовский Б. И., Евдокимов Н. И., Жадановский Б. В.* Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений.— М.: Стройиздат, 1981.— 324 с.
7. *Будунова Н. И.* Эффективность капитальных вложений и реконструкция в промышленности.— М.: Стройиздат, 1978.— 225 с.
8. *Крейнина М. Н., Соколов Н. П.* Экономическое стимулирование реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий.— М.: Стройиздат, 1985.— 110 с.
9. Методические рекомендации по сокращению продолжительности реконструкции промышленных предприятий на основе повышения интенсивности производства СМР / *В. А. Большаков, В. Г. Клименко, Л. И. Колыбина, Б. Е. Садаков.*— М.: НИИОУС Госстроя СССР, 1985.— 62 с.
10. Методические рекомендации по реконструкции предприятий химической промышленности (монтаж и демонтаж строительных конструкций и оборудования).— К.: НИИСП Госстроя УССР, 1982.— 63 с.
11. Методические рекомендации по усилению металлических конструкций на реконструируемых предприятиях.— К.: НИИСП Госстроя УССР, 1984 — 116 с.
12. Методические указания по разрушению материала разбираемых строительных конструкций.— К.: НИИСП Госстроя УССР, 1984.— 78 с.
13. Монтажные работы при реконструкции промышленных предприятий / *Г. С. Нижниковский, В. А. Давыдов, Л. М. Диденко, Л. А. Колесник.*— К.: Будівельник, 1975.— 171 с.
14. Организация строительного производства: СНиП 3.01.01—85: Утв. Гос. ком. СССР по делам стр.-ва.— М.: Стройиздат, 1985.— 68 с.
15. *Осипов Б. А., Општейн В. Л., Хейло Ю. А.* Индустриализация изготовления конструкций для строительства коммуникационных тоннелей и коллекторов.— К.: Будівельник, 1975.— 144 с.

16. Организационно-технологические правила производства земляных работ при реконструкции промышленных предприятий.— К.: Мин-промстрой УССР, 1984.— Ч. 1—4.
17. Рекомендации по технологии разработки грунтов с применением новых машин и навесного оборудования.— М.: Стройиздат, 1984.— 95 с.
18. Прохоркин С. Ф. Реконструкция промышленных предприятий.— М.: Стройиздат, 1981.— 125 с.
19. Гончаренко Д. Ф., Торкатюк В. И., Кобзев И. М. Реконструкция промышленного здания с использованием вертолета МИ-10К // Пром. стр-во.— 1984.— № 8.— С. 40—41.
20. Руководство по организации строительного производства в условиях реконструкции промышленных предприятий, зданий и сооружений.— М.: Стройиздат, 1982.— 223 с.
21. Руководство по проходке горизонтальных скважин при бестраншейной прокладке инженерных коммуникаций.— М.: Стройиздат, 1982.— 96 с.
22. Семенов В. Н. Унификация и стандартизация проектной документации для строительства.— Л.: Стройиздат, 1985.— 222 с.
23. Синев В. Т. Особенности разработки проекта производства работ при реконструкции промышленных объектов // Проблемы реконструкции промышленных предприятий.— К., 1983.— С. 58—66.
23. Снежко А. П., Вирютина В. Г. Подготовка производства строительного-монтажных работ.— К.: Будівельник, 1985.— 175 с.
25. Соколов В. К. Реконструкция жилых зданий.— М.: Моск. рабочий, 1982.— 204 с.
26. Столяров В. П. Повысить качество ПОС для условий реконструкции предприятий // Пром. стр-во.— 1985.— № 8.— С. 38—42.
27. Технология строительного производства / С. С. Атаев, Н. Н. Данилов, Б. В. Прыкин и др.— М.: Стройиздат, 1984.— 560 с.
28. Технология строительного производства / Под ред. О. О. Литвинова и Ю. И. Беякова.— К.: Вища шк. Головное изд-во, 1985.— 479 с.
29. Уплотнение грунтов обратных засыпок в стесненных условиях строительства / Л. М. Бобылев, Т. Е. Власов, Ю. Б. Каневский и др.— М.: Стройиздат, 1981.— 250 с.
30. Яворский В. Г. Монтаж строительных конструкций при реконструкции зданий.— К.: Будівельник, 1981.— 189 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>Глава 1. Общие положения по организации реконструкции предприятий . . . . .</b>	<b>5</b>
1.1. Разновидности реконструкции . . . . .	5
1.2. Принципы организации реконструкции . . . . .	8
1.3. Особенности производства строительно-монтажных работ в условиях реконструкции . . . . .	12
<b>Глава 2. Инженерная подготовка производства при реконструкции промышленных объектов . . . . .</b>	<b>16</b>
2.1. Задачи и содержание подготовки производства . . . . .	16
2.2. Структура и состав подготовительных работ . . . . .	19
2.3. Предпроектное обследование объекта реконструкции . . . . .	22
2.4. Обеспечение объектов реконструкции материально-техническими ресурсами и методы их комплектации . . . . .	30
<b>Глава 3. Проектирование организации и производства работ по реконструкции действующих предприятий . . . . .</b>	<b>37</b>
3.1. Проектная документация, ее состав и порядок разработки . . . . .	37
3.2. Проектирование производства реконструктивных работ поточными методами . . . . .	44
3.3. Оптимизация организационно-технологических решений . . . . .	50
3.4. Применение ЭВМ и САПР при проектировании реконструкции объектов . . . . .	53
<b>Глава 4. Производство земляных работ в стесненных условиях . . . . .</b>	<b>59</b>
4.1. Особенности производства работ . . . . .	59
4.2. Крепление стенок выемок . . . . .	60
4.3. Разработка грунтов в котлованах и траншеях . . . . .	64
4.4. Разработка крепких и мерзлых грунтов . . . . .	81
4.5. Обратная засыпка и уплотнение грунта . . . . .	85
4.6. Техника безопасности при производстве земляных работ . . . . .	93
<b>Глава 5. Устройство подземных коммуникаций . . . . .</b>	<b>96</b>
5.1. Виды коммуникаций и способы их прокладки . . . . .	96
5.2. Прокладка подземных трубопроводов методами прокола и продавливания . . . . .	99
5.3. Прокладка трубопроводов с использованием горизонтального бурения . . . . .	113
5.4. Техника безопасности при устройстве подземных коммуникаций . . . . .	116

<b>Глава 6. Разборка и разрушение конструкций и монолитных массивов</b>	117
6.1. Способы разборки зданий и конструкций . . . . .	117
6.2. Средства разрушения массивов и конструкций . . . . .	126
6.3. Поэлементная и блочная разборка конструкций . . . . .	132
6.4. Разрушение конструкций и массивов механическим способом	137
6.5. Разрушение конструкций и массивов взрывом и установками электрогидравлического эффекта . . . . .	142
6.6. Способы устройства проемов, отверстий и разделения частей конструкций . . . . .	152
6.7. Техника безопасности при разборке и разрушении конструкций . . . . .	158
<b>Глава 7. Усиление конструкций</b> . . . . .	160
7.1. Усиление железобетонных конструкций . . . . .	160
7.2. Усиление фундаментов . . . . .	167
7.3. Усиление металлических конструкций . . . . .	174
7.4. Техника безопасности при усилении строительных конструкций	180
<b>Глава 8. Особенности устройства бетонных и железобетонных монолитных конструкций</b> . . . . .	181
8.1. Особенности опалубочных работ . . . . .	181
8.2. Подача бетонной смеси в стесненных условиях . . . . .	188
8.3. Уход за бетоном и ускорение возведения конструкций . . . . .	200
<b>Глава 9. Монтаж и демонтаж конструкций в стесненных условиях</b>	203
9.1. Особенности применения монтажных машин в условиях реконструкции . . . . .	203
9.2. Технология демонтажа и монтажа конструкций одноэтажных зданий . . . . .	213
9.3. Производство демонтажно-монтажных работ в многоэтажных зданиях . . . . .	222
9.4. Монтаж и демонтаж конструкций с использованием вертолетов . . . . .	228
9.5. Техника безопасности при монтажно-демонтажных работах	233
<b>Глава 10. Особенности выбора рациональных организационно-технологических решений и эффективных комплектов машин</b> . . . . .	235
10.1. О выборе рациональной технологии строительно-монтажных работ в условиях действующего предприятия . . . . .	535
10.2. Определение области эффективного применения комплектов машин для земляных работ . . . . .	239
<b>Глава 11. Эффективность и перспективы развития реконструкции объектов</b> . . . . .	244
11.1. Методы определения экономической эффективности реконструкции промышленных предприятий . . . . .	244
11.2. Перспективы повышения эффективности реконструкции промышленных предприятий . . . . .	249
<b>Список использованной литературы</b> . . . . .	252

Учебное пособие

*Беляков Юрий Иванович*  
*Снежко Анатолий Павлович*

**РЕКОНСТРУКЦИЯ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ**

Редакторы *Т. Ю. Ходырева, Г. И. Якименко*  
Переплет художника *В. Г. Самсонова*  
Художественный редактор *С. Р. Ойхман*  
Технический редактор *А. И. Омоховская*  
Корректор *М. Г. Прус*

ИБ № 10271

Сдано в набор 28.03.87. Подписано в печать 15.01.88. БФ 03505. Формат 84×108/32. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 13,44. Усл. кр.-отт. 13,7. Уч.-изд. л. 15,41. Тираж 5000 экз. Изд. № 7521. Зак. № 835. Цена 70 к.

Главное издательство издательского объединения «Выща школа», 252054, Киев-54, ул. Гоголевская, 7

Белоцерковская книжная фабрика, 256400, г. Беля Церковь, ул. К. Маркса, 4