МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ
(Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО ДОНСКОЙ ГАУ)

БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ ПРИ МОНТАЖЕ ОБОРУДОВАНИЯ ФЕРМ СОДЕРЖАНИЯ КРС

Монография

Часть 1

Зерноград – 2025

УДК 331.45:63
Б 40

Печатается по решению ученого совета
Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ

Рецензенты:
главный научный сотрудник отдела механизации растениеводства
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
доктор технических наук ***Камбулов С.И.,***
профессор кафедры «Производственная безопасность»
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
доктор технических наук ***Гапонов В.Л.***

Безопасность работ при монтаже оборудования ферм содержания КРС:
Б 40 монография. Часть 1 / И.Э. Липкович, С.Л. Пушенко, А.Н. Глобин, М.М. Украинцев, С.М. Пятикопов, И.В. Егорова, Н.В. Петренко, М.В. Жолобова, А.Б. Портаков, Ж.В. Матвейкина, А.С. Гайда. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2025. – 228 с.

ISBN 978-5-91833-227-6
ISBN 978-5-91833-228-3 (ч. 1)

В монографии рассмотрены вопросы, связанные с безопасностью работ при монтаже оборудования для ферм содержания КРС.

Монография, в соответствии с государственным образовательным стандартом, включает основные положения, позволяющие ввести студента в круг проблем, связанных с безопасностью работ при монтаже оборудования ферм для содержания КРС. В первой части монографии рассмотрены: организационные и подготовительные мероприятия проведения монтажных работ на объектах содержания КРС, такелажные и грузоподъемные работы, обеспечение безопасности работ при монтаже коммуникационных сетей.

Монография предназначена для специалистов сельского хозяйства, аспирантов, магистров, а также для работников службы охраны труда животноводческой отрасли.

ISBN 978-5-91833-227-6
ISBN 978-5-91833-228-3 (ч. 1)
УДК 331.45:63

© И.Э. Липкович, С.Л. Пушенко,
А.Н. Глобин и др., 2025
© Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

1 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРОВЕДЕНИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ОБЪЕКТАХ СОДЕРЖАНИЯ КРС 8

1.1 Техническая документация на проведение монтажных работ 8

1.2 Планирование монтажных работ 22

1.3 Схема технологического процесса монтажа 23

1.4 Расчет численного и квалификационного состава бригад для выполнения пусконаладочных работ 25

1.5 Подготовка монтажного участка и монтажной площадки 26

1.6 Инструменты и приспособления для выполнения монтажных работ оборудования на фермах содержания КРС 28

1.6.1 Монтажный инструмент 28

1.6.2 Слесарный инструмент для монтажа оборудования 48

1.7 Основные принципы перемещения оборудования в пределах монтируемого объекта 53

1.8 Подъем и установка оборудования в проектное положение 57

1.9 Постройка опор и фундаментов под оборудование 62

1.10 Установка, выверка и крепление оборудования 74

1.11 Обеспечение шумо- и виброизоляции оборудования при монтаже на фермах содержания КРС 77

2 ТАКЕЛАЖНЫЕ И ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МОНТАЖА ОБОРУДОВАНИЯ НА ФЕРМАХ СОДЕРЖАНИЯ КРС 89

2.1 Расчет остановочных конструктивных параметров такелажных приспособлений 94

2.2 Основные специальные приспособления 97

2.3 Подбор канатов и якорей для грузоподъемных работ 100

2.4 Подъемные механизмы для проведения монтажных работ на фермах содержания КРС 121

2.4.1 Мобильные подъемные механизмы 121

2.4.2 Стационарные подъемные механизмы и домкраты 132

2.5 Методы производства такелажных работ 152

3 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ ПРИ МОНТАЖЕ КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ 159

3.1 Монтажное проектирование санитарно-технических систем 159

3.2 Приемка, подготовка оборудования и общие требования к монтажу 165

3.3 Организационные основы безопасности монтажа систем отопления 167

3.4 Организационные основы безопасности монтажа систем водоснабжения 170
3.4.1 Организационные основы безопасности монтажа внешнего водопровода 172
3.4.2 Организационные основы безопасности монтажа внутреннего водопровода и водоразборки устройств 177
3.4.3 Организационные основы безопасности монтажа водонасосного оборудования 186
3.4.4 Организационные основы безопасности при монтаже безбашенной водокачки ВЭ-2,5М 189
3.5 Монтаж системы вентиляции 195
3.6 Организационные основы безопасности при монтаже системы вентиляции 198
3.7 Изготовление деталей и узлов металлических и неметаллических трубопроводов 206
3.8 Монтаж технологических трубопроводов 219

ВВЕДЕНИЕ

При современных методах производства монтажных работ на фермах особое значение приобретает организация защиты персонала от опасных производственных факторов. Необходимо отметить, что мы рассматриваем монтаж оборудования на небольших фермах содержания крупного рогатого скота (КРС), который осуществляют работники, не имеющие специальной подготовки и, как правило, выполняют эту работу впервые в своей производственной практике, а следовательно, есть вероятность нарушения требований охраны труда и получения производственной травмы. Поэтому мы предлагаем материал, на наш взгляд, включающий всю необходимую информацию, направленную на ознакомление работников, осуществляющих монтаж оборудования на фермах КРС, с требованиями охраны труда, который даст им возможность сохранить жизнь и здоровье.

Также большое значение в обеспечении безопасности является организация подготовительных работ. К этим работам относятся замеры и составление монтажных заготовок, разработка плана складирования оборудования на объекте, подготовка и изучение технической документации, приём и организация хранения машин и оборудования, подготовка площадок, подъездов и проходов для доставки машин на места установки, прокладка временной линии для подачи электроэнергии, устройство внутреннего и наружного освещения, подготовка фундаментов под машины, траншей для укладки водопровода, канализации и общего заземления помещений, устройство мест хранения инструмента, материалов и рабочей одежды, помещений для отдыха рабочих и приема пищи.

Оборудование, поступающее на объект монтажа, необходимо разгружать согласно плану складирования, который должен предусматривать хранение оборудования под навесом. В качестве примера на рисунке приведен план складирования оборудования в коровнике на 100 голов привязного содержания.

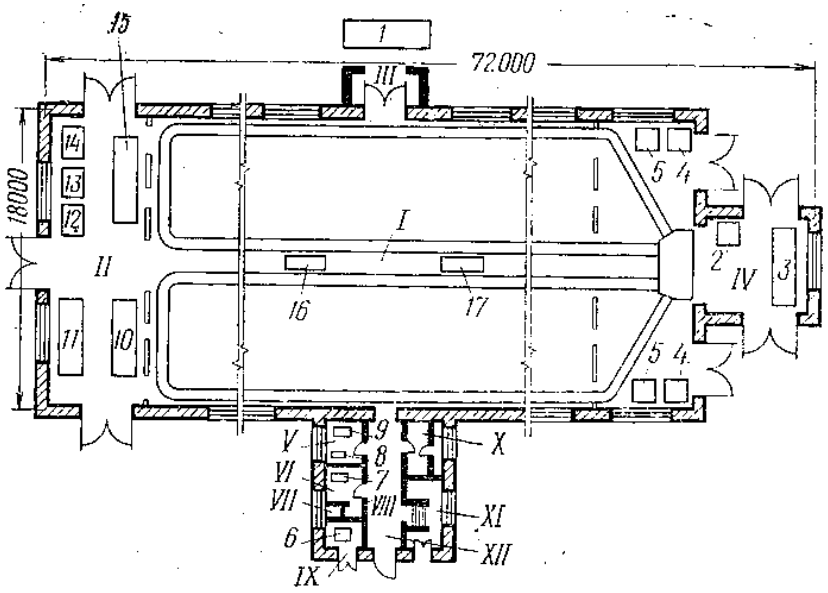
Машины и оборудование укладывают на подкладки из деревянных брусов высотой 150 мм.

В процессе подготовки оборудования к монтажу большое значение имеет приемка фундаментов и оснований, на которые будут установлены машины.

Фундаменты сдают под монтаж очищенными от опалубки, мусора и выступающей арматуры. Поверхность фундамента должна быть ровной, без выступов, раковин. При приемке строительные размеры фундаментов необходимо сверять с размерами установочных чертежей. Допускаемые отклонения в размерах и отметках фундаментов приведены в таблице.

Допуски на изготовление фундаментов

Отклонения	Допускаемое отклонение от размеров, указанных в чертежах, мм
Основных размеров фундаментов в плане	±30
Высотных размеров поверхности фундамента без учета подливки бетона или раствора	–30
Размеров уступов в плане	–20
Размеров колодцев для анкерных болтов в плане	+20
Смещение осей анкерных болтов в плане	±5
Смещение осей закладных деталей в плане по высоте	 ±10 –10
Смещение осей фундаментов	±20



I – стойловое помещение; II – помещение для загрузки транспортеров ТВК-80; III – тамбур; IV – тамбур навозный; V – помещение для вакуум-насоса; VI – комната обслуживающего персонала; VII – вентиляционная камера; VIII – душевая; IX – котельная; X – машинное отделение; XI – молочная; XII – коридор; 1 – деревянная часть ТВК-80; 2 – электровагонетка ВНЭ-1-Б; 3 – наклонные транспортеры ТСН-3,0 Б; 4 – приводные станции ТВК-80; 5 – приводные станции ТСН-3,0 Б; 6 – котел; 7 – автопоилки в сборе со стояками; 8 – электропусковая аппаратура; 9 – доильная установка; 10 – трубы вакуумные; 11 – трубы водопроводные; 12 – цепи ТВК-80; 13 – цепи ТСН-3,0 Б; 14 – бункера ТВК-80; 15 – стойки; 16 – стол для сборки цепей транспортеров ТСН-3,0 Б; 17 – стол для сборки цепей транспортеров ТВК-80

План складирования оборудования в коровнике на 100 голов привязного содержания

Сдаваемые под монтаж оборудования помещения должны быть оштукатурены и очищены от строительного мусора. Перед началом монтажа уточняют необходимость в такелажных средствах: общемонтажных погрузочно-разгрузочных и транспортных средствах, такелажно-монтажных механизмах, приспособлениях и вспомогательных средствах (стропы, траверсы, контейнеры, тележки и т.д.). Выбор такелажных средств предопределяют производственно-технические условия ведения работ; конструкция и габариты зданий; степень строительной готовности зданий к началу монтажа; масса, форма и габариты оборудования; число параллельно или последовательно монтируемых машин.

1 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРОВЕДЕНИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ОБЪЕКТАХ СОДЕРЖАНИЯ КРС

1.1 Техническая документация на проведение монтажных работ

Заказчик должен передавать монтажной организации на время производства работ следующую техническую документацию заводов-изготовителей оборудования: технические паспорта машин, аппаратов, арматуры и контрольно-измерительных приборов, входящих в комплект поставки; сборочные чертежи оборудования; схемы членения оборудования на поставочные блоки; комплектовочные (отправочные) ведомости; маркировочные схемы на блоки, узлы и детали, поставляемые в разобранном виде; технические условия на изготовление, комплектование и поставку оборудования; схемы строповки оборудования и его блоков; заводские инструкции по расконсервации, монтажу и пуску оборудования; формуляры с указанием допусков на испытание и приемку оборудования.

В технической документации должно быть отражено следующее:

– изготовление габаритного (не превышающего железнодорожный габарит) оборудования, полностью собранного на постоянных проектных прокладках с установленными внутренними устройствами и нанесенным защитным покрытием (эмаль, винипласт, специальные лаки и др.);

– изготовление негабаритного оборудования в виде максимально законченных, транспортабельных, испытанных и взаимно подогнанных блоков, исключающее доделочные и подгоночные работы в процессе монтажа, а при необходимости – возможность поставки его в собранном виде с транспортированием по шоссейным дорогам и водным путям;

– установка специальных устройств на оборудовании для строповки при погрузке, разгрузке и монтаже (рым-болты, проушины, приливы, ложные штуцера и др.);

– устройство средств для крепления изоляции на оборудовании;

– изготовление отверстий в основаниях или опорных рамах машин для заливки их бетоном или раствором после установки;

– установка ответных фланцев на штуцерах оборудования;

– установка отжимных регулирующих устройств в основании оборудования для его монтажа на фундаменте; устройство наружных базовых площадок на оборудовании, поставляемом и монтируемом в собранном виде.

После проверки комплектности, качества и технической документации производится её обработка, включающая составление заявок со сроками поставки на материалы, конструкции, трубные заготовки и оборудование; определение в физическом и денежном выражении объемов работ; определение объема разработки заготовительных чертежей на трубопроводы и дета-

лировочных – на металлоконструкции; выдача заказов на разработку этих чертежей и составление монтажного паспорта объекта.

Важным этапом организационно-технической подготовки строительства объектов поточно-совмещенным способом является разработка проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства монтажных работ (ППР). Проект производства монтажных работ является составной частью ПОС.

В ППР и ПОС, разрабатываемых в соответствии с требованиями действующих нормативных документов, должны быть отражены новейшие достижения науки и техники; передовой опыт производства строительно-монтажных работ; целесообразное совмещение общестроительных, монтажных и специальных строительных работ; способы и средства, обеспечивающие минимальные продолжительность, трудоемкость и стоимость строительно-монтажных работ. В ПОС и ППР предусматривают:

– первоочередное выполнение подготовительных и общеплощадочных работ (устройство подъездных путей, планировка площадок и т. и.), необходимых для осуществления монтажных работ;

– устройство площадок для складирования и укрупнительной сборки оборудования, конструкций и трубопроводов;

– механизацию работ, исходя из максимального использования в первую очередь имеющихся на площадке грузоподъемных средств, широкого применения средств малой механизации и механизированного инструмента;

– применение комплектных укрупненных блоков оборудования, конструкций и трубопроводов заводского изготовления и блоков, оптимально укрупненных на предприятиях и производственных базах монтажных организаций;

– поточность производства монтажных работ при равномерной занятости рабочих, рациональной организации труда и равномерной загрузке основных монтажных механизмов;

– последовательность монтажа, обеспечивающую создание фронта работ для смежных строительно-монтажных организаций (по теплоизоляционным, химзащитным, электромонтажным и другим работам), а также поэтапную сдачу отдельных смонтированных агрегатов, линий, цехов или участков для производства наладочных работ;

– выполнение монтажных работ индустриальными методами с установкой оборудования в собранном виде или максимально укрупненными блоками;

– рациональное совмещение строительных, монтажных и специальных работ;

– максимальное использование для монтажа оборудования и технологических конструкций тех же грузоподъемных механизмов и приспособле-

ний, которые предусмотрены для монтажа и строительных конструкций и выполнения специальных работ, использование эксплуатационных подъемно-транспортных средств (мостовых кранов, кран-балок, тельферов, лифтов) для монтажа оборудования и технологических конструкций;

– устройство монтажных проемов для оборудования на проектные отметки, необходимых отверстий для установки монтируемого оборудования, прокладку трубопроводов и установку закладных деталей;

– обеспечение строительной площадки электроэнергией, водотеплоснабжением, сжатым воздухом, канализацией, необходимыми для производств; строительно-монтажных работ;

– освещение монтажной площадки и отдельных объектов по установленным нормам;

– применение средств оперативной связи;

– мероприятия по безопасному производству работ, обеспечению санитарно-бытовых условий и пожарной безопасности;

– систему управления качеством работ и меры по обеспечению высокого качества строительно-монтажных работ.

Проект организации строительства, разрабатываемый генеральной отраслевой проектной организацией, содержит:

– сводный календарный план строительства предприятия;

– данные об объемах строительных, монтажных и специальных строительных работ;

– строительный генеральный план с расположением постоянных и временных сооружений, железных и автомобильных дорог, систем инженерного обеспечения (энергетических, сантехнических и др.), площадок для хранения и укрупнительной сборки оборудования, конструкций, узлов и плетей трубопроводов, а также с размещением основных грузоподъемных механизмов (козловых, башенных и других самоходных кранов) и приведением их грузовысотных характеристик;

– пояснительную записку, содержащую описание принятых способов производства строительно-монтажных работ, обоснование потребности в кадрах, материально-технических ресурсах, а также источники их покрытия.

Проект производства работ должен содержать: титульный лист; ведомость документов; пояснительную записку; ведомость объемов монтажных работ в стоимостном и натуральных измерителях; генеральный план монтажных работ; графики производства монтажных работ, движения рабочей силы по профессиям, работы механизмов, подачи в монтаж оборудования, конструкций и материалов; технологические карты или схемы монтажа, укрупнительной сборки, транспортировки и др.; ведомость потребных монтажных средств, материалов и энергоресурсов; рабочие чертежи индивидуальных приспособлений, в том числе приспособлений по технике безопасности, изготовлению и прокладке временных коммуникаций.

Пояснительная записка включает: исходные данные; краткую характеристику объекта и требования к его строительной готовности; основные решения по организации монтажных работ и их обоснование; оценку эффективности принятых новых методов монтажа путем сравнения вариантов по показателям продолжительности, трудоемкости и стоимости монтажных работ; порядок испытания оборудования и трубопроводов и требования к их испытанию; требования к контролю качества монтажных работ.

В состав генерального плана монтажных работ входят расположения:

– строящихся зданий и сооружений (с указанием очередей строительства), а также примыкающих к зоне монтажа зданий и сооружений, которые влияют на основные решения по организации и производству монтажных работ;

– железнодорожных путей и автодорог (существующих и подлежащих возведению до начала монтажных работ, в том числе временных) с выделением путей, дорог и проездов, которые используются для передвижения монтажных механизмов и транспортировки в зону монтажа оборудования, конструкций и трубопроводов;

– площадь для складирования и укрупнительной сборки оборудования, конструкций и трубопроводов с указанием стеллажей, стендов и др.;

– мест размещения временных помещений монтажной организации – производственных, складских, административных, бытовых, санитарно-гигиенического обслуживания работающих;

– коммуникаций (постоянных и временных), используемых для нужд монтажа (электроэнергии, водопровода, пара, сжатого воздуха, ацетилена, кислорода, канализации), с подводкой к местам потребления;

– мест установки прожекторов и других источников освещения, мест сборки и сварочных постов; зоны действия и направления перемещения основных монтажных механизмов и транспортных средств.

При необходимости генеральный план монтажных работ дополняется поэтажными планами. На генплане монтажных работ должны быть приведены: основные размеры зданий, сооружений, дорог, площадок, коммуникаций, их привязки и экспликации; экспликации и размещение основного монтажного оборудования (крупных механизмов, которыми определяются принятые решения по организации работ); необходимые пояснения по вопросам, которые графически не удается показать.

В состав ППР входят сетевые или линейные графики, разработанные с учетом норм продолжительности строительства и директивных сроков монтажа по этапам или пусковому комплексу.

Проекты производства механомонтажных работ разрабатываются специализированными проектно-конструкторскими организациями по договорам с монтажной организацией. Для технически несложных работ допускает-

ся выполнение ППР силами проектных групп участков подготовки производства монтажной организации.

Проект производства работ выполняется на основании задания, выдаваемого монтажной организацией и включающего необходимые сведения об объекте монтажа, сроки разработки ППР или его отдельных частей и сроки представления исходных данных, перечень организаций, с которыми должны быть согласованы организационно-технические решения, принятые в ППР.

В задании на разработку ППР указывают о необходимости авторского надзора. Задание на разработку ППР утверждается главным инженером монтажного треста или управления.

Монтажная организация в сроки, обусловленные договором, передает разработчику ППР исходные данные, которые должны включать:

– перечни чертежей;

– генплан монтируемого объекта, чертежи монтажно-технологические и строительные (общие виды, планы, разрезы зданий и сооружений, чертежи фундаментов под оборудование), чертежи оборудования и трубопроводов (общие виды и узлы);

– спецификации монтируемого технологического, энергетического, подъемно-транспортного и другого оборудования, конструкций и трубопроводов;

– сметы на монтаж оборудования, конструкций и трубопроводов;

– проект организации строительства (ПОС);

– перечень имеющихся в монтажной организации основных грузоподъемных и других монтажных средств;

– сведения о сроках поставки, комплектности и степени заводской готовности оборудования, подлежащего монтажу;

– заводские инструкции или технические условия по монтажу оборудования и трубопроводов;

– методы производства работ, рекомендуемые монтажной организацией.

При необходимости монтажная организация должна представить проектной организации другие материалы, потребность в которых выявляется в процессе разработки ППР. Перечисленная документация выдается в одном экземпляре и хранится в организации, разрабатывающей ППР, до сдачи объекта в эксплуатацию.

Организация, выполнившая проект производства работ, до его утверждения должна согласовать следующие входящие в состав ППР документы:

– монтажный генплан и поэтажные планы со схемами раскладки оборудования и конструкций на перекрытиях – с генподрядчиком и проектной организацией;

– график производства монтажных работ – с генподрядчиком и при необходимости со смежными строительно-монтажными организациями;

– график передачи в монтаж оборудования – с дирекцией строящегося (действующего) предприятия;

– график работы основных механизмов – со всеми организациями, которые используют эти механизмы;

– технологические карты или схемы монтажа с указанием мест приложения нагрузок к строительным конструкциям зданий или сооружений – с проектной организацией и организацией, осуществляющей монтаж конструкций;

– технологические карты или схемы, предусматривающие переоборудование грузоподъемных механизмов или приложение к последним нагрузок, отличных от паспортных, с организацией, являющейся автором проекта или изготовителем грузоподъемного механизма;

– технологические карты или схемы, предусматривающие отклонения от технических условий заводов-изготовителей оборудования, – с заводом-изготовителем оборудования и дирекцией строящегося (действующего) предприятия.

Проект производства работ, выполняемых в действующих цехах, а также в непосредственной близости от взрыво- и пожароопасных помещений и сооружений, согласовывается с руководителем соответствующей организации (предприятия). Согласование ППР или его отдельных документов должно осуществляться ответственными представителями организаций в форме письма (протокола) либо подписями на титульных листах ППР, на ватманах, кальках или копиях соответствующих документов. Согласование ППР с генеральным подрядчиком и заказчиком осуществляется с участием монтажной организации. Заверенные копии согласований прилагаются к ППР, а оригиналы хранятся в архиве с контрольным экземпляром.

Проекты производства работ должны рассматриваться на технических советах трестов или управлений – исполнителей работ и утверждаться главными инженерами трестов или управлений. В случаях производственной необходимости проекты производства работ могут разрабатываться и утверждаться поэтапно с выдачей заказчику отдельных частей ППР в согласованные сроки. Привязка типовых проектов и проектов повторного применения к конкретным условиям подлежит согласованию и утверждению в том же порядке, что и вновь разрабатываемых ППР.

До выдачи ППР в производство руководители монтажной организации должны обеспечить изучение производственным персоналом (службами подготовки производства и техники безопасности, линейными инженерно-техническими работниками, бригадирами и др.) основных решений проектанта, что должно быть оформлено соответствующей записью в журнале производства монтажных работ. Отступление от проекта производства работ допускается только по согласованию с проектной организацией, разработавшей ППР.

За выполнением сложных монтажных работ, а также в случаях, указанных в заданиях на разработку ППР, осуществляется авторский надзор, который ведет организация, разработавшая проект производства работ или выполнившая его привязку к данному объекту.

Проектная организация, ведущая авторский надзор, при необходимости может вносить изменения в ППР. Изменения вносятся отдельным письмом или записью в соответствующих документах тушью или чернилами. Мелкие замечания или указания, не меняющие основных решений ППР, вносят в журнал производства монтажных работ. Все изменения, внесенные в ППР в процессе авторского надзора, должны быть учтены в контрольном экземпляре, который хранится в архиве проектной организации.

Технологические карты разрабатываются при подготовке производства работ только на монтаж сложного или часто монтируемого оборудования, а также в целях освоения нового метода монтажа и определения трудозатрат на работы.

Иногда технологические карты разрабатывают на монтаж импортного оборудования, если технология монтажа отсутствует в паспортной и технологической документации, полученной вместе с оборудованием.

Объем технологической карты обычно составляет от 10 до 50 листов.

В технологической карте приводятся краткая техническая характеристика оборудования, включая габаритные размеры, а также условия заводской поставки и количество отгрузочных мест.

Технологическая карта на монтаж оборудования содержит перечень мероприятий, связанных с подготовкой к монтажу, требования строительной готовности фундаментов и помещения под монтаж оборудования и опорных конструкций (приводятся допустимые отклонения размеров фундаментов). В технологической карте указываются транспортные средства для перевозки, разгрузки и установки оборудования на фундамент, а также последовательность технологических операций, количество и разряды рабочих. В карте приводятся данные потребности в такелажном и сварочном оборудовании, рабочем и измерительном инструменте, а также приспособлениях, оснастке и вспомогательных материалах. Приводятся также монтажные допуски на установку и выверку отдельных блоков и узлов оборудования, требующих обязательной проверки. В состав карты входят схемы строповки и монтажа блоков и узлов при их установке в проектное положение.

В технологической карте разрабатывается методика испытания на прочность и плотность отдельных узлов, конструкций и трубопроводов. В соответствии с техническими условиями завода-изготовителя приводятся требования к испытанию смонтированного оборудования на холостом ходу. В составе технологической карты разрабатывают мероприятия по технике безопасности при производстве монтажных работ, график производства работ, а также определяют потребность в кадрах монтажников и составляют калькуляцию трудовых затрат.

Паспорт монтажного объекта входит в состав монтажно-технологической документации. В паспорте приводятся основные данные по технической характеристике объекта, включая поэтажные планы расположения оборудования, объемы и графики производства работ, потребность в рабочих и материальных ресурсах.

В паспорте указывают названия генеральной проектной и подрядной организаций, а также названия основных субподрядных организаций, участвующих в строительстве предприятия. Паспорт содержит также сведения о проектных объемах работ по цехам и трубопроводным комплексам, перечень технологического оборудования металлоконструкций и трубопроводов по этажам и цехам (отделениям).

На монтажные работы может быть заключено четыре типа договоров:

– договор субподряда на капитальное строительство, заключаемый с генподрядной строительной организацией, которая имеет генеральный договор с заказчиком на строительство в целом;

– прямой договор на выполнение монтажных работ с заказчиком;

– договор на изготовление нестандартизированного оборудования, заключаемый непосредственно с заказчиком;

– договор на капитальный ремонт оборудования, заключаемый монтажной организацией с заказчиком в счет общих лимитов на капитальный ремонт по министерству (ведомству).

В состав технической документации на изготовление и монтаж технологических металлоконструкций входят рабочий проект КМ (конструкции металлические) и рабочий проект КМД (конструкции металлические деталировочные).

Проектное задание, чертежи КМ и чертежи КМД на изготовление индивидуальных технологических металлоконструкций (ограждений приводов, решеток, течек и т. п.) разрабатывают отраслевые технологические проектные организации, а чертежи КМД на технологические металлоконструкции – заводы металлоконструкций или проектно-конструкторские подразделения монтажных организаций. Чертежи КМ должны содержать исчерпывающие данные для составления рабочих деталировочных чертежей КМД.

В состав рабочих чертежей КМ входят: заглавный лист; список листов; пояснительная записка; техническая спецификация металла; общий вид технологических металлоконструкций или нестандартизированного оборудования с основными размерами; схема расположения элементов конструкций; поперечные и продольные разрезы; чертежи отдельных сложных элементов конструкций; основные узлы сопряжений конструкций; расчеты конструкций (к проекту не прикладывают, а хранят в составе проекта в техническом архиве организации, разрабатывавшей проект). В чертежах общих видов применяют масштабы 1:50: 1:100; 1:200. Для отдельных деталей и элементов конструкций – 1:20; 1:50; 1:75. Узлы вычерчивают в масштабе 1:10; 1:15 и 1:20.

Заглавный лист проекта содержит полное наименование проектного института – разработчика данного проекта, наименование объекта и проекта, номер проекта и год выпуска.

Список чертежей включает полный перечень всех чертежей, входящих в проект.

Пояснительная записка содержит перечень материалов, на основании которых разработан проект, описание и характеристику расчетной схемы

конструкций, особенности изготовления и монтажа конструкций, указания о принятых марках стали и электродов, о способах заводских и монтажных соединений.

Техническая спецификация металла служит основанием для заказа метала. Окончательный заказ металла составляют по чертежам КМД.

Спецификация металла содержит марку применяемого металла со ссылкой на ГОСТ, с указанием группы и условий поставки. В случае необходимости указывают дополнительные гарантии, ограничения по химическому составу, механическим свойствам. В спецификации указывают профили применяемого металла со ссылкой на ГОСТы. Дается масса стали по каждому сечению, по ряду сечений (двутавры, швеллеры, уголки) и суммарный.

На чертеже общего вида показывают основные виды проектируемых конструкций. В некоторых случаях общие виды конструкций оформляют как паспорта, указывая в них основные данные конструкции, её массу, габариты и краткое описание. Поперечные и продольные разрезы служат для пояснения общих видов конструкций. На чертеже показывают пролеты конструкции, расстояние между осями, привязки отдельных элементов к осям здания или конструкций, основные размеры конструкций, отметки и т. д. Чертежи отдельных элементов конструкций содержат основные размеры, сечения, усилия и опорные реакции. По возможности все элементы показывают в рабочем положении.

При изображении схемы решетчатых конструкций все стержни изображают одиночными жирными линиями. Показывают основные размеры и около каждого элемента указывают усилие, действующее в нем. Отдельно разрабатывают узлы сопряжения элементов.

На чертежах колонн и стоек решетку изображают в схематическом виде с показом всех основных размеров и сечений, проводят также разбивку решетки и жесткости. Во всех элементах сплошного составного сечения указывают размеры поясных сварных швов. Элементы конструкций на чертежах обозначают марками.

На всех чертежах, где приведена маркировка элементов конструкций, дают таблицы элементов. Таблица элементов содержит марку элемента; сечение элемента (эскиз сечения и его состав); усилия (в т); массу элемента (в т); примечания. На чертежах узлов изображают основные сопряжения элементов и марок, монтажные стыки, узлы сопряжения балок со стойками и деталями с обработанными кромками под сварку.

Рабочие деталировочные чертежи КМД разрабатывают на основании рабочих чертежей КМ с учетом строительных норм и правил.

Все отклонения в чертежах КМД от чертежей КМ согласовывают с проектной организацией, разработавшей чертежи КМ. При разработке чертежей КМД учитывают следующие факторы: прочность конструкций; экономный расход металлопроката и труб; использование возможностей технологического оборудования изготовителя и снижение трудоемкости при изго-

товлении металлоконструкций; требования к транспортировке отдельных элементов (марок); Применение механизированных способов сварки.

В состав рабочего проекта КМД входят: заглавный лист и список проектных материалов; пояснительная записка; монтажные схемы; деталировочные чертежи, включающие графическое изображение отправочных элементов в масштабе со всеми размерами и указаниями по сборке и сварке всех деталей, спецификация металла и таблица сварных швов или метизов; расчеты сварных и болтовых соединений.

Заглавный лист рабочих чертежей КМД содержит полное наименование объекта, название проекта, наименование организации – исполнителя-проектанта; архивный номер проекта. В перечне проектных материалов указывают весь состав с полным наименованием чертежей и их номерами.

Пояснительная записка содержит все данные по изготовлению технологических металлоконструкций, сведения о материале, из которого изготовляют конструкции. В записке в случае необходимости указывают, как производить монтаж данной конструкции, требования к окраске, описание конструкций. Кроме этого, указывают способы заводских и монтажных соединений и ссылки на проект КМ, на основании которого разработаны чертежи КМД, а также условные обозначения, принятые в проекте. Общий вид конструкции дают в тех случаях, когда конструкцию разбивают на несколько монтажных схем, чтобы изобразить всю конструкцию целиком.

Монтажные схемы содержат все данные для монтажа конструкций. В них указывают взаиморасположение отдельных элементов-марок. Каждой монтажной схеме присваивают определенную букву, например монтажной схеме колонн присваивается буква К, балок – Б и т.д. Все отдельные элементы, изображенные на монтажной схеме, маркируются буквой и цифрой, например Б-1, Б-2 и т.д.

В монтажной схеме дают все размеры, необходимые для установки и выверки конструкций, изображают монтажные узлы с указанием монтажной сварки (если отсутствуют отдельные чертежи монтажных узлов), приводят ведомость отправочных марок, таблицу монтажных болтов и таблицу сварных монтажных швов.

Чертежи монтажных узлов разрабатывают для сложных технологических конструкций (этажерки, эстакады, бункера и т. д.). На монтажных узлах показывают соединения отдельных марок друг с другом и способы их соединения (на болтах или на монтажной сварке). Около сварного шва указывают высоту катета шва и длину, например 6–200 (это обозначает, что нужно варить шов с высотой катета 6 мм и длиной сварного шва 200 мм).

Рабочий чертеж КМД должен содержать необходимые данные для изготовления всех марок, изображенных на данном чертеже. Отправочные марки изображают графически с нанесением размеров и допусков, необходимых для изготовления. При разработке решетчатых конструкций (решетчатые стойки, колонны и т. д.) приводят геометрическую схему марок и схему усилий, действующих в стержнях.

На рабочем чертеже дают «спецификацию», в которой указывают сечения, длину отдельных элементов, количество их изготовления и весовые данные отдельных деталей марки и всей марки в целом. В массу марки включают и массу наплавленного металла сварных швов. В случае большого количества швов на рабочем чертеже приводят «Таблицу сварных швов», в которой указывают высоту катетов сварных швов, марку электрода, длину шва и ширину наложенных сварных швов. Эти данные указывают для каждой марки отдельно.

Кроме «Таблицы сварных швов» на рабочем чертеже составляют таблицу изготовления, в которой указывают марки, количество их изготовления и массу марок.

Для вычерчивания рабочих чертежей отдельных марок применяют масштаб 1:15. В некоторых случаях допускается применять масштабы 1:10; 1:20 и 1:25.

При вычерчивании решетчатых металлоконструкций применяют два масштаба: меньший масштаб 1:20; 1:25 – для сеток геометрических схем и больший 1:10; 1:15 – для сечения стержней и деталей фасонок.

При вычерчивании длинных сплошных элементов (балок, колонн) применяют по длине элементов произвольный масштаб при условии соблюдения правильности взаиморасположения деталей и взаимного соответствия проекций.

В рабочих чертежах технологических металлоконструкций применяются только прямоугольные (ортогональные) проекции, все размеры и отметки указывают в мм. Основные правила изображения металлических конструкций и условные обозначения на чертежах КМ и КМД приняты одинаковыми.

В зависимости от механических свойств при растяжении все стали, применяемые для стальных конструкций, подразделяются на условные классы прочности, именуемые «классами стали»: С 38/23, С 44/29, С 46/33, С 52/40, С 60/45, С 70/60, С 85/75.

В зависимости от ответственности конструкций и условий их эксплуатации все конструкции разбиты на группы.

При разработке чертежей КМД выполняют расчеты сварных и болтовых соединений. Расчет сварных соединений встык производят на сжатие и растяжение, сварных угловых швов – на срез.

Техническая документация на технологические трубопроводы (проектная и нормативная) должна предусматривать изготовление и монтаж трубопроводов индустриальными методами, а также правильное управление технологическими процессами и быстрый ремонт трубопроводов в процессе их эксплуатации.

В состав рабочих (монтажных) чертежей внутрицеховых технологических трубопроводов входят пояснительная записка, маркировка (экспликация) технологических трубопроводов, план сооружения и вводов трубопроводов, монтажно-технологические схемы, включая схемы вспомогательных трубопроводов, ментальные чертежи трубопроводов, ведомости трубопрово-

дов по линиям (линия – участок трубопровода, соединяющий между собой машины, аппараты, установки и другие линии с машинами, аппаратами, установками) в пределах каждого блока (блок – часть трубопровода, собираемая перед монтажом из готовых узлов), чертежи креплений трубопроводов, спецификации труб, арматуры и других изделий и материалов по блокам.

Проектная документация для изготовления и монтажа межцеховых трубопроводов включает: опись проектных материалов, координированный план трасс эстакад, каналов и подземных бесканальных прокладок; общую принципиальную схему межцеховых коммуникаций технологических трубопроводов с маркировкой и указанием размеров трубопроводов, расстановкой компенсаторов и неподвижных опор и обозначением трубопроводов с тепловой изоляцией и обогревом; монтажную схему межцеховых сетей с маркировкой и указанием размеров трубопроводов, расстановкой арматуры, компенсаторов и неподвижных опор, продольные профили каналов и подземных бесканальных прокладок с нанесением всех пересекаемых коммуникаций и сооружений, с указанием всех привязок и вертикальных отметок, чертежи поперечных сечений по всем трассам с маркировкой и привязкой всех трубопроводов, рабочие (монтажные) чертежи узлов трубопроводов с привязкой к строительным конструкциям, расстановкой арматуры и опор, указанием направления уклонов трубопроводов, рабочие чертежи компенсаторных узлов трубопроводов со всеми конструктивными размерами компенсаторов, расстановкой направляющих опор, привязкой к строительным конструкциям, указаниям о величинах предварительной растяжки (или сжатия) компенсаторов и необходимого смещения опор при монтаже, сводные спецификации труб, арматуры и других изделий и материалов.

При модельно-макетном методе проектирования в рабочем макете совмещают строительную, санитарно-техническую и электротехническую части, устройства КИП и автоматики и показывают все трубопроводы (с арматурой) с маркировкой их по линиям, нанесением основных размеров сооружения и высотных отметок размещения трубопроводов. Вместе с макетом выдают пояснительную записку, опись проектных материалов, монтажно-технологическую схему цеха, чертежи крепления трубопроводов, ведомость трубопроводов по линиям, сводные спецификации труб, арматуры и других изделий и материалов, монтажно-пояснительную записку к проекту, монтажные чертежи трубопроводов, дополняющие макет, деталировочные чертежи трубопроводов. Рабочие чертежи, выдаваемые монтажной организации, должны иметь на одном экземпляре штамп или надпись «Разрешено к производству работ» и подпись заказчика. Проектную и другую техническую документацию, поступающую на иностранном языке, заказчик передает монтажной организации в русском переводе.

В состав деталировочных чертежей входят опись текстового и графического материала, пояснительная записка к деталировочным чертежам, перечень чертежей с указанием их номеров, форматов, количества листов по каждому чертежу, сводная спецификация материалов и изделий с необходи-

мыми указаниями о количестве и типах, со ссылками на нормативный документ, деталировочные чертежи на каждую линию (в пределах отделения или установки).

В деталировочных чертежах КТД, разрабатываемых на основании монтажно-технологических схем и монтажных чертежей, на каждую линию трубопровода приводят общий вид линии в аксонометрическом изображении без масштаба. Чертежи должны быть выполнены в размерах, позволяющих производить изготовление узлов трубопроводов.

При разработке деталировочных чертежей с учетом имеющихся в наличии труб производят замены против предусмотренных монтажными чертежами, обеспечивая при этом надлежащую прочность трубопровода и его пропускную способность. Соответствующие расчеты в этих случаях производят по приведенным ниже формулам.

Внутренний (расчетный) диаметр трубопровода D_m (в мм) при заданном расходе жидкости и скорости ее протекания в трубопроводе

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4Q}{3600V\pi\gamma}}, \qquad (1.1)$$

где Q – расход жидкости, м^3/ч;

V – скорость движения продукта в трубопроводе, м/с;

γ – удельная масса транспортируемой среды при заданных параметрах, кг/м^3.

Скорость движения среды принимают для жидкостей с большой вязкостью 0,5–1,5 м/с, воды и маловязких жидкостей 1,5–3,0 м/с; для сжатого воздуха, насыщенного пара и газов хладагентов 20–30 м/с; для перегретого пара: 30–60 м/с.

Внутренний диаметр трубопровода $D_{\text{вн}}$ (в мм) при заданной потере давления (напора) в трубопроводе определяют по упрощенной формуле

$$D_{\text{вн}} = \xi \frac{L}{\Delta P} \cdot \frac{\gamma V}{2g}, \qquad (1.2)$$

где L – длина трубопровода, м;

ξ – коэффициент гидравлического сопротивления для труб, принимаемый 0,02–0,04;

$\Delta P = P_1 - P_1$ – допускаемая или заданная потеря давления между начальными и конечными участками трубопровода;

g – ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с^2.

Расчетная толщина стенок стальных труб S_p (в мм), работающих под действием внутреннего избыточного давления,

$$S_p = \frac{PD_{\text{н}}}{230\sigma_{\text{доп}}\varphi + P}, \qquad (1.3)$$

где P – внутреннее избыточное давление в трубопроводе P = 0,1 МПа;

$D_{\text{н}}$ – наружный диаметр трубы, мм;

$\sigma_{доп}$ – допускаемое напряжение на разрыв, 10 МПа;

φ – коэффициент прочности шва (для бесшовных труб φ= 1, для электросварных и водогазопроводных φ= 0,6–0,8).

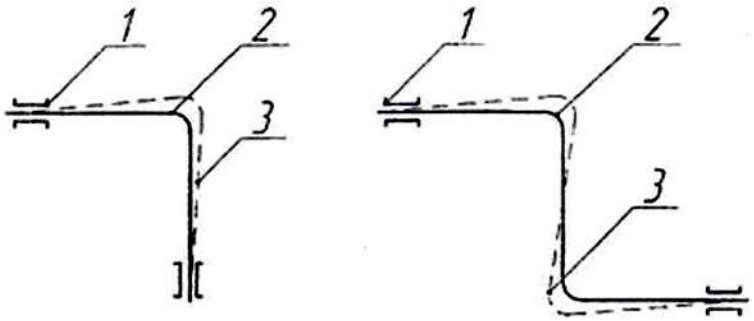
Допустимое рабочее давление трубопровода $P_{раб}$ (МПа) вычисляют по формуле

$$P_{раб} = \frac{200(S-C)\varphi\sigma_{доп}}{D_н-(S-C)}, \quad (1.4)$$

где S – толщина стенки трубы;

C – прибавка, учитывающая минусовый допуск толщины стенки трубы по ГОСТу и возможное утонение стенки при гнутье (принимают равной 15–20% толщины стенки, но не менее 0,5 мм).

При транспортировке сред с повышенными или пониженными температурами происходит изменение длины трубопроводов. Тепловые изменения длины трубопроводов при температуре среды не более 80 °С компенсируются за счет наличия отходов и правильной расстановки опор. Схема самокомпенсации показана на рисунке 1.1. Однако в большинстве случаев происходит значительное изменение длины трубопроводов, требующее установки компенсаторов.



1 – жесткие неподвижные опоры; 2 – расположение холодной трубы; 3 – расположение горячей трубы

Рисунок 1.1 – Схема самокомпенсации трубопровода

Изменение длины трубопровода (удлинение горячего, укорачивание холодного), зависящее от его исходной длины, температурного перепада и коэффициента линейного расширения материала (в мм), определяется по формуле

$$\Delta l = Lt\alpha, \quad (1.5)$$

где L – исходная длина трубопровода между неподвижными опорами, м;

t – температурный перепад между расчетной температурой транспортируемой среды и расчетной температурой наружного воздуха, °С;

α – коэффициент линейного расширения 1 м трубы, мм/(м°С).

Значения коэффициента линейного расширения α 1 м трубы для низкоуглеродистых сталей при нагреве труб от 0 до 1 °С приведены в стандартных таблицах.

1.2 Планирование монтажных работ

Монтажные организации планируют следующие основные показатели и экономические нормативы: ввод в действие производственных мощностей, объектов и сооружений; объемы подрядных работ, подлежащих выполнению в соответствии с договорами подряда на пусковых объектах планируемого года, а также по технологическим этапам и комплексам работ и объектам, намечаемым к вводу в действие в последующие годы; прибыль и норматив отчисления ее в госбюджет в виде налогов; рост производительности труда; норматив заработной платы работников, занятых в строительстве; задания по новой технике, нормативы образования фондов развития производства, материального поощрения, социально-культурных мероприятии и жилищного строительства за счет отчислений от прибыли.

Выполнение названных показателей обеспечивается за счет систематического повышения технического уровня строительно-монтажного производства и его эффективности. С этой целью ежегодно разрабатывают планы технического развития и повышения эффективности производства. В план включают мероприятия, обеспечивающие: внедрение прогрессивной технологии и механизации производственных процессов; повышение степени сборности и заводской готовности зданий, сооружений, оборудования и конструкций; применение новых эффективных материалов и конструкций; совершенствование управления и организации строительно-монтажного производства.

В состав мероприятий входит следующее:

– внедрение новых методов монтажа оборудования, трубопроводов, конструкций, новых методов сварки, новых строительно-монтажных машин и оборудования, новых средств малой механизации, средств механизации и автоматизации производственных процессов, выполняемых в подсобных производствах, комплектно-блочных устройств, изготовленных на предприятиях и в подсобных производствах монтажных организаций;

– совершенствование применяемой технологии, объемно-планировочных и конструктивных решений зданий, сооружений, монтируемого оборудования, трубопроводов и конструкций с учетом требований монтажных организаций;

– расширение применения ранее освоенной прогрессивной технологии, индустриальных конструкций и заготовок (узлов и секций трубопроводов, металлических конструкций);

– улучшение использования имеющихся строительно-монтажных машин по времени и мощности, имеющихся средств малой механизации;

– повышение степени сборности зданий и сооружений, заводской готовности и комплектности монтируемого оборудования.

К планируемым мероприятиям также относят:

– внедрение новых эффективных материалов и конструкций, производственно-технологической комплектации объектов, сетевого планирования и управления, диспетчеризации, оперативной связи и других новых методов и средств оперативного управления производством, разных форм внутрипостроечного расчета (объектного, цехового, участкового, бригадного и сквозного бригадного);

– расширение применения ранее освоенных эффективных материалов и конструкций;

– повышение качества монтажных работ;

– улучшение использования материалов, топлива и энергии, сокращение безвозвратных и трудноустранимых потерь материальных ресурсов;

– совершенствование инженерно-экономической подготовки производства монтажных работ, организационной структуры управления, централизации отдельных функций управления производством;

– развитие специализации при производстве монтажных работ.

По каждому отдельному мероприятию плана выполняют расчеты годового экономического эффекта, снижения себестоимости строительно-монтажных работ и экономии затрат труда, а затем сводный расчет роста производительности труда и снижения себестоимости строительно-монтажных работ.

В нашей стране разработаны системы планирования и управления СПУ. В основе этих систем лежат сетевые графики.

1.3 Схема технологического процесса монтажа

Машины и оборудование, применяемые в сельскохозяйственном производстве и, в частности, на животноводческих фермах, подразделяют на стационарные и передвижные. Стационарные машины и оборудование отличаются от передвижных тем, что их нужно монтировать на объектах эксплуатации. Под монтажом понимается совокупность технологических операций, включающая подготовку машин и оборудования, установку их на заранее подготовленный фундамент, полную сборку и индивидуальное испытание вхолостую и под нагрузкой.

Технологические операции монтажа выполняют по определенной схеме (рисунок 1.2), показывающей последовательность их выполнения. Работы, предшествующие установке оборудования на фундамент, относятся к подготовительным.

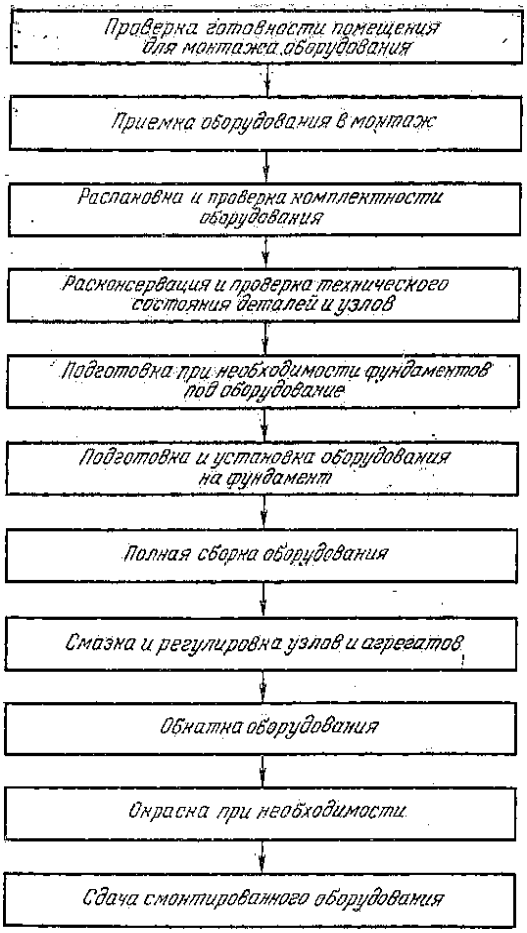


Рисунок 1.2 – Примерная схема технологического процесса монтажа машин и оборудования

Установка оборудования на фундамент – основная операция технологического процесса монтажа. Крупногабаритные и тяжеловесные узлы машин и оборудования при необходимости частично собирают на монтажной площадке, а затем устанавливают на заранее подготовленный фундамент и закрепляют анкерными болтами. Последовательность установки узлов на фундаменты определяется технологией монтажа оборудования. Соблюдение точности установки оборудования на фундамент гарантирует нормальную работу его в течение определенного промежутка времени эксплуатации. Установка оборудования на фундамент относится к числу трудоемких операций монтажа и должна быть максимально механизирована.

Сборка – наиболее ответственная часть производственного процесса монтажа машин и оборудования, так как от ее качества во многом зависит надежность работы машин и оборудования в процессе эксплуатации. Сборочные операции относятся к числу весьма трудоемких операций монтажа, и механизация их должна быть первоочередной и неотложной задачей.

Полную смазку и регулировку машин и оборудования проводят после установки и сборки: смазку – согласно карте смазки, а регулировку узлов и механизмов – согласно технологии монтажа машины. Регулировка узлов и механизмов предопределяет эксплуатационную эффективность выполненных монтажных операций.

Обкатка машин и оборудования необходима для приработки трущихся поверхностей новых деталей и определения качества сборки. Её проводят без нагрузки и под нагрузкой, проверяя работоспособность смонтированных машин и соответствие выходных параметров их техническим условиям.

Окрашивают машины и оборудование на заводах при их изготовлении, однако при монтаже покрытие часто нарушается, и поэтому по окончании монтажа их подкрашивают. Трубопроводы после испытания на герметичность окрашивают по всей длине масляной краской в два слоя в условные цвета.

1.4 Расчет численного и квалификационного состава бригад для выполнения пусконаладочных работ

В улучшении организации работы производственного персонала кроются значительные резервы роста производительности труда, снижения себестоимости пусконаладочных работ и повышения их качества. При совершенствовании форм организации пусконаладочных работ важное место отводится определению количественного и качественного состава бригад и звеньев.

Основной формой организации труда в наладочном производстве является бригада или звено. Совершенствование структуры бригад и звеньев путем подбора рационального численного, профессионального и квалификационного состава относится к важнейшим направлениям повышения эффективности наладочного производства. Пусконаладочные работы на объектах может выполнять бригада различного состава. При завышенном составе бригад недогружен и простаивает наладочный персонал, при заниженном – нерационально используются средства технического оснащения.

Состав бригады может считаться рациональным или близким к нему, если обеспечено соответствие разряда работ и рабочих, максимально загружены средства технического оснащения, используемые бригадой, наиболее полно используется каждый рабочий по специальности, а затраты труда между членами бригады распределены в соответствии с их специальностью и квалификацией.

В целях экономии трудовых и материальных средств при производстве пусконаладочных работ целесообразно использовать наиболее рациональный состав бригад (звеньев), который в общем случае определяется, исходя из конкретных условий производства работ, учитывающих сроки ввода объекта в эксплуатацию, трудоемкость видов работ и операций, обеспеченность фронта работ, требований технологии, правила техники безопасности и т.д.

Количество наладчиков низшего (первого по нумерации) разряда для выполнения одного вида работ на объекте определяется по формуле

$$a_{j1} = \left[\frac{T_{j1}}{8{,}2 \cdot t_j \cdot k_j}\right], \qquad (1.6)$$

где a_{j1} – наличие количества наладчиков *j*-й специальности по нумерации разряда;

T_{j1} – трудоёмкость *p*-го разряда *j*-вида работ, чел.-ч.;

t_j – продолжительность выполнения *j*-го вида работ, дни;

k_j – коэффициент, учитывающий выполнение норм выработки наладчиков *j*-той специальности;

j – 1,2, ... m.

Квадратные скобки означают, что полученное число следует округлить до ближайшего целого.

Количество наладчиков других разрядов определяется по формуле

$$a_{jp} = \left[\frac{\sum_{i=1}^{p} T_{j1}}{8{,}2 \cdot t_j \cdot k_j}\right] - \sum_{i=1}^{p-1} a_{j1}, \qquad (1.7)$$

где a_{jp} – количество наладчиков) *j*-ой специальности *p*-го (*p*=1,2...*r*) разряда;

p – 1,2...*r*.

Текущий номер разряда может не совпадать с самим разрядом. Например, если в данной группе наладчиков минимальный разряд рабочих – четвертый, то в нумерации разрядов он первый.

Коэффициент выполнения норм выработки *k* определен на основе данных учета и готовой отчетности пусконаладочных организаций:

– наладка технологического оборудования – 1,01;
– наладка электрооборудования, КИП – 1,05;
– наладка систем вентиляции – 1,03.

1.5 Подготовка монтажного участка и монтажной площадки

На объектах, сдаваемых под монтаж оборудования, должны быть сооружены рабочие площадки, фундаменты и опорные конструкции под оборудование, проложены подземные коммуникации, произведена обратная засыпка и уплотнение грунта до проектных отметок, устроены черные полы и каналы, произведен монтаж подкрановых путей и монорельсов (если он предусмотрен проектом).

В монтажных зонах и в помещениях, предназначенных для насосных и компрессорных установок, центрифуг, турбовоздуходувок, приводов подъемно-транспортных машин, поточно-автоматических линий, линий розлива и других видов подобного оборудования, до начала монтажа оборудования должны быть закончены штукатурные работы и заполнены все оконные и дверные проемы, а к концу комплексного испытания оборудования – все отделочные работы.

В соответствии с принятым ППР к началу монтажа сохраняются предусмотренные монтажные проемы, которые закрываются после подачи оборудования на место монтажа. При сдаче под монтаж фундаментов, расположенных на открытых площадках, должна быть закончена укладка подземных

коммуникаций на прилегающих территориях и произведена обратная засыпка грунта с его уплотнением. Фундаменты, на которых оборудование устанавливается с последующей подливкой раствором, что должно быть оговорено в чертежах, сдаются под монтаж забетонированными до уровня на 50–80 мм ниже проектной отметки опорной поверхности оборудования, а в местах выступающих ребер жесткости в основании оборудования – на 50–80 мм ниже отметки этих ребер.

К началу производства монтажных работ должна быть осуществлена организационно-техническая подготовка, включающая:

– получение монтажной организацией проектно-сметной и технической документации от генподрядчика или заказчика;

– разработку, согласование и утверждение в установленном порядке проекта производства монтажных работ;

– организацию складов, открытых площадок для хранения и укрупнительной сборки технологического оборудования, узлов трубопроводов и металлоконструкций;

– сооружение постоянных или временных подъездных путей, обеспечивающих нормальную подачу оборудования, конструкций и материалов в монтажную зону, а также перемещение и работу стреловых механизмов;

– возведение необходимых для производства монтажных работ временных сооружений, производственных и бытовых помещений;

– прокладку внешних сетей для подводки к строящемуся объекту электроэнергии, воды, пара и сжатого воздуха, необходимых для производства монтажных работ;

– устройство внутреннего и наружного электроосвещения;

– необходимую строительную готовность объекта для производства монтажных работ;

– комплектную поставку оборудования, узлов трубопроводов, конструкций материалов в необходимом объеме, предусмотренном проектом производства работ;

– оснащение монтажной организации монтажными механизмами, транспортными средствами, приспособлениями и инструментами в объеме, предусмотренном проектом производства работ;

– монтаж эксплуатационного и монтажного подъемно-транспортного оборудования, предназначенного для производства монтажных работ;

– выполнение мероприятий по технике безопасности и охране труда.

В комплекс работ по организации монтажной площадки входят следующие:

– оборудование площадок и стендов укрупнительной сборки технологического оборудования и конструкций;

– создание монтажного городка из передвижных зданий контейнерного типа;

– установка выносных площадок в монтажных проемах для подачи оборудования, конструкций и материалов на междуэтажные перекрытия;

– устройство материальных складов для хранения средств малой механизации, монтажных заготовок, материалов и инструментов, а также баллонов со сжиженными газами;

– создание приобъектных мастерских монтажных заготовок с инструментальным хозяйством;

– перебазирование и постановка на рабочие места монтажных машин и механизмов.

Для укрупнительной сборки оборудования и конструкций отводится отдельная площадка, примыкающая к монтируемому объекту. Она должна быть выровнена, утрамбована и посыпана песком, гравием или шлаком. Несущая способность площадки 0,3–0,4 МПа. Уклоны площадки в соответствии с условиями работы кранов не должны превышать 0,052 рад (3°). Площадки, расположенные на болотистых грунтах и рассчитанные на применение тяжелых кранов с грузоподъемностью 25–40 т, выстилают бетонными плитами, что оговаривается при разработке проекта организации строительства и предусматривает ППР при разработке генерального плана монтажной площадки.

Монтажная площадка обеспечивается электроэнергией и другими ресурсами в количествах, определяемых ПОС.

Своевременная инженерная подготовка монтажных работ и правильная организация их производства обеспечивают максимальную производительность труда, сокращение сроков продолжительности монтажа оборудован и качество монтажных работ.

1.6 Инструменты и приспособления для выполнения монтажных работ оборудования на фермах содержания КРС

1.6.1 Монтажный инструмент

Монтажный инструмент – это устройство, в котором движение рабочего органа осуществляется с помощью встроенного двигателя, а управление выполняется вручную.

Инструмент должен удовлетворять следующим основным требованиям:

– обеспечивать наивысшую производительность работ при высоком качестве выполняемых операций;

– обладать минимальными габаритами и массой при достаточно большой мощности двигателя;

– быть удобными в эксплуатации и максимально облегчать условия труда оператора;

– обладать высокой надежностью и долговечностью в работе, универсальностью и высокой маневренностью;

– соответствовать установленным нормам шумо- и виброизоляции; обеспечивать полную безопасность оператора; иметь широкую поузловую унификацию;

– соответствовать современным требованиям технической эстетики;

– иметь невысокую первоначальную стоимость и низкие эксплуатационно-ремонтные расходы.

Классифицируют инструмент по:

– основному назначению и области применения;

– роду энергии питания и привода;

– способу преобразования энергии питания;

– характеру движения рабочего органа;

– исполнению и регулированию скорости;

– методу обеспечения безопасности работ.

По назначению и области применения инструмент подразделяется на:

– оборудование общего назначения (сверлильное, шлифовальное, полировальное и фрезерное);

– машины для обработки металла, древесины, для монтажно-сборочных работ (резьбозавертывающие) и др.

К машинам для обработки металла относятся ножницы, машины резьбонарезные и развальцовочные, кромкорезы, труборезы, пилы дисковые, металлические щетки угловые, молотки пучковые и зубильные. К машинам для обработки древесины относятся пилы дисковые, ножовочные и цепные, машины распилочные и деревообрабатывающие, рубанки, долбежники. К машинам для монтажно-сборочных работ относятся гайковерты, шуруповерты, шпильковерты.

По роду энергии питания и приводу машины подразделяются на электрические, пневматические, моторизованные, гидравлические и пороховые.

Электрические машины подразделяются на машины: постоянного тока, однофазного переменного тока с двигателями коллекторными и асинхронными; трехфазного переменного тока с двигателями асинхронными нормальной и повышенной частоты тока.

Пневматические машины подразделяются на ротационные, турбинные и поршневые.

Моторизованные машины делят на машины с бензиновыми двигателями и машины с дизелями.

При производстве монтажных работ преимущественно распространены ручные машины с электрическим и пневматическим приводом.

По способу преобразования энергии питания инструмент подразделяется на механический, фугальный, компрессионно-вакуумный, пружинный. В механической машине энергия питания передается на рабочий орган через передаточный механизм (редуктор); в фугальной – без использования промежуточного передаточного механизма; в компрессионно-вакуумной – передача энергии осуществляется ударником, пневматически связанным с промежуточным преобразовательным механизмом; в пружинной машине передача энергии на рабочий орган осуществляется с помощью упругого звена.

По характеру движения рабочего органа инструмент подразделяется на машины с вращательным, возвратно-поступательным и сложным движением.

При вращательном движении рабочего органа силовое воздействие на обрабатываемый объект происходит непрерывно; при возвратно-поступательном или сложном движениях – импульсами.

По исполнению и регулированию скорости инструмент подразделяется на прямой и угловой, реверсивный и нереверсивный, одно- и многоскоростной. У прямых машин оси привода и вращающегося рабочего органа совпадают (параллельны), у угловых – пересекаются. Последние предназначены для работы в труднодоступных местах.

По методу обеспечения безопасности работ электрические машины подразделяются на три класса. К классу I относятся машины, работающие при напряжении тока более 42 В, у которых хотя бы одна деталь, доступная для прикосновения, отделена от токонесущей детали одной рабочей изоляцией. К классу II относятся машины, работающие при напряжении тока более 42 В, у которых все металлические части, доступные для прикосновения, отделены от токонесущих частей двойной (усиленной) изоляцией. К классу III относятся машины, работающие при напряжении тока менее 42 В, причем они имеют повышенную частоту электрического тока.

Безопасность электрических машин во многом определяется их защищенностью от попадания влаги на изоляцию. По этому признаку инструмент изготовляется в трех вариантах: незащищенные, брызгозащищенные и водонепроницаемые. Вибробезопасность всех машин обеспечивается специальными устройствами для уменьшения вибрации, передаваемой на руки оператора, до допустимого предела.

В настоящее время для упорядочения выпуска инструмента введена единая система индексации. Согласно ей, каждая модель ручной машины имеет буквенно-цифровое обозначение (индекс). Буквенная часть индекса обозначает тип привода машины: ИЭ – электрический, ИП – пневматический, ИГ – гидропневматический, ИМ – моторизованный с двигателем внутреннего сгорания. Для насадок, головок и вспомогательного оборудования независимо от типа привода введен буквенный индекс ИК.

Цифровая часть индекса соответствует классификатору, приведенному в таблице 1.1, согласно которому весь монтажный инструмент подразделен на группы и подгруппы, в зависимости от их назначения и важнейших конструктивных особенностей. Согласно классификатору, все ручные машины разделены на девять групп, группа 10 является резервной и предусмотрена для машин совершенно новой конструкции (с автономным электроприводом или лучевым воздействием на обрабатываемые детали и конструкции). Незаполненные графы классификатора предназначены для новых машин указанных групп. Так, расшифровка индекса молотка ручного пневматического рубильного ИП-4119 означает: ИП – вид привода – пневматический; 4 – номер группы, согласно таблице классификатора – машина ударного действия; 1 – номер подгруппы – молоток рубильный; 19 – регистрационный порядковый номер ручной машины указанной модели.

В целях обеспечения высокого качества выпускаемых ручных машин на них введены нормативно-технические документы (стандарты), устанавливающие комплекс норм, правил и требований к каждому виду изделия.

В настоящее время на ручные машины имеются и действуют 26 государственных стандартов (ГОСТов), в каждом из которых указывается область его распространения, время действия, основные параметры и размеры, технические требования, методы испытаний, маркировка, упаковка и консервация. Часть ручных машин выпускается по отраслевым стандартам (ОСТам), обязательным для всех предприятий отрасли.

Машины для распиловки древесины включают в себя дисковые, цепные и лобзиковые пилы.

Дисковые пилы (рисунок 1.3) предназначены для продольной и поперечной распиловки материала толщиной до 65 мм. Рабочим органом является пильный диск 4, приводимый во вращение электродвигателем 1 через одноступенчатый цилиндрический редуктор 5. Электродвигатель смонтирован на опорной плите 6. Глубина пропила регулируется перемещением двигателя с диском относительно поверхности основания. Для распиловки древесины под углом 0–45° к плите прикреплен направляющий сектор со шкалой, по которому перемещается пильная головка. Диск огражден подпружиненным предохранительным кожухом 3. Включение пилы производится через двухполюсный выключатель, установленный в рукоятке 2. Основным недостатком дисковых пил является ограничение глубины пропила, зависящей от диаметра диска (соотношение диаметров 1:3).

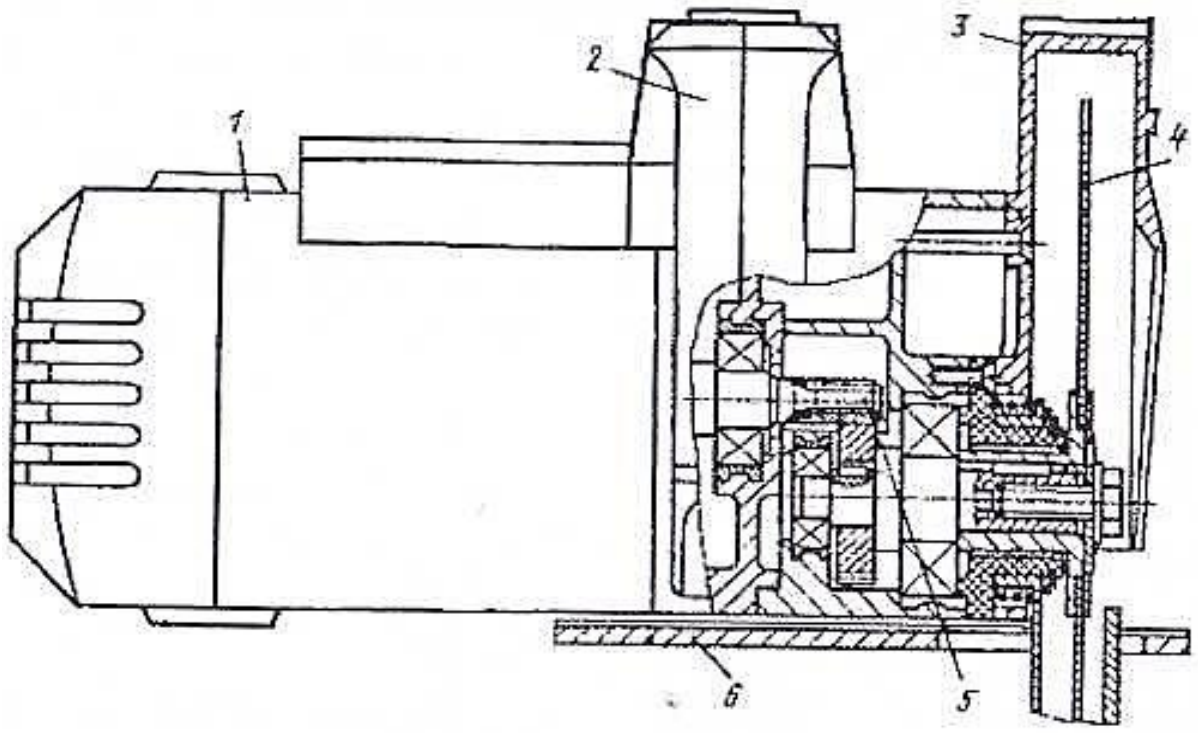


Рисунок 1.3 – Дисковая пила

Таблица 1.1 – Классификатор и цифровая индексация инструмента

Подгруппы	Группы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Машины сверлильные и резьбозавертывающие	Машины шлифовальные, полировальные	Машины резьбозавертывающие, резьбонарезные	Машины ударные, ударно-вращательные	Машины фрезерные, пилы дисковые, ножницы, рубанки	Машины специальные универсальные	Агрегаты многошпиндельные	Насадки, головки, в том числе с приводом через гибкие валы	Вспомогательное оборудование	
0	Машины сверлильные прямые	Машины шлифовальные, полировальные, зачистные прямые	Шуруповерты с автоматикой	Молотки клепальные	Машины фрезерные	Машины универсальные с комплектом насадок	Агрегаты сверлильные	Сверлильные, прямые зенковальные	Подвеска для ручных машин	100
1	Машины сверлильные угловые	Машины шлифовальные, полировальные, зачистные угловые	Гайковерты ударного действия	Молотки рубильные	Пилы дисковые	Машины с гибким валом, с универсальными головками	Агрегаты гайкозавертывающие, винтозавертывающие	Сверлильные угловые	Воздуходувки	101
2	Машины сверлильные многоскоростные прямые и угловые	Машины шлифовальные, полировальные, торцевые	Гайковерты ударного действия угловые	Молотки отбойные	Ножовки, лобзики	Шпиндели универсальные	Агрегаты резьбонарезные	Шлифовальные, полировальные, зачистные	Стойки, подставки	102

Окончание таблицы 1.1

3	Машины сверлильные реверсивные прямые и угловые	Машины шлифовальные, полировальные, ленточные	Шпильковерты, муфтоверты	Молотки бурильные	Напильники, надфили, шаберы	Труборезы		Резьбонарезные	Приводы универсальные	103
4	Машины развертывающие, зенковальные	Машины шлифовальные, полировальные, плоские	Машины резьбонарезные угловые	Машины гвоздезабивные, скобозабивные	Ножницы ножевые	Бороздоделы		Гайковерты, шуруповерты	Преобразователи	104
5	Машины сверлильные ударно-вращательные		Машины резьбонарезные угловые	Трамбовки	Ножницы вырубные	Кромкорезы		Молотки	Торсионы, шарниры	105
6			Гайковерты безударного действия	Ломы, пробойники	Долбежники			Типы: фрезерные и дисковые, фуганки	Аккумуляторы	106
7			Гайковерты безударного действия угловые	Перфораторы	Рубанки			Напильники, надфили, шаберы	Станки заточные, точила	107
8	Станки сверлильные переносные и устройства			Машины развальцовочные	Резинорезы			Ножовки, лобзики, ножницы	Устройства защитно-отключающие	108
9					Сучкорезы					109

Мощность пиления при работе дисковых пил (Вт)

$$N_{\text{рез}} = \frac{К_{\text{т}} Q_{\text{попр}} В_{\text{пр}} H u}{60}, \quad (1.8)$$

где $К_{\text{т}}$ – удельная работа пиления дисковой пилой, Дж/м^3;

$Q_{\text{попр}}$ – коэффициент, учитывающий конкретные условия пиления;

$В_{\text{пр}}$ – ширина пропила, м;

H – высота пропила, м;

u – скорость подачи, м/мин.

Цепные пилы (рисунок 1.4) применяются для поперечной распиловки древесины. Рабочим органом является цепь 6, состоящая из режущих 10 и скалывающих 11 звеньев; на скалывающем звене имеется хвостовик 12 для устойчивого движения цепи в направляющей шине 4. Движение цепи осуществляется от электродвигателя 2 через одноступенчатый цилиндрический редуктор 9, на выходном валу которого насажена ведущая звездочка 1. Натяжение цепи регулируется перемещением направляющей шины 4 с закрепленной на пружинном амортизаторе 7 ведомой звездочкой 5. Редуктор и ведущая звездочка ограждены кожухом 8. Включение пилы производится через выключатель 3.

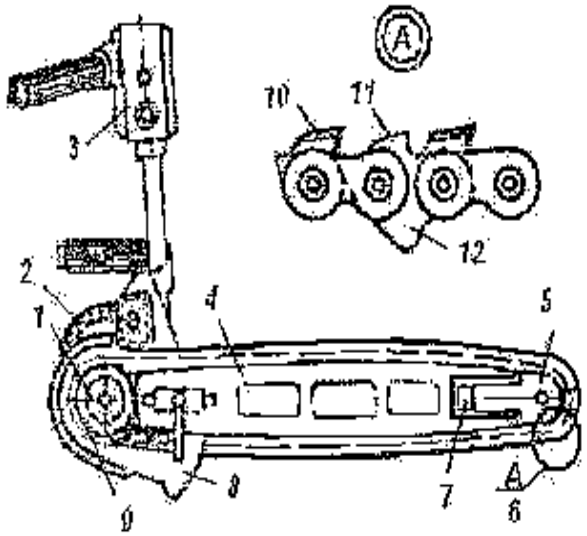


Рисунок 1.4 – Цепная пила

Лобзиковые пилы (рисунок 1.5) предназначены для прямой и фасонной распиловки древесины различных пород толщиной до 55 мм. Рабочим органом является вертикально расположенное пильное полотно 10, совершающее возвратно-поступательное движение. Движение полотна осуществляется от электродвигателя 7 через двухступенчатый редуктор 6, на выходном валу 5 которого эксцентрично закреплен палец 4. На конец пальца насажен сухарь 3, который перемещается в кулисе 1, закрепленной в ползуне 2. Во время вращения ползун совершает возвратно-поступательное движение, передающееся установленному в нем полотну. Перемещение лобзиковой пилы по линии реза осуществляется вручную с помощью планки 8. Во избежание перекосов и поломки полотна последнее перемещается по ролику 9. Лобзиковые пилы снабжены виброзащитными устройствами.

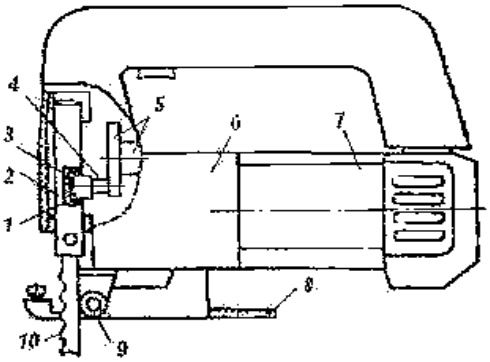


Рисунок 1.5 – Лобзиковая пила

Машины для строгания древесины (рубанки) различаются по ширине и глубине строгания за один проход. Электрический рубанок (рисунок 1.6) состоит из встроенного в корпус 2 электродвигателя 3, ременной передачи 4, ножевого барабана (фрезы) 9 со вставными плоскими ножами 8, передней подвижной 10 и задней неподвижной 7 лыж, основной рукоятки 5 с выключателем, ручки 1 и токопроводящего кабеля 6. Скорость подачи при обработке древесины средней прочности равна 1,5–4 м/мин. Глубина строгания регулируется подъемом и опусканием с помощью ручки 1 подвижной лыжи в пределах 0–3 мм. Конструкция рубанков предусматривает работу в стационарном положении.

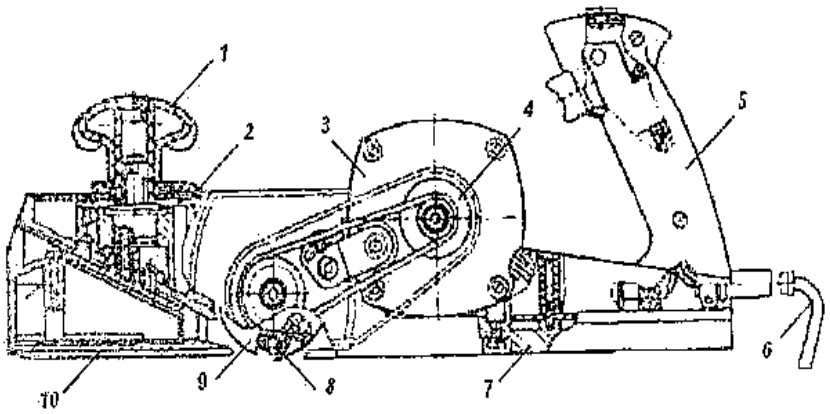


Рисунок 1.6 – Электрический рубанок

Фрезерные машины применяют для строгания древесины на глубину до 70 мм, а также для снятия фасок и выборки пазов. Машина (рисунок 1.7) состоит из электродвигателя 4, опоры 2, щитка ограждения 5, цанги 1. Вал якоря электродвигателя, вращающийся в двух шарикоподшипниках, выполнен полым. С одного конца вала имеется цилиндрическая расточка под цангу, которая закрепляется винтом. На корпусе электродвигателя закреплена зубчатая рейка 3, служащая для продольного перемещения двигателя вдоль его оси, т. е. для установки фрезы на необходимую высоту. Опора 6 фрезерной машины служит для установки электродвигателя под нужным углом и на определенной высоте относительно обрабатываемого материала, а также для прямолинейного перемещения фрезерной машины по обрабатываемому материалу и крепления приспособлений для снятия фасок и вырезки кругов.

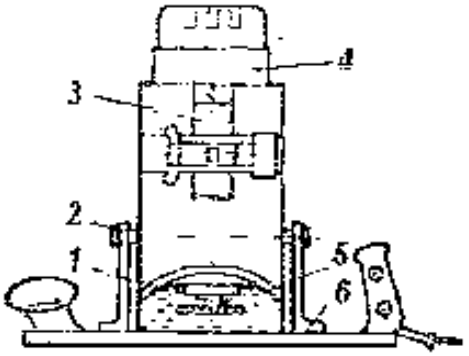


Рисунок 1.7 – Фрезерная машина

Долбежники ручные предназначены для выборки пазов и гнезд в древесине. Основными параметрами являются размеры выбираемых отверстий и скорость резания, электродолбежник (рисунок 1.8) приводится в действие трехфазным асинхронным электродвигателем 7 с короткозамкнутым ротором.

На переднем конце вала ротора 8 закреплена ведущая звездочка 5, которая приводит в действие долбежную цепь 13. К переднему щитку 4 крепится направляющая линейка 2 с роликоподшипником, наружная обойма которого служит второй опорной режущей цепи. Натяжение цепи осуществляется перемещением направляющей линейки с помощью винта 3. Вертикальное перемещение долбежной цепи с электродвигателем в процессе работы производится рычажным приспособлением 6 по направляющим колонкам 11, закрепленным на основании 1, а возврат цепи в исходное положение происходит под действием пружины 9. Глубина долбления регулируется ограничителем хода 10. К обрабатываемому материалу долбежник крепится зажимным приспособлением 12. Ширина паза, полученного за один проход, соответствует долбежной цепи, длина паза – ширине линейки, глубина паза – длине направляющей линейки.

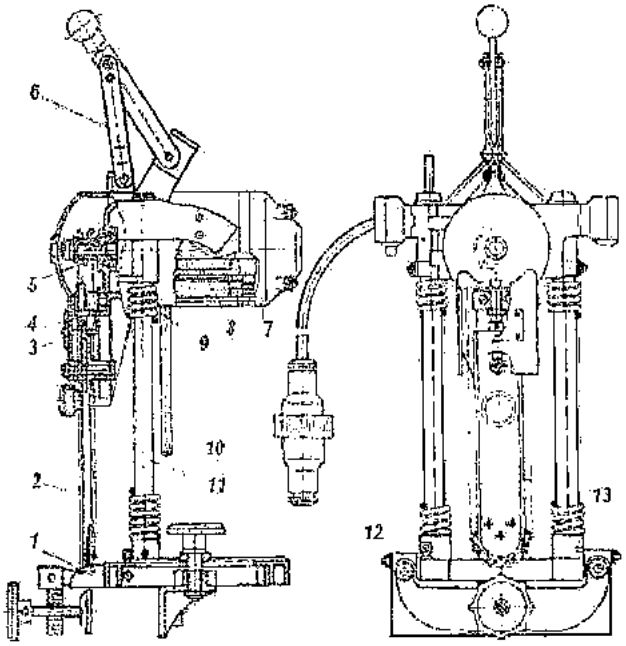


Рисунок 1.8 – Электродолбежник

Машины вращательного и ударно-вращательного действия. К ним относятся сверлильные, шлифовальные, полировальные, резьбонарезные, развальцовочные и резьбозавертывающие машины, а также кромкорезы, труборезы, пилы дисковые по металлу.

Сверлильные машины – наиболее распространенный вид инструмента, применяемого на монтажных работах. Сверлильные машины предназначены дня сверления отверстий в металле, дереве, пластмассе, бетоне, кирпиче и камне, а также являются основой для создания универсальных комплектов с набором различных насадок и приспособлений. Они имеют единую принципиальную схему (двигатель – редуктор – шпиндель) и отличаются друг от друга конструктивным оформлением, габаритами, массой, частотой вращения шпинделя, типом двигателя. В зависимости от режима работы сверлильные машины подразделяются на три типа; легкие, средние и тяжелые с диаметром сверления 0–9, 12–14 и 23–32 мм соответственно. Легкие сверлильные машины имеют рукоятку пистолетного типа для лучшего контакта с ладонью оператора и применяются на электромонтажных и санитарно-технических работах. Средние сверлильные машины изготовляются также пистолетного типа, но с дополнительной съемной боковой рукояткой. Тяжелые сверлильные машины имеют на корпусе две боковые рукоятки и грудной упор или механизм подачи сверла.

В прямой сверлильной машине (рисунок 1.9) вращение от вала якоря электродвигателя 5 передается на шпиндель 1 через двухступенчатый цилиндрический редуктор 3. Ведущая шестерня редуктора нарезана на валу якоря, а ведомая – закреплена на шпинделе с помощью шпонки. Промежуточные шестерни выполнены в виде единого блока. Детали привода размещены в пластмассовом корпусе, состоящем из трех частей: передней 2, средней 4 и крышки 6. Корпус имеет рукоятку 8 с курковым выключателем 9. Охлаждение двигателя во время работы производится с помощью вентилятора 10. В машине размещено устройство 7 для подавления радиопомех. Отличием угловых сверлильных машин от прямых является наличие на редукторе конической пары шестерен, изменяющей направление вращения шпинделя. Для более полного использования мощности привода и повышения производительности сверлильных ручных машин выпускаются модели, имеющие двухскоростной редуктор с механизмом переключения. Частота вращения шпинделя у таких машин меняется в зависимости от вида обрабатываемого материала.

Прямая радиально-шлифовальная машина (рисунок 1.10) состоит из шпинделя 6, на котором с помощью фланца 1 и цанги 3 закреплен абразивный круг, защитного кожуха 4, корпуса 5, цилиндрического одноступенчатого редуктора 7, вентилятора 8 для охлаждения корпуса 9 электродвигателя, в котором помещены статор 10 и ротор 11, амортизаторов 12, выключателя 13 и токопроводящего кабеля 14.

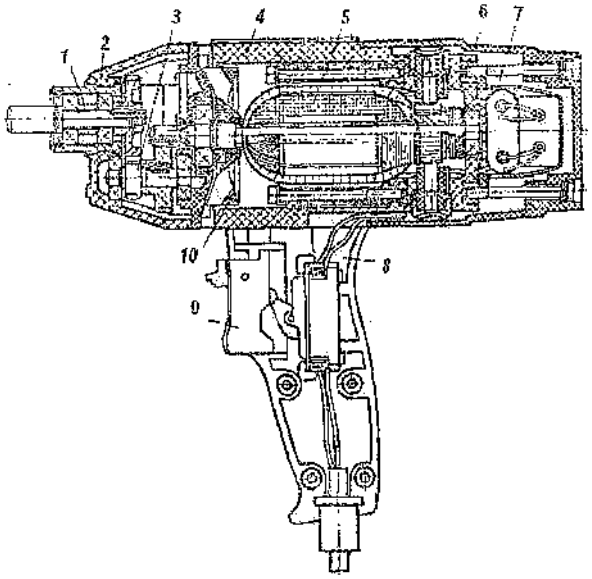


Рисунок 1.9 – Сверлильная машина

При включении электродвигателя ротор через зубчатую пару сообщает вращение шпинделю и закрепленному на нем абразивному кругу. Кроме абразивных кругов в качестве рабочего исполнительного инструмента применяются эластичные диски, металлические щетки, войлочные, фетровые и хлопчатобумажные круги. Основным параметром радиальных машин является диаметр абразивного круга. Марку круга и его диаметр выбирают из условия максимально возможной частоты вращения, соответствующей частоте вращения круга на холостом ходу, что обеспечивает наиболее безопасное производство работ.

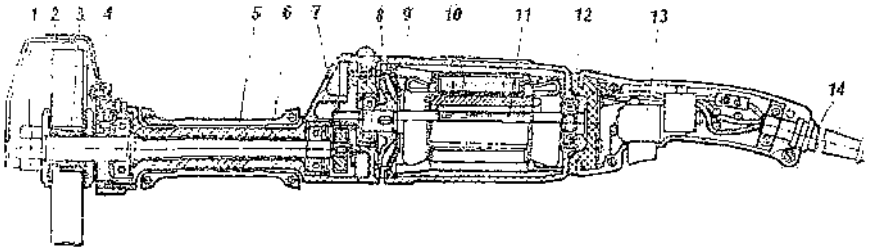


Рисунок 1.10 – Прямая шлифовальная машина

В настоящее время выпускается следующий ряд радиально-шлифовальных машин: прямые для кругов диаметром 40, 63, 80, 100, 125 и 160 мм; угловые – для кругов диаметром 80, 125, 150, 180 и 220 мм. Повышение производительности радиально-шлифовальных машин достигается установкой армированных кругов, допускающих безопасную работу при окружной скорости до 80 м/с.

На базе угловых шлифовальных машин разработаны труборезы, рабочим инструментом которых являются армированные абразивные круги диаметром 170–230 мм. Резание труб производится двумя методами: врезанием и обкаткой. При методе врезания труба перерезается абразивным кругом, перемещаемым сверху вниз в плоскости перпендикулярной оси трубы. Диаметр

труб, отрезаемых таким методом, ограничивается диаметром круга и не превышает 70 мм при диаметре круга 230 мм. Резка труб большого диаметра производится методом обкатки, т.е. перемещением трубореза вокруг трубы. При этом абразивный круг устанавливается перпендикулярно оси трубы.

На рисунке 1.11 показан труборез для резки методом обкатки труб диаметром 100–1620 мм из углеродистых и легированных сталей. Труборез состоит из угловой шлифовальной машины 3 и обкатного устройства, включающего раздвижную тележку 1 с обкатными роликами 6, цепной механизм вращения трубореза вокруг трубы, подпружиненный захват и механизм подачи 2 абразивного круга 5. Расстояние между роликами регулируется в зависимости от диаметра обрабатываемой трубы. Сверху круг закрыт кожухом 4.

Плоскошлифовальные и ленточно-шлифовальные машины используются для шлифования и полирования больших плоских металлических и деревянных плоскостей, а также для сухого и мокрого шлифований и полирования шпаклеванных и окрашенных поверхностей. У плоскошлифовальных машин рабочим органом является плоская платформа с абразивной штукатуркой, совершающая возвратно-поступательное или плоскопараллельное движение. У ленточно-шлифовальных машин рабочим органом является бесконечная абразивная лента.

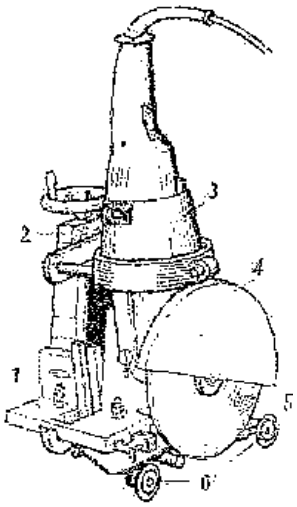


Рисунок 1.11 – Труборез

Резьбозавертывающие машины предназначены для завертывания, затяжки и отвертывания крепежных деталей различных резьбовых соединений. К ним относятся гайковерты и шуруповерты.

Гайковерты предназначены для механизированной сборки и разборки болтовых соединений при выполнении электромонтажных, санитарно-технических, кровельных работ и при монтаже металлических и сборных железобетонных конструкций. По принципу действия гайковерты выполняются безударными (статического действия) и ударными (ударно-вращательного действия). По конструкции гайковерты подразделяются на прямые и угловые, реверсивного и нереверсивного действия. Основными параметрами гайковертов являются максимальный диаметр завинчиваемой резьбы и момент затяжки.

Безударные гайковерты, у которых крутящий момент передается на шпиндель от электродвигателя через двухступенчатый редуктор, имеют ряд недостатков, ограничивающих их применение. К ним относятся восприятие оператором реактивного момента и значительная масса машины из-за необходимости установки редуктора с большим передаточным числом. Поэтому они применяются для сборки и разборки резьбовых соединений диаметром не более 12 мм.

Гайковерты ударно-вращательного действия являются основными резьбозавертывающими машинами, выпускающимися в настоящее время. Основным узлом этих гайковертов является ударно-импульсный механизм, преобразующий непрерывное вращение привода в периодически повторяющиеся удары по шпинделю. Это позволяет значительно повысить выходную мощность на шпиндель и производить затяжку резьбовых соединений диаметром до 80 мм при небольших габаритах и массе гайковертов.

Гайковерт ударно-вращательного действия (рисунок 1.12) состоит из электродвигателя 10, планетарного редуктора 9, ударно-вращательного механизма, основной 12 и дополнительной 8 рукояток. На квадратном хвостовике шпинделя крепятся сменные головки 1. При работе гайковерта вращение от электродвигателя через планетарный редуктор передается приводному валу 6 ударно-импульсного механизма. Вал связан с подпружиненным ударником 5 посредством двух шариков 4, находящихся в винтовых канавках обеих деталей. На торцовой поверхности ударника симметрично расположены два кулачка, входящие в зацепление с кулачками шпинделя 2 под действием рабочей пружины 7.

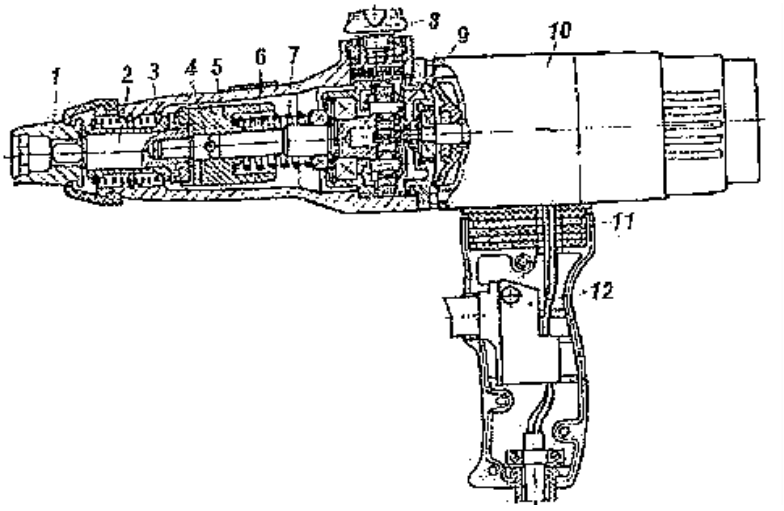


Рисунок 1.12 – Гайковерт ударно-вращательного действия

В начале резьбозавертывающего процесса, когда развиваемый машиной крутящий момент расходуется на преодоление трения в резьбовой паре, кулачки ударника находятся в постоянном зацеплении с кулачками шпинделя, обеспечивается его непрерывное вращение. Такое вращение шпинделя, ударника и приводного вала продолжается до тех пор, пока крутящий момент в шпинделе не превысит момента сопротивления движению шариков в канавках, что произойдет при затяжке соединения. В этом случае ударник начнет

перемещаться по винтовой линии, вращаясь в сторону, противоположную вращению вала, и сжимая пружину 7 до тех пор, пока его кулачки не выйдут из зацепления с кулачками шпинделя. Затем под действием пружины 7 ударник ускоренно возвращается в исходное положение. В конце хода кулачки ударника наносят удар по кулачкам шпинделя. При этом кинетическая энергия маховых масс передается через сменную головку на резьбовое соединение, производя его затяжку. Удары наносятся периодически до выключения электродвигателя, причем энергия каждого последующего удара возрастает ввиду уменьшения податливости затягиваемого резьбового соединения. После определенного числа ударов сила их становится недостаточной для дальнейшей затяжки и рабочий процесс прекращается. Продолжительность затяжки составляет не более 3–5 с.

Трамбовки предназначены для уплотнения грунтов в труднодоступных и стесненных условиях при засыпке пазух фундаментов, вокруг опор, трубопроводов коллекторов, при устройстве подсыпок под полы, при уплотнении бетонных смесей, а также для планировочных работ небольшого объема. Серийно выпускаемые в настоящее время трамбовки оборудованы пружинными ударными механизмами и динамическими гасителями колебаний. Такая трамбовка (рисунок 1.13) состоит из электродвигателя, редуктора, преобразовательного кривошипно-шатунного механизма, ударного механизма пружинного типа, рабочего органа – трамбующего башмака и амортизирующей рукоятки управления.

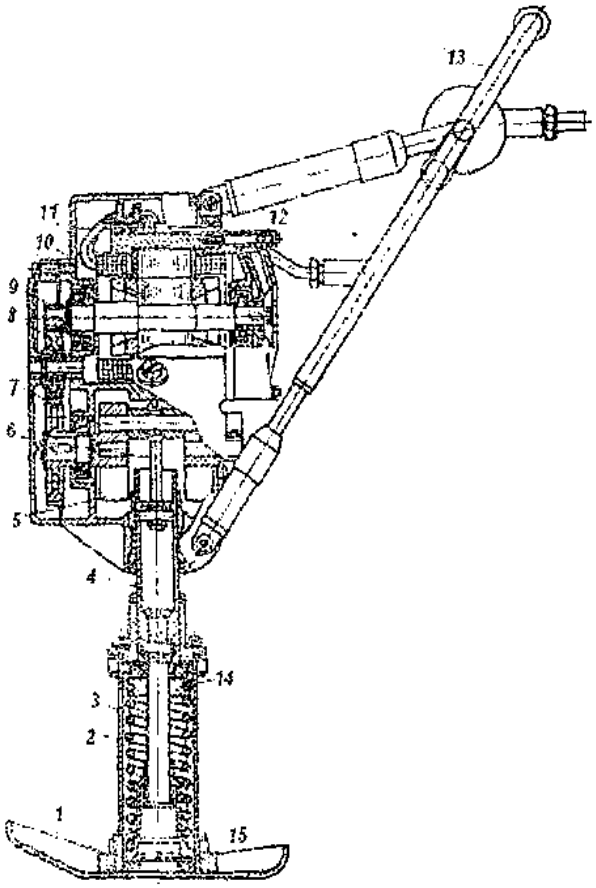


Рисунок 1.13 – Электротрамбовка

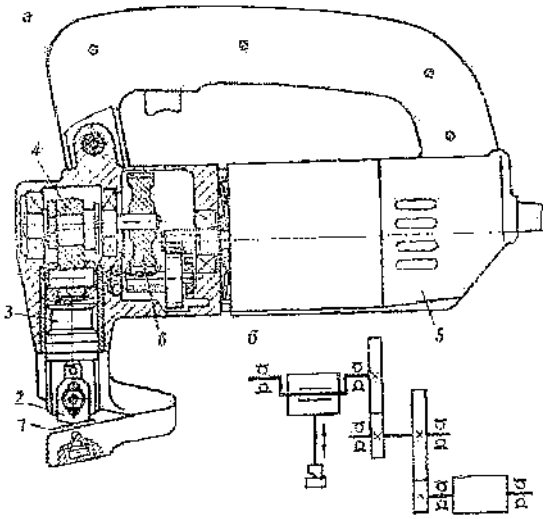
При работе трамбовки вращение ротора электродвигателя 10 через шестерни 9, 8 и 7 передается на кривошип 5 и шатун 6, соединенный с направляющим стержнем 4. Последний совершает возвратно-поступательное движение, касается со ступенчатым штоком 3, проходящим через отверстия верхнего 14 и нижнего 15 ползунов, между которыми установлена предварительно сжатая пружина. Направляющим элементом для ползунов служит цилиндр 2, который по отношению к трамбующему башмаку 1 расположен с некоторым наклоном вперед, обеспечивающим самопередвижение трамбовки. При движении штока 3 вверх нижний ползун 15 увлекает за собой башмак и дополнительно деформирует пружину, в которой аккумулируется энергия сжатия. При движении штока вниз происходит высвобождение энергии пружины при одновременном разгоне башмака за счет нажатия верхнего ползуна на пружину сверху. Удар по грунту происходит при положении кривошипа вблизи нижней мертвой точки, когда башмак обладает максимальной скоростью. Для предохранения деталей ударного механизма трамбовки от перегрузок между подвижными ползунами и ступенчатыми штоками установлены амортизаторы.

Привод трамбовки размещен в алюминиевом корпусе 11. Охлаждение электродвигателя производится воздухом, продуваемым вентилятором 12. Управление трамбовкой осуществляется рукояткой управления 13, связанной с корпусом шарниром и пружинным амортизатором. Электробезопасность оператора обеспечивается защитно-отключающими устройствами, а виброизоляция – дебалансами, навешенными на кривошипных валах. Дебалансы вращаются синхронно-синфазно, что обеспечивается цилиндрической зубчатой передачей.

Ножницы ручные предназначены для прямолинейной и фасонной резки и раскроя листового металла, а также вырубки в нем отверстий и окон различной конфигурации при выполнении арматурных, сварочных, кровельных, санитарно-технических, электромонтажных и гидроизоляционных работ, а также при монтаже металлических и сборных железобетонных конструкций. Основным параметром ножниц является толщина разрезаемого материала. По конструктивному исполнению режущего инструмента различают ножевые и вырубные ножницы.

Ножевые ножницы (рисунок 1.14) используются для прямолинейной и фасонной резки листового проката различных металлов толщиной до 3,5 мм.

Рабочим органом являются верхний подвижный 2 и нижний неподвижный 1 ножи, между которыми размещается разрезаемый металл. Подвижный нож прикреплен винтом к ползуну 3, совершающему возвратно-поступательное движение при вращении выходного эксцентрикового вала 4. Вал приводится в движение от электродвигателя 5 через двухступенчатый цилиндрический редуктор 6.



а – общий вид; *б* – кинематическая схема
Рисунок 1.14 – Ножницы ножевые

Регулировка зазора между ножами производится перемещением неподвижного ножа в плоскости, перпендикулярной плоскости реза. Сущность резки металла ножевыми ножницами заключается в сдвиге металла двумя ножами. Такой способ резки прост и производителен и осуществляется без отходов металла. К недостаткам его относятся образование вмятин, заусенцев, деформация листа, которые приводят к необходимости последующей правки и зачистки металла, возникновение вибрационных нагрузок, действующих на оператора, невозможность раскроя металла по малым радиусам (менее 50–60 мм) и внутриконтурной вырезки.

Машины вращательного действия. Пневматические сверлильные машины подразделяют по режиму работы – на машины легкого, среднего и тяжелого режима; по конструктивному исполнению – на прямые и угловые; по типу пневмодвигателя – на ротационные нереверсивные правого или левого вращения и реверсивные.

Сверлильные машины состоят из пневматического двигателя, планетарного редуктора, шпинделя со сверлильным патроном и пускового механизма. На рисунке 1.15 показана прямая нереверсивная сверлильная машина, ротационный двигатель 10 которой установлен в корпусе рукоятки 14. Ротор 20 двигателя вращается в двух шарикоподшипниках 9 и с торцов закрыт крышками 7 и 11. В пазах ротора находятся лопатки 8, которые могут свободно перемещаться в радиальном направлении под действием центробежных сил. При нажатии оператора на курок 18 скошенный шток 17 перемещает стержень 16 и клапан 15, открывая доступ сжатого воздуха в полость 12 и далее через отверстие 13 в рабочую полость двигателя (пространство между двумя соседними лопатками). Расширяясь, сжатый воздух совершает механическую работу, заставляя вращаться ротор двигателя. Отработанный воздух выходит по каналам 19 в атмосферу. Вращение ротора передается планетарному редуктору, размещенному в корпусе 5. Ведущая шестерня редуктора насажена на валу 21 и передает вращение сателлитам 4, расположенным на

осях 22 в подшипниках 6. Обкатываясь по венечной шестерне 3, сателлиты вращают водило 2, являющееся одновременно шпинделем, на внутреннем конусе 1 которого крепится сверлильный патрон.

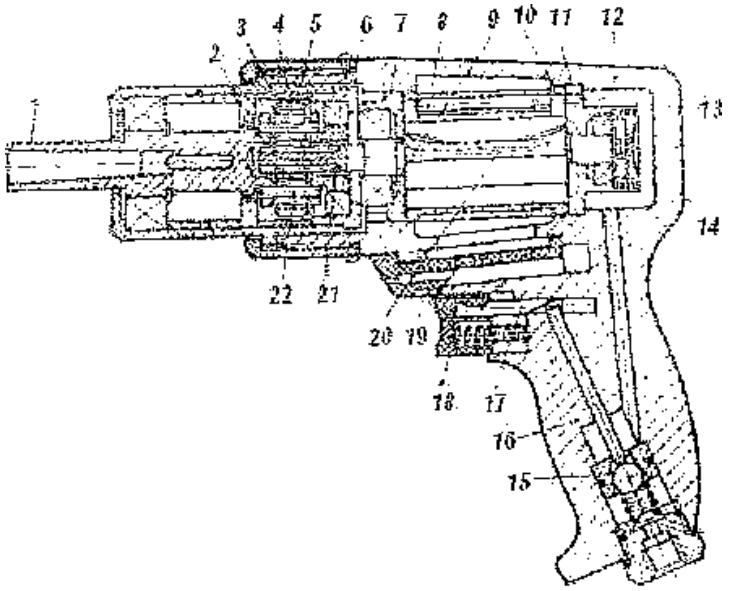


Рисунок 1.15 – Пневматическая сверлильная машина

Расчет технологических параметров пневматических сверлильных машин производится по зависимостям, приведенным для расчета электрических машин. Отличием пневматической резьбонарезной машины от сверлильной является наличие в ней двухступенчатого планетарного редуктора и механизма реверса, обеспечивающего ускоренное извлечение метчика из нарезаемого отверстия.

Пневматические резьбозавертывающие машины (гайковерты) выпускаются с ударно-импульсным преобразователем момента (ударно-вращательного действия), что позволяет значительно увеличить крутящий момент на ключе по сравнению с моментом, развиваемым двигателем (в 200–300 раз), увеличить момент затяжки соединения при относительно малых габаритах и массе, повысить скорость вращения шпинделя, благодаря чему повышается производительность машины. Недостатком таких гайковертов является зависимость величины развиваемого момента затяжки от качества деталей резьбового соединения, их жесткости и некоторых других факторов.

На рисунке 1.16 изображен разрез такого гайковерта, состоящего из двигателя 7, ударно-импульсного механизма, шпинделя 2 со сменной головкой 1. В рукоятке 9 кроме двигателя размещены механизм реверса 8 с переключателем 10, глушитель 12, пусковое устройство 13 с курковым выключателем 11. Ударно-импульсный механизм включает в себя корпус 6, вращающийся в шарикоподшипнике, ударник 5, соединенный с корпусом тремя игольчатыми роликами 14, позволяющими вращаться совместно с ним и перемещаться вдоль оси вращения, валик-синхронизатор 3, силовую пружину 4 и шпиндель 2.

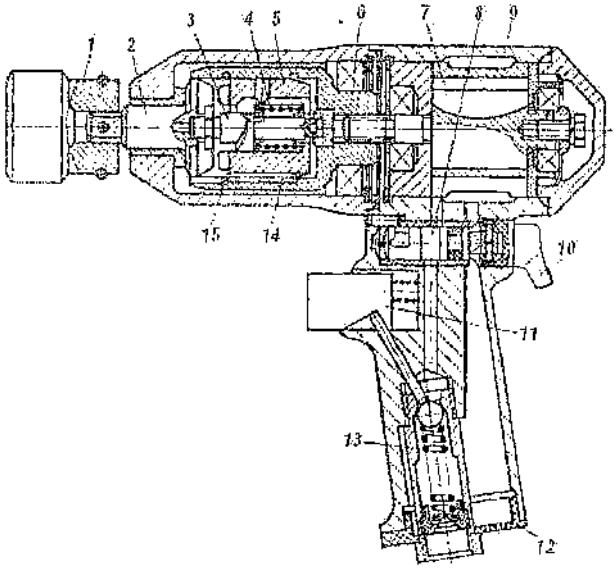


Рисунок 1.16 – Пневмогайковерт ударно-вращательного действия

Работа гайковерта происходит следующим образом. При включении машины сжатый воздух поступает в полость двигателя и приводит ротор во вращение, которое передается корпусу ударного механизма, соединенному с валом ротора эвольвентными шлицами, и далее ударнику. При обкатывании шарика 15, зафиксированного в ударнике на кулачковой поверхности валика-синхронизатора, ударник, перемещаясь в осевом направлении (влево), сжимает силовую возвратную пружину и входит в зацепление с кулачками шпинделя, преобразуя вращательное движение в ударные импульсы. Эти импульсы через торцовую головку передаются на резьбовое соединение.

При завинчивании болта (гайки) в начальный период момент затяжки расходуется на преодоление сил трения в резьбовой паре, величина которых незначительна, что позволяет поддерживать скорость завинчивания, равную скорости ротора. Когда торец головки болта (гайки) достигает неподвижной поверхности, момент затяжки значительно возрастает, заставляя шпиндель и валик-синхронизатор остановиться. Корпус ударного механизма, продолжая вращаться вместе с ротором двигателя, вынуждает ударник выйти из зацепления со шпинделем и совершать возвратно-поступательное движение, нанося удары по шпинделю. Удары передаются завинчиваемой головке болта (гайки), которая поворачивается на некоторый угол до полной остановки. Получение необходимого момента затяжки достигается серией последовательных ударных импульсов на резьбовое соединение.

Для повышения производительности и точности величины момента затяжки резьбовых соединений созданы редкоударные гайковерты, единичный удар которых обладает большой энергией. На рисунке 1.17 изображен разрез редкоударного гайковерта, который состоит из реверсивного ротационного двигателя 4, редкоударного механизма 3, размещенного в корпусе 2, и рукоятки 5, в которую, кроме двигателя, вмонтированы реверсивное устройство 6, выключатель 7, пусковое устройство 8 и глушитель 9. Рабочим инструментом машины является головка 1, закрепленная на шпинделе.

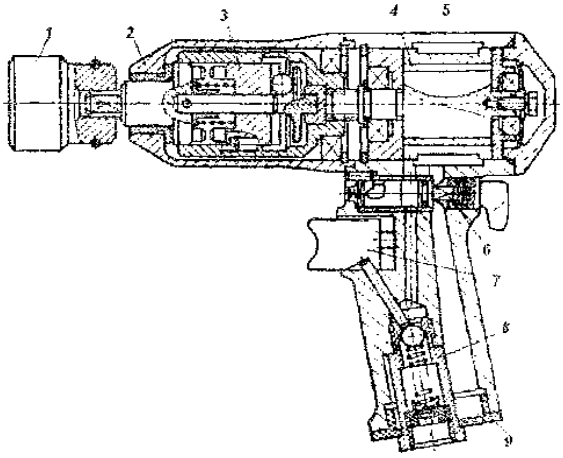
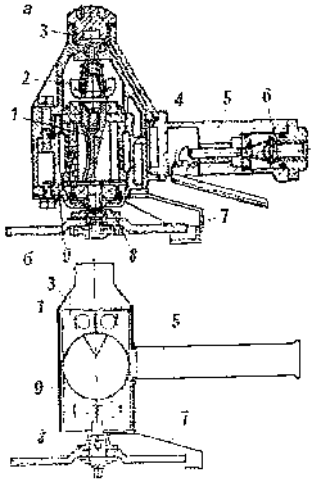


Рисунок 1.17 – Пневматический редкоударный гайковерт

Торцовая шлифовальная машина (рисунок 1.18) состоит из ротационного двигателя 1, расположенного в стакане 9, рукоятки 5 со встроенным в нее пусковым устройством 6 регулятора частоты вращения ротора 2, узла крепления шлифовального круга 8. Пуск машины в работу осуществляется с помощью рукоятки 4. Корпус 3 машины соединен с рукояткой с помощью четырех винтов. Шлифовальный круг огражден защитным кожухом 7.



а – общий вид; *б* – принципиальная схема

Рисунок 1.18 – Торцовая шлифовальная машина

Машина ударного действия – отбойный молоток (рисунок 1.19), состоящий из рукоятки 1, ствола 9, поршня-бойка 10, воздухораспределительного механизма (клапана) 6, пускового устройства (вентиля) 4, рабочего наконечника 11 и пружины 12, удерживающей наконечник от выпадения. Для предотвращения саморазвертывания резьбового соединения между стволом 9 и промежуточным звеном 5 установлен фиксатор 7, удерживаемый от выпадения стопорным кольцом 8, имеющим отверстие для отвода отработанного воздуха. Узел воздухораспределения прижат к торцу ствола тарельчатой пружиной 3. Виброизоляция рукоятки обеспечивается установкой резинового амортизатора 2. При нажатии на рукоятку вентиль 4 смещается вправо и открывает отверстие, сообщающееся с кольцевой камерой клапанного распределения; сжатый воздух с помощью клапана поступает поочередно в над- и

подпоршневое пространство, заставляя поршень-боек совершать возвратно-поступательное движение, периодически ударяя по рабочему наконечнику.

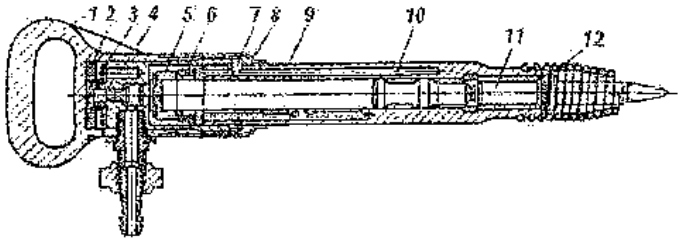


Рисунок 1.19 – Отбойный молоток

В современных пневматических машинах ударного действия используется система комплексной виброзащиты оператора, включающая в себя снижение массы и уменьшение диаметра поршня-бойка, установку резиновых прокладок между рукояткой и остальными частями машины, использование пневмопружинных виброизоляторов. Аналогичное устройство имеют и другие типы машин ударного действия.

Перфораторы (рисунок 1.20) имеют преимущественно клапанную систему воздухораспределения, обеспечивающую главное возвратно-поступательное движение парника. Поворотное движение бура производится во время холостого хода поршня-бойка при его движении вверх.

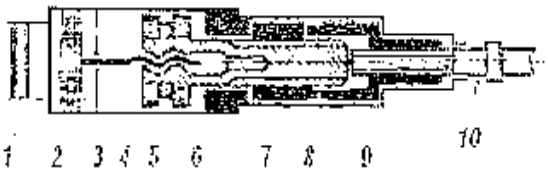


Рисунок 1.20 – Перфоратор

Основным узлом перфоратора является корпус, состоящий из цилиндра 5, ствола 8 и крышки, соединенных между собой стяжными болтами. Крышка корпуса снабжена рукояткой 1 для удержания перфоратора при раните и переносе его оператором. Воздухораспределительное устройство, помешанное внутри цилиндра, осуществляет автоматическое изменение направления подачи сжатого воздуха для рабочего или холостого хода поршня-бойка 6, совершающего возвратно-поступательное движение в цилиндре. В конце рабочего хода поршень-боек наносит удар по хвостовику буровой штанги 10. В результате коронка бура внедряется в грунт, производя его разрушение. Поворот бура производится с помощью поворотного механизма, включающего в себя храповое колесо 3 со стержнем 4, на конце которого нарезаны спиральные (винтовые) шпицы. Хвостовик стержня входит в шлицевое отверстие гайки, запрессованной в головке поршня-бойка 6. Поршень-боек сопряжен с шестигранной буровой штангой поворотными буксами 7 и 9. При рабочем ходе поршня-бойка спиральные шлицы поворачивают храповой стержень 4 против часовой стрелки, а собачки 2 проскальзывают по зубьям храпового колеса 3. При обратном ходе поршня собачки, упираясь в зубья храпового ко-

леса, препятствуют повороту храпового стержня в противоположную сторону (по часовой стрелке), и поршень, навинчиваясь на хвостовик неподвижного стержня, будет поворачиваться сам вместе с поворотной буксой и буром на определенный угол. Удержание бура в поворотной буксе перфоратора осуществляется специальным бородержателем.

1.6.2 Слесарный инструмент для монтажа оборудования

При монтаже оборудования выполняют различные слесарные операции: разметку, резку металла, отпиливание и шабрение, сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы и другие операции с применением соответствующего инструмента.

Чертилки и циркули для разметочных работ изготавливают из стали У8 или из стали 45 и оснащают их пластинами из твердого сплава ВК 6 или ВК 8. Твердость ножек на длине 30 мм 52...56 HRC.

Кернеры изготавливают из сталей 7ХФ, 8ХФ, У7А или У8А. Твердость рабочей части на длине 15–30 мм составляет 54,5...60 HRC, а ударной части – 36,5...46,5 HRC на длине 15–25 мм.

Слесарные молотки изготавливают из стали 50 или У7 массой 0,05–1 кг. Они бывают трех типов: с круглым бойком, с квадратным бойком и с круглым бойком и сферическим носком. Твердость рабочей части молотка 49...56 HRC на глубине не менее 5 мм.

Кувалды изготавливают из стали 50 или У7 тупоносыми массой 2–16 кг и остроносыми массой от 3 до 8 кг. Твердость рабочих частей на длине 30 мм не менее 39,5 HRC. Рукоятку, расклиненную с торца молотка или кувалды, делают из кизила, клена, ясеня, березы, дуба, бука; клинья – из стали Ст. 3.

Для резки и рубки металла предназначены зубила, крейцмейсели, бородки, ножовочные полотна и ручные ножницы.

Зубила и крейцмейсели изготавливают из сталей 7ХФ, 8ХФ, У7А или У8А. Режущая часть зубила по ширине составляет 5–20 мм, а крейцмейселя – 2–12 мм. Длина зубила 100–200 мм, а крейцмейселя – 25–200 мм. Твердость режущей кромки в пределах 55 HRC_3, а бойка – 40 HRC.

Слесарные бородки изготавливают из сталей 7ХФ, 8ХФ, У/А или У8А диаметром рабочей части 1–8 мм. Твердость рабочей части на длине 10–40 мм 53...59 HRC, а ударной части на длине 20 мм 35...45 HRC.

Ножовочные ручные полотна для металла изготавливают длиной 250 мм (с шагом зубьев 0,8; 1,0 и 1,25 мм) и 300 мм (с шагом зубьев 0,8; 1,0; 1,25 и 1,6 мм) из сталей Х6ФВ, В2Ф с зоной повышенной твердости 61–64 HRC. Толщина полотен – 0,65 мм.

При обработке полотна закрепляют в ножовочных рамках.

Для резки металла применяют три типа ручных ножниц: пряморежущие, для фигурной резки и для вырезки отверстий. Рычаги ножниц всех типов изготавливают из стали У7 или У7А. Режущие элементы ножниц имеют твердость 56–60 HRC.

Для опиливания и шабрения применяют напильники, рашпили, надфили и шаберы.

Напильники изготавливают с длиной рабочей части 60–350 мм из стали 13Х и сталей У12, У12А с твердостью 57–61 HRC. Напильники имеют перекрестную основную и вспомогательную насечки шести размеров: 0; 1; 2; 3; 4; 5. Каждому номеру соответствует число насечек на 10 мм длины. Напильники с насечкой № 0 и 1 – драчевые, служат для грубого опиливания; № 2 и 3 – личные, для чистого опиливания и № 4 и 5 – бархатные, для окончательного опиливания. В зависимости от формы они бывают плоские, квадратные, трехгранные, ромбические, круглые и др.

Надфили изготавливают с длиной рабочей части 50, 60 и 70 мм из тех же сталей, что и напильники. Их применяют для опиливания небольших поверхностей, недоступных для обработки слесарными напильниками.

Шаберы изготавливают цельными из сталей У10–У13, режущую часть подвергают закалке до твердости 56–64 HRC. Иногда шаберы оснащают пластинами из быстрорежущей стали или твердого сплава. По форме режущей части шаберы бывают плоские, трехгранные, фасонные и специальные. Их применяют для выравнивания и пригонки плоских и криволинейных поверхностей с целью получения плотного прилегания сопрягаемых деталей.

К инструментам для обработки отверстий относятся сверла, зенкеры, развертки, зенковки.

Сверлением получают отверстия с точностью размеров Н12–Н14 и шероховатостью поверхности АДО мкм. Спиральные сверла изготавливают из сталей Р9, Р18, Р6М5, Р6АС5ФЗ и др. Принята единая градация диаметров сверл, охватывающая отверстия диаметром до 70 мм. Для образования отверстий в труднообрабатываемых материалах сверла оснащены пластинами из твердого сплава ВК6, ВК8 и др. Сверла выпускают с цилиндрическим и коническим хвостовиком.

Зенкерованием получают отверстия с точностью размеров Н11–Н10 и шероховатостью поверхности R_z20–R_z10 мкм и $R_a6{,}3$–$R_a2{,}5$ мкм. Зенкеры изготавливают хвостовыми и насадными, оснащенными пластинами из твердого сплава, со вставными ножами из быстрорежущей стали, со вставными ножами из твердого сплава и др.

Развертыванием получают отверстия с точностью размеров Н9–Н6 и шероховатостью поверхности $R_a2{,}5$–$R_a0{,}32$ мкм. Ручные и машинные развертки изготавливают диаметром 1–71 мм из сталей 9ХС, ХВСГ, В2, Р18 и др., а регулируемые развертки – диаметром 6–50 мм.

Зенковки предназначены для формирования конического входного участка отверстия с углом конуса 60°, 90° и 120°. Их изготавливают диаметром 15–40 мм из быстрорежущей стали Р18.

Цековки предназначены для формирования цилиндрического входного участка отверстия и плоской поверхности на входе в него.

Плашка предназначена для нарезания наружной резьбы. Их изготавливают из инструментальной стали ХВСГ, 9ХС или из быстрорежущих сталей Р9 и Р18. Централизовано выпускают плашки для нарезания правых и левых

метрических резьб диаметром 1–52 мм, правой и левой трубной цилиндрической резьбы диаметром 1/16–2", дюймовой конической резьбы диаметром К 1/16–К 2" и трубной конической резьбы диаметром К 1/16–R2".

Метчик предназначен для нарезания внутренней резьбы. Метчики ручные изготавливают из сталей У10А, У11А и У12А, а метчики машинные и гаечные – из быстрорежущих сталей Р18 и Р6М5. Ручные и машинные метчики (соответственно для нарезания резьбы вручную и машинным способом) выпускают для метрической резьбы диаметром 1–52 мм, для дюймовой резьбы 1/4–1 ¼" , для трубной резьбы 1/8–2", для конической резьбы 1/16–2".

Ручные метчики применяют комплектами из двух метчиков (чернового и чистового). У гаечных метчиков заборная часть длиннее, чем у ручных, что позволяет получить резьбу одним метчиком.

Для сборки и разборки болтовых соединений применяют гаечные ключи, которые бывают с открытым зевом односторонние с размером зева S от 3,2 до 85 мм (рисунок 1.21 *а*) и двусторонние с размерами зевов $S_1 \times S_2$ от 2,5 × 3,2 до 75 × 80 (рисунок 1.21 *б*), комбинированные с размерами зевов $S_1 \times S_2$ от 55 × 55 до 55 × 55 (рисунок 1.21 *в*), кольцевые (рисунок 1.21 *г*), термообработанные из сталей 40ХФА, 40Х и 45.

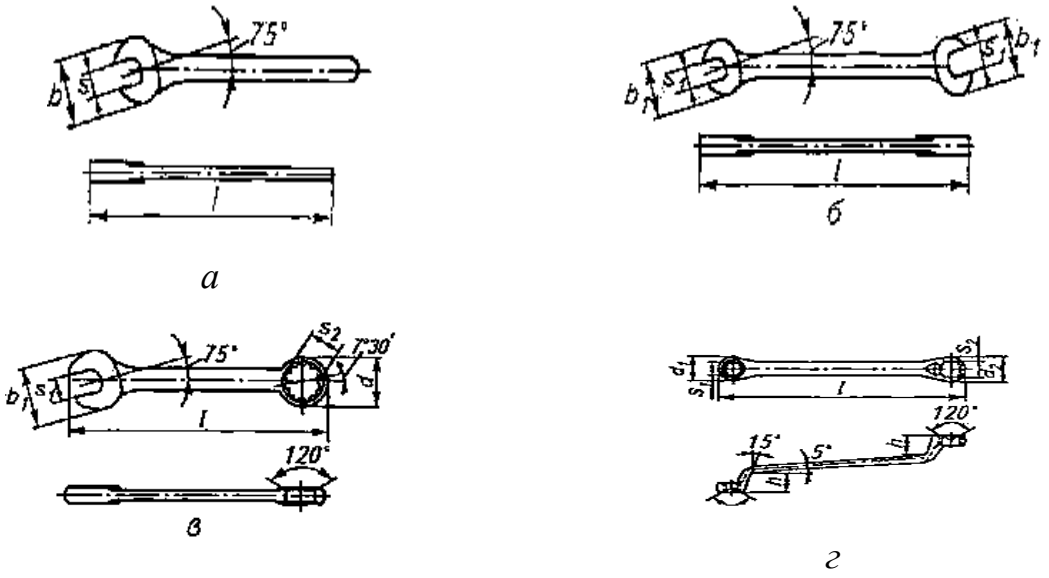


Рисунок 1.21 – Ключи гаечные односторонние (*а*) и двусторонние с открытым зевом (*б*), комбинированные (*в*) и кольцевые (*г*)

Торцовые и гаечные ключи выпускают для деталей с шестигранным углублением «под ключ» с размером S=2,5–36 мм (рисунок 1.22 *а*) с внутренним шестигранником односторонние трубчатого и стержневого исполнения с размером S=3,2–75 мм (рисунок 1.22 *б*), с внутренним шестигранником двусторонние трубчатого и стержневого исполнения с размерами зевов $S_1 \times S_2$ от 4,0 × 5,0 до 755 × 80 (рисунок 1.22 *в*), с внутренним шестигранником изогнутые с размером S=4–55 мм и от 4 × 4 до 50 × 50 (рисунок 1.22 *г*). Для изготовления ключей используют стали 40Х, 20, 35, 40.

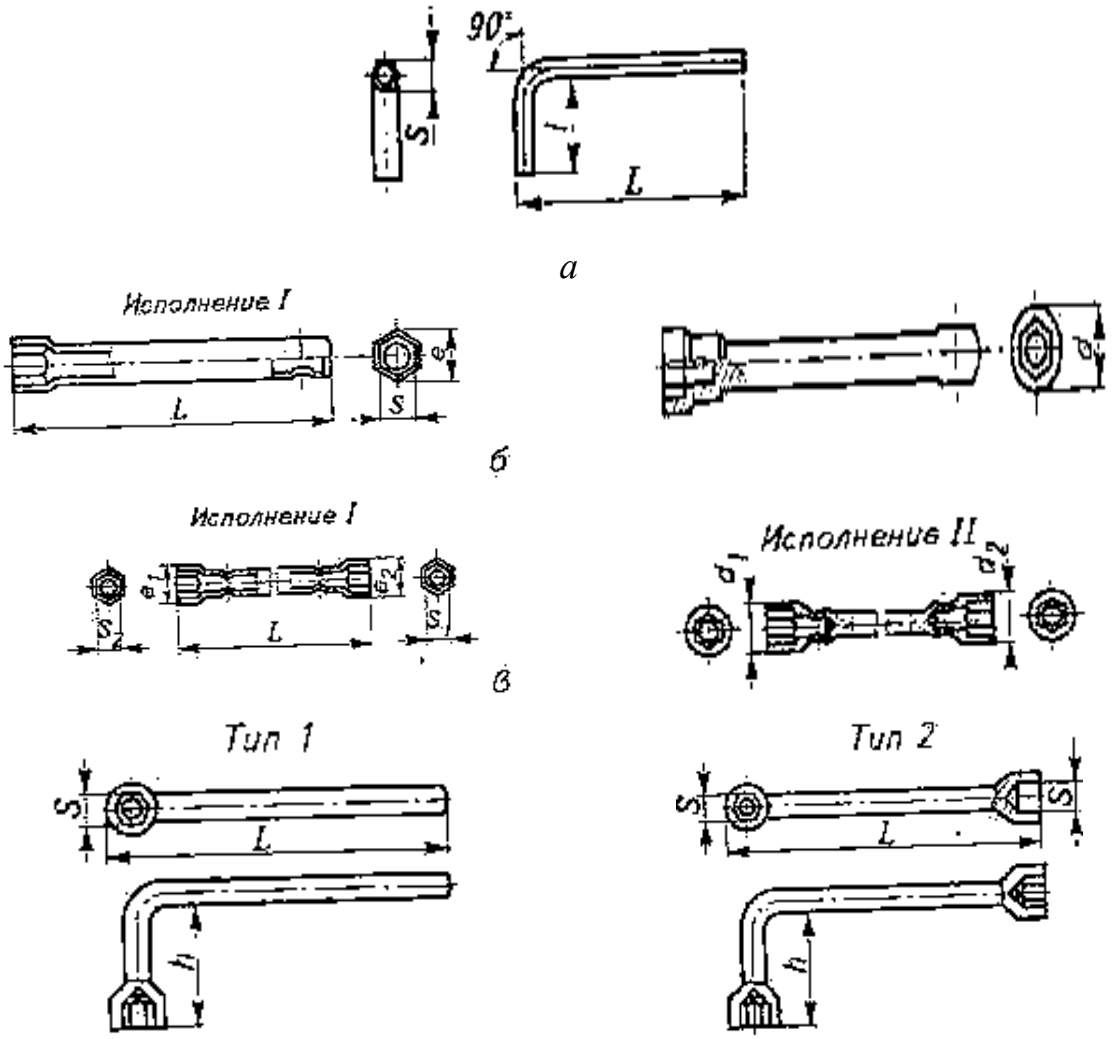


Рисунок 1.22 – Ключи гаечные торцовые односторонние и двусторонние

Гаечные разводные ключи (рисунок 1.23 *а*) с наибольшим гарантируемым раскрытием губок (S) 12, 19, 24, 30, 36 и 46 мм.

Ключи гаечные роликовые монтажные (рисунок 1.23 *б*) предназначены для сборки резьбовых соединений и совмещения за счет роликовой ручки отверстий в соединяемых деталях и сборочных единицах. Их выпускают с размером зева 17–36 мм.

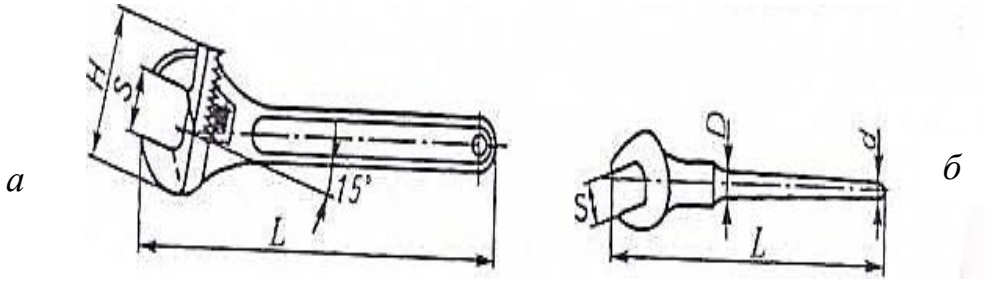


Рисунок 1.23 – Ключи разводной (*а*) и роликовый (*б*)

Для соединения труб и разных резьбовых соединений применяют трубные рычажные, накидные и цепные ключи.

Наиболее широко распространены трубные рычажные ключи (рисунок 1.24) диаметром от № 1 до 5.

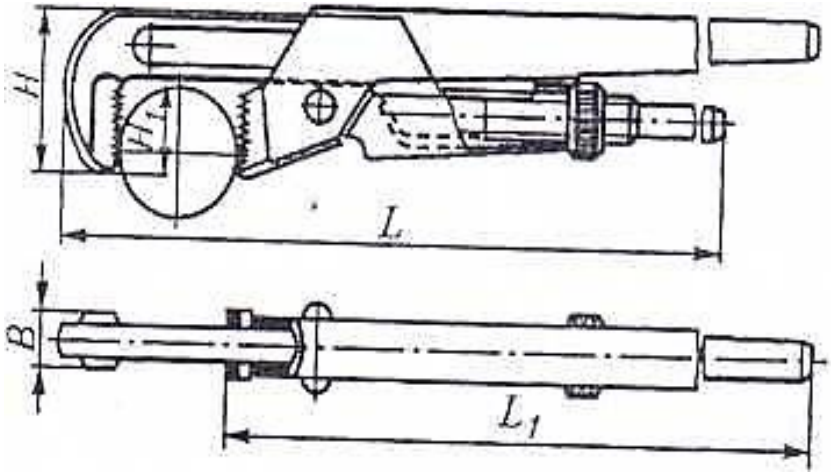


Рисунок 1.24 – Ключ трубный рычажный

К торцовым ключам, гайковертам, коловоротам, трещоточным ключам выпускают сменные головки, которые бывают с внутренним шестигранным зевом размером от 3,2 до 80 мм, наружным шестигранным зевом размером от 5 до 17 мм и внутренним четырехгранным зевом размером 3,45–25 мм. Присоединительный квадрат изготавливают с размером сторон 6,3; 10; 12,5; 20 и 25 мм.

При сборке в тесных и неудобных местах применяют трещоточные ключи, а для шлифовальных гаек – шарнирные ключи.

Для нормированной застежки ответственных резьбовых соединений, в том числе высокопрочных болтов, при монтаже технологического оборудования, трубопроводов и металлоконструкций применяют динамометрические ключи, которые позволяют контролировать крутящий момент затяжки от 10 до 1400 Н·м.

Для завинчивания и отвинчивания винтов и шурупов с прямыми и крестообразными щипцами, а также гаек со шлицем на торце применяют отвертки, конструкция которых показана на рисунке 1.25.

На монтажных объектах наиболее широко используют сверлильные машины с электро- и пневмоприводом, ножевые и вырубные электроножницы, резьбонарезные машины, шпилькогайковерты и гайковерты, угловые и прямые шлифовальные машины и др. Каждая машина характеризуется основным параметром, например: машина сверлильная ИЭ-1023 – ручная машина с электроприводом, максимальный диаметр сверления 23 мм; гайковерт ИЭ-3118 – ручная машина с электроприводом, диаметр резьбы от 12 до 30 мм; машина резьборезная ИЭ-3401 – ручная машина с электроприводом, диаметр резьбы до 12 мм; машина шлифовальная ИП 2015 – ручная машина с пневмоприводом, диаметр абразивного круга 100 мм.

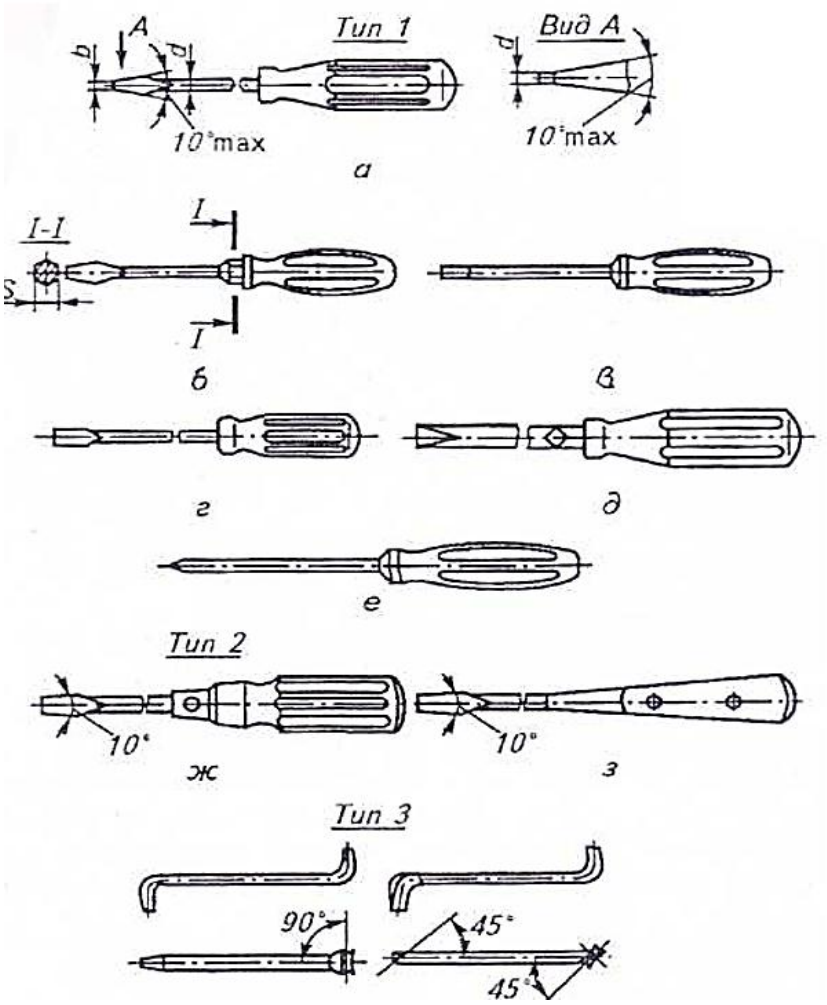


Рисунок 1.25 – Отвертки слесарно-монтажные

1.7 Основные принципы перемещения оборудования в пределах монтируемого объекта

Перемещать оборудование и конструкции в пределах монтируемого объекта целесообразно механизированным способом с использованием автотранспорта, погрузчиков и тракторов, а также штатных мостовых кранов и электротельферов, самоходных стреловых и козловых кранов. Часто грузы перемещают с помощью лебёдок.

Оборудование на площадку для укрупнительной сборки и к месту монтажа подают автотранспортом или на специальных санях, реже на стальном листе, с помощью трактора или другого тягового средства. Внутри помещения оборудование перемещают на тележках грузоподъёмностью 0,5–3 т с гуммированными колесами. Тележки передвигают вручную, а при большой нагрузке – погрузчиками или лебедками. Со склада или от площадки для укрупнительной сборки к месту установки в проектное положение оборудование также перемещают с помощью монтажных кранов или лебедок и такелажной оснастки.

Тяговое усилие (Н), необходимое для перемещения тяжеловесного оборудования по горизонтальной поверхности,

$$P = Qf, \quad (1.9)$$

где Q – вес груза, включая сани или лист, на которых перемещают груз, Н;

f – коэффициент трения скольжения груза (саней или листа) относительно опорной поверхности.

При перевозке грузов с подъемом более 15° тяговое усилие, Н,

$$P = Q(sin\alpha + fcos\alpha), \quad (1.10)$$

где α – угол подъема, град.

При угле подъема меньше 15° значение $cos\alpha$ близко к 1:

$$P = Q(sin\alpha + f), \quad (1.11)$$

где α – угол подъема, град.

В связи с тем, что коэффициент трения покоя в среднем в 1,5 раза больше коэффициента трения движения, расчетное тяговое усилие при сдвиге груза с места необходимо увеличить в 1,5 раза:

$$P_{\text{сдв}} = 1{,}5P. \quad (1.12)$$

Значение коэффициента зависит от материала взаимодействующих поверхностей. Так, при перемещении стального листа по бетону $f = 0{,}45$, а по стали $f = 0{,}15$.

При перемещении оборудования на катках из труб необходимое тяговое усилие, Н, определяют по следующим формулам:

– по горизонтальной поверхности:

$$P = Q(K_k + K_{\text{г}})/d, \quad (1.13)$$

где K_k и $K_{\text{г}}$ – коэффициенты трения качения соответственно между поверхностью качения и катками и между катками и грузом (для стали по бетону 0,06; для стали) по стали 0,05);

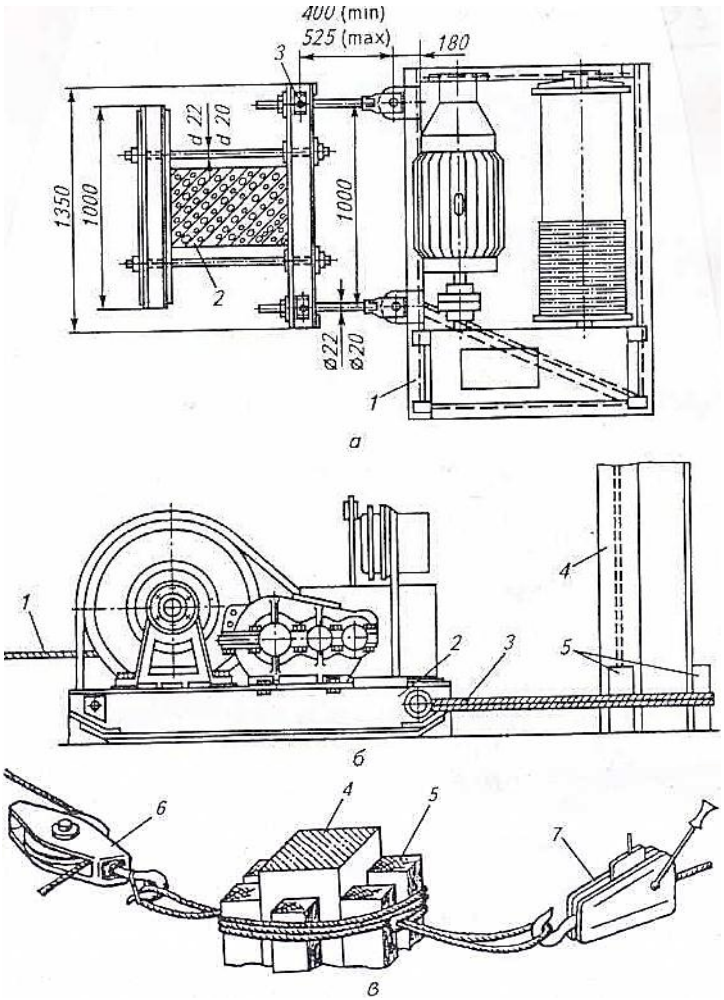
d – диаметр катков, см;

– по наклонной поверхности:

$$\alpha > 15°$$
$$P = Q(sin\alpha + cos\alpha(K_k + K_{\text{г}})/d); \quad (1.14)$$
$$\alpha < 15°$$
$$P = Q(sin\alpha + (K_k + K_{\text{г}})/d). \quad (1.15)$$

По найденным тяговым усилиям P рассчитывают такелажную оснастку и подбирают тяговый механизм.

Внутри здания оборудование часто перемещают, используя электрические и ручные рычажные лебедки. Для предотвращения обрушения лебедок в ходе работ их нагружают балластом или крепят к строительным конструкциям (рисунок 1.26).



а – электрической с помощью инвентарного приспособления:
1 – рама лебедки; 2 – колонна; 3 – инвентарное приспособление;
б – тоже, с помощью стального каната;
в – ручного рычажного и отводного блока:
1 – сбегающая нитка полиспаста; 2 – рама лебедки; 3 – стальной канат;
4 – колонна; 5 – подкладки; 6 – отводной блок; 7 – рычажная лебедка
Рисунок 1.26 – Схемы крепления лебедок к строительным конструкциям

При креплении лебедок к строительным конструкциям необходимо предварительно сделать проверочный расчет несущей способности конструкции с учетом приложения дополнительной нагрузки и согласовать предлагаемый вариант крепления лебедки с проектной организацией или заказчиком.

Усилие, препятствующее горизонтальному смещению лебедки, Н,

$$P_{\text{см}} = S - T_c, \tag{1.16}$$

где S – усилие в канате, идущем на барабан лебедки, Н;

T_c – сила трения рамы лебедки об опорную поверхность, Н:

$$T_c = (Q_{\text{л}} - Q_{\text{б}}) - f, \tag{1.17}$$

где $Q_{\text{л}}$ – вес лебедки, Н;

$Q_{\text{б}}$ – вес балласта (если он имеется), Н.

Для изменения направления движения тягового каната (троса) устанавливают отводные блоки, которые крепят так, чтобы канат тяговой лебедки подходил к ним в горизонтальном или близко к горизонтальному положению. Отводные блоки должна быть установлены от лебедки на расстоянии, большем двадцатикратной длины барабана лебедки. Угол схода каната с лебедки должен быть не менее 6°, что обеспечивает нормальную укладку каната на барабан.

Усилие, Н, воспринимаемое строительными конструкциями в ручке крепления отводного блока, больше тягового усилия лебедки и составляет:

$$P_{ск} = 2S_{к}cosb/2, \quad (1.18)$$

где $S_{к}$ – натяжение каната, Н;

b – угол между ветвями каната, град.

При использовании барабанных лебедок небольшой грузоподъемности, в условиях отсутствия возможности их закрепления к строительным конструкциям, для предотвращения их опрокидывания применяют балласт, укладываемый на раму лебедки.

Грузы, масса которых превышает тяговое усилие лебедки (барабанной или рычажной), поднимают с помощью полиспастов, дающих выигрыш в силе.

Прочность стальных канатов рассчитывают с учетом коэффициентов запаса прочности: максимальные расчетные усилия в ветках канатов определяют по нормативным нагрузкам (без учета коэффициентов динамичности и перегрузки), умножают на коэффициент запаса прочности и сравнивают с разрывным усилием каната в целом.

При расчете стальных канатов на прочность используют соотношение

$$\frac{P_{к}}{S} = K_{з}, \quad (1.19)$$

где $P_{к}$ – разрывное усилие каната в целом, принимаемое по сертификату или по ГОСТу;

S – наибольшее натяжение ветви каната (без учета динамических нагрузок);

$K_{з}$ – коэффициент запаса прочности (для грузовых канатов с ручным приводом 4, с машинным приводом 5–6; для полиспастов 3,5–5; для расчалок и оттяжек 3–5; для стропов 5–6).

При использовании погрузчиков следует учитывать, что их грузоподъемность для грузов равной массы, но различных габаритов неодинакова, так как она зависит от расположения центра масс груза относительно переднего моста погрузчика. Эта зависимость грузоподъемности погрузчика приводится в виде графика в его техническом паспорте, а также в кабине или на стреле.

Поэтому для производства такелажных и погрузочно-разгрузочных работ погрузчик выбирают исходя из габаритов и массы перемещаемых грузов.

1.8 Подъем и установка оборудования в проектное положение

Поднимают и устанавливают технологическое оборудование, металлоконструкции и трубопроводы в проектное положение с помощью самоходных стреловых кранов, подъемников и других средств.

При разработке ППР на монтаж оборудования и конструкций проверяют все параметры предстоящего подъема (массу и габариты монтируемого оборудования, высоту подъема груза на проектную отметку, компоновку оборудования, конфигурацию зданий и сооружений в монтажной зоне и др.).

Выбирают стреловые самоходные краны для монтажа технологического оборудования и конструкций по грузовысотным характеристикам, представляющим собой зависимость (в виде таблицы или графика) грузоподъемности крана от вылета стрелы и высоты подъема крюка.

При выборе монтажного крана проверяют возможность размещения груза по своим габаритам в подкрановом пространстве. В технических характеристиках кранов сведения по свободному подстреловому пространству для каждого положения стрелы отсутствуют, поэтому при подъеме крупногабаритного оборудования его рекомендуют проверять графически.

Наиболее совершенный – автоматизированный выбор кранов по их технико-экономическим характеристикам с использованием ПЭВМ. В результате получают следующую информацию: перечень кранов, пригодных для монтажа заданного оборудования, перечень требуемого стрелового оборудования для каждого принятого крана и наиболее рационального режима его работы (тип рабочего крюка, использование опор и т. д.); области возможных стоянок (или осей проходок) для каждого принятого крана; перечень причин, препятствующих использованию крана для монтажа оборудования.

При выборе грузоподъемных средств для монтажа технологического оборудования и конструкций конкретного объекта руководствуются также экономической целесообразностью. В общем случае сравнивают затраты, характеризующие применение тех или других грузоподъемных средств. Наиболее эффективен вариант с наименьшими затратами.

Подготовку исходных данных и обработку результатов расчетов могут выполнять специалисты проектно-конструкторских и монтажных организаций.

При выполнении механомонтажных работ в специфических условиях действующих предприятий возможности применения грузоподъемных машин, как правило, ограниченны. Поэтому важным становится подбор и обеспечение эффективного применения кранов в стесненных условиях работ по реконструкции и техническому перевооружению действующих предприятий.

Фактор стесненности по-разному сказывается на разных этапах строительства объекта и работы механизмов.

Первый этап – транспортирование кранов к месту работы. Показатели стесненности на этом этапе: ограничение высотных габаритов и ширины

проезжей части при передвижении по прямой; минимальный радиус поворота кранов; вписываемость в кривые при передвижении. Необходимость определения этих показателей возникает в связи с наличием на действующих предприятиях технологических коммуникаций и плотностью застройки площадей.

Второй этап – подготовка крана к работе. Показателями стесненности на этом этапе являются ограничения: размеров площадки для доставки и установки рабочего оборудования крана; площадки для установки вспомогательного крана, необходимого при сборке основного; высотных габаритов при сборке и установке рабочих органов.

Третий этап – работа крана на демонтаже, монтаже или погрузочно-разгрузочных работах определяется ограничениями рабочей зоны крана, его маневренности.

Четвертый этап – подготовка крана к демонтажу и транспортированию. Особенности работы в стесненных условиях заключаются в ограничении или отсутствии площадки для демонтажа сменного оборудования и установки вспомогательного крана. Такая ситуация возникает в тех случаях, когда смонтированные элементы здания или сооружения заняли имевшиеся на предыдущих этапах площади.

Возможные решения в таких случаях: опускание стрелового оборудования на место установки крана с одновременным передвижением в сторону контргруза; использование других грузоподъемных кранов, размещенных в зоне демонтируемого оборудования, и т. п.

Передвижение самоходных кранов по кривым имеет свои особенности, поэтому необходимо проверить краны на вписываемость в кривые при движении. Исходные данные для расчета: максимальная ширина крана в транспортном положении B (берут из технической характеристики крана); координаты наиболее удаленной точки крана от центра поворота C (рисунок 1.27).

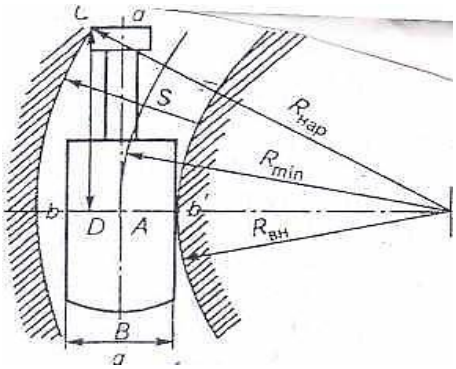


Рисунок 1.27 – Схема перемещения крана по кривой

Вписываемость определяется минимальной шириной коридора при движении по кривой.

Ширина коридора, м, по вписываемости крана в кривые:

$$S = R_{\text{нар}} - R_{\text{вн}} + (1 - 2), \qquad (1.20)$$

где $R_{\text{нар}}$ – наружный максимальный радиус, описываемый наиболее

удаленной точкой от центра поворота, м:

$$R_{\text{нар}} = \sqrt{(R_{min} + AD)^2 + CD^2}, \quad (1.21)$$

где AD – координаты точки C относительно продольной оси крана $a - a'$;

CD – координаты точки C относительно поперечной оси крана $b - b'$;

$R_{\text{вн}}$ – внутренний радиус, описываемый наименее удаленной точкой крана, м:

$$R_{\text{вн}} = R_{min} - B/2. \quad (1.22)$$

Минимальные размеры площадки для работы кранов равны площади, занимаемой краном, с учетом выступающих деталей и радиуса, описываемого поворотной частью противовеса.

Грузы с помощью стреловых кранов, как правило, поднимают и подают на междуэтажные перекрытия или на предварительно смонтированные с наружной стороны монтажного проема выносные площадки, а затем с помощью лебедок и отводных блоков перемещают внутри этажа.

Рабочую зону по высоте ограничивают, когда работы необходимо провести внутри здания, под ранее смонтированными конструкциями, промышленными проводками и т. д. Если краны серийного производства в этом случае применить невозможно, то их модернизируют путем сокращения длины рабочих органов.

При монтаже вертикальных и горизонтальных аппаратов и агрегатов, а также блоков подвесных внутрицеховых конвейерных путей используют спаренные краны, если кран необходимой грузоподъемности на объекте отсутствует или конфигурация и габариты оборудования и конструкций не вписываются в подстреловое пространство и др.

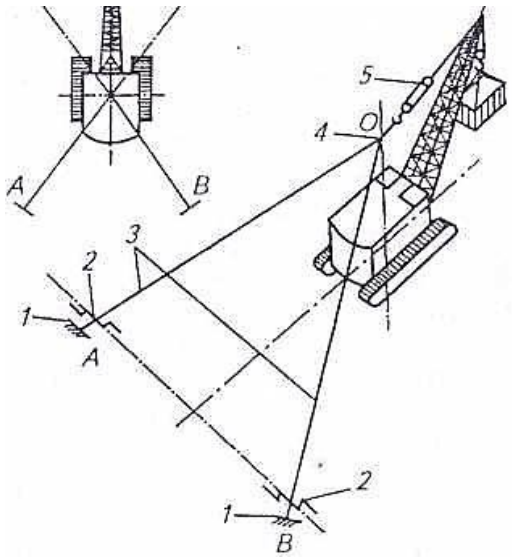
Работу спаренными стреловыми кранами производят в соответствии с ППР (технологической картой), разработанным специализированной проектно-конструкторской организацией. В проекте приводят схемы строповки и перемещения груза с описанием последовательности выполнения операций, положения грузовых канатов, указания по безопасному подъему и перемещению груза. При подъеме груза нагрузка, приходящаяся на каждый кран, не должна превышать 90% их установленной грузоподъемности. При монтаже вертикальных аппаратов с помощью спаренных кранов обычно предусматривают один-два вида маневра (подъем и перемещение или подъем и поворот стрелы), при монтаже горизонтальных аппаратов – три-четыре вида маневра (подъем, поворот стрелы, изменение вылета стрелы и перемещение). При подъеме оборудования двумя кранами используют балансирную траверсу.

В тех случаях, когда масса, габариты и условия расположения поднимаемого оборудования и конструкций выходят за пределы паспортных грузовысотных характеристик кранов с обычным стреловым оснащением, целесообразно поднимать и устанавливать оборудование и конструкции кранами с маневренными расчаленными стрелами, стрелами, опирающимися на А-образные шевры, а также со спаренными кранами, соединенными ригелем.

Эти способы обеспечивают расширение области применения самоходных кранов. При этом нагрузки на элементы кранов не должны превышать допустимых при обычном режиме и с помощью кранов можно только поднимать и опускать груз.

При монтаже технологического оборудования на значительной высоте и в случае выполнения работ, требующих большого подстрелового пространства, монтаж проводят методом скольжения с помощью кранов, оснащенных башенно-стреловым оборудованием (БСО). Следует учитывать, что спаренные краны с БСО можно применять при выполнении рабочих операций подъема, опускания и изменения вылета крюка без передвижения и поворота платформы. Технология монтажа с применением этого оборудования аналогична технологии подъема кранами, оснащенными стрелами.

Самоходным стреловым краном с маневренной расчаленной стрелой (рисунок 1.28) можно выполнять подъем и опускание груза, изменение вылета крюка и поворот платформы с грузом на крюке в секторе обслуживания (области, образованной продолжением горизонтальных проекций ветвей расчалки).



1 – наземные якоря; 2 – регулировочные лебедки; 3 – ветви расчалки;
4 – соединительная траверса; 5 – полиспаст расчалки
Рисунок 1.28 – Схема самоходного стрелового крана
с маневренной расчаленной стрелой

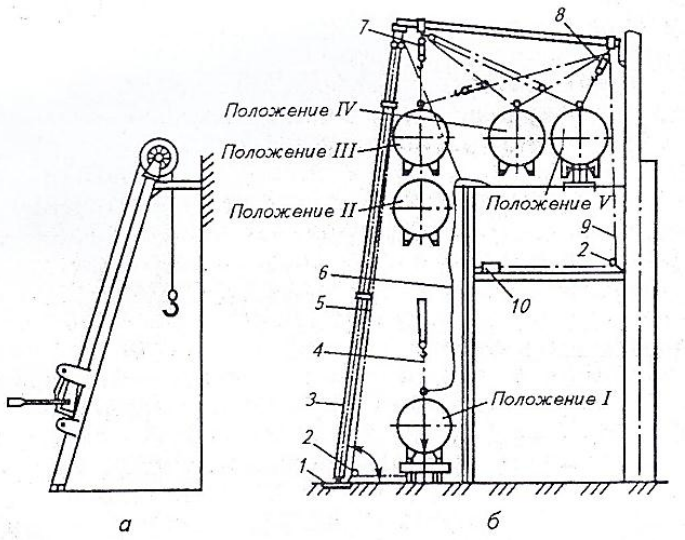
Крепление системы маневренного расчаливания к стреле крана не должно вызывать дополнительных изгибающих моментов. Обязательно: расположение соединительной траверсы на продолжении оси вращения поворотной платформы крана; прикрепление расчалки к стреле крана за элементы, способные выдержать возникающие при этом нагрузки (проверяют расчетом); расположение полиспаста расчалки в плоскости подвеса стрелы; применение в качестве ветвей расчалки троса, диаметр которого рассчитывают с коэффициентом запаса не менее 3,5; применение приборов контроля за элементами системы расчаливания обеспечением безопасной эксплуатации кра-

на (датчик положения полиспаста расчалки относительно оси стрелы, контрольно-тяговое устройство контроля за положением соединительной траверсы относительно оси поворота платформы крана, динамометры для контроля натяжения ветвей расчалки). Рабочее натяжение ходовой нитки полиспаста расчалки не должно превышать тягового усилия лебедки вспомогательного подъема крана.

В стесненных условиях при монтаже оборудования, масса которого значительно превышает грузоподъемность имеющихся кранов, подъем можно проводить методом скольжения с применением опирающихся на А-образные шевры стрелами кранов.

Подъем оборудования спаренными кранами со стрелами, соединенными ригелем, проводят в случае, когда масса поднимаемого оборудования превышает суммарную грузоподъемность обоих кранов. При этом груз поднимают с использованием балансирных устройств.

При необходимости монтажа небольшого оборудования вдоль стен используют пристенный подъемник (рисунок 1.29 *а*) грузоподъемностью 1,5 т, высотой подъема 4 м, для подъема тяжелых грузов (20–30 т) используют Г-образные пристенные подъемники (рисунок 1.29 *б*). С помощью полиспаста 8, работающего на оттяжке, постепенно перемещают оборудование в проектное положение.



а – простой; *б* – Г-образный; 1 – опорная плита; 2 – отводной блок; 3 – стойка подъемника; 4 – строп; 5, 9 – стальные канаты; 6 – оттяжка; 7, 8 – полиспасты; 10 – тяговая электролебедка

Рисунок 1.29 – Пристенные подъемники

Поднимают и устанавливают оборудование и конструкции с помощью такелажной оснастки, в случае, когда невозможно использовать более экономичные грузоподъемные машины и механизмы.

При небольших объемах работ, связанных с реконструкцией или техническим перевооружением, в многоэтажных зданиях для подъема оборудования и конструкций используют переносные монтажные стрелы. Ее можно по-

ворачивать вручную в горизонтальной плоскости на угол до 180°. С помощью стрелового полиспаста можно изменять вылет стрелы.

Такие стрелы необходимо проверять на нагрузки, возникающие при их работе в зависимости от расположения монтажной стрелы и стрелового полиспаста относительно горизонтальной плоскости.

При подъеме оборудования и конструкций монтажными мачтами необходимо обеспечить правильное составление расчетной схемы и определение усилий в оснастке; выбрать высоту и наклон мачты, обеспечивающие зазор в свету (около 500 мм), между поднимаемым грузом и самой мачтой при верхнем положении груза; подобрать верхние и нижние блоки грузовых полиспастов, а также отводных блоков с учетом максимальных нагрузок, возникающих при подъеме груза; определить параметры и выбрать канаты; выбрать крепления канатов к осям и проушинам (на коушах); определить место привязки нижнего отводного блока и его положение; выбрать лебедку и определить её расположение; определить конструктивное исполнение оснований под мачту и лебедки; указать место строповки груза; определить места расположения якорей и расчетную нагрузку на них; разработать указания о порядке производства работ по предлагаемой схеме подъема оборудования.

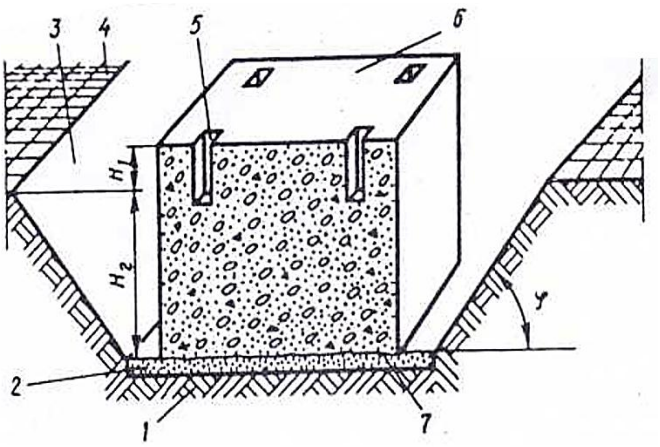
При подъеме грузов вертикально стоящей мачтой необходимо правильно определить центр масс поднимаемого груза; при выборе вант и якорей учесть нагрузки, возникающие при подъеме самой мачты в рабочее положение.

1.9 Постройка опор и фундаментов под оборудование

Все виды оборудования, независимо от его назначения, устанавливают на определенные поверхности, называемые опорами. На них передаются вес машины или аппарата, а также усилия, возникающие при их работе. Опорами могут служить полы, расположенные на грунте; полы на междуэтажных перекрытиях и антресолях; капитальные стены и колонны, к которым с помощью кронштейнов и консолей крепят обычно трубопроводы, щиты управления, вентиляторы и др., фундаменты.

При монтаже оборудования на полу для уменьшения удельной нагрузки подножки оборудования устанавливают металлические подкладки квадратной или круглой формы, поставляемые вместе с оборудованием заводами-изготовителями.

Фундаментом (рисунок 1.30) называется искусственное, обычно бетонное, сооружение, возводимое на грунте и предназначенное для придания машине устойчивого, беспросадочного и скоординированного положения в пространстве при её эксплуатации за счет восприятия им веса машины и усилий, возникающих при её работе.



1 – основание; 2 – песчаная подушка (подготовка); 3 – котлован; 4 – чистый пол, покрытый плиткой; 5 – колодец под фундаментный болт; 6 – рабочая поверхность (обрез); 7 – подошва; 8 – угол естественного откоса котлована

Рисунок 1.30 – Бетонный фундамент

Для возведения фундамента роют котлован 3. Верхняя рабочая поверхность 6 фундамента называется обрезом (зеркалом), а нижняя 7 – подошвой. Толща грунта, на которую опирается подошва фундамента и непосредственно передается нагрузка от машины и фундамента, называется основанием 1.

Высота наземной части фундамента H_1 зависит от требований технологического процесса, удобства эксплуатации оборудования, например от расположения рожка для выхода высокожирных сливок из сепаратора по отношению к ванне для их нормализации, а также от правил безопасности.

Расстояние от поверхности грунта до подошвы H_2 называется глубиной заложения фундамента. Величина ее зависит от свойств грунта основания, уровня грунтовых вод, а для фундаментов, возводимых в неотапливаемых помещениях, кроме того, – от глубины промерзания грунта. В отапливаемых помещениях глубина заложения фундаментов, как правило, назначается в пределах 500–700 мм. Однако для динамичных машин необходимо, чтобы фундамент имел массу, превышающую массу машины в 2,5–10 раз, поэтому в этих случаях глубину заложения фундамента увеличивают по сравнению с указанной выше, например для аммиачных компрессоров – до 2000–2500 мм.

Фундамент должен быть удобен для монтажа, эксплуатации и технического обслуживания монтируемой машины, достаточно прочным и долговечным, простым для возведения.

На фундаментах устанавливают оборудование с большой массой: вакуум-аппараты, распылительные сушилки, бутылкомоечные машины, паровые котлы и др., а также машины со значительными динамическими нагрузками: сепараторы, маслоизготовители, компрессоры и др. Фундамент увеличивает устойчивость оборудования и предохраняет строительные конструкции здания от воздействия усилий, передающихся от работающей машины. Кроме того, он служит для правильной ориентации оборудования, его закрепления для обеспечения неподвижности в процессе эксплуатации. Например, трубчатый пастеризатор устанавливают на небольшой фундамент для того, чтобы он

не перемещался при мойке, чистке, сборке и разборке трубопроводов и других операциях, а также занимал определенное положение по отношению к остальным машинам и аппаратам. Применяют также установку оборудования, например, металлорежущих станков, без фундамента на вибраторы.

Грунты под фундаменты

Основание под фундамент должно быть достаточно прочным, т. е. оно не должно давать значительной осадки, особенно неравномерной, так как в противном случае может произойти авария. Поэтому грунт, используемый в качестве оснований под фундаменты, должен иметь определенные свойства.

Характеристика грунтов. На действующем предприятии нет необходимости выявлять качество грунта для оснований под фундаменты, возводимые при установке нового оборудования.

При строительстве нового завода требуется определить физико-механические свойства грунта, для чего на строительной площадке, т. е. будущей территории завода, проводят инженерно-геологические исследования. При этом отбирают образцы грунтов обычно путем бурения нескольких скважин (около 10) глубиной 6–10 м. Отобранные образцы анализируют в специальной лаборатории и по полученным результатам определяют установившийся уровень грунтовых вод, глубину промерзания и другие свойства грунта. По полученным данным составляют характеристику оснований в зависимости от глубины заложения фундаментов, указывают рекомендуемые отметки их заложения, а также планируют мероприятия по упрочнению грунтов оснований и по защите их от грунтовых вод.

Грунты оснований по прочности разделяют на 4 основные категории: скальные, крупнообломочные, песчаные и глинистые.

Основными видами скального грунта являются известняки, песчаники, граниты и др. Они практически несжимаемы, поэтому являются наиболее прочными и относятся к IV категории.

К крупнообломочным грунтам относятся щебень, галька, дресва (обломки выветрившейся породы) и гравий. При увлажнении их физические свойства не меняются – III категория.

Песчаные грунты в зависимости от размера частиц разделяют на гравелистые, крупные, средней крупности, мелкие и пылеватые. При возведении фундаментов на песчаных грунтах необходимо учитывать, что при увлажнении их свойства ухудшаются. Это особенно характерно для мелких и пылеватых песков, которые становятся текучими – II и I категории грунта.

Глинистые грунты (I категория) характеризуются пластичностью, т. е. способностью под нагрузкой изменять свою форму и сохранять ее после снятия нагрузки. В зависимости от размеров и количества частиц глинистые грунты разделяют на супеси, суглинки и глины. Надежным основанием глинистый грунт является в твердом и пластичном состояниях. В текучем состоянии, т. е. при значительном увлажнении, а также после промерзания такой грунт ненадежен, и размещать на нем фундамент не следует.

Главным механическим свойством грунта, характеризующим его прочность, является несущая способность (сопротивление), определяемая величиной нормативного давления $R_н$ на грунт основания (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Величины нормированного давления на грунт

Грунты		Нормативные давления на грунты основания $R_н$, кПа
Категория	Вид	
I	Песчаные	
	Пески пылеватые маловлажные	200–250
	Пески пылеватые, насыщенные водой	100–150
	Глинистые	
	Супеси	200–300
	Суглинки	100–300
	Глины	100 и более
II	Песчаные	
	Пески средней крупности	250–350
	Пески мелкие маловлажные	200–300
	Пески мелкие, насыщенные водой	150–250
	Пески крупные	350–450
III	Крупнообломочные	
	Дресва (гравий)	До 500
	Щебень (галька)	До 600
IV	Скальные	600 и более

Приведенные данные ориентировочные, но их можно использовать для статического расчета фундаментов.

Помимо нормативного давления одним из основных механических свойств грунта является коэффициент его упругости, или упругого сжатия, при вертикальных, вращательных колебаниях и колебаниях чистого сдвига – горизонтальных. Коэффициент упругости грунтов различной категории при вертикальных колебаниях C_z приводится в справочной литературе, например для грунтов II категории $C_z = (30–60)10^4$ кН/м^3, или (30–60) 10^3 т/(м^2 · с^2). Указанные коэффициенты используют при динамическом расчете фундаментов под машины, работающие с большими динамическими нагрузками. При этом определяют амплитуду вынужденных колебаний фундамента и производят проверку на резонанс.

Способы упрочнения грунтов. Если подошва фундамента опирается на естественный, неукрепленный грунт, основание называется естественным. Таким основанием является прочный – материковый – слой грунта, который почти не даст осадки. В том случае, когда прочность грунта недостаточна для устройства фундаментов, его упрочняют, искусственно улучшая механиче-

ские свойства. Основание, созданное таким способом, считается искусственным.

Существуют механические и химические способы упрочнения грунтов. При механическом способе слабые грунты уплотняют трамбованием, в результате чего несущая способность основания увеличивается до 30%. В качестве трамбовки для оснований небольшой площади можно использовать бревно, к верхнему торцу которого крепится перекладина, концы ее служат двумя рукоятками.

Химические способы упрочнения слабых грунтов основаны на введении в них химических веществ в виде растворов, которые способствуют повышению прочности, снижению водопроницаемости и улучшению других свойств. Растворы нагнетают специальными инъекторами, погружаемыми в грунт. Однако по возможности под фундаменты следует использовать естественные основания.

Проектирование фундаментов и площадок

В процессе проектирования фундамента рассчитывают его размеры и давление на основание системы «машина + фундамент». Наиболее распространенным и простым методом является статический расчет фундамента.

При монтаже оборудования на перекрытии на нем сооружают площадку, которая представляет собой как бы фундамент, но без подземной части, т.е. $H_2 = 0$.

Площадки также рассчитывают статическим методом.

Статический расчет фундамента. Определяют фактическое давление подошвы фундамента на основание и сравнивают его с нормативным давлением. При расчете приближенно учитывают степень динамичности машины, вводя коэффициент уменьшения (динамичности) величина которого зависит от характера работы машины. Чем выше степень динамичности, тем меньше коэффициент.

Оборудование	Коэффициент уменьшения
Маслоизготовители периодического и непрерывного действия	0,3–0,4
Сепараторы всех типов, гомогенизаторы, компрессоры, металлорежущие станки	0,5–0,6
Пластинчатые и трубчатые теплообменные аппараты, вакуум-аппараты, сыродельные и творожные ванны, охладители творога, вальцовые и распылительные сушилки, бутылкомоечные машины, разливочно-укупорочные автоматы	0,7–0,9
Резервуары всех типов, паровые котлы	1

При статическом расчете фундамента необходимо проверить два основных условия.

I. Фундамент не должен давать значительной осадки (особенно неравномерной), что достигается, если фактическое давление на грунт P (в кПа) основания системы «машина + фундамент» будет меньше нормативного:

$$P = (G_{\text{м}} + G_{\text{ф}})/(\alpha F) \leq R_{\text{н}}, \quad (1.23)$$

где $G_{\text{м}}$ – вес машины в рабочем состоянии (например, при заполнении продуктом), кН;

$G_{\text{ф}}$ – вес фундамента, кН;

α – коэффициент уменьшения;

F – площадь подошвы фундамента, или площадь основания, м^2;

$R_{\text{н}}$ – нормативное давление на грунт, кПа.

При расчете сначала определяют площадь подошвы фундамента F по габаритам рамы (станины) машины или исходя из расстояния между осями фундаментных болтов a и b (рисунок 1.31), добавляя припуск Δ на каждую сторону по 0,1–0,2 м*, т. е.

$$F = (a + 2\Delta)/(b + 2\Delta). \quad (1.24)$$

Затем рассчитывают общую высоту фундамента Н (в м):

$$H = H_1 + H_2, \quad (1.25)$$

где H_1 – высота наземной части фундамента, м;

H_2 – глубина заложения фундамента, м.

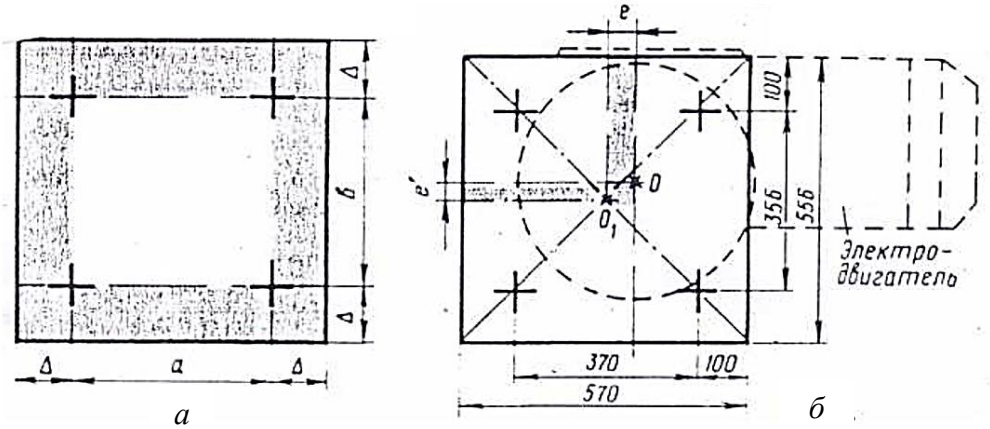
Находят объем фундамента V (в м^3):

$$V = FH. \quad (1.26)$$

Вес фундамента будет равен $G_{\text{ф}} = V_\gamma$,

где γ – удельный вес материала фундамента; для бетона γ =12–25 кН/м^3.

Вес машины $G_{\text{м}}$ определяют, исходя из ее массы $M_{\text{м}}$, которую находят по паспортным или справочным данным.



а – общий вид; *б* – под сепаратор А1-ОЦМ-10; *О* – проекция центра тяжести сепаратора; O_1 – проекция центра тяжести подошвы фундамента; *e* – эксцентриситет вдоль продольной оси сепаратора; e' – эксцентриситет вдоль поперечной оси сепаратора (величины *e* и e' условно показаны не в масштабе)

Рисунок 1.31 – Площадь подошвы фундамента

Пример. Произвести статический расчет фундамента под сепаратор А1-ОЦМ-10 массой $M_м$ = 470 кг ($G_м$ = 4,7 кН), если расстояния между осями фундаментных болтов (рисунок 1.31 *б*) *а* = 370 мм, *в* = 356 мм.

Принимаем высоту наземной части фундамента H_1 = 100 мм, глубину заложения H_2 = 500 мм, нормативное давление на грунт II категории $R_н$ =200 кПа, коэффициент уменьшения α=0,5, удельный вес бетона γ = 20 кН/м^3.

Приняв припуск Δ=100 мм = 0,1 м на каждую сторону, площадь подошвы фундамента составит *F*= (0,37 + 0,2)(0,36 + 0,2) = 0,32 м^2.

Общая высота фундамента *H*=0,1+0,5=0,6 м.

Объем фундамента *V*=0,32 · 0,6 = 0,2 м^3.

Вес фундамента $G_ф$=0,2 · 20 = 4 кН.

Фактическое давление на грунт основания

P=(4,7 + 4)/(0,5 · 0,32) = 54,4 кПа < 200 кПа.

Следовательно, фундамент с принятыми размерами спроектирован правильно.

Если по результатам расчета фактическое давление на грунт будет намного меньше нормативного, т. е. $P \leq R_н$, то, если позволяет конструкция машины, уменьшают площадь подошвы фундамента. Для этого фундамент проектируют в виде столбиков под отдельные части машины, например под каждую ножку бутылкомоечной машины. При *P* больше $R_н$ увеличивают площадь подошвы фундамента за счет увеличения припуска или производят упрочнение грунта основания.

II. При проектировании фундаментов необходимо также учитывать взаимное расположение центра тяжести машины и площади подошвы фундамента, которые должны находиться по возможности на одной вертикали. Расчетное значение эксцентриситета *е*, т. е. отклонения вертикальной оси, проходящей через центр тяжести машины *О* (рисунок 1.31 *б*) от центра тяжести площади подошвы фундамента O_1 не должно превышать 5% при $R_н \geq$ 150 кПа от размера той стороны подошвы фундамента, в направлении которой смещается центр тяжести машины. В данном примере (рисунок 1.31 *б*) за счет массы электродвигателя сепаратора его центр тяжести *О* сместится в плане вправо и вверх (эксцентриситеты *е* и *е′*). При большем эксцентриситете из-за неравномерного распределения массы машины на площади фундамента и его основания возможны неравномерная осадка грунта, перекос фундамента и авария.

Пример. Определить наименьшую величину эксцентриситетов *е* и *е′* сепаратора А1-ОЦМ-10 (рисунок 131 *б*), смонтированного на фундаменте со сторонами *а* = 570 мм и *в* = 556 мм.

Из пропорций находим предельные эксцентриситеты:

100 мм – 5 мм;

570 мм – *е* мм; *е* = 570 · 5/100 = 28,5 мм;

556 мм – *е′* мм; *е′* = 556 · 5/100 = 27,8 мм.

Кроме того, следует учитывать, что устойчивость системы «машина + фундамент» будет тем выше, чем меньше расстояние от подошвы фундамента до центра тяжести машины.

Статический расчет площадки. В данном случае производят проверочный расчет удельной нагрузки на перекрытие P_1 (в кПа):

$$P_1 = (G_м + G_{п.л})/(\alpha F) \leq (R_п), \qquad (1.27)$$

где $G_м, G_{п.л}$ – соответственно вес машины и площадки, кН;

α – коэффициент уменьшения;

F – площадь подошвы площадки, м^2;

$(R_п)$ – нормативная нагрузка на перекрытие, кПа (для предприятий молочной промышленности принимается равной 5, 10, 15, 20, 25, и 30 кПа).

Порядок расчета такой же, что и при статическом расчете фундамента. Если расчетная удельная нагрузка на перекрытие будет больше нормативной, то производят перерасчет, увеличивая площадь подошвы площадки, или оборудование устанавливают на разгрузочные балки (швеллер, двутавр, рельсы), опирающиеся на основные балки перекрытия, колонны или капитальные стены и др.

Пример. Произвести статический расчет площадки под сепаратор А1-ОЦМ-10, используя данные предыдущего примера; нормативную нагрузку на перекрытие $(R_п)$ принять равной 25 кПа.

Объем площадки $V_{п.л}$ = 0,32 · 0,1 =0,03 м^3.

Вес площадки $G_{п.л}$ =0,03 · 20 = 0,6 кН.

Удельная нагрузка на перекрытие

$$P_1 = (4,7 + 0,6)/(0,5 \cdot 0,32) = 33,1 \text{ кПа} > 25 \text{ кПа}.$$

Производим перерасчет, увеличив припуск Δ до 0,15 м на сторону. Тогда новая площадь подошвы площадки составит:

$$F' = (0,37 + 2 \cdot 0,15)(0,36 + 2 \cdot 0,15) = 0,44 \text{ м}^2.$$

Новый объем площадки $V'_{пл}$=0,44·0,1 =0,04 м^3. Новый вес площадки $G'_{п.л}$=0,04·20=0,8 кН. Новая удельная нагрузка на перекрытие
P'_1= (4,7 + 0,8)/(0,5·0,44)=25 кПА=$(R_п)$, что в пределах допустимой нормативной нагрузки.

Расчет удельной нагрузки на основание. Данный расчет делают в том случае, если машину или аппарат устанавливают не на фундамент и не на площадку, а непосредственно на пол, расположенный на грунте или перекрытии. При этом ход расчета аналогичен описанному выше статическому расчету фундамента или площадки, но $G_ф = 0$ или $G_{п.л} = 0$, а площадь F принимается как сумма площадей опор (ножек) f, на которые устанавливается оборудование, т. е. F=$\sum f$.

Пример. Определить удельную нагрузку на основание от резервуара для хранения молока Г6-ОМГ-25 вместимостью 25 м^3, массой 3470 кг (вес 34,7 кН), устанавливаемого на полу 1-го этажа здания на 8 опорах (ножках)

диаметром 150 мм каждая. Принять α=1, $R_н$=250 кПа, плотность молока ρ=1,03 т/м^3.

Масса продукта (молока) в резервуаре

$$M_{пр} = V_{пр}\rho_{пр}, \quad (1.28)$$

где $V_{пр}$ – объем продукта или вместимость резервуара, м^3;

$\rho_{пр}$ – плотность продукта, т/м^3.

$$M_{пр} = 25 \cdot 1{,}03 = 25{,}75 \text{ т}.$$

Общий вес резервуара в рабочем (заполненном) состоянии

$$G_м = 34{,}7 + 257{,}5 = 292{,}2 \text{ кТ}.$$

Площадь одной опоры (ножки) $f = (\pi d^2)/4$, где d – диаметр опоры, м;

$$f = (3{,}14 \cdot 0{,}15^2)/4 = 0{,}02 \text{ м}^2.$$

Общая площадь 8 опор $F = 0{,}02 \cdot 8 = 0{,}16$ м^2.

Удельная нагрузка на основание P=292,2/0,16 = 1826,3 кПа > 250 кПа.

Такая нагрузка значительно превышает нормативное давление на грунт, поэтому проектируем установить резервуар опорами (ножками) на две продольные балки из швеллера № 18* с массой одного метра 16,3 кг, длиной по 4 м каждая.

Общая масса двух балок 16,3·4·2= 130,4 кг; вес 1,3 кН.

Площадь опоры двух балок F=0,18·4·2=1,44 м^2.

Новая удельная нагрузка P'=(292,2+ 1,3)/1,44 = 203,6 кПа < 250 кПа.

Рабочие чертежи фундаментов. В инструкции завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации оборудования, монтируемого на фундаменте, обычно приводится рабочий чертеж фундамента.

При проектировании фундамента размеры и форму его наземной части назначают в соответствии с чертежами завода-изготовителя оборудования.

На рабочем чертеже фундамента не указывают глубину его заложения, которую устанавливают после исследования образцов грунта и определения его свойств. При строительстве новых предприятий окончательные размеры фундаментов приводятся в проектной документации, в которую включены планы и сечения фундаментов по объектам: главный производственный корпус, компрессорная, котельная и др. Дополнительно на чертежах с сечениями фундаментов указывают марку бетона, из которого рекомендуется их возводить; приводят рекомендации по подготовке оснований, например уплотнение грунта и др., а также дополнительные сведения по возведению фундаментов.

Возведение фундаментов и сооружение площадок

Возведение фундамента на грунте и сооружение бетонной площадки на перекрытии имеют много общих операций.

Возведение фундаментов. Приступать к возведению фундамента можно только после получения оборудования и уточнения всех монтажных размеров

машины и фундамента по чертежу, приведенному в инструкции завода-изготовителя.

Возведение фундамента начинают с определения места под котлован в строительной коробке здания в соответствии с планом производственного помещения и привязкой оборудования. Затем определяют размеры верхней части котлована с учетом угла естественного откоса φ, поэтому размеры котлована 2 в плане будут больше размеров фундамента.

Полученные размеры котлована в соответствии с привязочными координатами выносят на натуру, т. е. производят разметку. Для сложного оборудования (линии розлива молока в бутылки, распылительные и вальцовые сушилки, компрессоры и др.) при разметке провешивают струны. Для более простого оборудования (сепараторы, маслоизготовители и др.) разметку производят простейшими приемами – непосредственным промером рулеткой расстояний главных монтажных осей устанавливаемого оборудования или его фундаментов до строительных конструкций здания (капитальных стен и колонн). При разметке непосредственно на грунте по углам будущего котлована забивают колышки. До начала земляных работ, особенно на действующем предприятии, следует уточнить наличие и расположение подземных трубопроводов и электрокабелей и обеспечить их сохранность во время рытья котлована, а также безопасность работающих, пригласив для контроля работника энергослужбы.

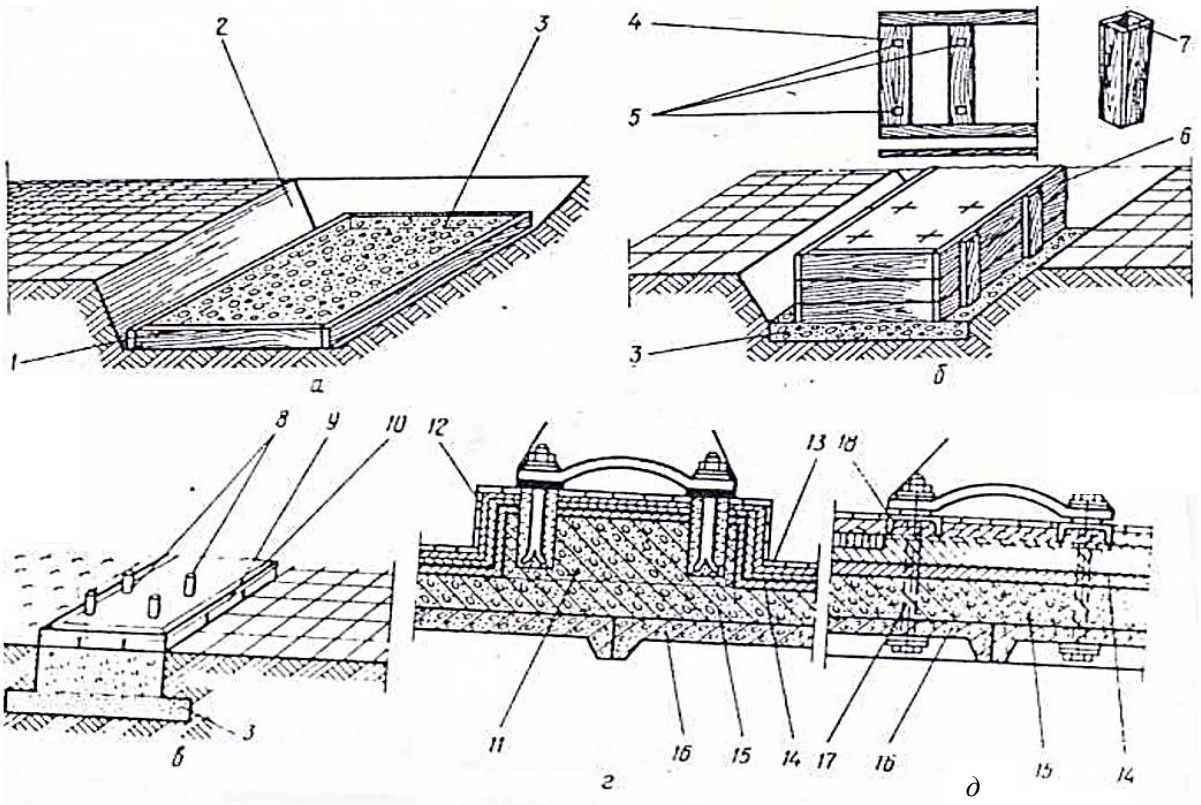
Роют котлован на требуемую глубину заложения фундамента, причем размеры дна котлована должны быть несколько больше размеров подошвы возводимого фундамента. Если котлован предстоит рыть на действующем предприятии, то предварительно с пола снимают плитку (ломом, зубилом, молотком, лучше пневматическим отбойным молотком) и удаляют подготовку пола, приняв меры против попадания воды из цеха в котлован.

После этого производят планировку (выравнивание) основания, чтобы дно котлована было горизонтальным. Для слабых и средней прочности грунтов I и II категорий основание уплотняют трамбовкой или устраивают песчаную подушку (подготовку) (рисунок 1.32 *а*). При этом на дно котлована 2 устанавливают деревянную раму 1, выравнивают ее по уровню и заполняют крупным песком 3. Поверхность песка выравнивают рейкой, перемещая ее по верхней плоскости рамы. В зависимости от веса машины и размеров фундамента толщина слоя песка составляет 5–15 см.

Далее на песчаную подушку 3 (рисунок 1.32 *б*) устанавливают опалубку 6 из досок толщиной 25–30 мм (ящик без дна). Внутренние размеры опалубки соответствуют наружным размерам фундамента.

В соответствии с рабочим чертежом фундамента из досок или толстой фанеры изготовляют шаблон 4 с отверстиями 5, в которые вставляют фундаментные болты с гайками и шайбами.

Для определения мест расположения фундаментных болтов на опалубке размешают шаблон. Иногда на шаблон устанавливают всю машину или только её станину. В данном случае опалубка и шаблон должны быть более прочными.



а – подготовка основания; *б* – установка опалубки в котлован; *в* – готовый фундамент; *г* – бетонная площадка на перекрытии; *д* – крепление оборудования болтами, пропущенными через перекрытие; 1 – деревянная рама; 2 – котлован; 3 – песчаная подушка или щебень; 4 – шаблон; 5 – отверстия для фундаментных болтов; 6 — опалубка; 7 – деревянный короб; 8 – залитые фундаментные болты; 9 – облицовочная плитка; 10 – окантовка периметра угловой сталью; 11 – площадка; 12 – облицовочная плитка; 13 – метлахская плитка покрытия пола; 14 – слой гидроизоляции; 15 – слой бетона; 16 – сборная железобетонная плита; 17 – болты; 18 – металлическая рама

Рисунок 1.32 – Основные стадии возведения фундамента на грунте и конструкция площадки на железобетонном перекрытии

Шаблон выверяют на горизонтальность по уровню и крепят его на верхней части опалубки гвоздями. При этом фундаментные болты, закрепленные на шаблоне, должны располагаться в вертикальном положении и свободно висеть в опалубке.

При возведении сложных фундаментов, например под компрессор и электродвигатель, в местах расположения фундаментных болтов по шаблону 4 снизу крепят деревянные короба 7 сечением 100 × 100 мм. В результате в монолите фундамента остаются колодцы для фундаментных болтов.

Перед заливкой бетоном внутреннюю поверхность опалубки и наружную поверхность коробов покрывают толью или пергаментом. Нельзя для этой цели использовать масла, которые значительно ухудшают сцепления бетона и раствора в колодце.

Фундаменты под машины в основном изготавливают из бетона марок 100 и 150, для приготовления которого требуется цемент марок соответственно 250–300 и 250–400. При этом можно использовать следующий бетон, рекомендованный для фундаментов под сепараторы:

	Всего	Цемент	Песок	Щебень или гравий
Части	7,5	1	2,5	4
кг	203	27	68	108

Смесь составляют в сухом виде и добавляют 40–60% воды, тщательно её перемешивают. Для ускорения затвердевания бетона добавляют одну горсть кальцинированной соды на 10 л воды. Фундаменты под оборудование изготовляют также из бутобетона, кирпича и природного камня. Кирпич красный, хорошо обожженный, марки 100 на цементном растворе используют для фундаментов, возводимых в сухих грунтах. Для фундаментов нельзя использовать силикатный кирпич.

Наибольшее распространение получили бетонные фундаменты. Бетон в опалубку заливают по возможности непрерывно, для чего необходимо иметь требуемое количество бетона на весь объем опалубки. В процессе заливки бетон уплотняют, периодически протыкая его стальным штырем, чтобы бетон равномерно распределился в опалубке и в особенности заполнил её углы. При большом объеме бетонных работ используют вибраторы.

Окончание бетонирования зависит от способа установки машины на фундаменте. Если станину оборудования (компрессор) устанавливают на пакеты стальных подкладок, то верхний уровень бетона не должен доходить до верхнего края опалубки – проектной отметки фундамента – на 30–50 мм. Если машину монтируют на фундаменте без крепления или на резиновых прокладках (сепаратор), то бетонирование производят вровень с верхними краями опалубки – под шаблон.

По окончании заливки бетона опалубку смачивают водой, а обрез фундамента покрывают мокрыми опилками или мешковиной, которые в дальнейшем регулярно смачивают. Влажный режим при затвердевании бетона поддерживают в течение первых 6–8 сут после бетонирования для защиты бетона от испарения и предотвращения появления трещин. Через 2–3 ч – для больших фундаментов и через сутки – для малых короба раскачивают и удаляют из колодцев. Боковые щиты опалубки можно удалять немедленно после приобретения бетоном способности сохранять свою форму, а несущую опалубку удаляют после достижения бетоном не менее 50–70% от проектной прочности, т. е. через 5–6 сут*. В этот период до начала монтажа оборудования необходимо защитить колодцы от засорения мусором. Для защиты от влаги наружную поверхность фундамента обмазывают горячим битумом. После этого котлован засыпают грунтом и трамбуют его между стенками котлована и фундаментом.

Фундамент под монтаж принимают следующим образом. Сопоставляют фактические размеры фундамента, его расположение в строительной ко-

робке здания, прочность образцов бетона (по лабораторным испытаниям кубика на сжатие) с требованиями чертежей и действующих СНиП или технических условий на производство и приемку работ. Допускаемые отклонения размеров фундаментов от проектных приведены ниже.

Показатели	Допускаемые отклонения, мм
Основные размеры в плане	± 30
Отметка обреза (верхней поверхности)	-30
Оси фундаментных болтов	± 5
Отметки верхних торцов фундаментных болтов	+ 20
Центры колодцев под фундаментные болты	± 10
Размеры колодцев в плане	+ 20

По внешнему виду готовый фундамент не должен иметь раковин, поверхностных трещин, отслоений, наплывов и пр. Не должно быть масляных и других загрязнений, особенно в колодцах. Приемку фундамента под монтаж оформляют актом.

Оборудование на фундамент устанавливают после приобретения бетоном необходимой прочности – не менее 60% от проектной. По окончании монтажных работ готовый фундамент по периметру окантовывают угловой сталью 10 (рисунок 1.32 *в*) и облицовывают плиткой 9 черного цвета с расшивкой швов. Иногда отделку фундамента выполняют до начала монтажа.

Сооружение площадок. При монтаже оборудования на перекрытии бетонную площадку 11 (рисунок 1.32 *г*) сооружают в следующем порядке. Если пол выстлан метлахской плиткой 13, то её удаляют. На бетонном слое 15 перекрытия зубилом и молотком или ломом делают насечку. Высота опалубки для площадки определяется высотой её верхней части над уровнем пола и длиной фундаментных болтов. При необходимости для болтов пробивают перекрытие (рисунок 1.32 *д*). Опалубку устанавливают на проектную отметку, выверяют по уровню, закрепляют шаблон с фундаментными болтами, смачивают перекрытие и опалубку водой и заполняют бетоном или цементным раствором в соотношении 1:3 (цемент к песку).

1.10 Установка, выверка и крепление оборудования

Оборудование устанавливают на фундаменты, металлические конструкции (рамы, кронштейны, подвески), железобетонные и стальные площадки, непосредственно на перекрытия и чистый пол. К работам по установке оборудования на фундамент приступают после подписания актов его готовности.

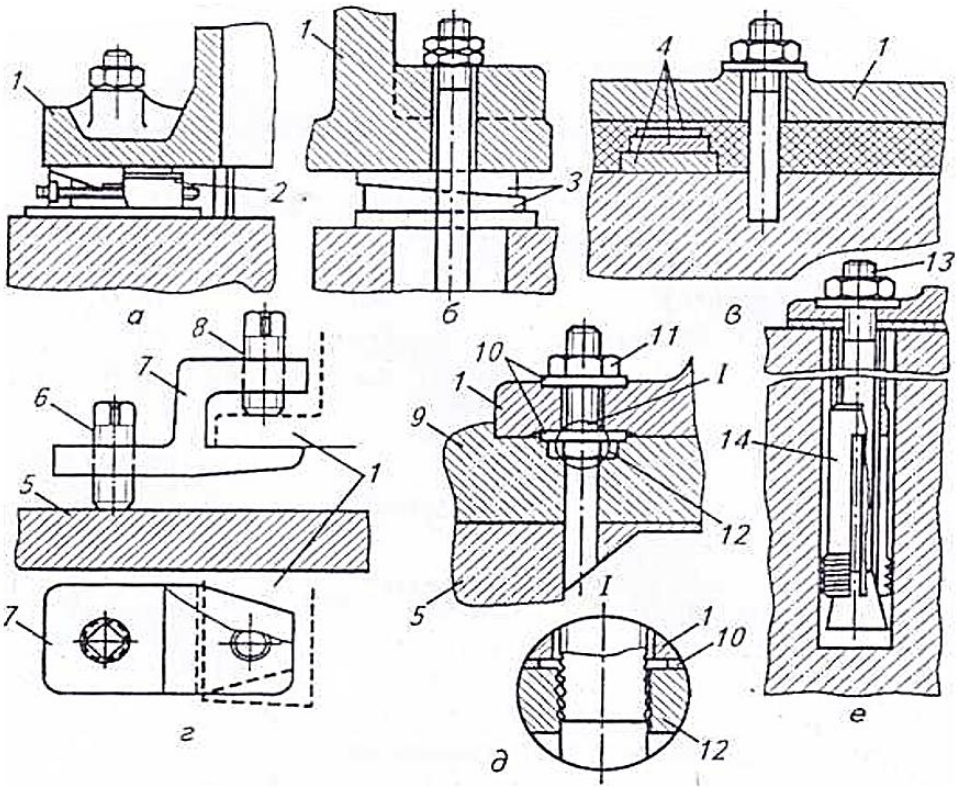
Установка оборудования в проектное положение на фундаменте включает размещение машины или ее опорных элементов на фундаменте; предварительную установку на опорные элементы с совмещением отверстий базо-

вой детали (станины, рамы, основания) и фундаментных болтов; установку оборудования в проектное положение и выверку его путем выполнения необходимых регулировочных перемещений с контролем фактического положения и предварительной фиксацией перед подливкой (закреплением).

При выверке регулировочные перемещения осуществляют с помощью грузоподъемных механизмов, домкратов и монтажных приспособлений в пределах зазоров между стенками отверстий базовой детали оборудования и стержнями предварительно установленных фундаментных болтов или в пределах зазоров колодцев под закрепляемые при подливке оборудования фундаментные болты.

Требуемая точность положения оборудования по высоте и в горизонтальной плоскости может быть достигнута методом безвыверочного монтажа за счет установки опорных элементов в пределах расчетных допусков.

Оборудование выверяют с помощью регулировочных винтов, временных опорных элементов, установочных гаек, пакетов-подкладок (рисунок 1.33).



а – с помощью инвентарных клиновых подкладок; *б* – клиновых подкладок; *в* – плоских металлических подкладок; *г* – приспособлений для бесподкладочного монтажа; *д* – установочных гаек; *е* – самоанкерующихся болтов; 1 – основание машины; 2 – инвентарная клиновая подкладка (домкрат); 3 – клиновые подкладки; 4 – плоские металлические подкладки; 5 – фундамент; 6, 8 – винты; 7 – струбцина; 9 – бетонная подливка; 10 – шайбы; 11 – крепежная гайка; 12 – опорная установочная гайка; 13 – шпилька; 14 – цанга

Рисунок 1.33 – Схемы крепления оборудования на фундаментах и основаниях

При выверке оборудования с помощью регулировочных винтов в исходном положении они должны одинаково выступать (до 20 мм) ниже поверхности оборудования. Положение оборудования по высоте и в горизонтальной плоскости регулируют всеми винтами, не допуская в ходе выверки его отклонения от горизонтальности более чем 10 мм на 1 м. После окончания выверки оборудование закрепляют с помощью фундаментных болтов, затягивая их с заданным усилием.

При установке оборудования с выверкой при помощи установочных гаек с шайбами их регулируют по высоте так, чтобы верх тарельчатой шайбы был на 2–3 мм выше проектной отметки опорной поверхности оборудования; оборудование опускают на опорные элементы и регулируют его положение затяжкой крепежных гаек.

Применяемые при выверке металлические подкладки должны плотно прилегать к поверхности фундамента, а их число в пакете должно быть минимальным и не превышать пяти. Пакеты набирают из стальных или чугунных установочных подкладок толщиной 5 мм и более и регулировочных подкладок толщиной 0,5–5 мм. Пакеты подразделяют на пирамидальные и клиновые, состоящие из плоских и клиновых подкладок.

Пакеты металлических подкладок устанавливают на возможно близком расстоянии от фундаментов болтов и располагают один от другого через 300–800 мм. После окончательной выверки оборудования и затяжки болтов подкладки в пакете прихватывают электросваркой.

Положение осей оборудования при выверке контролируют в плане с помощью струнного, струнно-оптического метода, бокового нивелирования теодолитами, прямого контроля линейных размеров. Для контроля положения осей оборудования по горизонтали применяют уровни-нивелиры, отвесы и теодолиты.

После выверки оборудование предварительно закрепляют, затягивают гайки только тех фундаментных болтов, которые расположены вблизи опорных элементов. Затем опять контролируют положение осей оборудования и подливают бетон (наращивание фундамента), который воспринимает эксплуатационную нагрузку от оборудования. Для качественного сцепления подливаемого бетона с поверхностью фундамента и монтируемого оборудования эти поверхности очищают от посторонних предметов, пыли, обезжиривают и промывают чистой водой, не допуская скопления поды в углублениях и приямках.

Марку бетона для подливки используют не ниже марки бетона фундамента, а размер элементов фракции заполнителя (щебень, гравий) составляет 5–20 мм. Толщина слоя подливки должна быть не менее 50 мм. При ширине опорной части базовой детали оборудования более 2 м толщину слоя подливки принимают равной 80–100 мм.

Бетонную смесь с применением вибраторов подают через отверстия в опорной части или с одной стороны подливаемой детали до тех пор, пока с противоположной стороны смесь не превысит на 20–30 мм высоту основной части подливки. Расстояние от опорной части оборудования до края слоя

подливки должно составлять 100–200 мм. Поверхность подливки, примыкающей к основной части оборудования, должна иметь уклон 1:50 в сторону от оборудования.

После достижения материалом подливки не менее 70% проектной прочности болты окончательно затягивают с помощью динамометрических и предельных трещоточных ключей, ключей-мультипликаторов, а также электрогайковертов и пневмогайковертов. При затяжке гаек фундаментных болтов обеспечивают равномерное натяжение всех болтов и плотное прижатие основания машины к фундаменту.

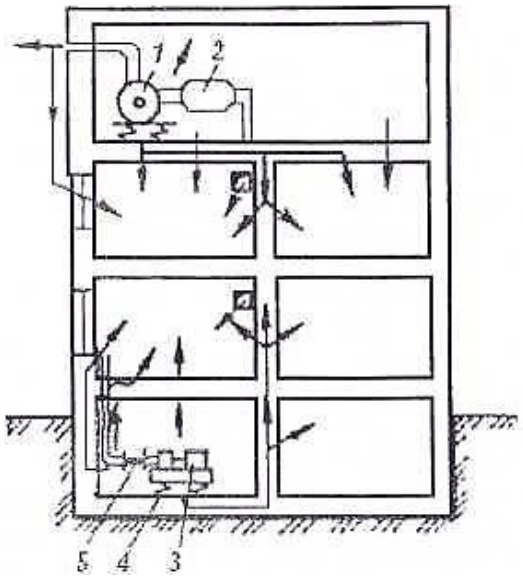
Предприятия-изготовители, как правило, поставляют фундаментные болты в комплекте с оборудованием и указывают момент их затяжки. Без таких указаний момент при окончательной затяжке болтов должен составлять 12–24 Н·м при диаметре резьбы болта 12 мм; 30–60 – 16 мм; 130–250 – 24 мм; 300–350 – 30 мм, 600–950 – 36 мм; 1000–1500 – 42 мм; 1100–2300 Н·м при 48 мм.

Стержни болтов должны выступать над поверхностью гаек (контргаек) на 1,5–2 нитки резьбы. В хорошо затянутом болтовом соединении зазоры между гайкой, шайбой и основанием корпуса машины не должны превышать 0,03 мм.

Эффективно применение креплений разжимного типа. Для сверления отверстий в строительных конструкциях применяют различные электрические и пневматические перфораторы. Самоанкерующийся болт (дюбель) в сборе вставляют в очищенное отверстие, после чего его ударами молотка по специальной оправке частично осаживают на конусе. При затяжке гайки конус втягивается в кольцо (цангу), расширяет его, заклинивая отверстие.

1.11 Обеспечение шумо- и виброизоляции оборудования при монтаже на фермах содержания КРС

Работающее оборудование возбуждает вибрацию соединенных с ним конструкций, излучает воздушный шум в окружающее пространство и присоединенные воздуховоды или возмущает жидкость (обычно воду) в присоединенных трубопроводах. Например, при работе вентиляционного агрегата (вентилятора) (рисунок 1.34) возбуждаются колебания пола этого этажа и присоединенных к вентилятору воздуховодов, излучается воздушный шум в помещение венткамеры и в воздуховоды.



1 – вентилятор; 2 – глушитель шума; 3 – насос; 4 – виброизолятор;
5 – гибкая вставка

Рисунок 1.34 – Пути распространения шума в зданиях

По природе происхождения шумы и вибрации могут быть:

– механическими (из-за неуравновешенности движущихся, в частности, вращающихся масс, ударов в сочленениях, стука в зазорах и т. п.);

– аэрогидродинамическими (при впуске-выпуске газа компрессоров, из-за образования вихрей и неоднородностей в потоках газа и жидкости в вентиляторах и насосах, автоколебаний в водоразборных кранах);

– электромагнитными (у электродвигателей, трансформаторов).

Нередко оборудование возбуждает одновременно вибрацию и шум нескольких составляющих, например, вентиляционный агрегат.

Вибрация оказывает двоякое неблагоприятное влияние на человека: вследствие непосредственного контактного воздействия и шума, излучаемого в помещения колеблющимися ограждающими конструкциями в звуковом диапазоне частот (структурного шума).

Методы снижения шума и вибрации. Имеются две основные группы средств снижения шума и вибрации оборудования в зданиях – в источнике возникновения и на пути распространения. Необходимо правильно сочетать эти средства.

При проектировании зданий снижение шума и вибрации в источнике обеспечивают применением малошумного оборудования и выбором правильного (расчетного) режима его работы, при строительстве и эксплуатации зданий технической исправностью оборудования.

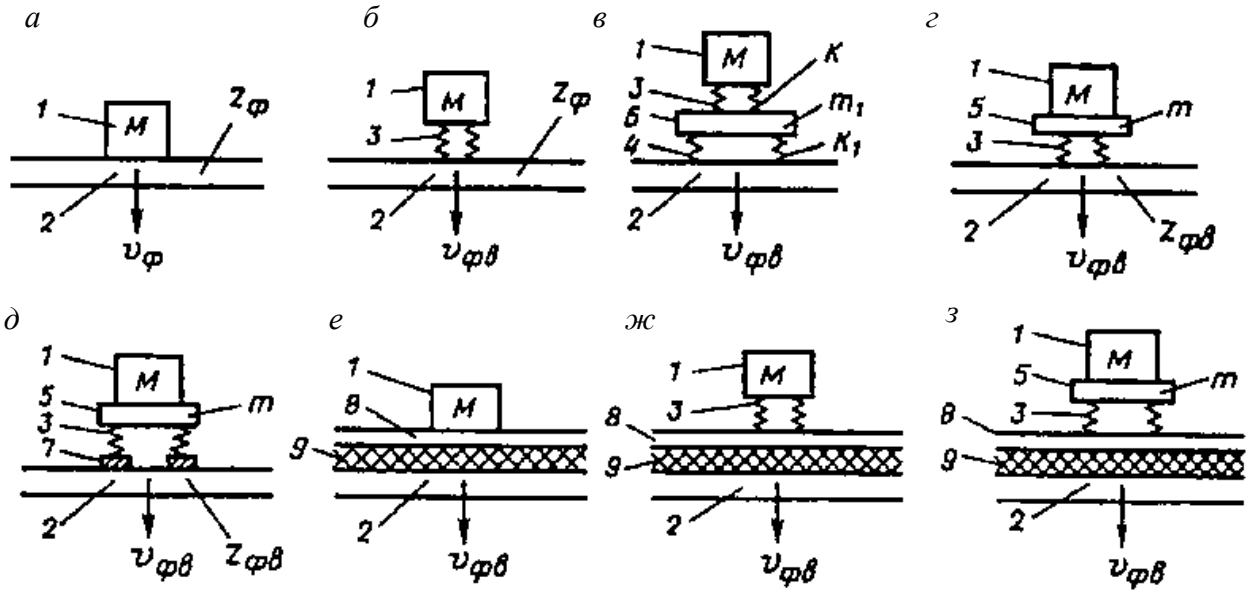
Снижение шума и вибрации на пути распространения достигается комплексом архитектурно-планировочных и акустических мероприятий. Архитектурно-планировочные мероприятия предусматривают такую планировку помещений в зданиях, при которой источники шума максимально удалены от помещений, защищаемых от шума.

Акустические мероприятия – это вибро- и звукоизоляция инженерного оборудования, применение звукопоглощающих конструкций в помещениях с источниками шума, а также в защищаемых от шума помещениях, установка глушителей шума в системах вентиляции и т.д.

Выбор комплекса средств снижения шума и вибрации зависит от характера их возникновения и распространения, и обосновывается акустическим расположением, в котором определяются ожидаемые уровни шума в защищаемом помещении, требуемое их снижение и необходимые для этого мероприятия.

Классификация конструктивных схем виброизоляции. Для виброизоляции агрегата необходимо его установить на виброизоляторы и изолировать подходящие к нему коммуникации. Применяют однозвенную (рисунок 1.35, *б, г, д, е*), двухзвенную (рисунок 1.35 *в, ж, з*), а иногда и трехзвенную схему виброизоляции.

Между агрегатом и виброизоляторами часто располагают массивную плиту (обычно железобетонную) или жесткую опорную раму (рисунок 1.35 *г, д, з*).



а – машина жестко прикреплена к фундаменту; *б* – машина установлена на виброизоляторах; *в* – двухзвенная схема с применением виброизоляторов; *г* – машина установлена на плите на виброизоляторах; *д* – то же, что и *г*, дополнительно установлены эластичные прокладки; *е* – машина жестко прикреплена к плавающему полу на упругом основании; *ж* – машина установлена на виброизоляторах и полу на упругом основании; *з* – то же, что и *ж*, дополнительно установлена плита: 1 – машина; 2 – фундамент; 3, 4 – виброизоляторы; 5 – фундаментная плита; 6 – промежуточный блок; 7 – эластичные прокладки; 8 – плавающий пол на упругом основании; 9 – слой упругого материала

Рисунок 1.35 – Схемы жесткого и виброизолированного крепления машины к фундаменту

Поддерживающую конструкцию, на которую опирается виброизолированная инженерная машина, для краткости называют фундаментом. Это могут быть плита перекрытия, железобетонный блок, балки и т.д.

Виброизолирующие элементы могут быть представлены:

а) в виде отдельных опор:

– пружинные виброизоляторы, основным рабочим элементом которых являются одна или несколько стальных винтовых пружин;

– упругие прокладки, нередко имеющие сложную форму;

б) в виде слоя упругого материала, укладываемого между машиной и фундаментом;

в) в виде плавающего пола на упругом основании. Пол на упругом основании представляет собой железобетонную стяжку, устроенную на упругом основании поверх несущей плиты перекрытия здания. Обычно применяется в двухзвенной схеме с другими виброизоляторами (рисунок 1.35 *ж*).

Критерии виброизоляции. Эффективность виброизоляции характеризуется снижением уровня колебаний фундамента, дБ:

$$\Delta V = 10\lg(\frac{v_1^2}{v_2^2}), \qquad (1.29)$$

где v_1^2 и v_2^2 – квадраты амплитуды виброскорости фундамента, усредненные по его поверхности и частоте при соответственно жестком и виброизолированном креплении к нему машины.

Величину ΔV называют виброизоляцией. Она равна снижению уровня колебаний конструкций зданий и структурного шума, возникающих из-за динамического воздействия машин на поддерживающие конструкции.

Расчет виброизолирующих конструкций состоит в выборе и расчете виброизоляторов и других элементов, из которых они состоят, а также в расчете виброизоляции.

Наиболее важная характеристика виброизолированной установки – частота её собственных колебаний f_0 (резонансная частота виброизолирующего основания), Гц:

$$f_0 = 0{,}16\sqrt{\frac{K}{M}}, \qquad (1.30)$$

где K – сумма динамических жесткостей виброизоляторов, Н/м, на которых установлена машина;

M – общая масса, кг, виброизолированной установки (сумма масс машины $М_м$ и железобетонной плиты $М_{пл}$, если таковая имеется).

При виброизоляции машины на частотах $f \le 0{,}7f_0$ колебания фундамента не снижаются ($\Delta V = 0$). В области частот $0{,}7f_0 \le f \le 1{,}4f_0$ они усиливают ($\Delta V < 0$). При $f \approx f_0$ наступает резонанс – резкое усиление колебаний. Только на частотах *f*, значительно больших f_0, виброизоляторы снижают колебания фундамента. Поэтому их подбирают так, чтобы резонансная частота f_0 лежала ниже диапазона частот, в котором необходимо снижение данных колебаний. Следовательно, виброизоляторы должны иметь достаточно низ-

кую жесткость. На рисунке 1.36 показан характерный график зависимости виброизоляции агрегата от частоты при устройстве виброизолирующего основания с применением упругим элементов.

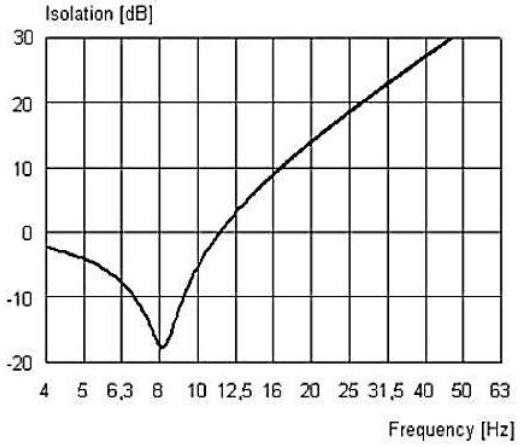


Рисунок 1.36 – График виброизоляции

Двухзвенная схема виброизоляции обладает большей эффективностью по сравнению с однозвенной. Но в отличие от однозвенной схемы, здесь две резонансные частоты, так что диапазон частот, в котором виброизоляция отрицательна, расширяется.

Рекомендации по проектированию виброизолирующих конструкций. Проектирование виброизолирующих конструкций сводится к выбору конструктивной схемы виброизоляции, подбору типа и параметров виброизоляторов по известной номенклатуре (реже их рассчитывают и проектируют), выбору конструкции пола на упругом основании (если он требуется), расчету эффективности принятой конструкции (виброизоляции).

Все рассмотренные виброизолирующие конструкции снижают передаваемую на фундамент вибрацию только на частотах, превышающих основную частоту собственных вертикальных колебаний f_0 (резонансную частоту) системы. При выборе виброизолирующих конструкций исходят из требования

$$\frac{f_{\text{р}}}{f_0} \geq 3 \ldots 4, \qquad (1.31)$$

где $f_{\text{р}}$ – рабочая частота машины (оборудования), Гц, – это частота оборотов в секунду для машин с вращающимися частями (насосы, вентиляторы), число ходов в секунду машин с возвратно-поступательно движущимися частями (поршневые компрессоры).

Если жесткость неопорных связей (трубопроводов, гибких вставок и т.д.) составляет не более половины жесткости виброизоляторов, то могут быть выбраны виброизоляторы и спроектирована виброизолирующая конструкция. В противном случае необходимо учитывать жесткость неопорных связей – выбор виброизоляторов и самой виброизолирующей конструкции становится более сложным.

При виброизоляции машин с рабочими частотами менее 18–20 Гц следует применять пружинные виброизоляторы. При больших рабочих частотах можно использовать как пружинные виброизоляторы, так и упругие прокладки из эластомерного материала. Пружинные виброизоляторы, обладая меньшей частотой, обеспечивают большую виброизоляцию на низких частотах, чем другие виды виброизоляторов из эластичных материалов. Однако последние на средних и высоких частотах более эффективны, поскольку волновые резонансные явления, ухудшающие виброизоляцию, в них наступают на более высоких частотах, чем в пружинах и, кроме того, менее выражены из-за существенно больших внутренних потерь энергии.

Из-за указанных явлений виброизоляция пружинами на средних и высоких частотах падает и весьма невелика. Некоторое увеличение её достигается при установке резиновых прокладок между пружинами и фундаментом. На больших частотах дополнительная виброизоляция растет с частотой и становится тем выше, чем больше коэффициент потерь, толщина и коэффициент формы прокладки. Поэтому их следует изготовлять из перфорированной, а не сплошной резины.

Вопреки распространенному мнению, тонкие резиновые прокладки не устраняют основного недостатка пружинных виброизоляторов – низкую виброизоляцию на средних и высоких частотах.

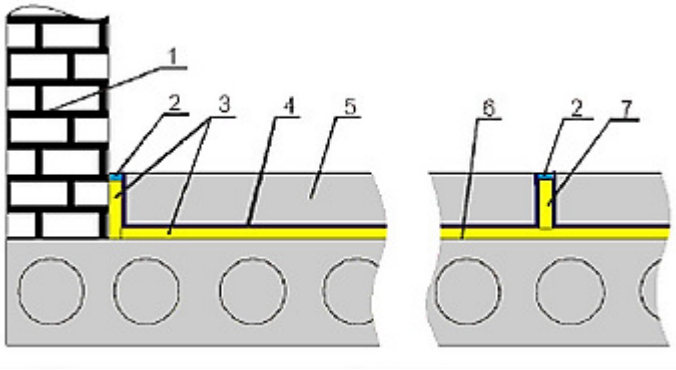
Виброизоляторы располагают так, чтобы их центр жесткости находился на одной вертикали с центром масс виброизолированной установки; при этом виброизоляторы должны иметь одинаковую осадку.

Плавающие полы без специальных виброизоляторов можно использовать только с оборудованием, имеющим рабочие частоты более 45–50 Гц. Это, как правило, небольшие машины, виброизоляция которых может быть обеспечена и другими способами. Эффективность полов на упругом основании на столь низких частотах невелика. Поэтому применяют их только в сочетании с другими видами виброизоляторов, что обеспечивает высокую виброизоляцию на низких частотах (за счет виброизоляторов), а также на средних и высоких (за счет виброизоляторов и плавающего пола).

Стяжка плавающего пола должна быть тщательно изолирована от стен и несущей плиты перекрытия, так как образование даже небольших жестких мостиков между ними может существенно ухудшить его виброизолирующие свойства. Поэтому при конструировании плавающего пола предусматривают мероприятия, предупреждающие просачивание бетона в упругий слой при изготовлении пола. В местах примыкания плавающего пола к стенам необходим шов из нетвердеющих материалов, не пропускающий воду.

При линейных размерах стяжки плавающего пола более 8–10 м с целью предотвращения растрескивания бетона рекомендуется выполнять разделительные швы, которые не должны проходить вблизи места установки оборудования. Большие агрегаты следует располагать в центре отдельных плит, на которые швами разбивается вся стяжка плавающего пола.

Конструкция плавающего пола должна обеспечивать её несущую способность на действие статической нагрузки от оборудования. Пример конструкции звукоизоляционного плавающего пола показан на рисунке 1.37.



1 – стена здания; 2 – невысыхающий герметик; 3 – звукопоглощающие плиты толщиной 20 мм; 4 – гидроизолирующий слой полиэтилена; 5 – бетонная стяжка толщиной 80 мм, армированная металлическими конструкциями; 6 – плита перекрытия; 7 – технологический деформационный шов (выполняется в случае необходимости)

Рисунок 1.37 – Принципиальная схема устройства звукоизоляционного плавающего пола

За счет установки машины на железобетонную плиту достигается снижение уровня колебаний самой машины и увеличивается её устойчивость на пружинах. На низких частотах даже при неизменном значении f_0 возможно небольшое увеличение виброизоляции за счет разделения разных пространственных форм колебаний машины, установленной на виброизоляторах, которое не учитывается в одномерной расчетной схеме. Однако в звуковом диапазоне частот в целом виброизоляция заметно увеличивается за счет возрастания импеданса виброизолированной установки.

При использовании фундаментных железобетонных плит в отдельных полосах частот может быть и снижение виброизоляции. Это происходит в случаях, когда из-за увеличения массы виброизолированной установки и применения больших пружин октавная полоса, в которую попадает первая волновая резонансная частота пружин и с которой начинается «провал» виброизоляции пружинами, сдвигается на октаву вниз. Поэтому лучше устанавливать агрегат на пружинные виброизоляторы меньших номеров (при их большем количестве), чем больших (их потребуется меньше), поскольку у последних раньше начинайся спад виброизоляции.

В звуковом диапазоне частот железобетонные плиты лучше работают, если (при заданной массе) они имеют минимальные размеры в плане, но большую толщину. Для повышения акустической виброизоляции не следует делать больших в плане железобетонных плит, на которых устанавливают сразу несколько машин – например, основной и резервный насосы.

Железобетонную плиту устанавливают также в тех случаях, когда жесткость подходящих к машине трубопроводов с гибкими вставками соизмерима или превышает общую жесткость виброизоляторов, которые потребовались

бы для установки машины без этой плиты. Такое положение может иметь место, например, при виброизоляции насосов. За счет установки железобетонной плиты увеличивается общая масса виброизолированной установки и снижается частота её собственных колебаний, так как уменьшается влияние жесткости присоединенных трубопроводов. В результате, дополнительно к сказанному выше, достигается увеличение виброизоляции и на низких частотах. В ряде случаев жесткость присоединенных к машине трубопроводов с гибкими вставками оказывается настолько большой, что она вообще не может быть виброизолирована без установки железобетонной плиты.

При устройстве массивных виброизолированных оснований необходимо учитывать наличие внутренних виброизолирующих элементов у вентиляционного и компрессорного оборудования. В этих случаях внутренние виброизолирующие элементы рекомендуется шунтировать с помощью резьбовых или винтовых соединений.

Примеры устройства виброизолирующих оснований. Рассмотрим пример устройства виброизолирующих оснований для трех различных вентиляционных агрегатов, закрепленных на железобетонной фундаментной плите и установленных на монолитную плиту межэтажного перекрытия толщиной 200 мм.

Все агрегаты имеют одинаковую массу 610 кг и разные рабочие частоты вращения движущихся частей:

Агрегат № 1: 750 об/мин;

Агрегат № 2: 1450 об/мин;

Агрегат № 3: 3000 об/мин.

Габаритные размеры каждого агрегата: 2100 х 1300 х 1300 мм.

Рабочие частоты агрегатов f_p, Гц определяются следующим образом:

$f_{p1} = 750/60 = 12{,}5$ Гц;

$f_{p2} = 1450/60 = 24{,}2$ Гц;

$f_{p3} = 3000/60 = 50$ Гц.

Размеры фундаментной железобетонной плиты выбираются таким образом, чтобы её масса в 2–3 раза превышала массу вентиляционного агрегата.

Выберем размеры фундамента: 2300×1500×150 мм. Масса такого фундамента из тяжелого бетона составляет 1242 кг.

Рассмотрим три различных типа виброизолирующих оснований:

1. Принципиальная схема № 1

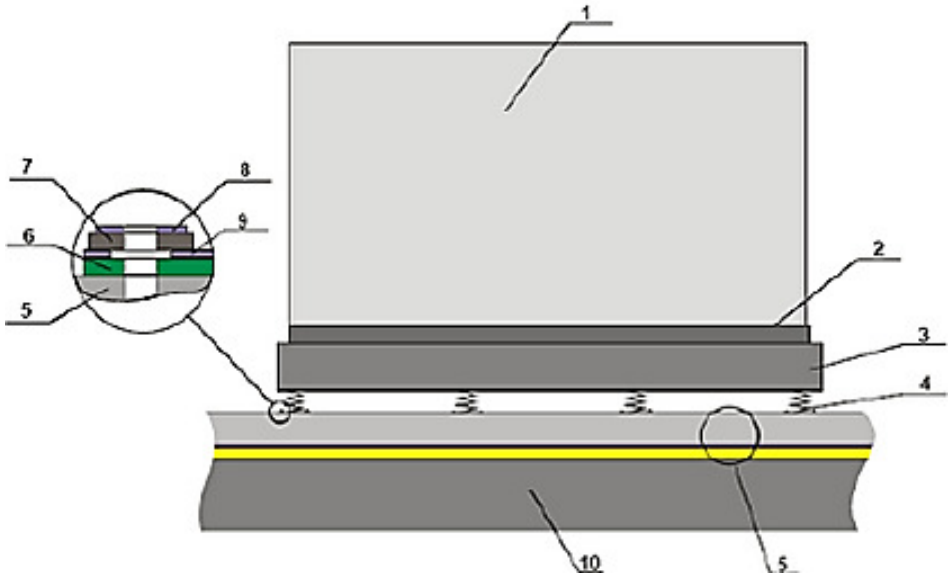
– устройство виброизолирующего основания с помощью 8 пружинных виброизоляторов типа ВИП-44ДО и конструкции плавающего пола (рисунок 1.38).

2. Принципиальная схема № 2

– устройство виброизолирующего основания с применением упругих элементов толщиной 50 мм (рисунок 1.39).

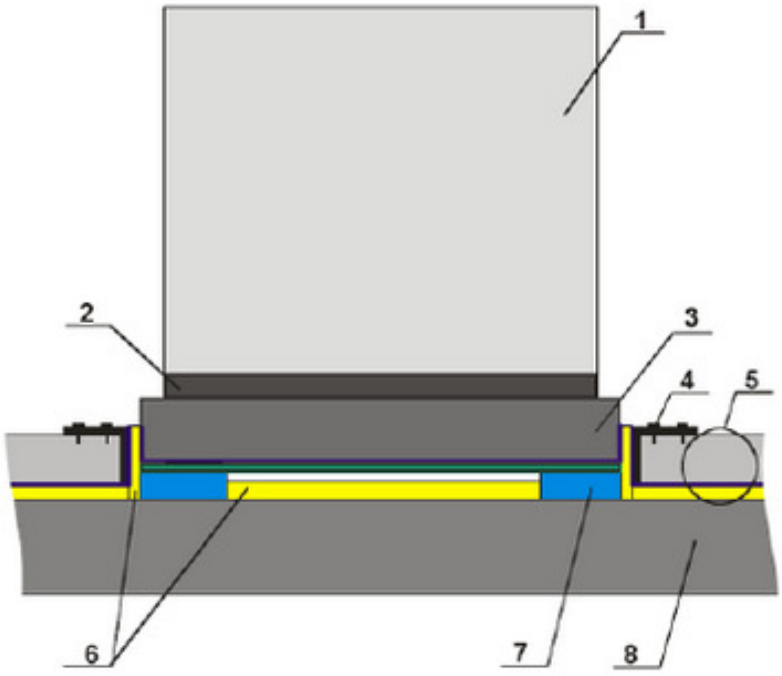
3. Принципиальная схема № 3

– устройство виброизолирующего основания с применением звукоизолирующего материала общей толщиной 60 мм (рисунок 1.40).



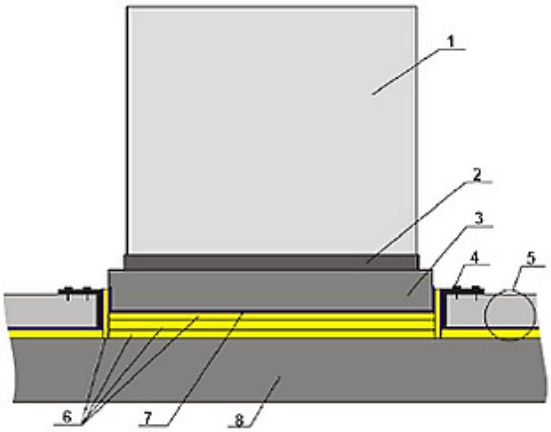
1 – вентиляционный агрегат; 2 – металлическая опорная рама; 3 – фундаментная плита шириной 150 мм; 4 – пружинный виброизолятор ВИП 44-ДО; 5 – конструкция плавающего дна; 6 – резиновая прокладка толщиной 10 мм по всей площади опорной пластины; 7 – резиновая шайба толщиной 10 мм и размером 40×40 мм; 8 – стальная шайба; 9 – стальная нижняя пластина опоры виброизолятора; 10 – плита перекрытия

Рисунок 1.38 – Принципиальная схема № 1



1 – вентиляционный агрегат; 2 – металлическая опорная рама; 3 – фундаментная плита толщиной 150 мм; 4 – металлический уголок (монтируется в случае необходимости); 5 – конструкция плавающего пола; 6 – звукопоглощающие плиты толщиной 20 мм; 7 – виброизолирующий элемент размером 2300×200×50 мм; 8 – плита перекрытия

Рисунок 1.39 – Принципиальная схема № 2



1 – вентиляционный агрегат; 2 – металлическая опорная рама; 3 – фундаментная плита толщиной 150 мм; 4 – металлический уголок (монтируется в случае необходимости); 5 – конструкция плавающего пола; 6 – звукопоглощающие плиты толщиной 20 мм; 7 – гидроизолирующий слой полиэтилена; 8 – плита перекрытия

Рисунок 1.40 – Принципиальная схема № 3

Согласно результатам акустических расчетов, рассматриваемые виброизолирующие основания имеют следующие значения частоты собственных вертикальных колебаний, Гц: f_{0l} = 2 Гц; f_{02} =12 Гц; f_{03} = 20 Гц.

Эффект от применения различных схем виброизоляции данного агрегата изменяется от позитивного к негативному (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Результат применения различных виброизолирующих оснований

Тип виброизоляции	Схема № 1, f_{0l} = 2 Гц	Схема № 2, f_{02} = 12 Гц	Схема № 3, f_{03} = 20 Гц
Агрегат № 1, f_{pl} = 12.5 Гц	колебания фундамента снижаются	резонанс, резкое усиление колебаний фундамента	колебания фундамента не снижаются
Агрегат № 2, f_{p2} = 24,2 Гц	колебания фундамента снижаются	колебания фундамента снижаются	резонанс, резкое усиление колебаний фундамента
Агрегат № 3, f_{p3} = 50 Гц	колебания фундамента снижаются	колебания фундамента снижаются	колебания фундамента снижаются

Таким образом:

– эффективность виброизоляции оборудования (например, вентиляционного) зависит от его рабочей частоты;

– эффективность виброизоляции оборудования зависит от примененной схемы виброизоляции;

– неправильный выбор схемы виброизоляции может привести к неконтролируемому увеличению амплитуды колебаний фундамента оборудования.

Из результатов расчетов следует, что схема виброизоляции № 1 теоретически является наиболее эффективной для виброизоляции низкочастотных агрегатов. Но на практике применение пружинных виброизоляторов имеет ряд ограничений и недостатков, связанных со значительной толщиной виброизолирующего основания, снижением эффективности виброизоляции на частотах волнового совпадения, необходимостью тщательно рассчитывать центр масс агрегатов для обеспечения равномерной нагрузки на пружины.

Две другие схемы в меньшей степени подвержены указанным недостаткам, обеспечивают надежную конструкционную устойчивость оснований оборудования, но имеют ограничения по частотному диапазону эффективной виброизоляции.

Виброизоляция трубопроводов (воздуховодов) инженерных сетей. Виброизоляция неопорных связей (трубопроводов, воздуховодов и т.п.) выполняется с целью обеспечения требуемой свободы движения виброизолированной машины за счет снижения жесткости рассматриваемых связей. Это необходимо для эффективной работы виброизоляторов и снижения звуковой энергии, распространяющейся через эти связи.

Для виброизоляции на каждом трубопроводе (или воздуховоде), присоединенном к машине, устанавливают гибкие вставки. Их следует располагать как можно ближе к вибрирующему агрегату. Если жесткость этих вставок мала по сравнению с жесткостью виброизоляторов (например, у вентиляторов), то не имеет существенного значения, как они ориентированы. В тех случаях, когда жесткость гибких вставок сравнима с жесткостью виброизоляторов (насосные агрегаты, компрессоры), вставки следует располагать так, чтобы влияние их жесткости было минимально в направлениях действия наибольших динамических сил, развиваемых машиной.

Например, гибкие вставки для насосных агрегатов имеют большую жесткость в продольном направлении и меньшую в поперечном. Поэтому их следует располагать параллельно оси вращения.

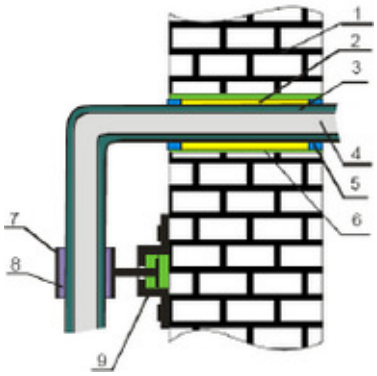
В некоторых случаях на одном трубопроводе устанавливают две гибкие вставки на двух его расположенных рядом взаимно перпендикулярных участках. Тогда обеспечивается полезная для виброизоляции относительно низкая жесткость этой связи во всех направлениях.

Увеличение числа гибких вставок на трубопроводе более одной-двух не приводит к снижению распространяющейся по нему звуковой вибрации, которая все равно распространяется по содержащейся в нем жидкости (газу).

На участках трубопроводов (воздуховодов) между агрегатом и гибкой вставкой не рекомендуется выполнять узлы крепления к строительным конструкциям (даже виброизолированным).

Трубопроводы (воздуховоды) не должны иметь жесткого контакта с ограждающими конструкциями. Часто жесткое крепление трубопроводов и воздуховодов к строительным конструкциям является причиной недопустимого уровня шума в удаленных помещениях, расположенных через несколько этажей от данного места крепления.

Крепление трубопроводов и воздуховодов к строительным конструкциям необходимо производить при помощи виброизолирующих креплений с упругим элементом (рисунок 1.41).

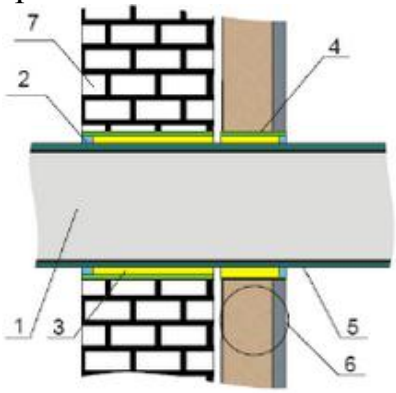


1 – стена; 2 – негорючая упругая прокладка; 3 – вибродемпфирующий материал; 4 – трубопровод; 5 – невысыхающий герметик; 6 – гильза; 7 – монтажный кронштейн; 8 – прокладка из мягкой резины; 9 – виброизолирующее крепление

Рисунок 1.41 – Схема прокладки инженерных сетей

Прокладка трубопроводов (воздуховодов) через стены и перегородки должна быть выполнена с применением виброразвязанных гильз. Для виброразвязки следует применять негорючие упругие прокладки. Стыки и промежутки между воздуховодами и гильзами необходимо герметизировать невысыхающим виброакустическим герметиком (рисунки 1.41, 1.42).

Трубопроводы и участки жестких воздуховодов рекомендуется виброизолировать из вспененного каучука. Трубную изоляцию рекомендуется крепить к поверхности трубопроводов с помощью специального клея.



1 – вентиляционный канал; 2 – виброакустический силиконовый герметик; 3 – негорючая упругая прокладка; 4 – гильза; 5 – вибродемпфирующии материал; 6 – звукоизоляционная звукопоглощающая облицовка; 7 – стена или перегородка

Рисунок 1.42 – Схема прокладки вентиляционных каналов через стены

В данных рекомендациях описаны только основные принципы виброизоляции. Правильный выбор схемы виброизоляции оборудования требует учета широкого спектра параметров как самих агрегатов, так и виброизолирующих оснований.

2 ТАКЕЛАЖНЫЕ И ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МОНТАЖА ОБОРУДОВАНИЯ НА ФЕРМАХ СОДЕРЖАНИЯ КРС

Общие положения

При монтаже оборудования на фермах содержания КРС проводится много такелажных и грузоподъемных работ, которых являются достаточно опасными и могут привести к травме с тяжелыми последствиями. Кроме того, как уже отмечалось выше, в нашем случае эти работы проводит неподготовленный персонал, для которого этот вид работ является в большинстве случае разовым, а значит, вероятность получения травмы возрастает. Также используется достаточно много такелажной и грузоподъемной техники, которая сама по себе является высокотравмоопасной.

Опасности, которыми при эксплуатации такой техники подвергаются люди, связаны с непредвиденными контактами с движущимися частями оборудования и возможным ударом от падающих предметов при обрыве поднимаемого груза, а также при высыпании части груза, и с падением самого оборудования. При взаимодействии работников с передвижным оборудованием возможны также наезд и удар при столкновении.

Безопасность труда при подъеме и перемещении груза в значительной степени зависит от конструктивных особенностей подъемно-транспортных машин и соответствия их «Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» (ПБ 10-382-00). Все части детали и вспомогательные приспособления подъемных механизмов в отношении изготовления материалов, качества сварки, прочности, устройства, установки, эксплуатации должны удовлетворять соответствующим техническим условиям (ТУ), стандартам, нормам и правилам. При эксплуатации подъемно-транспортного оборудования следует ограждать все доступные движущиеся или вращающиеся части механизмов. Необходимо исключать непредусмотренный контакт работающих с перемещающимися грузами и самими механизмами при их передвижении, а также обеспечивать надежную прочность механизмов, вспомогательных, грузозахватных и строповочных приспособлений.

Все канаты и цепи, применяемые на подъемно-транспортных машинах, проверяют на прочность по формуле

$$\frac{P}{S} \geq K, \tag{2.1}$$

где P – разрывное усилие каната в целом, принимаемое по сертификату, я при проектировании – по Государственному стандарту, Н;

S – наибольшее натяжение ветви каната с учетом КПД полиспаста (без динамических нагрузок), Н;

K – коэффициент запаса прочности. Например, для машин с ручным приводом K = 4, для машин с машинным приводом при легком режиме работы K = 5, при среднем K = 5,5, при тяжелом и весьма тяжелом K = 6.

Обрыв груза может произойти и в случае неправильно выбранного или при использовании поврежденного стропа. Выбор стропов также производится с проверкой на прочность с учетом числа ветвей каната *n* и угла наклона их к вертикали *a*. Возникающее в каждой ветви натяжение *S* (Н) определяется по формуле

$$S = \frac{Q}{n\cos\alpha} = \frac{mQ}{n}, \quad (2.2)$$

где m – коэффициент, учитывающий условия подвеса: при $a = 0°$, $m = 1$; при $a = 30°$, $m = 1{,}15$; при $a = 45°$, $m = 1{,}42$;

Q – вес груза, Н.

Коэффициент собственной устойчивости крана определяется как отношение момента, создаваемого весом всех частей крана с учетом уклона, к моменту, создаваемому ветровой нагрузкой относительно того же ребра опрокидывания:

$$K_{\text{с.у}} = \frac{M_{\text{у}}}{M_o} \geq 1{,}15, \quad (2.3)$$

где $M_{\text{у}}$ – удерживающий момент;

M_o – опрокидывающий момент.

Коэффициент грузовой устойчивости крана определяется как отношение момента, создаваемого весом всех частей крана, к моменту, создаваемому рабочим грузом:

$$K_{\text{г.у}} = \frac{M_{\text{у.к}}}{M_{o.\text{г}}} \geq 1{,}4, \quad (2.4)$$

где $M_{\text{у.к}}$ – удерживающий момент от веса крана;

$M_{o.\text{г}}$ – опрокидывающий момент от веса груза.

Грузозахватные приспособления и тару до пуска в работу также подвергают осмотру, причем первые, кроме того, испытывают нагрузкой, превышающей на 25% их номинальную грузоподъемность.

Большое значение для обеспечения безопасности работы подъемно-транспортных машин имеет выполнение основных требований при проведении такелажных работ: при кантовании груза необходимо использовать специальные устройства – рым-болты, проушины; центр тяжести поднимаемого груза должен находиться в середине между захватами стропа; строповочные канаты необходимо располагать на поднимаемом грузе равномерно без узлов и перекруток; строповочный трос следует отделять от острых кромок и ребер груза прокладками (доски, резина и т.д.); сплетение грузовых канатов не допускается; при проведении такелажных работ должна применяться оперативная сигнализация.

Приборы и устройства, применяемые для обеспечения безопасности эксплуатации подъемно-транспортных машин: концевые выключатели, концевые упоры, ограничители грузоподъемности, буферные устройства, звуковая и световая сигнализация, тормозные устройства, ловители и др.

Устройство и эксплуатация напольных средств транспорта: электрокаров, погрузчиков и автокранов также требуют строго соблюдения целого ряда

мер безопасности. Все электрокары должны быть снабжены поворотными устройствами и тормозами, автоматически срабатывающими при снятии любой ноги с педали, звуковыми и, при работе ночью, световыми сигналами. Электрокары следует обшивать по периметру бортовой доской, препятствующей выдвиганию груза за их габарит.

Водитель электрокара должен четко видеть весь фронт своего пути и выполнять передвижения, глядя вперед и стоя спиной к контроллеру. Скорость движения электрокара не должна превышать внутри помещений 6 км/ч и на территории предприятия 10 км/ч. При езде с прицепной тележкой скорость движения соответственно снижается до 5 и 8 км/ч.

Эксплуатация погрузчиков должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.011-2012 «ССБТ. Машины строительные и дорожные. Общие требования безопасности»; эксплуатация автокранов – требованиям, содержащимся в «Правилах по охране труда на автомобильном транспорте» (утверждено Министерством труда и социальной защиты РФ Приказом № 871н от 09.12.2020 г.).

В связи с вышеизложенным, рассмотрим такелажные и грузоподъемные работы достаточно подробно.

Такелажные работы выполняют на основе проекта производства работ, в котором определен состав грузоподъемных механизмов и даны схемы производства работ. До начала такелажных работ в стенах и перекрытиях производственных зданий должны быть подготовлены проемы в местах, определенных заранее (до начала работ).

Особого внимания при монтаже оборудования требуют подбор и подготовка грузоподъемных механизмов и приспособлений. Для горизонтального перемещения оборудования на монтажной площадке используют автомобили или автопогрузчики.

Особо тяжелое оборудование перемещают волоком на стальных листах, катках или салазках при помощи тракторов или лебедок.

Катки изготавливают из твердого дерева диаметром не менее 150 мм. Стальные катки должны иметь диаметр 80–100 мм и при перемещении груза выступать с блока на 100–300 мм. При перемещении груза по горизонтальной поверхности на катках усилие определяют по формуле

$$P = \frac{Q(b_1 + b_2)}{2r}, \qquad (2.5)$$

где Q – сила давления перемещения груза на каток, Н;

r – радиус катков, см;

b_1 – коэффициент трения качения поверхности каток – груз, см;

b_2 – коэффициент трения качения поверхности каток – поверхность перемещения, см.

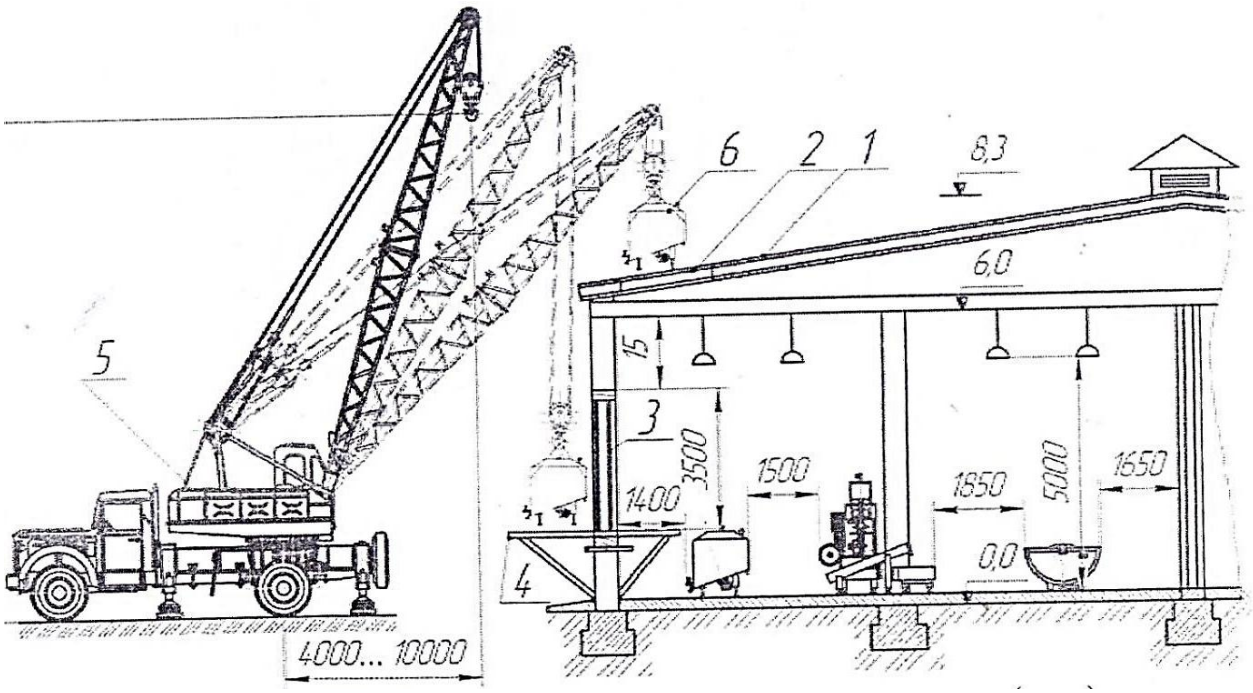
Вертикальное перемещение (подъем) оборудования снаружи производственных зданий осуществляют в зависимости от высоты здания башенным или автомобильным краном (рисунок 2.1), а при отсутствии кранов – при по-

мощи выносной стрелы, закрепляемой на кровельном перекрытии, и лебедки, устанавливаемой на уровне земли (рисунок 2.2).

Монтажные проемы в стенах производственных зданий оборудуют откидными площадками для приемки грузов, подаваемых башенным краном. При подъеме лебедкой и выносной стрелой грузы затягивают на соответствующие этажи через монтажные проемы ручными лебедками. Внутри зданий оборудование перемещают ручными лебедками по инвентарным рельсам, на металлических листах или на катках.

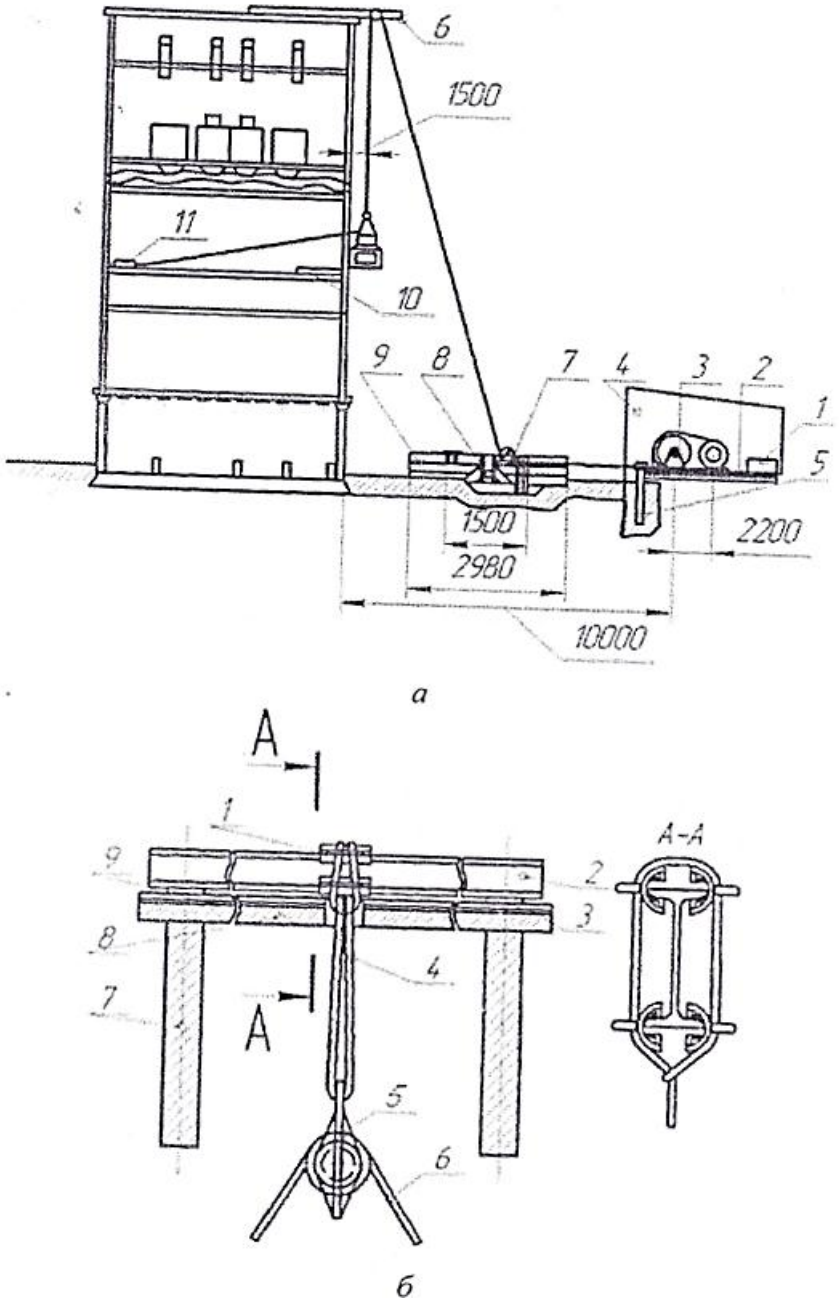
Вертикальный подъем оборудования для установки его на проектные отметки проводят в зависимости от местных условий рычажными лебедками, червячными талями и полиспастами. Для подъема оборудования применяют лебедки с ленточными и автоматическими тормозами, обеспечивающими мгновенную остановку груза при его спуске или подъеме. Лебедки с фрикционными тормозами – только для перемещения грузов по горизонтальной плоскости. В рабочем положении лебедка не должна иметь горизонтального или вертикального перемещения, для чего её крепят тросом к специальным якорям, закопанным в землю на глубину не менее 1,5 м, а на раму укладывают балласт.

Стальной канат на барабане лебедки должен быть прочно закреплен и уложен правильным витком; чтобы уменьшить опрокидывающий момент лебедки, трос к барабану должен подходить снизу, горизонтально и строго перпендикулярно к оси барабана.



1 – ограждение; 2 – монтажный проем в крыше; 3 – монтажный проем в стене (окно); 4 – площадка для приема оборудования в рабочем положении; 5 – кран автомобильный; 6 – монтируемое оборудование

Рисунок 2.1 – Схема подъема оборудования автомобильными кранами



а – схема расположения оборудования при подъеме: 1 – бетонный блок противовеса лебедки; 2 – рама для установки лебедки и противовеса; 3 – электрическая лебедка; 4 – временный навес над лебедкой; 5 – свайный якорь (швеллер № 22 L=2400 мм); 6 – выносная стрела; 7 – однорольный блок (отводной); 8 – рама для якоря отводного блока; 9 – якорь отводного блока из бетонных плит массой 10 т; 10 – инвентарный поддон и катки; 11 – лебедка рычажная для оттяжки и горизонтального перемещения оборудования; *б* – крепление блока к перекрытию: 1 – инвентарная прокладка (4 шт.); 2 – двутавровая балка; 3 – деревянная прокладка; 4 – универсальный строп УСП-2-2; 5 – однорольный блок; 6 – канат лебедки; 7 – колонна; 8 – плита перекрытия; 9 – чистый пол

Рисунок 2.2 – Схема подъема оборудования в монтажные зоны

2.1 Расчет остановочных конструктивных параметров такелажных приспособлений

Приспособления и монтажную оснастку, применяемые при производстве монтажных работ, в большинстве случаев изготовляют в мастерских монтажных заготовок (ММЗ) монтажного управления. Для проверки прочности, устойчивости и определения конструктивных параметров необходимо рассчитать возникающие напряжения или выбрать размеры, которые следует придать элементам (деталям) исходя из запаса прочности. То же относится к подбору стропов, канатов, блоков.

Расчет основных конструктивных параметров такелажных средств выполняют на основании рекомендаций, помещенных во Временной инструкции по проектированию, изготовлению и эксплуатации монтажных приспособлений, в главе СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции».

Несущую способность конструкций и элементов такелажных приспособлений, их прочность и устойчивость (кроме канатов) рассчитывают по методу предельных состояний. Расчетные усилия определяют по расчетным нагрузкам, получаемым умножением нормативных нагрузок на коэффициенты перегрузки, а напряжение в элементах конструкций сравнивают с расчетными сопротивлениями, умноженными па коэффициенты условий работы. Расчеты прочности стальных канатов проводят по методу коэффициентов запаса: максимальные расчетные усилия в ветвях канатов определяют по нормативным нагрузкам (без учета коэффициентов динамичности и перегрузки), умножают на коэффициент запаса и сравнивают с разрывным усилием каната в целом.

Стальные канаты следует выбирать для полиспастов и стропов по ГОСТ 7668-80 и ГОСТ 3079-80, для расчалок и тяг – по ГОСТ 2688–80, ГОСТ 3077–80, ГОСТ 7665–80.

Монтажные грузоподъемные устройства рассчитывают с учетом суммарного воздействия следующих нагрузок: массы груза (с коэффициентом перегрузки 1,1), грузозахватного и других монтажных приспособлений, поднимаемых вместе с грузом; массы грузоподъемного приспособления (с коэффициентом 1,1) с полиспастом; усилий от динамического воздействия, направленного вертикально к поднимаемому грузу и равного 10% его массы; усилий в оттяжке, вызывающих отклонение грузового полиспаста от вертикали, от наклона грузоподъемного приспособления, от предварительного натяжения расчалок и вант; ветровой нагрузки в рабочем состоянии, действующей на поднимаемый груз и грузоподъемные приспособления, либо в нерабочем состоянии с коэффициентом 0,5 при подъеме большегабаритных грузов в течение длительного времени; реальных либо условных горизонтальных сил для консольных приспособлений, составляющих 5% вертикальных сил, действующих на приспособление, приложенных в тех же точках и направленных перпендикулярно плоскости действия этих сил.

Стальные конструкции грузозахватных приспособлений рассчитывают на нагрузки, аналогичные указанным, за исключением нагрузок от наклона приспособлений, в расчалках, ветровых нагрузок и условных горизонтальных сил.

Сборочные приспособления рассчитывают на воздействие усилий от собственной массы с коэффициентом перегрузки 1,1; усилия от массы опирающихся, передвигаемых или закрепляемых конструкций и оборудования с коэффициентом перегрузки 1,1; ветровой нагрузки в рабочем или нерабочем состоянии в зависимости от условий производства работ; нагрузки от воздействия домкратов на отдельные узлы и элементы подмостей и опор при выправке положения собираемого оборудования или его подъеме с коэффициентом перегрузки 1,2.

Монтажные подмости, люльки, лестницы рассчитывают на усилия от собственной массы с коэффициентом перегрузки 1,1; на полезную нагрузку от массы материалов, инструмента, рабочих, составляющих 1000 Н для подвесных люлек на одного рабочего, 2000 Н для подвесных люлек на двух рабочих, 2000 Н/м^2 (равномерно распределенная нагрузка) или 1300 Н (сосредоточенная нагрузка), которая в щитовых настилах считается передающейся на три доски, если они соединены рейками на гвоздях; для настила прочих подмостей и люлек с коэффициентом перегрузки 1,3; на реакции от нагрузок для конструкций, поддерживающих настил. При больших площадях настила допускается принимать полезную нагрузку равной 1000 Н/м^2 на настил в местах возможного скопления людей, а в местах, где не может быть этих скоплений, – 500 Н/м^2. Для ступеней лестниц и каждой тетивы приставных лестниц расчетную сосредоточенную нагрузку принимают равной 1000 Н; для крюков для подвешивания лестниц эта нагрузка составляет 2000 Н; для перил подмостей и ограждений – 700 Н без коэффициента перегрузки.

Центрально-сжатые и центрально-растянутые элементы металлических конструкций такелажных устройств проверяют на прочность и устойчивость по формулам:

$$\frac{N}{F_{\text{нт}}} \leq mR; \tag{2.6}$$

$$N/\varphi F \leq mR, \tag{2.7}$$

где N – расчетная продольная сила;

$F_{\text{нт}}$ – площадь сечения, нетто;

m – относительный эксцентриситет;

R – расчетное сопротивление;

φ – коэффициент продольного изгиба;

F – площадь поперечного сечения.

Прочность при изгибе в одной из главных плоскостей проверяют по формуле

$$M/W_{\text{нт}} \leq mR, \tag{2.8}$$

где M – изгибающий момент;

$W_{нт}$ – момент сопротивления.

Внецентренно-сжатые элементы проверяют на устойчивость из плоскости и в плоскости действия изгибающего момента. Устойчивость элементов постоянного сечения в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии, рассчитывают по формуле

$$N/\varphi^{вн}F \leq mR, \tag{2.9}$$

где N – расчетная продольная сила, приложенная с эксцентриситетом;

$\varphi^{вн}$ – коэффициент, зависящий от величин условной гибкости и приведенного эксцентриситета.

Элементы, подверженные одновременно сжатию и изгибу от поперечных нагрузок или моментов, можно рассчитывать как внецентренно-сжатые либо по деформационному методу, т. е. с учетом влияния упругих деформаций и первоначальной кривизны на изгибающие моменты. Влияние этих факторов на поперечные силы не учитывают.

Расчет стальных канатов на прочность производят по формуле

$$P_k/S \leq K, \tag{2.10}$$

где P_k – разрывное усилие каната в целом, принимаемое при проектировании по ГОСТ или сертификату, кН;

S – наибольшее натяжение каната (без учета динамических нагрузок), кН;

K – коэффициент запаса прочности (для полиспастов 3,5–5; для расчалок и оттяжек 3–5; для стропов 5–6).

Для канатов полиспаста, расчалок и стропов

$$S = aP \tag{2.11}$$

$$S = P/cosan, \tag{2.12}$$

где P – расчетная нагрузка, приложенная к подвижному блоку полиспаста (расчалке, стропу), кН;

a – угол между осью действия расчетного усилия и ветвью каната;

n – общее количество ветвей каната.

Усилие в нитке полиспаста

$$S_k = \frac{f-1}{f^n-1} P^{fk}, \tag{2.13}$$

где f – коэффициент потерь от трения в подшипниках ролика и жесткости каната ($f = 1{,}02$ для роликов на подшипниках качения; $f = 1{,}04$ для роликов на бронзовых втулках);

P – масса груза;

k – номер нитки (ветви) полиспаста;

n – число рабочих ниток (ветвей) полиспаста, на которых подвешивается груз.

2.2 Основные специальные приспособления

Для транспортировки грузов на монтажных площадках, а также внутри помещений с твердым покрытием применяются тележки.

Техническая характеристика тележек		
Грузоподъемность, т	0,5	3,0
Высота пола тележки, мм	290	200
Материал рамы	Труба 40×4	Швеллер № 8
Диаметр гуммированных колес, мм	200	200
Габаритные размеры, мм		
тележки	2000×800×1000	2880×800×344
площадки	1300×800	1900×900
Масса, кг	80	176

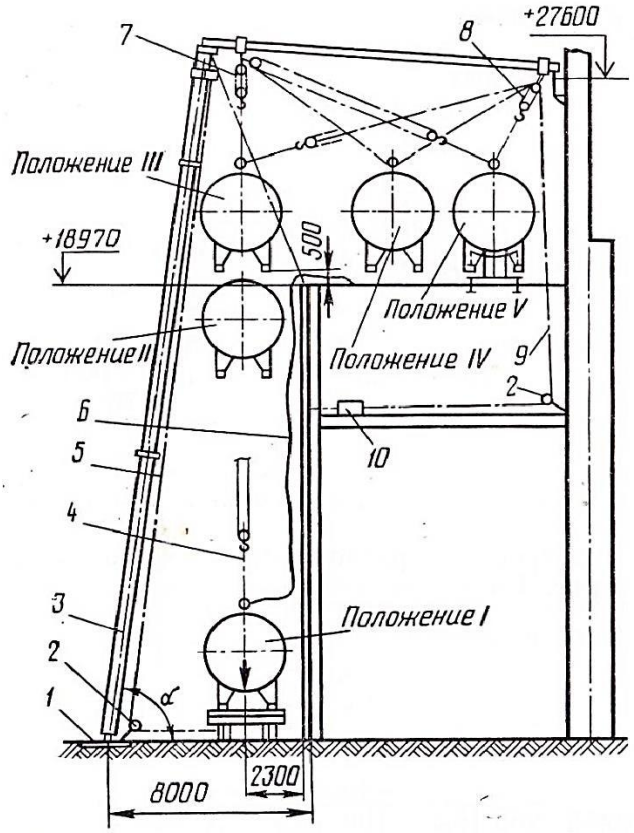
Для перемещения тяжеловесного оборудования при помощи тягачей или лебедок применяют полозы из листовой стали толщиной 4 мм, шириной от 500 до 3500 мм, массой 90 кг.

Для монтажа оборудования и трубопроводов, расположенных вдоль стен, применяется пристенный подъемник.

Техническая характеристика пристенного подъемника	
Грузоподъемность, т	1,5
Подъемный механизм	Ручная рычажная лебедка (1,5 т)
Расстояние от крюка до стены, мм	300
Наибольшая высота подъема, мм	4000
Расстояние подачи крюка за двойной ход рычага, мм	30
Максимальное усилие на рычаге, Н (кгс)	350 (35)
Габаритные размеры, мм	4350×1500×1500
Масса с лебедкой, кг	134

Для подъема грузов большой массы в условиях, когда невозможно применение кранов и лебедок, используют Г-образные пристенные подъемники (рисунок 2.3). Шевр из трубы диаметром 300 мм, толщиной стенки 8 мм опирается ригелем из балки № 36 на упор в колонне здания. При помощи полиспаста 7 грузоподъемностью 20 т груз поднимают на отметку +19,6 и при помощи полиспаста 8, работающего на оттяжке, постепенно перемещают в проектное положение. Почти всю нагрузку принимают опоры шевра и опорный ригель, работающие на сжатие и продольный изгиб. Строительные конструкции (колонна) при работе полиспаста 7 воспринимают нагрузку, равную $Qcos\alpha$, величина которой незначительна благодаря малому углу наклона шевра. В зависимости от массы груза, высоты подъема и расстояния оттяжки аналитически и графически производят подсчет необходимых усилий в пол-

испастах, определяют диаметр канатов и тяговые усилия на две электролебедки, работающие с полиспастами.



1 – опорная плита; 2 – отводной блок; 3 – стойка подъемника; 4 – строп;
5, 9 – стальные канаты; 6 – оттяжка; 7, 8 – полиспасты;
10 – тяговая электрическая лебедка

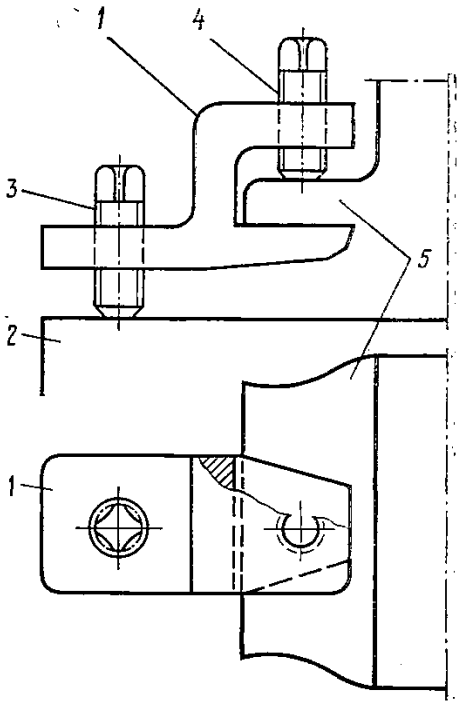
Рисунок 2.3 – Пристенный подъемник грузоподъемностью 20–30 т

Бесподкладочный монтаж оборудования (рисунок 2.4), не требующий устройства местной опалубки, осуществляется с помощью приспособления, которое применяют во всех случаях монтажа оборудования с использованием замоноличенных и незамоноличенных анкерных болтов.

Для монтажа технологического оборудования, трубопроводов и металлоконструкций применяют приспособления, специальные механизмы, захваты и приборы, изготавливаемые промышленными предприятиями и производственными базами монтажных трестов и управлений. Наиболее распространены инвентарные приспособления для крепления лебедок к колоннам (рисунки 2.5 и 2.6).

Техническая характеристика клиновых регулируемых подкладок

Грузоподъемность, т	3	5	10
Максимальная высота подкладки, мм	12	15	16
То же, в сборе, мм	56	60	60
Усилие на рукоятке длиной 520 мм, Н	260	280	300
Габаритные размеры, мм	135×80×60	236×80×60	335×80×60
Масса, кг	3,7	5,3	7,2



1 – струбцина; 2 – фундамент; 3 – установочный винт; 4 – зажимной винт;
5 – основание машины

Рисунок 2.4 – Приспособление для бесподкладочного монтажа оборудования

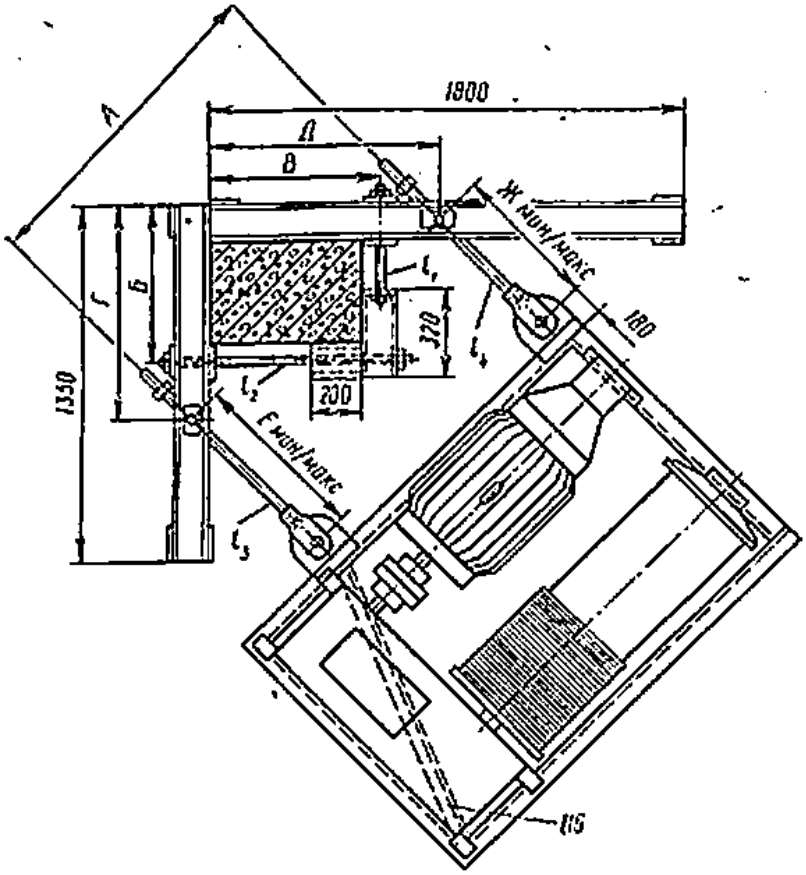


Рисунок 2.5 – Инвентарное приспособление для крепления лебедки
в колонне здания под углом 0,185°

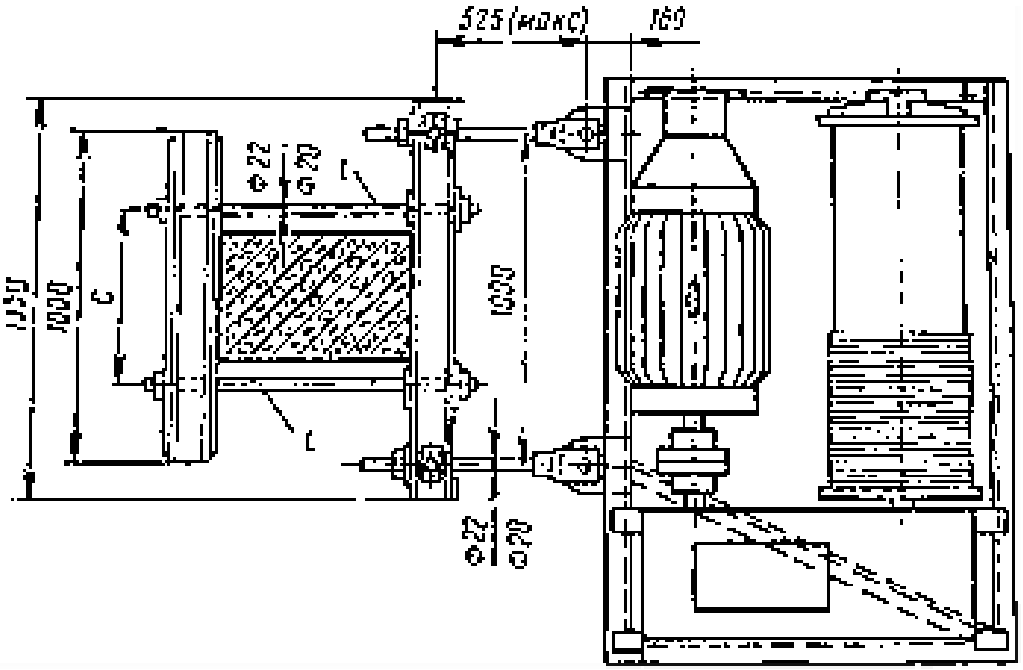


Рисунок 2.6 – Инвентарное приспособление для крепления лебедки к колонне здания параллельно колонне

2.3 Подбор канатов и якорей для грузоподъемных работ

В качестве тяговых органов грузоподъемных машин используют канаты. В монтажных работах применяют два вида канатов: стальные и пеньковые. Пеньковые канаты служат для стяжек тяжелых грузов и подъема легких. В последнем случае они могут быть использованы в качестве стропов.

Пеньковые канаты изготавливают свивкой трех прядей. Каждую прядь скручивают из каболок, изготовленных из длинного пенькового волокна.

В зависимости от качества применяемого сырья, а также от значения и вида отделки пеньковые трехпрядные бельные и пропитанные канаты подразделяют на группы: специальные, повышенные, обыкновенные. Приводные канаты изготавливают только бельными.

При упаковке на предприятии-изготовителе канаты скатывают в бухты и стягивают внутрь бухты. Чтобы канат не раскручивался, концы его туго перевязывают на участке от 2 до 5 см в зависимости от толщины каната.

Петля на конце пенькового каната должна делаться с помощью коуша. Для закрепления заплетка петли должна иметь две полные и две половинные пробивки.

Пеньковые канаты разделяют на бельные и смоленые. Бельные канаты обладают большей прочностью, чем смоленые, но легко разрушаются и теряют прочность под действием влаги. Эти канаты применяют только для работы в сухих помещениях. Для работы на открытом воздухе используют смоленые канаты. Прочность смоленых канатов на 5–10% меньше, чем бельных. При огибании канатом поверхности барабанов или блоков наружные волокна канатов испытывают дополнительное растяжение, величина которого тем

больше, чем меньше диаметр охватываемой детали. В соответствии с этим не следует допускать острых перегибов и огибания канатами предметов малого диаметра.

Для подъема больших и тяжелых грузов, изготовления стропов и других чалочных устройств применяют стальные канаты.

Стальные канаты, по сравнению с пеньковыми, имеют ряд преимуществ. Так, например, при одинаковой прочности они имеют меньший вес, обладают большей надежностью и более долговечны.

Однако наряду с достоинствами стальные канаты имеют и недостатки, к которым можно отнести их малую эластичность.

Стальные канаты подразделяются по форме поперечного сечения на круглые и плоские.

Круглые канаты в свою очередь подразделяются по ряду признаков:

– по конструктивному признаку – на канаты одинарной, двойной и тройной свивки. Канаты одинарной свивки (спиральные) изготовляют непосредственно из отдельных проволок, свитых по спирали. При двойной свивке сначала свивают отдельные проволоки в пряди, а затем из готовых прядей свивают канат. Канаты двойной свивки бывают одно-, двух- и трехслойными, Применяют также стальные канаты тройной свивки, свиваемые из нескольких свитых стренг (канатов двойной свивки). Канаты тройной свивки называются кабелями;

– по форме поперечного сечения прядей – на круглопрядные и фасоннопрядные – трехгранную, овальную или какую-либо другую;

– по типу прядей – на канаты с точечным касанием проволок между слоями (ТК), с линейным касанием проволок между слоями и одинаковым диаметром проволок по слоям пряди (ЛН-О), с линейным касанием проволоки между слоями и разным диаметром проволок в наружном слое пряди (ЛК-Р), с линейным касанием проволоки между слоями и проволоками заполнений (ЛК-З), с линейным касанием проволок между слоями и имеющие в пряди слои с проволоками одинакового диаметра и слои с проволоками разных диаметров (ЛК-РО), с комбинированным точечно-линеечным касанием про волок (ТЛК-0 и ТЛК-Р);

– по материалу сердечника – на канаты с органическим сердечником (о. с.), с металлическим мягким сердечником из проволоки (м.с.м.), с металлическим сердечником из канатной проволоки (м. с.), с сердечником из искусственных материалов – пластмасс и пр. (и. с.);

– по способу свивки – на раскручивающиеся (Р) и нераскручивающиеся (Н).

На концах канатов для предохранения их от раскручивания накладывают перевязки из 8–10 витков мягкой проволоки, называемой маркой. В раскручивающихся канатах пряди и проволоки в прядях не сохраняют своего положения в канате после снятия перевязок с конца каната, в нераскручивающихся – сохраняют;

– по направлению свивки – канаты правого (П) и левого (Л) направления. Направление свивки каната определяется: для спиральных канатов – направлением свивки проволок наружного слоя, для канатов двойной свивки – направлением свивки прядей наружного слоя в канате, для канатов тройной свивки – направлением свивки стренг в канате;

– по сочетанию направлений свивки элементов каната – на канаты крестовой свивки, у которых направления свивки прядей в канате, прядей в стренгах и проволок в прядях противоположны, и канаты односторонней свивки (О), у которых направления свивки прядей в канате и проволок в прядях наружного слоя одинаковы. Канаты тройной свивки изготовляют только крестовой свивки;

– по степени крутимости – на крутящиеся канаты с одинаковым направлением свивки всех прядей и малокрутящиеся (МК) – многопрядные с противоположным направлением свивки прядей по слоям каната;

– по механическим свойствам проволоки – на следующие марки: В – канаты высокого качества; канаты нормального качества марки I; канаты марки II; Б – канаты бензельные.

По виду покрытия поверхности проволок и каната стальные канаты подразделяются на канаты из светлой проволоки; канаты из оцинкованной проволоки с тонким цинковым покрытием для легких условий работы (ЛС); канаты из оцинкованной проволоки со средним цинковым покрытием для средних условий работы (СС); канаты из оцинкованной проволоки с толстым цинковым покрытием для жестких условий работы (для работы в химически активных зонах) (ЖС); канаты с покрытием искусственными материалами самого каната или прядей (П).

В последнее время применяют канаты, изготовленные из искусственных волокон (например, капрона и перлона). Прочность их гораздо выше, чем пеньковых. Кроме того, они не портятся от воды и не подвержены гниению.

Основной материал для капроновых канатов – капроновый шелк, свитый в пряди. Капроновые канаты изготавливают трехпрядными. Капроновые канаты выпускают диаметром от 7,9 до 63,7 мм.

Для проведения монтажных работ диаметр каната подбирают по действующей на растяжение нагрузки Р по формуле

$$S = \frac{Q}{K} \geq P, \text{кН}, \tag{2.14}$$

где S – наибольшее допустимое натяжение каната под действием груза, кН;

Q – разрывное усилие каната, гарантированное заводом-изготовителем, кН;

K – коэффициент запаса прочности.

Коэффициент запаса прочности *К* может принимать следующие значения:

1. Грузовые и стальные канаты для кранов, лебедок, мачт, полиспастов и других подъемных механизмов:

– с ручным приводом 4,0;

– с машинным приводом при режиме работы:

- легком 5,0;
- среднем 5,5;
- тяжелом 6,0.

2. Растяжки стрелы, оттяжки мачт и опор:

– без уравнительного блока 3,5;

– без стропы:

- типа СК 6,0;
- универсальные типа УСК 8,0.

3. Пеньковые чалочные канаты 8,0.

4. Канаты лебедок для подъема людей 9,0.

При количестве разорванных проволок, равном 5–10% от общего числа, канат выбраковывается.

Отечественная промышленность выпускает стальные канаты различных типов. В зависимости от способа свивки проволок в пряди различают канаты трех типов: с точечным (ТК), линейным (ЛК) и точечно-линейным (ТЛК) касанием проволок.

Для оснащения монтажных механизмов следует преимущественно применять стальные канаты с линейным касанием проволок типа ЛК-Р 6×19 (1+6+6/6)+16с по ГОСТ 2688–80 и ЛК-0 6×19 (1+9+9) + 10с по ГОСТ 3077–80 или канаты с точечно-линейным касанием ТЛК-0 6×37 (1+6+15+15)+10с по ГОСТ 3079–80. При отсутствии канатов типа ЛК и ТЛК допускается применение канатов типа ТК по ГОСТ 3070–88 и ГОСТ 3071–88.

Стальные канаты изготавливаются: по назначению – грузолюдские – ГЛ и грузовые – Г; по механическим свойствам проволоки – высшей марки В, первой марки I, второй марки II; по виду покрытия – из светлой и оцинкованной проволоки для легких – ЛС, средних – СС и жестких – ЖС условий работы; по сочетанию направлений свивки элементов каната – крестовой свивки и односторонней свивки 0; по способу свивки – раскручивающиеся – Р и нераскручивающиеся – Н.

Пример условного обозначения каната диаметром 32 мм грузового назначения из проволоки марки I, оцинкованной по группе ЖС правой крестовой свивки раскручивающийся, с маркировочной группой по временному сопротивлению разрыву 140 кгс/мм^2 – канат 32–Г–1–ЖС–Р–140, ГОСТ 2688–80. Наиболее употребительные на монтажных работах канаты приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Канаты стальные

ГОСТ	Диаметр каната в мм	Расчетная площадь сечения проволок в мм^2	Масса 1000 м смазанного каната в кг	Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву в кгс/мм^3					Назначение
				140	160	170	180	200	
				Расчетное разрывное усилие в кгс (не менее)					
2688–88	15	86,28	844	10250	11700	12450	12850	14000	Расчалки (ванты), оттяжки
	16,5	104,61	1025	12400	14200	15100	15500	16950	
	18	124,73	1220	14800	16950	18000	18550	20250	
	19,5	143,61	1405	17050	19500	20750	21350	23300	
	21	167,03	1635	19850	22700	24100	24850	27100	
	22,5	188,78	1850	22450	25650	27250	28100	30650	
	24	215,49	2110	25600	29300	31100	32050	35000	
	25,5	244	2390	29000	33150	35250	36300	39650	
	28	297,63	2911	35400	40450	43000	44300	48350	
	30,5	356,72	3490	42400	48500	51500	53100	57950	
	32	393,06	3845	46750	53450	56750	58500	63850	
	33,5	431,18	4220	51300	58600	62300	64200	70050	
	37	512,72	5016	61000	69700	74050	76350	83300	
	39,5	586,59	5740	69800	79750	84750	87350	95300	
	42	668,12	6535	79500	90850	96500	99500	108500	
3077–80	15	86,95	852,5	–	11800	12550	12950	14100	Расчалки (ванты), оттяжки
	16,5	101,68	966,5	12050	13800	14650	15100	16500	
	17,5	117,68	1150	13950	15950	16950	17500	19100	
	19,5	139,69	1370	16600	18950	20150	20800	22650	
	20,5	158,19	1551	18800	21500	22850	23550	25700	
	22	177,85	1745	21150	24150	22650	26450	28900	
	23	198,67	1950	23600	27000	28700	29550	32250	
	25,5	243,76	2390	29000	33150	35200	36300	39600	
	28	293,48	2880	34900	39900	42400	43700	47650	
	30,5	347,82	3410	41350	47300	50250	51800	56500	
	32,5	406,76	3990	48400	55300	58750	60550	66050	
	35	470,34	4610	55950	63950	67950	70050	76400	
	39	558,74	5476	66450	75950	80700	83200	90450	
	41	632,78	6201	75300	86050	89000	92500	–	
	43	711,42	6975	84650	96750	100000	104000	–	

Окончание таблицы 2.1

3077–80	15,5	85,54	851,5	–	11600	12350	12700	13900	Стропы, полиспаст
	17	106,94	1065	–	14500	15450	15900	17350	
	19,5	135,54	1350	16100	18400	19550	20150	22000	
	21,5	167,64	1670	19900	22750	24200	24950	27200	
	23	197,04	1961	23400	26750	28450	29300	32000	
	25	225,39	2245	26800	30650	32550	33550	36600	
	27	266,25	2650	31650	36200	38450	39650	43250	
	29	303	3015	36050	41200	43750	54100	49200	
	30,5	342,16	3405	40700	46500	49400	50950	55600	
	33	392,07	3905	46650	53300	56650	58350	63700	
	35	445,46	4435	53000	60550	64350	66350	72350	
	39	542,20	5395	64500	73700	78300	80750	88100	
	43	670,56	6675	79750	91150	96850	99850	111100	
Примечание: Изготовление канатов с временным сопротивлением разрыву 170 кгс/мм^2 допускается только по соглашению сторон.									

Стальные канаты рассчитываются по формуле

$$\frac{P}{S} \geq k, \tag{2.15}$$

где P – разрывное усилие каната в целом, принимаемое по сертификату, а при проектировании – по данным государственного стандарта в кгс; если в сертификате или свидетельстве об испытании дано суммарное разрывное усилие проволок, то усилие P должно быть определено умножением суммарного разрывного усилия на 0,83;

S – наибольшее натяжение каната с учетом КПД полиспаста (без динамических нагрузок) в кгс;

k – коэффициент запаса прочности, принимаемый по таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Коэффициент запаса прочности

Назначение каната	Коэффициент запаса прочности, k
Грузовые и стреловые канаты для кранов, лебедок, мачт, полиспастов и других подъемных механизмов:	
– с ручным приводом	4,0
– с машинным приводом при режиме работы:	
легком	5,0
среднем	5,5
тяжелом	6,0
Растяжки стрелы, оттяжки мачт и опор, несущие канаты кабельных кранов:	
– с уравнительным блоком (роликом)	4,0
– без уравнительного блока (ролика)	3,5
Тяговые канаты,	
– применяемые на кранах	4,0
– канаты лебедок для подъема людей	9,0

Допускаемый диаметр ролика блока и барабана, огибаемых стальным канатом, определяется по формуле

$$D \geq d(l-1), \qquad (2.16)$$

где D – наименьший диаметр ролика (блока) и барабана, измеряемый по дну канавки или барабана, в мм;

d – диаметр каната в мм;

l – коэффициент, зависящий от типа грузоподъемной машины и режима её работы.

Наименьшие допустимые значения l для монтажных механизмов приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Значение коэффициента грузоподъемности и режима работы механизмов

Тип грузоподъемной машины	Привод механизма	Режим работы механизма	Значение коэффициента
Грузоподъемные машины всех типов, за исключением стреловых кранов, электроталей и лебедок	Ручной	–	18
	Машинный	Легкий	20
		Средний	25
		Тяжелый	30
		Весьма тяжелый	35
Краны стреловые	Ручной	–	16
Механизмы подъема груза и стрелы	Машинный	Легкий	16
		Средний	18
		Тяжелый	20
		Весьма тяжелый	25
Лебедки для подъема грузов	Ручной	–	12
	Машинный		20
Электрические тали	–	–	20

Безопасность такелажных работ при эксплуатации стальных канатов зависит от правильного выбора диаметра стального каната для оснащения грузоподъемного механизма или для изготовления стропа. Чтобы определить диаметр стального каната, нужно измерить длину его окружности в миллиметрах, полученный результат разделить на 3,14 либо умножить на 0,32.

Лучше всего диаметр каната измерить штангенциркулем.

Правильный и неправильный способы измерения каната по диаметру приведены на рисунке 2.7.

При замере шага свивки каната на поверхности одной из прядей каната наносят метку, от которой отсчитывают вдоль каната столько прядей, сколько их имеется в сечении данного каната (например, шесть), и на следующей пряди после отсчета (в нашем случае на седьмой) наносят метку *1А*. Расстояние между точками *1* и *1А* называется шагом свивки каната (рисунок 2.8).

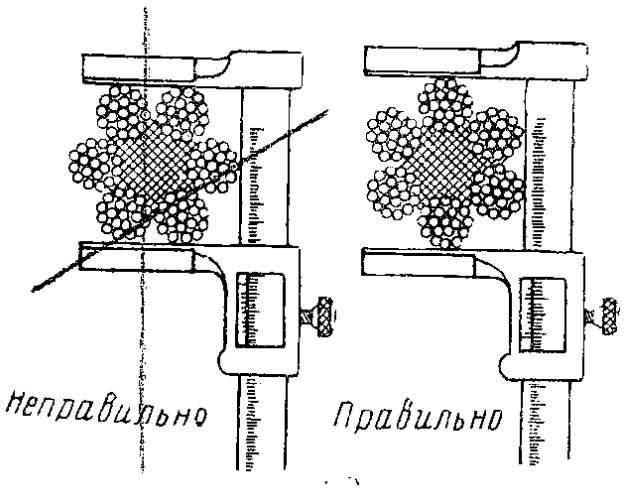


Рисунок 2.4 – Измерение диаметра каната



Рисунок 2.8 – Измерение шага свивки

При такелажных работах необходимо следить за состоянием каната. Износ определяется по внешнему виду и по количеству обрывов отдельных проволок на длине одного шага свивки. Данные отбраковки в зависимости от запаса прочности канатов крестовой свивки показаны в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Данные для отбраковки канатов

Первоначальный коэффициент запаса прочности и соблюдения отношения диаметра блока к диаметру каната	Характеристика каната		
	6·19=114 проволок и 1 органический сердечник	6·37=222 проволоки и 1 органический сердечник	6·61=366 проволок и 1 органический сердечник
	Количество обрывов проволоки на длине одного шага свивки, при котором канат должен быть забракован		
До 6	12	22	36

Для канатов односторонней свивки количество обрывов проводок на длине одного шага свивки понижается вдвое. При наличии оборванной пряди канат следует забраковать. Если канат имеет поверхностный износ или коррозию проволок, то количество обрывов проволок, приведенное в таблице 2.5, должно быть уменьшено путем умножения на коэффициент *А*.

Первая прядь всегда должна лежать справа, ближе к низу, если смотреть со стороны ходового конца. Первая ходовая прядь пробивается под одну коренную прядь, вторая – под две, третья – под три пряди. Пряди пробиваются в одном и том же месте. Четвертая ходовая прядь пробивается через то же место, что и первые три, но в обратном направлении; пятая прядь в том же месте пробивается под одну прядь; шестая – под ту же прядь, что и первая, но в обратном направлении.

Таблица 2.5 – Коэффициент *А* уменьшения допускаемого числа обрывов

Поверхностный износ или коррозия проволоки по диаметру, %	Коэффициент *А*
10	0,85
15	0,75
20	0,70
25	0,60
30	0,50
40 и более	Канат бракуется

Вторая пробивка осуществляется каждой ходовой прядью через одну смежную под две следующие коренные пряди. Последующие пробивки выполняются аналогично второй. Последняя пробивка делается половинной, т.е. три пряди оставляются, три пробиваются. Во время всех операций сплетки канатов пробитые пряди околачиваются молотком и ходовые пряди обтягиваются. Пробитые пряди обрубаются у самого каната и все сплетение плотно обматывается проволокой.

Крепление каната к грузозахватным устройствам может осуществляться с применением коуша, путем постановки зажимов.

Коуши предназначены для предохранения стальных канатов от излома при перегибе в местах крепления и изготавливаются по ГОСТ 2224–93 из стали марки Ст. 3 и подбираются по диаметру канатов.

Рожковые зажимы ЗРК предназначены для соединения стальных шестипрядных канатов типа ТК и ЛК. Каждый зажим состоит из рожкового корпуса, изготовляемого из стали 25П1, бугеля из стали марки Ст. 3 и двух гаек. Все детали оцинковываются.

Изготовляются зажимы из стали путем отливки или штамповки. Особенностью конструкций рожковых зажимов является возможность использования каждого зажима для канатов двух-трех размеров. Затяжка канатов производится до 0,6 их первоначального диаметра.

Гильзоклиновые соединения предназначаются для закрепления концов стальных канатов: под коуш, в линию, в ответвление. Сращивание канатов различных диаметров и типов не разрешается. Гильзы изготовляются из труб по ГОСТ 8734–75. Вкладыши изготовляются из стали марки 45 по ГОСТ 1050–2013. Гильзоклиновое соединение осуществляется способом продоль-

ного обжатия с помощью приспособления, состоящего из гидродомкрата и опрессовочного узла.

Техническая характеристика крепления каната к грузозахватным устройствам приведена в таблицах 2.6–2.9.

Таблица 2.6 – Техническая характеристика коушей

Диаметр стального каната в мм	Размеры в мм								Масса в кг
	D	*L*	*R*	*B*, не более	L_1	*r*	*S,*	S_1, не менее	
13–15	45	65	52	23	98	8	7	8	0,314
15–17	50	70	54	25	106	9	8	9	4,423
17–18,5	55	80	65	27	122	10	9	10	0,582
18,5–20,5	60	90	76	29	137	11	10	12	0,895
20,5–22,5	65	100	87	32	152	12	10	13	1
22,5–24,5	70	110	99	34	166	13	11	14	1,35
24,5–26,5	80	120	102	36	177	14	11	15	1,5
26,5–28	90	130	103	40	190	15	12	16	2,04
28–30,5	95	140	115	42	205	16	12	18	2,48
30,5–32,5	100	150	127	46	220	18	13	19	3,18
32,5–34	105	155	127	48	230	18	14	20	3,7
34–36	110	160	129	52	235	19	14	21	4,14
36–39	115	170	140	54	250	21	15	22	4,85
39–41,5	120	180	151	58	268	22	16	24	5,85

Таблица 2.7 – Техническая характеристика рожковых зажимов

Обозначение зажима в сборе	Диаметр каната в мм	Размеры в мм							Масса в кг
		A	*B*	*C*	*E*	*H*	*h*	d_1	
ЗРК-01	13–15	60	35	30	40	72	15	М12	0,5
ЗРК-02	15,5–17,5	70	40	36	50	88	20	М16	0,83
ЗРК-03	18–21,5	75	45	40	55	96	20	М16	1
ЗРК-04	22–26	90	55	50	68	120	25	М20	1,81
ЗРК-05	26,5–31	100	65	55	75	130	25	М20	2,52
ЗРК-06	32–35	110	75	62	86	150	30	М24	3,62
ЗРК-07	36–39	120	80	66	94	160	30	М24	4,4
ЗРК-08	40–47,5	140	90	80	118	198	40	М30	6,72
ЗРК-09	48–56	160	110	92	130	215	40	М30	8,94

Таблица 2.8 – Расположение и число сжимов в зависимости от диаметра каната

Диаметр каната в мм	Число сжимов в шт.	Расстояние в мм		Диаметр каната в мм	Число сжимов в шт.	Расстояние в мм	
		между сжимами L_1	от центра петли до первого сжима L_2			между сжимами L_1	от центра петли до первого сжима L_2
8,8	3	100	80	21,5	4	140	175
12,5	3	100	105	24	5	150	195
15,5	3	100	130	28	5	180	225
17,5	3	120	145	34,4	7	230	270
19,5	4	125	160	37	8	250	300

Таблица 2.9 – Техническая характеристика гильзоклиновых соединений

Диаметр каната в мм	Гильзы						Вкладыши				
	Размер в мм						Размер в мм				
	d_1	d_2	D_1	L	l_1	R_1	α	a	b_1	l	r
8,8–9,9	20	17	29	80	20	5	–	–	–	–	–
9,3–9,9	–	–	–	–	–	–	5	5	15	35	2,5
11–11,5	23	20	33	80	20	5	5	6	16	35	3
12–14	27	24	37	80	20	5	5	6	17	35	3
15–16	30	27	43	90	25	5	5	6	19	40	3
17,5	32	29	45	90	25	5	6	7	20	40	3,5
18	34	31	47	90	25	5	6	7	21	40	3,5
19	35	32	49	90	25	5	6	8	22	40	4
20	38	35	52	100	30	5	6	8	23	40	4
21	39	36	53	100	30	5	6	9	24	40	4,5
22	41	38	55	100	30	5	6	9	25	40	4,5

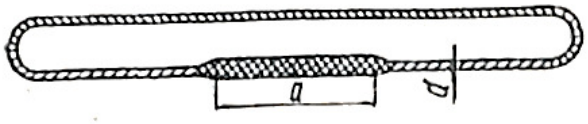


Рисунок 2.9 – Универсальный строп на сплетке

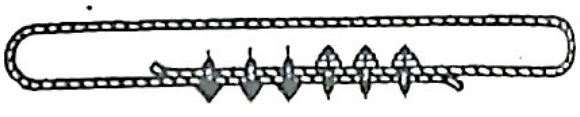


Рисунок 2.10 – Универсальный строп на сжимах

Универсальные стропы изготовляются из стальных канатов и применяются для строповки различных видов оборудования: трубопроводов, конструкций колонн, подкрановых балок и т. п. Характеристика их приведена в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Характеристика универсальных стропов

Диаметр каната *d* в мм	Длина сплетения *a* в мм	Диаметр каната *d* в мм	Длина сплетения *a* в мм
19,5	800	24	1000
19,5	800	24	1000
22	900	30,5	1250
22	900	31	1250

Облегченные стропы с крюком, состоящие из отрезка стального каната, снабженного крюком и коушем, двумя крюками или двум петлями, получили широкое распространение (рисунки 2.11–2.13).



Рисунок 2.11 – Облегченный строп с петлей



Рисунок 2.12 – Облегченный строп с крюком

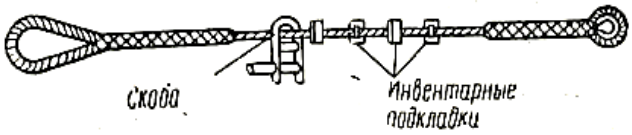


Рисунок 2.13 – Полуавтоматический строп

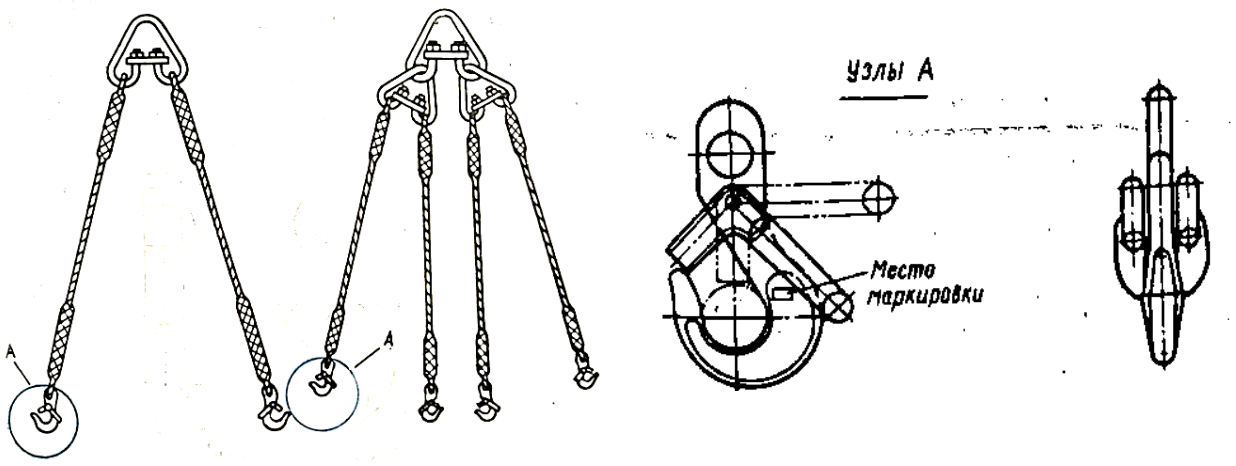


Рисунок 2.14 – Двухветвевые и четырехветвевые стропы из стальных канатов

Двухветвевые и четырехветвевые стропы грузоподъемностью 3–5 т при угле наклона ветвей к вертикали 45° изготовляют из каната ГОСТ 3079-80 конструкции 6×36+1 типа ТЛК-О, а также ГОСТ 7668-80 конструкции 6×36+1 типа ЛК-РО (рисунок 2.14). Для большой грузоподъемности рекомендуются стропы витой конструкции. Допускаются к использованию также стропы не

витой конструкции, обладающей меньшей несущей способностью и надежностью. С целью облегчения стропа рекомендуется применять тросы с расчетным пределом прочности проволок не менее 180 кгс/мм^2.

При выполнении такелажных работ применяют также цепные стропы, изготовляемые из отрезков короткозвенных сварных цепей. Цепные стропы применяют при непосредственной обвязке поднимаемого груза, так как на этих работах канатные стропы, соприкасаясь с острыми краями груза, быстро изнашиваются. Цепные стропы необходимо каждый месяц тщательно осматривать для выявления трещин, опасного износа и др. Если износ звеньев цепи достигает 10% первоначального диаметра цепной стали, допускаемая нагрузка на стропы должна быть снижена на 26%; если износ более 25%, стропы бракуются.

Чалочные крюки изготовляются ковкой из стали марки 20 ГОСТ 1050-2013**.** Поверхность крюков должна быть чистой. Заусенцы, острые углы, трещины не допускаются. Не допускается также заварка или заделка дефектов. После изготовления крюки отжигаются. Допускаемые нагрузки приведены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Техническая характеристика чалочных крюков

Допускаемая нагрузка	Размеры в мм									Масса в кг	Испытательная нагрузка, кг
	a	*o*	*b*	*h*	*m*	*d*	d_1	d_2	*H*		
0,5	30	22	16	26	15	20	20	40	65	0, 24	625
1	40	30	24	36	20	25	25	55	90	1,23	1250
2	55	40	34	52	30	35	35	75	125	3,36	2500
3	65	50	40	62	33	45	45	85	150	5,9	3750
5	85	63	54	82	42	55	50	100	180	11,6	6250

Серьги со съемной планкой применяются для навешивания двухветвевых и четырехветвевых стропов на крюк. Материал – сталь мирки Ст. 3.

Скоба такелажная предназначена для быстрого и надежного соединения петель канатов и стропов, звеньев цепей и др. Скоба состоит из дуги с двумя проушинами и пальца, нарезанного с одного конца. Одна из проушин имеет винтовую нарезку. Диаметр гладкой части пальца несколько больше резьбовой части, что позволяет фиксировать замыкание скобы. В головке пальца имеется отверстие для плотного завинчивания пальца воротком.

Скобам присваивается номер по величине допускаемой нагрузки.

Данные по серьгам и такелажным скобам приведены в таблицах 2.12 и 2.13, а вид захватов, строповки ими грузов – в таблице 2.14.

Таблица 2.12 – Техническая характеристика серьги со съемной планкой

Грузоподъемность в т	Размеры в мм								
	А	$А_1$	Б	$Б_1$	$Б_2$	В	Г	Д	Е
3	322	150	315	175	70	70	85	10	35
5	397	175	385	215	85	90	100	17	35

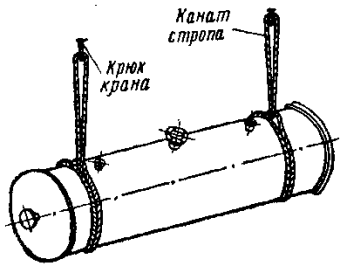
Продолжение таблицы 2.12

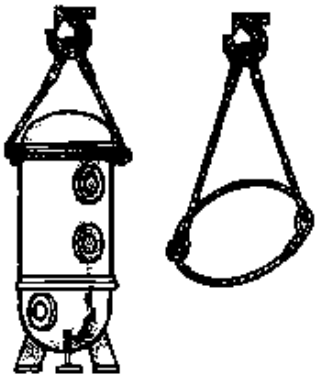
Грузоподъем-ность в т	Размеры в мм										Масса в кг
	Ж	*З*	*И*	$И_1$	*К*	*Л*	$Л_1$	*М*	$М_1$	*Н*	
3	322	150	315	175	70	70	85	10	35	28	9,3
5	397	175	385	215	85	90	100	17	35	31	18,4

Таблица 2.13 – Техническая характеристика такелажных скоб

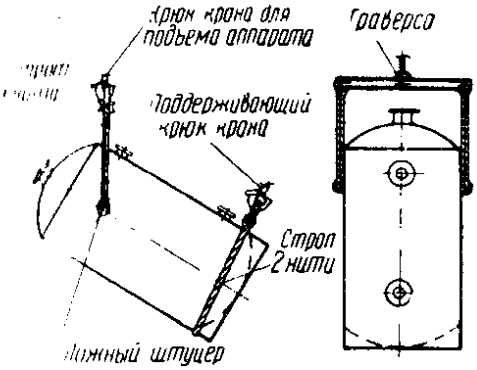
№ скобы	Допускаемая нагрузка в т	Диаметр каната в мм	Размеры в мм						Масса в кг
			H	H_0	*B*	*b*	*D*	*d*	
0,9	0,9	9,2–9,5	60	87	24	12	30	М16	0,3
1,2	1,25	11	70	102	28	14	35	М18	0,5
1,7	1,75	12–13	80	116	32	16	40	М20	0,7
2,1	2,1	14–15	90	132	36	20	45	М22	1,1
2,7	2,75	15,5–17,5	100	147	40	22	50	М27	1,6
3,5	3,5	18,5–19,5	110	164	43	24	60	М30	2,2
4,5	4,5	20–22	120	182	50	28	68	М33	3,2
6	6	23–26	130	200	58	32	75	М39	4,6
7,5	7,5	28	150	226	64	36	80	М42	6,2

Таблица 2.14 – Способы строповки

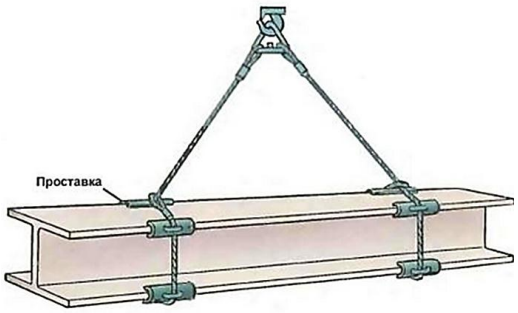
Вид захвата или стропа	Назначение захвата или стропа
	Строповка аппарата при подъеме двумя кранами



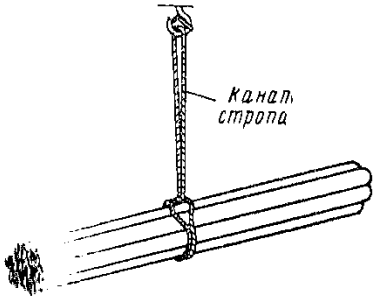
Строповка аппарата облегченными стропами



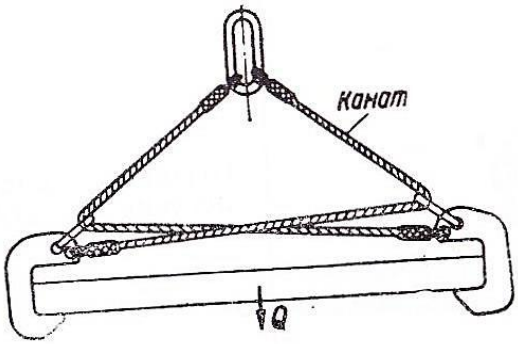
Строповка аппарата с помощью траверс



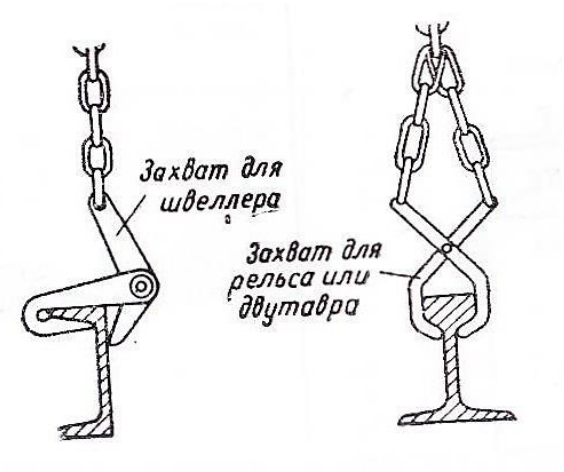
Строповка грузов двухветвевыми стропами



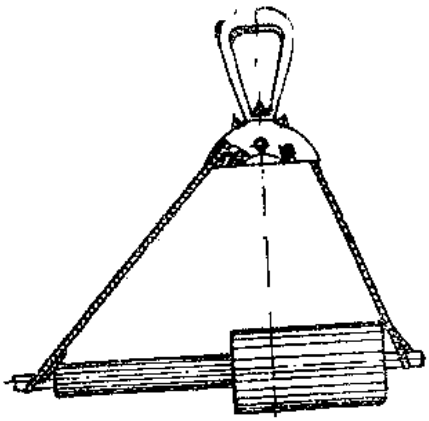
Строповка грузов универсальным стропом



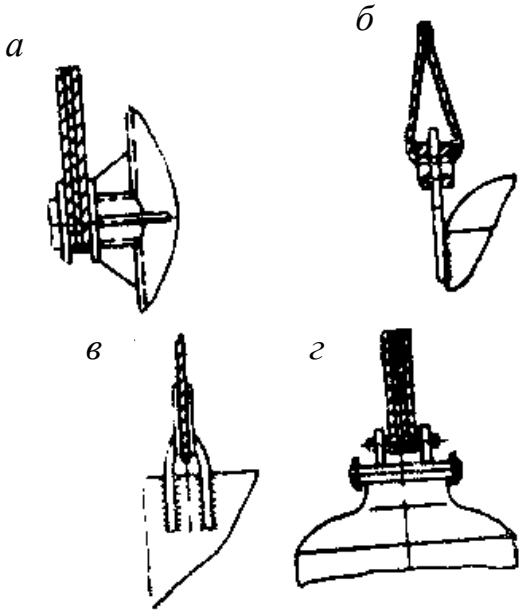
Строповка стальных листов



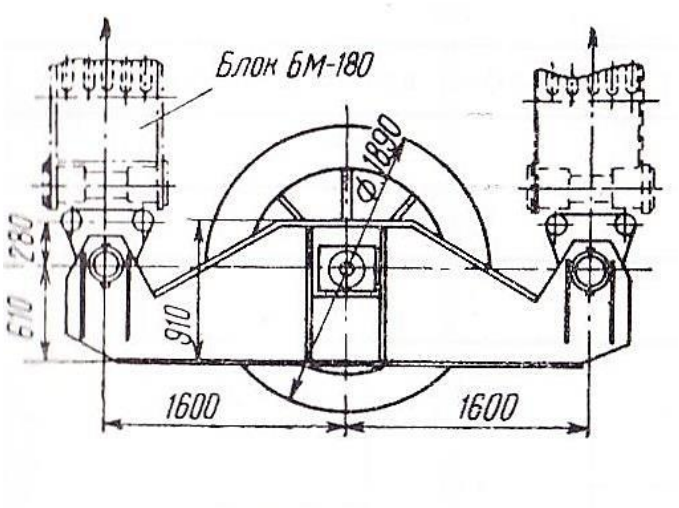
Строповка швеллера, рельса, двутавра специальными захватами



Строповка с помощью стропового замка для подъема грузов неправильной конфигурации. Автоматический замок позволяет ветвям стропа самоустанавливаться по длине при подъеме неуравновешенного груза (разработан институтом Гипрометаллургмонтаж)



Строповка аппаратов за монтажные штуцера (*а*), проушины (*б*), скобы (*в*), заглушки (*г*)



Строповка аппарата с помощью балансирной траверсы бестросовым методом

Расчет стропов. При расчете каната, предназначенного для стропа, необходимо учитывать запас прочности, заложение и количество ветвей стропа.

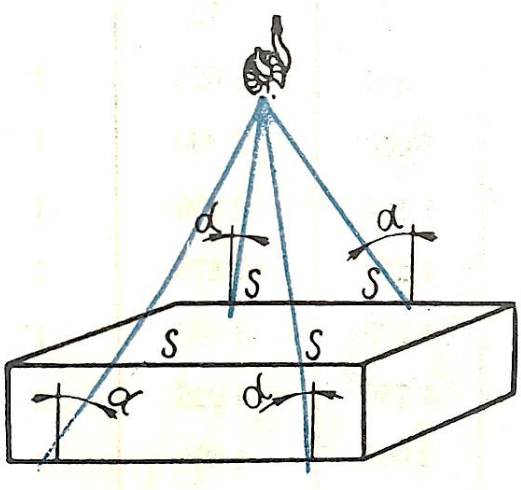


Рисунок 2.15 – Схема строповки груза

Натяжение в каждой ветви чалочного каната (кгс) определяется по формуле

$$S = m\frac{Q}{n}, \qquad (2.17)$$

где Q – масса поднимаемого груза, в кг;

n – число ветвей каната;

m – коэффициент, зависящий от величины угла наклона каната. При $\alpha = 45°, m = 1{,}41;\ \alpha = 60°, m = 2.$

При числе ветвей стропа больше четырех полученные значения умножаются на коэффициент неравномерности нагрузки в ветви стропа, равной 0,75.

Нагрузки, приходящиеся на одну ветвь стропа при подъеме различной массы грузов, приведены в таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Усилия в канате стропа
в зависимости от массы поднимаемого груза

Масса груза, предназначенного к подъему, кг	Нагрузка, приходящаяся на одну ветвь стропа в зависимости от числа ветвей и угла наклона к вертикали, в кгс					
	Угол наклона ветви к вертикали					
	0°		30°		45°	
	Число ветвей					
	2	4	2	4	2	4
1000	500	250	575	300	700	350
1250	625	325	725	350	900	450
1500	750	375	875	450	1050	550
1750	875	450	1000	500	1250	625
2000	1000	500	1150	575	1425	700
2500	1250	625	1450	725	1775	900
3000	1500	750	1725	875	2125	1075
3500	1750	875	2025	1000	2500	1250
4000	2000	1000	2300	1150	2850	1425
4500	2250	1150	2600	1300	3200	1600
5000	2500	1250	2875	1450	3550	1775
6000	3000	1500	3450	1725	4250	2125
7000	3500	1750	4025	2000	4975	2500
8000	4000	2000	4600	2300	5675	2850
9000	4500	2250	5175	2800	5400	3200
10000	5000	2500	5750	2375	7100	3550
15000	7500	3750	8625	4325	10650	5325
20000	10000	5000	11500	5750	14200	7100
25000	12500	6250	14400	7200	17750	8875

Якоря. Для удержания в рабочем положении грузоподъемных механизмов и воспринятия рабочих нагрузок, возникающих в процессе подъема, применяются различные типы монтажных якорей (анкеров), к которым крепятся вантовые системы, полиспасты, грузовые лебедки и т. п. В зависимости от характера и условий работы якоря анкерные устройства подразделяются на следующие основные группы:

– наземные (гравитационные), работающие за счет массы и сил трения, вызванных массой якоря;

– полузаглубленные, работа которых определяется как сумма сил трения, сцепления, отпора грунта и массы заглубленного массива;

– заглубленные, работающие за счет сил трения, сцепления и массы грунтового массива, в который погружен якорь.

Применяемые для вантовых систем якоря имеют широкий диапазон несущей способности – от 3 до 80 тс, которые можно представить в виде основных групп:

– легкие – от 3 до 15 тс;

– средние – от 15 до 50 тс.

Наземные монтажные якоря конструкции Гипрохиммонтажа в последние годы нашли широкое распространение в практике монтажных работ при строительстве различных объектов для воспринятия рабочих нагрузок от 10 до 50 тс. Конструкция якоря состоит из металлической несущей рамы, состоящей из двух частей, соединенных трубчатой осью. На оси шарнирно закреплена тяга для подсоединения вантовых систем полиспастов и т. п. На тяге имеется отводной ролик, обеспечивающий направление сбегающей нити полиспаста на барабан лебедки. Для установки лебедки к раме якоря приваривается консольная площадка. В нижней части несущей рамы приварены швеллеры полками вниз, которые, заглубляясь под тяжестью уложенных на раму бетонных блоков массой 1–5 т, создают значительное сопротивление якоря сдвигу за счет отпора **грунта** перед полками. Конструкция якоря позволяет изменять направление прикладываемой нагрузки в пределах от 6 до 90° в вертикальной плоскости и от 0 до 45° в каждую сторону от якоря в горизонтальной плоскости. Наземный якорь унифицирован: изменение его грузоподъемности достигается увеличением или уменьшением балласта (количества железобетонных блоков), т.е. массой якоря (рисунок 2.16).

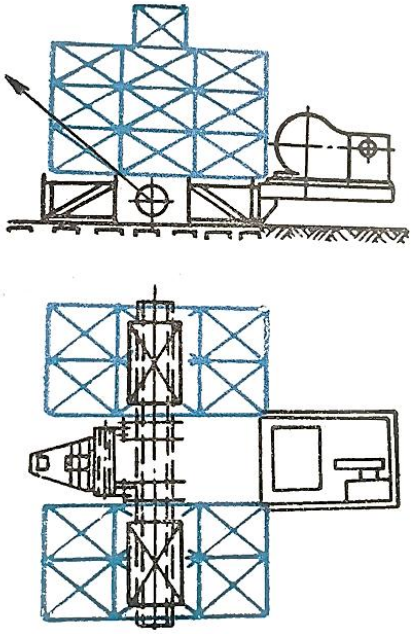


Рисунок 2.16 – Наземный якорь с бетонными блоками

Наземные якоря рассчитаны для установки на любые грунты за исключением свеженасыпных, неуплотненных, илистых, торфяных, а также скальных грунтов и асфальтовых покрытий. В зимних условиях наземные якоря устанавливаются на предварительно оттаянные грунты.

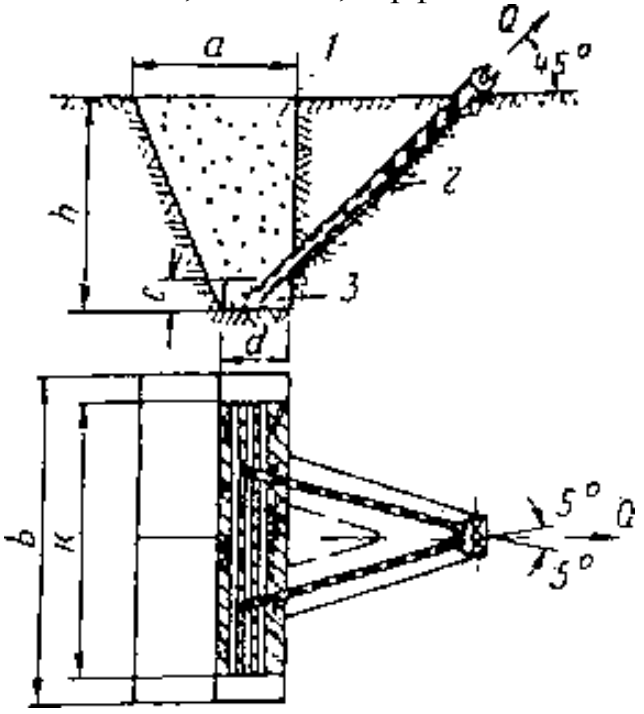
Полузаглубленные якоря конструкции проектного института Гипроспецмонтаж состоят из железобетонных блоков размером 900×900×4000 мм, массой 7,5 т каждый; один или несколько блоков полностью заглублены в грунт, а длинная грань их расположена перпендикулярно направлению при-

кладываемой рабочей нагрузки. На заглубленные блоки укладывают пригруз в виде таких же блоков. Строп, соединяющий якорь с вантовым полиспастом, закреплен в центре заглубленного блока. Грузоподъемность якорей этого типа зависит не только от количества блоков в якоре, но и от того, сколько из них заглублено и как расположены наземные блоки.

Заглубленные якоря применяются при производстве строительно-монтажных работ для восприятия рабочих нагрузок от 20 до 50 г (рисунок 2.17).

Конструкция якоря состоит из несущего элемента – железобетонной плиты, погруженной в грунт на глубину до 4 м, к которой крепится металлическая тяга, выходящая на поверхность грунта. Конструкция тяги состоит из двух швеллеров, стяжки и узла крепления вантовых систем. При применении железобетонного якоря нижний конец тяги вместе с несущим швеллером замоноличивается в бетонную плиту (подушку). Для избежания деформации тяги в верхней части тяга укладывается на заглубленное в грунт бревно или толстостенную трубу диаметром от 250 мм и выше.

Бетонный блок засыпается слоями грунта и тщательно утрамбовывается. Сверху на утрамбованный грунт с помощью сваи может устанавливаться лебедка. Заглубленные якоря рассчитаны для установки в любых грунтах, за исключением свеженасыпных, илистых, торфяных.



1 – засыпная полость; 2 – тяга; 3 – бетонное основание

Рисунок 2.17 – Схема установки заглубленных якорей грузоподъемностью от 20 до 50 т

Изменение угла приложения нагрузки в горизонтальной плоскости допускается не более 15° в обе стороны от оси якоря, в вертикальной ±10°. Техническая характеристика заглубленных якорей приведена в таблице 2.16.

Таблица 2.16 – Техническая характеристика заглубленных якорей

Усилие на якорь, тс	Размеры, мм						Объем земляных работ, м^3	Объем бетона, м^3	Масса тяги, м^2
	a	*b*	*c*	*d*	*h*	*k*			
20	2000	4500	500	1000	2500	4000	18,6	2	397
30	2200	4500	500	1000	3300	4000	24,1	2	426
40	2500	5500	600	1200	3200	5000	35,3	3,6	697
50	2500	5500	600	1200	3500	5000	38	3,6	726

Свайные якоря применяются на нагрузки 1–10 тс. В практике строительно-монтажных работ применяются в основном металлические и деревянные свайные якоря.

Свайные якоря погружаются в грунт при помощи вибропогружателя, копра или других сваебойных механизмов. Для увеличения несущей способности свай при действии горизонтальных нагрузок в верхней части их может укладываться погруженный в грунт опорный элемент. Величина угла приложения нагрузки для свайных якорей, погруженных вертикально, составляет 360° в горизонтальной плоскости и 75° – в вертикальной.

Для увеличения несущей способности и уменьшения величин изгибающих моментов свайные якоря могут устанавливаться последовательно один за другим в количестве 2–3 свай, при этом их оголовки соединяются гибкой или жесткой связью.

Металлические свайные якоря изготовляются из труб или профилированного металла с заостренным основанием, причем величина заостренной части должна быть не менее 2–2,5 толщины профиля. Верхняя часть сваи имеет специальную проушину для крепления тросовых элементов. Для уменьшения деформации сваи при забивке к верхней части ее приваривается опорная плита (таблица 2.17).

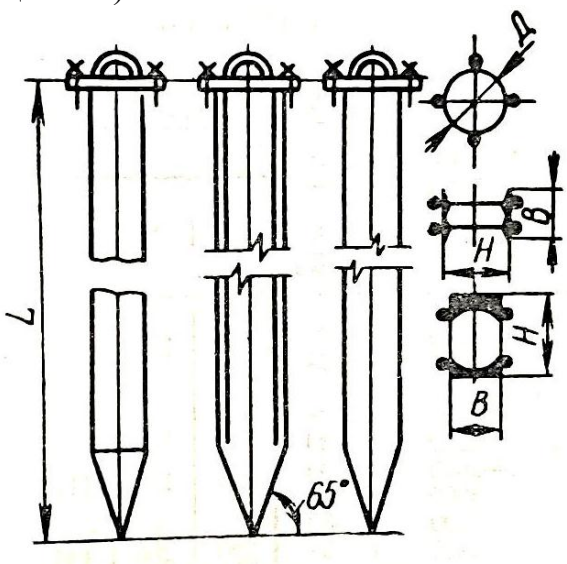


Рисунок 2.18 – Металлический свайный якорь

Таблица 2.17 – Размеры металлических свайных якорей

Усилие на якорь, тс	Размеры, мм			Масса, кг	Профиль	Сечение
	B	*H*	*L*			
3	–	219	2500	120	Труба стальная, ГОСТ 8732–78	Ø 219×9
3	164	220	2400	120	Швеллер, ГОСТ 8240–97	№ 22
5	190	270	2650	155		№ 27
3	190	180	2500	120	Двутавры, ГОСТ 82289–56	№ 18
5	220	220	2950	150		№ 22

2.4 Подъемные механизмы для проведения монтажных работ на фермах содержания КРС

2.4.1 Мобильные подъемные механизмы

Сельскохозяйственное производство характеризуется тем, что многие операции выполняются с помощью подручных средств или оборудованием, не предназначенным по прямому назначению для той или иной операции.

Так, например, погрузчики напорного действия, автопогрузчики и мобильные погрузчики могут использоваться как подъемные механизмы с применением тросов, траверс и цепей. Поэтому в данном контексте проблемы считаем необходимым рассмотреть вышеуказанные технические средства.

Погрузчики напорного действия

Данный погрузчик приведен на рисунке 2.19.

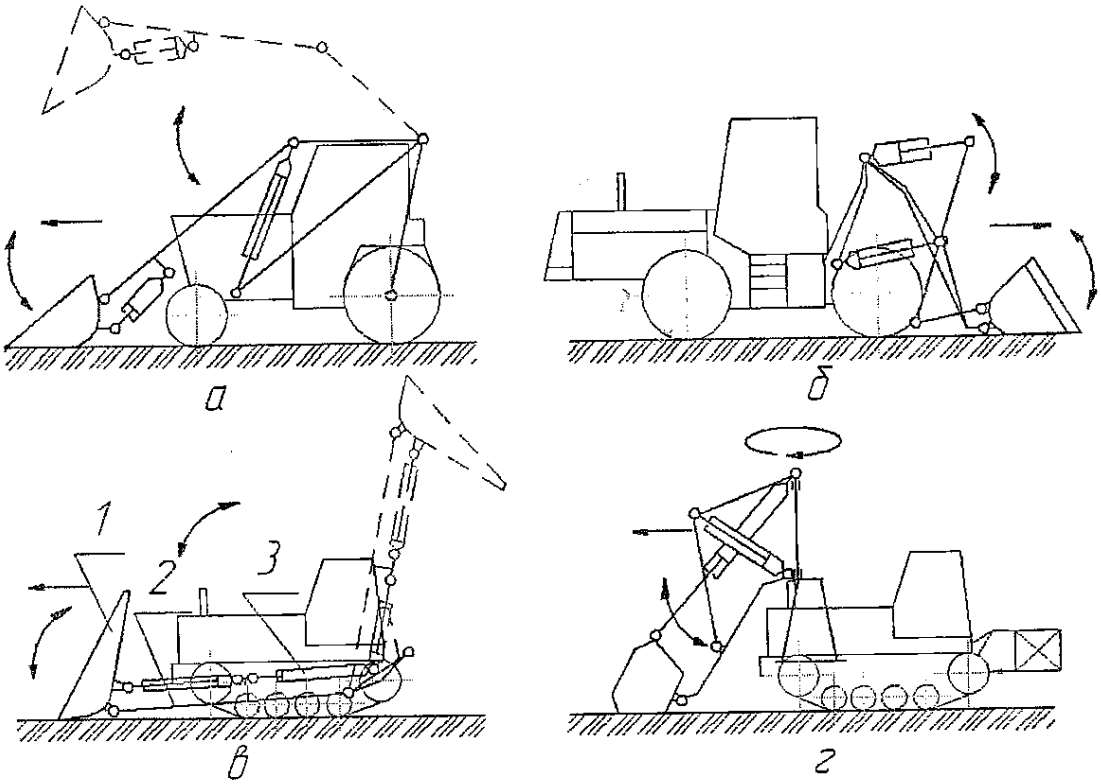


Рисунок 2.19 – Схемы погрузчиков напорного действия

Рабочие органы погрузчика напорного действия приводятся в действие с помощью гидроцилиндров, подъемные стрелы могут иметь механический привод.

Фронтальные погрузчики с передним расположением рабочего органа (рисунок 2.19 *а, г*) отличаются удобством управления и повышенной нагрузкой на передние колеса.

У фронтальных погрузчиков задней навески (рисунок 2.19 *б, в*) колеса разгружены, однако затруднено управление трактором и наблюдение за набором груза.

Различают следующие типы погрузчиков напорного действия: ПР – фронтальные; ПФП – фронтально-перекидные и фронтально-поворотные. Технические характеристики приведены в таблице 2.18.

Таблица 2.18 – Характеристики фронтальных погрузчиков

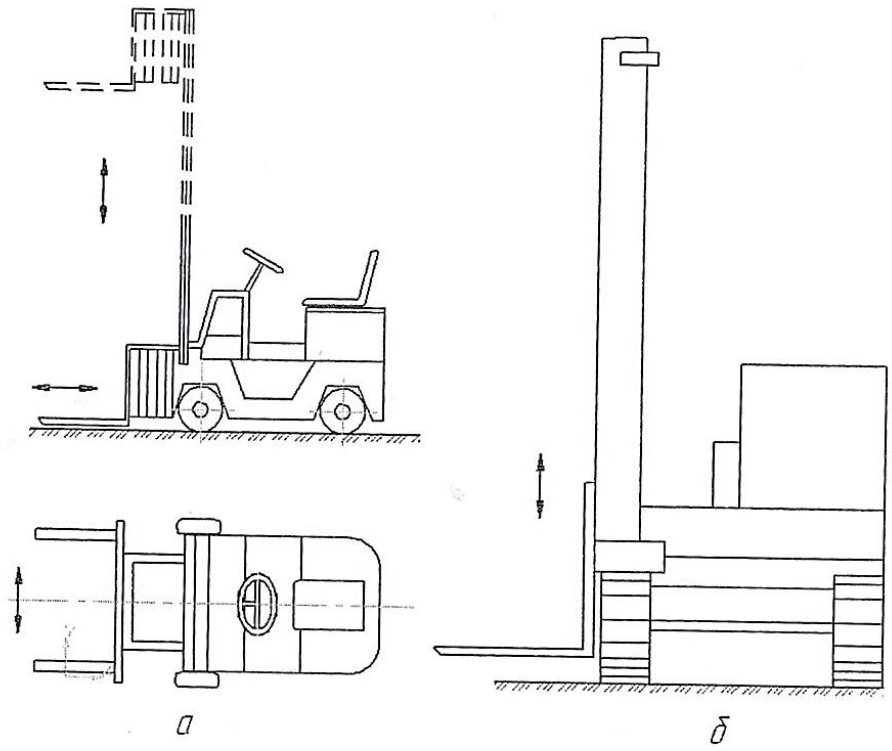
Показатель	ПФ-0,5Б	ПКУ-0,8А	ПКС-1,6	ПФП-1,2
Грузоподъемность, кг	500–1000	800	1200–2000	1500–1800
Производительность, т/ч	17–55	60	–	100–125
Вместимость ковша, $м^3$	0,35; 0,5; 0,8	0,35; 0,5; 0,8	1,0; 1,6	1,1
Высота погрузки, м: фронтальным способом перекидным способом	 2; 5; 7 –	 2,5 –	 6,5 –	 2,5 2,25
Марка трактора	МТЗ-80/82 МТЗ-100 ЗТМ-62Л	МТЗ-80/82 ЗТМ-60 (ЮМЗ-6)	МТЗ-80	ДТ-75

Автопогрузчики (рисунок 2.20) предназначены для механизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ на базах, складах, грузовых площадках с твердым покрытием.

Их отличают высокая маневренность, проходимость, безопасность в работе, малые габариты и относительно небольшая масса. Поэтому они используются для погрузки, транспортировки или перегрузки бочек, ящиков, мешков, тюков, контейнеров и других штучных грузов, пакетированных на поддонах, на базах и складах, а также при проведении ремонтных и монтажных работ.

Грузоподъемный телескопический механизм автопогрузчика прикреплен к раме, опирающейся на передний или задний управляемые мосты самостоятельного шасси. Большинство агрегатов (двигатель, передний и задний ведущие мосты, коробка передач и рулевая колонна) заимствовано от автомобиля. К основным элементам автопогрузчиков можно отнести также каретку поперечного смещения и поворота рабочего органа и системы управления (гидравлическая и тормозная).

Автопогрузчики могут комплектоваться: вилочным захватом для поддонов, безблочной стрелой для штучных и тарных грузов, клещевым, грейферным и ковшовыми захватами для длинномерных, сыпучих и кусковых грузов, кантователями с боковыми захватами для грузов в пакетах, кипах и ящиках.



а – с кареткой поперечного смещения и поворота;
б – боковым размещением грузоподъемной системы
Рисунок 2.20 – Схемы автопогрузчиков

Технические характеристики некоторых автопогрузчиков приведены в таблице 2.19.

Таблица 2.19 – Технические характеристики автопогрузчиков

Показатель	4022	4043М	4045Р
Грузоподъемность, кг	2000	3200	500
Высота подъема груза, м	2,8	4	4
Угол наклона грузоподъемника, град: вперед назад	 3 10	 3 10	 3 10
Внешний радиус поворота, м	2,1	3,7	3,9
Габаритные размеры, м: длина с вилами ширина высота	 3,32 1,4 2,22	 4,65 2,1 3,2	 5,1 2,39 3,26
Скорость передвижения, м/с	1,8-5,5	8,3	4,16
Скорость подъема груза, м/с	0,27	0,18	0,16
Мощность двигателя, кВт	37	50	51
Масса, кг	3160	4780	6350

Мобильные погрузчики с подъемно-поворотной стрелой

Погрузчики с подъемно-поворотной стрелой обладают большой уникальностью, компактностью, удобством в управлении. От места забора к транспортному средству груз перемещается в результате поворота предварительно поднятой стрелы.

Наибольшее распространение получили погрузчики, у которых подъем груза и изменение радиуса действия стрелы осуществляется за счет складирования стрелы в вертикальной плоскости. Встречаются погрузчики, у которых изменение радиуса действия стрелы происходит как за счет складывания стрелы относительно шарнира, установленного на поворотной колонне, так и за счет изменения длины стрелы.

Большинство погрузчиков с поворотной стрелой (за исключением некоторых двухосных прицепных и самоходных погрузчиков, у которых стрелы уравновешиваются поворачивающимися вместе с ними двигателем и пультом управления) имеет выдвижные опоры, приводимые в действие гидроцилиндрами, либо устанавливаемые в заданное положение вручную. Опоры необходимы для разгрузки колес трактора и повышения устойчивости агрегата во время работы.

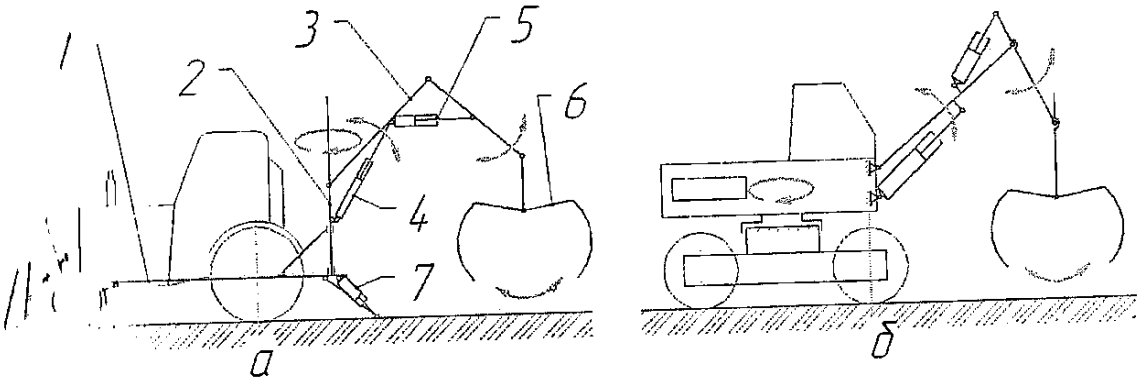
Гидравлический автомобильный манипулятор МГА-65 предназначен для выполнения погрузочно-разгрузочных работ, а также работ, требующих точного перемещения груза в различных условиях эксплуатации. Отличается большим вылетом стрелы, высокой надежностью, оригинальной и легкой конструкцией, более низкой стоимостью по сравнению с зарубежными аналогами.

Комплект сменного оборудования на базе самонагружающегося транспортно-технологического средства предназначен для выполнения одним работником операций по погрузке-разгрузке и транспортировке различных сельскохозяйственных грузов, тюков, рулонов, измельченных зеленых кормов, сыпучих материалов. Агрегатируется с тракторами МТЗ-80(82), ЗТМ-62Л и ЗТМ-80 (ЮМЗ-6АКЛ/6АКМ).

Бортовой манипулятор МКС-4032 предназначен для автотранспортных перевозок строительных и других грузов в пакетах и контейнерах с самопогрузкой и саморазгрузкой базового автомобиля и работающего с ним прицепа, для погрузки и разгрузки других автотранспортных средств, механизации строительно-монтажных работ. Монтируется на автомобиле, имеет ширнирно-сочлененное стреловое оборудование с гидравлическим выдвижением секции стрелы.

Навесные погрузчики (рисунок 2.21).

Технические характеристики некоторых навесных поворотных погрузчиков приведены в таблице 2.20.



а – поворотный с задней навеской (1 – рама; 2 – механизм поворота; 3 – стрела; 4, 5 – гидроцилиндры; 6 – грейфер; 7 – выносная опора); *б* – полноповоротный

Рисунок 2.21 – Схемы мобильных навесных поворотных погрузчиков

Таблица 2.20 – Технические характеристики навесных поворотных погрузчиков

Показатель	ПГ-0,2А	ПГХ-0,5	МГБ-Ф-0,5
Грузоподъемность, кг	300	500	500
Производительность, т/ч	40–53	8,5–36	26
Высота погрузки, м	3,52	4,1(7,2)	4,85
Глубина выемки груза, м	1,6	2,2	1,5
Вылет стрелы, м	1,72	–	4,3
Угол поворота стрелы, град.	180	–	–
Продолжительность цикла, с	12–15	–	60–70
Марка трактора	Т-16 СШ-28	Т-28Х4М МТЗ-80Х	МТЗ-80 ЗТМ-60

Самоходные погрузчики имеют собственное шасси. Они универсальны по назначению, их применяют при погрузке и разгрузке органических и минеральных удобрений, грубых кормов, силоса, корнеплодов, штучных, тарных и сыпучих грузов. К самоходным погрузчикам относятся автономные погрузчики (одноковшовые, фронтальные и поворотные), автопогрузчики (вилочные), приводимые в движение от двигателя внутреннего сгорания электропогрузчики с электродвигателем, питаемым аккумуляторными батареями.

Автономные (самоходные) погрузчики бывают на колесном и гусеничном ходу. Все автономные погрузчики, применяемые в сельском хозяйстве, оснащаются несколькими рабочими органами для различных видов работ.

Так, универсальный грейферный автономный погрузчик ПГА-Ф-06 (рисунок 2.22) выполнен на базе шасси Т-16М. Грузоподъемный механизм состоит из поворотной колонны, стрелы с надставкой, опорных домкратов и грейферов для сыпучих грузов. Механизмы поворота, подъема и изменения длины стрелы, грейфера, опорных домкратов имеют гидравлический привод.

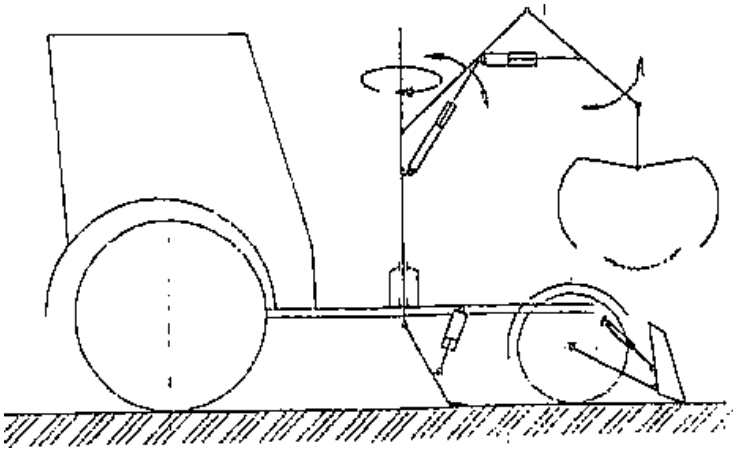


Рисунок 2.22 – Схема универсального грейферного автономного погрузчика ПГА-Ф-06

В комплект основных и дополнительных рабочих органов входят грейфер для связных грузов, крюк, грейфер для корнеплодов и удлинитель стрелы для увеличения высоты подъема. Самоходный погрузчик-экскаватор состоит из рамы, двигателя Д-65Н, кабины и функциональных систем: ходовой, управления, гидравлической и электрооборудования. Погрузчик самокомплектуется грейферами для сыпучих грузов вместимостью 0,67 и 1,0 м^3, для корнеклубнеплодов – 1,0 м^3, для связных грузов – 1,0 м^3, крюками для штучных грузов, бульдозером для планировочных работ, экскаваторной лопатой для рытья траншей. Этот погрузчик отличается высокой эффективностью – производительность на 1 т собственной массы составляет 30 т/ч, а отношение мощности к вместимости ковша – 44,2 кВт/м.

Погрузчик-экскаватор Т-174 (рисунок 2.21 *б*) – полноповоротный, отличается малыми энергонасыщенностью и энергоемкостью. Его грузоподъемность 1 т, мощность двигателя около 30 кВт. Широкое расположение опорных колес обеспечивает погрузчик хорошей устойчивостью, а поворотная кабина удобна для управления погрузчиком.

Таблица 2.21 – Технические характеристики навесных поворотных погрузчиков

Показатель	ПЭА-1,0	ПГА-Ф-06
Грузоподъемность, кг	1200	600
Производительность, т/ч	150–160	70
Высота погрузки, м	4,3	3,2
Глубина выемки груза, м	2,5	1,5
Вылет стрелы, м	–	3,6
Угол поворота стрелы, град.	270	–
Продолжительность цикла, с	18	–
Марка трактора	7860	3200

Расчет основных параметров погрузчиков

Одним из показателей эффективности погрузчика является его производительность. Она зависит от многих факторов: технического состояния и надежности механизмов, физико-механических свойств груза, способов его хранения, размеров хранилищ, состояния покрытия и размеров погрузочной площадки необеспеченности транспортом.

В зависимости от вида груза техническая производительность определяется по формулам:

– штучные грузы

$$П_z = m_{ед}/t_ц, \quad (2.18)$$

где $m_{ед}$ – масса штучного груза, кг;

$t_ц$ – время цикла, с;

– сыпучие грузы при погрузке ковшом

$$П_v = k_н \cdot V/t_ц, \quad (2.19)$$

где $k_н$ – коэффициент наполнения ковша.

Усилие отрыва при погрузке грейфером

$$F_{от} = F_д + F_{сг} + F_и, \quad (2.20)$$

где $F_д$ – сила тяжести груза и грузозахватного органа, Н;

$F_{сг}$ – сопротивление отрыву груза (для связных и сыпучих грузов, материалов повышенной влажности, корнеклубнеплодов и т.п.), Н;

$F_и$ – сила инерции масс груза и грузозахватного органа, Н.

Значения этих сил при погрузке грейферным устройством можно определить по зависимостям:

$$F_д = g \cdot Q;\ F_{сг} = k_г \cdot k_с \cdot g \cdot Q;\ F_и = a \cdot Q\ , \quad (2.21)$$

где Q – грузоподъемность, кг;

$k_г = 0{,}9 - 1$ – коэффициент использования грузоподъемности;

$F_и$ – сила инерции масс груза и грузозахватного органа, Н;

a – ускорение при отрыве, м/с^2;

$k_с$ – коэффициент сопротивления отрыву, зависящий от объема грейфера и физико-механических свойств груза.

$$k_с = \frac{\sigma}{\rho \cdot g} k_а, \quad (2.22)$$

где σ – удельное сопротивление отрыву, кПа, зависящее, от физико-механических свойств, условий и сроков хранения, степени деформации нарушения механических связей при захвате груза (для кукурузного силоса 2,5–8; для соломы 1–3; для торфосоломистого навоза 3–7; для соломистого навоза 6–11; для компостов 0,6–3);

ρ – объемная масса груза, кг/м;

$k_а$ – коэффициент, характеризующий отношение площади поверхности отрыва к объему порции груза (рисунок 2.23).

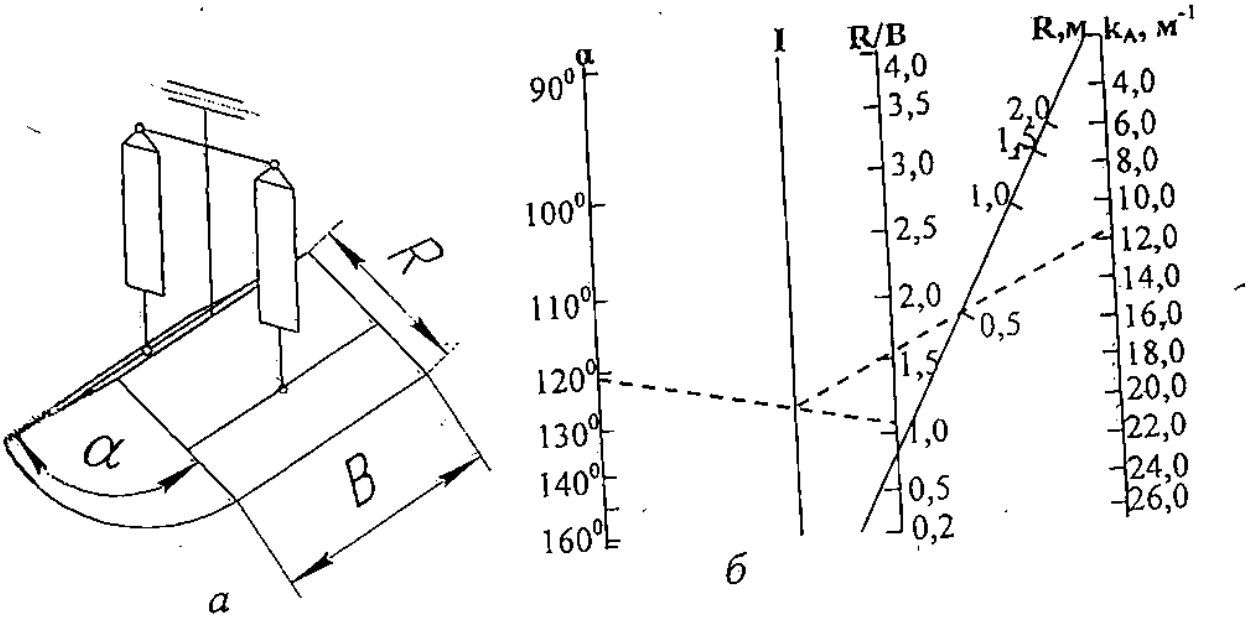


Рисунок 2.23 – Схема грейфера (*а*)
и номограмма для определения коэффициента $k_а$ (*б*)

В предварительных расчетах суммарное усилие отрыва можно определить по упрощенной зависимости:

$$F_{от} = k_о \cdot g \cdot Q \,, \tag{2.23}$$

где $k_о$ – коэффициент отрыва, зависящий от условий захвата и отрыва груза, конструкции рабочего органа (для корнеклубнеплодов 1,3–1,4; навоза 1,7–2,5; кукурузного силоса 1,9–2,8; для соломы и сена 2–3).

Максимальные усилия, возникающие на подвеске грейфера в процессе подъема и торможения груза, определяют по формуле

$$F_{max} = k_н \cdot F_д \,, \tag{2.24}$$

где k_1 – коэффициент нагрузки, зависящий от вида операции (подъем ручного груза – 1,32; торможение груза на весу – 1,64; торможение груза и упоре в гидроцилиндре – 2,64; отрыв и подъем связного груза – 2).

Расчет погрузчиков на устойчивость

Увеличение производительности погрузчиков приводит к резкому соотношению времени рабочего цикла. При этом повышаются скорости движения его рабочих органов. Необходимо учитывать проскальзывание опор при повороте стрелы погрузчика, обусловленное моментом от инерционных сопротивлений, возникающих при разгоне и торможении стрелы.

Показателем устойчивости является коэффициент грузовой устойчивости *K*. Он определяется как отношение момента опрокидывания, создаемо-

го весом всех частей агрегата с учетом всех дополнительных нагрузок (ветра, инерционных сил и т.д.) относительно линии опрокидывания к моменту, создаваемому поднимаемым грузом относительно той же линии опрокидывания. В этом случае $K \geq 1{,}15$.

При учете действия только одной предельной рабочей нагрузки (без дополнительных нагрузок) $K_1 \geq 1{,}4$. На практике проверка устойчивости проводится для обоих расчетных случаев. При этом вылет стрелы принимается максимальным, емкости трактора для воды и топлива считаются незаполненными.

Коэффициент грузовой устойчивости с учетом всех дополнительных нагрузок

$$K = \frac{M_{\text{в}} - M_{\text{ст}} - M_{\text{г}} - M_{\text{и}} - M_{\text{с}} - M_{\text{вет}}}{M_{\text{гр}}} \geq 1{,}15\,, \qquad (2.25)$$

где $M_{\text{гр}} = G_{\text{г}}(R - b)$ – опрокидывающий момент, кНм;

$G_{\text{г}}$ – вес наибольшего рабочего груза, кН;

R – расстояние от оси вращения стрелы до центра тяжести грузозахватного устройства с грузом, м;

b – расстояние от оси колонны до линии опрокидывания, м,

$M_{\text{в}} = G_{аг}(b \cdot cos\alpha - H \cdot sin\alpha)$ – восстанавливающий момент, кНм;

$G_{аг}$ – вес агрегата без стрелы или подъемной рамы, кН;

H – расстояние от центра тяжести трактора до опорной плоскости, м;

α – уклон опорной поверхности, град.;

$M_{\text{ст}} = G_{ст}(R_1 - b)$ – опрокидывающий момент, создаваемый без стрелы с цилиндрами, кНм;

$G_{\text{ст}}$ – вес стрелы погрузчика с цилиндрами, кН;

R_1 – расстояние от оси вращения стрелы до ее центра тяжести, м;

$M_{\text{г}} = G_{\text{гу}}(R - b)$ – опрокидывающий момент, создаваемый грузовым устройством, кНм;

$G_{\text{гу}}$ – вес грузозахватного устройства (ковш, грейфер, вилы и т.д.), кН;

$M_{\text{и}} = \frac{(G_{\text{г}} + G_{\text{гу}})}{g} \cdot \frac{V_{\text{оп}}}{t} \cdot (R - b)$ – опрокидывающий момент, создаваемый стрелой инерции груза, кНм;

t – время неустановившегося режима механизма подъема (опускания), с;

$g = 9{,}81$ м/с^2 – ускорение свободного падения;

$M_{\text{с}} = \frac{G_{\text{г}} + G_{\text{гу}} + G_{\text{ст}}\frac{b}{R}}{900} \cdot R \cdot n^2$ – опрокидывающий момент, создаваемый центробежными силами груза, грейфера и стрелы, кНм;

n – условная частота вращения стрелы, об/мин.;

$M_{\text{вет}} = p_{в} \cdot F_{аг} \cdot h$ – суммарный опрокидывающий момент, создаваемый ветром, кНм;

$p_в$ – давление ветра, кН/м^2, действующего параллельно плоскости, на которой установлен погрузчик, на подветренную площадь агрегата;

$F_{аг}$ – подветренная площадь агрегата, м^2;

h – расстояние от центра приложения ветровой нагрузки до опорной плоскости, м.

Кроме вышеуказанного мобильного грузоподъемного оборудования приведем примеры других самоходных средств, так как они присутствуют практически на любом сельскохозяйственном предприятии и используются при выполнении многих операций и хозяйственной деятельности.

Навесной погрузчик манипулятор НПМ-08 номинальной грузоподъемности 8 кН (рисунок 2.24) предназначен для работы с тракторами класса 14 кН.

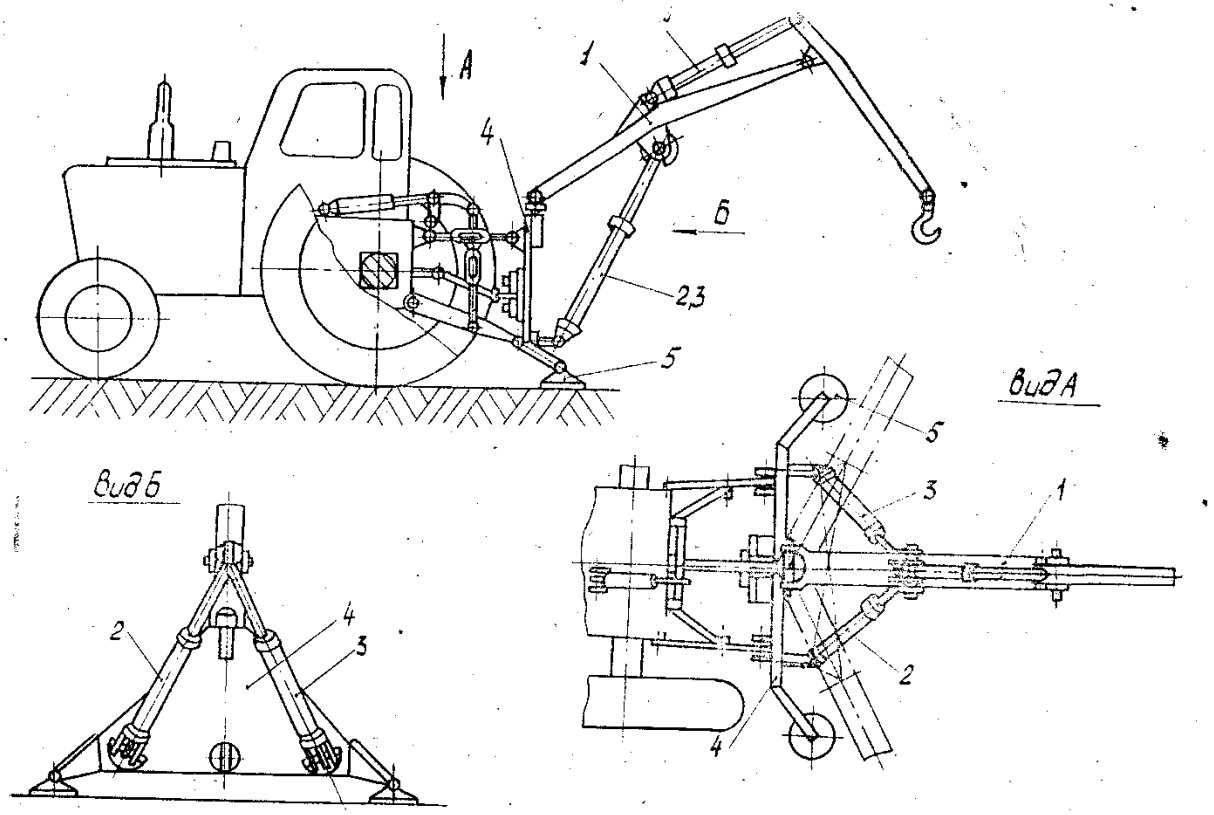


Рисунок 2.24 – Навесной погрузчик НПМ-08
на колесный трактор класса 14 кН

Стреловой погрузочный манипулятор монтируется на самоходном шасси Т-16М и содержит основание, шарнирно-сочлененную грузозахватную стрелу, гидроцилиндры, механизм шарнирного параллелограмма и выносные опоры. Стрела образуется из основной 1 и дополнительной 2 секций с приводом от гидроцилиндра 3.

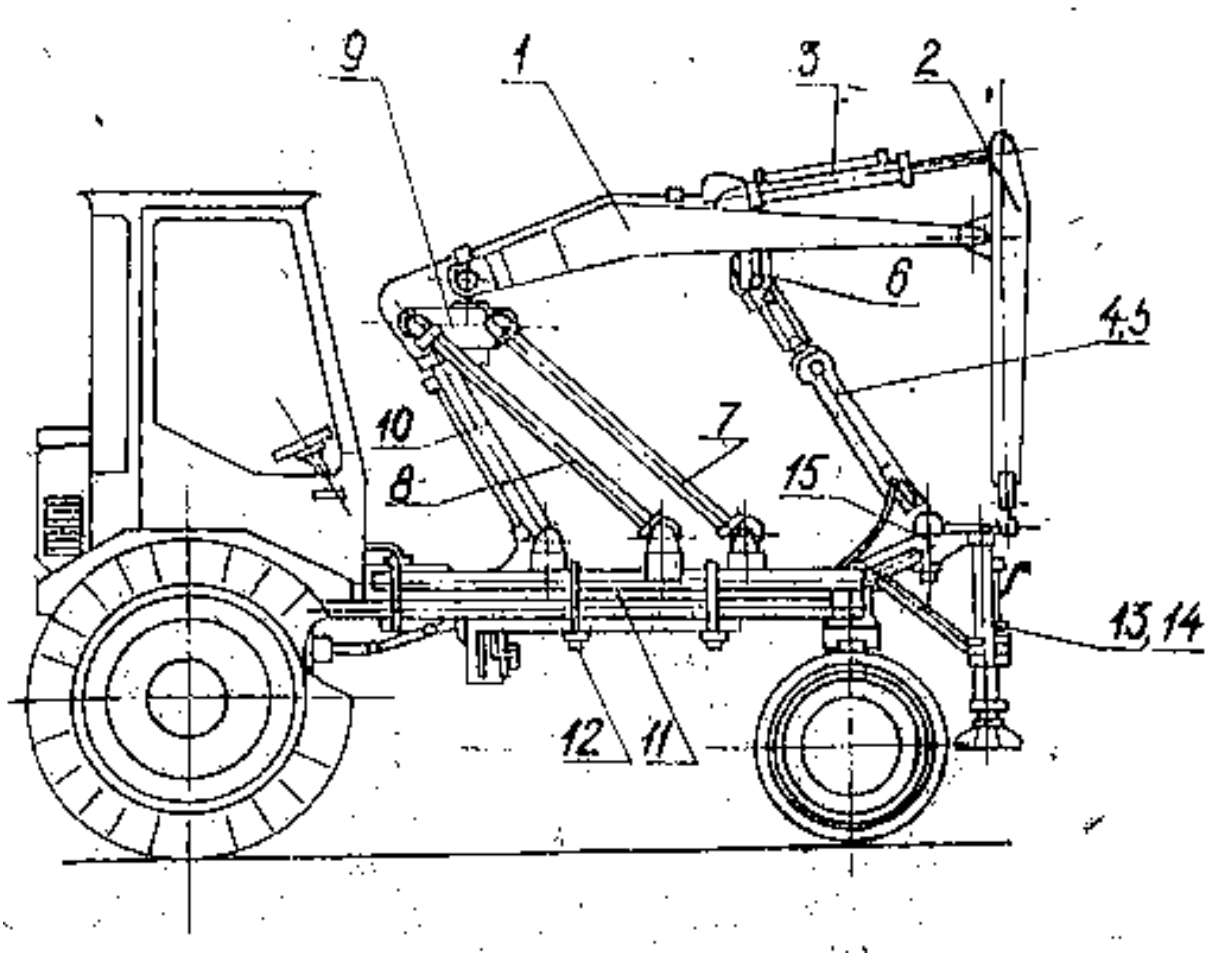


Рисунок 2.25 – Стреловой погрузчик-манипулятор
с параллельным механизмом на базе самоходного шасси Т-16М

Шарнирно крепится секция стрелы. Этим достигается вращение стрелы в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Проушина гидроцилиндра посажена на одной оси со стойкой. При выдвижении штока цилиндра происходит вынос стрелы за пределы шасси, что существенно увеличивает зону действия манипулятора.

В шарнирном узле шток одного из гидроцилиндров заканчивается удлиненной вилкой, а другого цилиндра – удлиненной проушиной, которые соединены между особой осью. Данная ось закреплена в стенках пустотелой шаровой опоры, помещенной в разъемную обойму с цапфами. Последние посажены во втулки, закрепленные на кронштейне стрелы. Шарнирный узел такой конструкции имеет необходимые степени свободы. Нижние проушины каждого гидроцилиндра устанавливаются на оси, закрепленной в вилке. Вилка монтируется на своей оси в кронштейне 15 рамы. Оси расположены взаимно перпендикулярно. Это шарнирное соединение имеет две степени свободы.

2.4.2 Стационарные подъемные механизмы и домкраты

Грузоподъёмные машины

К грузоподъёмным машинам относятся грузоподъёмные краны, подъёмники, лебёдки, тали и домкраты. Эти различные по конструкции машины и устройства объединяет одно общее качество – все они работают в циклическом режиме с повторно-кратковременным включением механизмов

Лебёдки предназначаются в основном для подъёма груза по вертикали, но иногда используются в качестве тягового устройства для перемещения груза по горизонтали. Лебёдки могут применяться как самостоятельные механизмы или входить в состав подъёмников, грузоподъёмных кранов и других типов строительно-дорожных машин (рисунок 2.26).

а



б



а – электрическая; *б* – с ручным приводом

Рисунок 2.26 – Лебёдка

Таль представляет собой подвесное оборудование для перемещения тяжестей по вертикали. Оно состоит из барабана с намотанным на него тросом или цепью, крюка с карабином для зацепки груза, крюка для подвешивания, например, на балку, и специальной системы приводов (рисунок 2.27).

Тельфер электрический используют для подъема или перемещения грузов по монорельсовому пути. Эти установки часто используются в подвесных, моноблочных или других видах кранов. В состав оборудования входит специальный дисковый тормоз, переключатель верхнего и нижнего положения крюковой подвески. Управлять таким оборудованием можно в ручном режиме из подвесного кнопочного поста управления, который обустроен таким образом, что таль включается только путем непрерывного нажатия на кнопку пуска.



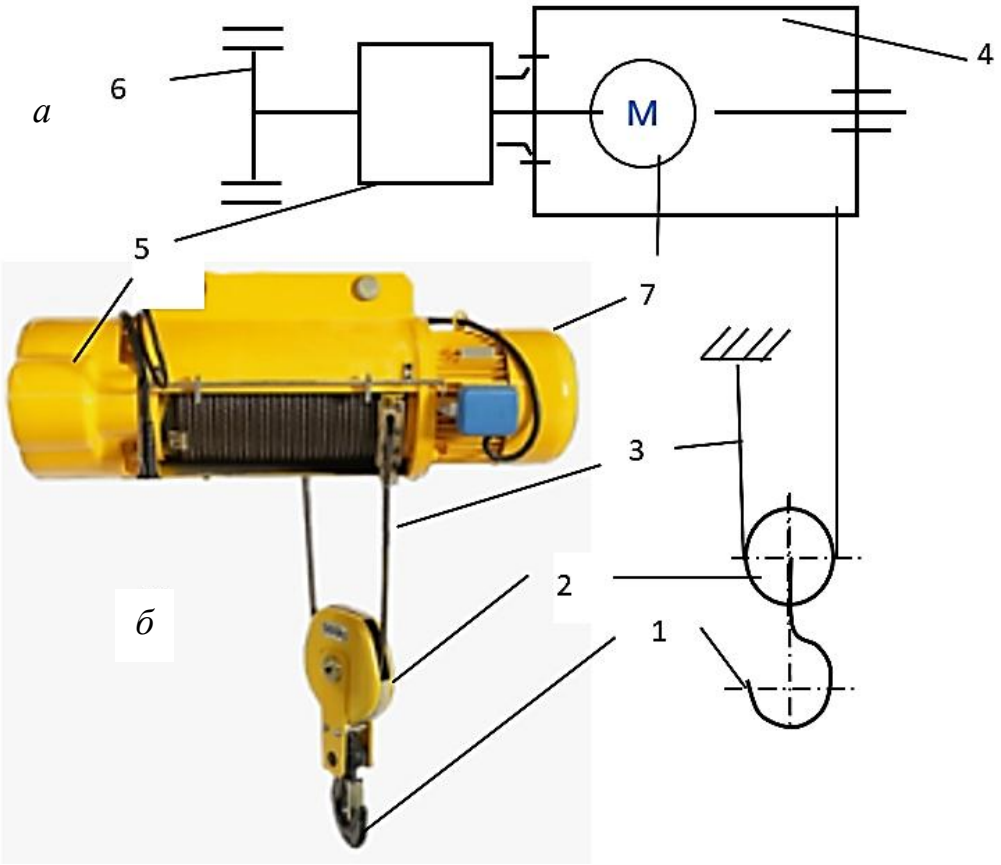
а *б*

а – ручная; *б* – электрическая

Рисунок 2.27 – Таль

Расчет механизма подъёма

Техническое задание
Q=2 т – грузоподъёмность электротали;
H=4,8 м – высота подъёма;
V=0,3 м/с – скорость подъёма груза;
ПВ 15% – продолжительность включения.



а – схема; *б* – общий вид; 1 – крюк; 2 – подвижный блок (подвеска); 3 – канат; 4 – барабан; 5 – редуктор привода; 6 – тормоз; 7 – электродвигатель

Рисунок 2.28 – Электроталь

Расчёт

1 Выбор каната

Максимальное усилие в одной ветви каната

$$F_{max} = \frac{g \cdot Q}{a \cdot \eta_n}, \qquad (2.26)$$

где g – ускорение свободного падения g=9,81 м/с^2;

η_n – КПД полиспаста, $\eta_n = \frac{1-\eta_{нбл}^a}{a(1-\eta_{нбл})}$;

a – кратность полиспаста, для простого полиспаста (см. схему) a=2;

$\eta_{н\,пб}$ – КПД неподвижного блока, $\eta_{н\,пб}$ =0,98;

$$\eta_n = \frac{1-0{,}98^2}{2 \cdot (1-0{,}98)} == \frac{1+0{,}98}{2} = 0{,}99.$$

Тогда $$F_{max} = \frac{9{,}81 \cdot 2{,}0 \cdot 10^3}{2 \cdot 0{,}99} = 9909 \text{ Н}.$$

Расчётное разрывное усилие каната

$$F_{раз} = F_{max} K, \qquad (2.27)$$

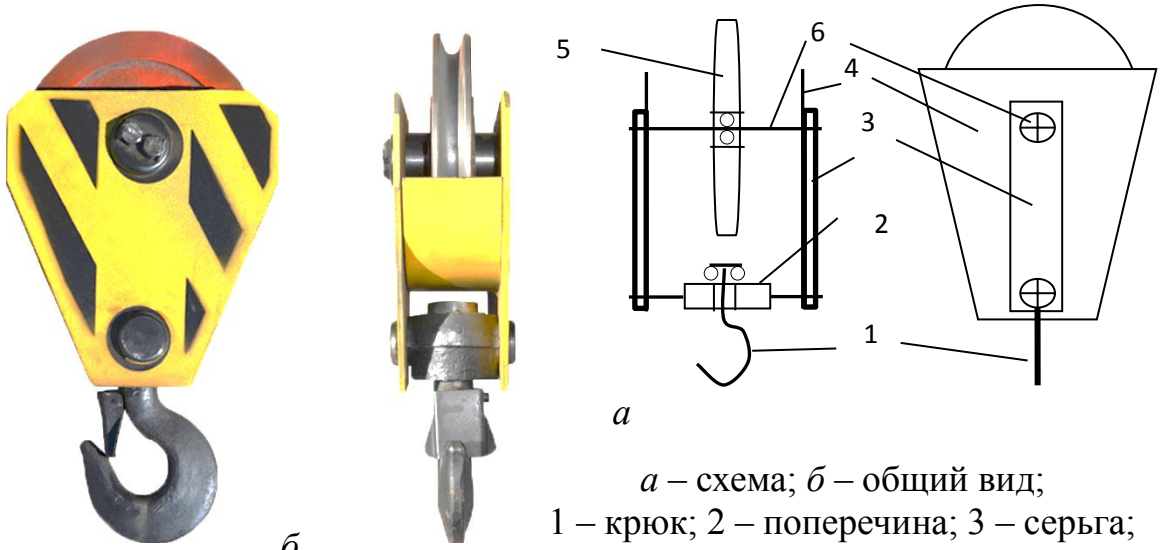
где K – коэффициент запаса прочности каната по нормам Госгортехнадзора K=5.

$$F_{раз} = 9909 \cdot 5 = 49545 \text{ Н}.$$

Принимаем канат двойной свивки типа 9,9 ЛК-Р 6×19 1666 ГОСТ2688–80. Диаметр каната $d_к$=9,9 мм, допускаемое разрывное усилие [$F_{раз}$]=49,85 кН при пределе прочности $\sigma_в$=1568 МПа.

2 Расчёт подвески

Принимаем подвеску нормальную (рисунок 2.29).



а – схема; *б* – общий вид;
1 – крюк; 2 – поперечина; 3 – серьга;
4 – щека; 5 – блоки; 6 – ось блока

Рисунок 2.29 – Подвеска

d_0=М27 мм; s=36 мм;
b=30 мм; d=35 мм; d_1=30 мм;
L=145 мм; l=70 мм; l_1=40 мм;
m=2,6 кг

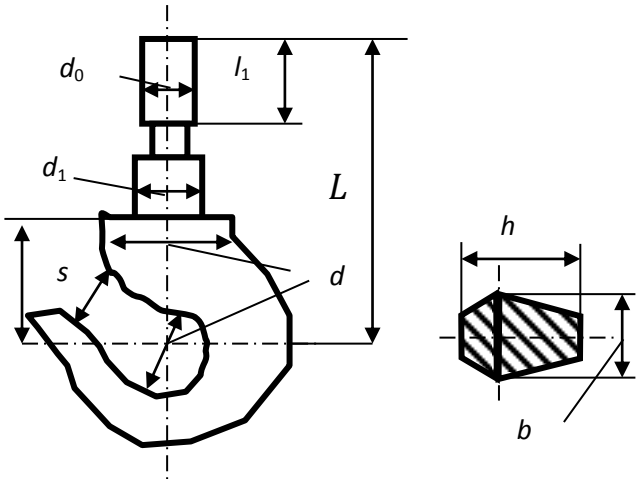


Рисунок 2.30 – Схема крюка типа А

При Q=2 т, для нормальной подвески, принимаем крюк № 9 типа А с допускаемой грузоподъёмностью [Q]=2,0 т и размерами (рисунок 2.30).

Под крюк принимаем упорный шариковый подшипник (рисунок 2.30). По статической грузоподъёмности выбераем подшипник особо лёгкой серии № 8107Н по ГОСТ 7872-89, C_0=36,5 кН>Q·g=2·9,81=19,62 кН; d=35 мм; h=12 мм; D=52 мм.

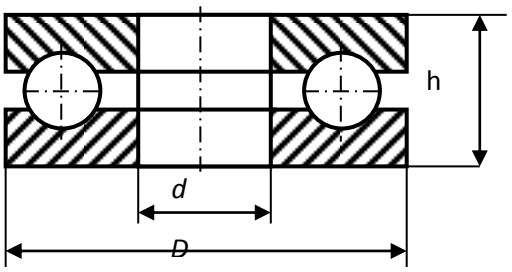


Рисунок 2.31 – Схема подшипника

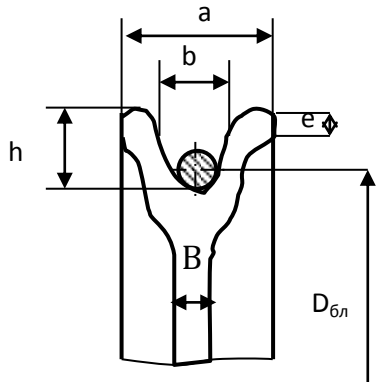
3 Определение диаметра рабочего блока

$$D_{бл}=e\cdot d_k, \tag{2.28}$$

где e – коэффициент пропорциональности, e =20.

$$D_{бл}=20\cdot 9{,}9=198 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{бл}$=200 мм.



$d_к$=9,9 мм;
a= 40 мм; b=30 мм; c=7 мм;
e=1 мм; h=25 мм; B=10 мм.

Рисунок 2.32 – Схема профиля обода канатного блока

4 Определение размеров поперечины

Принимаем материал поперечины сталь 20. Из условия прочности на изгиб определяем высоту h поперечины. Допускаемые напряжения при изгибе $[\sigma]_и$= 80–100 МПа.

$$\sigma_и = \frac{M_и}{W_и} \le [\sigma]_и, \tag{2.29}$$

где $M_и$ – изгибающий момент, $M_и=\frac{Q\cdot g\cdot l_p}{4}$;

W – момент сопротивления сечения поперечины при изгибе,

$$\sigma_и = \frac{M_и}{W_и} \le [\sigma]_и, \tag{2.30}$$

$$W_и = \frac{(B-d)\cdot \square^2}{6}; \tag{2.31}$$

$l_р$ – расчётная длина поперечины, $l_р=l+2\delta_1+\delta$;

δ_1 – толщина щеки;

δ – толщина серьги;

l – длина поперечины, l=B;

d – диаметр отверстия под крюк, d =32 мм;

B – ширина поперечины, B=D+(5–10) мм=52+8=60 мм.

Принимаем толщину серьги δ=5 мм, толщину щеки δ_1=2 мм. Тогда $l_р$=60+2·2+5=69 мм.

$$M_и=\frac{2000\cdot 9{,}81\cdot 69}{4\cdot 1000}=338{,}4 \text{ Нм}.$$

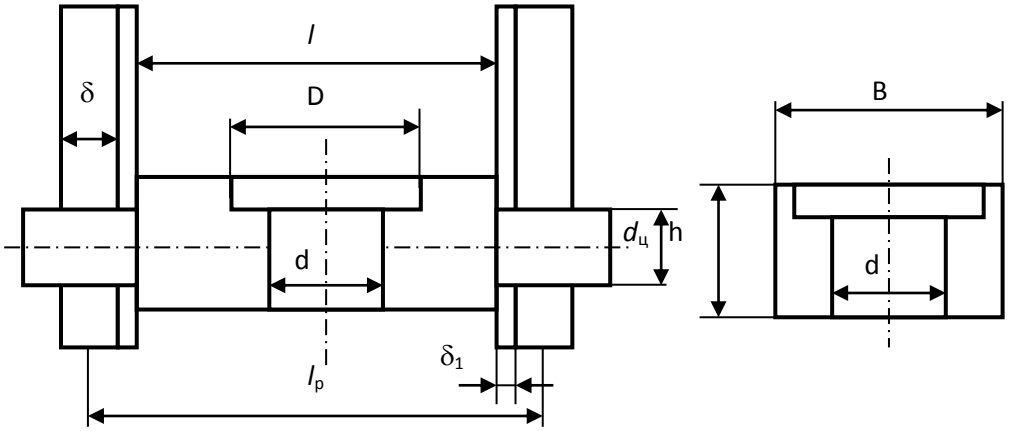


Рисунок 2.33 – Схема поперечины

Высота поперечины $h=\sqrt{\frac{6\cdot M_и}{(B-d)\cdot[\sigma]}}=\sqrt{\frac{6\cdot 338{,}4\cdot 10^3}{(60-32)\cdot 90}}$ =28,4 мм.

Принимаем h=29 мм.

Диаметр оси блока $d_ц$=0,9·h=0,9·29=26 мм. Принимаем $d_ц$=26 мм.

Диаметр оси блока из условия прочности на изгиб

$$\sigma_и=\frac{M_и}{W}\le[\sigma], \qquad (2.32)$$

где [σ] – допускаемые напряжения, для стали 45 [σ]=120–140 МПа;

$M_и$ – изгибающий момент, $M_и=\frac{Q\cdot g\cdot l_p}{4}$.

$$M_и=\frac{2000\cdot 9{,}81\cdot 69}{4\cdot 1000}=338{,}4 \text{ Нм}.$$

$$d_o=\sqrt[3]{\frac{32\cdot M_и}{[\sigma]\cdot\pi}}=\sqrt[3]{\frac{32\cdot 338{,}4\cdot 10^3}{130\cdot 3{,}14}}=29{,}8 \text{ мм}.$$

Принимаем $d_о$=30 мм. Принимаем ширину серьги b_1=2·$d_о$=2·30=60 мм.

Проверяем серьгу на растяжение в опасном сечении:

$$\sigma=\frac{Q\cdot g}{2\cdot(b_1-d_0)\cdot\delta}=\frac{2000\cdot 9{,}81}{2\cdot(60-30)\cdot 5}=65 \text{ МПа}<130 \text{ МПа}.$$

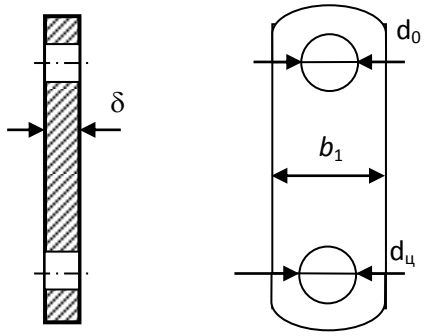


Рисунок 2.34 – Схема серьги

Под блок принимаем подшипник скольжения из бронзы БрАЖЗЛ [p]=20 МПа. Длину втулки определяем по удельному давлению

$$p = \frac{Q \cdot g}{d_0 \cdot l_в} \le [p], \qquad (2.33)$$

$$l_в = \frac{2000 \cdot 9{,}81}{30 \cdot 20} = 32{,}3 \text{ мм.} \quad \text{Принимаем } l_в = 33 \text{ мм.}$$

5 *Определение частоты вращения блока*

$$n_{бл} = \frac{60 \cdot V_{гр} \cdot K_п}{\pi \cdot D_{бл}} = \frac{60 \cdot 0{,}3 \cdot 2}{3{,}14 \cdot 0{,}20} = 57{,}30 \text{ об./мин.}$$

Под блок принимаем шариковый радиальный подшипник качения, который выбираем по динамической грузоподъёмности *C* два под блок.

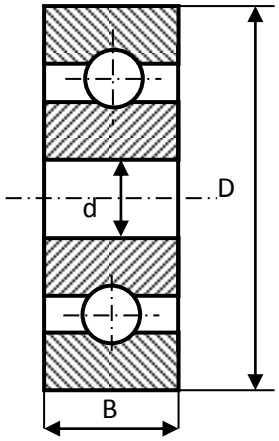


Рисунок 2.35 – Схема подшипника

Подшипник по ГОСТ 8338 75 средней серии № 306 *C*=28,1 кН; *d*=30 мм; *D*=72 мм; *B*=19 мм.

Долговечность подшипника в часах:

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n_{бл}} \left(\frac{C}{F_{пр}}\right)^m, \quad (2.34)$$

где m – показатель степени, m=3 для подшипника качения;

$F_{пр}$=VXF$_г$K$_т$ K$_д$ – приведённая нагрузка;

V=1,2 – коэффициент, учитывающий, какое из колец вращается;

X=1 – коэффициент радиальной нагрузки;

F$_г$ – радиальная нагрузка, $F_г = \frac{Q \cdot g}{2} = \frac{2000 \cdot 9{,}81}{2}$ =9810 Н (два подшипника);

K$_т$ – температурный коэффициент, K$_т$=1;

K$_д$ – коэффициент динамичности, K$_д$=1.

$$F_{пр}=1{,}2 \cdot 9810=11770 \text{ Н}.$$

$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot 57{,}30} \left(\frac{28{,}1}{11{,}770}\right)^3$=3958 часа, что намного меньше заданного срока службы – 10000 часов. Принимаем подшипник тяжёлой серии № 406 C=47,0 кН, d=30 мм; D=90 мм; B=23 мм.

$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot 57{,}3} \left(\frac{47{,}0}{11{,}770}\right)^3$=18520 часов>10000 часов.

6 Определение требуемой мощности для привода механизма подъёма

$$P_{тр} = \frac{g \cdot Q \cdot V_{гр}}{1000 \cdot \eta_o}, \quad (2.35)$$

где η_o – КПД привода, $\eta_o = \eta_{пм}\eta_п\eta_б$= 0,98·0,99·0,98=0,95.

$$P_{тр} = \frac{9{,}81 \cdot 2000 \cdot 0{,}3}{1000 \cdot 0{,}95} = 6{,}196 \text{ кВт}.$$

Выбираем встраиваемый двигатель серии 4АВ132М8У3 исполнения 1М5010 P$_{дв}$=6 кВт при тяжёлом режиме работы, а так как по заданию лёгкий режим работы, то принимаем $P_{дв} < P_{тр}$. Частота вращения двигателя $n_{дв}$=690 об./мин = n$_{ас}$ при $n_с$=750 об./мин, маховый момент m·D^2=23,2·10^{-2} кг·м^2, $\frac{T_п}{T_н}$=1,9; $\frac{T_{мах}}{T_н}$=2, диаметр вала двигателя $d_в$=38 мм, масса двигателя m=49,2 кг, наружный диаметр двигателя d$_{30}$=225 мм.

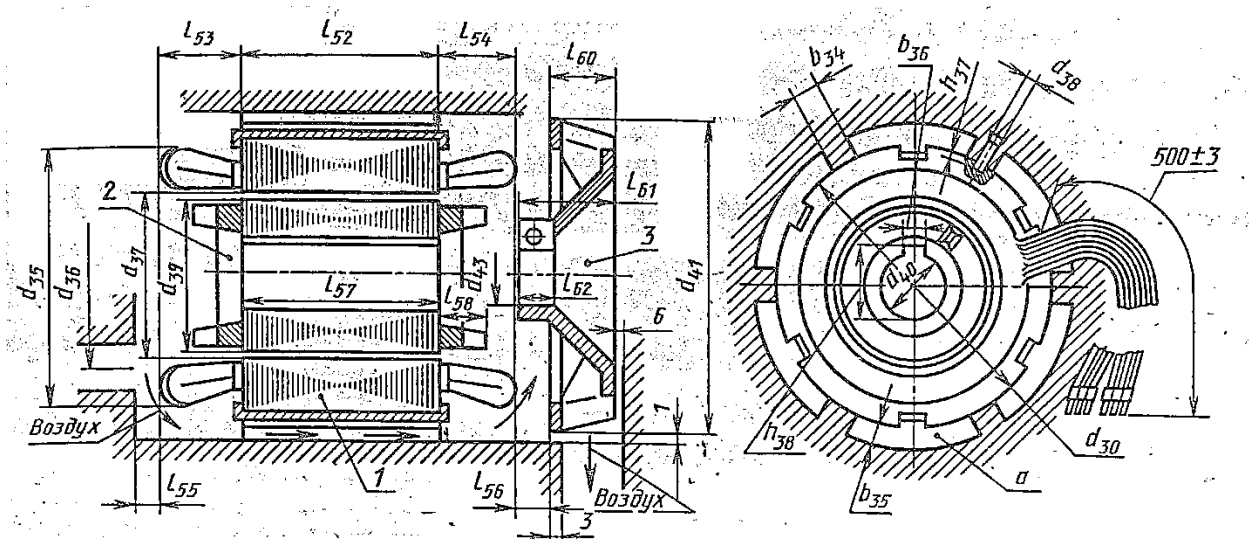


Рисунок 2.36 – Схема электродвигателя серии 4АВ

7 Определение размеров барабана

Внутренний диаметр барабана принимаем равным $d_{вн}$=225 мм для обеспечения установки двигателя. Так как толщина стенки барабана должна быть не меньше 8 мм, то диаметр барабана принимаем $D_б$=245 мм. Толщина стенки $\delta=\frac{D_б - d_{вн}}{2}=\frac{245-225}{2}$=10 мм.

Длина барабана

$$L_б=Z\cdot p, \tag{2.36}$$

где Z – общее число витков барабана, $Z= Z_p+Z_з+Z_д$;

Z_p – рабочее число витков;

$Z_з$ – число витков, необходимое для крепления каната к барабану $Z_з$ =1,5;

$Z_д$ – дополнительное число витков для разгрузки крепления каната на барабане, $Z_д$ =1,5;

p – шаг навивки каната на барабан, $p=d_k$+2–3 мм=9,9+2,1=12 мм.

$$Z_p=\frac{L_k}{\pi\cdot D_б}, \tag{2.37}$$

где L_k – длина каната, наматываемого на барабан, $L_k=H\cdot K_n$ =4,8·2=9,6 м.

$$L_б=(1,5+\frac{9,6}{3,14\cdot 0,245}+1,5)\cdot 12=185,7 \text{ мм}.$$

Принимаем $L_б$=200 мм.

Глубина канавки c=(0,25–0,4)·d_k=(0,25–0,4)·9,9=2,5–4,0 мм. Принимаем с=4 мм.

8 Проверка барабана на прочность

Так как отношение $\frac{L_б}{D_б}=\frac{200}{245}$=0,816<3, то проверяем только на сжатие стенки барабана.

Принимаем материал барабана сталь 25Л, тогда $[\sigma]_{сж}$=176 МПа для лёгкого режима работы.

Действительные напряжения сжатия стенок барабана определим по формуле

$$\sigma = \frac{F_{мах}}{p\delta} = \frac{9909}{12 \cdot 10} = 85{,}6 \text{ МПа} < [\sigma]_{сж} = 176 \text{ МПа}.$$

Условие прочности выполняется.

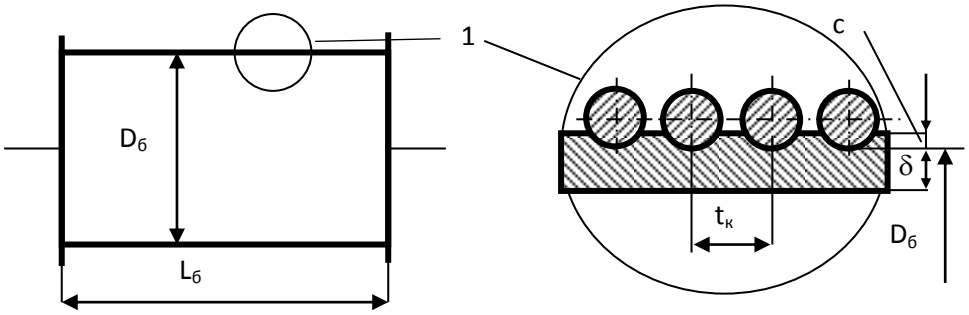


Рисунок 2.37 – Схема барабана

9 Определение передаточного числа привода

$$u = \frac{n_{дв}}{n_б} = \frac{n_{дв} \cdot \pi \cdot D_б}{60 \cdot V_{гр}}. \quad (2.38)$$

$$u = \frac{690 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}245}{60 \cdot 0{,}3} = 29{,}5.$$

Принимаем зубчатые колёса цилиндрического двухступенчатого соосного редуктора типа 2Ц2С-100, с передаточным числом 31,5. Редуктор Ц2С-100. Масса редуктора m=45 кг. Момент на тихоходном валу $T_р$=0,5 кНм, диаметр вала редуктора $d_в$=45 мм. Отклонение передаточного числа составило 6,3%<15%.

10 Выбор муфты

Расчётный момент

$$T_р = K_1 \cdot K_2 \cdot T_{ст}, \quad (2.39)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий степень ответственности соединения, K_1=1,3 для механизма подъёма;

K_2 – коэффициент, учитывающий режим работы для лёгкого режима K_2=1,1;

$T_{ст}$ – момент при установившемся режиме работы.

$$T_{ст} = \frac{D_б \cdot Q \cdot g}{4 \cdot a \cdot u \cdot \eta_п \cdot \eta_{нбл}} = F_{мах} \cdot \frac{D_б}{2 \cdot u} = 9909 \cdot \frac{245}{2 \cdot 31{,}5} = 38535 \text{ Н·м}.$$

$$T_р = 1{,}3 \cdot 1{,}1 \cdot 38535 = 55105 \text{ Н·мм} = 55{,}105 \text{ Н·м}.$$

Принимаем зубчатую муфту с моментом [Т]=710 Нм, диаметр отверстия под вал $d_в$=38 мм, наружный диаметр муфты $D_м$=145 мм. Момент инерции муфты $J_м$=0,12 кг·м^2.

11 Проверка двигателя в период пуска

Проводится по условию

$$\psi = \frac{T_{Пмах}}{T_н} \le [\psi], \tag{2.40}$$

где ψ – коэффициент перегрузки двигателя.

$[\psi]$ – допустимый коэффициент перегрузки, для легкого режима $[\psi]$=2.

$$T_{Пмах}=1{,}33T_П=1{,}33\left(\frac{Q\cdot g\cdot D_б}{2\cdot a\cdot u\cdot \eta_o}+\frac{Q\cdot D_б\cdot V_{гр}}{2\cdot a\cdot u\cdot \eta_o\cdot t_n}+\frac{c\cdot J_1\cdot n}{9{,}55\cdot t_n}\right), \tag{2.41}$$

где J_1 – момент инерции быстроходного вала,

J_1=J$_р$+J$_м$=$\frac{23\cdot 10^{-2}}{4}$ + 0,12=0,177 кг·м^2;

t_n=1 с – время пуска;

c=1,1 – коэффициент, учитывающий влияние тихоходных валов.

$$T_{Пмах}=1{,}33\left(\frac{2000\cdot 9{,}81\cdot 0{,}245}{2\cdot 2\cdot 31{,}5\cdot 0{,}99\cdot 0{,}98}+\frac{0{,}245\cdot 0{,}3\cdot 2000}{2\cdot 2\cdot 31{,}5\cdot 0{,}99\cdot 0{,}98}+\frac{1{,}1\cdot 0{,}177\cdot 690}{9{,}55\cdot 1}\right)=$$

=1,33·54,592=72,607 Н·м.

Номинальный момент двигателя T$_н$=$\frac{P}{\omega}=\frac{30\cdot P}{\pi\cdot n}=\frac{30\cdot 6000}{3{,}14\cdot 690}$=83,07 Н·м.

$$\psi=\frac{72{,}607}{83{,}07}=0{,}874<[\psi]=2.$$

Условие выполняется.

12 Выбор и проверка тормоза

Тормоз устанавливается на валу двигателя.

Расчётный тормозной момент

$$T_{Tp}=\beta\cdot T_{cmT}, \tag{2.42}$$

где β – коэффициент, учитывающий режим работы, для лёгкого режима β=1,5;

T_{cmT} – тормозной момент при установившемся режиме работы,

$$T_{cmT}=\frac{Q\cdot g\cdot D_б\cdot \eta_o}{2\cdot a\cdot u}=\frac{2000\cdot 9{,}81\cdot 0{,}245\cdot 0{,}99\cdot 0{,}98}{2\cdot 2\cdot 31{,}5}$$=34,747 Н·м.

T_{Tp}=1,5·34,747=52,12 Н·м.

Выбираем тормоз колодочный для электротали. Нормальное усилие на колодках

$$F_T=\frac{T_{cm}}{D_T\cdot f}, \tag{2.43}$$

где D_T – диаметр тормозного барабана. Принимаем тормозной барабан диаметром D_T=100 мм;

f – коэффициент трения асбестовой накладки о стальной барабан, f=0,4.

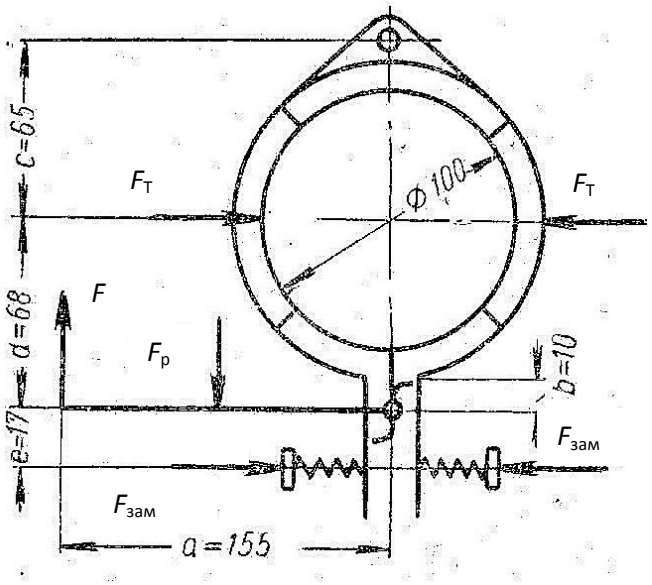


Рисунок 2.38 – Схема тормоза

$$F_T = \frac{34{,}747}{0{,}1 \cdot 0{,}4} = 869 \text{ Н}.$$

Усилие замыкания

$$F_{зам} = \frac{F_T \cdot c}{c + d + e}, \tag{2.44}$$

где c, d, e – размеры тормоза, принимаем c=65 мм, d=68 мм, e=17 мм.

$$F_{зам} = \frac{869 \cdot 65}{150} = 377 \text{ Н}.$$

Усилие размыкания

$$F = \frac{F_T \cdot c}{c + d} \cdot \frac{b}{a \cdot \eta}, \tag{2.45}$$

где a=155 мм, b=10 мм;

η=0,85 КПД шарниров.

$$F = \frac{869 \cdot 65}{133} \cdot \frac{10}{155 \cdot 0{,}85} = 34{,}2 \text{ Н}.$$

Требуемое усилие электромагнита с учётом силы веса рычага $F_р$=2 Н.

$$F_М = F + \frac{F_p}{2} = 2 + 34{,}2 = 36{,}2 \text{ Н}.$$

Требуемый ход электромагнита при отходе колодок на величину ε=0,1 мм и допускаемом износе обкладок δ=0,5 мм.

$$h = (\varepsilon + \delta)\frac{d + c}{c} \cdot \frac{a}{b} = (0{,}1 + 0{,}5) \cdot \frac{133}{65} \cdot \frac{156}{10} = 19 \text{ мм}.$$

Принимаем электромагнит КМТ-100, у которого ход якоря 20 мм, тяговое усилие F=80 Н.

Проверка тормоза по удельному давлению $p=\frac{F_T}{\ell \cdot B}$ <[p]=0,6 МПа,

где ℓ – длина обкладки, ℓ=55 мм;

B – ширина обкладки, B=25 мм.

$$F_T=\frac{869}{55 \cdot 25}=0{,}6 \text{ МПа}=[p]=0{,}6 \text{ МПа}.$$

Условие выполняется.

Расчет механизма подъема с ручным приводом

Основные требования:

1. Q≤10000Н (1 т.).
2. Усилие на рукоятке $F_р \leq 150$Н – при длительной работе, $F_р \leq 250$Н – при кратковременной работе.
3. Длина плеча рукоятки $l = 250–350$ мм.
4. Высота расположения рукоятки $h = 1000$ мм, при высоте $h > 1000$ мм устанавливают звездочку с цепью (усилие на цепи не более 400 Н).

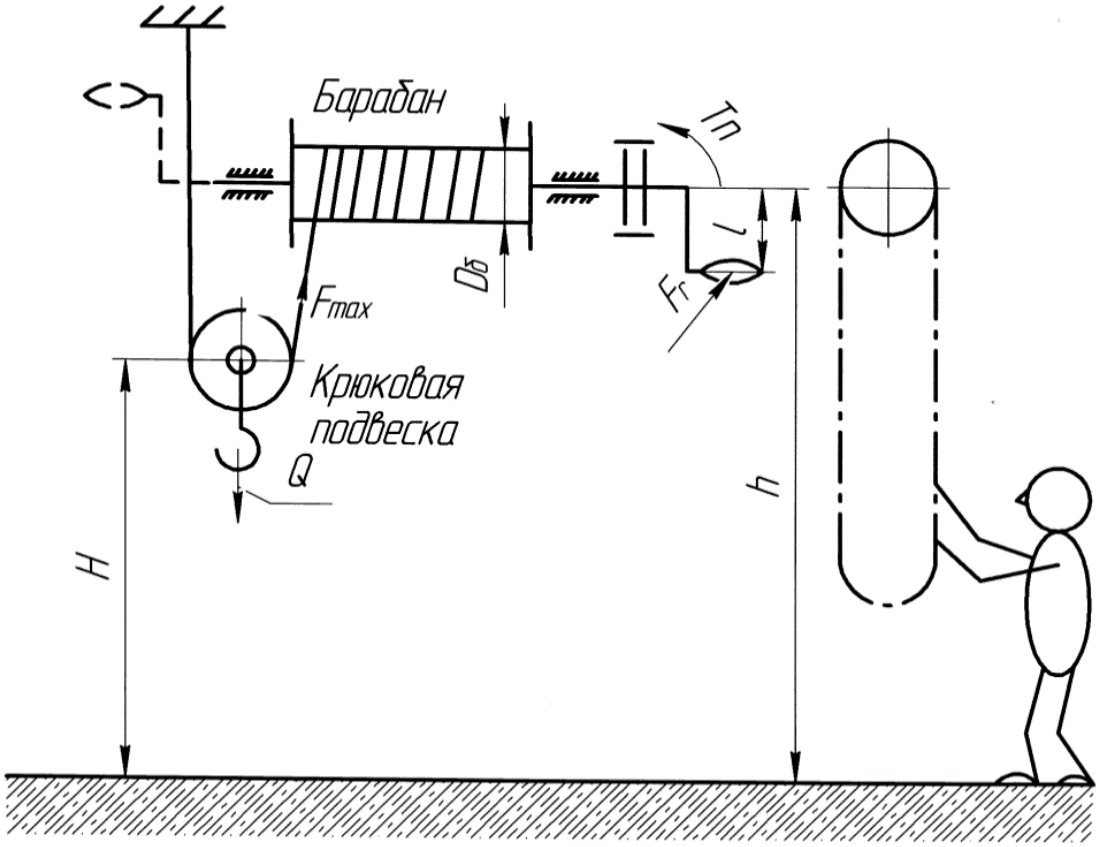


Рисунок 2.39 – Схема механизма подъема с ручным приводом

Порядок расчета:

1. Определение силы натяжения каната и его выбор, расчет подвески

$$F_{\max} = \frac{\Sigma Q}{a \cdot \eta_o}, \quad (2.46)$$

где ΣQ – общий вес груза, подвески и каната;

a – кратность полиспаста;

η_o – общий КПД.

2. Определение размеров барабана и расчет его на прочность.
3. Определение вращающего момента на валу барабана

$$T_б = \frac{F_{\max} \cdot D_б}{2} = \frac{\Sigma Q \cdot D_б}{a \cdot \eta_o \cdot 2}. \quad (2.47)$$

4. Определение вращающего момента на приводном валу привода

$$T_п = F_р \cdot l \cdot z \cdot \varphi, \quad (2.48)$$

где z – количество рукояток (z=2),

φ – коэффициент согласованности (φ=0,75 для двух рабочих).

5. Определение передаточного числа механизма привода

$$U = \frac{T_б}{T_п \cdot \eta_{пр}}. \quad (2.49)$$

6. Если $U \geq 1$, устанавливают открытую зубчатую передачу и делают ее расчет.
7. Расчет тормоза или останова.

Домкраты

Домкраты предназначены для вертикального подъема груза на небольшую высоту; при некотором усложнении конструкции возможно и незначительное горизонтальное перемещение поднятого груза. Эти подъемные механизмы применяются при монтаже, сборке и ремонте машин, а также в качестве вспомогательных приспособлений при погрузочных работах. Скорость подъема груза домкратами обычно 1–1,5 м/мин. Поэтому инерционные усилия при расчете их не учитываются. Домкраты бывают механические, гидравлические и реже – пневматические.

Механические домкраты могут быть ручные и с электроприводом, гидравлические – с ручным или приводным насосом либо с гидротолкателем.

По конструкции механические домкраты делят на винтовые, реечные, рычажно-реечные и специальные.





Рисунок 2.40 – Домкраты

Винтовые домкраты. Грузоподъемность переносных домкратов для вертикального перемещения регламентирована ГОСТами.

Переносный домкрат (рисунок 2.41) состоит из корпуса 6, в который запрессована бронзовая втулка-гайка 4 с трапецеидальной нарезкой, винта 5 и опоры 1. Винт 5 перемещается при вращении рукоятки 3. Чтобы опора домкрата хорошо прилегала к поднимаемому грузу, ее делают самоустанавливающейся. Качающуюся опору 1 закрепляют на головке винта фасонной гайки 2. При подъеме груза опора не вращается.

Винтовые домкраты делают самотормозящимися, вследствие чего они безопасны в эксплуатации. Винт домкрата изготавливают из стали 40 и 45, твердость головки винта HRC = 40–45.

Как известно, коэффициент полезного действия самотормозящихся винтов всегда меньше 0,5, что является их главным недостатком. Для самоторможения винтовых домкратов необходимо соблюдать следующее условие: $\varphi < \rho$ (где φ – угол подъема средней винтовой линии; ρ – угол трения, $f = tg\rho$).

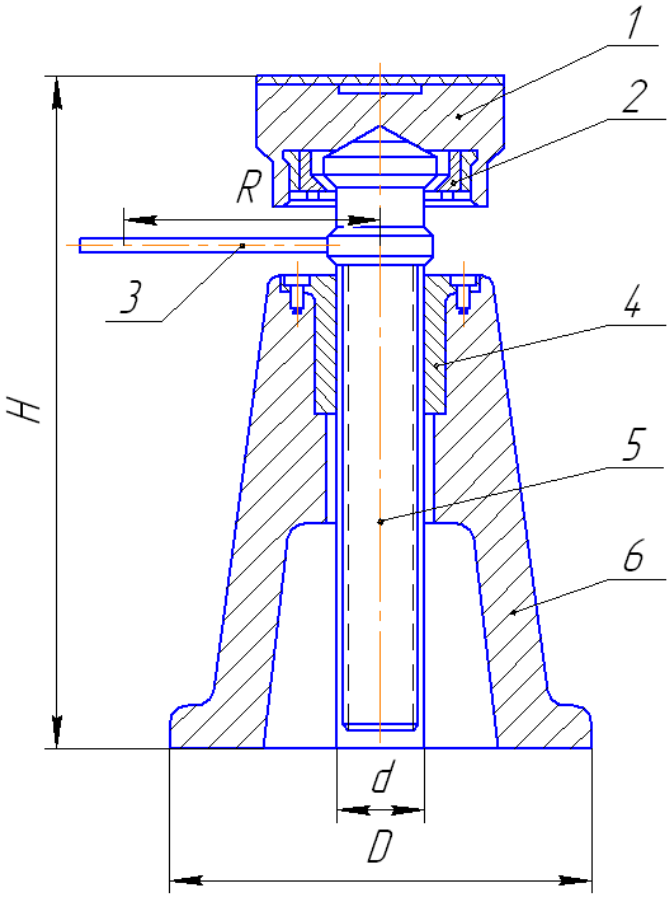


Рисунок 2.41 – Винтовой подъемный домкрат

При коэффициенте трения f=0,1 угол ρ = 6°, угол φ должен быть 4–5°.

При расчете ручных домкратов необходимо определить усилие рабочего K, требуемое для подъема заданной массы груза Q. Это усилие при плече приложения R равно (рисунок 2.41):

$$K = \frac{Qgtg(\varphi + \rho)r_{ср}}{R}, \text{ Н}, \tag{2.50}$$

где Q – масса поднимаемого груза (грузоподъемность домкрата), кг;

$r_{ср}$ – средний радиус нарезки винта, м.

С учетом трения между головкой винта и качающейся опорой

$$K = \frac{Qg\left[tg(\varphi + \rho)r_{ср} + f_1 r_1\right]}{R}, \tag{2.51}$$

где f_1 – коэффициент трения между головкой винта и опорой;

r_1 – средний радиус опорной поверхности головки винта.

Винты домкратов изготавливают с прямоугольной, трапецеидальной и реже с упорной резьбой.

Коэффициент полезного действия винтового домкрата:

без качающейся поворотной опоры

$$\eta = \frac{tg\varphi}{tg(\varphi + \rho)}; \tag{2.52}$$

при наличии поворотной опоры

$$\eta = \frac{tg\varphi}{tg(\varphi + \rho) + \dfrac{f_1 r_1}{r_{ñð}}}. \tag{2.53}$$

Винт домкрата работает на сжатие и кручение. Высокие винты необходимо проверять на продольный изгиб. При внецентренной нагрузке винт работает на поперечный изгиб.

Напряжение сжатия в винте

$$\sigma_{сж} = \frac{4Qg}{\pi d_{вн}^2}. \tag{2.54}$$

Напряжение кручения

$$\tau = \frac{T_{кр}}{W} \approx \frac{KR}{0{,}2d_{вн}^3}, \tag{2.55}$$

где $T_{кр}$ – крутящий момент, воспринимаемый винтом, Н·мм;

W – момент сопротивления тела винта кручению, мм^3;

$D_{вн}$ – внутренний диаметр резьбы, мм.

Результирующее напряжение при $\sigma_{сж} > \tau$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 4\tau^2} \le [\sigma], \tag{2.56}$$

а при $\sigma_{сж} < \tau$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 3\tau^2} \le [\sigma]. \tag{2.57}$$

Для винтов, изготовленных из стали 40, принимается допускаемое напряжение [σ] = 100 МПа.

Резьбу винта проверяют на смятие.

Реечные домкраты. Реечный домкрат (рисунок 2.42 *а*) состоит из корпуса 1, рейки 2, реечной шестерни 3, передаточных шестерен 4 и рукоятки 5. Рейка 2 перемещается реечной шестерней 3, приводимой в движение рукоят-

кой 5 через шестерни 4. Шестерни сидят на осях, закрепленных в корпусе домкрата. В зависимости от грузоподъемности рейка перемещается одной, двумя или тремя зубчатыми парами. Достоинством этих домкратов является высокий КПД. Изготовляют их с храповым остановом или с безопасной рукояткой. Для компактности реечную шестерню делают с минимальным числом зубьев (до четырех). Схема сил, действующих на рейку, показана на рисунке 2.42 *б*.

Рейку рассчитывают на сжатие от веса поднимаемого груза и на изгиб от суммарного момента M_u (Н·м):

$$M_u = \frac{P_1 l_1 l_2}{l_1 + l_2} + Qgc, \tag{2.58}$$

где P_1 – поперечная сила, передаваемая на рейку от реечной шестерни.

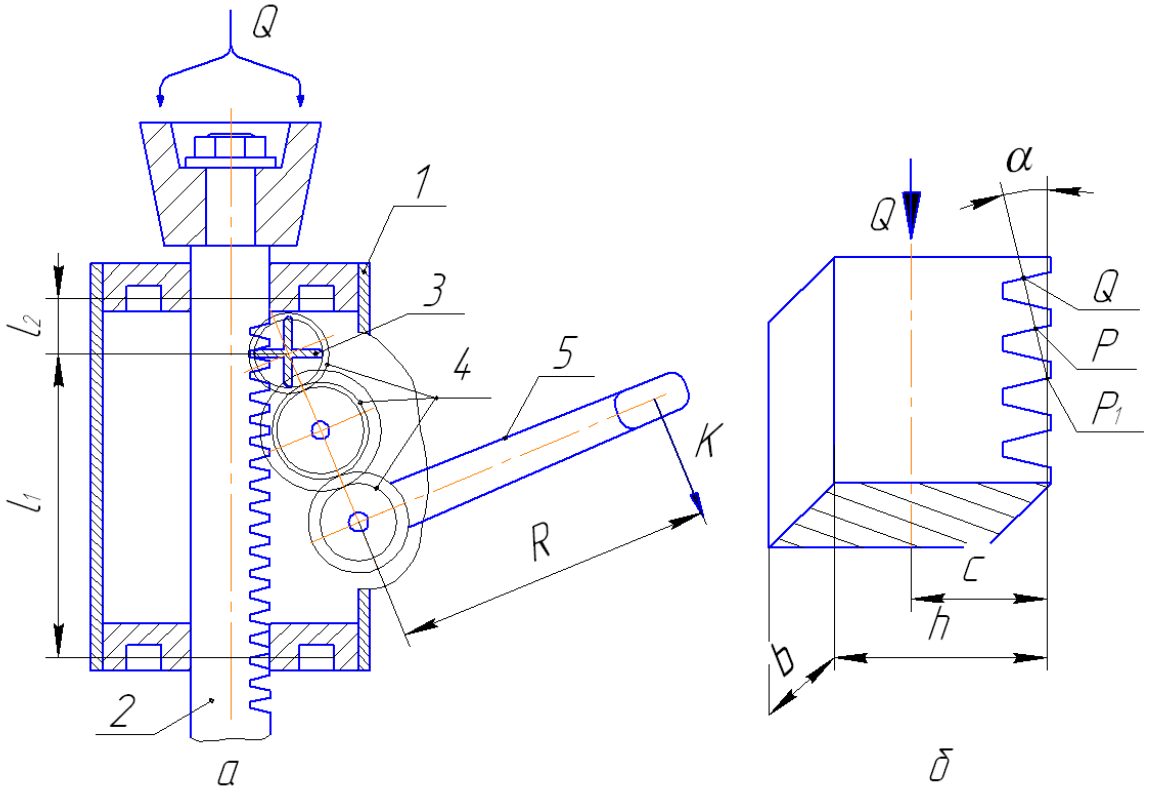


Рисунок 2.42 – Реечный домкрат

$$P_1 = Q \cdot g \cdot tg\alpha, \tag{2.59}$$

где α – угол зацепления.

Суммарное напряжение в рейке

$$\sigma = \sigma_{сж} + \sigma_u = \frac{Qg}{F} + \frac{M_u}{W} \le [\sigma], \tag{2.60}$$

где $\sigma_{сж}$ – напряжение сжатия;

σ_u – напряжение изгиба;

F – площадь сечения рейки, равная $b \cdot h$, м^2;

W – момент сопротивления изгибу рейки $W = \frac{bh^2}{6}$ м^3.

Момент, создаваемый грузом относительно оси шестерни:

$$T_{гр} = Qg\frac{d_1}{2}, \qquad (2.61)$$

где d_1 – диаметр делительной окружности шестерни, сцепляющейся с рейкой.

Момент на рукоятке привода домкрата

$$T_П = F_р \cdot R, \qquad (2.62)$$

где $F_р$ – усилие рабочего, Н;

R – плечо приложения усилия $F_р$, м.

Необходимое общее передаточное число домкрата:

$$U_{общ} = \frac{T_{гр}}{T_П \cdot \eta_{общ}}, \qquad (2.63)$$

где $\eta_{общ}$ – КПД всех передач домкрата.

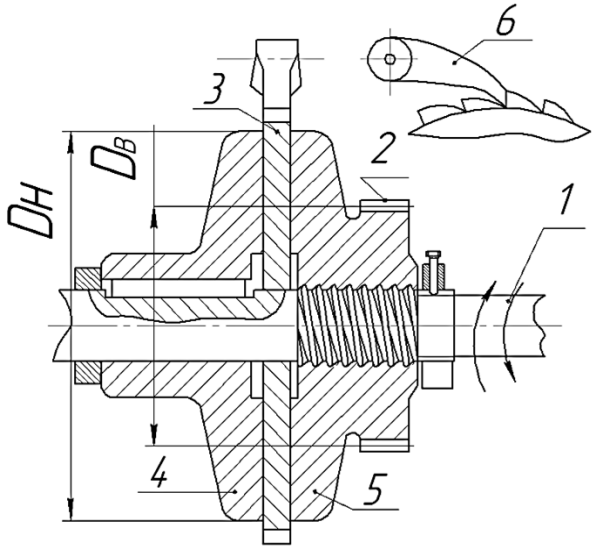
Гидравлические домкраты просты в изготовлении, надежны в эксплуатации, обладают большой грузоподъемностью и очень компактны, могут быть ручные и приводные, с постоянной (обычно небольшой) высотой подъема груза. Гидравлические домкраты предназначены для подъема и перемещения грузов при проведении монтажно-демонтажных работ в различных отраслях промышленности. Обладают повышенной грузоподъемностью и продолжительным сроком службы. Это достигается за счет применения высокопрочных сталей, современных опорно-уплотнительных элементов и рабочего давления до 70 МПа (700 бар). Полумуфты быстроразъемного соединения (БРС) позволяют держать домкрат в постоянной готовности к работе и предотвращают утечки рабочей жидкости из полости домкрата.

Шаговые домкраты поднимают груз на различные и значительные высоты в зависимости от размеров объемного цилиндра направляющей колонны, по которой перемещается подъемная часть этого устройства.

Автоматические грузоупорные тормоза и их расчёт

На сельскохозяйственных предприятиях в механизмах грузоподъемных устройств чаще всего применяют *автоматические грузоупорные тормоза*. Их применяют как в ручных, так и в механических подъемных механизмах с цилиндрическими зубчатыми передачами, например лебедках, электроталях.

На рисунке 2.43 показан дисковый грузоупорный тормоз с размыкающимися поверхностями трения, состоящий из храпового колеса 3, свободно установленного на валу 1, и двух тормозных дисков 4 и 5. Диск 4 шпонкой зафиксирован на валу, а диск 5, выполненный как единое целое с ведущей шестерней 2, навинчен на резьбу вала. При вращении вала в сторону подъема шестерня сдвигается (на рисунке влево) и зажимает храповое колесо между дисками. При этом собачка 6 проскальзывает по зубьям храповика, не препятствуя его вращению. При остановке вала зажатый храповик фиксируется собачкой, и тормоз удерживает груз на весу. Вращение вала в обратную сторону сдвинет шестерню по винту вправо, тормоз разомкнётся, и груз начнет ускоренно опускаться. В этот момент шестерня 2, двигаясь быстрее вала 7, снова переместится влево и зажмет храповик. После некоторых повторений этого процесса установится непрерывное скольжение трущихся поверхностей, и груз начнет равномерно опускаться.



1 – вал; 2 – шестерня; 3 – храповое колесо; 4 – неподвижный тормозной диск; 5 – подвижный тормозной диск; 6 – собачка

Рисунок 2.43 – Дисковый грузоупорный тормоз

Для надёжности стопорения вводят коэффициент запаса торможения:

$$\beta = \frac{T_{\text{тр}}}{T_{\text{тр гр}}}, \tag{2.64}$$

где $T_{\text{тр}}$ – момент от сил трения между дисками;

$T_{\text{тр гр}}$ – момент на шестерне 2, создаваемый грузом.

Для обеспечения плавности пуска рекомендуется принимать коэффициент запаса торможения $\beta = 1{,}2–1{,}25$, угол подъёма резьбы $\alpha = 12–20°$.

При расчёте тормоза определяют средний диаметр дисков:

$$D_c = \beta \cdot \frac{d_{cp} \cdot tg(\alpha + \rho)}{f \cdot (z - \beta)}. \tag{2.65}$$

Тормоз проверяют по удельному давлению:

$$p = \frac{4 \cdot F_a}{\pi \cdot (D_н - D_в)} \le [p]. \tag{2.66}$$

Сводятся к минимуму угол трения ρ (шлифовкой резьбы, применением бронзовой гайки) и шаг зубьев храповика.

На рисунке 2.44 показан дисковый грузоупорный тормоз с неразмыкающимися поверхностями трения. Тормоза такого типа чаще всего применяются при наличии в механизме подъема червячной пары.

Тормоз состоит из конического диска, закреплённого на валу червяка или выполненного как одно целое с валом, и диска, снабжённого коническим углублением, храповыми зубьями и пятой, которой он упирается в неподвижный корпус. Ось вращения собачки храпового соединения также закреплена на неподвижном корпусе.

Направление зубьев храпового колеса выбирается таким, чтобы диск мог свободно вращаться в сторону подъёма и удерживаться от вращения при опускании. При подъёме груза диски вращаются совместно и зубья храповика не препятствуют этому подъёму. При остановке диск (храповое колесо) удерживается собачкой, а диск прижимается к нему осевой силой F_a и нормальная F_n к поверхности конуса при взаимодействии дисков создаёт силу трения, удерживающую механизмы от вращения.

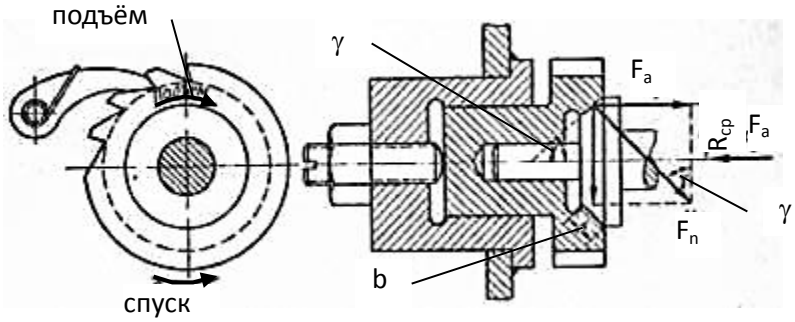


Рисунок 2.44 – Дисковый грузоупорный тормоз
с неразмыкающимися поверхностями трения

Угол γ конуса во избежание заклинивания рекомендуется брать не менее 15° (значение должно быть больше угла трения фрикционных поверхностей). При $\gamma = 90°$ конусный тормоз превращается в однодисковый.

В качестве замыкающей силы используется осевая сила червяка F_a. Тормоза этого типа остаются замкнутыми как во время подъема, так и во время опускания груза, потому что направление осевой силы червяка зависит от направления силы тяжести груза и направления винтовой нитки червяка. Торможение происходит за счет трения между вращающимися и неподвижными конусными или дисковыми поверхностями.

Тормоза механизмов грузоподъемных машин устанавливают на любом валу с условием, что между валом и рабочим органом (барабаном и колесом) есть постоянная жесткая кинематическая связь при помощи зубчатых или червячных передач и зубчатых муфт. Обычно тормоз устанавливают на быстроходном валу, так как на нем действует минимальный крутящий момент, и тормоз получается наиболее компактным. Если же между электродвигателем и рабочим органом находится фрикционная или упругая втулочно-пальцевая муфта, тормоз должен быть установлен на каком-либо валу между муфтой и барабаном. В этом случае также предпочтительно смонтировать тормоз на валу с меньшим крутящим моментом. Часто в качестве тормозного шкива используют одну из полумуфт упругой втулочно-пальцевой муфты, установленных на валу редуктора.

2.5 Методы производства такелажных работ

Выбор метода производства монтажных работ и применяемой такелажной оснастки зависит от конструкции, массы и габаритов монтируемого оборудования, компоновки его на монтажной площадке, наличия грузоподъемных механизмов. Наиболее эффективным и прогрессивным способом монтажа является совмещенный или параллельный, при котором технологическое оборудование монтируют одновременно с выполнением строительных работ. Достоинством выполнения совмещенного монтажа является: возможность резкого сокращения сроков строительства, рациональное использование грузоподъемных механизмов и снижение стоимости строительства. Недостатком этого способа является то, что одновременно с общестроительными работами можно монтировать только оборудование, не имеющее точных приводных устройств и механизмов (аппараты, резервуары, отстойники, вращающиеся барабаны). Компрессоры, контрольно-измерительные приборы, двигатели при совмещенном методе монтировать нельзя. Одним из наиболее трудоемких видов работ при монтаже химических и нефтехимических заводов является монтаж крупногабаритных тяжеловесных вертикальных аппаратов (ректификационные колонны, абсорберы, скрубберы, колонны синтеза и др.). Выбор метода монтажа таких аппаратов должен базироваться на экономическом расчете и передовых методах производства монтажных работ.

При монтаже технологического оборудования применяются разные методы монтажа.

Метод скольжения, при котором аппарат поднимается за ложные штуцера (мачтами, порталом, кранами) или за захватные устройства, укрепленные на корпусе аппарата выше его центра тяжести, а низ аппарата, уложенный на сани или тележку, подтаскивается в процессе подъема при помощи трактора или лебедки. Методом скольжения можно монтировать не только аппараты колонного типа, но также и другие конструкции, например каркасы выхлопных труб высотой до 150 м, высокие этажерки вместе с оборудованием.

Метод поворота вокруг шарнира, который позволяет производить монтаж технологического оборудования с помощью мачт, порталов, шевров и самоходных кранов. Метод поворота вокруг шарнира эффективен при подъеме отдельно стоящих тяжелых аппаратов, устанавливаемых на низкие фундаменты. Для подъема вертикальных аппаратов таким методом могут быть использованы механизмы, имеющие грузоподъемность, значительно меньшую массы аппарата, при этом требуется меньше такелажной оснастки и совсем не требуется устройства рельсовых путей.

Метод выжимания является разновидностью метода поворота вокруг шарнира при монтаже тяжелых аппаратов. Сущность метода выжимания заключается в следующем. Поднимаемую конструкцию закрепляют в поворотном шарнире. К ней через жесткий шарнир или гибкие тросовые подвески крепят толкатели (подъемный портал), нижние концы которых устанавливают на рельсовые пути и соединяют полиспастами с поворотным шарниром поднимаемой конструкции. При стягивании полиспастов портал через подвески

или жесткий шарнир поворачивает конструкцию в вертикальное положение. Подъем оборудования и конструкций методом выжимания может быть эффективен в стесненных условиях, при невозможности использовать для подъема стреловые краны, при недопустимости горизонтальных усилий фундамент и при значительных поперечных размерах поднимаемого оборудования и сравнительно небольшой высоты.

Безъякорный метод также является разновидностью метода поворота вокруг шарнира. При подъеме вертикальных аппаратов и конструкций безъякорным методом подъемное устройство (портал или шевр) из горизонтального в исходное положение устанавливают с помощью грузовых полиспастов самого устройства, используя поднимаемое оборудование как якорь; после отрыва от земли подъем оборудования производится за счет натяжения тех же грузовых полиспастов. В процессе подъема аппарат и портал поворачиваются вокруг шарниров, соединенных между собой стяжкой для предотвращения горизонтального сдвига. Подъем оборудования безъякорным методом целесообразен при невозможности использовать на монтаже стреловые краны, а также при производстве работ в стесненных условиях. При безъякорием методе возникает замкнутая система уравновешивающих сил, исключающая действие горизонтальных нагрузок на фундамент. Применение этого метода исключает затраты на устройство боковых, передних и задних вант (расчалок) портала (шевра) и соответственно якорей для их крепления, так как при этом методе они не применяются.

Следует, иметь в виду, что метод скольжения, осуществляемый при помощи мачт, портального подъемника или кранов (гусеничных или башенных), экономически выгоден по сравнению с безъякорным методом и методом поворота вокруг шарнира при групповом монтаже аппаратов колонного типа, так как позволяет монтировать одну колонну за другой без смены такелажной оснастки.

При монтаже одного тяжеловесного аппарата выгоднее применять безъякорный метод или метод поворота вокруг шарнира, при этом надо учитывать затраты материала и времени на изготовление шарнира, а при безъякорном методе – на изготовление шевра. Следовательно, в каждом отдельном случае необходимо экономическое обоснование того или иного метода монтажа.

Анализ вышеперечисленных методов монтажа аппаратов колонного типа, различных этажерок и других конструкций показывает, что все эти прогрессивные методы эффективны для конкретных условий – для монтажа одного-двух аппаратов. На объектах с большим числом крупногабаритных тяжеловесных аппаратов, устанавливаемых в несколько рядов, на различных отметках особое значение приобретает использование башенных или модифицированных башенных кранов, предназначенных для эксплуатационных нужд.

Определение нагрузок на элементы такелажной оснастки при подъеме методом выжимания можно производить как аналитическим методом, так и графическим. Для определения нагрузок графическим методом необходимо

вычертить масштабную схему подъема конструкции (М 1:100 или М 1:200) в положении, для которого производится определение нагрузок (рисунок 2.45).

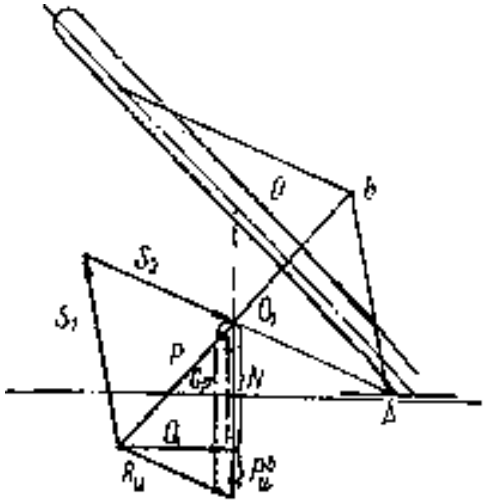


Рисунок 2.45 – Схема монтажа методом выжимания

Первоначально определяют положение центра тяжести поднимаемой конструкции или системы. Далее, через центр тяжести конструкции проводится вертикальная линия, пересеченная с осью подпорки. Найденная точка пересечения O_1 соединяется с осью поворотного шарнира A. Из точки O_1 откладывается в масштабе (1 мм – 1 т или 1 мм – 0,5 т) по вертикали вниз вектор силы тяжести поднимаемой конструкции G_p. Через нижний конец вектора G_p проводится линия, параллельная O_1A, до пересечения с осью подпорки. Полученный треугольник определяет величину и направление усилия в подпорке P и суммарную реакцию в шарнире $R_ш$.

Величина Q – усилия в полиспасте (без учета силы трения подпорки о рельсы) определяется прямой, параллельной оси полиспаста, проведенной от основания вектора силы P до пересечения с вектором G_P. При этом вектор G_P делится на два отрезка, по величине соответствующих давлению подпорок на рельсы N и вертикальному усилию в поворотном шарнире $P^в_ш$. Следует иметь в виду, что горизонтальная составляющая реакции в шарнире является внутренней силой и не передается на фундамент.

Для нахождения усилий в подвесках через нижний конец вектора P проводится линия, параллельная оси нижней подвески, через верхний – параллельная оси верхней подвески. Полученный при пересечении этих линий треугольник определяет величину и направление усилий S_1 и S_2.

Для построения графиков нагрузок и выбора расчетных усилий необходимо выполнить построение для различных стадий подъема с интервалом в 10°. Графическое определение нагрузок при самоподъеме портала осуществляется разложением приведенной массы оснастки на оси подпорки и на оси верхней подвески.

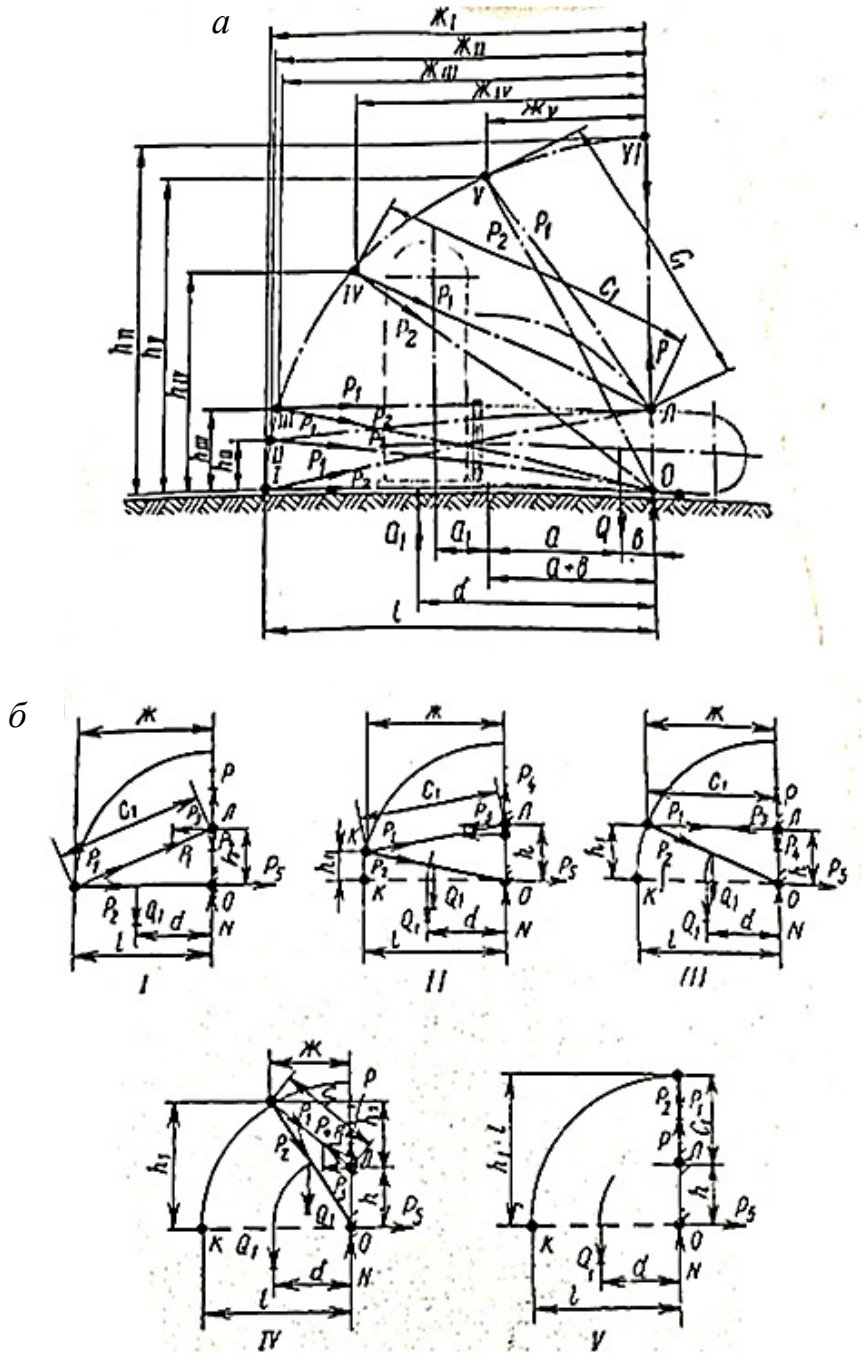
При определении схемы подъема безъякорным способом необходимо соблюдать следующие основные условия, при которых оснастка будет наиболее рациональной и легкой:

– выбирать и применять подъемный портал минимальной высоты и массы;

– выбирать схемы, при которых усилия в грузоподъемных полиспастах, при подъеме портала, будут равны или меньше усилий, необходимых для подъема основной конструкции;

– располагать опоры мачт портала так, чтобы оси их шарниров находились в вертикальной плоскости, проходящей через узлы строповки поднимаемой конструкции.

Рассмотрим схему монтажа аппарата безъякорным методом (рисунок 2.46).



а – аппарата; *б* – грузоподъемного механизма

Рисунок 2.46 – Схема монтажа безъякорным методом

В начальный момент подъема шевра усилие натяжение грузовых полиспастов определяется по формуле

$$\mathrm{P}_1 = \frac{Q_1 d c_1}{lh}, \tag{2.67}$$

где Q_1 – масса портала, т;

d – расстояние по горизонтали от центра тяжести портала до оси поворотного шарнира, м;

c_1 – расстояние от оголовка портала до места строповки конструкции, м:

$$c_1 = \sqrt{l^2 + h^2}, \tag{2.68}$$

где l – длина портала, м;

h – расстояние по вертикали от точки строповки до уровня земли, м.

Как видно из приведенной формулы, усилие P_1 изменяется прямо пропорционально величине c_1. Таким образом, в начале подъема портала P_1 будет иметь максимальное значение, в конце – минимальное.

Далее находим:

– расчетное усилие для подъема конструкции:

$$\mathrm{P} = \frac{Qa}{a+b}\, mc, \tag{2.69}$$

где Q – масса конструкции, т;

a – расстояние по горизонтали от шарнира конструкции до центра тяжести, м;

b – расстояние по горизонтали от центра тяжести конструкции до места крепления полиспаста, м;

$$c_1 = \sqrt{l^2 + h^2}, \tag{2.70}$$

где l – длина портала, м;

h – расстояние по вертикали от точки строповки до уровня земли, м;

– усилие в портале

$$\mathrm{P}_2 = \frac{Q_1 d}{h} = \frac{\mathrm{P}_1 l}{c_1}; \tag{2.71}$$

– горизонтальная составляющая усилия в месте строповки при подъеме портала

$$\mathrm{P}_3 = \mathrm{P}_2 = \frac{Q_1 d}{h} mc; \tag{2.72}$$

– вертикальная составляющая усилия в месте строповки при подъеме портала

$$\mathrm{P}_4 = \frac{P_1 h}{c_1} mc; \tag{2.73}$$

– горизонтальная составляющая усилия в опоре портала

$$\mathrm{P}_5 = \mathrm{P}_2 = \mathrm{P}_3 = \frac{Q_1 d}{h} mc; \tag{2.74}$$

– вертикальная составляющая реакции в опоре портала

$$N = \frac{Q_1 (l-d)}{l} mc. \tag{2.75}$$

Если высота оголовка от уровня земли больше высоты места строповки конструкции, то усилие, необходимое для подъема конструкции, определяется по формуле

$$P = \frac{Qa}{a+b}\, mc; \tag{2.76}$$

– усилие натяжения грузовых полиспастов

$$\mathrm{P}_1 = \frac{Q_1 d c_1}{lh};$$

$$c_1 = \sqrt{l^2 + h^2};$$

– усилие на портале

$$\mathrm{P}_2 = \frac{Q_1 d}{h} mc; \tag{2.77}$$

– усилие горизонтальной составляющей в месте строповки при подъеме портала

$$\mathrm{P}_3 = \frac{Q_1 d}{h} mc; \tag{2.78}$$

– усилие вертикальной составляющей усилия в месте строповки при подъеме портала

$$\mathrm{P}_4 = \frac{P_1 h}{c_1} mc; \tag{2.79}$$

– горизонтальная составляющая усилия в опоре портала

$$\mathrm{P}_5 = \mathrm{P}_3 = \frac{Q_1 d\text{ж}}{lh} = \frac{P_1 \text{ж}}{c_1} mc, \tag{2.80}$$

где *ж* – расстояние по горизонтали между оголовком портала и его опорой, м:

$$\text{ж} = \sqrt{l^2 - h_1^2};$$

– вертикальная составляющая реакции в опоре портала

$$N = \frac{P_2 h_1}{l} + \frac{Q_1 (l-d)}{l} mc. \tag{2.81}$$

Если высота оголовка портала от уровня земли меньше высоты места строповки, конструкции находятся на одной горизонтали, т.е. $h = h_1$, то усилие, необходимое при подъеме конструкции, определяется по формуле

$$P = \frac{Qa}{a+b}\, mc;$$

– усилие натяжения грузовых полиспастов:

$$\mathrm{P}_1 = \frac{Q_1 d c_1}{lh} mc; \tag{2.82}$$

$$c_1 = ж = \sqrt{l^2 - h^2}; \tag{2.83}$$

– усилие в портале

$$\mathrm{P}_2 = \frac{Q_1 d}{h} mc; \tag{2.84}$$

– горизонтальная составляющая усилия в месте строповки при подъеме портала

$$\mathrm{P}_3 = \mathrm{P}_1 = \frac{Q_1 d c_1}{lh} mc; \tag{2.85}$$

– вертикальная составляющая усилия в месте строповки при подъема портала

$$\mathrm{P}_4 = \frac{P_1 h}{c_1} mc; \tag{2.86}$$

– горизонтальная составляющая усилия в опоре портала

$$\mathrm{P}_5 = \mathrm{P}_1 = \mathrm{P}_3 = \frac{Q_1 d c_1}{lh} mc; \tag{2.87}$$

– вертикальная составляющая реакции в опоре портала

$$N = \frac{Q_1 (l-d)}{l} = \frac{\mathrm{P}_2 h}{l} mc. \tag{2.88}$$

Если высота оголовка портала от уровня земли больше высоты места строповки конструкции, т.е. $h_1 > h$, то усилие, необходимое для подъема конструкции, определяется по формуле

$$P = \frac{Qa}{a+b}\ mc;$$

– усилие натяжения грузовых полиспастов:

$$\mathrm{P}_1 = \frac{Q_1 d c_1}{lh} mc,$$

где

$$c_1 = \sqrt{ж^2 + h_2}; \tag{2.89}$$

$$h_2 = h_1 - h; \tag{2.90}$$

– усилие в портале

$$\mathrm{P}_2 = \frac{Q_1 d}{h} mc; \tag{2.91}$$

– горизонтальная составляющая усилия в месте строповки

$$\mathrm{P}_3 = \frac{Q_1 dж}{lh} mc; \tag{2.92}$$

– вертикальная составляющая усилия в месте строповки

$$\mathrm{P}_4 = \frac{P_3 h_2}{ж} mc; \tag{2.93}$$

– горизонтальная составляющая усилия в опоре портала

$$\mathrm{P}_5 = \mathrm{P}_3 = \frac{Q_1 dж}{lh} mc. \tag{2.94}$$

Если портал занимает вертикальное положение $h_1 = l$, $c_1 = l - h$, то

$$\mathrm{P}_1 = \mathrm{P}_2 = P, \tag{2.95}$$

$$\mathrm{P} = \frac{\mathrm{Qa}}{\mathrm{a+b}}\ \mathrm{mc}. \tag{2.96}$$

При подходе аппарата к вертикальному положению необходимо предусмотреть оттяжку, закрепленную к верху аппарата.

3 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ ПРИ МОНТАЖЕ КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

3.1 Монтажное проектирование санитарно-технических систем

Сущность монтажного проектирования заключается в определении конфигурации отдельных частей трубопроводов или воздуховодов и их строительных длин с учетом монтажного положения оборудования, а также в привязке отдельных частей системы к конструктивным элементам здания.

В практике при монтажном проектировании пользуются двумя методами: составлением монтажных эскизов по натуральным замерам и разработкой монтажных чертежей.

Первый метод сводится к тому, что монтажные эскизы составляют на основе проекта санитарно-технических устройств и замеров, выполненных непосредственно с натуры. Замеряют как раздельно для каждого вида, систем, так и комплексно, т. е. одновременно для всех видов санитарно-технических устройств. В настоящее время все шире применяют способ комплексных замеров, когда на объекте выполняют лишь контрольные замеры строительных конструкций, связанных со всеми видами санитарно-технических устройств. Контрольные замеры обрабатывают, сопоставляют их с проектными данными и составляют монтажные эскизы вне объекта строительства.

Замеры с натуры позволяют точнее определить размеры элементов систем и узлов, подлежащих изготовлению на специализированных заготовительных предприятиях. Однако этот метод значительно удлиняет сроки ввода объекта в эксплуатацию, так как только после готовности строительной части можно сделать замеры и составить эскизы монтажных узлов, передать их для изготовления на СЗП и начать монтаж систем на объекте. Недостатком этого метода является и то, что загрузка СЗП по изготовлению комплектов монтажных заготовок находится в полной зависимости от фронта работ на объектах. Во время интенсивной подготовки объектов к сдаче в эксплуатацию в цехах специализированных заготовительных предприятий создается перенапряжение. Это задерживает выполнение санитарно-технических работ и тормозит окончание строительных и отделочных работ. Зато, когда строительство помещений находится в начальной стадии, на производственных предприятиях возникает простой, нарушается поточный принцип производства изделий. Кроме того, монтажные организации вынуждены содержать большое количество замерщиков, которые порой не обладают достаточной квалификацией, и качество монтажных заготовок от этого снижается – в результате заготовки переделывают на объекте.

Сущность второго метода заключается в разработке монтажных чертежей без предварительных замеров с натуры на основе рабочих строительных чертежей и проекта санитарно-технических устройств с учетом других ком-

муникаций, например технологических трубопроводов или устройств электроснабжения. Монтажные чертежи разрабатывают обычно до начала строительства помещения, в чем и заключается их основное преимущество перед методом составления монтажных эскизов по замерам с натуры. Наличие монтажных чертежей до строительства помещений позволяет обеспечить ритмичность работы СЗП и сократить сроки ввода строительного объекта в эксплуатацию, т. е. закончить монтаж санитарно-технических систем технологического оборудования одновременно со строительными работами.

При этом методе зависимость между заготовкой монтажных узлов санитарно-технических систем и строительной готовностью объектов сводится к минимуму. Основным требованием к типовым проектам является высокий технический уровень строительной документации и соблюдение правил размерностей.

При разработке монтажных чертежей необходимо придерживаться следующих положений. Оси стояков систем отопления привязывают, как правило, к кромке у оконного проема. При одностороннем присоединении нагревательных приборов ось стояка во всех случаях должна быть на расстоянии 150 мм от кромки оконного проема. При двустороннем присоединении ось стояка привязывают к кромке оконного проема того помещения, по которому проходит стояк, при этом расстояние оси стояка до перегородки должно быть не менее 150 мм. Для труб диаметром до 32 мм расстояние от оси стояка до поверхности штукатурки стены принимают равным 35 мм. Нагревательные приборы привязывают к стояку исходя из следующих положений: расстояние от первой секции нагревательного прибора до кромки оконного проема при двустороннем присоединении к стояку должно быть не менее 150 мм; при одностороннем присоединении расстояние от оси до первой секции должно быть постоянным – 350 мм. Нагревательные приборы по вертикали привязывают к нулевой отметке или к отметке чистого пола соответствующего этажа, учитывая при этом, что расстояние от чистого пола до низа нагревательного прибора должно быть не менее 60 мм.

Ось канализационного стояка, а также стояки газоснабжения, холодного и горячего водоснабжения привязывают к основным строительным конструкциям (капитальным стенам или несущим панелям). Оси санитарных приборов и связанных с ними коммуникаций привязывают к оси канализационного стояка, а газовые приборы – к стояку газоснабжения. Водопроводные вводы располагают в плане на расстоянии не менее 2 м от канализационных выпусков. По вертикали расстояние между трубопроводами разных назначений принимают не менее 150 мм, причем водопроводные трубы накладывают выше канализационных. Расстояние между трубопроводом, электрическими и телефонными кабелями принимают не менее 0,5 м. В двухтрубных системах водяного отопления стояк горячей воды всегда устанавливают оправа, а стояк холодной воды – слева (если смотреть на стену из помещения). В системах парового отопления паровой стояк устанавливают справа от конденсационного. Расстояние между осями смежных неизолированных стояков диаметром до 32 мм принимают равным 80 мм; при большем диаметре это

расстояние принимают из условия удобства монтажа. Вертикальные подводки к кранам и смесителям располагают как и стояки, т. е. подводка горячей воды справа, а холодной – слева. Трубопроводы систем отопления и водоснабжения при пересечении с канализационными трубопроводами должны огибать их.

Как при разработке монтажных чертежей, так и при замерах с натуры определяют строительную длину деталей (рисунок 3.1). Она соответствует расстояниям между центрами соединительных частей или арматуры на разводящем трубопроводе или на стояках. Определяют также расстояния от центров соединительных частей и арматуры до точек пересечения осевых линий гнутых деталей или от оси стояка до радиаторной пробки нагревательного прибора и т. д. Строительную длину участков трубопроводов наносят на монтажные схемы.

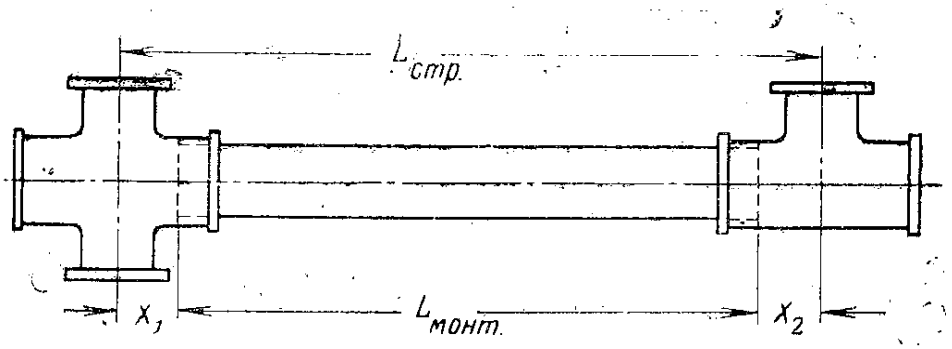


Рисунок 3.1 – Строительная и монтажная длина изделия

Монтажную схему трубопровода помещают на карте специальной формы (рисунок 3.2) и вычерчивают одной линией в аксонометрической проекции. На схеме указывают форму участков трубопроводов, фасонных частей и арматуры в условных обозначениях.

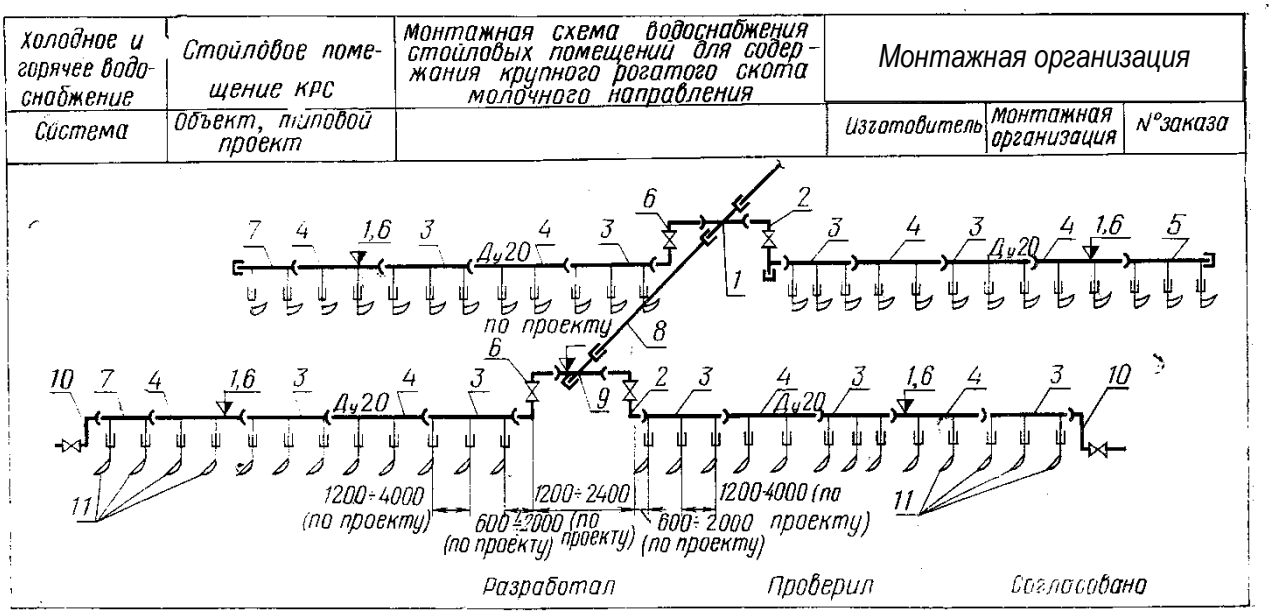


Рисунок 3.2 – Карта монтажной схемы системы водоснабжения коровника на 200 голов (фрагмент).

Цифрами 1, 2, 3, 4–11 обозначены номера монтажных узлов

В карте монтажной схемы приводят перечень монтажных узлов и заготовок, а также предусматривают графы для занесения номера и наименования организации-заказчика.

Схемы вентиляционных систем вычерчивают также одной линией независимо от сечения воздуховодов. Воздуховоды круглого сечения обозначают на схемах значком диаметра, а воздуховоды прямоугольного сечения – размерами его сторон, причем первая цифра обозначает ширину, а вторая – высоту воздуховода.

На монтажных схемах, как принято, обозначают места расчленения систем на узлы. Размеры и конфигурацию узлов определяют транспортабельностью, возможностями технологического оборудования СЗП, оптимальностью степени укрупнения их и удобством монтажа.

На каждый монтажный узел санитарно-технических систем составляют эскизы деталей, определяют количество, диаметры, монтажные и заготовительные длины их, делают расчеты гнутья и указывают длины резьб, определяют перечень и количество комплектующих изделий. Монтажный узел вычерчивают одной линией в аксонометрической проекции. Его вместе со всеми показателями помещают на карте монтажного узла. На рисунке 3.3 приведена карта монтажного узла 2 системы водоснабжения, представленной на рисунке 3.2.

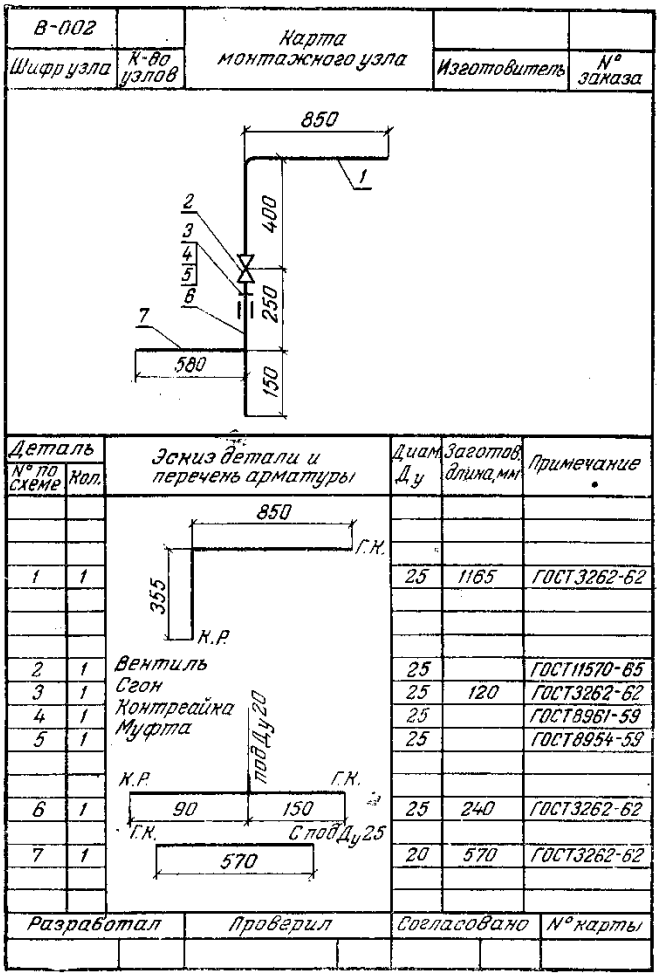


Рисунок 3.3 – Карта монтажного узла

Монтажные и заготовительные длины деталей определяют по строительным длинам. Монтажной длиной называют длину детали трубопровода без навернутой на нее соединительной части или арматуры. При соединении на резьбе монтажная длина ($L_м$) всегда меньше длины строительной ($L_с$). Разность $L_с$–$L_м$ составляет два скида – x_1 и x_1 (см. рисунок 3.1). Скидом называется величина, равная размеру от центра фасонной части до торца трубы детали. При отбортовке или развальцовке *($L_м$)* больше *($L_с$)*, так как в этом случае необходимо давать припуск на сгиб борта или на привальцовку кромки обреза в фаске фланца. Величина скида зависит от диаметра и типа соединительных частей или арматуры.

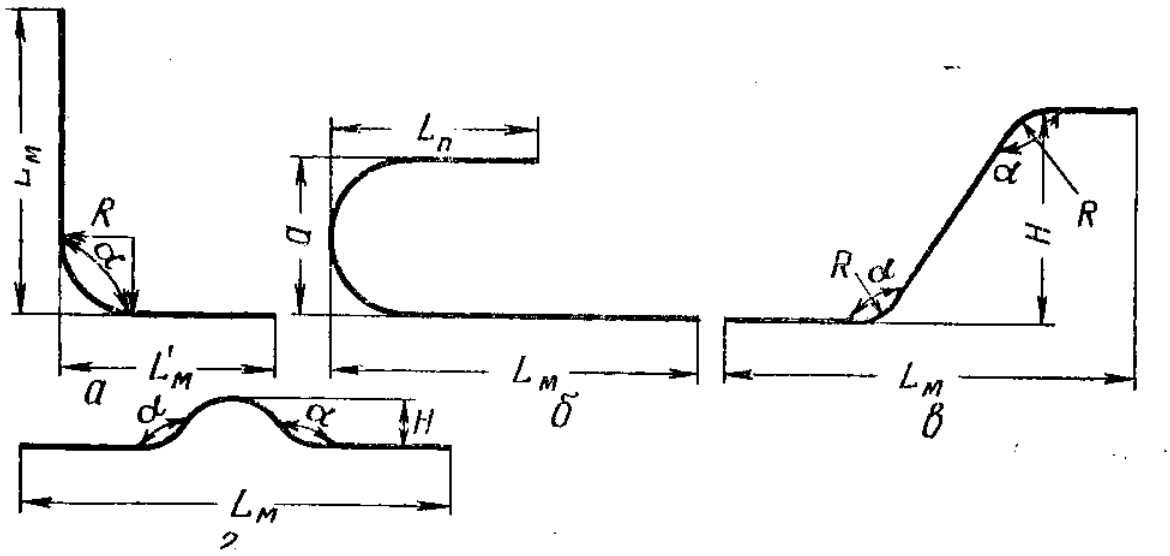
В таблице 3.1 приведены величины различных скидов на фасованные части и арматуру.

Для деталей из прямых отрезков труб заготовительная длина равняется монтажной. Заготовительная длина деталей трубопровода, на которых имеются изгибы (отводы, утки, и т. п.), не будет равна монтажной длине. При определении заготовительной длины этих деталей необходимо учитывать удлинение трубы (скид), происходящее из-за её изгибания, и припуски на прогиб (при изготовлении скоб, уток, калачей).

Монтажная длина гнутых деталей показана на рисунке 3.4.

Таблица 3.1 – Величины скидов на фасонные части и арматуру

Наименование соединительных частей или арматуры	Размеры скидов, мм, при диаметрах частей арматуры (в дюймах)					
	½	¾	1	1 ¼	1 ½	2
Прямые угольники, тройники и крестовины	17	20	24	29	32	38
Короткие муфты	5	5	6	6	6	6
Краны двойной регулировки	28	35	–	–	–	–
Длинные муфты	13	13	16	17	18	24
Проходные сальниковые бронзовые краны	47	59	66	77	93	109
То же, чугунные	57	64	81	97	113	129
Пробковые натяжные краны для газопроводов	32	39	51	62	93	109
Обратные клапаны	67	74	91	107	133	159
Запорные вентили	67	74	91	107	133	159



а – отвод; *б* – калач; *в* – утка; *г* – скоба
Рисунок 3.4 – Основные размеры гнутых деталей

Заготовительную длину отводов и полуотводов (рисунок 3.4 *а*) определяют по формуле

$$L_з = L'_м + L''_м - x, \quad (3.1)$$

где $L'_м + L''_м$ – монтажные длины колен отвода или полуотвода, мм;

x – величина скида, мм.

Заготовительную длину калача (рисунок 3.4 *б*) – по формуле

$$L_з = L_м + L_п + a - 2x, \quad (3.2)$$

где $L_м, L_п, a$ – длина участков калача, мм.

Таблица 3.2 – Величины скидов на отводы и полуотводы

Диаметр труб, дюйм	Радиус гнутья, мм	Величина скидов, мм, при угле гнутья	
		90°	135°
½	50	23	4
¾	65	30	4
1	85	42	5
1 ¼	105	50	7
1 ½	120	58	8
2	210	100	13
2 ½	300	142	19

Таблица 3.3 – Величины припусков для уток (рисунок 3.4 *в*)

Диаметр трубы, дюйм	Радиус изгиба труб *R,* мм	Высота вылета *H,* мм	Угол гнутья утки α, град	Величина припуска *Z,* мм
½	50	50	135	15
¾	65	60	135	17
1	85	90	135	31
1 ¼	105	100	135	37
1 ½	120	130	135	40

Для заготовки утки (рисунок 3.4 *в*) и скобы (рисунок 3.4 *г*) – по формуле

$$L_з = L_м + b, \quad (3.3)$$

где $L_м$ – монтажная длина, мм;
b – величина припуска, мм.

Таблица 3.4 – Величины припусков для скоб (рисунок 3.4 *г*)

Диаметр огибаемых труб, дюйм	Высота вылета скобы, H, мм	Диаметры труб, дюйм					
		½		¾		1	
		центральный угол гнутья α, град	величина припуска Z, мм	центральный угол гнутья α, град	величина припуска Z, мм	центральный угол гнутья α, град	величина припуска Z, мм
½	27	150	11	155	7	165	4
¾	32	145	13	150	9	160	7
1	38	140	16	150	12	155	10
1 ¼	47	135	24	145	22	155	14
1 ½	53	130	29	140	27	150	19
2	65	125	44	135	38	145	28

3.2 Приемка, подготовка оборудования и общие требования к монтажу

Системы отопления, водоснабжения и вентиляции целесообразно монтировать укрупненными единицами. Укрупненные монтажные блоки изготовляют на СЗГ1. Применяя различные сочетания этих блоков, можно собирать системы отопления, водоснабжения и вентиляции во всех типовых помещениях крупного рогатого скота (КРС), свино- и птицеводческих ферм и комплексов.

На СЗП комплектуют системы отопления, водоснабжения и вентиляции и маркируют сборочные единицы. В марку сборочной единицы входит шифр помещения и технологической системы:

коровник – К, родильное отделение КРС – КР, ветпункт КРС – КВ, ветсанпропускннк – КП, изолятор КРС – КИ, телятник – Т, молочный блок – МБ, котельная (теплоузел) – КТ, электрокотельная – КЭ, свинарник-маточник – СМ, свинарник-откормочник – СО, свинарник для поросят – СП, свинарник-хрячник – СХ, свинарник для опоросов – СР, овчарня для овцематок и ягнят – ОМЯ, овчарня для овцематок и сакманов – ОМС, овчарня для овцематок – ОМ, птичник для кур-несушек – ПН, кур мясных пород – ПМ, выращивания молодняка – ПО, инкубаторий для птиц – ПИ, акклиматизатор – А, утятник-откормочник – УО, маточник – УМ, кормоцех для КРС – ЦК, свиноферм – ЦС, птицеферм – ЦП, универсальный – ЦУ, гранулятор – ЦГ, жилой дом – ДЖ, административное здание – АЗ, механическая мастерская – ММ, система отопления – О; номера типового и монтажного проектов сборочной единицы, например, марка К-70-0-275 означает: К – коровник; 70 – типовой проект 801 – 70; О – система отопления; 275 – сборочная единица, обозначенная на монтажной схеме номером 275.

На объект монтажа укрупненные сборочные единицы и детали поставляют окрашенными, с защитными колпаками на резьбовых концах, предохраняющими резьбу от повреждений при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировании. После разгрузки колпачки снимают и возвращают в СЗП.

Наружные металлические поверхности, не имеющие лакокрасочных и других постоянных покрытий, для защиты их от коррозии должны быть законсервированы консистентными смазками.

Оборудование подвергают разборке и ревизии в объеме, предусмотренном техническими условиями или необходимом для удаления консервирующих смазок. Осматривают, нет ли на трубных элементах вентиляции изломов, прогибов, трещин, больших вмятин.

Удостоверяются в надежности резьбовых соединений и сохранности окраски. Контролируют качество резьбы в Т-образных и крестообразных соединениях (должна быть чистой, без забоин, допускается не более 10% ниток с сорванной или неполной резьбой), взаимное расположение осей труб. При осмотре убеждаются в исправности машин, отдельных механизмов, вручную проворачивают приходные валы и проверяют действие механизмов управления, вскрывают и осматривают подшипники, зубчатые и цепные передачи, проверяют наличие смазки и при необходимости дополняют до нормального уровня.

Консервирующие смазки удаляют растворителями (керосином или бензином). Внутренние поверхности промывают в течение 5–10 мин в растворе (15 г/л) кальцинированной соды температурой 50° С. Затем промывают холодной и теплой водой и сушат.

При ревизии рабочих органов машин (вальцов, роторов, дисков и т.д.) в их исправности убеждаются осмотром и отстукиванием молоточком. Проверяют крепление всех вращающихся и движущихся частей машины. Контро-

лируют соответствие приспособлений, ограждений, защитных средств и санитарных устройств требованиям техники безопасности.

Как правило, монтаж системы отопления выполняют по совмещенному графику строительных и монтажных работ. До начала монтажа отопления должны быть установлены стены, перегородки и перекрытия. В строительных конструкциях оставляют отверстия для прокладки трубопроводов.

Размеры отверстий (мм) в строительных конструкциях при открытой прокладке трубопроводов

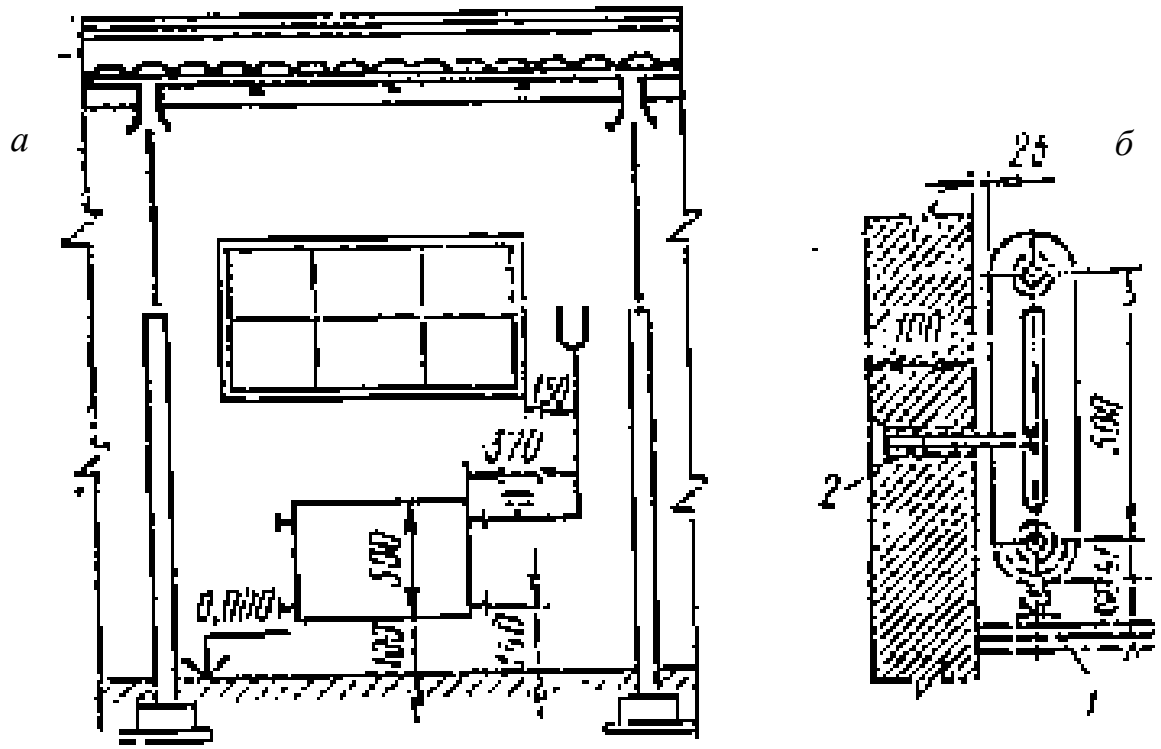
Вводы водопровода и выпуск канализации через фундамент	400×400
Магистрали водопроводные и отопительные	200×200
Магистрали канализации	250×300
Стояк водопроводный, отопительный или воздуховодный	100×100
Стояк (Ø 50 мм) канализационный	150×150
Подводки водопроводные, воздуховодные, отопления	100×100
Подводки канализационные	200×200
Воздуховод вентиляции круглого сечения	Ø воздуховода +100
Воздуховод вентиляции круглого сечения	ширина × высота+100

Системы монтируют в соответствии с технической документацией, которая включает в себя схему отдельных систем в плане здания с указанием на ней местоположения, типов и количества элементов, монтажную схему системы с указанием номеров, деталей и диаметров трубопроводов, из которых собирается система.

3.3 Организационные основы безопасности монтажа систем отопления

Монтаж систем отопления включает следующие работы: установку и крепление нагревательных приборов; монтаж стояков и подводок к нагревательным приборам подающих и обратных магистральных трубопроводов и воздухосборников, пультов управления; гидравлическое, тепловое испытание и регулировки системы; окраску и изоляцию.

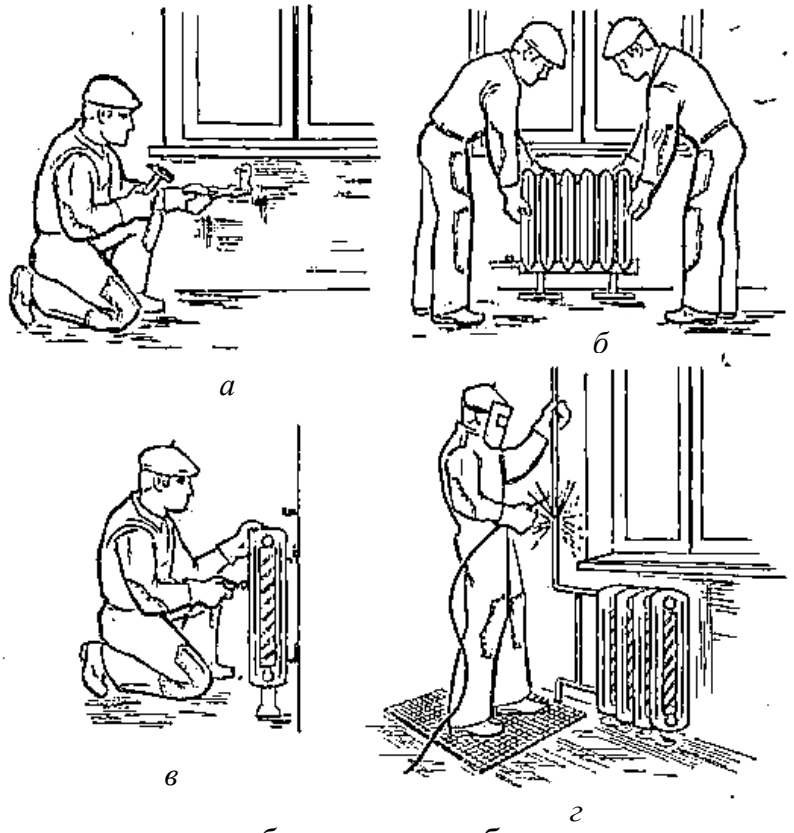
В системах отопления в качестве нагревательных приборов применяют радиаторы, регистры из гладких и ребристых труб, калориферы, рециркуляционные воздухонагреватели. Их поставляют на объект монтажа укрупненными единицами с трубами, муфтами, кранами. Все радиаторы и регистры устанавливают горизонтально на одном уровне и без перекосов, на определенном расстоянии от пола и окон (рисунок 3.5 *а*). При двухъярусной установке приборов расстояние между нижней пробкой верхнего и верхней пробкой нижнего радиаторов должно быть равно 180 мм. Места установки приборов и стояков размечают мелом с помощью линейки и метра.



а – разметка положения; *б* – крепление радиатора к стене;
1 – подставка; 2 – планка
Рисунок 3.5 – Монтаж радиатора

На кирпичных стенах приборы крепят кронштейнами (вместо верхних кронштейнов допускается применять радиаторные планки), а на стенах облегченной конструкции – укрепляют (рисунок 3.5 *б*) на подставках к полу и радиаторной планкой 2 к стене. Число кронштейнов устанавливают в зависимости от площади нагревательной поверхности прибора, но не менее трех на один радиатор, имеющий более двух секций. Отверстия в стенах под кронштейны размечают по шаблону, сверлят на глубину 150 мм, не считая слоя штукатурки. Кронштейны заделывают на глубину 120 мм цементным раствором. После установки положение их проверяют по шаблону, а положение регистров – по уровню и отвесу. Приборы начинают монтировать не раньше чем через 48 ч после заделки кронштейнов цементным раствором.

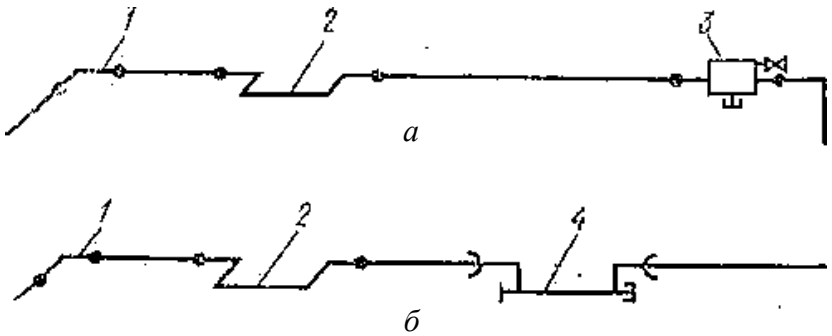
Радиатор устанавливают такими приемами. Слесарь приклепывает радиаторную планку (рисунок 3.6 *а*). Затем слесарь и электросварщик устанавливают блок в монтажное положение (рисунок 3.6 *б*), слесарь вставляет плоскогубцами клин в гнездо радиаторной планки (рисунок 3.6 *в*) и электросварщик сваривает стыки стояков (рисунок 3.6 *г*) (перед сваркой слесарь по отвесу и отметкам проверяет вертикальность стояка и зазор между стенкой и стояком).



а – приклепывание планки; *б* – установка блока в монтажное положение;
в – вставка клина радиаторной планки в гнездо;
г – сварка стыков

Рисунок 3.6 – Рабочие приемы при монтаже радиаторов

После установки нагревательных приборов размечают на стенах и монтируют стояки и трубопроводы (рисунок 3.7 *а, б*).



а – додающий; *б* – обратный; 1 – отвод; 2 – деталь обхода колонн;
3 – воздухосборник; 4 – обход дверных проемов

Рисунок 3.7 – Трубопроводы

При разметке около отбитой шнуром линии надписывают диаметр стояков и трубопроводов, а положение стояков определяют по отметкам, сделанным при разметке положения отопительных приборов (см. рисунок 3.5 *а*). Расстояние между осями подающего и обратного смежных неизолированных стояков (80±5) мм.

При прокладке магистральных трубопроводов следят, чтобы трубы имели заданный уклон. Если в проекте не указаны уклоны, трубы устанавливают с уклоном 0,002 в сторону воздухосборника.

Трубы крепят к строительным конструкциям на расстоянии 15–30 мм от них так, чтобы трубы плотно лежали на опорах.

Максимальное расстояние между опорами неизолированных (в числителе) и изолированных (в знаменателе) труб

Диаметр трубы, мм	15	20	25	32	40	50	70	80	100
Расстояние между креплениями, м	2,5/1,5	3/2	3,5/2	4/2,5	4,5/3	5/3	6/4	6/4	6/4,5

Подвески, опоры и кронштейны должны обеспечивать свободное перемещение труб при температурных колебаниях. Если изгибы трубопроводов не компенсируют тепловых удлинений, устанавливают компенсаторы. В местах перехода через стены и перекрытия трубы заключают в гильзы, изготовленные из обрезков труб. Торцы гильз должны выступать на 20–30 мм за плоскость стены или перекрытия. Все соединения трубопроводов располагают вне стен, перегородок и перекрытий так, чтобы эти соединения были доступны для осмотра и ремонта.

Соединения выполняют на резьбе, фланцах и сварке. В резьбовых соединениях уплотнитель накладывают ровным слоем по ходу резьбы. Фланцевые соединения выполняют на прокладках. У задвижек, вентилей и кранов сальники набивают плотно, втулки после уплотнения набивки должны входить в гнездо на глубину, обеспечивающую в дальнейшем подтяжку сальника.

Конденсатоотводчики устанавливают по уровню в доступных для их обслуживания местах. Трубопроводы для транспортирования среды, температура которой более 100 °С, при прокладке по сгораемым или трудносгораемым перекрытиям изолируют.

После окончания монтажа магистральных трубопроводов всю сеть по частям промывают, проводят тепловые испытания и регулировку систем. При тепловом испытании проверяют равномерность прогрева всех приборов и устойчивость циркуляции теплоносителя.

3.4 Организационные основы безопасности монтажа систем водоснабжения

Водопровод и водонасосное оборудование монтируют на фермах по техническим проектам. В проектах должно быть указано следующее: на какой суточный, часовой и секундный расход воды рассчитан водопровод и насосное оборудование, дебит (или производительность) источника воды, её химический состав, глубина заложения водонасосного слоя, протяженность и диаметр труб, глубина заложения их и место прокладки, тип насосного оборудования, план его размещения в насосном помещении, требования к установке и испытанию.

Чтобы обеспечить животноводческое помещение водой, монтируют внешний (наружный) и внутренний водопроводы с установкой водоразборных устройств. Внешний водопровод фермы соединяют с водопроводом общехозяйственного назначения.

Внутренняя сеть состоит из магистрального и распределительных трубопроводов, автопоилок, блоков для навоза, поливочных и автозаборных кранов. Автопоилки для поения КРС устанавливают на высоте 500–550 мм от пола.

Прежде чем приступить к монтажу автопоилок, их собирают и проверяют действие клапанного механизма.

После монтажа автопоилки проверяют на скорость заполнения поильной чаши водой и убеждаются в герметичности клапанного механизма и резьбовых соединений: клапан должен полностью открываться при нажатии на педаль с усилием 20–25 Н, а поильная чаша должна заполняться в течение 15–20 с.

Для смыва навоза на фермах устанавливают баки вместимостью 0,300 $м^3$ на высоте 2,27 м от пола. Баки подсоединяют к магистральному трубопроводу гибким шлангом, а по бокам устанавливают сливные и переливные трубы. После этого монтируют распределительные трубопроводы из элементов трубной заготовки и укрупненных блоков, которые подсоединяют к магистральному трубопроводу с помощью муфт. Трубопроводы крепят на опорных стойках зажимами, болтами и гайками.

К поливочным кранам делают подводки из труб, которые крепят в торцовой части помещения к стене хомутами, в зоне стоянки животных к полу – анкерными болтами, к ограждению и кормопроводу стоек – скобами.

Собранные элементы подсоединяют к магистральному трубопроводу и производят гидравлическое испытание давлением, равным рабочему плюс 50 $Н/см^2$, но не более 100 $Н/см^2$. Продолжительность испытания под этим давлением 10 минут. При падении давления в системе более 5 $Н/см^2$ выявляют места утечки и устраняют обнаруженные дефекты.

Наружную сеть монтируют в такой последовательности. Отрывают траншею, не добирая грунт до проектной глубины на 8–10 см, с приямками в местах стыкования звеньев труб, устраивают водослив из траншеи, размечают ось трубопроводов и устанавливают по оси вешки, раскладывают звенья труб на бровке вдоль траншеи, проверяют изоляцию труб, очищают концы труб от загрязнений.

Операции по укладке звеньев труб выполняют в такой последовательности: зачищают дно траншеи и приямки; стропуют звено (рисунок 3.8 *а*) трубопровода и опускают в траншею (рисунок 3.8 *б*); стыкуют, центрируют и прихватывают звенья труб электросваркой; выверяют положение звена; подбивают уложенное звено грунтом; сваривают неповоротный стык звеньев.

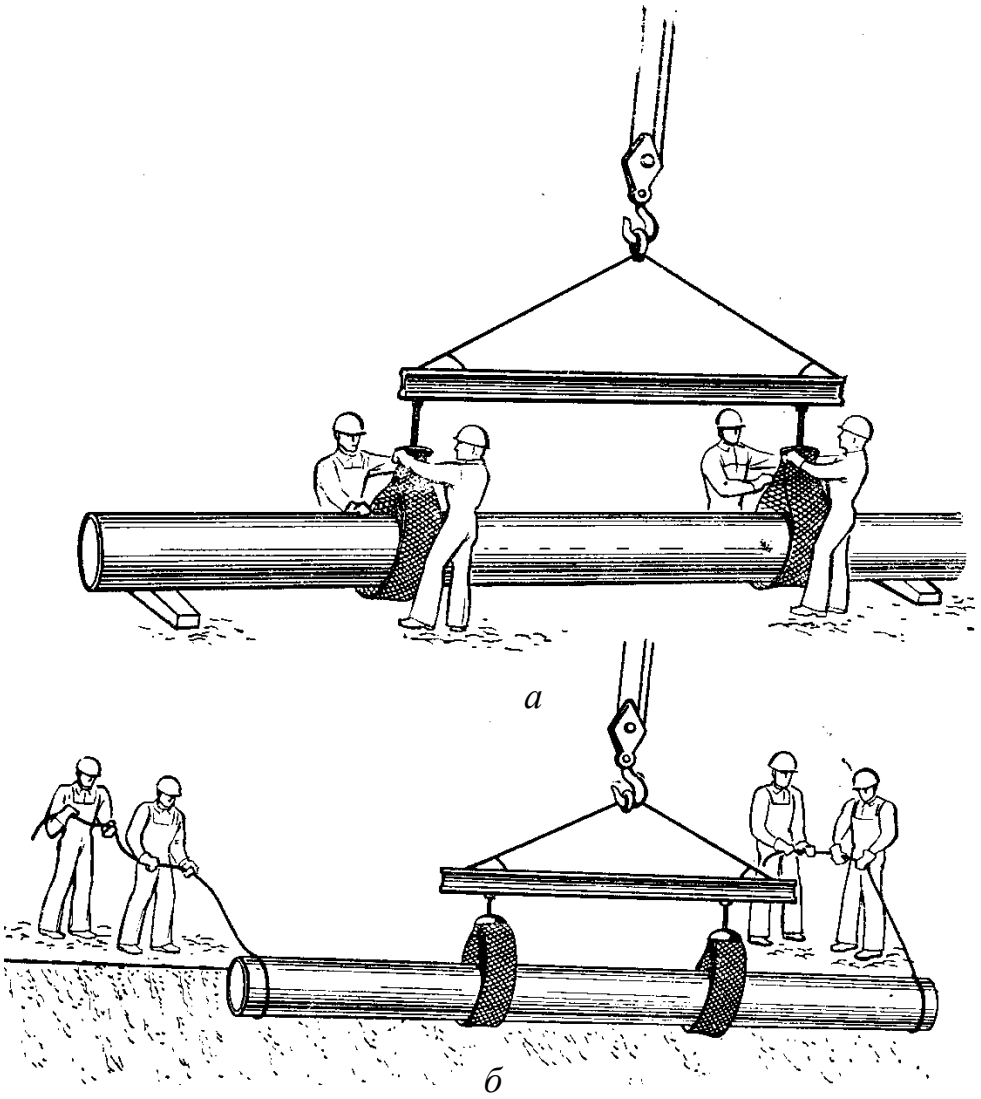


Рисунок 3.8 – Последовательность (*а, б*) укладки звена трубопровода

3.4.1 Организационные основы безопасности монтажа внешнего водопровода

Внешние водопроводы должны пропускать расчетное количество воды, быть прочными, герметичными. Их следует правильно располагать в плане и по профилю траншеи. Они не должны иметь просадок по длине и сдвигов на поворотах и в тупиках.

Чтобы правильно заложить внешний (наружный) водопровод, необходимо, соблюдая последовательность, выполнить следующие работы: провести разбивку расчистку трассы; доставить на нее трубы и необходимое оборудование для их подготовки и укладки, вырыть траншею, опустить и правильно уложить в траншеи трубы; заделать стыковые соединения с подбивкой и частичной засыпкой труб грунтом; испытать трубы на герметичность и устранить выявленные дефекты; установить после этого водопроводную арматуру в смотровых колодцах; засыпать полностью траншею грунтом; провести повторное гидравлическое испытание уложенного водопровода.

Траншеи для внешнего водопровода роют, используя экскаваторы (Э-302, Э-652, Э-155 и др.) Чтобы создать сток для грунтовых и дождевых вод, рытье траншей начинают с нижней отметки трассы. Форму траншей (рисунок 3.9) выбирают в зависимости от свойств грунта: с вертикальными стенками 1 для глинистых грунтов; с откосами 2 для супесчаных и других несвязных грунтов; смешанного типа 3 при глубоком заложении труб или наличии грунтовых вод в нижней части траншей, глубина траншеи должна быть на 20–30 см ниже уровня промерзания грунта. Ширину траншеи (В) для чугунных и стальных труб диаметром до 600 мм рассчитывают по формуле

$$B = d + 0{,}5 \text{ м}, \qquad (3.4)$$

где d – диаметр трубы, м.

Выемку грунта не следует доводить до заданной глубины: в сухих грунтах на 50 и в мокрых на 100 мм. В глинистых грунтах траншею прокладывают не сплошной, а с перемычками через каждые 2–3 м. В песчаных грунтах 20–25 см.

Для внешнего водопровода применяют чугунные, стальные асбестовые, деревянные и полиэтиленовые трубы.

Чудные трубы рассчитаны на рабочее давление 10 ат и на повышенное давление до 16 ат. Чугунные трубы делят на раструбные и фланцевые. Для внешнего трубопровода применяют раструбные трубы, а фланцевые используют для прокладки внутреннего водопровода насосных станций. Для предохранения от коррозии (ржавления) чугунные трубы покрывают специальным битумным лаком. Основные размеры и вес раструбных чугунных труб приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Основные размеры и вес чугунных раструбных труб

Внутренний диаметр, мм	Наружной диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Длина раструба, мм	Длина трубы, м	Вес трубы, кг
50	65	7,5	75	2,0	23,9
75	91	8,0	75	3,0	51,2
100	117	8,5	80	3,0	70,7
125	143	9,0	80	3,0	91,8
150	169	9,5	85	3,0	115,0
200	221	10,5	85	4,0	218,0
250	273	11,5	90	4,0	296,0

Стальные трубы изготавливают на рабочее давление до 10 ат и усиленное до 16 ат. Стальные трубы бывают бесшовные, или цельнотянутые, сварные из стальных полос. При укладке стальных труб в траншею их покрывают битумным лаком. Размеры и вес стальных водогазопроводных труб приведены в таблице 3.6.

Асбоцементные трубы марки ВНД-Б, ВНД-8 и ВИД-10 применяют для прокладки внешнего (наружного) водопровода при давлениях до 10 ат.

Таблица 3.6 – Основные размеры и вес стальных водопроводных труб

Нормальные размеры, дюймы	Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм		Толщина стенки, мм		Условный проход, мм	Вес 1 пог. м трубы без муфты, кг	
		обыкновенные	усиленные	обыкновенные	усиленные		обыкновенные	усиленные
½	21,25	15,75	14,75	2,75	3,25	15	1,25	1,44
¾	26,75	21,25	19,75	2,75	3,50	20	1,63	2,01
1	33,50	27,00	25,50	3,25	4,00	25	2,42	2,91
1 ¼	42,25	35,75	34,25	3,25	4,00	32	3,13	3,77
1 ½	48,00	41,00	39,50	3,50	4,25	40	3,84	4,58
2	60,00	53,00	51,00	3,50	4,50	50	4,88	6,16
2 ½	75,50	68,00	66,50	3,75	4,50	70	6,64	7,88
3	88,50	80,50	79,00	4,00	4,75	80	8,34	9,81
4	114,0	106,0	104,0	4,00	5,00	100	10,85	13,44
5	140,0	131,0	129,0	4,50	5,50	125	15,04	18,24
6	165,0	165,0	154,0	4,50	5,50	150	17,81	21,63

Деревянные сверленые трубы применяют для внешнего водопровода при давлении до 2 ат, при давлении свыше 2 ат трубы укрепляют стальными хомутами или оцинкованной стальной проволокой диаметром 3–6 мм, располагаемой по спирали.

Деревянные фанерные трубы выпускают двух марок: Ф-1 и Ф-2 с внутренним диаметром от 50 до 300 мм и длиной до 5–7 м. Трубы Ф-1 рассчитаны на давление 1 от 6 до 12 ат, а Ф-2 – на давление от 3–6 ат.

Полиэтиленовые трубы широко применяют для устройства временного водоснабжения в условиях отгонного животноводства и в пастбищный период содержания животных.

Полиэтиленовые трубы имеют легкий вес, эластичны, морозостойки, не подвергаются коррозии.

Для водоснабжения ферм рекомендуют использовать полиэтиленовые трубы диаметром до 50 мм, поставляемые по 100–250 м в бухтах.

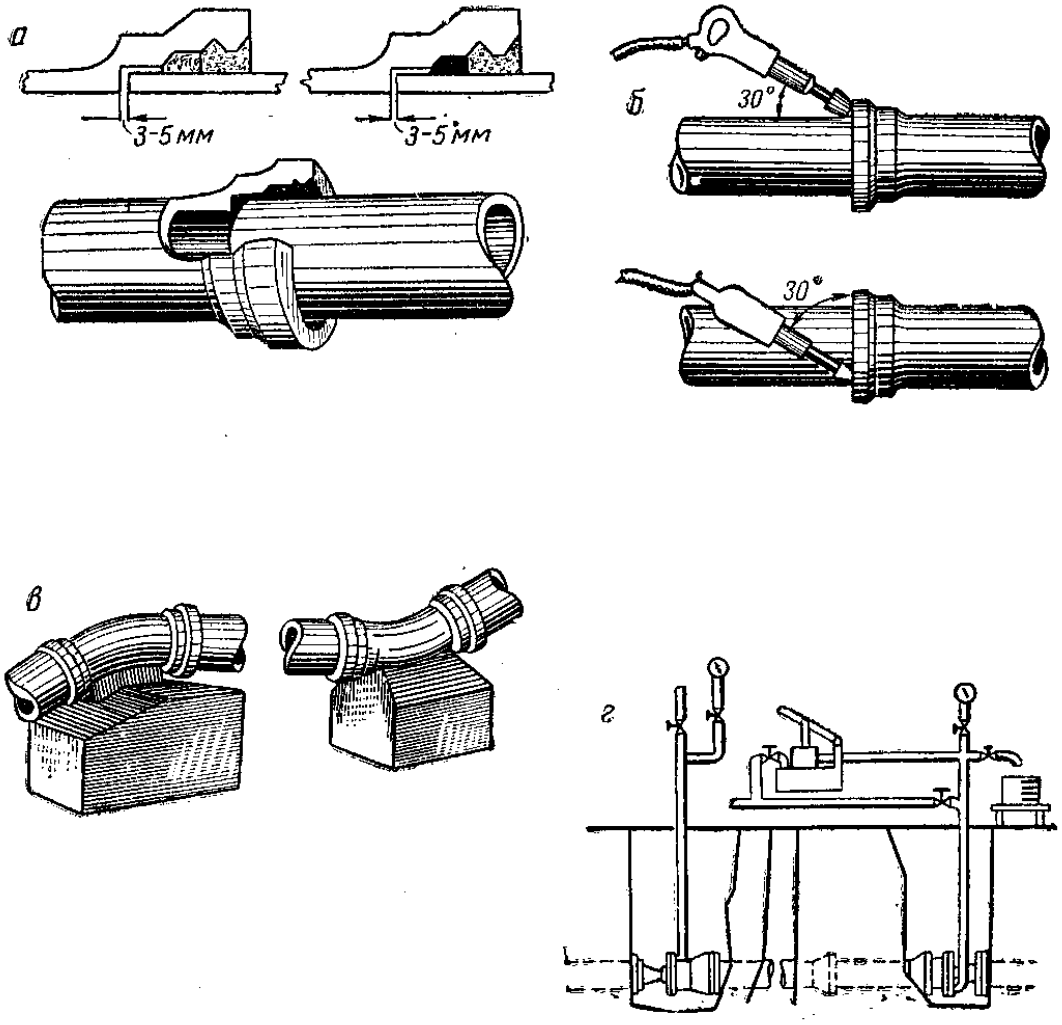
Полиэтиленовые трубы разделяют на три типа: Л – легкий с условным давлением 2,5 кг/см^2, С – средний с условным давлением 6 кг/см^2, Т – тяжелый с условным давлением 10 кг/см^2.

Прочность полиэтиленовых труб резко снижается при надрезе материала. Монтировать их следует осторожно, участки труб, получившие надрезы, необходимо исключать. Эти трубы нельзя прокладывать открыто на солнеч-

ном свету, вблизи газовых труб, трубопроводов горячего водоснабжения и отопления и в местах, где они подвержены механическим повреждениям.

Перед опусканием в траншеи трубы осматривают, обращая внимание на целостность и состояние защитного покрытия. Трубы диаметром до 300 мм опускают в траншею с помощью автомобильного крана, а при отсутствии грузоподъемных механизмов – вручную, на двух канатах. После укладки трубы центрируют, подбивают и частично присыпают грунтом на высоту 0,5–0,6 м.

Стальные трубы сваривают на поверхности, а стыки чугунных труб заделывают в траншее. Чугунные трубы укладывают так, чтобы гладкий конец одной трубы входил в раструб другой. Трубы укладывают раструбом против течения воды. Между торцом гладкого конца одной трубы и упорной поверхностью раструба другой трубы оставляют зазор 3–5 мм (рисунок 3.9 *а*).



а – соединение; *б* – заделка; *в* – упоры; *г* – испытание
Рисунок 3.9 – Монтаж водопроводных чугунных труб

Раструбное соединение заделывают на глубину 2/з длины стыка просмоленной или битумизированной прядью, плотно скрученной в жгуты, или специальным уплотнением из резины.

Жгут законопачивают послойно витками, а оставшуюся часть раструба заполняют асбоцементной смесью. Асбоцементную смесь увлажняют, хорошо перемешивают, закладывают в раструб и уплотняют пневматическим молотком (рисунок 3.9 *б*) или вручную. При этом пневматический молоток должен быть расположен по отношению к продольной оси трубы под углом 30°.

В местах поворота трубы давление воды на её стенки и грунт увеличивается, возникает опасность расстройства стыков в период эксплуатации. Чтобы предупредить это, необходимо устанавливать на поворотах специальные упоры (рисунок 3.9 *в*) из бетона или кирпича как в смотровых колодцах, так и непосредственно в грунте.

Для периодической промывки, осмотра и ремонта внешнего водопровода сооружают смотровые колодцы из кирпича, железобетона или бутового камня.

Толщина стенок колодца в сухих грунтах должна быть не более 250 мм (один кирпич). В мокрых грунтах колодцы должны быть водонепроницаемыми. Горловина его должна иметь диаметр 620–700 мм. Её перекрывают чугунным люком.

Проемы в стенках колодца, через которые проложены трубы, заделывают в сухих грунтах кирпичом на глине, а при наличии грунтовых вод – просмоленным канатом и цементом марки М-100. Дно колодца покрывают слоем щебенки, поверх которой кладут ряд кирпича на цементе марки М-50.

Закончив укладку и присыпку труб грунтом, проводят первое гидравлическое испытание.

Для этого применяют специальный гидравлический пресс, оборудованный арматурой и измерительными приборами. Схема включения такого пресса в водопроводную сеть для её гидравлического испытания показана на рисунке 3,9 *г*; испытывают по участкам в зависимости от готовности и протяженности трассы. Чугунные водопроводные трубы испытывают на двойное рабочее давление, если оно составляет менее 5 ат или на давление, равное рабочему, если оно больше 5 ат.

Стальные трубы испытывают на давление 10 ат, асбоцементные – на рабочее давление.

Внешний водопровод диаметром до 400 мм признается годным к эксплуатации, если при осмотре его в процессе испытания не обнаружено никаких дефектов (трещин, свищей в трубах, нарушения герметичности стыков) и после остановки гидравлического пресса давление на испытываемом участке в течение 3–5 мин снижается не более чем на 1 ат.

После гидравлического испытания окончательно засыпают траншею грунтом, применяя для этого бульдозер или другие механизмы. Засыпку грунтом траншей начинают с верхней отметки по уклону. Засыпают трубы равномерно по всей длине, слоями толщиной не более 20 см. После засыпки траншеи уложенные трубы повторно подвергают гидравлическому испытанию.

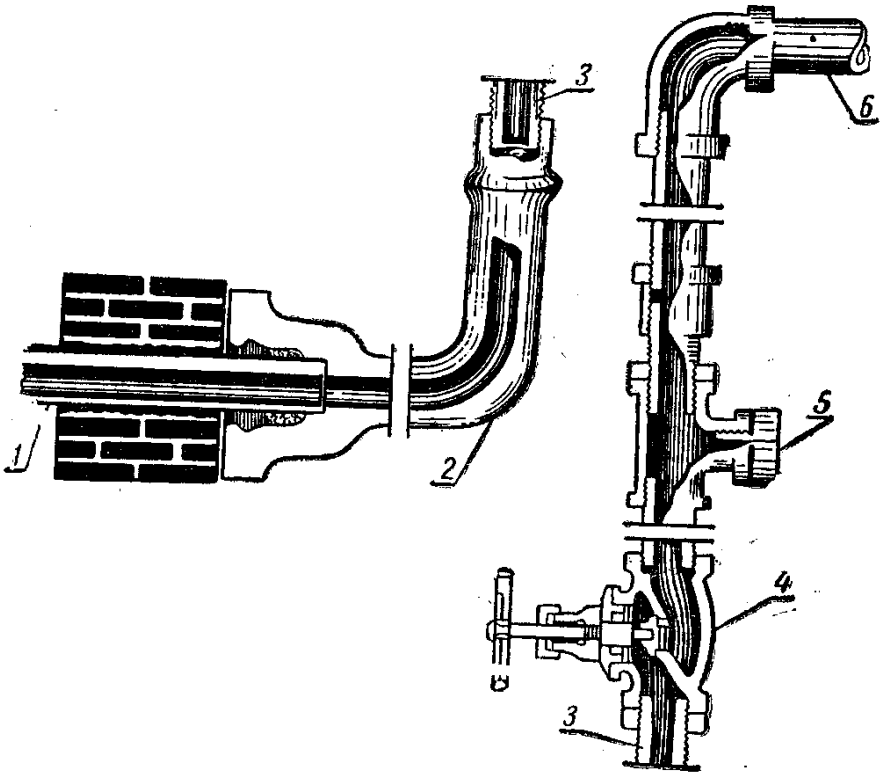
3.4.2 Организационные основы безопасности монтажа внутреннего водопровода и водоразборки устройств

Монтаж включает: разметку прокладки труб и размещения водоразборных, устройств; проверку комплектности труб и их маркировки; заготовку недостающих крепежных и соединительных деталей; прокладку водопровода; установку водоразборных устройств, гидравлическое испытание.

Внутренний водопровод соединяют с внешним с помощью ввода и стояка. Ввод и стояк (рисунок 3.10) монтируют в теплой части помещения из стальных труб диаметром не менее 50 мм, стояк оборудуют запорным вентилем или задвижкой, устройством для спуска воды и сгоном на случай разъединения труб при ремонте или чистке.

Разводка внутреннего водопровода может быть выполнена из стальных, стеклянных, полиэтиленовых и других труб. Её можно сделать подземной, надземной (верхняя и нижняя) и смешанной.

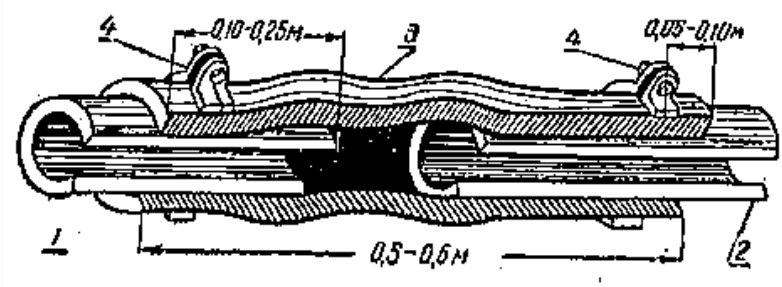
При разводке главную магистраль монтируют с небольшим уклоном в сторону стояка. От нее направляют воду по отводящим трубам к автопоилкам или групповым поилкам, в молочную, кормоприготовительное отделение и другие места потребления воды. На главной магистрали устанавливают разборные краны с расстоянием между ними 10–15 м и высотой от пола 1,1–1,2 м.



1 – внешний (наружный) водопровод; 2 – ввод; 3 – стояк; 4 – запорный вентиль стояка; 5 – заглушка для спуска воды; 6 – внутренний водопровод

Рисунок 3.10 – Устройство стояка внутреннего водопровода

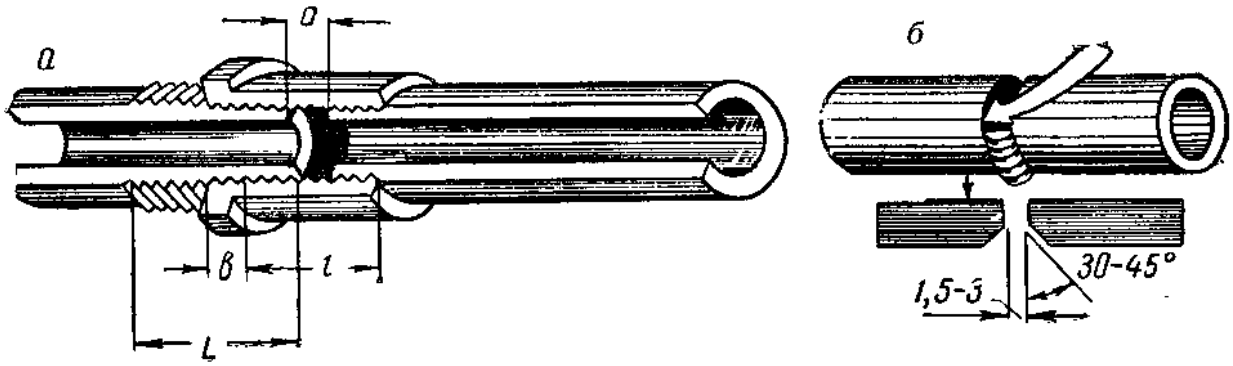
Водопроводную линию к поилкам монтируют по кольцевой или тупиковой схеме. Линию поилок соединяют с главной магистралью через изолирующую вставку (рисунок 3.11) длиной 0,5 м. Материалами вставки могут служить резиновые шланги, стеклянные или полиэтиленовые трубы.



1, 2 – водопроводные трубы; 3 – изолирующая вставка;
4 – хомуты крепления вставки

Рисунок 3.11 – Крепление изолирующей вставки на внутреннем водопроводе

Если внутренний водопровод монтируют из труб, то их соединяют между собой с помощью резьбовых муфт, сварки (рисунок 3.12) или хомутов.



а – с помощью муфт (устройство сгона); *б* – сваркой

Рисунок 3.12 – Соединение труб внутреннего водопровода

В таблице 3.7 даны размеры соединительных элементов для случая, когда стальные трубы скрепляют между собой с помощью резьбовых муфт, предусматривая так называемые сгоны. Размеры их будут зависеть от величины прокладываемых труб.

Таблица 3.7 – Размеры соединительных элементов
при соединении стальных труб с помощью резьбовых муфт (рисунок 3.12 *а*)

Диаметр трубы, дюймы	*l*	*b*	*L*	*a*
1	42	11	65	8
1 ¼	48	12	70	9
1 ½	52	14	77	9
2	56	14	85	9

Резьбовые соединения труб уплотняют льняной прядью, пропитанной суриком или специальной пастой. Прядь укладывают по ходу резьбы. Для быстрой разборки при ремонте или замены поврежденных труб предусматривают сгоны на расстоянии 15–20 м один от другого. В местах разветвления труб ставят крестовины и тройники с переходными муфтами. Трубы закрепляют на крюках или с помощью подвесок, размещенных на расстоянии 2–2,6 м одна от другой.

При соединении стальных труб сваркой стыки разделывают переносным наждачным кругом с приводом от гибкого вала под углом 30–45° и зачищают места соединения до металлического блеска.

Смонтированную систему труб испытывают на герметичность гидравлическим прессом, создавая давление воды в ней 3–5 ат. Выявленные неисправности устраняют, затем повторно испытывают водопровод. После испытания водопровод промывают с помощью центробежного насоса (большой производительности) под напором 3–5 ат, дезинфицируют, просушивают и покрывают снаружи слоем антикоррозийного лака.

Групповые поилки для крупного рогатого скота устанавливают из расчета одна поилка на 30–40 коров. Клапан поилки должен иметь легко снимаемое ограждение. Групповые поилки соединяют с водопроводом трубами диаметром 19 мм. Перед поилкой ставят вентиль и монтируют сгон.

Поилки для свиней (типа ПАС-2) устанавливают и закрепляют вдоль фронта кормления из расчета на 100 свиней 5 поилок. После монтажа их проверяют на плотность соединений и рабочее давление воды.

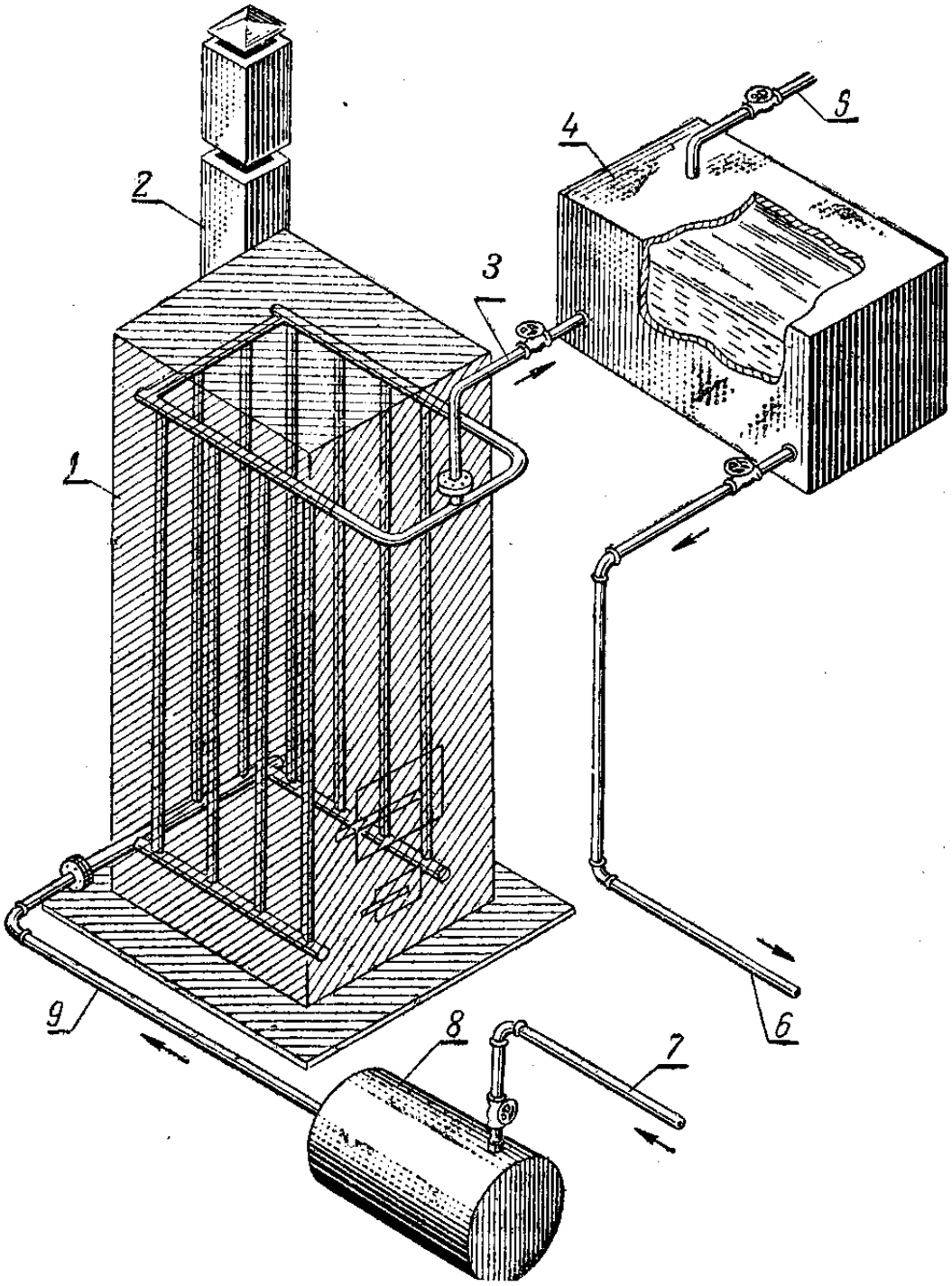
Индивидуальные автопоилки для коров должны подавать не менее 0,1 л воды в 1 сек. Поилки для свиней ПАС-2 должны заполняться водой за 25–30 сек. Время заполнения групповых поилок зависит от их емкости, однако скорость подачи воды должна быть не менее 1 л/сек.

В районах с низкой температурой воздуха в зимнее время монтируют внутренние водопроводы на фермах с учетом подогрева воды. При этом должна быть естественная циркуляция воды или принудительная с помощью центробежного насоса. На рисунке 3.13 показана схема подогрева воды в зимнее время, предложенная кандидатом технических наук И.Н. Нурминским.

По этой схеме устанавливают водогрейный котел, бак обмена воды, прокладывают трубы, подающие воду к автопоилкам, трубы обратного потока, ставят балансирный бак, который соединяют с нижним коллектором котла трубой.

Водогрейный котел представляет собой печь, в дымоходах которой помещены десять водяных нагревательных труб, соединенных между собой вверху и внизу коллекторами. Верхний коллектор сообщается с баком для обмена воды, из которого по разводящим трубам подогретая вода поступает в автопоилки. Разводящие трубы диаметром 80 на начальном участке и 40 мм на остальных укладывают под кормушками и утепляют опилками или другим теплоизоляционным материалом. Воду к автопоилкам подводят снизу.

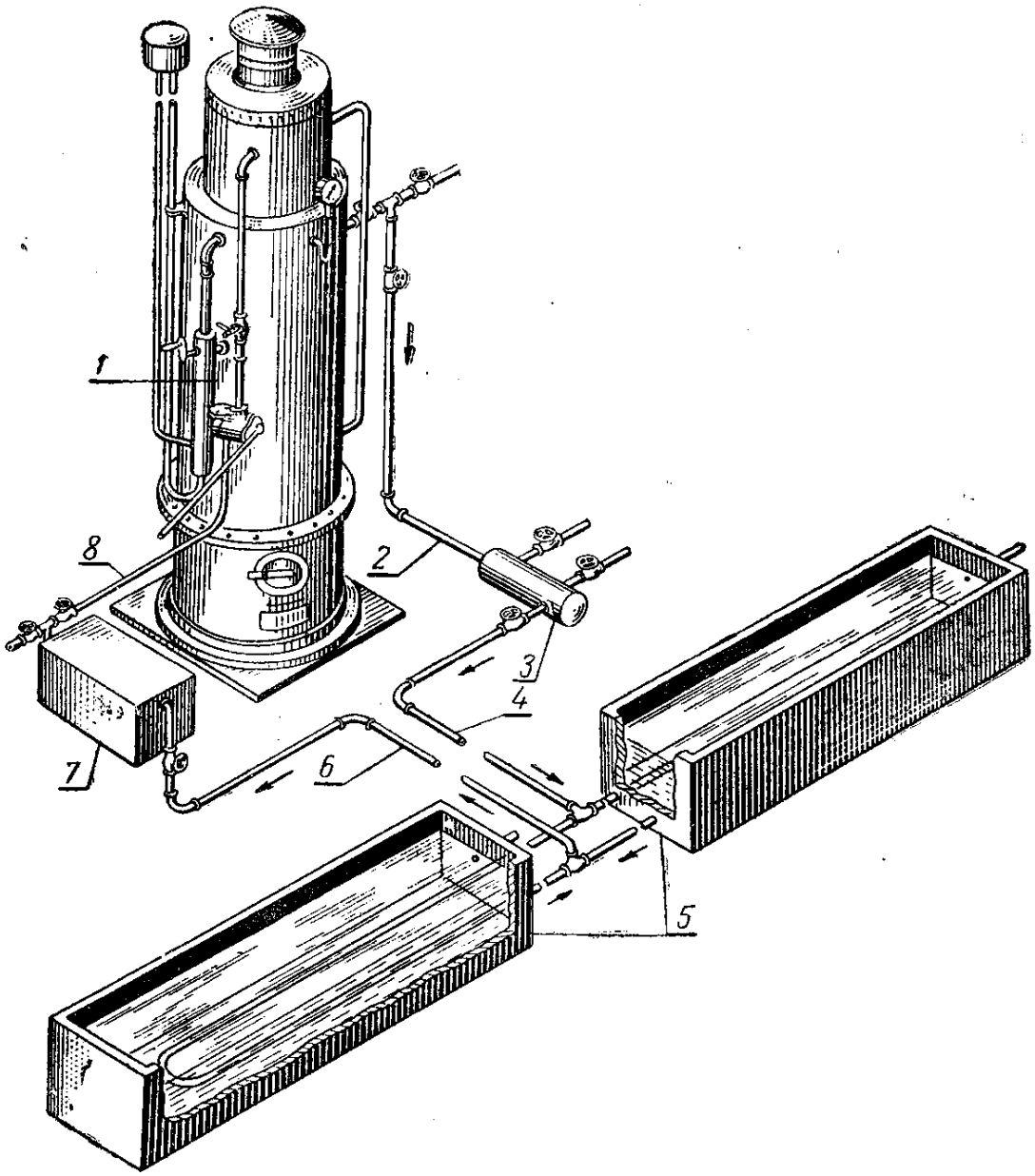
Циркуляция воды происходит в результате разности удельного веса нагретой и охлажденной воды. Теплая вода из котла поступает в бак и, перемешиваясь с холодной, достигает температуры 15–18°. По разводящей трубе она поступает в автопоилки и возвращается охлажденная до температуры 11° в балансирный бачок, а из него по трубе охлажденной воды в котел. Чем больше разность температур, тем интенсивнее циркуляция воды.



1 – водогрейный котел; 2 – труба дымовая; 3 – труба подогретой воды; 4 – бак; 5 – питательная труба бака; 6 – разводящая труба; 7 – труба обратного потока; 8 – балансирный бак; 9 – труба охлажденной воды

Рисунок 3.13 – Схема подогрева воды в сети внутреннего водопровода с естественной циркуляцией

На рисунке 3.14 показан подогрев воды в групповых автопоилках с помощью парообразователей (КМ-1600 и др.).



1 – парообразователь; 2 – паропровод; 3 – распределитель пара (регистр);
4 – паровые панельные трубы; 5 – поилки; 6 – труба конденсата;
7 – конденсаторный бак; 8 – питательная труба
Рисунок 3.14 – Схема подогрева воды в групповых автопоилках

Часть пара, получаемого в парообразователе, отводится по отдельному паротрубопроводу в змеевики, уложенные на дне поилок. Проходя по змеевику, пар нагревает воду, находящуюся в поилках, и конденсируется. Конденсат поступает в конденсаторный бак, а затем в котел.

Подогревать воду можно также в электрических нагревателях, а её циркуляцию по кольцевой системе создавать с помощью центробежного насоса.

При отсутствии стальных труб внутренний водопровод можно сделать из деревянных досок (трубопровод типа лотка), цементно-песчаных или полиэтиленовых труб.

Эти трубы не являются напорными, поэтому при их использовании в конце животноводческого помещения устанавливают регулирующий (понижающий давление) бак емкостью 50–60 л. Бак оборудуют поплавковым клапаном и монтируют на уровне расположения поилок. Поилки соединяют с баком водоводом диаметром 32–50 мм. Распределение воды между автопоилками основано на принципе сообщающихся сосудов. В местах перехода в животноводческих помещениях водовод заменяют стальной трубой.

К водоразборным устройствам на фермах относят также специальные колонки и гидранты Московского типа.

Водоразборные колонки Московского типа устанавливают на территории ферм, вблизи внешнего водопровода, в местах с хорошим естественным отводом воды и в колодцах, сделанных из кирпича, железобетона или бутового камня. В районах, где в зимнее время температура воздуха опускается до минус 30–35°, колонки данного типа применять не рекомендуется.

План установки колонки показан на рисунке 3.15. Для её нормальной работы напор в сети должен быть не менее 0,8–1,0 ат и не более 3–3,5 ат. Радиус обслуживания одной колонки не должен превышать 90–100 м. Вокруг нее насыпают слой песка в целях предохранения колодца от разрушения.

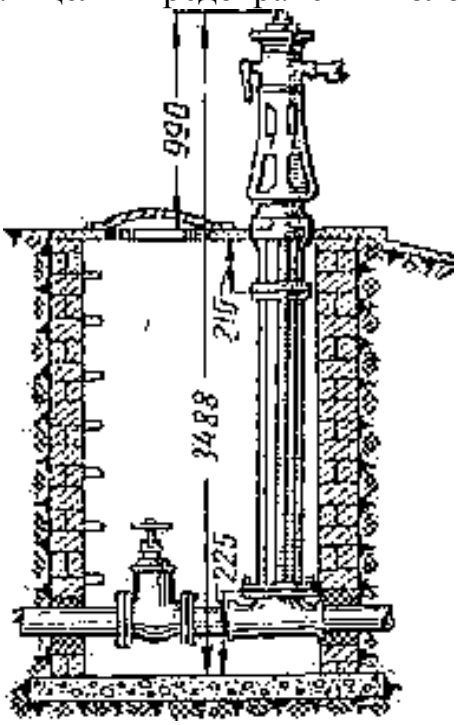


Рисунок 3.15 – Схема установки водоразборных колонок Московского типа

Для противопожарной безопасности на фермах монтируют подземные гидранты Московского типа и пожарные краны. Гидрант состоит из двух частей: нижней – постоянной, устанавливаемой в колодце, и верхней – переносной, называемой стендером. Для установки подземного гидранта сооружают специальный колодец. Если на ферме необходимо оборудовать несколь-

ко гидрантов, расстояние между ними должно быть 90–110 м. Гидрант размещают на расстоянии более 5 м от стен зданий.

Длина и вес подземных гидрантов (диаметр 125 мм) Московского типа приведены в таблице 3.8. План установки гидранта показан на рисунке 3.16.

Таблица 3.8 – Длина и вес подземных гидрантов Московского типа (диаметр 125 мм)

Длина (Н), мм	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250
Вес, кг	70	79	88	91	106	123	132

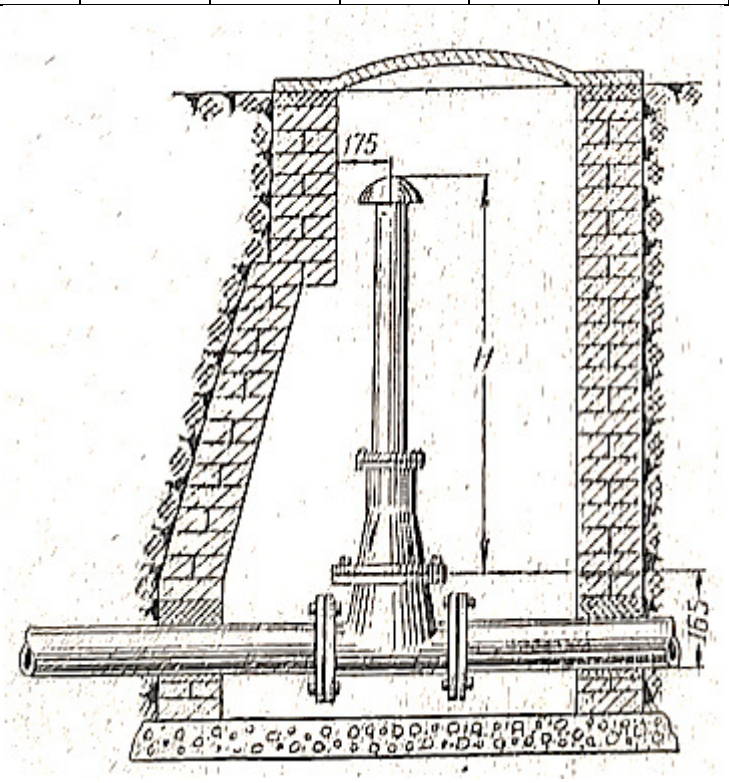


Рисунок 3.16 – Схема установки подземных гидрантов Московского типа

Гидрант после установки испытывают (нижнюю и верхнюю часть вместе) на давление воды, равное 10 ат.

Монтаж баков водонапорных бесшатровых башен выполняют с помощью грузоподъемных механизмов. Башни и баки оборудуют нагнетательной, сигнальной и сливной трубами и приборами для автоматического регулирования уровня воды.

Перед установкой их промывают, дезинфицируют и покрывают краской. В районах с низкими температурами баки и башни утепляют.

Бесшатровые башни емкостью 15–25 м^3 рекомендуется монтировать на более высоком месте фермы на фундаментном основании в 10–20 м от проводящих в земле водопроводных труб. Сигнальная труба башни должна быть хорошо видна с насосной станции. Фундамент для башни сооружают из бутового камня или красного кирпича, применяя цемент марки М-400. Глубина фундамента должна быть не менее 0,8 м. Анкерные болты размещают в нем

так, чтобы при монтаже они совпадали с отверстиями фундаментных башмаков башни.

Устанавливают башню на фундамент следующим образом. Вначале укладывают на деревянные клетки опору башни. Затем соединяют восемью монтажными болтами опору с баком. Допустимый зазор между ними должен быть не более 5 мм. После этого бак двенадцатью откидными болтами соединяют с крышей. Люк крыши должен совпадать со скобами внутри бака, а снаружи – с лестницей. Место соединения крыши с баком, имеющиеся щели конопатят паклей и просмаливают.

Поворачивая башню, чтобы избежать потолочных швов, сваривают бак с опорой. Монтажные болты после сварки удаляют. Монтажные отверстия заваривают и проверяют керосином плотность шва, предварительно покрыв его снаружи меловым или известковым раствором. Устранив выявленные неплотности, закрепляют наружную лестницу и устанавливают в баке переливную, а в крыше вентиляционную трубы. Дно опорной части и нижнюю боковую поверхность башни до высоты 2 м покрывают в два слоя горячим битумом. Рекомендуется после первого слоя битума накладывать слой мешковины.

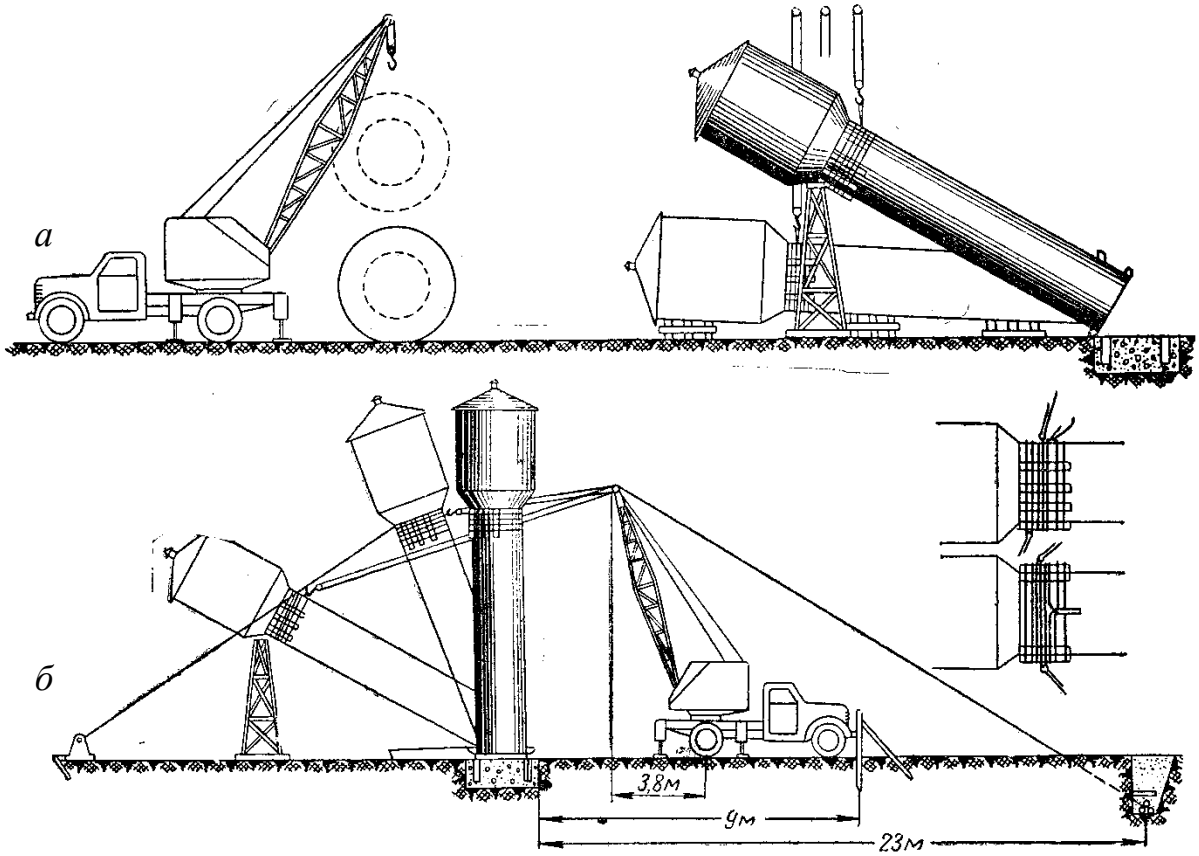
В тех случаях, когда необходима теплоизоляция башни, ее выполняют после сборки и сварки. Теплоизоляции не делают, если в зимнее время температура воздуха не опускается ниже минус 25°, а температура воды в источнике при этом обычно снижается не менее чем до 6°. Обмен воды в башне происходит не реже одного раза в сутки. Теплоизоляцию применяют в том случае, когда необходимо предохранить воду от сильного нагрева в летнее время года (в южных районах).

Теплоизоляцию устраивают из сухих досок. Пространство, образовавшееся между стенками бака и деревянной обшивкой, заполняют паклей, стеклянной ватой или шлаковойлоком (в крайнем случай измельченной соломой). Наружную часть обшивки перед подъемом башни окрашивают.

Поднимать собранную башню лучше автокраном грузоподъемностью 5 т и тормозной лебедкой. Иногда для этой цели используют гусеничные тракторы, лебедки и мачты. В последнем случае требуется большое количество такелажных приспособлений и тросов, что усложняет подъем башни.

Перед подъемом нижнюю часть башни опускают к обрезу фундамента, напротив специально установленной опоры. При использовании крана (рисунок 3.17) укрепляют два земляных якоря для анкеровки стрелы крана и три свайных якоря для крепления тормозного троса лебедки и боковых расчалок. Кран устанавливают на расстоянии 9 м от башни и дают стреле самый малый вылет (3,8 м). Проводят анкеровку стрелы крана, используя для этого якорь, расположенный на расстоянии 23 м от башни, закрепляют и натягивают боковые расчалки. На другой, противоположной стороне крана устанавливают лебедку с тормозным тросом.

Стреловый полиспаст крана, ось башни, тормозная лебедка и якорь для анкеровки стрелы крана должны находиться в одной вертикальной плоскости, т. е. в плоскости подъема.



а – предварительный подъем башни; *б* – подъем башни в рабочее положение

Рисунок 3.17 – Схема подъема бесшатровой металлической водонапорной башни

Башню закрепляют тросом или, как говорят, стопорят стропом, предварительно подложив под трос по окружности башни деревянные планки. Планки закрепляют легкой проволокой. Закрепив тросы, плавно, без рывков, поднимают башню автокраном на козлы высотой 4,7 м.

Перед подъемом башни в вертикальное положение ее поднимают с козлов на 150–200 мм и держат в таком положении 10–15 мин, проверяя надежность крепления якорей, вязки тросов и исправность подъемного оборудования. Поворотный механизм автокрана во время пробного пуска должен быть заторможен.

Убедившись в исправности оснастки, продолжают подъем башни, ослабляя при этом тормозной трос. Регулировать натяжение боковых расчалок при подъеме нельзя. Если башня отклоняется в сторону, подъем прекращают и устраняют причину, вызвавшую отклонение. Когда след центра тяжести башни будет совпадать с её осью, стреловый полиспаст автокрана выключают, включают тормозную лебедку и дальнейшую установку башни ведут путем отпускания тормозного троса.

Установив башню на фундамент, закрепляют её в четырех направлениях расчалками. Затем заделывают цементом в колодцах фундамента анкерные болты. После схватывания цементного раствора и обсыпки низа башни грунтом расчалки удаляют.

3.4.3 Организационные основы безопасности монтажа водонасосного оборудования

В большинстве случаев насосное оборудование устанавливают на фундаментах. Размеры их указывают в технических проектах на сооружение насосной станции. Для небольших насосов (типа К и типа В) стороны фундамента (ширина и длина) должны быть больше сторон опорной плиты насоса на 0,20–0,25 м. Фундамент делают высотой не более 0,5 м. Он не должен соприкасаться с полом насосной станции, чтобы иметь самостоятельную осадку.

Бетон для сооружений фундамента включает: одну весовую часть цемента, две речного песка, четыре части гравия или щебня. Фундаментные болты изготовляют из круглой стали марки Ст. 3 или Ст. 4, длина болтов должна быть равна 0,3–0,4 м.

Таблица 3.9 – Основные технические данные насосов типа К

Марка насоса	Производительность, $м^3/ч$	Полный напор, м	Мощность, квт		КПД насоса, %	Допускаемая вакуумметрическая высота всасывания, м	Диаметр рабочего колеса, мм
			на валу насоса	рекомендуемого двигателя			
1,5К-6	6	20,3	0,7	1,7	44	6,6	128
	11	17,4	0,9	1,7	55,5	6,7	128
	14	14,0	1,0	1,7	53	6	128
2К-6	10	34,5	1,8	4,5	50,6	8,7	162
	20	30,8	2,7	4,5	64	7,2	162
	30	24,0	3,1	4,5	63,5	5,7	162
2К-9	11	21,0	1,2	2,8	56	8	129
	20	18,5	1,5	2,8	68	6,8	129
	22	17,5	1,6	2,8	66	6,4	129
3К-6	30	62	9,4	14	54,4	7,7	218
	45	57	10,1	14	63,5	6,7	218
	60	50	12,5	20	66,3	5,6	218
	70	44,5	13,4	20	63	4,7	218
3К-9	30	34,8	4,6	7	62	8,0	168
	54	27	5,8	7	71,5	6,8	168

Примечание: Цифры в марке насоса, например 2К-6, обозначают: первая – 2 – размер нагнетательного патрубка в дюймах, К – консольный, 6 – быстроходность (оборотность) насоса.

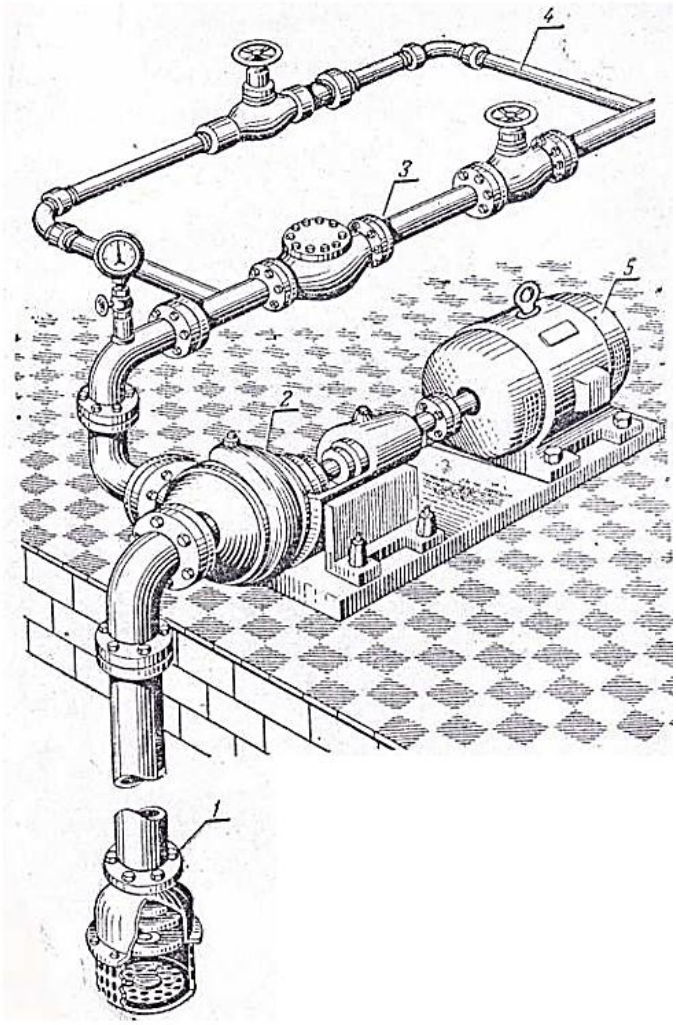
Основные требования к монтажу насосов для подъема воды рассмотрим на конкретных примерах.

Установка консольных центробежных насосов типа К. Центробежные насосы типа К широко применяют для подъема воды из поверхностных источников и шахтных колодцев. Они просты по устройству, надежны в эксплуатации, высокопроизводительны, не нуждаются в сложном приводе при работе с электродвигателями, не требуют больших затрат на ремонт и техническое обслуживание.

Центробежные насосы типа К – консольные, одноступенчатые, с односторонним подводом воды к рабочему колесу. Допускаемая высота всасывания центробежных насосов типа К колеблется в пределах 4–6 м.

Основные технические данные насосов типа К приведены в таблице 3.9.

На рисунке 3.18 показана схема монтажа насоса типа К при заборе воды из бассейна, сооруженного возле естественного источника воды или в шахтном колодце.



1 – всасывающая труба с приемным клапаном; 2 – центробежный насос;
3 – нагнетательная или напорная труба с обратным клапаном;
4 – обводная линия; 5 – электродвигатель

Рисунок 3.18 – Схема установки консольного центробежного насоса типа К

Насос и электродвигатель устанавливают на фундаменте. Затем соединяют валы насоса и электродвигателя с помощью муфты. Оси валов центри-

руют. Смещение одного вала относительно другого допускается не более 0,15–0,20 мм (проверяют штангенрейсмусом). Зазор между соединительными муфтами должен быть не более 2,0 мм и не менее 0,5 мм. Отрегулировав соосность, агрегат закрепляют фундаментными болтами.

К всасывающему патрубку насоса присоединяют трубу длиной 4,5–5,0 м. Внутренний диаметр всасывающей трубы должен быть на 5–10 мм больше диаметра нагнетательного патрубка. На конце всасывающей трубы укрепляют приемный клапан. Обратный клапан служит для пуска насоса без предварительного залива воды. При остановке насоса он под действием собственного веса и давления столба воды закрывается и не допускает выхода ее в колодец или бассейн.

Внутренний диаметр нагнетательной трубы должен быть немного меньше или равен диаметру соответствующего патрубка насоса. Нагнетательную трубу оборудуют манометром, обратным клапаном, задвижкой и обводной линией.

Обратный клапан устанавливают для того, чтобы избежать действия гидравлического удара на рабочие детали насоса при его остановке. Кроме того, он предупреждает опорожнение напорной трубы, когда приемный клапан всасывающей трубы неисправен. Обратный клапан устанавливают перед задвижкой, а манометр вблизи напорного патрубка.

Для уменьшения силы гидравлического удара на обратный клапан в момент прекращения подъема воды и залива воды перед начальным пуском насоса монтируют обводную линию. Один ее конец присоединяют к нагнетательному трубопроводу после задвижки, а другой – перед обратным клапаном.

На обводной линии устанавливают вентиль с воронкой для залива воды. Вентиль обводной линии при работе насоса держат открытым, что несколько снижает действие гидравлического удара на обратный клапан в момент прекращения подъема воды.

Особое внимание при монтаже центробежных насосов следует обращать на состояние сальниковых уплотнений на всасывающей стороне насоса. Толщина закладываемого уплотнения, если отсутствуют кожаные или резиновые манжеты, должна быть на 5–10% больше расстояния между валом и внутренней частью корпуса сальника. Материалом для сальниковой набивки служат лента из асбеста или льняная прядь, пропитанная в масле.

Сальниковые уплотнения должны быть набиты плотно, но не туго. Нормальная плотность набивки сальника соответствует состоянию, когда просачивание воды через него будет не более 25–30 капель в минуту.

Перед пуском насос заливают водой до полного удаления воздуха из корпуса насоса и всасывающей трубы. Прекращение выхода пузырьков воздуха контролируют через заливное отверстие. Пускают центробежные насосы типа К только при закрытой задвижке напорного трубопровода.

Когда двигатель насоса разовьет нормальное число оборотов, постепенно открывают эту задвижку и доводят напор до требуемой величины пользуясь показаниями манометра.

Если при пуске насос не подает воду или подает с небольшим напором, проверяют число оборотов вала, правильность направления его вращения, исправность приемного клапана, плотность сальниковых уплотнений, герметичность всасывающей трубы.

При установке нескольких насосов для подъема воды из одного источника соединяют их между собой последовательно, когда требуется большой напор, и параллельно, когда необходимо обеспечить большой часовой или суточный расход воды при сравнительно небольшом напоре.

Обороты в минуту рабочего колеса насосов типа К нельзя произвольно уменьшать или увеличивать, так как производительность, напор и потребная мощность центробежных насосов изменяются при этом неодинаково.

При одном и том же числе оборотов производительность центробежных насосов зависит от величины напора: чем меньше напор, тем больше воды нагнетает насос.

Повышать число оборотов насосов типа К и других центробежных насосов по сравнению с табличными данными в случае крайней необходимости рекомендуется не более чем на 10–15%.

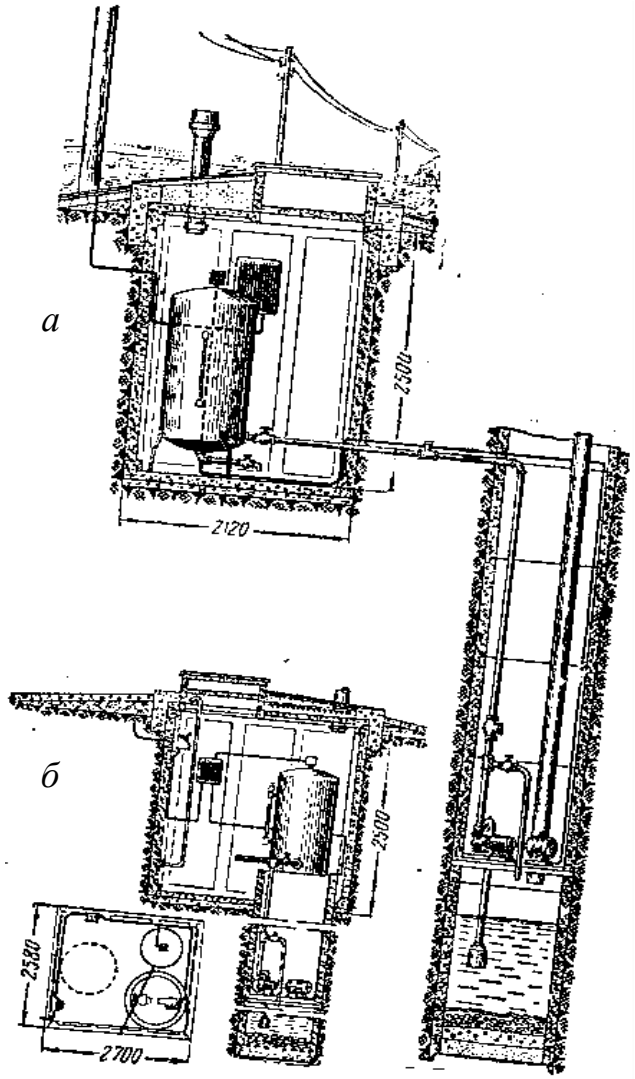
3.4.4 Организационные основы безопасности при монтаже безбашенной водокачки ВЭ-2,5М

В комплект водокачки ВЭ-2,5М входят: вихревой насос марки 1,5В-1,3, электродвигатель А-42-4 с короткозамкнутым ротором, воздушно-водяной котел с установленным на нем реле давления, манометр, обратный клапан, водомерное стекло и электрическая аппаратура (станция управления). Электроснабжение водокачка получает от электросети напряжение 220–380 В. Управление водокачки автоматическое, с помощью реле давления. Производительность её от 2,8 до 5,7 $м^3$/ч, напор соответственно 58–23 м, потребная мощность электродвигателя 2,8 квт.

Внутренний диаметр всасывающих и нагнетательных труб 25 мм, вес оборудования 470 кг, в том числе котла 250 кг, насоса с электродвигателем 66 кг. Габариты котла: диаметр 812 мм, высота 1910 мм.

При подъеме воды из буровых колодцев водокачку комплектуют центробежным насосом типа К производительностью 7–10 $м^3$/ч или погружным центробежным электрическим насосом (водокачка в комплекте с этим насосом имеет марку ВУ-7-65).

Оборудование безбашенной водокачки монтируют в заглубленной, собранной из железобетона, камере над шахтным колодцем или рядом с ним. Установочные (базовые) размеры безбашенной водокачки приведены на рисунке 3.19.



а – вблизи шахтного колодца; *б* – над шахтным колодцем
Рисунок 3.19 – Схема установки оборудования
безбашенной водокачки ВЭ-2,5М

Воздушно-водяной котел монтируют в камере до устройства перекрытия. Расстояние между стенками камеры и котлом должно быть не менее 500 мм. Если шахтный колодец расположен отдельно от камеры, на поверхности сооружают оголовок высотой не менее 0,8 м.

Когда камера с воздушно-водяным котлом размешается над шахтным колодцем, оголовка не делают. Материалом для шахтных колодцев служат: дерево, кирпич, камень, железобетон. В последнее время широко применяют сетчато-бетонное крепление шахтных колодцев и сборку их из железобетонных колец. Донный фильтр колодца в песчаных и плывучих грунтах устраивают из армированной плиты пористого бетона, которую укладывают на гравийную подстилку толщиной 300 мм.

Насос водокачки в шахтном колодце устанавливают на помосте так, чтобы расстояние от оси насоса до динамического уровня воды было не более 2 м. Валы насоса и электродвигателя должны быть соосны. Нецентричность их допускается не более 0,10–0,15 мм. Расстояние от нижней части приемного клапана всасывающей трубы насоса до дна колодца должно быть не менее

0,3 м. Верхняя часть клапана должна находиться ниже динамического уровня воды в колодце более чем на 0,5 м.

После установки насоса и всасывающей трубы монтируют нагнетательную трубу, соединяют её с воздушно-водяным котлом и водопроводной сетью. Нагнетательную трубу оборудуют обратным клапаном и задвижкой (вентилем). Электрооборудование водокачки размещают в соответствии с принципиальной и монтажной схемами электрических соединений.

Установленное оборудование водокачки испытывают и передают в эксплуатацию.

Пускают насос 1,5В-1,3 (как и другие вихревые насосы) только при открытой задвижке. Вихревой насос является самовсасывающим, не нуждается перед пуском в заливе водой. Однако рекомендуется перед первым пуском заполнять его корпус и всасывающую трубу водой.

Если после пуска насоса уровень воды в воздушно-водяном котле повышается на 30–50 мм по сравнению с нормальным, необходимо пополнить запас воздуха в котле. Для наполнения котла воздухом выключают реле давления, закрывают задвижку и выпускают воду через спускной вентиль. После этого открывают нижний кран водомерного стекла и заполняют котел воздухом.

При нормальной работе отключение насоса происходит при давлении воздуха в котле, равном 2 ат, а включение при понижении давления до 1 ат. Верхний предел давления в котле 4 ат.

Величину давления регулируют посредством специального винта. При завинчивании его величина давления повышается, при отвинчивании снижается.

Монтаж погружных насосов (типа АП; АПВ и ЭПЛ) в буровых колодцах. Погружные центробежные насосы типа АПВ и ЭПЛ устанавливают для подъема воды из буровых колодцев с эксплуатационным диаметром скважины от 150 мм и выше. Основные технические данные этих насосов приведены в таблице 3.10.

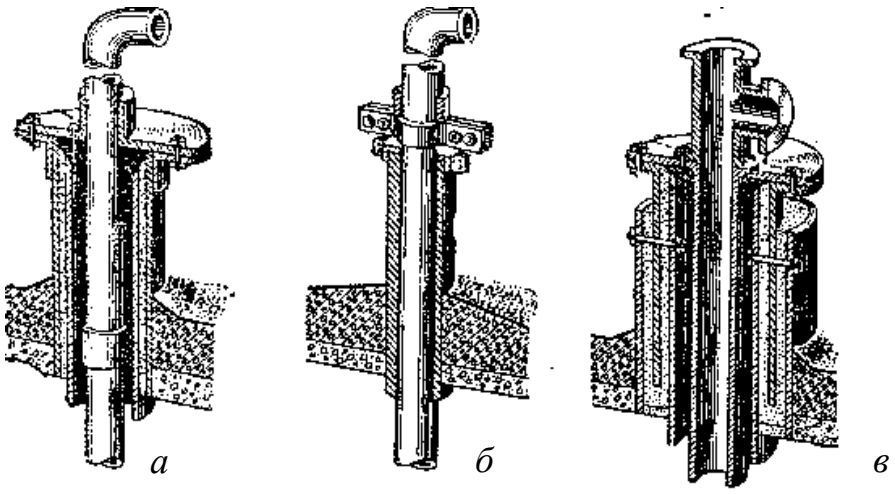
Таблица 3.10 – Основные технические данные погружных центробежных насосов

Марка	Производительность, $м^3/ч$	Полный напор, м	Мощность электродвигателя, Вт	Минимальный диаметр обсадной трубы скважины, мм
6АП	7,2	45	2,5	150
ЭПЛ-6	7,2	102	5,0	150
8АП	18,0	100	12,0	200
8АПВ	16,0	120	12,0	200
10АП	72,0	85	35,5	250
10АПВ	30,0	160	35,60	250

Монтаж погружного насоса в буровом колодце (или артезианской скважине) требует тщательной подготовки. Перед установкой необходимо проверить техническое состояние насоса и электродвигателя, сличить диаметры насоса и скважины; убедиться в беспрепятственном прохождении насосного агрегата (насоса с электродвигателем в скважине). С этой целью опускают в скважины на глубину динамического уровня воды цилиндрический предмет длиной 1,5–2 м, диаметром 145 мм и весом 40–50 кг и наблюдают его движение. Производительность насоса проверяют на стенде. Она должна соответствовать данным паспорта. Продольный люфт (осевой разбег) вала насоса должен быть равен 0,5 мм. Сопротивление изоляции обмоток электродвигателя должно быть не менее 0,6 мегома.

Убедившись в исправности насоса и бурового колодца, оборудуют его оголовок (если он отсутствует), затем проверяют и маркируют водоподъемные трубы.

Оголовок является установочной базой или опорой водоподъемных труб с погружным насосом, опущенных в скважину. Оголовок, показанный на рисунке 3.20 *а*, применяют для скважин глубиной свыше 50 м. Опорой подвешенных труб и насосного агрегата здесь служит фланец, жестко соединенный с последним звеном водоподъемной трубы и закрепленный на опорном фланце оголовка. Оголовок, изображенный на рисунке 3.20 *б*, наиболее простой. Его используют для скважин до 50 м. Трубы с насосным агрегатом крепят на оголовке с помощью монтажного хомута. Оголовок, представленный на рисунке 3.20 *в*, устраивают для скважин с двумя колоннами обсадных труб при зазоре между ними не менее 50 мм.



а – для скважин глубиной свыше 50 м; *б* – для скважин глубиной менее 50 м; *в* – для скважин с двумя колоннами обсадных труб

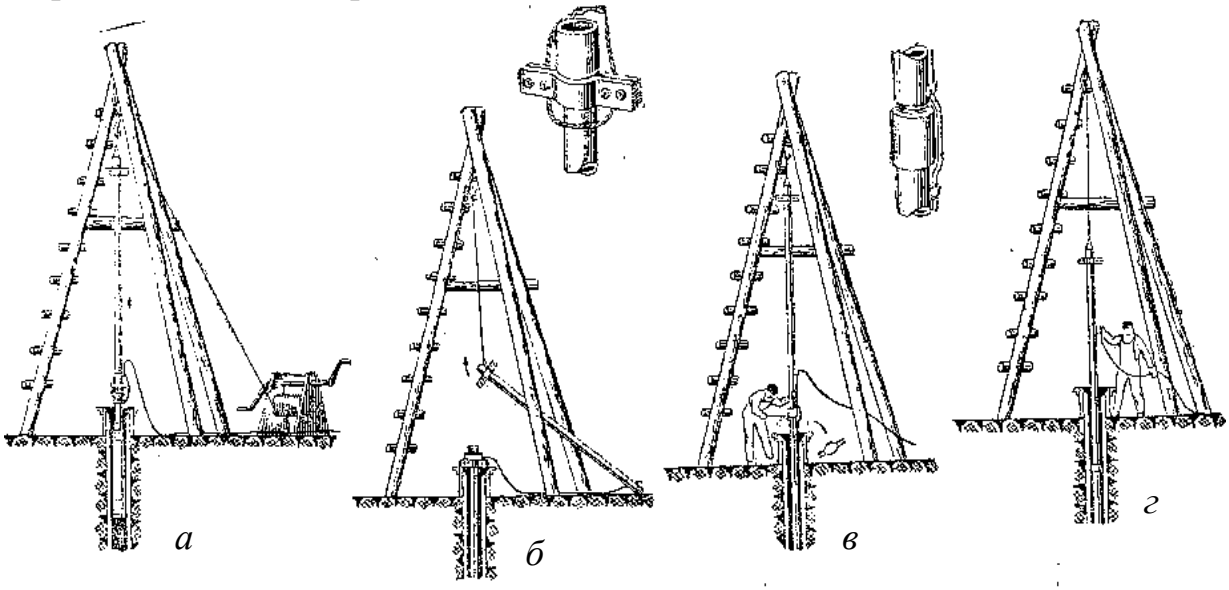
Рисунок 3.20 – Оборудование оголовка

Маркировка труб показывает, в какой последовательности следует наращивать их при опускании вместе с насосным агрегатом в буровой колодец. При маркировке водоподъемные трубы очищают внутри и снаружи от

грязи и ржавчины, проверяют, нет ли на них трещин, поврежденной резьбы, искривлений, исправны ли соединительные муфты.

Рабочее место для опускания насосного агрегата освобождают от строительного мусора, посторонних предметов, оборудуют грузоподъемными приспособлениями и механизмами, передвижным (складным) верстаком с набором необходимых ключей и других инструментов. Если помещение насосной станции расположено над скважиной, то по её центру укладывают специальную балку (швеллер), на которой укрепляют блок. В потолке помещения устраивают отверстие (люк) для пропуска труб и тягового троса.

При отсутствии помещения над скважиной устанавливают треногу (рисунок 3.21) высотой 7–8 м (на 2–3 м выше самых длинных труб, отобранных для опускания). Диаметр каната (или троса) выбирают, исходя из веса опускаемых труб и агрегата. Канат (трос), пропущенный через блок, закрепляют на лебедке (грузоподъемностью 3 т), второй его конец соединяют с вертлюжным крюком. Вертлюжный крюк в свободном состоянии и центр блока должны находиться напротив центра скважины. Диаметр блока должен быть в 15–20 раз больше диаметра каната.



а, б, в, г – последовательность операций опускания насоса в скважину

Рисунок 3.21 – Схема установки погружного насоса в скважину

Для опускания труб и насосного агрегата изготавливают три монтажных хомута, два для работы и один резервный.

Насосный агрегат опускают в скважину вместе с электрическим кабелем так, чтобы фильтр насоса (всасывающая сетка) располагался на 5–7 м ниже динамического уровня воды, а нижняя часть электродвигателя (поддон) находилась от дна скважины на расстоянии не менее 2 м. Зазор между насосом и стенками бурового колодца (или скважины) на сторону при этом должен быть равен 4–5 мм. Опускают агрегат (насос и электродвигатель) вместе с водоподъемными трубами в скважину следующим образом.

Берут трубу, имеющую на одном конце фланец, и соединяют ее с фланцем насосного агрегата (в насосе ЭПЛ-6 трубу завинчивают в переходник

фильтра. На второй конец трубы укладывают (на резьбу) льняную прядь, пропитанную суриком (или специальную пасту), и навертывают соединительную муфту. Выходные концы проводов электродвигателя зачищают и затем соединяют с четырехжильным кабелем. Место соединения изолируют полихлорвиниловой лентой марки ПХЛ.

Под нижним торцом соединительной муфты прочно закрепляют монтажный хомут.

Монтажный хомут охватывают тросом и осторожно (плавно и без рывков) с помощью лебедки или другого механизма вначале приподнимают трубу с насосом, а затем опускают их вместе с кабелем в скважину (рисунок 3.21 *а*).

Кабель по мере опускания закрепляют вдоль трубы при помощи специальных скоб через каждые 1,5–2,0 м так, чтобы он не был зажат монтажными хомутами и не провисал между ними. В местах крепления кабель изолируют резиной или изоляционной лентой.

Как только монтажный хомут будет опираться на оголовок скважины, лебедку выключают. Берут вторую (согласно маркировки) трубу (рисунок 3.21 *б*). На один ее конец навинчивают соединительную муфту с предварительно уложенным уплотнением. Ниже соединительной муфты закрепляют второй монтажный хомут, охватывают его тросом, поднимают трубу (рисунок 3.21 *в*) и завинчивают её нижним концом в муфту трубы, опущенной в скважину. Завинчивать трубу необходимо так, чтобы не получилось среза ниток резьбы и расширения муфты, а концы соединяемых труб не соприкасались.

С помощью лебедки поднимают секции труб с насосом, опущенные в скважину, на высоту, позволяющую снять нижний монтажный хомут, и, сняв его, опускают плавно, без рывков, секцию до тех пор, пока верхний монтажный хомут не будет опираться на оголовок (рисунок 3.21 *г*).

Так, постепенно наращивая трубы и закрепляя на них кабель, опускают насосный агрегат в скважину до заданной глубины погружения.

После этого верхнюю часть трубы закрепляют на оголовке, оборудуют отводом воды, манометром, обратным клапаном и задвижкой, монтируют станцию управления и проводят пробный пуск, руководствуясь ранее описанными правилами пуска центробежных насосов.

После откачки из скважины воды до полного её осветления задвижку соединяют с внешним водопроводом, а в установках ВУ-7-65 – с воздушно-водяным котлом.

Безопасность работ при монтаже оборудования для водоснабжения сводится к следующим положениям.

Перед установкой центробежных насосов типа К или В необходимо убедиться в отсутствии в шахтных колодцах метана и углекислоты и вести монтажные работы под внешним контролем. Оголовки шахтных и буровых колодцев должны иметь ограждение. К месту монтажных работ посторонние лица не допускаются.

Водоподъемные трубы с погружными или водоструйными насосами следует опускать в скважину плавно, без рывков. Стоять под опускаемым грузом воспрещается. Воспрещается также применять для спускания труб с насосами в скважину тросы с надорванной жилой.

Не допускается беспорядочное наматывание и сматывание тросов на барабан лебедки или другого подъемного механизма.

Отвертывать и завертывать трубы можно только после того, как они будут опираться монтажным хомутом на оголовок. Удержание труб на оголовке с помощью цепных или другого вида ключей не разрешается.

Перед опусканием труб с насосом приподнимают груз на 10–15 см и выдерживают в таком положении 10–15 мин.

В помещении, где установлено насосное оборудование, находиться посторонним лицам запрещается. Нельзя хранить в насосной воспламеняющиеся вещества (керосин, бензин и др.). Это помещение снабжают заряженными огнетушителями, ящиком с песком, шанцевым инструментом.

Привод насосного оборудования должен быть надежно огражден, рубильники и предохранители закрыты, корпуса электродвигателей заземлены (или занулены). Расстояние между электрическими проводами и водопроводными трубами должно быть не менее 25–30 см. Стальной или чугунный внутренний водопровод, входящий в животноводческое помещение, должен иметь вставку из электроизолирующего материала (резины, керамики, пластмассы) длиной не менее 50 см. Трубопровод, соединяющий автопоилки, делят на электрически изолированные участки длиной не более 10 м или заземляют в крайних и средних точках непосредственно у автопоилок.

Все операции по техническому уходу и ремонту насосов (включая их разборку и сборку) проводят после надежного отключения электродвигателя от силовой сети. На рубильник вешают надпись «Не включать, на линии работают!».

3.5 Монтаж системы вентиляции

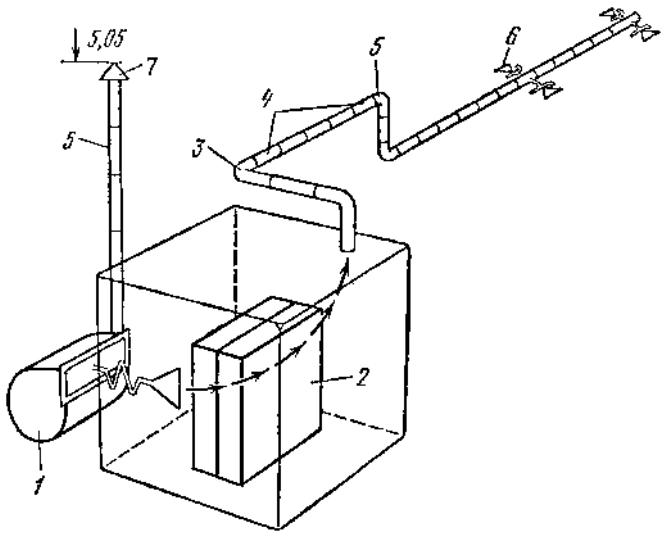
Вентиляция служит для обмена воздуха в помещении и устранения сырости. Частично воздух помещения освежается через двери и окна (естественная вентиляция). Кроме того, в животноводческих помещениях устраивают вытяжные, приточные и приточно-вытяжные трубы (искусственная вентиляция) с естественным или механическим побуждением. В качестве искусственных побудителей электровентиляторы, теплогенераторы, калориферы и т. п.

В животноводческих помещениях вентиляцию устраивают в соответствии с техническим проектом, где определен вид вентиляции и объем работ.

Систему вентиляции устраивают из воздуховодов круглого или прямоугольного сечения, калориферов и вентиляторов. Воздуховод состоит из прямых участков, отводов, крестовин, тройников и различных переходов, изготовленных из листов железа в заготовительных цехах мастерских.

При монтаже воздуховодов руководствуются монтажными чертежами, данными технического проекта и указаниями СНиПа.

Примерная монтажная схема системы приточной вентиляции приведена на рисунке 3.22.

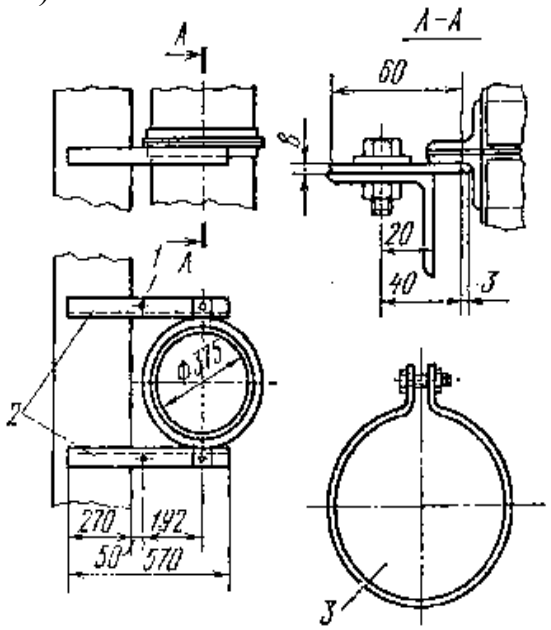


1 – центробежный вентилятор Ц4-70; 2 – калориферы КФС № 10, 9;
3 – отводы; 4 – трубы; 5 – патрубок; 6 – воронка; 7 – зонт
Рисунок 3.22 – Монтажная схема приточной вентиляции

После разметки осевых линий воздуховода устанавливают вентилятор с электродвигателем и калорифер. Затем монтируют воздуховод (начиная от вентилятора) с уклоном 0,01–0,15% в сторону потока воздуха.

Ось воздуховода, изготовленного из труб круглого сечения, должна находиться на расстоянии 100 мм + 0,5 диаметра воздуховода от потолка и стен. Воздуховод прямоугольного сечения (400×500 мм) монтируют на расстоянии 200–210 мм от стены. При наружном диаметре воздуховодов 100–375 мм расстояние между опорами должно быть 4000–4200 мм, а при диаметре более 375 мм расстояние между опорами уменьшают до 2800–3000 мм.

Подвешивают воздуховод на хомутах, которые плотно охватывают места опоры (рисунок 3.23).



1 – монтажное отверстие Ø 12 мм; 2 – кронштейн из угловой стали;
3 – хомут дли подвески круглых воздуховодов
Рисунок 3.23 – Крепление воздуховода

Воздуховод соединяют с вентилятором через звукопоглощающие упругие (в основном резиновые) материалы или вставки. При монтаже воздуховод располагают продольным швом вверх.

Поперечные швы должны быть хорошо пропаяны. Соединяют отдельные секции воздуховода фланцами и крепежными деталями. Между фланцами ставят прокладку из картона, резины, пеньковой или асбестовой пряди толщиной 3–5 мм и промазывают фланцы суриком или специальной пастой. Раструбное соединение воздуховода собирают на резиновых кольцах или заполняют места соединения асбестовой набивкой.

Секции вертикального воздуховода наращивают снизу вверх. Отклонение от вертикального положения допускается не более 2–3 мм на 1 м высоты. Гайки болтов при соединении фланцев вертикального воздуховода располагают с нижней стороны.

После монтажа воздуховода проверяют плотность и прочность мест соединений.

Вентиляционная система с механическим побуждением в свинарниках. На крупных свиноводческих фермах широкое распространение получили вентиляционные системы с механическим побуждением, которые позволяют создавать в свинарниках оптимальный состав воздуха в любое время года. Состоят они из вентилятора низкого или среднего давления, системы воздуховодов и регулирующих заслонок.

В настоящее время в основном применяют осевые крышные вентиляторы. Их устанавливают после проверки направления вращения колеса вентилятора. Применение их позволяет сократить расход электроэнергии при эксплуатации вентиляционных систем.

Приточная вентиляция в коровниках. Перед тем как начать монтаж вентиляции, проверяют размеры фундамента под вентилятор и отверстия в стенах, перегородках и потолках для воздуховодов. Затем устанавливают вентилятор с электродвигателем на раму. Между рамой и станиной вентилятора прокладывают ветроизолирующие устройства и резиновую прокладку, заливают цементным раствором колодцы с болтами и закрепляют электродвигатель на фундаменте анкерными болтами.

Оси линий валов вентилятора и электродвигателя должны совпадать, несоосность не должна превышать 0,2 мм. Пользуясь проектом, наносят краской оси воздуховодов на строительных конструкциях помещения с уклоном 0,01–0,015% в сторону движения воздуха, далее размечают места установки креплений воздуховодов, пробивают отверстия и устанавливают в них крепления для воздуховодов. На входном патрубке вентилятора устанавливают и закрепляют воздуховод растяжками. Допустимое отклонение на 1 м высоты – не более 3 мм.

Монтаж воздуховодов ведут от вентиляционной камеры до концевых воронок, собирая горизонтальные и вертикальные воздуховоды и другие детали. Затем соединяют и укрепляют на подвесках и растяжках воздуховод и фасонные звенья. Хомуты должны плотно охватывать воздуховод. Во фланцевых соединениях укладывают прокладки из картона, пряди пеньки или ре-

зины толщиной 3–5 мм и затягивают болты фланцевых соединений. Прикреплять растяжки и подвески непосредственно к фланцевым воздуховодам нельзя.

В коньке кровли помещения устанавливают дефлектор или вытяжную шахту, к которой присоединяют воздуховоды.

После проверки электропроводки подключают электродвигатель в соответствии с правилами установки электрооборудования.

По окончании монтажа проверяют соответствие вентиляционной системы и регулирующих устройств проекту, равномерность подогрева воздуха теплогенераторами, калориферами, надежность крепления оборудования и воздуховодов.

После пуска вентиляционной системы проверяют места соединения воздуховода с вентилятором; при обнаружении подсоса или утечки воздуха в системе заделывают стыки.

Устройство вентиляции в птичниках. В зимнее время воздух, поступающий в птичники, подогревается; летом в птичниках работает только приточная вентиляция.

При свободновыгульном содержании птицы вентиляционное устройство состоит из воздушных каналов, осевых вентиляторов, внутренних шахт, дефлекторов, термоэлектрорегуляторов и командоаппаратов. Воздушные каналы в виде непрерывных щелей проходят в наружных стенах с обеих сторон птичника. Каналы можно перекрывать подвесными клапанами из оцинкованной стали с противовесами.

При напольном и клеточном содержании кур для обеспечения вентиляции и подогрева воздуха устраивают приточно-вытяжную систему с электровентиляторами, термоэлектрорегуляторами и командоаппаратом. Командоаппарат – это электрические часы, которые периодически включают и выключают электродвигатель вентилятора. Термоэлектрорегулятор включает или отключает вентилятор в зависимости от требуемой температуры.

3.6 Организационные основы безопасности при монтаже системы вентиляции

Перед монтажом вентиляторов должны быть выполнены следующие работы: возведены фундаменты и опорные конструкции под вентиляторы; сделаны проходы и проезды к месту монтажа, оставлены монтажные проемы для установки вентиляторов; оштукатурены помещения вентиляционных камер; устроено освещение рабочих мест; выполнены противопожарные мероприятия и мероприятия, связанные с безопасным ведением монтажных работ.

Вентиляторы монтируют в такой последовательности. Проверяют комплектность вентилятора и его деталей, а также наличие электродвигателей, ограждающих устройств, анкерных болтов. Доставляют вентилятор к месту монтажа, поднимают и устанавливают с помощью грузоподъемных средств на фундамент, площадку или кронштейны, проверяют правильность установ-

ки и крепят в проектном положении к опорным конструкциям. Проводят обкатку вентилятора.

Метод установки и способы монтажа вентиляторов определяют в зависимости от места установки и наличия грузоподъемных механизмов.

Центробежные вентиляторы стропуют (рисунок 3.24 *а–г*) и поднимают на фундаменты различными способами в зависимости от их конструкции.

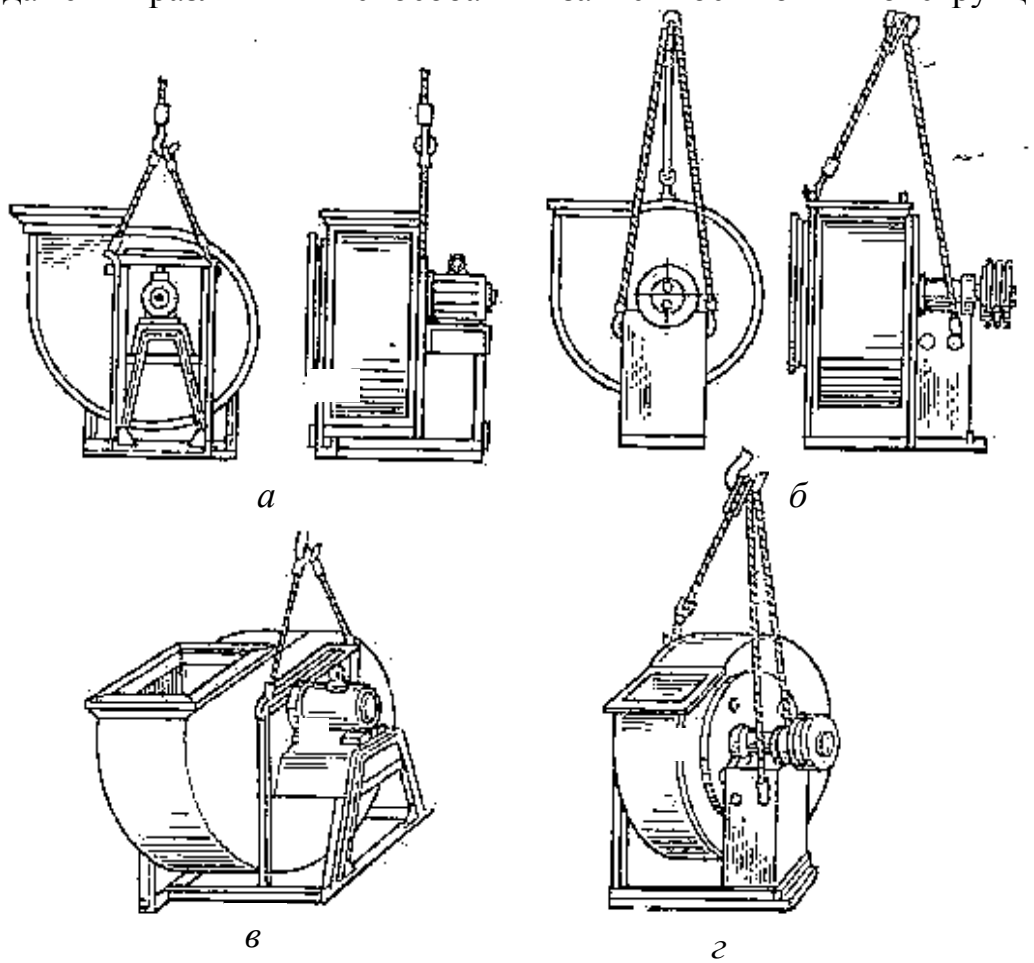
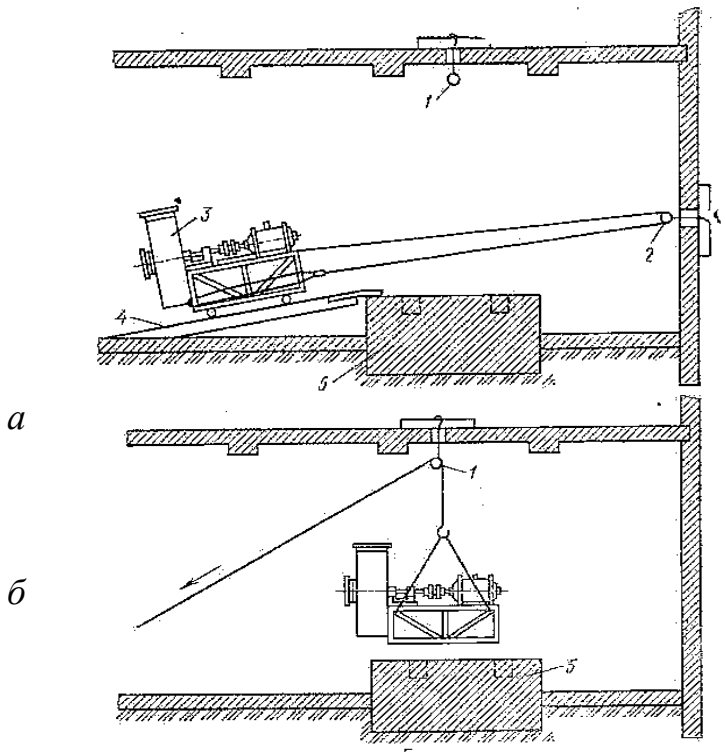
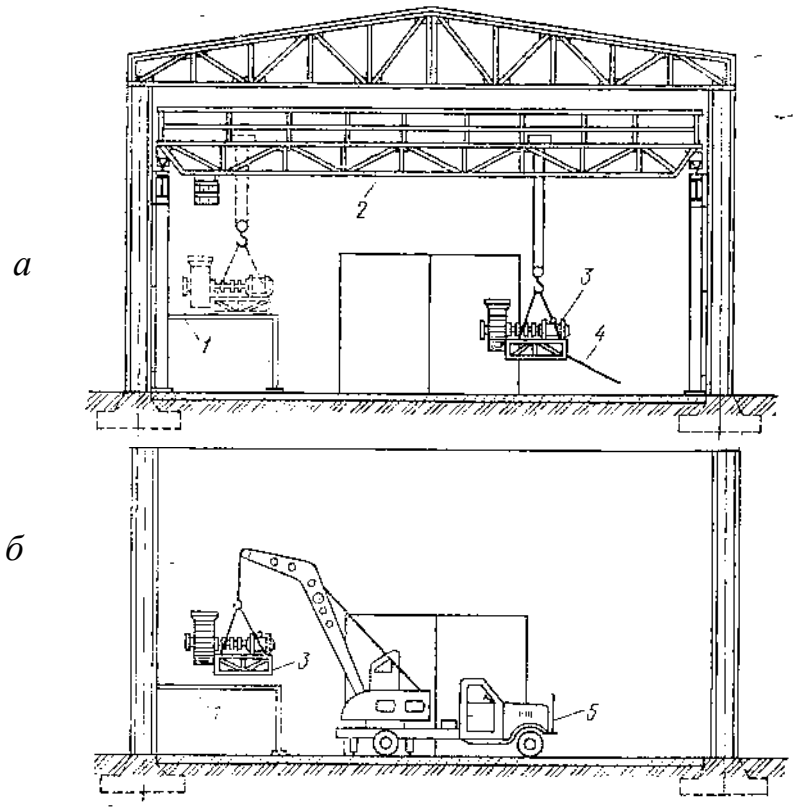


Рисунок 3.24 – Вентиляторы (*а–г*) строповки вентиляторов

Вентиляторы поднимают на фундамент или другую опорную конструкцию методом накатки, с помощью лебедок, автомобильных и мостовых кранов. Для подъема вентилятора методом накатки (рисунок 3.25 *а*) под небольшим углом на фундамент 5 укладывают лаги 4, а на стене закрепляют блок 2, через который проходит канат к лебедке. При вращении лебедки канат наматывается на барабан и вентилятор по лагам поднимается на фундамент. При подъеме вентилятора с помощью лебедки (рисунок 3.25 *б*) над местом установки к перекрытию крепят блок 1, через который проходит канат к лебедке. Вентилятор с помощью стропов поднимают и, используя оттяжки, опускают на фундамент. Если площадки, на которые нужно установить вентиляторы, находятся значительно выше уровня пола, вентиляторы поднимают и устанавливают на площадки мостовым (рисунок 3.26 *а*) или автомобильным (рисунок 3.26 *б*) краном. Установленный и закрепленный инвентарными стропами вентилятор 3 с электродвигателем выверяют и закрепляют болтами.



а – методом накатки; *б* – с помощью лебедки;
1, 2 – блоки; 3 – вентилятор; 4 – лаги; 5 – фундамент
Рисунок 3.25 – Установка вентиляторов на фундамент



а – мостового; *б* – автомобильного;
1 – площадка; 2, 5 – краны; 3 – вентилятор; 4 – оттяжка
Рисунок 3.26 – Установка вентиляторов с помощью кранов

К бетонным фундаментам вентиляторы крепят фундаментными болтами, которые заранее устанавливают в гнезда (колодцы) фундамента. Чтобы не смять анкерные болты во время подъема и опускания вентилятора, на фундамент укладывают деревянные бруски, которые после его установки снимают. Болты закрепляют контргайками.

При установке вентилятора следят за отключениями осей рамы. Положение рамы регулируют с помощью металлических подкладок, причем подкладки не должны выступать за габариты рамы более чем на 20 мм. Станина вентилятора должна плотно прилегать к звукоизолирующим прокладкам из листовой резины толщиной 20–25 мм.

Если вентиляторы устанавливают на пружинных виброизоляторах, то виброизоляторы предварительно крепят на болтах к раме вентилятора, как указано в паспорте. К металлоконструкциям пружинные виброизоляторы крепят таким образом, чтобы элементы металлоконструкций в плане совпадали с соответствующими элементами рамы вентилятора. Это делают для того, чтобы можно было корректировать положение виброизоляторов. Виброизоляторы крепят к металлоконструкциям болтами, используя отверстия в нижней плите виброизолятора, с применением резиновых прокладок. Виброизоляторы должны иметь равномерную осадку. Если вентилятор устанавливают непосредственно на пол, то виброизоляторы не применяют.

В тех случаях, когда в вентиляторных агрегатах заменяют вентилятор или электродвигатель, места расположения виброизоляторов определяют путем пробной установки. Для этого виброизоляторы сначала помещают на основание и на них устанавливают вентилятор. Перемещая виброизоляторы вдоль рамы вентилятора, добиваются равномерной осадки виброизоляторов. (При перемещении виброизоляторов вентилятор поднимают с помощью лебедок или автомобильных кранов.) Далее отмечают места окончательной установки виброизоляторов, просверливают отверстия в раме вентилятора и окончательно его закрепляют.

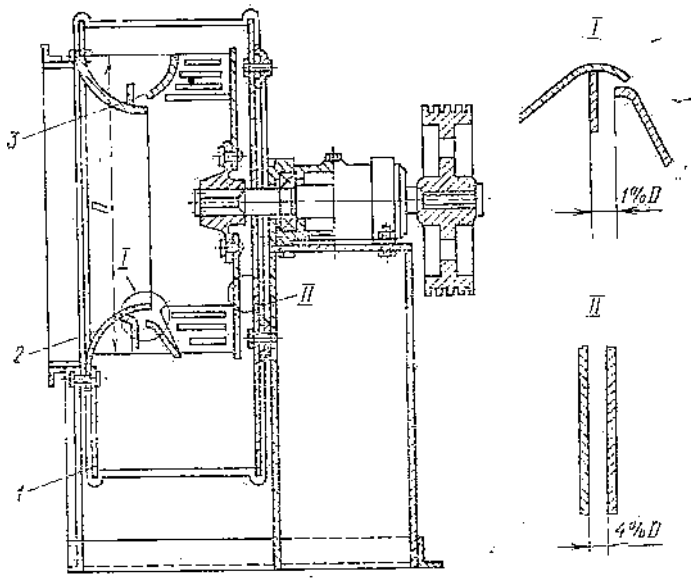
Методы монтажа больших, средних и маленьких центробежных вентиляторов различны. В качестве примера рассмотрим монтаж вентиляторной установки с большим вентилятором на пружинных виброизоляторах с клиноременной передачей. Так как вентиляторы поставляют в разобранном виде, то сначала проверяют их комплектность. Затем распаковывают детали, устанавливают раму вентилятора на временные подставки (деревянные бруски, помещенные на выверенном фундаменте), собирают и устанавливают на фундамент или на раму нижнюю часть кожуха. Отвертывают болты и снимают входной патрубок. Устанавливают горизонтально на фундаменте или на раме вал со стойкой, на который насаживают и закрепляют рабочее колесо. Устанавливают верхнюю часть кожуха, поместив между фланцами прокладки из того же материала, что и прокладки для воздуховодов этой системы, и соединяют обе части кожуха (верхнюю и нижнюю) болтами. Устанавливают и закрепляют входной патрубок.

После этого проверяют зазоры (рисунок 3.27) между кромкой переднего диска 3 рабочего колеса и кромкой входного патрубка 2 как в осевом, так и

в радиальном направлении. Зазоры не должны превышать 1% D (узел I) от диаметра D рабочего колеса. Зазор между задней стенкой кожуха и турбиной не должен превышать 4% D (узел II). Допустимые зазоры зависят от номера центробежного вентилятора. После выверки вентилятора вынимают временные подставки, применяемые для выверки виброизоляторов, и закрепляют на фундаменте или на раме кожух и вал со стойкой.

До пуска вентилятора проверяют его балансировку. Для этого на шкиве и станине или на турбине и диффузоре мелом наносят две риски: одну напротив другой. Турбину слегка поворачивают. При правильно отбалансированном вентиляторе турбина должна, не раскачиваясь из стороны в сторону, останавливаться в любом положении. Для балансировки в турбине просверливают отверстия, в которые вставляют груз (свинец) или приваривают пластинки из полосовой стали.

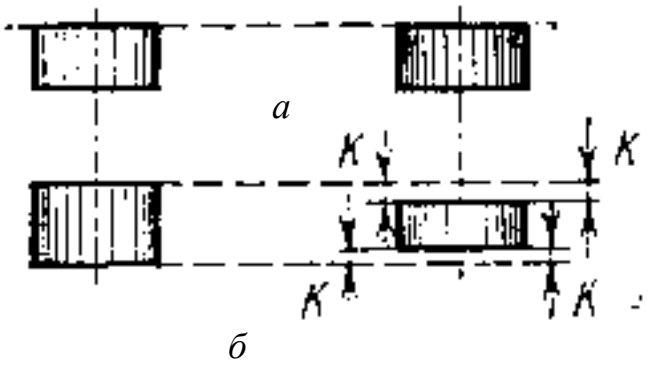
В заключение монтируют электродвигатель, который крепят болтами к салазкам или раме горизонтально. Салазки должны соприкасаться по всей плоскости с фундаментом. Корпус электродвигателя необходимо заземлять.



1 – кожух; 2 – патрубок; 3 – диск

Рисунок 3.27 – Выверка зазоров после сборки вентилятора

Оси шкивов электродвигателей и вентиляторов с клиноременной передачей должны быть параллельны, а средние линии шкивов должны совпадать. Правильность установки шкивов проверяют натянутым шнуром, который прикладывают к кромкам шкивов. При одинаковой ширине шкивов шнур должен располагаться по одной линии между шкивами и не иметь изломов (рисунок 3.28 *а*). При различной ширине шкивов шнур прикладывают к кромкам более широкого шкива (рисунок 3.28 *б*); расстояние *k* от натянутого шнура до кромок узкого шкива должно быть одинаково. Расстояние между шкивами вентилятора и электродвигателя определяется длиной клиновых ремней. Натяжение ремня считается достаточным, если при оттягивании ремня рукой он пружинит.



а – одинаковой ширины; *б* – различной ширины; *k* – зазоры
Рисунок 3 .28 – Проверка установки шкивов

Клиноременные передачи и соединительную муфту ограждают.

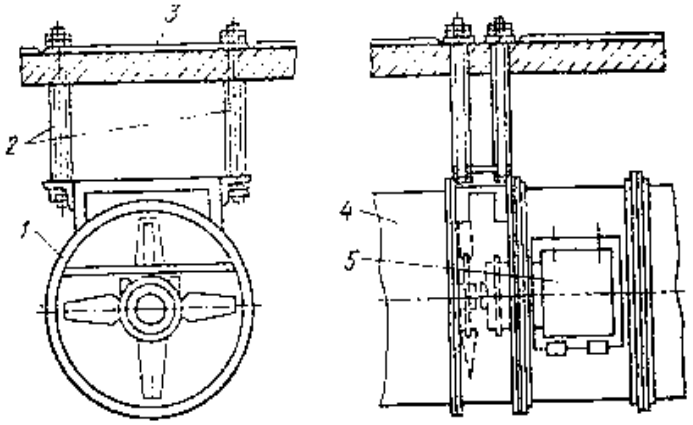
Средние и маленькие вентиляторы, как правило, монтируют непосредственно на бетонном полу (без фундаментов) в такой последовательности. На бетонный пол устанавливают виброизоляторы в количестве, указанном в проекте. Затем на них опускают вентилятор, закрепленный на раме, и регулируют виброизоляторы (к месту монтажа вентилятор поступает на одной раме с электродвигателем, чаще всего на одном валу с электродвигателем). Вентилятор поднимают и устанавливают на кронштейн. Между вентилятором и кронштейном, чтобы уменьшить вибрацию при работе вентилятора, помещают резиновую прокладку толщиной 5–7 мм. Проверив правильность установки вентилятора, его закрепляют болтами и снимают такелажные приспособления.

Осевые вентиляторы устанавливают на кронштейны, заделанные в стену, в оконных и стенных проемах. Вентиляторы, как правило, монтируют с помощью автомобильных кранов или лебедок.

Монтаж осевого вентилятора в стенном проеме выполняют в такой последовательности: на металлическую опору укладывают резиновую прокладку для уменьшения вибрации и шума; вентилятор поднимают и устанавливают на опору; проверяют правильность его установки, закрепляют на болтах с контргайками.

Вентиляторы, монтируемые в наружных стенных проемах, снабжают клапанами, управление которыми должно находиться внутри помещения на высоте 1,5–1,8 м от пола. Электродвигатели располагают со стороны помещения для удобства обслуживания и защиты от атмосферных осадков.

При монтаже вентилятора в воздуховоде (рисунок 3.29) предварительно устанавливают подвески 2 в перекрытии 3. Вентилятор поднимают на проектную отметку, закрепляют на подвесках и снимают стропы. Закончив установку вентилятора, слесарь, работая с подъемника или подмостей, присоединяет к нему воздуховоды 4 (лючок 5 в воздуховоде, расположенном со стороны электродвигателя, предназначен для подключения вентилятора к электросети и проведения профилактических осмотров).



1 – вентилятор; 2 – подвеска; 3 – перекрытие; 4 – воздуховод; 5 – лючок
Рисунок 3.29 – Установка осевого вентилятора в воздуховоде

После монтажа вентиляторов независимо от места их установки проверяют зазор между концами лопастей и обечайкой, который не должен превышать числа миллиметров, равного номеру вентилятора (например, для вентилятора № 4 он должен быть не более 4 мм, для вентилятора № 12,5 – не более 12,5 мм и т. д.).

Потолочные вентиляторы, имеющие небольшую массу (8–14 кг), подвешивают к заделанному в перекрытие крюку и подключают к электросети переменного тока. Подачу вентилятора регулируют пятиступенчатым переключателем, включаемым последовательно с ним в электрическую сеть.

Крышные осевые и центробежные вентиляторы устанавливают при монтаже покрытий. Для монтажа крышных вентиляторов используют типовые сборные железобетонные стаканы внутренним диаметром 700, 1000, 1450 мм и минимальной высотой 400 мм. Стаканы имеют анкерные болты для крепления кожухов вентиляторов и отверстия с трубками диаметром 20 мм, заложенными на толщину его стенок и предназначенными для крепления поддона. Опоры под крышные вентиляторы иногда выполняют по индивидуальным проектам.

До начала монтажа проверяют размеры отверстий стакана, его привязку к строительным конструкциям, а также соответствие расположения и количество анкерных болтов в стакане расположению и диаметру крепежных отверстий в вентиляторе. Затем, осмотрев вентиляторы, проверяют у центробежных вентиляторов зазор между входным патрубком и рабочим колесом, а у осевых – зазор между колесом и обечайкой. После осмотра к всасывающему отверстию центробежного вентилятора присоединяют самооткрывающийся клапан, который при включении вентилятора автоматически открывается, а при выключении автоматически закрывается. Если к крышному вентилятору присоединяют сеть воздуховодов, то устанавливают первое звено воздуховода. При работе вентилятора без сети воздуховодов устанавливают поддон для сбора и удаления конденсата, который одновременно служит защитой от случайного попадания посторонних предметов в помещение при ремонте и монтаже вентилятора.

Крышные вентиляторы стропуют (рисунок 3.30 *а, б*), поднимают и устанавливают с помощью башенных или других кранов. Монтаж выполняют в такой последовательности (рисунок 3.31 *а–г*). На кровлю укладывают дощатый настил от места выгрузки вентилятора до места его установки. Затем вентилятор с помощью крана устанавливают на две ранее поднятые на кровлю тележки 5, предварительно положив на них два разгрузочных швеллера 6, и крепят вентилятор к швеллерам в четырех местах болтами. Между швеллерами и плитой вентилятора прокладывают два деревянных бруска.

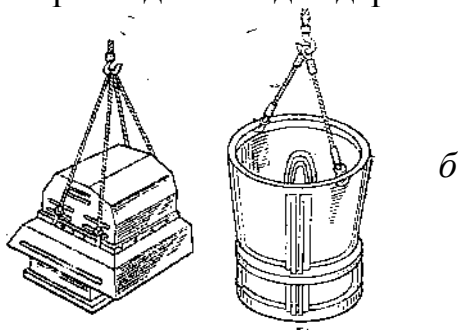
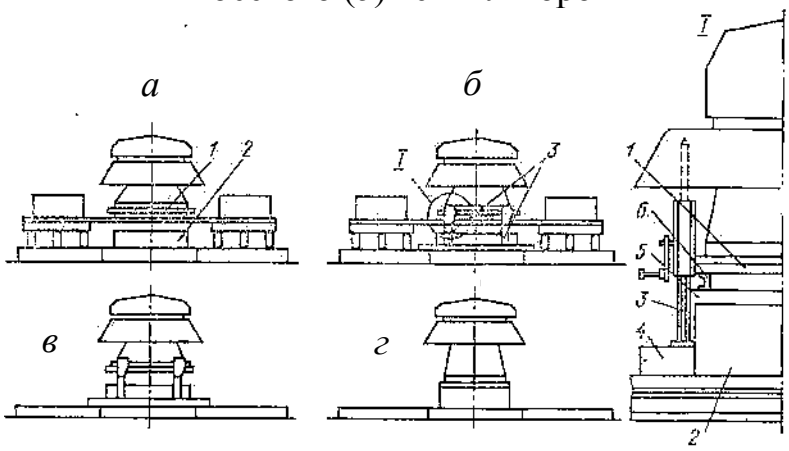


Рисунок 3.30 – Строповка крышных центробежного (*а*) и осевого (*б*) вентиляторов



1 – бруски; 2 – стакан; 3 – домкрат; 4 – шпала; 5 – тележка; 6 – швеллер

Рисунок 3.31 – Последовательность монтажа (*а–г*) крышных вентиляторов

Вентилятор подвозят на тележках к месту монтажа и устанавливают над стаканом 2, стараясь совместить анкерные болты, замоноличенные в стакане, с отверстиями в плите вентилятора (рисунок 3.31 *а*). Устанавливают на уложенные возле стакана 2 деревянные шпалы 4 четыре реечных домкрата 3. Вентилятор приподнимают домкратами на 30 мм (рисунок 3.31 *б*), снимают швеллеры и деревянные бруски, откатывают тележки и опускают на стакан. После этого вентилятор закрепляют (рисунок 3.31 *в*), снимают домкраты и убирают шпалы (рисунок 3.31 *г*).

После окончания монтажа вентиляторы подключают к электросети и испытывают правильность соединения электродвигателя с вентилятором, прочность крепления вентилятора и электродвигателя к опорам и правильность балансировки колеса вентилятора. Проверяют вращение рабочего колеса вентилятора. Если направление вращения рабочего колеса не соответствует проектному, то его необходимо изменить, переключив фазы на зажимах

электродвигателя. Удостоверяются в том, что всасывающее отверстие вентилятора, не присоединенное к воздуховоду, защищено металлической сеткой.

3.7 Изготовление деталей и узлов металлических и неметаллических трубопроводов

Детали технологических трубопроводов предназначены для изменения направления и диаметра трубопровода и закрытия его концов, а также для присоединения его к оборудованию и соединения между собой элементов трубопровода.

Основная номенклатура широко применяемых деталей из углеродистой стали состоит из отводов, тройников равнопроходных и переходных, переходов концентрических и эксцентрических, накладных седловин, заглушек эллиптических.

Кроме того, деталями трубопроводов являются крестовины, фланцы, коллекторы, отступы, кольцевые трубки для установки манометров и вакуумметров, соединительные гайки и др.

Отводы из стальных труб диаметром условного прохода от 50 до 500 мм изготовляют методом штамповки или горячей протяжки через рогообразный сердечник (крутоизогнутые отводы с радиусом изгиба менее 2,5 D). Техническая характеристика отводов и других бесшовных приварных деталей заводского изготовления, используемых при монтаже, приведена в главе III справочника. Кроме того, отводы изготовляет монтажная организация методом гибки труб D_y до 125 мм в холодном состоянии по шаблону на двух опорах без наполнителя и с наполнителем (на гидравлических трубогибочных станках ТРГ-2 и ТГС-127); методом гибки труб D_y до 32 мм в холодном состоянии обкаткой роликом без наполнителя (на трубогибочных станках СТВ и ВМС-23); методом гибки труб D_y 32–150 мм в холодном состоянии вращающимся гибочным сектором с внутренним калибрующим дорном и без него (на трубогибочных станках ТГМ-38-159, СТГ-3 и др.).

Отводы с большим радиусом изгиба (для сетей пневматического транспорта) изготовляют методом гибки с нагревом токами высокой частоты (Т'ВЧ) на трубогибочных станках с нажимным отклоняющим роликом типов ТГУ-300 Б (для труб D до 250 мм) и ТГС-530 (для труб D 200–500 мм).

Метод гибки труб по шаблонам с наполнителем (набивкой песком) в холодном состоянии, а также с нагревом в печах или горнах применяют только при отсутствии специального трубогибочного оборудования (кроме труб из легированной стали). Штампосварные и секционные сварные отводы изготовляют из отдельных сегментов, вырезанных из труб больших диаметров, с минимальным радиусом 1,5 D_H.

Тройники из углеродистой стали марок Ст10 и Ст20 изготовляют методом горячей штамповки или торцевой осадки, штампосварные и сварные тройники – из труб с D_y свыше 350 мм.

Концентрические (оси присоединительных концов совпадают) и эксцентрические (оси смещены) переходы по способу изготовления подразделя-

ют на штампованные, обсадные, вальцованные и сварные. Наиболее экономичны штампованные переходы из стали марок 20 и 10Г2А.

Заглушки подразделяют на фланцевые (отъемные) и эллиптические (приварные).

Наиболее распространены отъемные фланцевые заглушки для p_y до 20 МПа и температуры до 530 °С и для p_y до 4 МПа и температуры до 405 °С (изготовляемые из стали ВСтЗсп). Эллиптические заглушки изготовляют из стали марок ВСтЗсп, 20 и 10Г2 методом штамповки.

Фланцы различают по конструкции уплотнительных поверхностей, форме и способу присоединения к трубам.

Для крепления трубопроводов применяют опоры и подвески. Опоры подразделяются на неподвижные и подвижные. Неподвижные опоры жестко удерживают трубу и не допускают её перемещения в опоре; подвижные поддерживают трубопровод и не препятствуют его осевому перемещению.

Для стальных трубопроводов, имеющих расчетное перемещение не более 300 мм и высоту не более 150 мм, применяют опоры подвижные приварные для трубопроводов D_y 15–40 мм с изоляцией (тип ОПП-1), D_y 50–400 мм с изоляцией (тип ОПП-2) и удлиненные (тип ОПП-3); опоры подвижные хомутовые для трубопроводов D_y 15–40 мм с изоляцией (тип ОПХ-3), опоры подвижные бескорпусные для трубопроводов D_y 15–400 мм без изоляции (тип ОПБ-1) и с направляющим хомутом (тип ОПБ-2); опоры неподвижные с изоляцией D_y 15–40 мм (тип ОНП-1) и D_y 50–400 мм (тип ОНП-2); опоры неподвижные хомутовые с изоляцией для трубопроводов D_y 50–40 мм (тип ОНХ-1) и D_y 50–400 мм (ОНХ-2); опоры неподвижные бескорпусные для трубопроводов Dy 15–400 мм с изоляцией (тип ОНБ-1), бескорпусные хомутовые для трубопроводов D_y 15–400 мм без изоляции (тип ОНБ-2). Применяют подвески для трубопроводов D_y 25–400 мм с регулируемой гайкой (тип ПГ), регулируемой муфтой (тип ПМ), с тягами, регулируемыми гайками (тип ПГ2ш), с тягами, регулируемыми муфтами (тип ПМ2ш), подвески с двумя тягами и опорной балкой из угловой стали с тягами, регулируемыми гайками (тип ПГ2у) и муфтами (тип ПМ2у), подвески для вертикальных трубопроводов с двумя тягами, регулируемыми гайками (тип ПГН) и муфтами (тип ПМВ). Стальные опоры и подвески трубопроводов, транспортирующих среды температурой от –70 до 10 °С.

Пластмассовые соединительные детали изготовляют из того же материала, что и соединяемые пластмассовые трубы. При изготовлении соединительных деталей в трубозаготовительных мастерских руководствуются следующим. Равнопроходные прямые тройники и сегментные отводы, изготавливаемые из пластмассовых труб способом контактной стыковой сварки, следует выполнять из труб на один тип выше, чем тип труб, для соединения которых они предназначены, а при изготовлении равнопроходных косых тройников и неравнопроходных тройников – из труб на два типа выше. Гнутые отводы, полученные без образования складок и гофр, и переходы, формуемые путем уменьшения диаметра трубы, из которой они изготовляются, выполняют из труб того же типа, что и соединяемые трубы.

Централизованное механизированное изготовление узлов трубопроводов (рисунок 3.32) осуществляется поточным механизированным методом на специализированном оборудовании, которое установлено в определенной технологической последовательности и связано между собой средствами для межоперационного транспортирования изделий.

При централизованном изготовлении узлов трубопроводов необходимо соблюдать следующие основные требования: технологический процесс разделяют на операции, выполняемые на постоянных рабочих местах с помощью оборудования; перемещения деталей труб и изделий в процессе производства производят в одном направлении, без встречных грузопотоков; межоперационное транспортирование труб и изделий механизируют; оборудование для выполнения каждой операции устанавливают с учетом его производительности и принятого ритма работы; технологический процесс изготовления должен обеспечивать возможность наиболее широкого применения механизированных установок (устройств) для сборки и автоматической сварки стыков проводов.

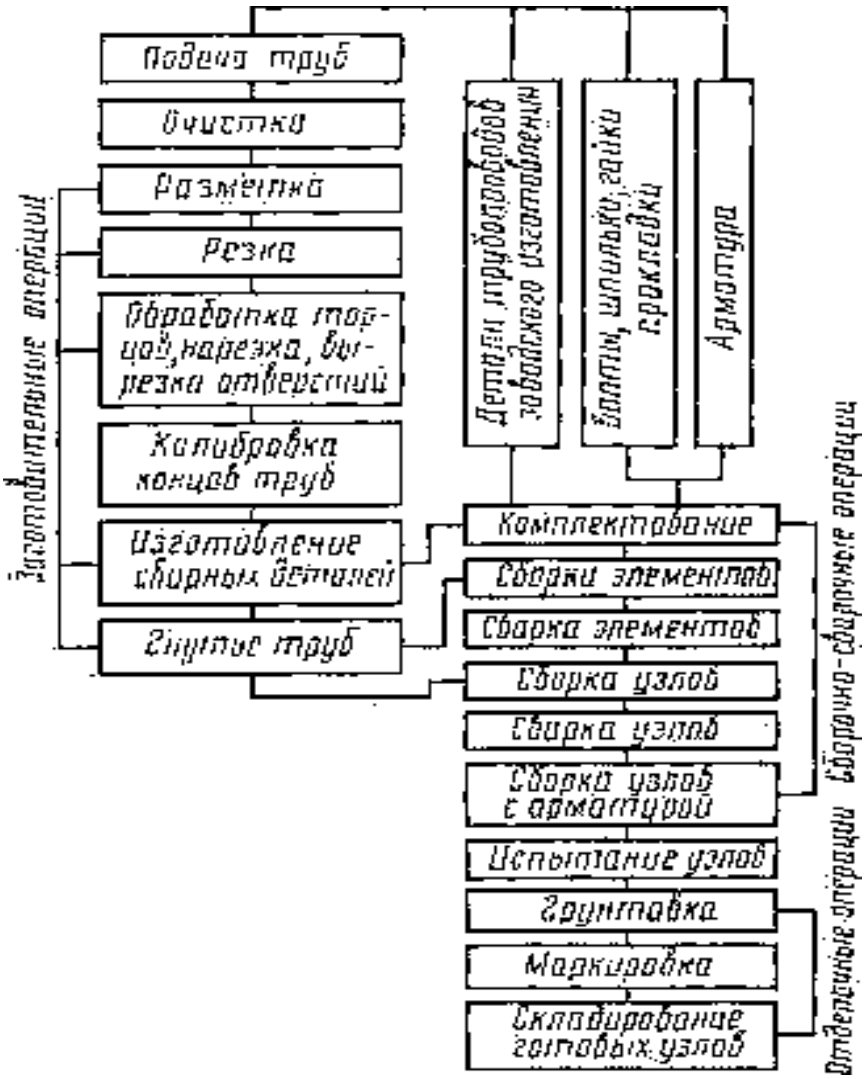


Рисунок 3.32 – Схема технологического процесса централизованного изготовления узлов трубопроводов

Для этих целей предварительно собирают и сваривают элементы трубопроводов (соединения нескольких труб и деталей), для которых обеспечивают механизированную сварку стыков в поворотном положении. Такими элементами являются одноосные элементы – соединения типа деталь – труба – деталь, все стыки которых сваривают на вращателях с одной установки, или простейшие плоские углы Г- и Т-образной форм, которые собирают и сваривают на специальных установках ВНИИмонтажспецстроя (установка для сборки и сварки плоских узлов трубопроводов D_y =50–200 мм и установка для сборки и сварки плоских узлов трубопроводов D_y =200–500 мм с внутренним силовым центратором).

Степень укрупнения узлов и их габаритные размеры устанавливают исходя из условий их транспортирования к месту монтажа в соответствии с указаниями ППР. Подготовка производства при централизованном механизированном изготовлении узлов трубопроводов включает разделение линий трубопроводов на элементы или плоские узлы и поставочные изделия (узлы, блоки), составление спецификаций комплектующих изделий (трубы, детали) на весь объем заказа или его часть, выборку из деталировочных чертежей однотипных элементов и узлов трубопроводов в целях уменьшения числа переналадок оборудования, подготовку эскизов, таблиц или другой документации для выполнения рабочими отдельных операций на поточной механизированной линии в трубозаготовительном цехе.

В состав технологической документации входит следующее: для резки труб – перечни отрезков труб с указанием их размеров, разделки кромок, маркировки отрезков труб в соответствии с их принадлежностью к различным узлам; для гибки труб – схемы узлов с необходимыми размерами; для сборки и сварки элементов – схемы элементов или плоских узлов, выполненные в виде эскизов, или их шифры, содержащие необходимые данные по составу деталей, об их размерах и взаимному расположению, а также спецификацию входящих в каждую партию узлов труб и деталей трубопроводов; для сборки и сварки элементов в узлы – схемы узлов с указанием взаимного расположения входящих в них элементов и деталей, выполненные графически или с помощью условных обозначений; для узлов с отбортовкой горловин – схемы или условные обозначения с указанием необходимых размеров для их изготовления.

Сопроводительную документацию подготавливают в зависимости от категории трубопровода и технических требований проекта. Подготовку документации для изготовления элементов и узлов трубопроводов выполняют инженерно-технические работники трубозаготовительного цеха мастерских монтажных заготовок (завода) на основании деталировочных чертежей. Узлы трубопроводов изготовляют на поточно-механизированных линиях производительностью от 500 до 3000 т в год.

При разметке труб учитывают допустимые отклонения линейных размеров при уменьшении длины заготовок для гибки и в местах резки. Величина припусков при огневой резке для крайних заготовок 2–3 мм, для средних 4–5 мм. Отверстия под штуцера должны быть равны наружному диаметру

штуцера с припуском до 2 мм. Наиболее рациональным способом резки металлических труб является механическая резка с помощью приводных дисковых пил с абразивными армированными кругами.

Из других способов резки различных металлов рекомендуются следующие (таблица 3.11).

После резки труб кромки реза зачищают механическим способом: после газопламенной резки труб из углеродистых и низколегированных сталей до полного удаления поверхностных следов резки; после газовой и воздушно-дуговой резки труб из высоколегированных сталей на глубину не менее 3 мм и тщательно контролируют на отсутствие трещин (при наличии трещин производят дальнейшую зачистку трубы абразивным кругом по всей окружности до полного удаления трещин с кромок); после кислородно-флюсовой резки на глубину не менее 0,6 мм; после плазменно-дуговой резки на глубину не менее 0,2 мм.

Таблица 3.11 – Способы резки металлопроката и труб

Металл	Газовая	Кислородно-флюсовая	Воздушно-дуговая	Плазменно-дуговая
Углеродистые и низколегированные стали	+	–	+	+
Легированные стали	–	+	+	+
Алюминий и его сплавы	–	–	–	+
Медь и её сплавы	–	–	–	+

Глубину механической обработки кромок после указанных способов резки считают от максимальной впадины реза. Резку труб из цветных металлов и сплавов производят механическим путем (на дисковых пилах, трубоотрезных и токарных станках), а также газоэлектрической резкой в среде защитных газов (аргона и водорода).

Торец трубы после резки должен быть чистым, без внешних и внутренних заусенцев, а отклонения от перпендикулярности (заданного угла) плоскостей торцевых срезов к оси прохода труб не должны превышать: 0,5 мм при толщине стенок не более 3 мм; 1 мм при толщине более 3 до 4,5 мм; 1,5 мм при толщине 5 мм и более. Резку пластмассовых труб выполняют на станках с дисковыми пилами, оборудованными специальными поворотными устройствами для отрезания труб под разными углами (станок УСТС-2), и токарных станках с частотой вращения шпинделя 1000–2000 мин$^{-1}$. Стеклянные трубы режут при помощи электронагрева нихромовой проволокой диаметром 0,8–1,2 мм или на дисковых пилах при помощи абразивных армированных кругов.

Длина трубы, необходимая для гнутого элемента (в мм):

$$L = 0{,}01745R\alpha + l, \quad (3.5)$$

где R – радиус изгиба трубы, мм;
α – угол изгиба трубы, 0,0174 (10°);
l – длина прямого участка (не менее 100 мм).

Диаметр дорна трубогибочного станка должен быть меньше внутреннего диаметра трубы (таблица 3.12). Электросварные трубы гнут с использованием дорна, имеющего продольный паз с профилем, соответствующим профилю внутреннего сварного шва.

Таблица 3.12 – Размеры дорна в зависимости от внутреннего диаметра изгибаемой трубы

Внутренний диаметр трубы $D_в$, мм	Величина, на которую наружный диаметр конца дорна меньше $D_в$, мм	Длина цилиндрической части дорна l, мм
От 32 до 50	0,5–1	5
От 51 до 75	1–1,5	4,5
От 76 до 120	1–1,5	3,5
От 120 до 200	1–1,5	3
Свыше 200	1,5–3	3

При гибке труб допускается отклонение оси гнутой трубы от заданного угла изгиба не более 2 мм на длине прямого участка до 300 мм и не более 1 мм на каждые последующие 150 мм; утонение стенки трубы в зоне изгиба (в % к номинальной толщине) при отношении радиуса изгиба к диаметру трубы равном 3 – до 25; при 2,5 – 27; при 2 – 30; овальность сечения в зоне изгиба не выше 8%.

Овальность сечения (в %):

$$O = \frac{D_{max} - D_{min}}{D_{nom}} \cdot 100, \quad (3.6)$$

где D_{max}, D_{min}, D_{nom} – максимальный, минимальный и номинальный наружные диаметры труб в месте изгиба.

На внутренней стороне изгиба допускаются волнистость и небольшие гофры, высота которых не должна выводить наружный диаметр за пределы допустимых отклонений по овальности сечения.

Отклонение радиуса изгиба при $R \leq 4\ D_y$ не должно превышать следующих величин:

D_y, мм	До 80	80–100	125	150	200	250	300
Допуск на радиус в изгибе, мм	±5	±8	±10	±12	±16	±18	±20

При гибке труб поперечные сварные швы на гнутых участках труб не допускаются, расстояние от начала закругления гиба до ближайшего попе-

речного сварного стыка должно быть не менее 100 мм для трубопроводов и не менее 50 мм для трубопроводов IV и V категорий.

При гибке прямошовных электросварных и водогазопроводных труб продольные швы располагают в зоне наименьших деформаций (на боковых поверхностях изгиба).

Гибку пластмассовых труб производят на специальных трубогибочных станках в нагретом состоянии. Нагрев полиэтиленовых труб осуществляют в вертикальных жидкостных ваннах, причем конец трубы длиной не менее $2D_н$ должен выступать над уровнем жидкости и оставаться холодным. При нагреве труб перед гибкой выдерживают следующую температуру теплоносителя (в °С):

Теплоноситель			Глицерин	Воздух
Полиэтилен (ПВД)	высокого	давления	105±5	135± 10
Полиэтилен (ПНД)	низкого	давления	135 ± 5	150± 10
Винипласт			130±5	150± 10

Продолжительность нагрева винипластовых труб принимают равной примерно 1,5 мин на 1 мм толщины стенки трубы, полиэтиленовых труб – по следующим данным:

Толщина стенки трубы, мм	2	3	4	5	6	7	8
Продолжительность нагрева труб из ПНД, с	120	140	185	240	320	400	450
То же, для труб из ПВД, с	115	130	160	220	305	360	400

Размеры заготовок для гибки полиэтиленовых и винипластовых труб приведены в таблице 3.13.

Минимальный радиус гибки в нагретом состоянии полиэтиленовых труб принимают равным $4D_н$, винипластовых труб $3–4D_н$.

При формовании концов пластмассовых труб (образовании раструба и бурта, отбортовке концов труб и деталей для соединений на свободных фланцах) концы труб нагревают до указанных выше температур. Для всех видов формования концов труб применяют универсальное винтовое приспособление со сменной оправкой или калибровочной гильзой.

При изготовлении стальных сварных тройников больших диаметров основные размеры (в мм) определяют по формулам:

$$l = d_y + 100; \tag{3.7}$$

$$h = \frac{D_y + d_y}{2} + 100, \tag{3.8}$$

где l – половина длины тройника, мм;

d_y – диаметр условного прохода ответвления в тройнике, мм;

D_y – диаметр условного прохода основной трубы тройника, мм;

h – расстояние от центра тройника до конца штуцера ответвления, мм.

Таблица 3.13 – Размеры заготовок для гибки труб

D_y	D_H	R	Угол отвода, град							
			90		60		45		30	
			l	l_1	l	l_1	l	l_1	l	l_1
Полиэтиленовые трубы										
20	25	90	141	180	94	135	70	110	47	90
25	32	120	188	235	125	170	94	140	63	110
32	40	160	250	300	161	220	125	175	84	135
40	50	200	313	370	209	265	256	211	104	160
50	63	250	392	455	261	320	196	255	130	190
65	75	300	470	535	313	380	235	300	156	220
80	90	400	625	700	418	495	313	390	209	285
100	110	500	782	865	522	605	391	470	261	340
125	140	600	940	1030	626	715	470	560	313	405
150	160	800	1235	1355	835	935	626	726	418	520
Винипластовые трубы										
20	25	80	125	155	84	115	63	90	42	70
25	32	110	172	205	115	150	86	120	57	90
32	40	150	235	275	157	200	118	160	78	120
40	50	180	282	330	188	235	141	185	94	140
50	63	240	376	425	250	300	188	235	125	175
65	75	330	516	570	344	395	258	310	172	225
80	90	400	626	680	418	475	313	370	209	265
100	110	500	783	850	522	590	391	455	261	325
125	140	600	940	1020	626	705	470	550	313	395
150	160	800	1252	1345	835	925	627	720	418	510
Принятые обозначения: l – длина изгибаемого участка, мм; l_1 – длина нагреваемого участка трубы, мм; R – наименьший радиус изгиба, мм										

При изготовлении тройников из полиэтиленовых труб применяют контактную стыковую сварку путем нагрева до оплавления сопрягаемых кромок, из винипласта – прутковую сварку встык (реже склеивание).

При сборке стыков труб, входящих в состав элементов и узлов трубопроводов, обеспечивают правильное фиксированное взаимное расположение стыкуемых труб и деталей.

Разностенность и смещение кромок при стыковке под сварку труб, деталей трубопроводов и арматуры не должны превышать величин, указанных в таблице 3.14.

Если разностенность свариваемых элементов превышает указанные величины, должен быть обеспечен плавный переход от более толстого элемента к более тонкому путем одно- или двухсторонней механической обработки конца элемента с более толстой стенкой. При этом угол наклона поверхности перехода *a* должен быть не более 15°.

Таблица 3.14 – Допустимые отклонения на смещение кромок стыкуемых элементов при стыковке под сварку

Наименование трубопроводов	Толщина стенок стыкуемых элементов S, мм	Допустимая разностенность или смещение кромок, мм
Трубопроводы, на которые распространяются СНиП 3.05.05-84	3–4,5	1
	5–6	1,5
	7–8	2
	9–14	2,5
	15 и более	3
Трубопроводы пара и горячей воды, подконтрольные Госгортехнадзору	До 3	0,25S
	Более 3 до 6	0,1S+0,3
	От 6 до 10	0,15S
	От 10 до 12	0,05S+1
	20	0,1S, но не более 3
Трубопроводы горючих, токсичных и толщины стенок, сжиженных газов, подведомственные Госгортехнадзору	Не более 10% толщины стенок, но не более 3	

При сборке фланцевых соединений трубопроводов уплотнительные поверхности приваренных фланцев, а также буртов и приварных колец для свободных фланцев должны быть перпендикулярны к осям труб и деталей и соосны с ними. Отклонение от перпендикулярности уплотнительной поверхности фланца к оси трубы или детали не должно превышать следующих величин:

Наружный диаметр уплотнительной поверхности фланца, мм	От 25 до 60	От 60 до 160	От 160 до 400	От 400 до 750	От 750 до 1000
Неперпендикулярность уплотнительной поверхности фланца к оси трубы или детали, мм	0,15	0,25	0,35	0,5	0,6

Во фланцевых соединениях труб и деталей между собой и с трубопроводной арматурой обеспечивают параллельность уплотнительных поверхностей фланцев (допустимые отклонения не должны превышать 10% толщины прокладки). При сборке фланцевых соединений обеспечивают симметричное расположение отверстий под болты и шпильки относительно вертикальной оси. Смещение отверстий двух смежных фланцев не должно превышать половины разности номинального диаметра отверстия и устанавливаемого болта (или шпильки).

При сборке труб и деталей с плоскими приварными фланцами расстояние между уплотнительной поверхностью фланца и торцом трубы или детали (недовод трубы) должно соответствовать следующим размерам:

Диаметр условного прохода трубы или детали, мм	Менее 25	25–50	65–150	200	250–300	350–500
Величина недовода, мм	4	5	6	8	10	11

Внутренний диаметр плоского фланца должен быть больше наружного диаметра трубы или детали на 1 мм, для труб и деталей $Д_н$=14–45 мм на 2 мм, для труб и деталей $Д_н$ = 57–194 мм. Для труб и деталей большего диаметра допускается расточка внутреннего диаметра фланца по фактическому наружному диаметру трубы или детали с зазором на сторону не более 2,5 мм.

При сборке элементов и узлов трубопроводов соблюдаются следующие требования: вварка штуцеров, бобышек и других деталей в сварные швы и отводы (калачи) в местах гибов не допускается (допускается вварка одного штуцера внутренним диаметром до 20 мм); для поперечных стыковых сварных соединений, не подлежащих ультразвуковому контролю, расстояние между сварными швами должно быть не менее 1 °С) мм при D_y до 150 и 200 мм при D_y 150 мм и более, а для этих же соединений трубопроводов, расстояние между плоскостями соседних сварных швов на прямых участках не менее 100 мм, а для трубопроводов IV и V категорий не менее 50 мм. При установке крутоизогнутых и штампосварных отводов допускается расположение поперечных сварных соединений у начала закругления и сварка между собой крутоизогнутых отводов без прямого участка; для поперечных стыковых сварных соединений, подлежащих ультразвуковому контролю, длина свободного прямого участка трубы (элемента) в каждую сторону от оси шва до ближайших приварных деталей (начала гиба, оси соседнего поперечного шва) должна быть не менее 100 мм при толщине стенки трубопровода до 15 мм включительно; при угловых (тавровых) сварных соединениях трубопроводов пара и горячей воды, расстояние от наружной поверхности элемента до начала гиба трубы или оси поперечного стыкового шва для труб (штуцеров) наружным диаметром до 100 мм должно быть не менее наружного диаметра трубы, но не менее 50 мм, наружным диаметром 100 мм и более – не менее 100 мм.

При ревизии трубопроводной арматуры выполняют операции по разборке арматуры без снятия запорных органов со штоков, осмотру и очистке деталей и внутренней поверхности корпуса арматуры и расконсервации её, обезжириванию (при необходимости), проверке герметичности поплавков (при ревизии арматуры с поплавковыми устройствами); испытанию, проверке качества притирки уплотнительных поверхностей по краске на контрольной плите или по рискам-штрихам на плите или седле (при необходимости),

смазке ходовой части, сборке арматуры с установкой прокладок, набивкой сальников (в соответствии с проектом) и проверкой движения ходовой части, закрытию проходных отверстий и уплотнительных поверхностей фланцев заглушками.

При замене сальниковой набивки применяют набивку, соответствующую диаметром (со стороной квадрата) на 0,1–0,2 мм меньше зазора между шпинделем и стенкой сальниковой камеры; набивку укладывают в сальниковой камере отдельными кольцами, со стыками, скошенными под углом 45° и размещаемыми «вразбежку».

Высота набивки, предварительно обжатой при укладке каждого кольца с помощью деревянной втулки (обсадки), должна быть такой, чтобы имелась возможность подтягивания сальника на 20–30 мм, для чего втулка (грундбукса) сальника после обжатия набивки должна входить в сальниковую камеру не более чем на 5–8 мм.

При отсутствии специальных указаний в проекте трубопроводную арматуру с корпусами из стали, чугуна и цветных металлов испытывают водой пробным давлением на прочность корпуса, равным 1,5 p_y. При испытании на прочность пробное давление поддерживают до 10 мин, после чего его снижают до рабочего, при котором производят осмотр испытываемой арматуры (таблица 3.15).

Таблица 3.15 – Нормы герметичности затворов

Показатели	Опасная среда, $p_y \leq 20$ МПа	Безопасная среда	
		$p_y \leq 20$ МПа	$p_y \leq 4$ МПа
Класс герметичности	I	II	III
Среда, в которой проводят испытание	Вода Керосин Воздух	Вода Воздух	Вода
Пропуск через затвор (для воды и керосина в $см^3$/мин, для воздуха в $дм^3$/мин) при D_y арматуры, мм:			
до 50 включительно	Не допускается		
70	–	–	1
80–100	–	–	2
125–200	–	1	3
225–250	–	2	7
300–400	–	3	12
500–600	1	5	20
800–1000	3	8	40

При испытании затвора для удаления воздуха в начале испытания с повышением давления до рабочего 2–3 раза приоткрывают затвор на 0,5–1 мм и снова закрывают его, продолжая испытание. Арматура считается выдержавшей испытание, если во время испытания не появятся течь, пропуски (слезки) и потение.

При установке и затяжке болтов и шпилек во фланцевых соединениях гайки болтов располагают с одной стороны фланцевого соединения; обеспечивают одинаковый выход концов болтов или шпилек из гаек для каждого фланцевого соединения (концы должны выступать не менее чем на полтора и не более чем на три шага резьбы); затяжку болтов (шпилек) производят равномерно с поочередным постепенным завертыванием гаек (крест-накрест); болты (шпильки) для трубопроводов, работающих при температуре выше 300 °С, перед установкой обрабатывают графитовой или графито-медной смазкой. Графитовую смазку готовят из чешуйчатого графита, густо разведенного на воде или смеси глицерина с водой в соотношении 2:1. Графито-медная смазка состоит из чешуйчатого графита (15–20 частей), медного порошка (25–10 частей), глицерина (60–70 частей).

Для проверки совпадения отверстий для болтов при сборке фланцевых соединений применяют болты, монтажные коликовые ключи или специальные оправки.

Фланцы на концах узлов, связанные с аппаратами, арматурой или ответными фланцами на других узлах, поставляют вместе с узлами, не приваривая их.

Габаритные размеры узлов и секций трубопроводов, определяемые деталировочными чертежами, при перевозке трубопроводов железнодорожным и автомобильным транспортом, не должны выходить за нормальные транспортные габариты.

Максимальные размеры узлов трубопроводов, расположенных в зданиях, принимают равными 0,8×1,5×6 м; узлов трубопроводов, расположенных вне здания, – 1,5×2,5×10 м; секций – до 36–40 м.

Отклонения линейных размеров каждого узла (сборочной единицы) трубопроводов не должны превышать ±3 мм на каждый метр, но не более ±10 мм на всю длину сборочной единицы, угловых размеров и перекоса осей в узле ±2,5 мм на 1 м, но не более ±8 мм на весь последующий прямой участок трубопровода.

Допустимое отклонение по прямолинейности, измеренное на расстоянии 200 мм от стыка, не должно превышать 0,5 мм. Замеры производят в трех-четырех точках по окружности трубы.

Нормы расхода материалов на изготовление 1 т узлов и секций технологических трубопроводов из углеродистых и качественных сталей условным давлением до 10 МПа приведены в таблице 3.16.

Изготовляемые узлы трубопроводов испытывают в зависимости от условий их поставки и монтажа. Узлы с большим числом сварных и разъемных соединений испытывают до их монтажа независимо от условий поставки. Вид и параметры испытания указывают в деталировочных чертежах тру-

бопроводов. При испытании узлов трубопроводов пользуются специальными герметизирующими инвентарными заглушками.

Таблица 3.16 – Нормы расхода материалов на изготовление 1 т узлов и секций технологических трубопроводов из углеродистых сталей

Наружный диаметр трубопровода, мм	Отходы труб, т	Паронит, кг	Метизы, кг	Расходы на кислородную резку с использованием				Расход на дуговую сварку					
				пропан-бутана		ацетилена		ручную	механизированную в углекислом газе		автоматическую под флюсом		
				Кислород, м^3	Пропан-бутан, кг	Кислород, м^3	Ацетилен, м^3	Электроды, кг	Проволока сварочная, кг	Газ углекислый, кг	Электроды на первый проход, кг	Флюс, кг	Проволока сварочная, кг
57	0,037	1,0	21,3	8,4	2,1	6,6	1,6	13,5	9,0	7,2	–	–	–
108	0,037	1,0	26,2	9,1	2,2	7,1	1,5	18,7	12,3	9,8	–	–	–
159	0,037	1,0	32,5	9,1	2,0	7,1	1,4	19,4	12,8	10,3	–	–	–
273	0,041	1,2	31,5	10,3	2,0	8,1	1,4	35,6	23,4	13,8	–	–	–
377	0,041	0,4	20,0	8,6	1,6	6,6	1,1	30,2	20,0	15,9	–	–	–
530	0,041	0,2	12,6	5,9	1,0	4,6	0,8	16,9	11,2	8,9	2,3	14,1	19,1
820	0,031	0,1	16,0	3,9	0,7	3,0	0,5	16,9	11,2	8,9	1,5	10,3	13,9
1420	0,031	–	–	3,3	0,6	2,6	0,4	8,9	5,8	4,7	0,8	5,4	7,3

Изготовленные узлы трубопроводов маркируют в соответствии с указаниями проекта. Маркировку наносят на конец узла цветной краской на расстоянии не менее 50 мм от его кромки. В маркировке указывают номер заказа или цифровой индекс установки, номер блока, номер линии, номер узла. Например, изготовленный по заказу № 45 для блока II, линии 15а узел № 6 маркируют так: 45-II-15а/6. Знаки маркировки должны быть ясными, высотой не менее 10 мм. Кроме цифровой маркировки рекомендуется наносить на один конец узла краской кольцевую полосу указанного в проекте цвета, соответствующего определенному корпусу, цеху или отделению.

Отверстия в узлах и секциях трубопроводов диаметром до 250 мм и трубопроводов специального назначения независимо от диаметра закрывают пробками.

На изготовленные и поставляемые узлы и секции трубопроводов мастерские монтажных заготовок представляют следующую документацию (в двух экземплярах): копии документов (сертификатов) заводов-изготовителей на трубы, детали трубопроводов, металл, крепежные изделия, сварочные и другие материалы и изделия, а также список сварщиков и термистов с указанием срока действия удостоверений сварщиков, клейм, журнал учета и проверки качества (только для трубопроводов I и II категорий и трубопроводов на P_y>10 МПа); копии паспортов на арматуру, кованые, литые и др. детали; журнал сварочных работ для трубопроводов I и II категорий и трубопроводов на p_y>10 МПа; исполнительную схему по трубопроводам I категории, в том числе по трубопроводам пара и горячей воды I категории D_y>70 мм, а также по трубопроводам пара и горячей воды II и III категорий D_y>100 мм. Исполнительная схема содержит данные о сварке, а также номера стыков и личные клейма сварщиков, номера протоколов о термической обработке сварных стыков.

По узлам трубопроводов пара и горячей воды I категории D_y>70 мм, а также II и III категорий D_y>100 мм дополнительно представляют свидетельство об изготовлении их элементов, поставленных специализированными трубозаготовительными предприятиями.

3.8 Монтаж технологических трубопроводов

Монтаж трубопроводов выполняют в соответствии с проектом (рабочими чертежами), декатировочными чертежами, проектом производства работ, требованиями, изложенными в главе СНиП 3.05.05–84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы». Монтаж трубопроводов производят преимущественно из готовых узлов, которые на монтажной площадке укрупняют в блоки. При комплектно-блочном методе монтажа оборудования и трубопроводов блоки коммуникаций входят в состав агрегированных комплектных блоков оборудования и их монтируют одновременно.

При индустриальном способе сооружения технологических металлических трубопроводов монтаж их сводится к укрупнительной сборке узлов в блоки, полностью подготовленные к установке на опорные конструкции; к

установке укрупненных узлов и блоков на место; соединению их между собой; установке постоянных средств крепления и испытанию законченных монтажом линий трубопроводов.

Перед укрупнительной сборкой проверяют комплектность элементов и узлов и их соответствие требованиям чертежей и технических условий. Перед монтажом технологических трубопроводов проверяют правильность установки оборудования, наличие и правильность оставленных отверстий и гильз для прохода трубопроводов в стенах, перегородках и перекрытиях, а также гнезд для установки кронштейнов и оставленных закладных деталей для крепления подвесок технологических трубопроводов.

Разбивку трассы трубопроводов производят с помощью геодезических приборов, рулетки, отвеса и гидростатического уровня. Отклонения опорных конструкций от проектного положения допускаются для цеховых трубопроводов в плане ±5 мм, для межцеховых ±10 мм, по высотным отметкам – 10 мм и по уклону +0,001. Для крепления опорных конструкций трубопроводов к железобетонным и другим конструкциям применяют поршневые строительно-монтажные пистолеты ПЦ-52. Подвижные опоры и тяги подвесок трубопроводов устанавливают с учетом теплового удлинения (укорочения) каждого участка трубопровода, величина и направление смещения которого указываются в проекте. Неподвижные опоры приваривают к опорным конструкциям и надежно закрепляют на трубе с помощью хомутов и установкой на болтах крепления контргаек. Во избежание сдвига трубы в неподвижной опоре к трубе приваривают упоры (сухари), которые должны упираться в торцы хомутов. Между трубопроводом из легированной стали и опорой или хомутом из углеродистой стали устанавливают тонкие алюминиевые прокладки для защиты мест контакта от электрохимической коррозии.

При установке кронштейнов в гнездах стен и перегородок концы их заливают бетоном марки не ниже 150. Нагружать опоры трубопроводами разрешается не ранее чем через 7 дней после их подливки.

Монтаж узлов трубопроводов начинают с присоединения их к машинам и аппаратам. При этом присоединяемый узел (участок) трубопровода временно закрепляют, не допуская, чтобы масса его передавалась на машины и аппараты. При прокладке через стены, перегородки и перекрытия трубопровод заключают в гильзы. Последние обычно изготовляют из труб, внутренний диаметр которых на 10–20 мм больше наружного диаметра прокладываемой трубы. Гильзы должны выступать на 50–100 мм из обеих сторон строительной конструкции. Внутри гильз не должно быть сварных или фланцевых соединений. Концы гильз заполняют асбестом.

При прокладке изолированных трубопроводов размер гильзы выбирают с учетом толщины изоляции. При прокладке нескольких трубопроводов параллельно расстояние в свету между стенками смежных труб, а также между наружными поверхностями неизолированных трубопроводов должно быть не менее 50 мм, при прокладке изолированных трубопроводов для труб D_y 25–40 мм – не менее 80 мм, D_y 50–80 мм – 85, D_y 100–150 – 90–95, D_y 200 – 300 мм – 100–110, D_y 350–450 мм – 115–125 мм.

Трубопроводы, прокладываемые по стенам зданий, не должны пересекать оконные и дверные проемы. При прокладке вдоль наружных стен зданий трубопроводы размещают не менее чем на 0,5 м выше или ниже оконных проемов.

Такелажные работы при монтаже трубопроводов выполняют с применением монтажного оборудования, механизмов и приспособлений, предусмотренных проектом производства работ. При монтаже пространственных узлов и блоков трубопроводов закрепляют каждое ответвление узла или блока. При установке в проектное положение узлы и блоки укладывают не менее чем на две опоры и надежно закрепляют от опрокидывания и разворота.

Расстроповку любых поднятых элементов трубопроводов выполняют только после укладки их на опоры и надежного закрепления с затяжкой не менее 50% проектного числа болтов и заваркой не менее 30% общей длины сварного шва. Закрепление трубопроводов в каждом температурном блоке ведут от неподвижных опор.

Сварные стыки трубопроводов должны находиться на расстоянии не менее 50 мм от опор, а в трубопроводах пара и горячей воды – не менее 200 мм.

При монтаже трубопроводов компенсатор любого типа растягивают (или сжимают) в холодном состоянии на проектную величину компенсации температурного удлинения (укорочения) трубопровода. При этом учитывают поправку на температурные условия в момент монтажа компенсатора. Для нагретых трубопроводов проектную величину растяжки уменьшают на значение $((\Delta_{\text{попр}})_{\text{р}}$ (в мм):

$$(\Delta_{\text{попр}})_{\text{р}} = 1{,}2\,\frac{L(t_{\text{монт}} - t_{\text{наим}})}{100}, \tag{3.9}$$

где L – длина трубопровода между неподвижными опорами, м;
$t_{\text{монт}}$ – температура воздуха в момент монтажа, °С;
$t_{\text{наим}}$ – средняя минимальная температура воздуха на месте монтажа, °С (принимают по данным ближайшей метеостанции).

При предварительном сжатии компенсатора проектную величину уменьшают на значение $(\Delta_{\text{попр}})_{\text{с}}$ (в мм):

$$(\Delta_{\text{попр}})_{\text{с}} = 1{,}2\,\frac{L(t_{\text{наиб}} - t_{\text{монт}})}{100}, \tag{3.10}$$

где $t_{\text{наиб}}$ – средняя максимальная температура воздуха на месте монтажа, °С (принимают по данным ближайшей метеостанции).

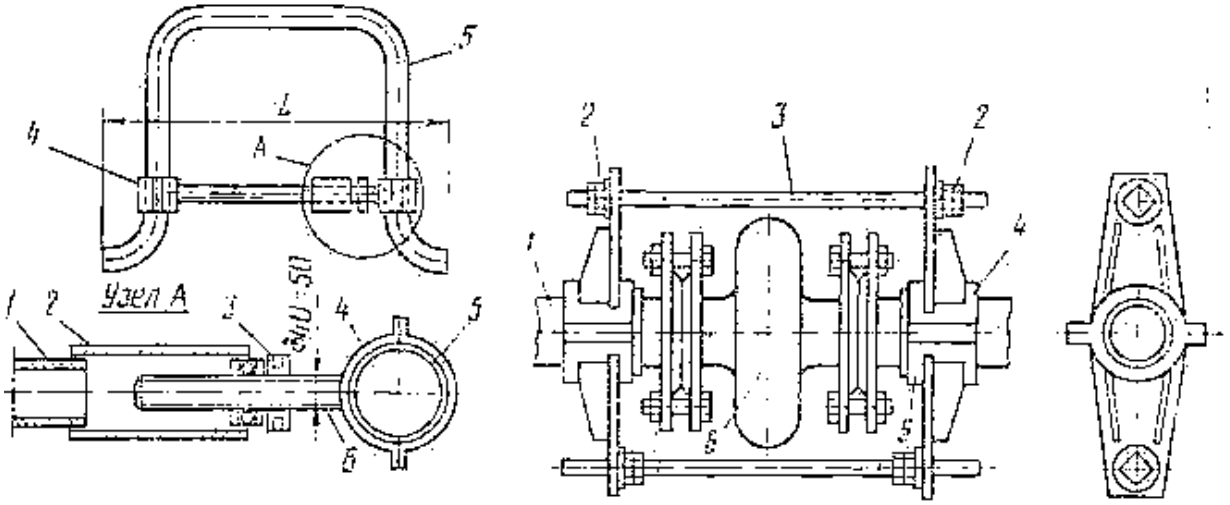
Если в проекте предварительное натяжение задано для нормальной температуры ($t_{\text{норм}}$), то вместо $t_{\text{наим}}$ и $t_{\text{наиб}}$ в формулы (3.9) и (3.10) подставляют значение $t_{\text{норм}}$.

П-образные компенсаторы устанавливают вместе с распорным (стягивающим) приспособлением (рисунок 3.33), которое удаляют после закрепления трубопроводов на неподвижных опорах. При расположении в одной плоскости нескольких П-образных компенсаторов (один внутри другого) параллельных трубопроводов вместо предварительной растяжки компенсаторов производят растяжку их в холодном состоянии путем натяжения трубопрово-

дов при их монтаже. Для этого в одном из ближайших к компенсатору монтажных стыков (сварном или фланцевом) оставляют зазор, равный заданной величине растяжки компенсатора.

На трубопроводах, прокладываемых с уклоном, П-образные компенсаторы устанавливают с соблюдением общего уклона трубопровода.

Линзовые компенсаторы растягивают после приварки их или присоединения на фланцах при монтаже трубопроводов. Растяжку этих компенсаторов обычно осуществляют путем стягивания ближайшего к компенсатору монтажного стыка, оставляемого с соответствующим зазором при сборке трубопровода, аналогично растяжке П-образных компенсаторов после закрепления данного участка трубопровода на неподвижных опорах.



а *б*

а – П-образного [1 – распорка; 2 – отрезок трубы; 3 – втулка; 4 – хомут; 5 – труба (плечо компенсатора); 6 – винт]; *б* – линзового [1 – труба; 2 – гайки (расположение их дано при сжатии компенсатора); 3 – стяжная шпилька; 4 – хомут; 5 – круговая наплавка для временного крепления хомута; 6 – компенсатор]

Рисунок 3.33 – Винтовые приспособления для сжатия (растяжки) компенсаторов

Линзовые компенсаторы стягивают после окончательного соединения их с трубопроводами до закрепления последних на неподвижных опорах. Для сжатия линзовых компенсаторов применяют приспособление из двух стяжных хомутов, закрепляемых на трубопроводе по обе стороны от компенсатора, и удлиненных стяжных шпилек с гайками (рисунок 3.33). С помощью этих же хомутов растягивают компенсаторы до закрепления трубопроводов на неподвижных опорах. При наличии в линзовых компенсаторах дренажных штуцеров их располагают в нижних точках. Направляющие стаканы вваривают по направлению движения транспортируемой среды.

Монтаж надземных межцеховых трубопроводов из стальных труб, прокладываемых по отдельно стоящим стойкам и эстакадам, выполняют монтажными блоками, подразделяющимися по виду укрупнения на трубопровод-

ные и комбинированные (включающие пролетные железобетонные и металлические конструкции). Разбивку на блоки линий трубопроводов, прокладываемых по отдельно стоящим стойкам, а также вне контура поперечного сечения эстакад, производят исходя из следующих оптимальных длин блоков: для трубопроводов $D_y \leq 150$ и $D_y > 400$ мм – не более 36 м; для трубопроводов D_y 200–400 мм – не более 60 м. Сборку блоков выполняют с помощью самоходных стреловых кранов или трубоукладчиков.

Приемку элементов строительных конструкций пролетных строений железобетонных эстакад, укрупняемых в блоки, производят в соответствии с требованиями.

Монтаж подземных трубопроводов в траншеях, каналах и лотках выполняют плетями и секциями (в камерах узлами и блоками) с помощью трубоукладчиков и кранов. Для укладки плети в траншею двумя или более трубоукладчиками (кранами) последние располагают вдоль плети на расстоянии 10–20 м один от другого.

При монтаже трубопроводов высокого давления устанавливают опорные металлоконструкции и подвески, поднимают и укладывают трубы, соединительные детали и арматуру на опоры, соединяют все детали на фланцах с линзовыми уплотнениями, устанавливают компенсационные участки и компенсаторы. При сборке фланцевых соединений линзы заводят на место при помощи специальных щипцов. Фланцевые соединения собирают, равномерно и попеременно затягивая крест-накрест гайки с постоянным контролем параллельности фланцев. При сборке трубных узлов под сварку смещение кромок деталей не должно превышать 10% толщины стенки до 20 мм и быть не более 2 мм при толщине стенки более 20 мм, отклонение прямолинейности 1 мм, перпендикулярности плоскости торца труб к оси детали 0,5 мм.

Монтаж трубопроводов из цветных металлов и сплавов выполняют после окончания работ по монтажу технологического оборудования и стальных трубопроводов. Трубы крепят на кронштейнах, опорах и подвесках разных конструкций, применяемых для монтажа стальных трубопроводов. На подвижных опорах между трубой и хомутом устанавливают прокладки из дерева. Трубопроводную арматуру самостоятельно крепят к опорным конструкциям, размещая в местах, доступных для удобного и безопасного ее обслуживания. Положение арматуры на трубопроводе и осей штурвала указывают в проекте. При отсутствии указаний арматуру устанавливают с соблюдением следующих требований: ручной привод – на высоте не более 1,8 м, а при частом пользовании – не более 1,6 м от пола помещения (обслуживающей площадки); вентили с ручным приводом – вертикально (шпинделем вверх) или горизонтально либо в пределах верхней полуокружности; угловые вентили с электроприводом – только вертикально (приводом вверх) или горизонтально; задвижки на горизонтальных трубопроводах – преимущественно маховиком вверх (шпиндель вертикально), на вертикальных трубопроводах – в положении на ребро (шпиндель горизонтально); задвижки с вертикальным электроприводом – приводом вверх, а если электропривод в горизонтальном положении – в положении на ребро. При монтаже трубопроводной арматуры направ-

ление указательной стрелки на ее корпусе должно соответствовать направлению движения среды в трубопроводе.

Нормы расхода материалов (кислорода, смеси пропана и бутана, электродов, аргона, прокладок, метизов и др.) при монтаже технологических трубопроводов из углеродистых и легированных сталей из готовых узлов и трубопроводной арматуры общего назначения на условное давление не более 10 МПа приведены в сборнике ведомственных производственных норм расхода материалов на монтажные и специальные строительные работы Минмонтажспецстроя.

Монтаж неметаллических трубопроводов осуществляют после окончания строительных работ, монтажа оборудования и металлических трубопроводов. Полиэтиленовые и винипластовые трубопроводы монтируют из заранее заготовленных узлов и элементов, стеклянные – на месте из труб, фасонных частей, соединительных и крепежных деталей. При горизонтальном расположении полиэтиленовых труб наружным диаметром до 32 мм включительно крепления устанавливают через интервалы не более 12 наружных диаметров, а при наружном диаметре свыше 32 мм – не более 8 наружных диаметров; винипластовых труб диаметром до 50 мм – не более 2 м, свыше 50 мм – 2–2,5 м; при вертикальном расположении полиэтиленовых труб – не более 24 наружных диаметров трубы, винипластовых – не более 2 м. Расстояние в свету между пластмассовыми и металлическими трубопроводами пара и горячей воды должно быть не менее 200 мм с учетом изоляции.

При монтаже полиэтиленовых трубопроводов неподвижные крепления устанавливают между гнутыми участками и у разъемных соединений. Пластмассовые трубы крепят на опорах (кронштейнах, подвесках) скобами из пластмасс. Металлические скобы, применяемые для крепления, не должны иметь острых кромок и заусенцев. Между скобой и трубой укладывают резиновую прокладку. Разъемные соединения винипластовых труб устанавливают через 6–9 м. Крепежные скобы на вертикальных участках винипластовых трубопроводов располагают непосредственно по раструбам фасонной детали, Сварные соединения полиэтиленовых труб выполняют контактной сваркой (без применения присадочного материала), винипластовых труб – прутковой сваркой (с применением прутка из винипласта).

Контактную сварку труб встык применяют для соединения труб и деталей диаметром от 50 до 300 мм с помощью специальной конвективно-газовой горелки, прутковую сварку труб встык и внахлестку (в раструб) с помощью специальных горелок ГЭП-1А-67 и ГГП-1-66. Для обработки и сварки труб из полиэтилена и винипласта D_y от 50 до 150 мм используют станок конструкции треста «Востокметаллургмонтаж». Неразъемные соединения винипластовых труб склеивают. Соединяемые концы обрабатывают наждачной бумагой и обезжиривают. Клей наносят кистью тонким слоем на калиброванный конец трубы, который сразу же вставляют в раструб.

Стеклянные трубопроводы монтируют в такой последовательности: разбивка трассы трубопровода, трубозаготовительные работы, монтаж опор и подвесок, монтаж трубопроводной арматуры, монтаж трубопровода из дета-

лей и узлов, рихтовка и окончательное закрепление трубопровода, установка концевых деталей при необходимости.

Трубы и фасонные стеклянные части условным диаметром от 40 до 200 мм должны удовлетворять требованиям.

Правильность разбивки осей трубопроводов проверяют по чертежу, после чего приступают к установке кронштейнов, подвесок и опор. Расстояние между опорами трубопроводов регламентируется длиной трубы, при этом минимальное расстояние между опорами 500 мм и максимальное 3000 мм. Каждую трубу диаметром 50 мм и менее крепят на одной опоре, диаметром более 50 мм – на двух, трубы длиной до 1500 мм – во всех случаях на одной опоре. Опоры для крепления трубопроводов, как правило, располагают на расстоянии 250–300 мм от торца трубы и 60–75 мм от торца фасонной части. Отклонение опорных конструкций от проектного положения не должно превышать в плане ±10 мм, по отметкам – 10 мм, по уклону +0,001.

Монтаж стеклянных трубопроводов включает операции по определению требуемого числа труб, фасонных частей и деталей трубопровода; осмотру и отбраковке труб, фасонных частей, соединительных, прокладочных и крепежных деталей трубопроводов; очистке, промывке труб и фасонных частей трубопровода; разметке и резке труб; протирке насухо торцов труб и фасонных частей трубопроводов; шлифовке торцов труб; запасовке фланцев и резиновых уплотнительных колец; комплектованию соединений трубопровода прокладками и крепежными деталями; предварительной сборке элементов и узлов трубопровода с установкой концевых деталей при необходимости.

Резку труб и фасонных частей трубопровода выполняют с помощью нихромовой проволоки Ø 0,8–1,2 мм, нагреваемой электрическим током от осветительной электросети через понижающий трансформатор 220/127/36 В с последующим быстрым охлаждением трубы или фасонной части по месту резки водой. Резку труб производят также на специальном приспособлении с помощью алмазного диска.

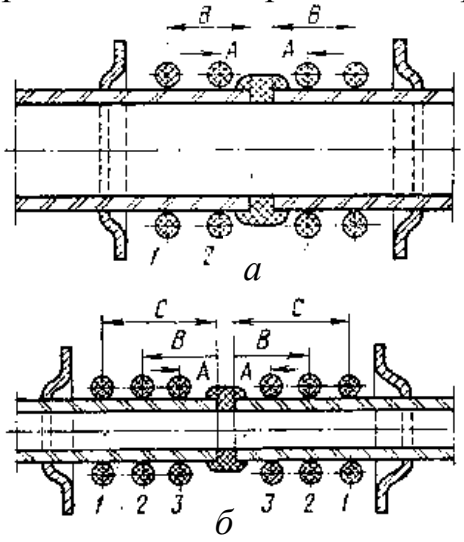
Плоскость торца трубы или фасонной части трубопровода после резки и шлифовки должна составлять с образующей поверхностью угол 1,571 (90°). Допустимы следующие отклонения от прямого угла (в мм) при условном диаметре трубы (в мм): до 40 включительно – 0,7; 50 – 1,5; 75 – 200–2.

Резиновые детали, хранящиеся или транспортировавшиеся при температуре ниже 0 °С, перед монтажом выдерживают в течение 24 ч при температуре не ниже 15 °С. Торцы труб и натяжные кольца перед монтажом протирают насухо. Стеклянные трубы и фасонные части трубопровода соединяют на фланцах тремя уплотнительными резиновыми кольцами с помощью специальных приспособлений (клещей).

При сборке соединений трубопроводов строго придерживаются размеров установки натяжных колец (рисунок 3.34, таблица 3.17).

Сборку соединений трубопроводов выполняют в следующем порядке: стягивают фланцы с помощью стяжных клешей, окончательно затягивают соединения гаечными ключами или гайковертами. Соединение трубопровода

считается собранным, когда натяжные кольца на 2–3 мм перекрывают Т-образную прокладку. При этом расстояние между фланцами должно составить 4–6 мм. Болты фланцевых соединений затягивают равномерно по диагонали при соблюдении параллельности перемещения фланцев.



а – соединение на два натяжных кольца;
б – соединение на три натяжных кольца (1, 2, 3 – натяжные кольца)
Рисунок 3.34 – Схема установки натяжных резиновых колец во фланцевых соединениях стеклянных трубопроводов

Таблица 3.17 – Оптимальные размеры установки натяжных колец фланцевых соединений стеклянных трубопроводов

Тип соединения	Условный диаметр труб, мм	Размеры, мм		
		A	B	C
На фланцах с двумя кольцами	40	15	40	–
	50	15	45	–
	75	20	50	–
	100	15	45	–
	150–200	45	100	–
На фланцах с тремя кольцами	40	–	–	–
	50	15	40	65
	75	17	35	60
	100	15	45	65
	150–200	17	40	70

При монтаже стеклянных трубопроводов расстояние в свету между поверхностями труб и строительными конструкциями или оборудованием определяется проектом и должно быть не менее 70 мм для труб Ø 50 мм, 110 мм для труб Ø от 50 до 100 мм, 120 мм для труб Ø от 100 до 200 мм.

Стеклянные трубопроводы, проходящие через перекрытия или стены, заключают в гильзы, устанавливаемые в процессе выполнения общестроительных работ. Гильза должна выступать над поверхностью стен, перегородок, потолков на 5–10 мм, а над поверхностью чистого пола – на 10–20 мм. Стеклянный трубопровод крепят жестко к опорам, прокладывая между металлическими деталями и стеклянными трубами эластичные резиновые прокладки толщиной 4–5 мм.

Количество требуемого оборудования, приспособлений и инструментов для монтажа неметаллических трубопроводов определяется ППР в зависимости от объемов выполняемых работ.

Научное издание

Липкович Игорь Эдуардович
Пушенко Сергей Леонардович
Глобин Андрей Николаевич
Украинцев Максим Михайлович
Пятикопов Сергей Михайлович
Егорова Ирина Викторовна
Петренко Надежда Владимировна
Жолобова Мария Владимировна
Портаков Александр Борисович
Матвейкина Жанна Владимировна
Гайда Анна Станиславовна

БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ ПРИ МОНТАЖЕ ОБОРУДОВАНИЯ ФЕРМ СОДЕРЖАНИЯ КРС

Часть 1

Редактор Н.П. Лучинкина
Верстка Н.В. Гвоздик
Художественный редактор С.П. Вдовикина

Подписано в печать 25.10.2024 г.
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 13,3. Тираж 500 экз. Заказ № 5.

Отдел информационных технологий и издательской деятельности
Азово-Черноморского инженерного института
ФГБОУ ВО Донской ГАУ
347740, г. Зерноград Ростовской области, ул. Советская, 15.