

Министерство сельского хозяйства РФ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра технологии обслуживания и ремонта машин и оборудования

Утверждено
протокол № 4
методической комиссии
инженерного факультета
от « 10 » декабря 2007г.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

по дисциплине

«МОНТАЖ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

для студентов 4 курса дневной и заочной форм обучения специальности
110303 – Механизация переработки сельскохозяйственной продукции



Мичуринск-наукоград 2008

Составители: ст. преподаватель **П.Н. Кузнецов**, ст. преподаватель, к.т.н. **М.М. Мишин**.

Практикум составлен на основании учебной программы «Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования»

Предназначен для использования студентами инженерного факультета по специальности 110303 – Механизация переработки сельскохозяйственной продукции при подготовке к лабораторным работам

Рецензент:

к.т.н., доцент кафедры прикладной механики и конструирования машин

В.Ю. Ланцев

Рассмотрены на заседании кафедры «Технология обслуживания и ремонта машин и оборудования»

Протокол № 3 от 26 ноября 2007г.

©Издательство Мичуринского государственного аграрного университета, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Правила поведения и обращения с оборудованием, приборами и инструментами в лабораториях.....	4
I. Изучение устройства оборудования и приспособлений для монтажных работ.....	5
II. Технология монтажа редукторов, транспортеров, электродвигате- лей, насосов.....	18
III. Методы выполнения и проверка качества центрирования сбороч- ных единиц.....	43
IV. Построение сетевых графиков монтажа технологического оборудования.....	53
V. Техническое обслуживание типовых видов оборудования (составление технологической карты технического обслуживания)....	62
VI. Обработка статистической информации о надежности машин.....	65
VII. Очистка машин, сборочных единиц и деталей.....	87
VIII. Дефектация изношенных деталей.....	95
IX. Дефектоскопия деталей машин ультразвуковым методом.....	103
X. Механизированная дуговая наплавка в среде углекислого газа.....	115
XI. Механизированная дуговая наплавка под слоем флюса	122
XII. Ручная аргонодуговая сварка нержавеющей сталей и алюминиевых сплавов.....	129
Список литературы.....	138
Приложения.....	139

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания содержат последовательность действий при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования».

Целью лабораторных и практических работ является:

- закрепление теоретических знаний полученных при изучении дисциплины;
- ознакомление и изучение материально-технических средств при ведении строительно-монтажных работ;
- изучение технологических процессов ведения монтажных, пусконаладочных работ, а также работ при диагностировании, техническом обслуживании и ремонте;
- изучение методов выверки при монтаже оборудования;
- изучение составления документов на монтаж и техническое обслуживание оборудования;
- изучение методов оценки надежности работы оборудования;

Количество лабораторных работ и их объем составлены в соответствии с программой курса «Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования». В процессе выполнения лабораторных работ студент, в соответствии с индивидуальным заданием, оформляет отчет в установленной форме и в конце занятия отчитывается преподавателю о проделанной работе.

ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ И ОБРАЩЕНИЯ С ОБОРУДОВАНИЕМ, ПРИБОРАМИ И ИНСТРУМЕНТАМИ В ЛАБОРАТОРИЯХ

1. Студенты обязаны пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале.

2. Студенты обязаны следить за чистотой на рабочем месте и в лаборатории.

3. Настраивать, регулировать и производить другие действия с оборудованием и приборами можно только с разрешения преподавателя или мастера, после предварительного ознакомления с ними по методическим указаниям.

4. Работа на электрооборудовании разрешается только при наличии надежного заземления.

5. При работе на оборудовании следует пользоваться средствами индивидуальной защиты, предусмотренные требованиями инструкций.

1 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ОБОРУДОВАНИЯ И ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Продолжительность 2ч.

1 Цель работы

1. Изучить устройство и назначение оборудования и приспособлений для ведения монтажных работ
2. Научиться рассчитывать и выбирать средства монтажа

2 Общие сведения

2.1 Тяговые устройства

В качестве гибких элементов грузоподъемных машин, а также монтажных приспособлений применяют канаты (рисунок 1.1) и сварные или пластинчатые цепи.

Сварные цепи состоят из звеньев овальной формы, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях, что обеспечивает им подвижность во всех направлениях; выпускаются двух типов – короткозвенные и длиннозвенные в двух исполнениях: калиброванные и некалиброванные. Некалиброванные предназначены для работы только с гладкими барабанами и блоками, калиброванные – для работы со звездочкой, имеющей специальные гнезда.

Пластинчатые цепи состоят из пластин, соединенных пальцами. Сварные цепи используют для изготовления строп. Наряду с пластинчатыми цепями они служат тяговым органом у талей. Более широко применяют канаты: пеньковые, из синтетических волокон и стальные. Пеньковые подразделяются на бельные, не имеющие специальной обработки, и пропитанные горячей древесной смолой. Выпускают специальные канаты повышенной прочности и обыкновенные.

Грузозахватные устройства и приспособления

Для захватывания и перемещения грузов используют крюки, петли, клещевые захваты, стропы. Крюки по форме подразделяют на однорогие (рисунок 1.2а, в) и двурогие (рисунок 1.2б, г), цельные и сборные. Цельные (рисунок 1.2а, б) изготавливают ковкой, штамповкой и реже литьем из низкоуглеродистой стали 20. Сборные (рисунок 1.2в, г) состоят из отдельных пластин, соединенных между собой наклейками. Зевы крюков оснащают вкладышами из мягкой стали, что обеспечивает равномерное распределение нагрузки между пластинами и укладку каната без резких изгибов. Для предотвращения самопроизвольного выпадания грузозахватного приспособления крюки оборудуют предохранительными замками.

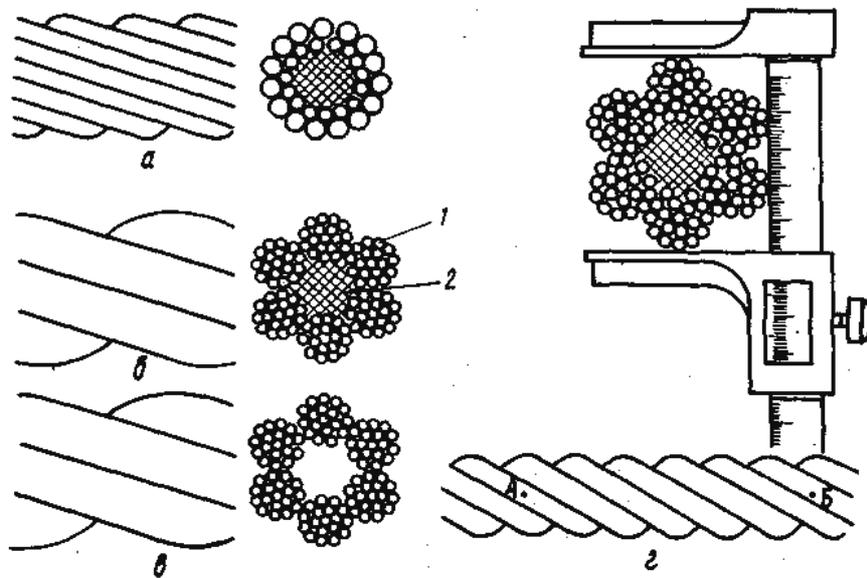


Рисунок 1.1 - Стальные канаты:

а - одинарной свивки; б - двойной крестовой;
 в - двойной одно сторонней; г - схема измерения диаметра и шага свивки каната:
 1 - пряди; 2 - сердечник

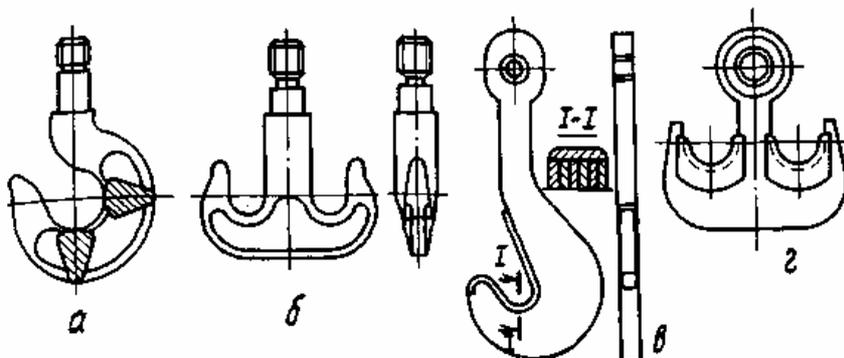


Рисунок 1.2 - Грузовые крюки:

а, б – кованые или штампованные;
 в, г - пластинчатые

Грузовые петли бывают цельнокованные и составные. При одинаковой грузоподъемности они по сравнению с крюками имеют меньшие размеры и массу. Однако в эксплуатации менее удобны, так как требуется продевание строп через отверстия петли.

Клещевые захваты (рисунок 1.3) для подъема штучных грузов определенной формы и размеров сокращают время на подвеску и освобождение грузов, требуют меньших затрат ручного труда.

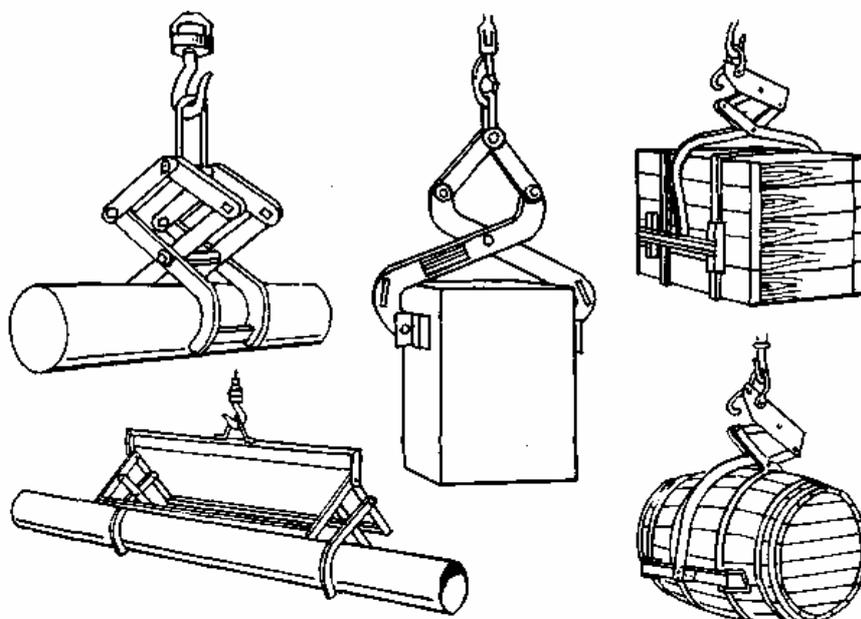


Рисунок 1.3 - Клещевые захваты

Стропы – съемное приспособление, изготовленное из каната или цепи, соединенное в кольцо или снабженное подвесками для подвешивания оборудования к крюку грузоподъемной машины.

Стропы грузовые канатные выпускают следующих типов: УСК-1 – универсальный, исполнение 1; УСК-2 – универсальный, исполнение 2; 1СК – одноветвевой; 2СК – двухветвевой; 3СК – трехветвевой; 4СК – четырехветвевой. Стропы типа УСК в первом и втором исполнениях показаны на рисунке 1.4.

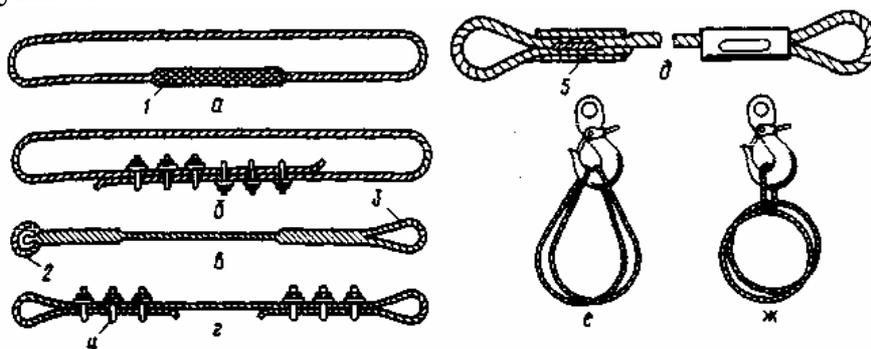


Рисунок 1.4 - Универсальные стропы

а, б - во втором исполнении; в, г, д - в первом исполнении; е, ж - схемы подвески на крюк универсальных стропов; 1 - заплетка; 2 - коуш; 3 - петля; 4 - сжим; 5 - гильзоточное соединение

2.2 Грузоподъемные механизмы и машины

К средствам погрузки, разгрузки, перемещения и монтажа оборудования и конструкций в монтажной зоне относят самоходные монтажные и козловые краны, автопогрузчики, трубоукладчики, тракторы, автомобильные тягачи и прицепы-тяжеловозы, транспортеры на гусеничном ходу и др.

Башенные и козловые краны используют при монтаже строительных конструкций, материалов и оборудования на строящихся и реконструируемых предприятиях, а также на производственных базах монтажных организаций при выполнении различных работ.

Для объектов, не имеющих тяжеловесного оборудования, применяют **автомобильные и пневмоколесные краны**, которые очень мобильны и маневренны, не требуют подготовки проездов и рабочих площадок на объектах.

Краны ручные мостовые применяют для перемещения и монтажа технологического оборудования и конструкций. На строящихся предприятиях их монтируют до начала основных механомонтажных работ.

Козловые краны применяют при монтаже оборудования в помещениях с большим числом фундаментов, а также оборудования, имеющего значительные габариты по длине (хлебопекарные печи, сушилки и т.п.). Кран снабжен двумя ручными лебедками, с помощью которых его поднимают в вертикальное положение устройством, повышающим маневренность крана и безопасность работы на наклонных участках, и самоцентрирующимися колесами с гуммированными ободами.

Для перемещения по строительной площадке и на первых этапах производственных корпусов на санях тяжеловесного технологического оборудования используют тракторы, а для перевозки такого оборудования и передислоцирования гусеничных стреловых кранов и тракторов — автомобильные тягачи и прицепы-тяжеловозы.

Тали предназначены для подъема, опускания и перемещения небольших грузов при монтаже. Используют их в том случае, если применение крана или других подъемных средств затруднено или невозможно. По приводу их подразделяют на ручные и электрические. Ручные тали бывают червячные, шестеренные и рычажные.

Электрическая таль имеет грузоподъемность 0,25...5 т и обеспечивает подъем груза на высоту до 18 м. По сравнению с ручными таями они более производительны, работать с ними легче. Их подвешивают к кошке, перемещающейся по монорельсу с помощью электродвигателя. Электроталью управляют посредством пульта, который рабочий при подъеме и перемещении груза держит в руках.

К простейшим механизмам для подъема грузов относятся **блоки и полиспасты**. Блоки применяют для оснащения мачт, гидроподъемников, порталов и других такелажных средств, а также при подъеме и перемещении грузов с лебедок, кранов и других механизмов. Блоки, используемые для подъема груза, называют грузовыми, а для изменения направления движения каната — отводными. Блок состоит из ролика, вращающегося на оси в подшипниках, двух щек проушин для крепления мертвой петли, крюка или петли для подвешивания груза. Ролик по наружному периметру имеет канавку для каната. Его диаметр должен быть не менее 16...20 диа-

метров каната. В зависимости от числа роликов и назначения блоки подразделяются на блоки монтажные (БМ) и обоймы блочные монтажные (ОБМ). БМ – однорольные блоки, применяют для подъема легких грузов и как отводные. Для удобства оснастки блоков канатами их выполняют с откидной щекой. ОБМ – многорольные блоки, число роликов может быть 13, вращаются они на оси самостоятельно, независимо друг от друга. Их используют в основном для подъема груза. Пример исполнения монтажных блочных обойм с тяговым усилием 6300 кН – на рисунке 1.5.

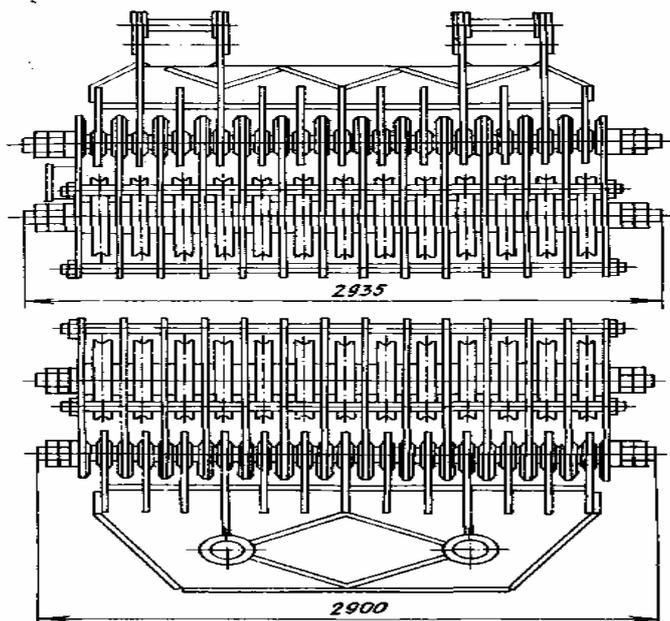


Рисунок 1.5 - Блочные обоймы ОБМ-630 с тяговой силой 6300 кН
а - неподвижная; б - подвижная

Наибольшее применение в практике монтажных работ нашли одинарные полиспасты (рисунок 1.6а), а сдвоенные применяют в тех случаях, когда по условиям монтажных работ требуется полиспастная система с уравнительным устройством и при недостаточности тягового усилия имеющихся в наличии лебедок и блочных обойм.

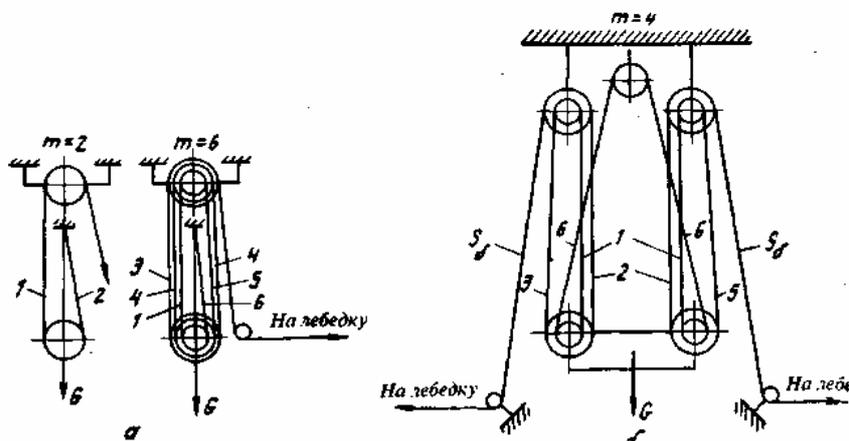


Рисунок 1.6 - Схемы полиспастов
а - одинарных; б - сдвоенных; 1-6 - грузонесущие ветви полиспаста

При монтажных работах применяют полиспасты, запасованные крестовым и чаще параллельным способами (рисунок 1.7). Для подъема и перемещения технологического оборудования как самостоятельно, так и в паре с монтажными полиспастами, применяют электрические и ручные лебедки барабанные и рычажные.

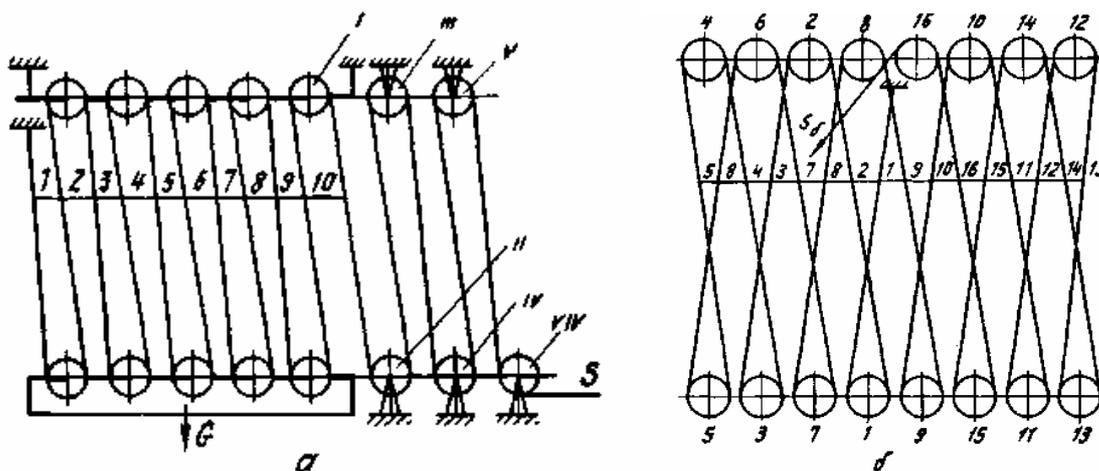


Рисунок 1.7 - Способы запасовки полиспаста

а - параллельный; б - крестовый; 1...13 – грузонесущие ветви полиспаста; I...VI - отводные блоки, S - ветвь, наматываемая на барабан лебедки; G - масса груза

Для подъема грузов в условиях стесненности монтажной площадки применяют монтажные мачты трубчатой конструкции.

Домкраты – это переносные грузоподъемные механизмы, предназначенные для подъема оборудования на небольшую высоту, а также перемещения его по горизонтали. Они подразделяются на четыре группы: клиновые, реечные, винтовые и гидравлические и обеспечивают плавный подъем и опускание груза, высокую точность доставки груза на заданном уровне.

При монтаже оборудования широко используют слесарно-монтажные инструменты (с электро- и пневмоприводом).

2.3 Специальные приспособления

Для транспортировки грузов на монтажных площадках, а также внутри помещений с твердым покрытием применяют тележки различной конструкции (рисунок 1.8).

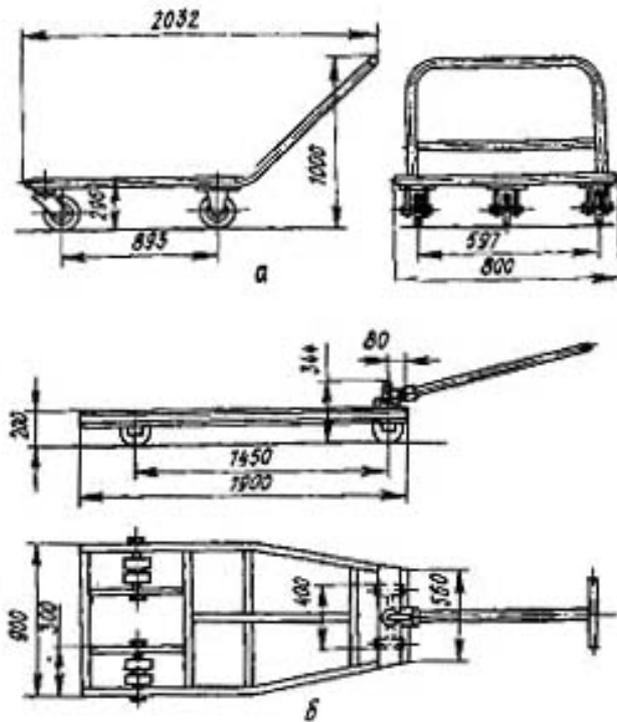


Рисунок 1.8 - Тележки для перевозки грузов и монтажных заготовок
 а - грузоподъемностью 0,5 т; б - грузоподъемностью 3 т

Для перемещения тяжеловесного оборудования с помощью тягачей или лебедок применяют **полозы** (рисунок 1.9) из листовой стали толщиной 4 мм, шириной 500...3500 мм, массой 98 кг. Для монтажа оборудования и трубопроводов, расположенных вдоль стен, используют пристенный подъемник (рисунок 1.10).

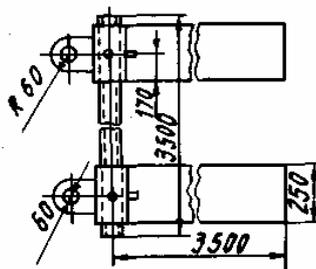


Рисунок 1.9 - Полозы для перевозки оборудования

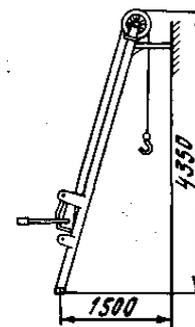
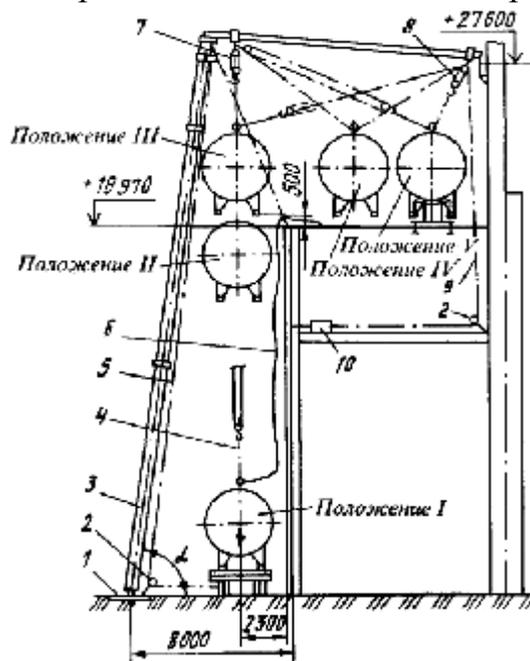


Рисунок 1.10 - Пристенный подъемник

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.

Для подъема грузов большой массы в условиях, когда невозможно применение кранов и лебедок, используют Г-образные пристенные подъемники (рисунок 1.11). Шевр из трубы Ж 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 +19,5 и с помощью полиспаста (8), работающего на оттяжке, постепенно перемещают в проектное положение. Почти всю нагрузку принимают опоры шевра и опорный ригель, работающий на сжатие и продольный изгиб.



**Рисунок 1.11 - Г-образный пристенный подъемник
грузоподъемностью 20...30т**

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

Манипуляторы, сборочные стенды, кантователи-вращатели используют для сборки и сварки элементов технологических трубопроводных узлов и охлаждающих батарей холодильных установок.

Для стяжки стыков транспортерных лент шириной до 1000 мм применяют приспособления, представляющие собой два винтовых зажима траверс, стягивающихся тарелками. Для соединения концов сетчатой ленты хлебопекарных и кондитерских печей туннельного типа применяют приспособление, состоящее из двух квадратов с прижимами, соединенных между собой двумя парами винтов.

Самоходные выдвигаемые подмости ПВС предназначены для подъема бригад монтажников с материалами и инструментом, а также обеспечения безопасных условий для выполнения монтажных работ на высоте.

Измерительные инструменты. Нивелиры используют при геометрическом нивелировании. Наибольшее распространение получили нивелиры Н-0,5 и Н-3. Для грубых работ применяют нивелиры Н-10.

Уровни (рисунок 1.12) с разной ценой деления ампулы используют для контроля состояния поверхностей, а также при монтаже для проверки точности установки оборудования. Под ценой деления уровня понимают его наклон соответствующий перемещению пузырька основной ампулы на одно деление шкалы в миллиметрах на 1 м причем цене деления 0,01 мм/м соответствует угол наклона основания уровня 2".

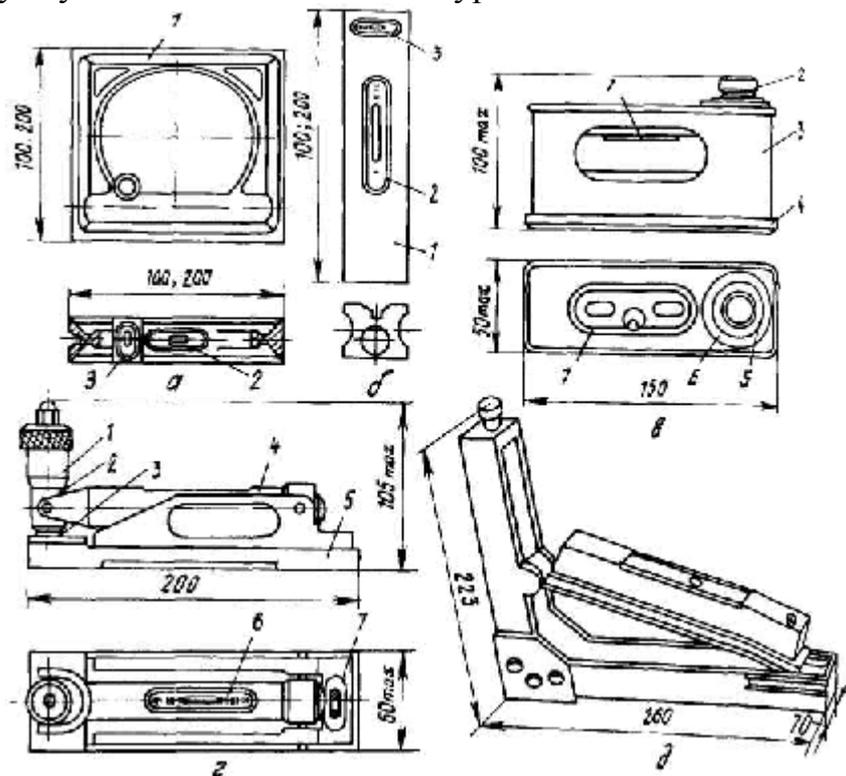


Рисунок 1.12 – Уровни

а – рамный; б – брусковый: 1 - корпус, 2 - основная шкала, 3 - основная ампула;
 в - с микрометрической подачей ампулы (тип 1): 1 -ампула, 2- микрометрический винт, 3 - крышка, 4 - основание, 5 - лимб, 6 - шкала оборотов 7 - оптическое устройство;
 г - с микрометрической подачей ампулы (тип 2): 1 - барабан, 2 - стержень 3 - микрометрический винт, 4 - трубка, 5 - основание, 6 - основная ампула, 7- установочная ампула;
 д - уклономер

Рамные уровни (ГОСТ 9392-75) имеют корпус в виде квадрата и предназначены для контроля как горизонтального, так и вертикального расположения поверхностей.

Брусковые уровни (ГОСТ 9382-75) предназначены для измерения малых отклонений поверхностей оборудования от горизонтальности.

Удобны в применении брусковые уровни с микрометрической подачей ампулы (ГОСТ 11196-74), с помощью которой при любом положении основания уровня ампулу устанавливают в горизонтальное положение, а ее

перемещение отсчитывают по микрометрической головке, что позволяет расширить диапазон измерения.

Теодолиты используют при монтаже оборудования и конструкций, а также при приемке геодезической основы строительной части зданий и фундаментов под монтаж. Новые теодолиты 2Т2 и 2Т5 полностью соответствуют требованиям ГОСТ 10529-86.

К конструкции теодолита максимально приближается конструкция лазерного визира ЛВ-5М (рисунок 1.13), позволяющего задавать оптическим лучом определенное направление в пространстве — опорную линию, относительно которой производят необходимые измерения. Лазерный визир ЛВ-5М можно применять в сочетании с визуальными и фотоэлектрическими методами индикации оси светового луча.

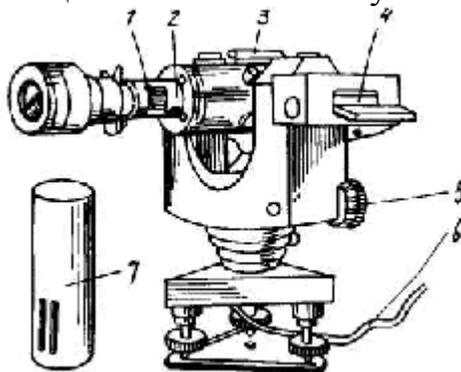


Рисунок 1.13 – Лазерный визир ЛВ-5М

1 - коллиматор 2 - узел фокусировки, 3 - оптический визир, 4 – уровень,
5 - винт установки наклона, 6 - кабель, 7 - кожух коллиматора

Для центрирования оптико-механических приборов над точкой, а также для вертикального проектирования точек и переноса осей применяют **отвесы**, состоящие из тонкой нити с грузом. Конструкция груза может быть самой разнообразной: отвесы с полым грузом, содержащим встроенную катушку для намотки нити; отвесы с грузом, имеющим подсветку острия; и т. п. Амплитуда колебаний и искривление нити отвеса под действием потоков воздуха зависят от диаметра нити и массы груза, поэтому при монтаже оборудования применяют отвесы из тонкой проволоки. Стальные строительные отвесы с трехрядными капроновыми шнурами выпускают по ГОСТ 7948-80.

Струны – при монтаже оборудования применяют для проверки точности разбивки осей, контроля отклонений формы поверхностей оборудования, расположение его узлов и деталей. В качестве струн применяют стальную проволоку, реже – нити из капрона или нейлона. Наиболее целесообразно использовать в качестве струн стальную проволоку Ж 0,2 0,4 мм марки ОВС по ГОСТ 2771-81.

Для хранения и воспроизведения единицы длины, проверки и градуировки штриховых мер и измерительных приборов, установки прибора

на ноль при измерении по методу сравнения, при установке регулируемых калибров на размер, а также для особо точных измерительных разметочных работ и наладки при монтаже применяют **концевые меры**.

Размеры, точность и технические условия для концевых мер длины регламентированы ГОСТ 9038-83. Номинальные размеры концевых мер длины имеют градацию, которая позволяет составлять блоки с номинальными размерами через 0,001 мм. Точность изготовления концевых мер длины регламентирована классами точности 00, 01, 0, 1, 2, 3. Классификация по классам точности проводится в зависимости от отклонений длины мер от номинального размера, отклонений от параллельности и качества притираемых рабочих поверхностей.

Меры комплектуют в наборы. Наиболее широко применяют набор, состоящий из 112 концевых мер, с наибольшим размером меры 100 мм. В наборе имеются следующие меры: 1 – размером 1,005 мм, 51 – размером 1 0,5 мм через 0,01 мм, 5 – размером 1,6 2,0 мм через 0,1 мм, 1 – размером 0,5 мм, 46 – размером 2,5 25 мм через 0,5 мм и 8 – размером 30 100 мм через 10 мм.

Для поверки и настройки угломерных приборов, измерения углов методом сравнения применяют угловые призматические меры, выпускаемые по ГОСТ 2875-75 пяти типов: первый – с одним рабочим углом со срезанной вершиной, второй – с одним рабочим углом с несрезанной вершиной, третий – с четырьмя рабочими углами, четвертый – многогранные призмы с различным числом граней, пятый – с тремя рабочими углами. Угловые меры так же, как и плоскопараллельные концевые, можно собирать в блоки, поэтому их поставляют наборами № 1-7. Набор № 8 содержит принадлежности для сборки мер и специальную линейку.

Для проверки отклонений от плоскости и проведения различных работ используют **поверочные и разметочные плиты** следующих классов точности: 00, 0, 1, 2, 3 (3 класс предназначен только для разметочных работ). Размеры плит (длина x ширина), 160x160; 250x250; 400x250; 400x400; 630x400, 1000x630; 1600x1000, 2000x1000, 2500x1600.

Для контроля отклонений формы и расположения поверхностей используют методы контроля "на просвет" и "на краску" с помощью поверочных линеек. Для контроля на "просвет" применяют лекальные линейки типов ЛД, ЛТ и ЛЧ, на "краску" – поверочные линейки типов ШП, ШПУ, ШД, ШМ и др.

Для контроля формы выпуклых и вогнутых поверхностей применяют **шаблоны** (ГОСТ 4126-82). Имеются три набора радиусных шаблонов, в каждом из которых скомплектованы пластины для контроля наружного и внутреннего размеров. В радиусном шаблоне № 1 имеются пластины для

контроля радиуса 1, 1,2, 1,6, 2, 2,5, 3, 4, 5, 6 мм; в № 2 – 8, 10, 12, 16, 20, 25; в № 3 – 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25 мм.

Резьбовые шаблоны (ГОСТ 519-77) применяют для контроля профиля номинального шага резьбы и числа ниток на один дюйм для дюймовых резьб. Метрический набор № 1 обозначают М60°, дюймовый № 2 – Д55°.

Щупы применяют при выверке оборудования, сборке и регулировке его узлов для определения величины зазоров. Их выпускают первого и второго классов точности по ГОСТ 882-75 с пластинами толщиной 0,02.. 0,1 мм с градацией через 0,01 и 0,05 мм, с пластинами толщиной 0,55...1,0 мм с градацией через 0,05 мм и с толщиной 0,1.. 1,0 с градацией через 0,1 мм. Щупы длиной 100 мм поставляют наборами и отдельными пластинами, длиной 200 мм – отдельными пластинами.

При предварительных грубых измерениях на монтаже широкое распространение получили складные металлические и деревянные метры с ценой деления 1 или 0,5 мм, а при выполнении слесарных работ и разметке – измерительные металлические линейки. Линейки выпускают длиной 150, 300, 500, 1000 мм с одной или двумя шкалами и ценой деления 0,5 или 1 мм.

Рулетки в процессе монтажа применяют для измерения заготовок проката и труб, размеров фундаментов и несущих строительных конструкций при их приемке, для контроля расположения осей фундаментов, фундаментных болтов и т.п. Металлические рулетки изготавливают второго и третьего классов точности по ГОСТ 7502-80.

Механизированные и ручные слесарно-монтажные инструменты. На монтажных объектах наиболее широко используют сверлильные машины с электро- и пневмоприводом, ножевые и вырубные электроножницы, резбонарезные машины, шпилькогайковерты и гайковерты угловые и прямые шлифовальные машины, а также другие машины.

Задание

Для одной из единиц технологического оборудования (по заданию преподавателя) требуется выбрать (а при необходимости произвести расчет) материально-технические средства монтажа.

3 Порядок выполнения задания

1. Ознакомиться с общими сведениями.
2. Для оборудования (по указанию преподавателя) требуется подобрать материально-технические средства монтажа из вышперечисленных.

3. Затем требуется ознакомиться (по справочникам, таблицам) с технической характеристикой монтируемого оборудования (габаритные размеры, масса, место монтажа и др.).

4. Обосновать свой выбор письменно.

Форма отчета

1. Заполнить таблицу

Наименование монтируемого технологического оборудования, тип (марка)			
Габаритные размеры, мм x мм x мм			
Масса, кг			
Место монтажа (чистый пол, фундамент, плиты перекрытий и т.п.)			
Выбранные материально-технические средства монтажа	Наименование	Тип (марка)	Расчёт
Грузозахватные устройства и приспособления			
Грузоподъемные механизмы и машины			
Специальные приспособления			
Другие			

Обоснование:

2. Ответить на контрольные вопросы

4 Контрольные вопросы

1. Какие устройства относятся к тяговым?
2. Какие бывают цепи и канаты?
3. Устройство стального каната двойной крестовой свивки.
4. Какие устройства и приспособления относятся к грузозахватным?
5. Какие бывают грузовые крюки?
6. Устройство строп.
7. Что относится к средствам погрузки, разгрузки, перемещения и монтажа оборудования?
8. Устройство полиспаста, в чем отличие от блочной обоймы?
9. Что относится к специальным приспособлениям? Особенности применения.
10. Перечислите основные измерительные инструменты, применяемые при монтаже оборудования.

2 ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ТРАНСПОРТЕРОВ, КОНВЕЙЕРОВ

Продолжительность 4ч.

1 Цель работы

Изучить общие технические требования на монтаж типовых сварочных единиц и ознакомиться с последовательностью монтажа редуктора, транспортера, электродвигателя, насоса.

2 Общие сведения

Монтаж – установка изделия или его составных частей на месте использования. Он включает в себя подготовку машин и оборудования, установку их на подготовленное основание, полную сборку, индивидуальное и комплексное испытание вхолостую и под нагрузкой.

Машины и оборудование, применяемые на предприятиях, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию, подразделяют на стационарные (например: сепараторы, вентиляторы, моечные машины и др.) и передвижные (например: дробилка А9-КИФ, универсальная калибровочная машина, машина М8-КЗП для отрыва плодоножек и др.).

Стационарные машины и оборудование отличаются от передвижных тем, что их монтируют на объектах эксплуатации. Технологические операции монтажа выполняют по определенной схеме (рисунок 2.1), показывающей последовательность их выполнения.



Рисунок 2.1 - Примерная схема технологического процесса монтажа машин и оборудования

Как правило, работы по монтажу разбивают на три этапа: (рисунок 2.2): подготовительный, основной и заключительный (пусконаладочный).

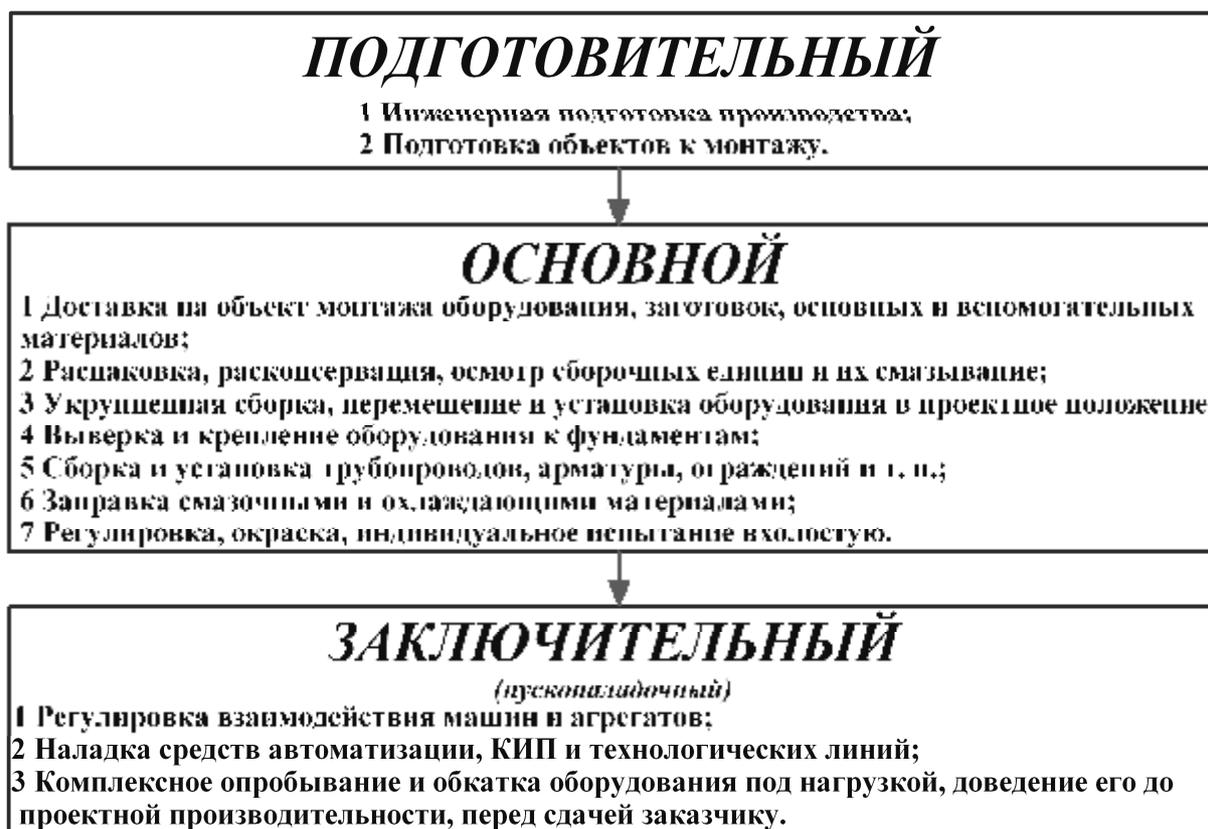


Рисунок 2.2 - Этапы работ по монтажу

Монтаж изделия, как правило, производят по чертежу общего вида (рисунок 2.3) и рекомендациям завода – изготовителя, изложенным в инструкции по эксплуатации, содержащих также параметры, необходимые для монтажа и контроля точности этого монтажа.

Монтаж транспортера начинают после того, как определили место установки привода. Каркас транспортера устанавливают на фундамент и крепят его с помощью фундаментных болтов, если данный вид транспортера устанавливается с помощью фундаментных болтов. Вертикальность каркаса проверяют с помощью отвесов, горизонтальность с помощью уровней. Допустимое отклонение от вертикали, согласно паспорта на изделие ± 1 мм. Затем устанавливают привод к валу транспортера. Оси вала привода транспортера и вала редуктора с надетыми на них полумуфтами, должны находиться в горизонтальной плоскости. Привод прокручивают на холостом ходу. Испытания транспортера на холостом ходу начинают с прокручивания соединительной муфты вручную, а затем от электродвигателя. Во время опробования не должно наблюдаться вибраций и нагрева трущихся частей свыше 50°C . Транспортер должен работать плавно, без рывков и резкого стука в редукторе.

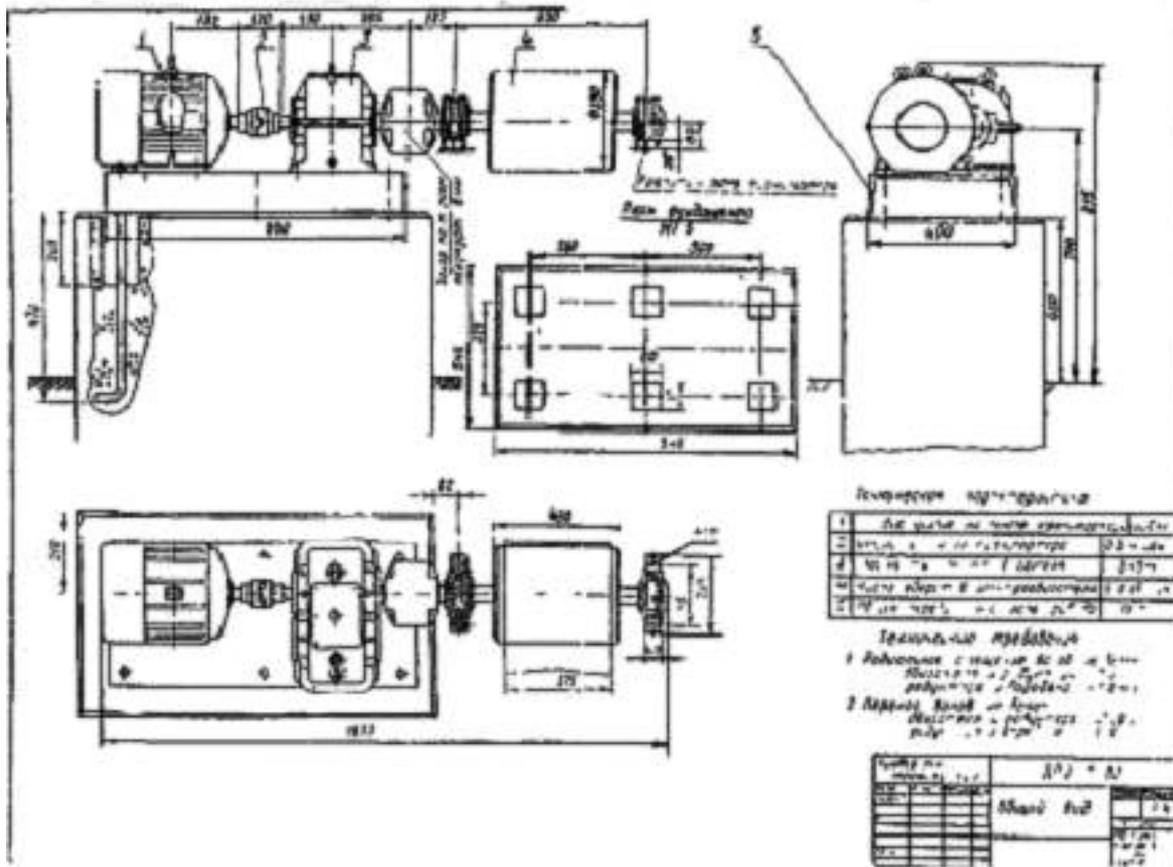


Рисунок 2.3 – Чертёж общего вида

При монтаже редуктора важно обеспечить соосность по линии электродвигатель – ведущий и ведомый валы редуктора. Контроль соосности валов можно выполнить одним из двух способов:

1. Проверка по концам валов с помощью линейки и щупа (рисунок 2.4а). Радиальное смещение (эксцентриситет) валов в плоскости стыка их концов $\Delta_r = \Delta_1$. Не параллельность (перекос) осей $\Delta_A = \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{2l}$.

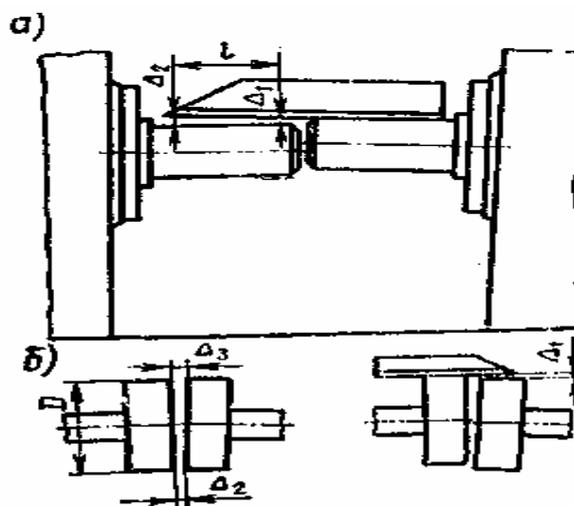


Рисунок 2.4 - Контроль соосности

2. Проверка по измерительным дискам. При этом на концы валов устанавливают точно изготовленные измерительные диски (рисунок 2.4б).

Эксцентриситет $\Delta_{\Gamma} = \Delta_1$. Перекос $\Delta_A = \frac{\Delta_3 - \Delta_2}{D}$.

Контроль производят в вертикальной (индекс В) и горизонтальной (индекс Г) плоскостях.

Суммарный эксцентриситет $\Delta_4 = \sqrt{\Delta_{4B}^2 + \Delta_{4Г}^2}$;

Суммарный перекос $\Delta_A = \sqrt{\Delta_{AB}^2 + \Delta_{AG}^2}$.

Соосности валов добиваются подкладкой пластин под рамы соединяемых сборочных единиц и последующим их поворотом в горизонтальной плоскости.

Насосы устанавливают на достаточно жестком основании с тем, чтобы при работе не было вибрации, и выверяют в горизонтальной плоскости с точностью 0,1 мм на 1 м длины, причем отклонение от проектной высотной отметки не должно превышать ± 10 мм. Выверку производят по уровню, который укладывают на обработанную поверхность нагревательного патрубка в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Горизонтальность установки регулируют с помощью плоских металлических подкладок или установочными винтами. Подливку плиты насоса бетонной смесью производят после выверки, одновременно заполняя анкерные колодцы.

Основными видами транспортного оборудования на предприятиях агропромышленного комплекса являются ленточные конвейеры, нории, винтовые транспортеры (шнеки).

Для данных транспортеров этапы монтажных работ включают в себя:

- подъем, перемещение и доставка к месту установки укрупненных блоков, ящиков с деталями транспортера;
- установка опорных конструкций, элементов оборудования в проектное положение с предварительным их соединением;
- выверка положения узлов транспортера;
- окончательное закрепление элементов, подготовка к наладке и испытание.

2.1 Ленточные конвейеры

Основные узлы ленточного конвейера показаны на рисунке 2.5.

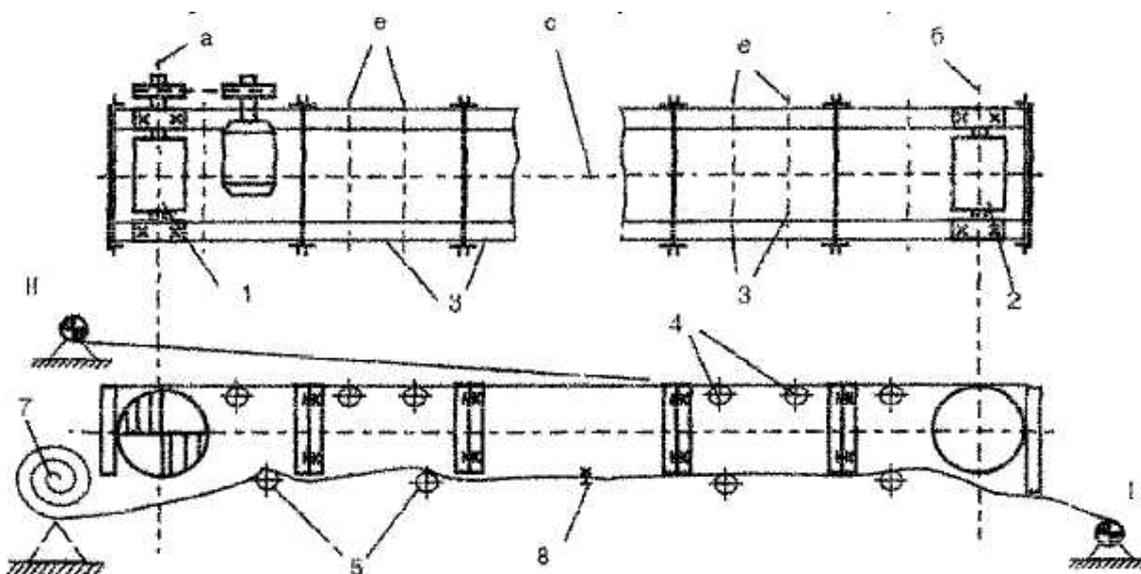


Рисунок 2.5 – Ленточный транспортер

1 - приводная станция, 2 - натяжная станция, 3 - секции рамы транспортера, 4 - роlikоопоры грузенной ветви, 5 - роlikоопоры холостой ветви, 7 - рулон ленты, 8 - узел соединения ленты с канатом лебедки; I, II - позиции лебедки при укладке ленты, а, б - оси приводной, натяжной станции, с - продольная ось транспортера, е - оси роlikоопор.

Технология монтажа ленточного транспортера предусматривает подачу к месту установки основных сборочных единиц (приводной и натяжной станции секций рамы транспортера, поддерживающих ролик, ленты).

Последовательность монтажа ленточного транспортера:

1. Новую ленту, если она хранилась при отрицательной температуре выдерживают в течение суток при температуре не ниже $+5^{\circ}\text{C}$. Затем подвергают предварительной вытяжке в течение 2...3 суток, создавая при этом натяжение в сечении ленты $3,0...3,5 \text{ Н/мм}^2$. Для этого ленту перекалывают через барабан, установленный на необходимой высоте, и подвешивают к концам ленты соответствующий груз. В процессе вытяжки проверяют параллельность кромок, возникающий перекося устраняют перевешиванием груза с вытянутой стороны ленты на середину. После этого лента сматывается в рулон или наматывается на специальный барабан и доставляется к месту монтажа;

2. Сборка секций рамы конвейера производится на специально подготовленном кондукторе для соблюдения прямоугольности, прямолинейности, отсутствия скручиваний. Если секции поставляют в собранном виде, то на этом кондукторе проверяют их отклонение от формы;

3. Разметка продольной оси транспортера;

4. Установка приводной станции. Выверка горизонтальности оси приводного барабана, ее перпендикулярности продольной оси конвейера.

Допустимое отклонение от горизонтальности 0,2 мм на 1 м длины барабана, Электродвигатель узла привода транспортера монтируют по выверенному валу приводного барабана. Закрепляют приводную станцию к фундаменту;

5. Устанавливают последовательно секции рамы транспортера. С помощью прокладок выставляют их в проектное положение и закрепляют между собой временно болтовыми соединениями;

6. Монтаж натяжной станции. Проверка горизонтальности оси натяжного барабана, ее параллельности оси приводного барабана;

7. Производится выверка положения всей конструкции – допустимое отклонение продольной оси ленточного транспортера от проектного положения не более 1 мм на 10 м длины транспортера. После этого крепят раму секций натяжной станции к фундаменту и сваривают секции между собой;

8. Устанавливают роlikоопоры (рисунок 2.6). Смещение середины роlikоопоры от продольной оси транспортера не более 1 мм. Смещение роlikоопор по высоте не более ± 1 мм. Проверяется горизонтальность оси роlikоопор, их перпендикулярность к продольной оси. Для улучшения центрирования ленты каждую пятую-шестую роlikоопору устанавливают наклоном на $2...3^\circ$ по ходу ленты (рисунок 2.7,а) с этой же целью могут использоваться и самоустанавливающиеся роlikоопоры (рисунок 2.7,б), которую монтируют чуть выше остальных;

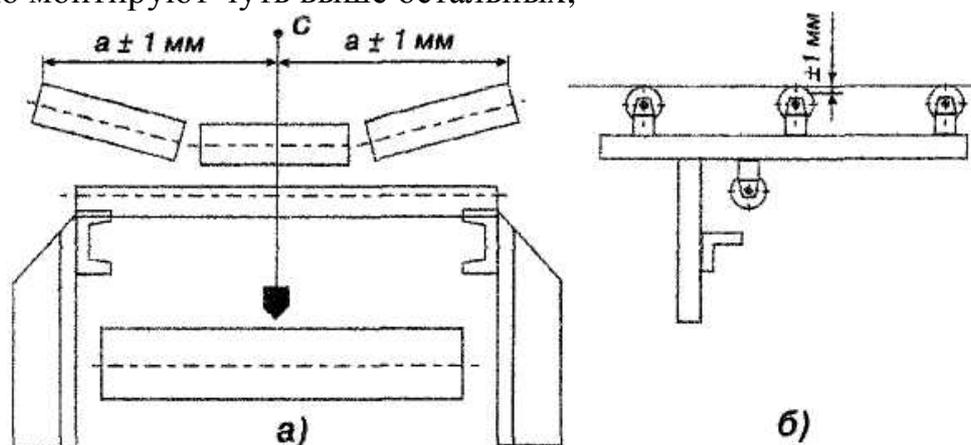


Рисунок 2.6 – Схема выверки положения роlikоопор при монтаже по ширине (а) и по высоте (б): с - продольная ось транспортера.

9. На элеваторах, складах для зерна используются транспортеры с разгрузочными тележками. При установке тележки обеспечивают горизонтальность барабанов и проверяют шаблоном ширину колеи (отклонение не более 2 мм). Допустимая несимметричность относительно оси транспортера до 2 мм. Отклонение высоты левого и правого путей до 1 мм. Зазор в стыке до 2 мм разность уровней в стыке рельсов до 0,3 мм;

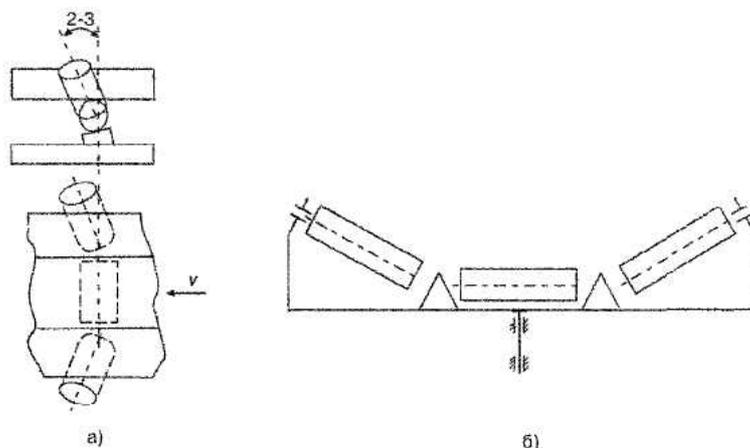


Рисунок 2.7 – Самоцентрирующее положение ленты опоры
 а) наклоненная роликоопора, б) самоустанавливающаяся роликоопора

10. Монтаж ленты. Рулон с лентой (рисунок 2.5) устанавливают на козлы. При этом следят за тем, чтобы толстая (рабочая) резиновая обкладка ленты была обращена наружу. Затягивают ленты при помощи лебедки, устанавливая ее в положение I затем II (рисунок 2.5);

11. Смещают натяжной барабан в сторону приводного, до упора;

12. Стягивают концы ленты до совмещения внахлестку на необходимую длину с помощью полиспаста или лебедки (рисунок 2.8);

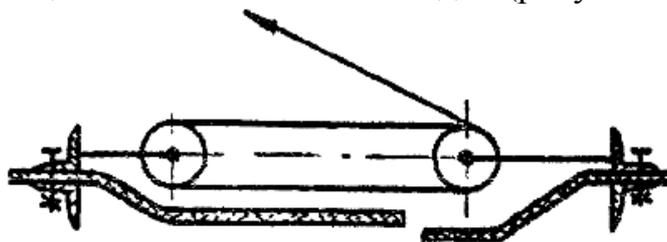


Рисунок 2.8 – Схема стяжки концов ленты

13. Стыковка ленты. Иногда выполняют вначале временную стыковку ленты (на 1...1,5 месяца). Это делается из-за того, что в этот период ленты вытягиваются наиболее интенсивно. Но обычно стыкуют концы постоянно - вулканизируют их. При выборе метода соединения конвейерных лент следует учитывать, что прочность вулканизированного, крючкового, планчатого (на болтах) соединений составляет соответственно 0,9; 0,6; 0,45 от прочности ленты.

14. Натягивают ленту с помощью натяжной станции – перемещением барабана. Прокручивают вручную, затем 2...3 раза электродвигателем. Если при этом лента смещается в бок («биг») более чем на 25 мм от середины барабана то устраняют: не горизонтальность, не параллельность осей барабанов, возможное осевое смещение барабанов по валу, неравномерную вы-

тяжку ленты, перекося роlikоопор, счищают грязь, пыль с барабана, проверяют легкость вращения роlikоопор.

15. Монтаж загрузочного устройства (рисунок 2.9). Загрузочный лоток монтируют симметрично относительно продольной оси. Так как односторонняя загрузка ленты вызывает ее сход в сторону. Металлические части лотка не должны касаться ленты. Для исключения просыпей груза к нижней части лотка крепятся прорезиненные накладки.

Особенности монтажа криволинейного участка транспортера

Для ленточных конвейеров нередко возникает необходимость криволинейного транспортирования, вызванная тем, что прием груза после конвейера производится выше горизонтального участка (рисунок 2.10).

Кривая линия провисания ленты, образованная действием силы тяжести ленты и груза, является параболой. Очевидно, что роlikовые опоры следует ставить строго - ориентируясь на обеспечение линии провисания. В случае если роlikоопоры установить выше или ниже, то желоб линии будет нарушаться, а груз рассыпаться.

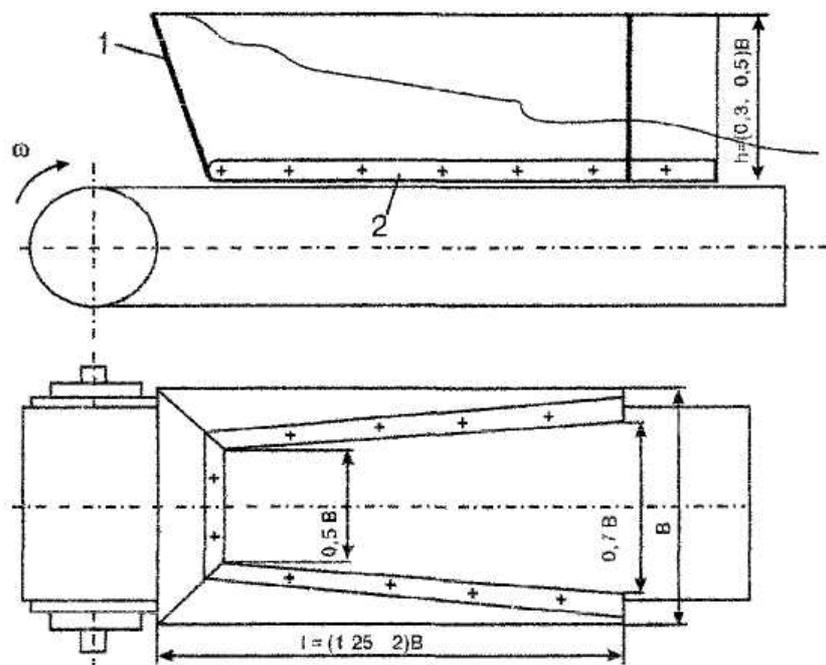


Рисунок 2.9 – Схема загрузочного лотка

1 - лоток, 2 - прорезиненная накладка

В зависимости от расположения опор ленты (рисунок 2.11) при постоянном ее натяжении возможны случаи, когда опора расположена на параболе и совпадает с низшей точкой параболы или расположена выше нее - слева или справа.

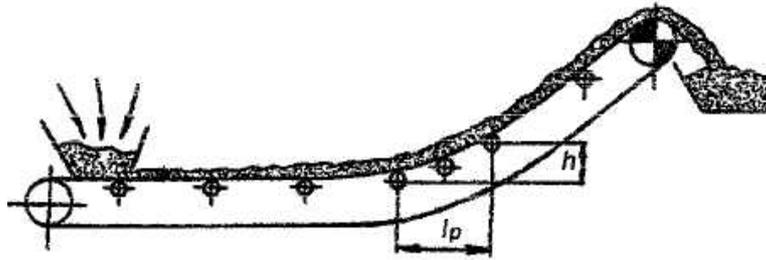


Рисунок 2.10 – Ленточный конвейер.

Расположение опоры левее нижней точки потребует некоторого снижения высоты расположения последующих роликоопор, что не приемлемо как по конструктивным соображениям, так и ввиду того, что груз опять-таки придется поднять на эту же высоту. При расположении опоры правее нижней точки часть траектории, предшествующая опоре O_2 (от опоры O_2 до следующей роликоопоры) будет стремиться расположиться по параболической кривой и лента будет провисать.

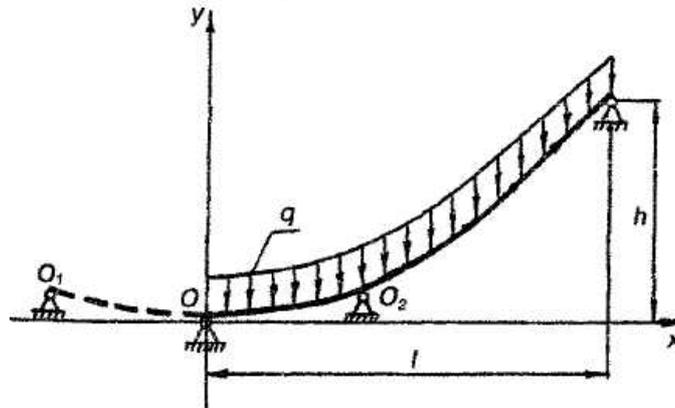


Рисунок 2.11 – К выбору положения нижней опоры

С учетом этого наиболее приемлемо расположение опоры в нижней точке параболы. В этом случае стрела провисания (равная разности высот расположения опор) будет определяться как

$$h = \frac{g \cdot q \cdot l^2}{2F}, \quad (2.1)$$

где q - линейная плотность (погонная масса) ленты и груза;

l - расстояние (пролет) между опорами;

F - натяжение ленты.

Натяжение ленты определяют на основе метода обхода по контуру или по несущей способности ленты.

$$F = [K_p] \cdot B \cdot z \frac{1}{[S]}, \quad (2.2)$$

где $[K_p]$ - допускаемая линейная прочность одной прокладки ленты на разрыв, Н/м;

B - ширина ленты, м;

z - число прокладок ленты;

$[S] = 9...11$ - запас прочности ленты.

Линейную плотность находят как $q = q_{л} + q_{г}$,

где $q_{л}$ - погонная масса ленты, кг/м;

$q_{г} = \frac{\Pi}{V}$ - погонная масса груза, кг/м;

Π - производительность транспортера, кг/с;

V - скорость транспортера, м/с.

Расчет погонной массы ленты находим как $q_{л} = 1,12 \cdot B \cdot \delta$,

где B — ширина ленты, мм,

$\delta = \delta_0 \cdot z + \delta_1 + \delta_2$ - толщина ленты, мм;

$\delta_0 = 1,2...2,0$ мм - толщина прокладки;

$\delta_1 = 1...10$ мм - толщина рабочей обкладки ленты;

$\delta_2 = 1...3,5$ мм - толщина нерабочей обкладки ленты.

Расстояние между роlikоопорами при ширине ленты 400...1200мм рекомендуется принимать в пределах $l_p = 1,0...1,5$ м.

Для удобства монтажа, учитывая, что угол наклонного (криволинейного) участка конвейера незначительный, можно принимать, что проекция расстояния между роlikоопорами равна расстоянию между ними.

Таким образом, определив значение l_p рассчитывается необходимое h .

Склеивание ленты

Это наиболее трудоемкая и ответственная операция. Стык склеивают непосредственно на транспортере. На раму транспортера под ленту при снятых роlikоопорах, устанавливают деревянный щит, который шире рамы на 0,2...0,3м на 1 м длиннее стыка.



Рисунок 2.12 – Схема подготовки ленты к вулканизации

Зажимы стяжного приспособления (рисунок 2.8) устанавливаются строго перпендикулярно продольной оси ленты. После чего концы ленты стягивают внахлестку на всю длину стыка. Стыкуемые концы накладывают друг на друга и проверяют параллельность кромок. Для обеспечения одинаковой прочности стыкового соединения и самой ленты, а также для того чтобы стык плавно набегал на ролики и барабаны, концы ленты отрезают наискось (рисунок 2.12). Угол скоса $18^{\circ}30'$ (катет в треугольнике равен $\frac{1}{3}B$). После этого подготавливают ступенчатый стык на обоих концах ленты (рисунок 2.12). Для этого размечают размеры средних ступенек длиной 250...300 мм, крайние ступеньки делают больше остальных на $\frac{1}{3}$. Ступеньку готовят следующим образом. Надрезают (поперек) по линии последней ступени до первой прокладки резиновую обкладку, при помощи отвертки отслаивают ее немного от каркаса. Затем эту же обкладку надрезают вдоль полосами 25...30 мм и отрывают их клещами. Далее надрезают прокладку по линии границы другой ступени так чтобы не повредить следующую прокладку. После чего подрезают эту прокладку полосами на 25...30мм и отрывают полосы. Резиновые обкладки ленты на обоих ее сторонах срезают на скос. Стыкуемые поверхности аккуратно зачищают (шерохуют), дисковым пористым камнем или металлической щеткой, протирают бензином, сушат 15 минут. На стыкуемые поверхности наносится кистью клей - сушат 20...30 минут, затем вновь наносят и сушат 10...15 минут. На горизонтальные поверхности стыка накладывают куски каландрованной резины толщиной 0,5мм, к вертикальным поверхностям прикатывают полоски каландрованной резины шириной 3...5мм и толщиной 1,5мм. Накладывают стыки один на другой, прикатывают его роликом, прокапывают шилом для выхода остатков воздуха. На оба торца накладывают брекер шириной 100 мм, а на него резиновую заготовку толщиной на 1,5...2,0мм больше резиновой обкладки.

Устанавливают с обеих сторон ленты пресс-вулканизатор, стягивают их до давления на стыке не менее чем 1МПа. Продолжительность вулканизации определяют как

$$t = 5 \cdot z, \text{ мин} \quad (2.3)$$

где z - число прокладок ленты.

Температура $150 \pm 2^{\circ}$. Отсчет времени начинают с момента достижения рабочей температуры. Пуск ленты возможен только после ее охлаждения до 30°C .

Эксплуатация ленточного транспортера

До начала работы проверить исправность заземления электродвигателей, пусковых устройств, наличие ограждений, исправность всех узлов транспортера, тормозов передвижной разгрузочной тележки натяжение ленты.

После обкатки в холостую испытывают транспортер под нагрузкой. Груз подается только после разгона ленты до нормальной скорости, останавливают транспортер только после того, как лента освободится от груза. Необходимо следить, чтобы лента при движении опиралась на все ролико-

вые опоры. Натяжная станция должна автоматически поддерживать натяжение в зависимости от массы груза.

При обслуживании конвейеров не разрешается:

- допускать во время работы конвейера сбегание ленты в сторону, в результате этого снижается производительность и увеличивается расход энергии;

- пользоваться палками или другими предметами, ставя их в качестве дополнительной опоры для предотвращения сбегания ленты;

- допускать буксование ленты конвейера, это вызывает повышенный расход электроэнергии, преждевременный износ ленты, а при длительном буксовании лента может загореться и вызвать пожар;

- пользоваться канифолью или другими вяжущими веществами для увеличения сцепления ленты конвейера с ободом приводного барабана независимо от причины буксования;

- тянуть руками ленту, помогая ходу при пуске конвейера;

- производить ремонтные работы при работе конвейера.

2.2 Ковшовые конвейеры (нории)

В перерабатывающей промышленности нории используются в основном для перемещения зерна. Основные узлы нории показаны на схеме (рисунок 2.13).

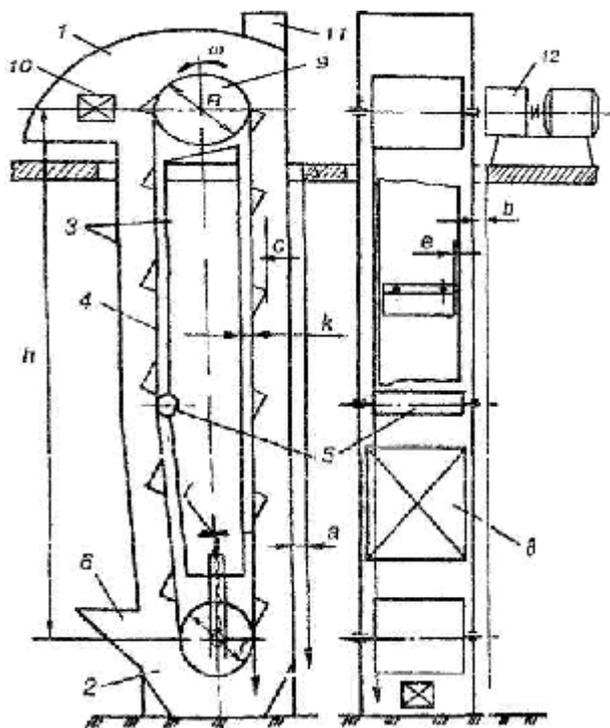


Рисунок 2.13 – Основные узлы нории (схема монтажа)

1 - головка нории; 2 - башмак; 3 - норийные трубы; 4 - лента с ковшами; 5 - отклоняющий ролик; б – загрузочный носок; 7 – натяжное устройство; 8 – съемная стенка; 9 – приводной барабан; 10 – смотровые люки; 11 - аспирационная труба; 12 - приводная станция; а, б, с, е, к - контролируемые при монтаже размеры; $c = e = 100 \dots 130 \text{ мм}$,

$k = 60 \dots 80 \text{ мм}$

Согласно ГОСТ 10190-70 введено разделение нории на тихоходные (тип I) и быстроходные (тип II). В нориях 1-го типа скорость ленты 1...1,8 м/с, и зерно из ковшей разгружается под действием сил тяжести. Такую разгрузку называют гравитационной. Эти нории используют в основном для семенного зерна, т.к. меньше его травмирует.

В большинстве случаев используют нории 2-го типа, в них скорость ленты 2,2...3,6 м/с и продукт из ковша выбрасывается центробежными силами (центробежная разгрузка).

Нории со скоростью ленты более 5 м/с используют очень редко из-за плохой загрузки, травмирования зерна.

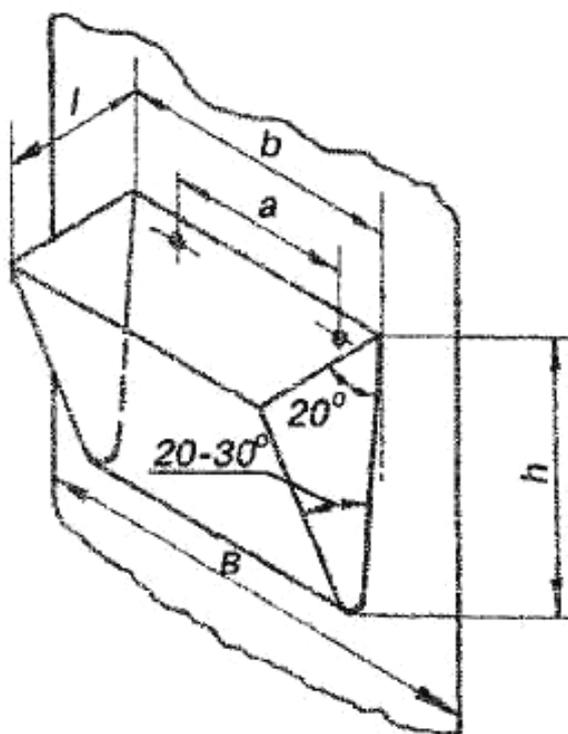


Рисунок 2.14 – Параметры ковша нории

a - расстояние между центрами болтов; *b* - ширина, *l* - вылет;
h - высота; *B* - ширина ленты

Характеристика норий, используемых на современных элеваторах, приведена в таблице 2.1 (отдельные параметры ковша нории указаны на рисунке 2.14).

Таблица 2.1 – Характеристики норий

Параметры	Обозначение, ед. изм..	Значения					
Производительность	П, т/ч	50	100	175	250	350	500
Ширина ленты	В, мм	200	300	450	600	800	1100
Ширина ковша	b, мм	100	260	390	260	360	500
Вылет ковша	l, мм	125	150	175	175	185	190
Высота ковша	h, мм	150	160	185	185	200	215
Скорость ленты	v, м/с	2,2	2,4	2,5	2,8	3,2	3,6
Расстояние между центрами	a, мм	90	90	90	90	90	12,1
Емкость ковша	V, л	0,6	2,05	6,3	2,05	4,05	12,1
Число прокладок ленты	Z, шт	6	7	8	8	-	12
Диаметр барабана	D _в , мм	630	750	1160	1320	1600	2000
	D _н , мм	630	750	1160		1160	
Мощность электродвигателя	P, кВт	10	30	40	-	75	-
Шаг ковшей	I _к , мм	160	180	210	210	320	320J
Масса нории	M _н , кг	2095	4814	11100		20400	-
Поперечное сечение труб	мм	277	373	547	350	950	1200
		277	257	377	377	400	546

В качестве несущего элемента в нориях используют ленты Б-820(055), БКНЛ-65(65), ТА-150(150), ТК-300(300). В скобках указана прочность на разрыв (Н/мм). Благодаря высокой прочности современных лент с синтетической основой уже не является исключением высота транспортирования 80 м и производительность до 1000 т/ч.

Последовательность монтажа нории:

1. Проверка прямоугольности, прямолинейности и отсутствия скручивания норийных труб (на специальном кондукторе).
2. Вытяжка ленты в течение 2...3 суток. Ее перекидывают через барабан и натяжением создают напряжение в ленте равное $3,0...3,5 \text{ Н/мм}^2$. В процессе вытяжки проверяют параллельность кромок. Возможный перекокс устраняют перевешиванием груза с вытянутой ленты на середину.
3. Разметка и пробивка (сверление) отверстия под ковши на ленте производится по шаблону на столе. Шаблон - стальной лист толщиной 2 мм, длиной 1,2 м и шириной равной ширине ленты.
4. Установка верхнего шаблона (горизонтально) или верхней головки нории (горизонтально).
5. Разметка монтажных осей, начиная с верхнего этажа. Для этого опускают отвесы до места установки башмака.
6. Установка башмака в сборе. Выверка горизонтальности плоскости верхних фланцев.
7. Монтаж секций норийных труб (снизу вверх). Отклонение норийной трубы не более 1,5 мм. Для выполнения этого условия между фланцами устанавливают прокладки. Вертикальность обеспечивается расклиниванием норийных труб в проемах деревянными клиньями.
8. Монтаж верхней головки. При этом проверяют, находятся ли торцевые плоскости верхнего и нижнего барабанов в одной плоскости.
9. Поднятие натяжным устройством нижнего барабана в крайнее верхнее положение
10. Монтаж ленты. Необходимую ее длину L определяют как

$$L = 2h + p(R + r) + l \quad (2.4)$$

где h , R , r – размеры нории (см. рисунок 2.13)

l – длина места сшивки внахлест $l = 1000 \text{ мм}$.

Ленту затягивают канатом на барабан через монтажное отверстие (рисунок 2.15,а) либо опускают сверху (рисунок 2.15,б). При опускании сверху ленту предварительно наматывают на монтажный барабан в два слоя.

Для устранения перекручивания ленты в трубе к концу ленты крепят пластину длиной, равной диагонали трубы (рисунок 2.15, в).

После того, как лента опустится до нижнего барабана, ее с помощью каната (лебедки) вытаскивают вверх. Концы ленты стягивают также как и ленточных транспортеров двумя полиспадами (рисунок 2.8). Скрепляют концы ленты у норий малой производительности встык с отбортовкой зажимными уголками (рисунок 2.16,а), внахлест (рисунок 2.16,б) или используя накладку (рисунок 2.16, в).

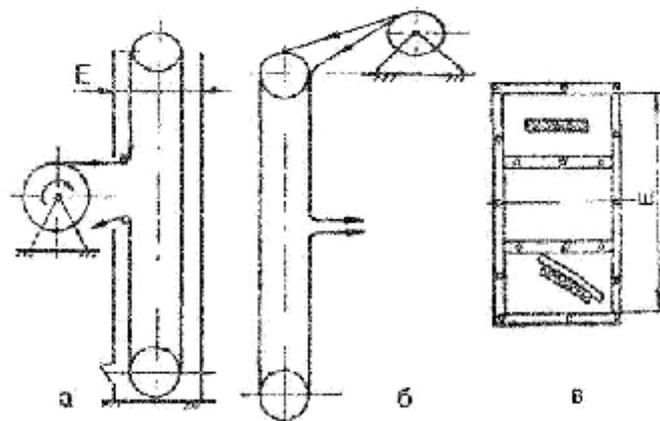


Рисунок 2.15 - Монтаж ленты

а - через монтажный люк; б - через отверстия сверху;
в - устранение скручивания ленты

11. Установка ковшей (рисунок 2.16). На ленте ковши устанавливаются в монтажном люке или у верхнего барабана. Для того чтобы лента самопроизвольно не опускалась, ковши монтируют партиями: устанавливают 50...60 шт. и опускают ленту вниз, затем еще 50...60 и т.д.

12. Натяжение ленты. Ее прокручивают вручную, затем 2-3 раза электродвигателем. Если при этом лента смещается вбок («биг») более чем на 25 мм от середины барабана, то устраняют: не горизонтальность положения осей барабанов, возможное осевое смещение барабана по валу, наклон нории, перекося в стыковке, неравномерную вытяжку ленты, обратное высыпание зерна, счищают грязь, пыль с барабана.

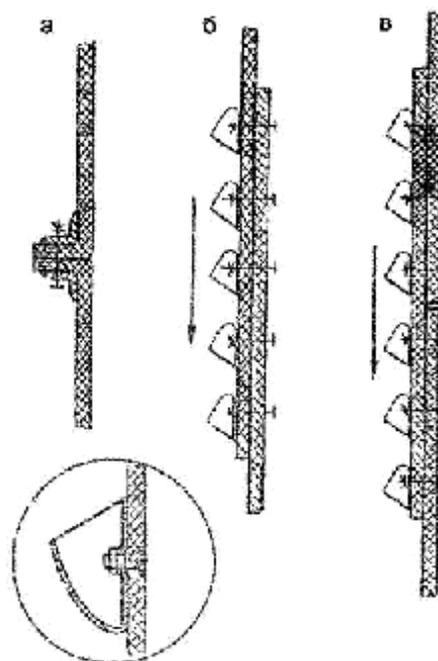


Рисунок 2.16 – Соединение ленты нории и крепления ковша

а - встык с обработкой; б - внахлест, в - с накладками

Эксплуатация нории

Нория требует тщательного технического обслуживания, осмотра, контроля за работой.

Нория – мощный пылеисточник. Возникновение в ней известного «треугольника взрыва» наиболее вероятно.

Вследствие вытяжки ленты возможно буксование ее на барабане. При самопроизвольном опускании грузовой ветви образуется завал в нижней части нории (нория «завалилась»). Запускать такую норию, не вычистив завал от груза, нельзя, так как двигатель при этом перегружается в 3 и более раза, лента буксует или рвется.

Обслуживание нории

При обслуживании норий необходимо выполнять требований: норийные трубы, башмаки, колпаки головок и смотровые люки в пыль и зерно, в случае обнаружения неисправности необходимо их устранить;

- при необходимости расчистки башмака нории от завала рабочий должен убедиться в том, что привод нории выключен, поставлен на тормоз и возможность обратного хода исключена;

- чистить башмак нории от продукта нужно только специальным скребком с гладкой ручкой. При этом следует быть особенно осторожным, чтобы в случае непроизвольного обратного хода норийной ленты ковшами нехватило руки;

- после ликвидации завала нории надо выявить причины этого завала и принять меры к их устранению (слабо закрепленные и оторванные ковши, слабое натяжение ленты или нарушение ее центровки и т.п.);

- не разрешается спускаться и работать в норийных приемниках, если они не освещены;

- запрещается ремонтировать нории на ходу. Перед началом ремонта необходимо выключить электродвигатель, а на пусковую аппаратуру повесить специальную табличку с надписью «Не включать, ремонт, работают люди»;

- необходимо следить за исправностью заземления токоприемников и изоляции электроприводов. При возникновении неисправностей следует вызвать электромонтера.

Для автоматического контроля за работой нории используют датчик скорости ДМ-12. помещают на приводном барабане, и датчик уровня (МДУ-2с), устанавливают в нижнем башмаке.

Буксование можно оценить по разности скоростей барабанов.

С целью исключения буксования барабанов делают футеровку (шеvronную, колосовидную) барабана резиной или устанавливают приводной барабан большего диаметра.

При периодических осмотрах (после остановки) нории проверяют: температуру подшипников (не более 60°C, «рука терпит»); зазор между лентой и трубой; износ обкладок ленты (показалась основа); обратное высыпание; износ кожуха головки.

В некоторых случаях необходимо регулировать производительность нории. Это достигается не только заслонкой регулирующей подачу груза в приемный лоток нории, но и регулированием силы тока. Для определения зависимости потребляемого тока от производительности проводят тарировку. Сначала добиваются минимальной потребляемой мощности норией на холостом ходу. Этого достигают за счет нормального натяжения ленты, смазки подшипника и редуктора, правильности центровки муфты редуктора и приводного вала головки, легкости и без перекосов хода норийной ленты с ковшами. Норию обкатывают на холостом ходу и, убедившись в том, что потребляемый ток или мощность стабильны, записывают эти показания.

После наладки нории доводят ее производительность до максимально возможной. Нория должна работать надежно со стабильной нагрузкой, стрелка прибора (амперметра) – установиться на определенном делении шкалы; нагрузка электродвигателя – в допустимых пределах.

Убедившись в стабильности работы нории под максимальной нагрузкой в течение 2 часов, определяют производительность нории. Записывают показания амперметра, замечают положение питающих задвижек, и с остановкой нории под полной нагрузкой перекрывают питающие самоотечные трубы. Затем в верхней части норийной ленты аккуратно выбирают зерно из пяти-шести ковшей и взвешивают. Определяют плотность груза. Рассчитывают коэффициент заполнения ковшей, который равен отношению фактического объема груза в ковше к геометрическому объему ковша. По коэффициенту заполнения ковшей и другим параметрам подсчитывают производительность нории (т/ч) по формуле

$$П = 3,6 \frac{l}{t} \cdot v \cdot r \cdot j , \quad (2.5)$$

где l - вместимость ковша, дм³ (литр);

t - шаг ковша, м;

v - скорость ленты, м/с;

r - плотность зерна, т/м³;

j - коэффициент заполнения ковша.

Если полученная максимальная производительность удовлетворяет, тогда приступают к определению производительности силы тока в промежуточных значениях и строят тарировочную кривую. Производительность и показания приборов для каждой точки определяют 3 раза.

2.3 Скребковые транспортеры

Скребковые транспортеры работают по принципу волочения, перемещают груз с помощью скребков по неподвижному желобу.

Последовательность монтажа скребковых конвейеров аналогична тому, как это выполняется для ленточных транспортеров.

1. Размечают продольную ось транспортера;
2. Собирают приводную станцию (узлы привода монтируют по выверенному валу приводной станции), секции рамы транспортера натяжную станцию;

3. Устанавливают временно все узлы

Отклонение оси транспортера от проектного положения в плане не более 3 мм, по высоте ± 2 мм

Выполняют выверку горизонтальности осей приводной, натяжной звездочек, их перпендикулярность продольной оси.

Фиксируют все узлы между собой и относительно фундамента.

4. Тяговые цепи поступают в собранном виде с рабочими органами скребками, пластинами. Их подготовка к монтажу заключается в удалении антикоррозионной смазки. В редких случаях тяговые цепи поставляют в разобранном виде: это навозоуборочные, кормоподающие конвейеры большой протяженности (50...160 м). Такие тяговые цепи собирают по частям небольшой длины и последовательно, начиная от приводной станции, собирают. Проверяют при этом подвижность цепи в шарнирах.

5. При сборке парных цепей (двух и трех цепные транспортеры) плети должны быть одинаковой длины (допускаемые отклонения в длине оговариваются в технической документации)

6. Выверка положения цепных звездочек конвейера показана на рисунке 13. Допускаемое значение угла перекоса $\varphi \leq 30'$ допускаемое окружное смещение e (рисунок 2.17, в) зависит от расстояния между звездочками a и указывается в технической документации (согласованное с отклонением подлине парных плетей);

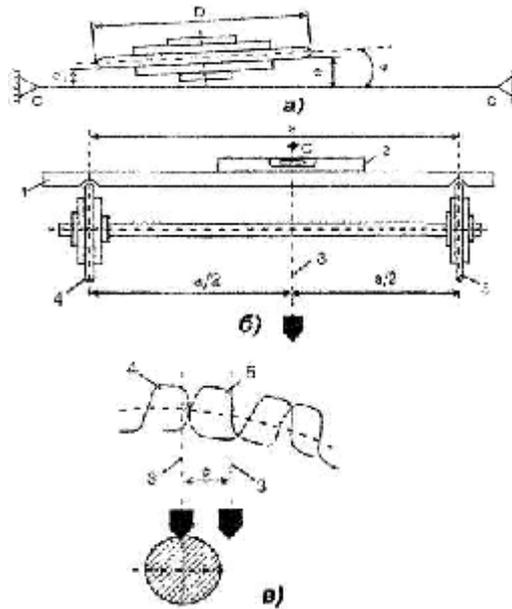


Рисунок 2.17 – Схема выверки

а - перекоса, б - симметричности, в - окружного смещения;

1 - шаблон, 2 - уровень, 3 - отвес, 4, 5 - контролируемые звездочки, с-с – струна

7. Натяжную звёздочку устанавливают в положение соответствующее минимальному межосевому расстоянию. При установке цепи пользуются специальными приспособлениями для стягивания концов. Соединение цепи выполняют так, чтобы запорная часть замка была направлена в сторону движения;

8. Натяжение цепи обычно выполняют таким образом, чтобы минимальное усилие было в пределах 500...3000 Н, при этом угол отклонения скребка при работе транспортера не должен превышать $\delta = 2...3^\circ$ (рисунок 2.18). При большем угле возможно «всплывание» скребка и его заклинивание;

9. Подключают электродвигатель, заземляют его, проверяют направления вращения. Транспортер испытывают в холостую и под нагрузкой.

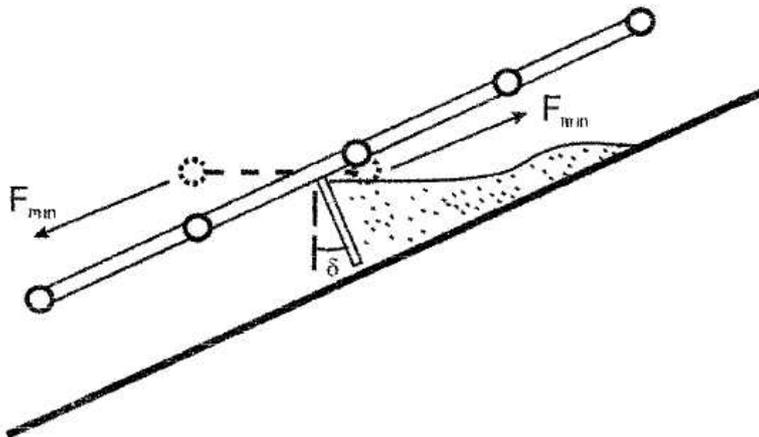


Рисунок 2.18 – Отклонение скребка при минимально допустимом натяжении

2.4 Шнековые конвейеры

Устройство конвейера показано на рисунке 2.19. Принципиально шнековый конвейер состоит из загрузочного устройства 1 (рисунок 2.20) транспортирующей части 2 и разгрузочного устройства 3. Шнеки используют для горизонтального (до 60 м), наклонного и вертикального (до 20 м) перемещения грузов. Перемещается груз в кожухе транспортера по принципу волочения под действием осевой силы винта. Груз удерживается от вращения вместе с винтом силами тяжести и трением между грузом и кожухом.

В случае наклонного или вертикального транспортирования подшипник воспринимающий осевую силу устанавливается вверху, для того чтобы вал был нагружен растягивающим, а не сжимающим усилием.

Величина осевой силы действующей на вал винта, подшипник определяется как:

$$F_a = \frac{2T}{d \cdot \operatorname{tg}(a + j)}, \quad (2.6)$$

где $T = \frac{P}{\omega}$ - крутящий момент, действующий на вал шнека, Н·м;

P - мощность расходуемая на вращение вала, Вт;

ω - угловая скорость вращения вала, рад/с;

$d = (0,7 \dots 0,8)D$ - диаметр проходящий через центр тяжести перемещаемого груза, м;

D - диаметр кожуха (желоба), м;

α - угол подъема винтовой линии;

φ - угол трения между винтом и грузом.

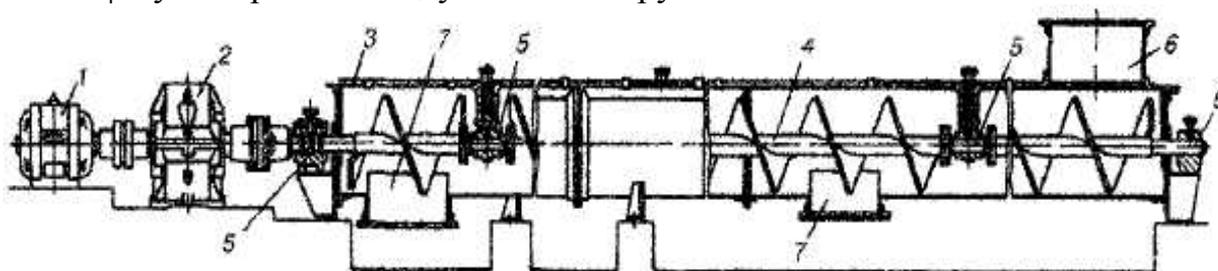


Рисунок 2.19 – Устройство шнекового конвейера

1 - электродвигатель; 2 - редуктор; 3 - желоб; 4 - вал с винтовыми лопастями;
5 - подшипник вала; 6, 7 - загрузочное и разгрузочное отверстия

Неподвижная труба (желоб) транспортера может состоять по аналогии с другими (ленточный, ковшовый) конвейерами из нескольких секций. Изготавливают трубу из листовой стали толщиной 1...2 мм. Вал шнека обычно составной, из цельнотянутой трубы с толщиной стенки 3...5 мм. Отдельные участки вала длиной 3...4 м соединяют металлическими вставками.

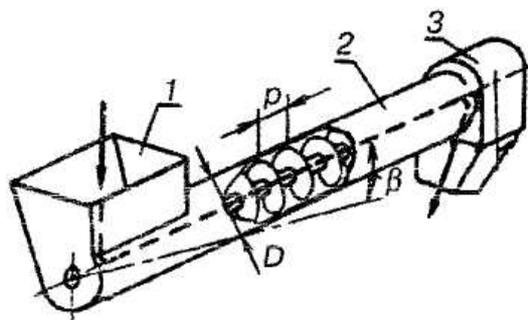


Рисунок 2.20 – Принципиальная схема винтового транспортера
 1 - загрузочное устройство; 2 - транспортирующая часть;
 3 - разгрузочное устройство

На специально изготовленном кондукторе проверяют отклонение отдельных секций желоба от формы.

Последовательность монтажа шнекового конвейера

1. Разметка оси конвейера. Установка привода.
2. Последовательный монтаж секций конвейера (снизу вверх). Фланцы секций желоба соединяют болтами. Регулировка (выставление в проектное положение) осуществляется с помощью прокладок между фланцами.
3. Вместе с монтажом секций производят установку и частей вала шнека. Регулируют при этом совпадение оси вала ее проектному положению перемещением подшипниковых опор. Варианты соединения составного вала шнека показаны на рисунке 2.21.

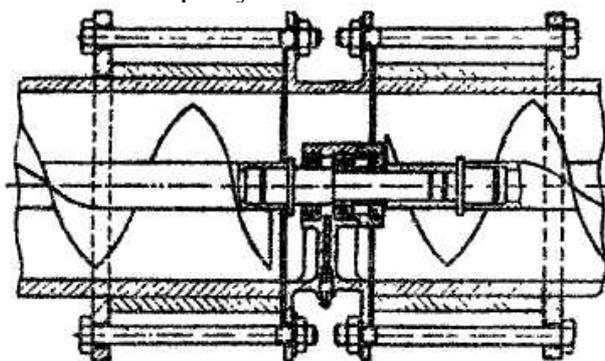


Рисунок 2.21 – Соединение составного вала шнека транспортера

4. Производится выверка положения всей конструкции. Радиальный зазор между поверхностями желоба и винта при диаметре шнека до 250 мм должен составлять 10мм, а при диаметре более 250мм - 15мм.
5. Прокручивают шнек вручную. Витки шнека не должны задевать стенки желоба. Радиальная разница для витков шнека не должна превышать 0,0001 длины конвейера.
6. Монтаж загрузочного, разгрузочного лотков. Длину шнека (открытую) в загруженной части рекомендуется обеспечивать равной $(1,5...2,5)p$, где p - шаг винта (рисунок 2.20).
7. Устанавливают ограждения вращающейся части привода и производится опробование шнека на холостом ходу в течение 2 часов.

Задание

Разработать схему технологического процесса монтажа для одной из единиц оборудования (по заданию преподавателя), результаты работы оформить в виде схемы технологического процесса и операционной карты монтажных работ с выбором необходимого оборудования и инструментов

3 Порядок выполнения задания

1. Изучить технологический процесс монтажа технологического оборудования и машин
2. Разработать схему технологического процесса монтажа одного из типовых видов оборудования (по указанию преподавателя)
3. Выбрать способ контроля установки оборудования
4. Заполнить операционную карту монтажных работ

3.1 Рабочее место №1 «Технология монтажа ленточных конвейеров, скребковых транспортеров»

Оснащение рабочего места

Ленточный конвейер (или скребковый транспортер), грузоподъемные средства, инструмент и приспособления для выверки и монтажа оборудования.

ХОД РАБОТЫ

1. Получить у преподавателя задание и исходные данные
2. Выписать основные узлы ленточного конвейера.
3. Провести разметку продольной оси транспортера.
4. Установить приводную станцию, произвести выверку по горизонтали, записать фактическое и допускаемое отклонение, используемый инструмент.
5. Установить последовательно секции рамы транспортера, закрепить. Результаты выбранных моментов затяжки и инструмента записать.
6. Монтировать натяжную станцию произвести выверку по горизонтали, записать фактическое и допускаемое отклонение, используемый инструмент.
7. Установить роlikоопоры, произвести выверку и дать необходимые схемы и значения отклонений.
8. Произвести монтаж ленты конвейера.
9. Произвести натяжку, совмещение, стыковку и соединение ленты.
10. Натянуть ленту с помощью натяжной станции, произвести опробование прокручиванием вручную, затем 2...3 раза двигателем.
11. Произвести монтаж загрузочного устройства.
12. Для криволинейного участка транспортера рассчитать положение опор, натяжение ленты.
13. Заполнить форму отчета о проделанной работе.

3.2 Рабочее место №2 «Технология монтажа ковшовых конвейеров (норий)».

Оснащение рабочего места.

Ковшовый конвейер, грузоподъемные средства, Кондуктор для проверки норийных труб, инструмент и приспособления для выверки и монтажа оборудования.

ХОД РАБОТЫ

- 1.Получить у преподавателя задание и исходные данные
- 2.Выписать основные узлы нории.
- 3.Произвести разметку и пробивку (сверление) отверстий под ковши на ленте используя шаблон.
- 4.Произвести разметку монтажных осей.
- 5.Установить башмак, произвести выверку по горизонтали верхних фланцев.
- 6.Монтировать секции норийных труб (снизу вверх), регулировать при помощи прокладок между фланцами, закрепить. Результаты выбранных моментов затяжки, допускаемых и фактических отклонений и перечень используемого инструмента записать.
- 7.Монтировать верхнюю головку, контролировать торцевые поверхности верхнего и нижнего барабана в одной плоскости, записать фактическое и допускаемое отклонение, используемый инструмент.
- 8.Поднять нижний барабан в крайнее верхнее положение.
- 9.Определить необходимую длину ленты. Произвести монтаж ленты.
- 10.Выбрать тип соединения ленты. Произвести натяжку, совмещение, стыковку и соединение ленты, привести необходимые схемы.
- 11.Установить ковши.
- 12.Произвести натяжение ленты
- 13.Произвести опробование прокручиванием вручную, затем 2...3 раза двигателем.
- 14.Заполнить форму отчета о проделанной работе.

3.3 Рабочее место № 3 «Технология монтажа шнековых конвейеров».

Оснащение рабочего места.

Шнековый конвейер, грузоподъемные средства, инструмент и приспособления для выверки и монтажа оборудования.

ХОД РАБОТЫ

- 1.Получить у преподавателя задание и исходные данные
- 2.Дать описание устройства шнекового конвейера.
- 3.Провести разметку оси конвейера.
- 4.Установить привод, произвести выверку по горизонтали, записать фактическое и допускаемое отклонение, используемый инструмент.

5. Последовательно монтировать секции конвейера (снизу вверх), регулировать при помощи прокладок между фланцами, закрепить. Результаты выбранных моментов затяжки, допускаемых и фактических отклонений и перечень используемого инструмента записать.

6. Вместе с монтажом секций части вала шнека, регулировать совпадение оси.

7. Произвести выверку положения всей конструкции.

8. Произвести опробование прокручиванием вручную, витки шнека не должны задевать стенки желоба.

9. Монтировать загрузочный и разгрузочный лотки.

10. Установить ограждение вращающейся части привода и произвести опробование шнека на холостом ходу в течении 2 часов.

11. Заполнить форму отчета о проделанной работе.

Форма отчета

1. Схема технологического процесса монтажа транспортера, электродвигателя, редуктора, насоса (по указанию преподавателя).

2. Описание последовательности контроля установки оборудования с указанием способа.

3. Заполненная операционная карта монтажных работ (приложение А1).

4. Ответы на контрольные вопросы.

4 Контрольные вопросы

1. Что такое монтаж и какие этапы работ он включает?

2. Какие работы включает каждый из этапов?

3. Отличие монтажа стационарных машин и оборудования от передвижных?

4. Для чего используют щупы, металлические подкладки, отвесы, уровни при монтаже оборудования?

5. В какой последовательности проводят испытания транспортера, перечислите?

3 МЕТОДЫ ВЫПОЛНЕНИЯ И ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА ЦЕНТРИРОВАНИЯ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

Продолжительность 2ч.

1 Цель работы

1. Изучить конструкции центровочных скоб;

2. Ознакомиться с порядком проведения и проверкой качества центрирования.

Оборудование рабочего места, инструменты, материалы

Рама с отверстиями под сборочные единицы, двигатель асинхронный, редуктор, муфты, необходимый набор инструмента

2 Общие сведения

В приводах конвейеров и других машинах крутящий момент передается от одного вала к другому с помощью муфты, ремня (ременная передача), цепи (цепная передача), зубчатых колес (зубчатая передача), жестких фрикционов (фрикционная передача). При монтаже таких валов возникают отклонения от нормального (расчетного) расположения геометрических осей этих валов (таблица 3.1) Предварительно у валов, муфт, опор валов проверяется их отклонение от формы (цилиндричность, круглость, прямолинейность, плоскость) с тем чтобы, при последующей после монтажа проверке отклонений от расположения, учесть отклонение от формы.

Таблица 3.1 – Отклонения от расположения валов в пространстве

Термин	Эскиз	Обозначение на чертеже
1	2	3
Угловое отклонение (перекос осей)		
Отклонение от соосности (радиальное смещение)		
Отклонение от перпендикулярности		
Отклонение от пересечения осей (не соосность)		
Отклонение от параллельности		

Известно много способов проверки отклонения валов от правильного расположения (рисунок 3.1). Наиболее точны способы с использованием микрометрических приборов. Значительное повышение точности получается в случае применения скоб т. к. при этом существенно увеличивается контролируемое значение параметра за счет увеличения радиуса, на котором определяется отклонение.

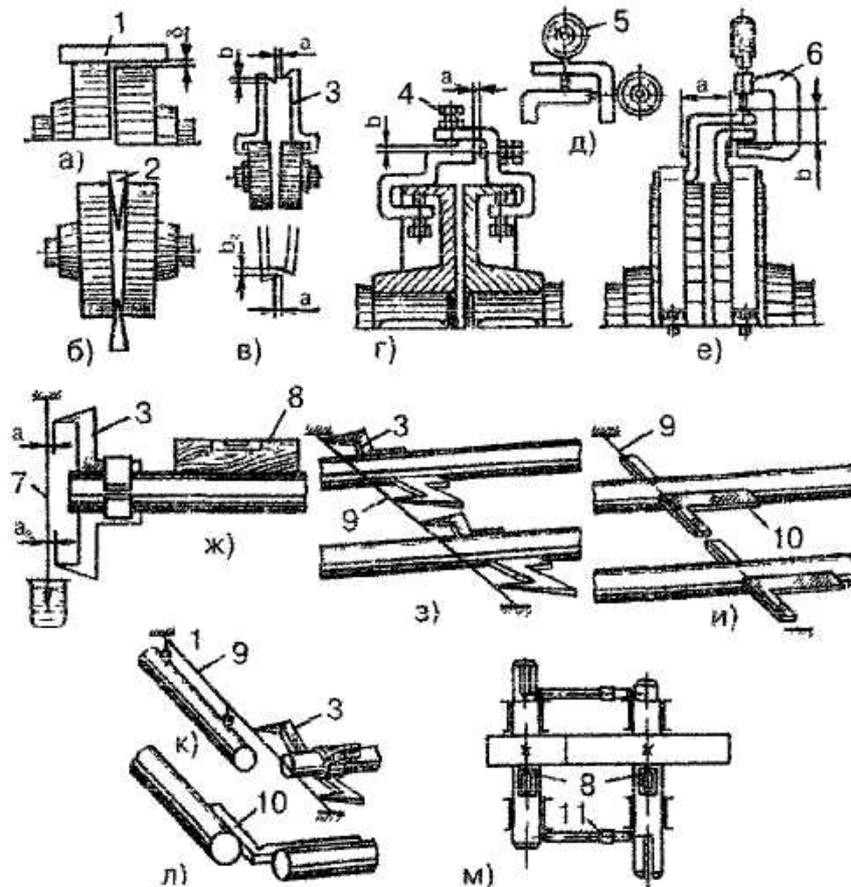


Рисунок 3.1 – Способы проверки взаимного расположения валов и муфт
а - по линейке (сосны при $\delta = 0$ в любом положении); б - по клиньям (без перекоса при одинаковых заглаблении клина в любом положении); в – по скобе (сосны при $a_1 = a_2$ и $b_1 = b_2$); г - то же, с регулировочными винтами; д - то же с индикаторами; е - то же, с микрометром; ж - по отвесу, скобе и уровню; з - по струне и скобам; и, к, л - по струне и угольнику; м - по нутромеру и уровню: 1 - линейка; 2 - клин; 3 - скоба; 4 - регулировочный болт; 5 – индикатор; 6 – микрометр; 7 – отвес; 8 - уровень; 9 - струна; 10- угольник; 11 - нутромер.

Допускаемое отклонение в расположении валов, муфт тем меньше чем больше их частота вращения.

С увеличения диаметра вала допускаемое смещение увеличивается примерно так как это приведено на рисунке 3.2.

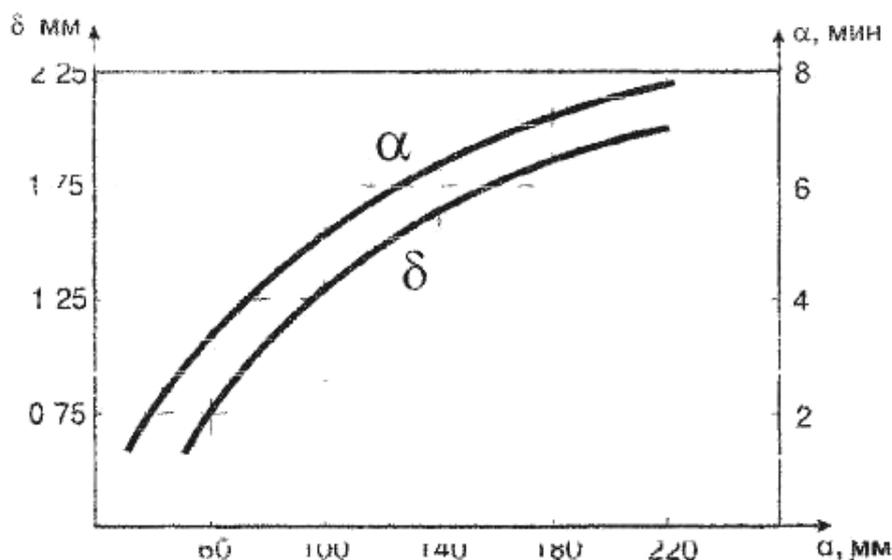


Рисунок 3.2 - Допускаемое смещение осей, валов
 α - угловое смещение, δ - радиальное

Для большинства муфт допускаемые отклонения при их сборке: угловое - $\delta = 20' \dots 40'$ что равносильно перекоосу 0,01...0,02 мм на 100 мм длины, радиальное от 0,02 до 0,06 мм.

При соединении валов цепными муфтами в зависимости от диаметра вала допускается смещение осей валов радиальное 0,15...0,7 мм, угловое до 1° . Муфты с упругой торообразной оболочкой допускают еще большее смещение валов - радиальное до 5 мм. Наибольшее угловое смещение допускают самоустанавливающиеся угловые муфты (карданы) до 45° .

Ошибки из-за недостаточной жесткости скоб

Недостаточная жесткость скоб приводит к значительным ошибкам, особенно при измерении щупом в труднодоступных местах. Щуп должен проходить в измеряемом месте плотно, не вызывая отгибания скоб, без усилия, но и без оставления зазора. Однако если щуп прошел через измеряемый зазор, — это еще не значит, что расстояние измерено точно. Необходимо увеличить набор пластин на 0,02-0,05 мм и попробовать продвинуть щуп (без усилия, деформирующего скобы) через зазор. Только в том случае, когда увеличенный набор пластин не пройдет через зазор, предыдущее измерение можно считать верным.

Рекомендуемые конструкции центровочных скоб

На рисунках 3.3 и 3.4 приведены эскизы рекомендуемых конструкций центровочных скоб. При выборе конструкции необходимо, прежде всего, проверять возможность применения часовых индикаторов (рис. 3.3,а и 3.4,а). Фактическая точность центровки при этом возрастает в 5-10 раз по сравнению с центровкой при измерениях щупом, скорость выполнения

центровки увеличивается, а конструкция инструмента упрощается, нет необходимости в применении двух пар скоб и т.д. Ограничивают применение индикаторов лишь габариты расточки, в которой устанавливаются центровочные скобы: индикаторы могут не поместиться в расточке.

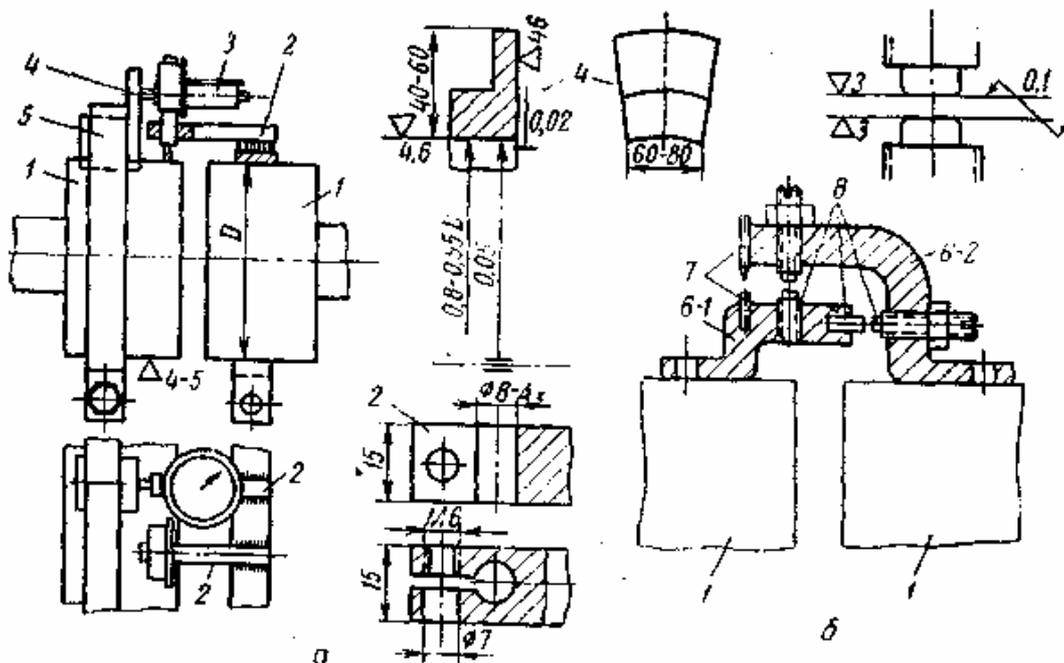


Рисунок 3.3 - Рекомендуемые конструкции центровочных скоб

1 – полумуфты; 2 – скобы для установки индикатора; 3 – индикатор (ГОСТ 577-60); 4 – гребень для измерений по торцу при отсутствии на полумуфте торцовых уступов; 5 – хомут для крепления скоб (при невозможности прикрепления к полумуфтам более простым способом); 6-1 и 6-2 – полускобы для измерения отклонений с помощью пластинчатого щупа; 7 – стрелки для контроля постоянства взаимного положения скоб перед измерением; 8 – мерительные поверхности

Нужно стремиться применить так называемые «длинные» скобы (рисунок 3.4); они дают более точные измерения отклонений по торцу полумуфт, а при применении индикаторов, установленных на хорошо обработанной поверхности вала или полумуфты, позволяют не ограничивать осевое перемещение, упрощают подготовку и проведение центровки.

Если скобы состоят из двух половин, надо выделять поверхности, между которыми ведется измерение щупом, и устанавливать стрелки для проверки взаимного положения скоб.

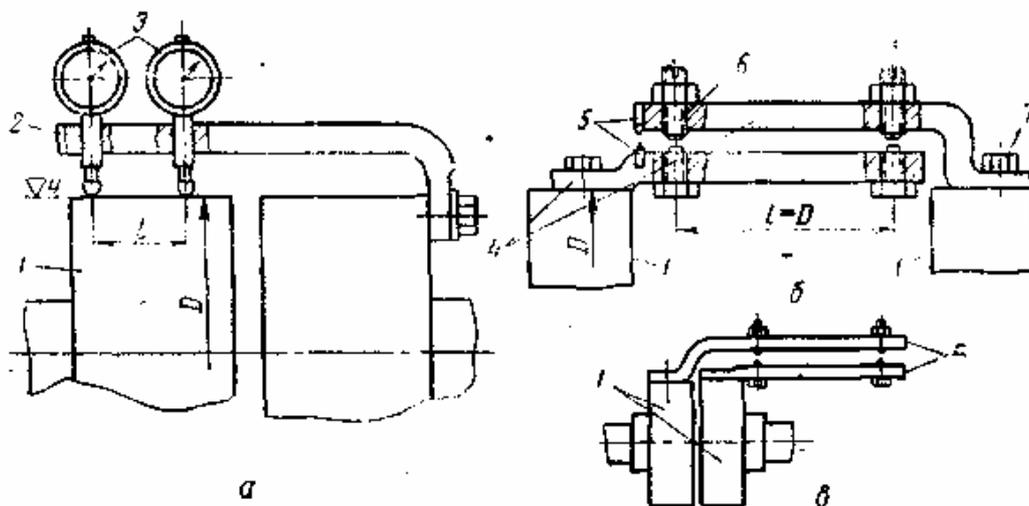


Рисунок 3.4 - Рекомендуемые конструкции «длинных» центровочных скоб
 1 – полумуфты; 2 – скобы для установки индикаторов; 3 – индикаторы; 4 – скобы для измерения щупом; 5 – стрелки; 6 – мерительные поверхности; 7 – болты крепления к полумуфтам (при возможности высверливания и нарезания отверстия М6 – М8)

Фиксация постоянного взаимного положения муфт при центровке

Для предотвращения взаимного смещения полумуфт по окружности центровку ведут, вращая оба ротора всегда в одну сторону. При этом следят за тем, чтобы измерения при центровке производились всегда в одних и тех же точках, обычно в четырех: слева, сверху, справа, снизу, затем возвращаются к первой (для проверки того, что измерения в исходной точке остались без изменения). Направление вращения может быть произвольным, но во время центровки оно должно быть неизменным. При невозможности произвести измерение в одной из четырех точек, обычно в нижней, прибегают к считыванию показания индикатора с помощью зеркала на длинной ручке или используют измерения лишь в трех точках примерно так: слева, сверху, справа. Показания снизу получают, вычитая показания сверху из полусуммы боковых измерений. Рекомендуется боковые измерения ориентировать: например, вместо «справа» записывать — «на завод», «на дымовую трубу» и т. п.

Чтобы избежать ошибок при отставании одного ротора от другого во время вращения, рекомендуется скреплять роторы так, чтобы скрепление не мешало центровке: вставить в пазы полумуфт брусок из твердого дерева либо скрепить полумуфты шпилькой с диаметром, много меньшим диаметра штатного болта (пальца), надев на временную шпильку отрезок резинового шланга.

Ограничение осевого разбега лучше всего выполнить скреплением полумуфт между собой так, чтобы это не мешало центровке. Проще всего

это достигается закладкой трех шайб из листовой резины толщиной от 3 до 10 мм, при использовании для стягивания временной шпильки.

Только при большом расстоянии между полумуфтами, когда скрепление затруднено, следует применять распор.

В некоторых случаях осевое смещение можно ограничить на каждом из роторов в отдельности, применяя закладку временных прокладок или шайб в упорные подшипники либо устанавливая упоры поближе к центрам валов.

Подготовка к центровке

Почти во всех случаях центровки технологического оборудования достаточно применять одну пару (одну штуку) скоб. Две пары применяют лишь при центровке машин, имеющих скорости вращения более 3000 об/мин, если нельзя применить при этом скобы с индикаторами. При использовании двух пар скоб измеряют и записывают разность показаний по радиусу и торцу для двух пар противоположащих скоб.

Скобы, предназначенные для измерения щупом, проверяются на параллельность мерительных поверхностей. Проверка индикатора сводится к оттягиванию измерительного стержня и отпусканью со щелчком, при этом показания индикатора не должны сбиваться.

Скрепление скоб и ограничение осевого разбега должны быть выполнены так, чтобы полумуфты находились на таком же расстоянии друг от друга, как при работе. Подшипники, включая упорный, собраны так, чтобы было невозможно изменение положения вала при центровке. Подшипники слегка смазывают.

Плавно поворачивая оба ротора, ставят их в четыре упомянутых выше положения. При этом полускобы комплекта не должны цепляться друг за друга или задевать за расточку.

Первоначальную установку на скобах производят в одном наиболее удобном положении, обычно верхнем. При применении двух пар скоб обязательно на каждой паре выставить строго одинаковые исходные установки при одном и том же положении скоб; без этого применение двух пар скоб очень неудобно. Первоначальная установка - обычно 0,50 мм, при измерении щупом 1-3 мм на шкале миллиметров (малой) на индикаторе и 0,00 на большой шкале - сотых миллиметра.

Плавно поворачивая оба ротора, убеждаются, что после поворота и возвращения в исходное положение (обычно верхнее) показания индикатора или измерения зазора щупом не дают изменений.

Производят первоначальную запись измерений по четырем точкам (рисунок 3.5). Традиционной является запись измерений смещения по радиусу за пределами окружности и вписывание отклонений по торцу внутри окружности. Под измерениями нарисованы схемы проб, применяемых в данном случае. При скобах, изображенных на рисунок 3.5, записи заносятся в формуляр без вычислений. Только при оценке измерений по торцу

нужно иметь в виду, что эти измерения должны относиться к диаметру полумуфта. Если скобы имеют большой радиус, измерения умножают на отношение, D/d , где d — диаметр по скобе, а D — диаметр полумуфты.

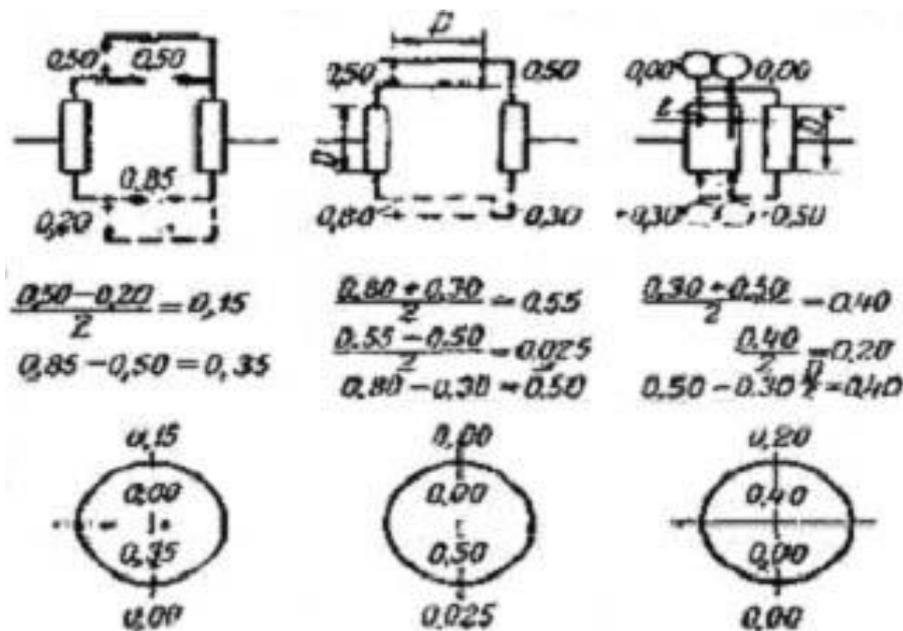


Рисунок 3.5 - Пример записи измерений при центровке

При «длинных» скобах (см. рисунок 3.4) радиальные измерения ведутся по точке /, а торцовые получаются как разность измерений по точкам / и // (рисунок 3.5). При двух парах скоб радиальные и торцовые измерения вычитаются. Всегда из показаний комплекта № 1 вычитают показания по комплекту № 2, так же как из измерений по точке / вычитают измерения по точке //. Разности записывают с их знаками. Если при «длинных» скобах l отличается от D (см. рисунок 3.4, а), результаты измерения умножают на отношение D/d .

Получив первоначальную запись, ее проверяют: сумма радиальных и торцовых измерений по каждому диаметру должна быть равна сумме измерений по перпендикулярному диаметру. Допустимы отклонения в 0,05 и 0,02 мм при измерении щупом и индикатором соответственно. При оценке надо иметь в виду, что при грубой несцентрованности по торцу (большом изломе осей валов) суммы измерений по радиусу могут быть различны, так как при вращении скобы описывают эллипс вместо окружности. При больших отклонениях проверяют крепление скоб. После проверки приступают к проведению центровки.

Задание

Произвести монтаж сборочных единиц на раме, провести центрирование, проверку качества центрирования и фиксацию оборудования.

3 Порядок выполнения задания

1. Ознакомиться с общими сведениями.
2. Установить двигатель и редуктор на раме.
3. Установить полумуфты на выходные концы валов редуктора и двигателя.
4. Проверить по уровню горизонтальность и вертикальность.
5. Зафиксировать один из валов и отметить первое положение второго вала.

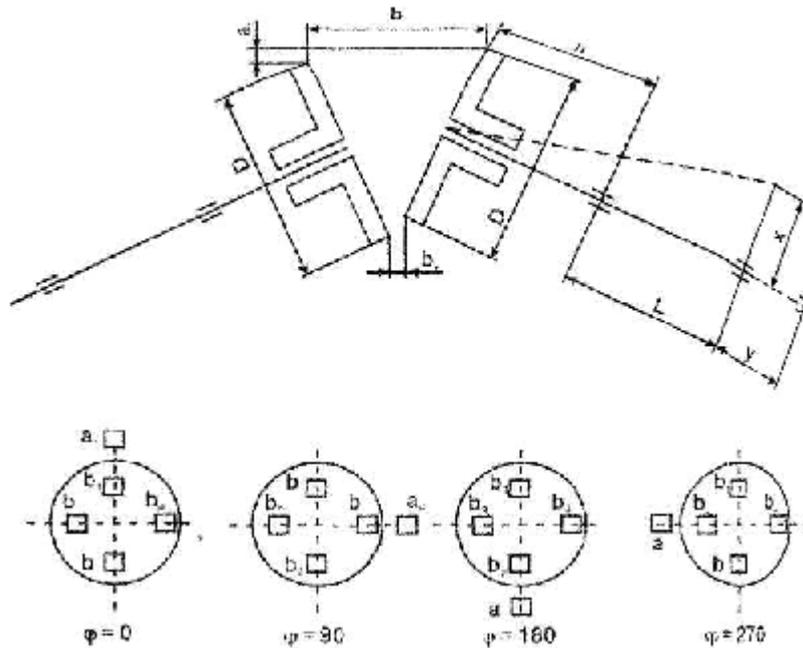


Рисунок 3.6 - Схема центровки валов (муфт) и записи ее результатов

6. Зафиксировав валы от вращения в произвольно выбранном положении (условно назвав его первым, $\varphi = 0^\circ$) измеряют отклонение $a_1, b_1^0, b_2^0, b_3^0, b_4^0$.

7. Поворачивают один вал на угол $\varphi = 90^\circ$ измеряют отклонения $a_4, b_1^{90}, b_2^{90}, b_3^{90}, b_4^{90}$.

8. Поворачивают вал на 180° , измеряют отклонения $a_2, b_1^{180}, b_2^{180}, b_3^{180}, b_4^{180}$.

9. Поворачивают вал на 270° , измеряют отклонения $a_3, b_1^{270}, b_2^{270}, b_3^{270}, b_4^{270}$.

10. Рассчитываются параметры

$$b_1 = \frac{b_1^0 + b_1^{90} + b_1^{180} + b_1^{270}}{4}; \quad b_2 = \frac{b_2^0 + b_2^{90} + b_2^{180} + b_2^{270}}{4}$$

аналогично для b_3, b_4 .

11. Проверяются равенства (оценка правильности проведения замеров):

$$a_1 + a_2 = a_3 + a_4$$

$$b_1 + b_2 = b_3 + b_4$$

В случае невыполнения равенства производят повторное вращение.

12. Находят расцентровку:

по горизонтали $\Delta a_G = \frac{a_3 + a_4}{2}$; $\Delta b_G = \frac{b_3 + b_4}{2}$

по вертикали $\Delta a_B = \frac{a_1 + a_2}{2}$; $\Delta b_B = \frac{b_1 + b_2}{2}$

13. Определяется необходимое смещение вала для устранения расцентровки

по горизонтали $x_G = \frac{2\Delta b_G l}{D}$

по вертикали $x_B = \frac{2\Delta b_B l}{D}$

где l - расстояние между подшипниками вала,

D - диаметр полумуфт (скоб) в месте измерения зазоров

14. Определяется необходимое смещение вдоль оси вала

$$y = x \frac{n}{l}$$

где n - расстояние от торца полумуфты до середины ближайшего подшипника

15. После корректировки положения опор вала вновь повторяют все операции и добиваются допустимых отклонений.

Форма отчета

1. Эскизы рекомендуемых центровочных скоб с соответствующими пояснениями.

2. Описание последовательности центровки по полумуфтам.

3. Ответы на контрольные вопросы.

4 Контрольные вопросы

1. От чего зависит точность центровки?

2. Куда и с помощью чего крепятся центровочные скобы?

3. Чем и как производятся измерения (зазоров и др.)?

4. В какой последовательности проводят подготовку к центровке?

5. В каких точках (положениях) производят измерения при центровке?

6. Приведите и поясните запись измерений по четырем точкам.

4 ПОСТРОЕНИЕ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ МОНТАЖА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Продолжительность 2ч.

1 Цель работы

1. Освоить порядок и правила построения сетевых графиков
2. Разработать и построить сетевой график для монтажа оборудования
3. Произвести расчет и оптимизацию сетевого графика

2 Общие сведения

Для того чтобы составить план работ по осуществлению больших и сложных проектов, состоящего из определенного количества операций, необходимо описать его с помощью математической модели. Таким средством описания проектов (комплексов) является сетевая модель.

Сетевая модель представляет собой план выполнения некоторого комплекса взаимосвязанных работ (операций), заданного в специфической форме сети, графическое изображение которой называется сетевым графиком. Отличительной особенностью сетевой модели является четкое определение всех временных взаимосвязей предстоящих работ.

Главными элементами сетевой модели являются события и работы.

Термин работа используется в сетевом планировании и управлении в широком смысле. Во-первых, это действительная работа – протяженный во времени процесс, требующий затрат ресурсов (например, сборка изделия, испытание прибора и т. п.). Каждая действительная работа должна быть конкретной, четко описанной и иметь ответственного исполнителя.

Во-вторых, это ожидание — протяженный во времени процесс, не требующий затрат труда (например, процесс сушки после покраски, твердение бетона и т.п.).

В-третьих, это зависимость, или фиктивная работа — логическая связь между двумя или несколькими работами (событиями), не требующих затрат труда, материальных ресурсов или времени. Она указывает, что возможность одной работы непосредственно зависит от результатов другой. Естественно, что продолжительность фиктивной работы принимается равной нулю.

Событие – это момент завершения какого-либо процесса, отражающий отдельный этап выполнения проекта. Событие может являться частным результатом отдельной работы или суммарным результатом нескольких работ. Событие может свершиться только тогда, когда закончатся все работы, ему предшествующие. Последующие работы могут начаться только тогда, когда событие свершится.

В учебных целях, при выполнении курсового проекта предпочтительнее использовать вероятностные и смешанные методы оценок. Перечень работ и время для их выполнения привести в виде таблицы 4.1.

По данным таблицы 4.1 и технических требований на монтаж оборудования строится сетевой график монтажа оборудования ПТЛ и производится расчет затрат времени на выполнение работ.

Правила построения сетевых графиков, и пример построения приведены в соответствующих разделах данных методических указаний.

Таблица 4.1 - Перечень работ, необходимых для монтажа ПТЛ

№ п/п	Наименование работы	Продолжительность работы, часов		
		возможная минимальная t_{\min}	возможная максимальная t_{\max}	средняя t
1.	Например: Подготовка приказа о начале работ	1	3	2
2.	Подготовка монтажной площадки	6	10	8
3.	Доставка оборудования с базы и проверка комплектности	12	20	16
4.	и т.д.			

Правила построения сетевых графиков

После того, как составлена таблица 4.1, производят «сшивку графика». После упорядочения сетевого графика рассчитываются параметры событий и ремонт, определяются резервы времени и критический путь. Затем проводятся анализ и оптимизация сетевого графика, который при необходимости вычерчивается заново с пересчетом параметров событий и работ.

Критическим путем называется наиболее длительный вариант выполнения работ от начального до завершающего события.

Событие – это момент завершения какого-либо процесса, отражающий отдельный этап выполнения проекта (на графике изображаются кружками)

При разработке сетевого графика монтажа оборудования необходимо четко подразделить все виды работ на действительные и фиктивные.

Действительная работа – протяженный во времени процесс, требующий затрат ресурсов (например: сборка изделия, испытания прибора и т. п.). Эти работы на сетевом графике изображаются стрелками.

Фиктивная работа – логическая связь между двумя или несколькими работами (событиями), не требующая затрат труда, материальных ресурсов или времени.

При построении сетевого графика необходимо соблюдать ряд правил:

1. в сетевой модели не должно быть «тупиковых» событий, т.е. событий, из которых не выходит ни одна работа, за исключением завершающего события (рисунок 4.1).

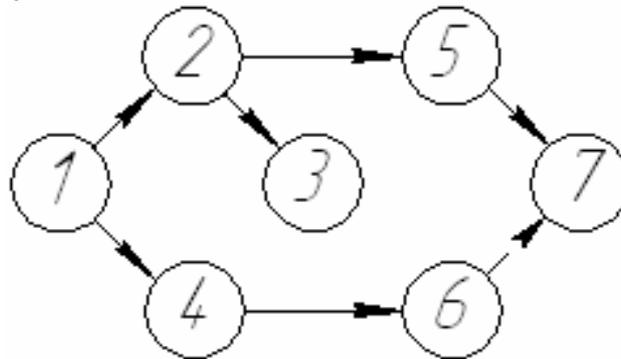


Рисунок 4.1 - Пример «тупикового» события на графике
событие 3 – тупиковое, событие 7 – завершающее

2. В сетевом графике не должно быть «хвостовых» событий (кроме исходного), которым не предшествует хотя бы одна работа (событие 3 на рисунке 4.2)

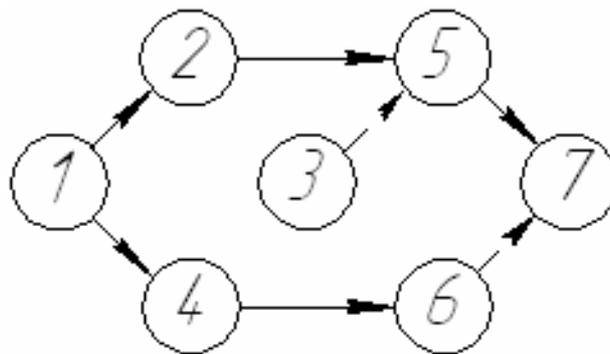


Рисунок 4.2 - Пример «хвостового» события на графике

Событие 3 не может свершиться, т.к. ему не предшествует никакая работа.

3. В сети не должно быть замкнутых контуров и петель, т.е. путей, соединяющих некоторые события с ними же самими (рисунок 4.3).

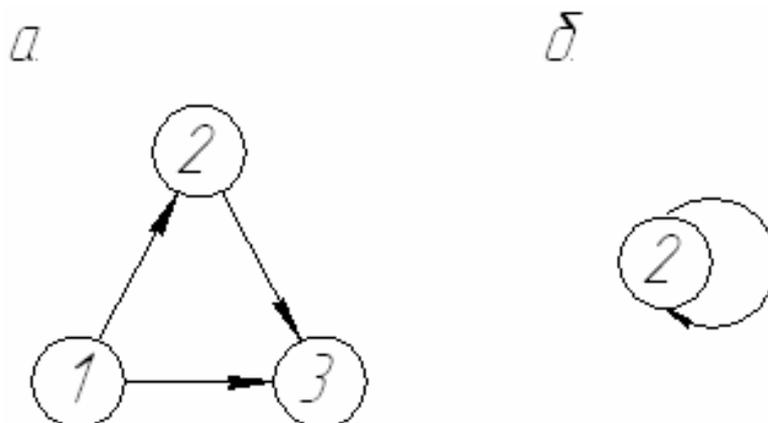


Рисунок 4.3 - Пример замкнутых контуров (а) и петель (б) на сетевом графике.

При возникновении контура необходимо пересмотреть график и состав работ и добиться его устранения (контура).

4. Любые два события должны быть непосредственно связаны не более чем одной работой – стрелкой (рисунок 4.4).

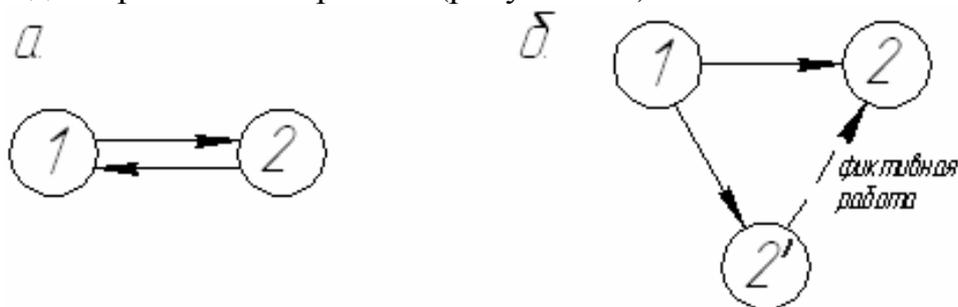


Рисунок 4.4 - Пример неправильного (а) и правильного (б) построения сетевого графика

В этом случае, во избежание путаницы с номерами работ, вводится фиктивная работа и событие 2'. При этом одна из параллельных работ (1, 2') замыкается на это фиктивное событие. Фиктивные работы изображаются на графике пунктирными линиями.

5. В сети рекомендуется иметь одно исходное и одно завершающее событие. Если это не так (рисунок 4.5,а), то добиться желаемого можно путем введения фиктивных событий и работ (рисунок 4.5,б).

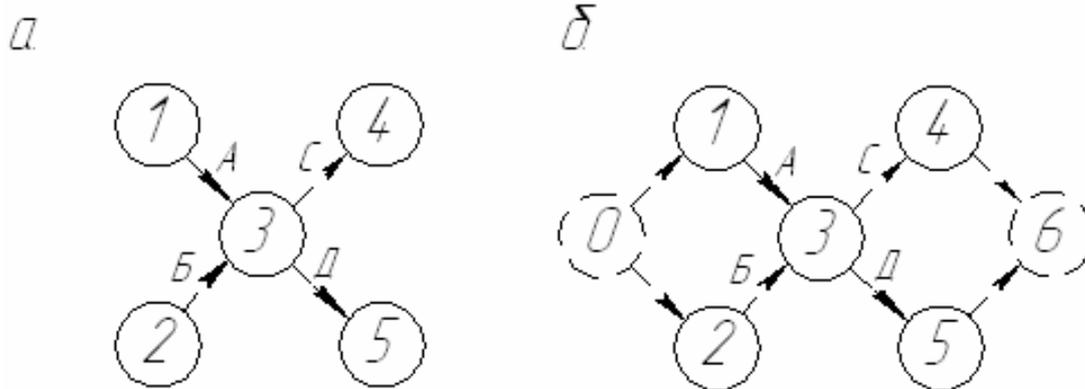


Рисунок 4.5 - Пример ввода в сеть фиктивных событий и работ
 а – график до ввода; б – график после ввода.

6. Фиктивные работы и события вводятся и в ряде других случаев. Один из них – отражение зависимости событий, не связанных с реальными работами. Например, работы А и Б (рисунок 4.6,а) могут выполняться независимо друг от друга, но по условиям производства работа Б не может начаться раньше, чем окончится работа А. Это требует введения фиктивной работы С.

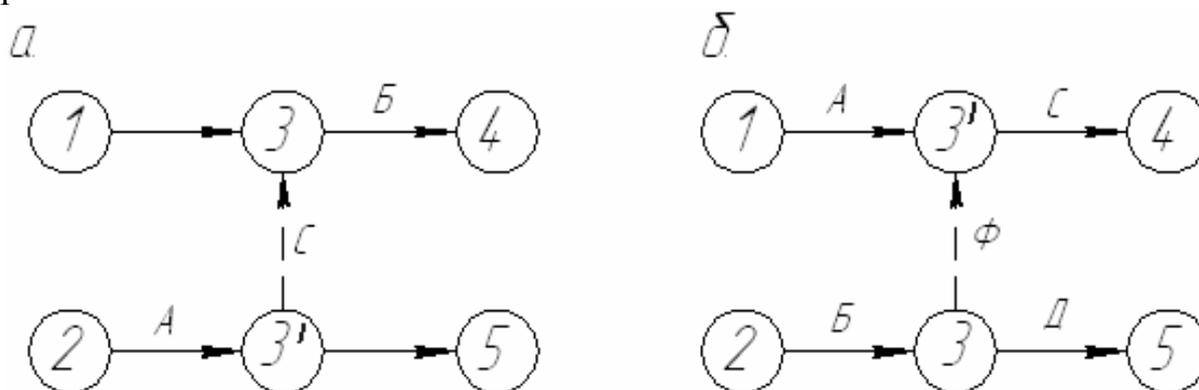


Рисунок 4.6 - Пример ввода фиктивных работ и событий
 а – при отражении зависимости событий, не связанных с реальными работами;
 б – при неполной зависимости работ.

Пример построения сетевого графика. Рассмотрим это на примере монтажа технологического оборудования отделений обвалки, жиловки, фаршеприготовления и термического в производственном корпусе комплекса по производству колбасных изделий.

Для построения графика (рисунок 4.7) следует заполнить таблицу 4.2, в которую записать с достаточной степенью детализации все работы по монтажу оборудования, присвоить им соответствующие номера и указать продолжительность выполнения каждой из них.

Таблица 4.2 – Перечень работ, необходимых для монтажа оборудования

№ события	Наименование работы	Продолжительность работы, часов		
		возможная минимальная t_{min}	возможная максимальная t_{max}	средняя t
1	Подготовка приказа о начале работ	1	3	2
2	Подготовка монтажной площадки	6	10	8
3	Доставка оборудования с базы и проверка комплектности	14	18	16
4	Монтаж пути электротали	5	11	8
5	Монтаж шприца вакуумного	1,5	2,5	2
6	Установка стола для вязки колбас	-	-	0,5
7	Монтаж подъемника	1	3	2
8	Монтаж термодымовой камеры (1)	6	10	8
9	Монтаж термодымовой камеры (2)	6	10	8
10	Монтаж куттера	3	5	4
11	Монтаж волчка	2	4	3
12	Монтаж шпигорезки	2	3	2,5
13	Монтаж фаршемешалки	1	3	2
14	Монтаж стола для обвалки и жиловки мяса	-	-	0,5
15	Подвод и подключение электроэнергии к оборудованию термического отделения	3	5	4
16	Подвод и подключение электроэнергии к оборудованию отделения фаршеприготовления	5	7	6
17	Пробный пуск	-	-	0,5
18	Регулировка	1	3	2
19	Режим обкатки на холостом ходу	-	-	3
20	Замена масла	1	3	2
21	Запуск оборудования под нагрузкой до достижения проектной мощности	-	-	6
22	Сдача линии заказчику	1	3	2

Определим затраты времени по каждому из путей и найдем критический путь из них:

1. Первый путь L_1 проходит через события: 0, 1, 3, 8, 9, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время на этом пути составит

$$t(L_1) = 2 + 16 + 8 + 8 + 4 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 53 \text{ ч.}$$

2. Второй путь L_2 пролегает через события: 0, 1, 2, 8, 9, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ на этом пути равно

$$t(L_2) = 2 + 8 + 8 + 4 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 37 \text{ ч.}$$

3. Третий путь проходит через события: 0, 1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ составит

$$t(L_3) = 2 + 16 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 2,5 + 2 + 0,5 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 54 \text{ ч.}$$

4. Четвертый путь L_4 отмечен событиями: 0, 1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ на этом пути равно

$$t(L_4) = 2 + 16 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 0,5 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 49,5 \text{ ч.}$$

5. Пятый путь L_5 проходит через события: 0, 1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время на этом пути составит

$$t(L_5) = 2 + 16 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 49 \text{ ч.}$$

6. Шестой путь L_6 пролегает через события: 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ составит

$$t(L_6) = 2 + 8 + 8 + 2 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 2,5 + 2 + 0,5 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 56 \text{ ч.}$$

7. Седьмой путь L_7 проходит через события: 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ составит

$$t(L_7) = 2 + 8 + 8 + 2 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 0,5 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 51,5 \text{ ч.}$$

8. Восьмой путь L_8 отмечен через события: 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ составит

$$t(L_8) = 2 + 8 + 8 + 2 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 51 \text{ ч.}$$

Из всех рассмотренных путей критическим будет шестой:

$$t_{кр} = t(L_6) = 56 \text{ ч.}$$

Найдем резерв времени для всех событий. Поскольку события, лежащие на критическом пути, не имеют резерва времени, для примера возьмем событие 9.

Ранний срок свершения события составит

$$t_p(9) = 2 + 16 + 8 + 8 = 34 \text{ ч.}$$

Поздний срок свершения событий будет равен

$$t_n(9) = 56 - (2 + 6 + 2 + 3 + 2 + 4) = 37 \text{ ч.}$$

Резерв времени для события 9 определится разностью

$$R(9) = 37 - 34 = 3 \text{ ч.}$$

Это означает, что свершение события 9 может быть отсрочено на 3 часа без нарушения всего цикла работ.

Аналогичным образом можно определить все имеющиеся резервы, а данные занести в таблицу (при выполнении курсового проекта требуется рассчитать все резервы времени).

Анализ сетевого графика и выявление критических (и подкритических) путей и резервов времени на менее напряженных путях позволяют распределить ресурсы, сосредоточить рабочую силу и средства на отстающих участках.

Исходя из данных табл.1, для оборудования ПТЛ студентом разрабатывается сетевой график.

Задание

На основании перечня оборудования и плана помещения, разработать перечень монтажных работ для оборудования и построить сетевой график монтажа.

3 Порядок выполнения задания

1. Ознакомиться с общими сведениями и правилами построения сетевых графиков
2. Для выданного перечня оборудования (по заданию преподавателя), составить ведомость оборудования с указанием массы, габаритных размеров способа крепления к фундаменту
3. Составить план помещения, где будет смонтировано оборудование
4. Разработать перечень монтажных работ
5. Разработать сетевой график монтажа оборудования
6. Откорректировать сетевой график и устранить обнаруженные ошибки
7. Произвести расчет резервов времени

Форма отчета

1. Ведомость оборудования с техническими характеристиками
2. Перечень монтажных работ в форме таблицы 2
3. Сетевой график монтажных работ
4. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. В какой последовательности разрабатывается сетевой график, какие исходные данные требуются?
2. Что такое «критический путь», «событие», «действительная» и «фиктивная работа»?
3. Как определить количество резервов времени?
4. Как сократить сроки поведения монтажных работ?

5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТИПОВЫХ ВИДОВ ОБОРУДОВАНИЯ (СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ)

Продолжительность 2ч.

1 Цель работы

1. Изучить данные технических паспортов по разделу технического обслуживания на машины хлебопекарного производства
2. Научиться составлять технологические карты технического обслуживания и ремонта

2 Общие сведения

Для составления технологических карт необходимы данные о машинах и аппаратах, которые включают в себя: ремонтно-обслуживающие воздействия, период проведения ремонтно-обслуживающих воздействий, возможные неисправности и методы их устранения.

Виды технического обслуживания, периодичность их проведения устанавливает изготовитель машин и оборудования; он же определяет метод проведения технического обслуживания без остановки или с остановкой производства продукции

Для большинства оборудования установлены межремонтное обслуживание, профилактические осмотры, текущий, средний и капитальный ремонты.

Межремонтное обслуживание заключается в повседневном наблюдении за выполнением технической эксплуатации, а также своевременном устранении мелких неисправностей и регулировании механизмов. Выполняется во время перерывов в работе без нарушения режимов производства.

Профилактический осмотр (О) проводится через определенные промежутки времени, установленные для каждой машины (агрегата, линии).

Основные работы при проведении осмотра:

- проверка технического состояния изнашивающихся узлов и деталей при минимальном объеме разборочно-сборочных работ,
- замена деталей, которые не могут проработать до очередного планового ремонта,
- ремонт систем смазки, охлаждения, подогревания;
- проверка состояния привода, крепежных деталей, зубчатых, цепных и других видов передач, подшипников, сальниковых уплотнений, предохранительных и защитных устройств;
- проверка качества межремонтного обслуживания;
- уточнение объема и срока проведения очередного планового ремонта.

Осмотры проводят по установленному графику без нарушения процесса производства (в технологические перерывы, между сменами и в нерабочее время)

Текущий ремонт – это минимальный по объему вид ремонта, обеспечивающий нормальную эксплуатацию машин (агрегата, линии) до очередного планового ремонта. Заключается в устранении неисправностей путем замены или восстановления отдельных составных частей (быстроизнашивающихся деталей), а также в выполнении регулировочных работ. Текущий ремонт (Т) производится на месте установки оборудования.

Основные работы по текущему ремонту:

- частичная разборка машины, поддетальная разборка наиболее изношенных и загрязненных узлов, промывка и чистка их, осмотр и чистка остальных узлов;
- проверка зазоров между валами и втулками, замена изношенных втулок, регулирование или замена изношенных подшипников, замена износившихся зубчатых колес, зачистка задиров и забоин на трущихся поверхностях;
- замена изношенных деталей, не способных выдержать нагрузку до следующего планового ремонта;
- ремонт и промывка системы смазки, охлаждения, замена старой смазки и др.

Средний ремонт заключается в восстановлении эксплуатационных характеристик машин (агрегатов, линий) путем ремонта или замены изношенных или поврежденных деталей и узлов, а также в проверке технического состояния остальных составных частей с целью устранения обнаруженных неисправностей. При среднем ремонте допускается проводить капитальный ремонт.

Основные работы при среднем ремонте (С):

- проверка механизмов машин (агрегата, линии) с частичной их разборкой, ремонт отдельных узлов с заменой деталей, износ которых превышает допустимый по технологическим условиям или нормам;
- проверка и замена изношенных тросов, цепей, ремней и др., чистка подшипников, плановая замена шариковых, роликовых подшипников и подшипников скольжения, проверка и промывка редукторов;
- зачистка поврежденных поверхностей, удаление забоин и заусенцев, проверка и замена изношенных прокладок, уплотнений, крепежных деталей;
- исправление или замена износившейся арматуры; покраска при необходимости отдельных частей машины, сборка машины (агрегата), проверка крепления узлов и механизмов, регулировка и испытания на холостом ходу и под производственной нагрузкой.

Капитальный ремонт включает в себя полную разборку и дефектацию машины (агрегата), замену и ремонт износившихся узлов и деталей, в том числе и базовых.

Основные работы при капитальном ремонте (К) – полная поддетальная разборка всех узлов машины (агрегата), замена износившихся узлов и деталей или восстановление их с доведением до размеров, установленных техническими условиями; тщательная выверка, центровка и балансировка узлов и деталей оборудования;

- выверка станины или рамы машины с одновременным ремонтом, при необходимости фундаментов, оснований и опорных конструкций;
- проверка, чистка и ремонт воздухопроводов, трубопроводов с установленной запорно-регулирующей арматурой;
- отладка, регулирование или замена приборов автоматического контроля и управления;
- ремонт защитных устройств, изоляции и обмуровки согласно техническим требованиям для нового оборудования;
- окраска отдельных частей, а при необходимости всей машины;
- комплексная проверка, регулирование и испытание вхолостую и под нагрузкой.

Таблица 5.1 - Пример заполнения карты проведения работ по ТО и ремонту

Вид РОВ	Объект	Периодичность	Трудоемкость	Инструменты, приборы	Исполнитель	Наименование, содержание и последовательность работ
ТО-1	Мясорубка МП-200	Не реже, чем через 60 м.-ч.	4ч.-ч.	Стетоскоп, набор щупов, шприц	Слесарь-наладчик	Визуальная диагностика с целью выявления посторонних шумов, контроль температуры, давления, качества продукции, производительности. Проверка исправности сигнального оборудования, датчиков. Смазка через масленки подшипниковых узлов. На ощупь проверить степень перегрева редуктора, электродвигателя. Очистить и промыть решетку от остатков фарша, заточить режущие кромки инструмента при необходимости. Проверить наружные крепления, натяг ремней. Другие специфичные для пищевого производства приемы.
ТО-2	и т. д.					
ТР						
КР						

Задание

Составить технологическую карту технического обслуживания и ремонта технологического оборудования (по указанию преподавателя).

3 Порядок выполнения задания

1. Получить бланк технологической карты у преподавателя и наименование машины.
2. Изучить соответствующие данные технического паспорта на данную марку машины.
3. Изучить виды и перечень работ при ТО и ремонте (см. «Общие сведения»).
4. Назначить виды и периодичность проведения ТО и ремонтов
5. Заполнить технологическую карту по образцу (таблица 1)
6. Ответить на контрольные вопросы

Форма отчета

1. Виды и периодичность проведения ТО и ремонтов для данного вида оборудования
2. Заполненная технологическая карта ТО и ремонтов
3. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. В чем заключается межремонтное обслуживание оборудования?
2. Перечислите основные работы при проведении осмотра.
3. Когда следует проводить профилактические осмотры?
4. Как определяется трудоемкость проведения данного вида работ?
5. От чего зависит выбор необходимых инструментов и приборов для проведения данного вида работ?

6 ОБРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ МАШИН

Продолжительность 8ч.

1 Цель работы

1. Изучить методику обработки статистической информации о надежности машин;
2. Научиться анализировать полученные результаты расчетов и делать выводы

2 Общие сведения

Система сбора и обработки информации о надежности серийно выпускаемых новых и отремонтированных изделий машиностроения представляет собой совокупность организационно-технических мероприятий по получению необходимых и достоверных сведений о надежности объектов.

Сбор и обработку информации о надежности объектов выполняют с целью усовершенствования конструкции, технологии изготовления, сборки и испытаний объектов, обеспечивающих повышение надежности; разработки мероприятий по совершенствованию диагностирования, технического обслуживания и текущих ремонтов; повышения качества капитальных ремонтов и снижения затрат на их проведение; оптимизации норм расхода запасных частей.

Основные задачи системы сбора и обработки информации:

- определение показателей надежности объектов;
- выявление конструктивных и технологических недостатков объектов, приводящих к снижению их надежности;
- выявление деталей и сборочных единиц, лимитирующих надежность машины в целом;
- изучение закономерностей возникновения неисправностей и отказов;
- установление влияния условий и режимов эксплуатации на надежность объекта;
- корректировка нормируемых показателей надежности;
- определение эффективности мероприятий по повышению надежности объектов.

В ходе разработки конструкции информация о надежности объектов поступает из лабораторий, проводящих стендовые испытания опытных образцов, а также с заводов, полигонов, машиноиспытательных станций, хозяйств, где машины проходят опытную эксплуатацию.

Важным источником информации о надежности в гарантийный период эксплуатации объекта служат рекламации от потребителей техники.

Основной источник информации о надежности объекта — подконтрольная эксплуатация, в ходе которой фиксируют данные об отказах. Полученную информацию направляют на завод-изготовитель или ремонтный завод в виде донесений об отказе изделия. Донесение содержит информацию об изделии, условиях его эксплуатации, характере и причинах отказа, трудоемкости восстановления.

На основе донесений составляют сводные перечни видов отказов изделий, оценки показателей надежности, сводную ведомость расхода запасных частей и другие документы.

Информация о надежности объекта должна быть достоверной (истинной, правильной, отражающей объективные факторы без домыслов и

догадок), полной (исчерпывающей, содержащей все существенные сведения, которые учитывают во время принятия решений), однородной (относящейся к одинаковым объектам, эксплуатирующимся примерно в одинаковых условиях), дискретной (разделена по отдельным признакам), своейвременной (могла использоваться для изменения конструкций, корректировки технологического процесса изготовления, ремонта машины и технического обслуживания).

Сбор, обработка и анализ информации о надежности объектов связаны с необходимостью исследования случайных событий и величин. Все показатели надежности сельскохозяйственной техники относят к категории случайных величин, которые рассчитывают методами теории вероятностей и математической статистики.

Статистическую оценку показателей надежности дают совокупности объектов, объединенных единым признаком или свойством. Например, детали можно группировать в совокупности по различным признакам: размерам, отклонениям формы, износам; машины – по долговечности и т.д. Различают статистическую, генеральную и выборочную совокупности.

Статистическая совокупность – это совокупность, состоящая из однородных объектов, обладающих качественной общностью.

Генеральная совокупность – это совокупность объектов, подлежащих исследованию. Однако исследовать все объекты генеральной совокупности обычно не представляется возможным. Поэтому для исследования из генеральной совокупности выбирают определенное число объектов, которое называют выборочной совокупностью или выборкой.

Выборочная совокупность (выборка) – определенное число объектов, отработанных из генеральной совокупности для получения объективных сведений о генеральной совокупности.

Выборка должна быть подобна генеральной совокупности, чтобы на основании ее можно было достаточно уверенно судить об интересующем признаке генеральной совокупности. Выборка должна быть представительной, каждый объект – отобран случайно и все объекты – иметь одинаковую вероятность попасть в выборку.

Для объективной оценки генеральной совокупности очень важен объем выборки, т.е. число объектов наблюдений, составляющих выборку.

В случае же изучения менее однородного материала метод получения выборки и ее объем приобретают решающее значение.

Так, при испытаниях машин объем выборки оценивают числом одновременно испытываемых машин с учетом полученных от каждой из них точек информации. Малый объем выборки в этом случае может привести к значительным ошибкам и сделать полученные результаты непригодными для практического использования. Слишком большое число одновременно испытываемых машин, хотя и приведет к более высокой точности расчетов, но будет неприемлемым из-за экономических соображений ввиду вы-

сокой стоимости испытаний каждой машины. Поэтому в данном случае необходимо искать оптимальное решение, при котором объем выборки, обеспечивая достаточную точность конечных результатов, не будет слишком большим, а сами испытания – слишком дорогими.

Если во время испытаний у каждого объекта выборочной совокупности будет зафиксирован интересующий исследователя показатель надежности, то полученную таким образом информацию называют полной. Если же испытания ограничивают по времени или наработке объектов и за это время или наработку не у всех объектов выборочной совокупности зафиксирован показатель надежности, то такую информацию называют усеченной. При этом возможны также случаи преждевременного снятия с испытаний объектов, у которых не зафиксирован показатель надежности и время или наработка которых не достигли заранее оговоренных условиями испытаний значений. Досрочное снятие машин с испытаний возможно при хозяйственной необходимости, авариях, пожарах и других непредвиденных обстоятельствах. Полученную по такой методике испытаний информацию называют многократно усеченной, а преждевременно снятые с испытаний машины — приостановленными.

3 Задание

1. Составить статистический ряд
2. Определить среднее значение и среднее квадратическое отклонение показателя надежности
3. Проверить информацию на выпадающие точки
4. Построить гистограмму накопленных опытных вероятностей, полигон распределения, кривую накопленных опытных вероятностей
5. Выбрать теоретический закон распределения
6. Рассчитать значения дифференциальной и интегральной функций
7. Произвести оценку совпадений опытного и теоретического распределений
8. Определить доверительные границы рассеивания показателей надежности
9. Определить абсолютную и относительную ошибки характеристик показателя надежности

Порядок выполнения задания

Информацию обрабатывают в следующем порядке.

- 1 Составление сводной таблицы информации в порядке возрастания показателя надёжности (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Сводная информация о доремонтных ресурсах, мото-ч.

Номер двигателя	Доремонтный ресурс	Номер двигателя	Доремонтный ресурс	Номер двигателя	Доремонтный ресурс
1	1500	24	3700	48	4490
2	1870	25	3790	49	4490
3	2010	26	3810	50	4570
4	2010	27	3900	51	4600
5	2720	28	3920	52	4710
6	2900	29	3940	53	4730
7	3020	30	3970	54	4820
8	3060	31	4000	55	4850
9	3060	32	4000	56	4910
10	3180	33	4100	57	4930
11	3200	34	4130	58	4990
12	3210	35	4130	59	4990
13	3210	36	4180	60	5100
14	3260	37	4210	61	5210
15	3300	38	4230	62	5350
16	3300	39	4260	63	5400
17	3300	40	4300	64	5670
18	3420	41	4300	65	5790
19	3460	42	4350	66	5840
20	3480	43	4370	67	5900
21	3580	44	4380	68	5950
22	3610	45	4420	69	5970
23	3620	46	4470	70	7800
		47	4470		

2 Составление статистического ряда исходной информации для упрочнения дальнейших расчётов в том случае, когда повторность информации $N > 25$. При $N < 25$ статистический ряд не составляют.

В нашем примере повторность информации $N = 70 > 25$, следовательно, целесообразно составить статистический ряд. При этом информацию разбивают на n равных интервалов. Каждый последующий интервал должен примыкать к предыдущему без разрывов. Обычно число интервалов принимают 6...10. При увеличении их числа повышается точность расчетов, но одновременно возрастает их трудоемкость. Число интервалов статистического ряда

$$n = \sqrt{N} \pm 1 \quad (6.1)$$

Полученный результат округляют до ближайшего целого числа. В данном примере $n = \sqrt{70} \pm 1$. Принимаем $n = 9$.

Длина интервала:

$$A = \frac{(t_{\max} - t_{\min})}{n}, \quad (6.2)$$

где t_{\max} и t_{\min} – наибольшее и наименьшее значения показателя надёжности в сводной таблице информации.

В данном примере

$$A = \frac{(7800 - 1500)}{9} = 700 \text{ мото-ч}.$$

За начало первого интервала рекомендуют принимать значение показателя надёжности. В данном примере начало первого интервала $t_{н1} = 1500 \text{ мото-ч}$.

Статистический ряд представлен в следующем виде:

Интервал, тыс. мото-ч	1,5... 2,2	2,2... 2,9	2,9... 3,6	3,6... 4,3	4,3... 5,0	5,0... 5,7	5,7... 6,4	6,4... 7,1	7,1... 7,8
Опытная частота m_i	4	1,5	15,5	19	19	5	5	0	1
Опытная вероятность p_i	0,06	0,02	0,22	0,27	0,27	0,07	0,07	0,00	0,02
Накопленная опытная ве- роятность $\sum_{i=1}^n p_i$	0,06	0,08	0,30	0,57	0,84	0,91	0,98	0,98	1,00

В первой строке указывают границы интервалов в единицах показателей надёжности; во второй строке – число случаев (опытную частоту m_i), попадающих в каждый интервал. Если точка информации попадает на границу интервалов, то в предыдущий и последующий интервалы вносят по 0,5 точки; в третьей строке – опытную вероятность p_i ; в четвёртой строке – накопленную опытную вероятность $\sum_{i=1}^n p_i$.

Опытная вероятность

$$p_i = \frac{m_i}{N}, \quad (6.3)$$

где m_i – опытная частота в i -м интервале статистического ряда.

Например, опытная вероятность в первом интервале

$$p_1 = \frac{4}{70} = 0,06.$$

Накопленную опытную вероятность определяют суммированием опытных вероятностей интервалов статистического ряда. Например, накопленная опытная вероятность во втором интервале $\sum p_i = 0,06 + 0,02 = 0,08$.

3 Определение среднего значения показателя надёжности и среднего квадратического отклонения. Среднее значение – важная характеристика показателя надёжности. По среднему значению планируют работу машин, составляют потребность в запасных частях, определяют объёмы ремонтных работ и т.д.

При отсутствии статистического ряда, когда $N < 25$, среднее значение показателя надёжности

$$\bar{t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i, \quad (6.4)$$

где t_i – значение i -го показателя надёжности.

При наличии статистического ряда среднее значение показателя надёжности

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^n t_{ci} p_i \quad (6.5)$$

где n – число интервалов в статистическом ряду; t_{ci} – значение середины i -го интервала; p_i – опытная вероятность i -го интервала.

В данном примере

$$\begin{aligned} \bar{t} &= 1,85 \cdot 0,06 + 2,55 \cdot 0,02 + 3,25 \cdot 0,22 + 3,95 \cdot 0,27 + \\ &+ 4,65 \cdot 0,27 + 5,35 \cdot 0,07 + 6,05 \cdot 0,07 + 6,75 \cdot 0,00 + \\ &+ 7,45 \cdot 0,02 = 4,15 \text{ тыс. мото - ч.} \end{aligned}$$

Характеристика рассеивания показателя надёжности – дисперсия или среднее квадратическое отклонение, которое определяют при отсутствии ($N < 25$) статистического ряда по уравнению

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(t_i - \bar{t})^2}{N}}. \quad (6.6)$$

При наличии статистического ряда ($N > 25$)

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n (t_{ci} - \bar{t})^2 p_i}. \quad (6.7)$$

В данном примере

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{(1,85 - 4,15)^2 0,06 + (2,55 - 4,15)^2 0,02 + (3,25 - 4,15)^2 0,22 + \\ &\sqrt{+ (3,95 - 4,15)^2 0,27 + (4,65 - 4,15)^2 0,27 + (5,35 - 4,15)^2 0,07 +} \\ &\sqrt{+ (6,05 - 4,15)^2 0,07 + (6,75 - 4,15)^2 0,00 + (7,45 - 4,15)^2 0,02} = \\ &= 1,15 \text{ тыс. мото - ч.} \end{aligned}$$

4 Проверка информации на выпадающие точки. Информация по показателям надёжности, полученная в процессе испытаний или наблюдений в условиях рядовой эксплуатации, может содержать ошибочные точки, не соответствующие закону распределения случайной величины. Поэтому во время математической обработки информацию проверяют на выпадающие точки.

Грубую проверку информации на выпадающие точки проводят по правилу $\bar{t} \pm 3s$ следующим образом. От полученного расчётным путём среднего значения показателя надёжности \bar{t} последовательно вычитают и

прибавляют $3s$. Если крайние точки информации не выходят за пределы $\bar{t} \pm 3s$, то все точки информации считают действительными.

Так в данном примере границы достоверности информации будут равны:

$$\text{нижняя } 4150 - 3 \cdot 1150_{\text{мото-ч}} = 700_{\text{мото-ч}};$$

$$\text{верхняя } 4150 + 3 \cdot 1150_{\text{мото-ч}} = 7600_{\text{мото-ч}}.$$

Наименьший доремонтный ресурс двигателя $t_{\text{оп1}} = 1500_{\text{мото-ч}}$. Следовательно, эта точка информации действительна и должна быть учтена при дальнейших расчётах. Наибольший ресурс двигателя $t_{\text{оп70}} = 7800_{\text{мото-ч}}$. Эта точка информации выходит за верхнюю границу достоверности. Поэтому она должна быть признана недействительной (выпадающей) и не учитывается в дальнейших расчётах.

Более точную информацию на выпадающие точки проверяют по критерию Ирвина I , теоретическое значение I_T которого приведено в приложении (таблица Б.1).

Фактическое значение критерия

$$I_{\text{он}} = \frac{(t_i - t_{i-1})}{s}, \quad (6.8)$$

где t_i и t_{i-1} – смежные точки информации.

При $I_{\text{он}} \leq I_T$ точку считают достоверной; при $I_{\text{он}} > I_T$ точку признают выпадающей и исключают из дальнейших расчётов.

В тех случаях, когда после проверки исключают выпадающие точки информации, необходимо заново перестроить статистический ряд и пересчитать среднее значение и среднее квадратическое отклонение показателя надёжности.

Проверим крайние точки информации о доремонтных ресурсах двигателя.

Наименьшая точка информации

$$I_{\text{он1}} = \frac{(1870 - 1500)}{1150} = 0,32.$$

Наибольшая точка информации

$$I_{\text{он70}} = \frac{(7800 - 5970)}{1150} = 1,59.$$

По приложению 1 находим, что при повторности информации $N = 70$ и доверительной вероятности $b = 0,95$ $I_T = 1,05$.

Первую точку информации следует признать достоверной, т.к. $I_{\text{он1}} = 0,32 < I_T = 1,05$, последнюю точку – выпадающей, т.к. $I_{\text{он70}} = 1,59 > I_T = 1,05$.

Учитывая, что последняя точка информации выпала, в данном примере после соответствующих пересчётов будем иметь $N = 69$, $\bar{t}_{\text{оп}} = 4084_{\text{мото-ч}}$, $s = 988_{\text{мото-ч}}$. Окончательно после исключения выпадающей точки статистический ряд примет следующий вид:

Интервал, тыс.мото-ч	1,5... 2,2	2,2... 2,9	2,9... 3,6	3,6... 4,3	4,3... 5,0	5,0... 5,7	5,7... 6,4
m_i	4	1,5	15,5	19	19	5	5
p_i	0,06	0,02	0,22	0,28	0,28	0,07	0,07
$\sum_{i=1}^n p_i$	0,06	0,08	0,30	0,58	0,86	0,93	1,00

5 Выполнение графического изображения опытного распределения показателя надёжности. По данным статистического ряда могут быть построены гистограмма, полигон и кривая накопленных опытных вероятностей, которые дают наглядное представление об опытном распределении показателя надёжности и позволяет решать ряд инженерных задач графическими способами.

Для построения гистограммы (рисунок 6.1) по оси абсцисс откладывают в определённом масштабе показатель надёжности t , а по оси ординат – опытную частоту m_i или опытную вероятность p_i .

При построении полигона распределения (рисунок 6.2) по осям абсцисс и ординат откладывают те же значения, что и при построении гистограммы.

Точки полигона распределения образуются пересечением ординаты, равной опытной вероятности интервала, и абсциссы, равной середине этого интервала. Начальную и конечную точки полигона распределения приравнивают к абсциссам начала первого и конца последнего интервалов статистического ряда.

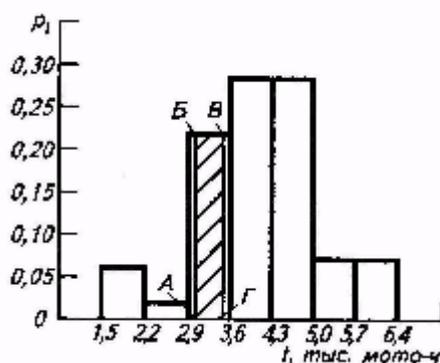


Рисунок 6.1 - Гистограмма накопленных опытных вероятностей

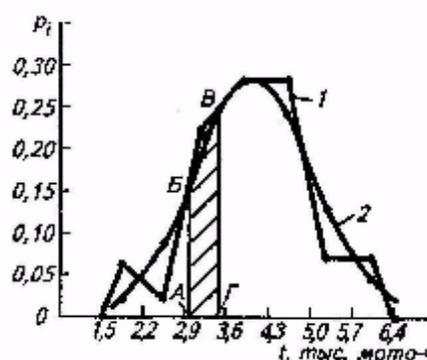


Рисунок 6.2 - Полигон распределения ресурсов двигателя(1) и график дифференциальной функции (2)

С помощью гистограммы и полигона распределения можно определить, например, число двигателей, которые достигнут предельного состояния и потребуют ремонта в заданном интервале наработки. Для этого надо

определить площадь полигона или гистограммы АБВГ (см. рисунок 6.1 и 6.2), ограниченную заданным интервалом, например 3,0...3,5тыс мото-ч, и отнести её к суммарной площади под ступенчатым графиком гистограммы или под ломаной линией полигона. Полученное значение укажет на число отказавших двигателей в долях единицы. Для получения числа физических двигателей необходимо это значение умножить на число точек информации.

Для построения кривой накопленных опытных вероятностей (рисунок 6.3) по оси абсцисс откладывают в масштабе значение показателя надёжности t , а по оси ординат – накопленную опытную вероятность $\sum_{i=1}^n p_i$. Точки кривой накопленных опытных вероятностей образуются пересечением ординаты, равной сумме вероятностей $\sum_{i=1}^n p_i$, и абсциссы конца данного интервала. Полученные точки соединяют прямыми. Первую точку соединяют с началом первого интервала.

Кривая накопленных опытных вероятностей более удобна для решения практических задач по сравнению с гистограммой и полигоном распределения, т.к. в этом случае нет необходимости определять площади, а все искомые показатели находят по оси ординат.

Например, для определения числа двигателей, требующих ремонта при наработке до 3,5 тыс. мото-ч, необходимо на оси абсцисс найти точку 3,5 и по оси ординат определить накопленную опытную вероятность $\sum p_i = 0,26$.

Физическое число $N = 0,26 \cdot 69 = 18$ двигателей.

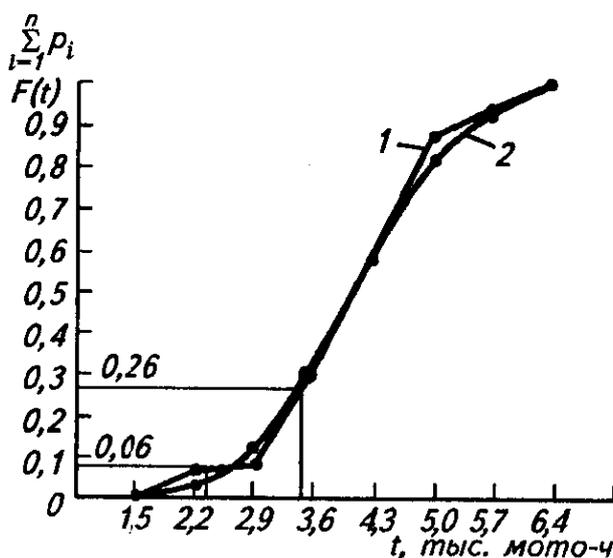


Рисунок 6.3 Кривая накопленных опытных вероятностей (1) и график (2) интегральной функции (функции распределения)

С помощью этой же кривой можно найти число отказавших двигателей в любом интервале наработки. Например, в интервале наработки 2,5...3,5тыс. мото-ч $N = (0,26 - 0,06) \cdot 69 = 14$ двигателей.

6 Определение коэффициента вариации, который представляет собой относительную безразмерную величину, характеризующую рассеивание показателя надёжности. Коэффициент вариации

$$n = \frac{S}{(\bar{t} - C)}, \quad (6.9)$$

где C – смещение рассеивания показателя надёжности – рассеивания от начала координат до начала рассеивания случайной величины.

Смещение рассеивания по уравнениям:

при отсутствии статистического ряда ($N < 25$)

$$C = \frac{t_1 - (t_3 - t_1)}{2}, \quad (6.10)$$

где t_1 и t_3 – значения первой и третьей точек информации в порядке их возрастания;

при наличии статистического ряда ($N > 25$)

$$C = t_{n1} - 0,5A, \quad (6.11)$$

где t_{n1} – начало первого интервала статистического ряда; A – длина интервала.

Тогда

$$C = 1500 - 0,5 \cdot 700 = 1150 \text{ мото-ч.}$$

Коэффициент вариации

$$n = \frac{988}{4084 - 1150} = 0,34.$$

7. Выбор теоретического закона распределения для выравнивания опытной информации. Испытания сельскохозяйственной техники на надёжность связаны с организационными трудностями и большими материальными затратами, что ограничивает как число испытываемых машин, так и длительность их испытаний. Кроме того, результаты испытаний зависят от квалификации механизаторов и наблюдателей, почвенных и климатических условий, сортов и чистоты топливосмазочных материалов, качества запасных частей и т.д. Перечисленные факторы не позволяют переносить результаты испытаний на надёжность на машины той же марки, не входящие в выборочную совокупность без соответствующих коррективов, которые заключаются в том, что на основании первичной информации о выборочной совокупности машин определяют теоретический закон распределения показателя надёжности для генеральной совокупности машин. Этот закон выражает общий характер изменения показателя надёжности и исключает частые отклонения, связанные с недостатком первичной инфор-

мации. Такой процесс заметы опытного распределения теоретическим называют процессом выравнивания или сглаживания статистической информации.

Для выравнивания распределений показателей надёжности сельскохозяйственной техники и её элементов наиболее широко используют закон нормального распределения (ЗНР) и закон распределения Вейбулла (ЗРВ).

В первом приложении теоретический закон распределения выбирают по коэффициенту вариации. При $n < 0,30$ выбирают ЗНР, при $n > 0,50$ – ЗРВ. Если значение коэффициента вариации находится в интервале $0,30 \dots 0,50$, то выбирают тот закон распределения (ЗНР или ЗРВ), который лучше совпадает с распределением опытной информации.

Использование для выравнивания распределения опытной информации закона нормального распределения. Закон нормального распределения характеризуется дифференциальной (Функцией плотностей вероятностей) и интегральной (функцией распределения) функциями. Отличительная особенность дифференциальной функции – симметричное рассеивание частных значений показателей надёжности относительно среднего значения.

Дифференциальную функцию описывают уравнением

$$f(t) = \frac{1}{s\sqrt{2p}} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2t^2}}, \quad (6.12)$$

где s – среднее квадратическое отклонение; e – основание натурального логарифма ($e = 2,718$); t – показатель надёжности; \bar{t} – среднее значение показателя надёжности.

Если принять $\bar{t} = 0$ и $s = 1$, то получим выражение для центрированной нормированной дифференциальной функции

$$f_0(t) = \frac{1}{\sqrt{2p}} e^{-\frac{t^2}{2}}. \quad (6.13)$$

Для определения дифференциальной функции через центрированную нормированную функцию используют уравнение

$$f(t) = \frac{A}{s} f_0\left(\frac{t_{ci} - \bar{t}}{s}\right), \quad (6.14)$$

где A – длина i -го интервала; t_{ci} – середина i -го интервала.

Кроме того, следует пользоваться уравнением

$$f_0(-t) = f_0(+t). \quad (6.15)$$

В качестве примера определим значение дифференциальной функции в первом интервале статистического ряда.

$$\begin{aligned} f(1500 \dots 2200) &= \frac{700}{988} f_0\left(\frac{1850 - 4084}{988}\right) = \\ &= 0,71 f_0(-2,26) = 0,71 f_0(2,26) = 0,71 \cdot 0,03 = 0,02. \end{aligned}$$

Интегральная функция или функция распределения

$$F(t) = \frac{1}{s\sqrt{2p}} \int_0^{+\infty} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2s^2}} dt \quad (6.16)$$

При условии $\bar{t}=0$ и $s=1$ получим центрированную и нормированную интегральную функцию

$$F(t) = \frac{1}{\sqrt{2p}} \int_0^{+\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt. \quad (6.17)$$

Эта функция приведена в приложении 4.

Для определения интегральной функции $F(t)$ через $F_0(t)$ применяют уравнение

$$F(t) = F_0\left(\frac{t_{ki} - \bar{t}}{s}\right), \quad (6.18)$$

где t_{ki} – значение конца i -го интервала.

При этом используют также уравнение

$$F_0(-t) = 1 - F_0(+t). \quad (6.19)$$

Определим значение интегральной функции в первом интервале статистического ряда

$$\begin{aligned} F(1500 \dots 2200) &= F_0\left(\frac{2200 - 4084}{988}\right) = \\ &= F_0(-1,91) = 1 - F_0(1,91) = 1 - 0,97 = 0,03. \end{aligned}$$

Рассчитанные аналогичным образом значения дифференциальной и интегральной функции по всем интервалам статистического ряда приведены далее.

Интервал, тыс. мото-ч	1,5...2, 2	2,2...2,9	2,9...3,6	3,6...4,3	4,3...5,0	5,0...5,7	5,7...6,4
$f(t)$	0,02	0,09	0,19	0,28	0,24	0,13	0,04
$F(t)$	0,03	0,11	0,31	0,59	0,82	0,95	0,99

На основании полученных значений $f(t)$ и $F(t)$ могут быть построены графики дифференциальной (рисунок 6.2) и интегральной функций (рисунок 6.3). Дифференциальная кривая заменяет полигон распределения, а интегральная – кривую накопленных опытных вероятностей.

По оси абсцисс дифференциальной и интегральной кривых откладывают в определённом масштабе значения интервалов статистического ряда, а по оси ординат – значения $f(t)$ или $F(t)$. Точки на графике дифференциальной функции находят на пересечении абсцисс, равных серединам интервалов статистического ряда, и ординат, равных $f(t)$, а на графике интегральной функции – на пересечении абсцисс, равных концам интервалов статистического ряда, и ординат, равных $F(t)$.

Для определения числа двигателей, отказавших в каком-то интервале наработки, нужно площадь под дифференциальной кривой, соответствующую этому интервалу, отнести к общей площади под дифференциальной кривой и полученное значение перемножить на общее число испытываемых двигателей.

Число двигателей отказавших в каком-либо интервале наработки, на графике интегральной функции определяют перемножением полученного значения по оси ординат на общее число двигателей.

С помощью ранее приведённых уравнений можно определить число отказавших двигателей не только в интервалах статистического ряда, но и в любом интервале наработки. Эту задачу можно решать по дифференциальной или интегральной функции. Например, необходимо определить число двигателей, отказавших в интервале наработки 4300...4850 мото-ч.

Решим по функции:

дифференциальной

$$f(4300 \dots 4850) = \frac{550}{988} f_0\left(\frac{4575 - 4084}{988}\right) = 0,56 f_0(0,50) =$$

$$0,56 \cdot 0,35 = 0,20 \text{ или } 0,20 \cdot 69 \text{ двигателей} \quad ;$$

интегральной

$$F(4300\dots4850) = F(0\dots4850) - F(0\dots4300) = F_0\left(\frac{4850 - 4084}{988}\right) - F_0\left(\frac{4300 - 4084}{988}\right) =$$

$$= F_0(0,78) - F_0(0,22) = 0,78 - 0,59 = 0,19 \text{ или } 0,19 \cdot 69 = 13 \text{ двигателей.}$$

Использование для выравнивания распределения опытной информации закона распределения Вейбулла. Дифференциальную функцию или функцию плотности вероятностей определяют при законе распределения Вейбулла по уравнению

$$f(t) = \frac{b}{a} \left(\frac{t}{a}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b}, \quad (6.20)$$

где a и b – параметры распределения Вейбулла; e – основание натурального логарифма; t – показатель надёжности.

Параметр b определяют по таблице Б.4. Для этого необходимо предварительно найти коэффициент вариации. Из таблицы выписывают значение параметра b , коэффициенты K_B и C_B . При $n = 0,34$ $b = 3,2$, $K_B = 0,90$ и $C_B = 0,31$.

Параметр a рассчитывают по одному из уравнений

$$a = \frac{\bar{t} - C}{K_B} \quad \text{или} \quad a = \frac{S}{C_B} \quad (6.21)$$

$$\text{В данном примере } a = \frac{4084 - 1150}{0,90} = 3260 \text{ мото-ч.}$$

Дифференциальную функцию определяют по таблице Б.5. При этом используют уравнение

$$f(t) = \frac{A}{a} f\left(\frac{t_{ci} - C}{a}\right), \quad (6.22)$$

где A – длина интервала статистического ряда; t_{ci} – середина интервала статистического ряда; C – смещение.

Находят дифференциальную функцию в первом интервале статистического ряда

$$\begin{aligned} f(1500 \dots 2200) &= \frac{700}{3260} f\left(\frac{1850 - 1150}{3260}\right) = \\ &= 0,21 f(0,21) = 0,21 \cdot 0,13 = 0,02. \end{aligned}$$

Интегральная функция или функция распределения закона Вейбулла

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^b}. \quad (6.23)$$

Эту функцию определяют по таблице А.6. При этом используют уравнение

$$F(t) = F\left(\frac{t_{ki} - C}{a}\right), \quad (6.24)$$

где t_{ki} – значение конца i -го интервала.

Например, интегральная функция в первом интервале статистического ряда

$$F(1500 \dots 2200) = F\left(\frac{2200 - 1150}{3260}\right) = F(0,32) = 0,03.$$

Аналогично определим значения дифференциальной и интегральной функции в остальных интервалах статистического ряда.

Интервал, тыс. мото-ч	1,5...2,2	2,2...2,9	2,9...3,6	3,6...4,3	4,3...5,0	5,0...5,7	5,7...6,4
$f(t)$	0,02	0,11	0,20	0,24	0,21	0,12	0,05
$F(t)$	0,03	0,13	0,33	0,58	0,81	0,95	0,99

С помощью ранее приведённых уравнений закона распределения Вейбулла можно найти число отказавших двигателей не только в каждом интервале статистического ряда, но и в любом интервале наработок.

Например, определим число отказавших двигателей в интервале наработки 4300...4850 мото-ч, если предположить, что рассеивание ресурса двигателей подчиняется закону распределения Вейбулла. Задача может быть решена как по дифференциальной, так и по интегральной функции. При решении по дифференциальной функции

$$\begin{aligned} f(4300 \dots 4850) &= \frac{550}{3260} f\left(\frac{4575 - 1150}{3260}\right) = 0,17 f(1,05) = \\ &= 0,17 \cdot 1,03 = 0,18 \text{ или } 0,18 \cdot 69 = 12 \text{ двигателей} \quad . \end{aligned}$$

При решении по интегральной функции

$$F(4300 \dots 4850) = F(0 \dots 4850) - F(0 \dots 4300) = F\left(\frac{4850 - 1150}{3620}\right) - F\left(\frac{4300 - 1150}{3260}\right) = \\ = F(1,02) - F(0,87) = 0,65 - 0,47 = 0,18 \text{ или } 0,18 \cdot 69 = 12 \text{ двигателей} .$$

8 Оценка совпадения опытного и теоретического законов распределения показателей надёжности по критерию согласия. В процессе оценки совпадения определяют степень совпадения или расхождения опытной вероятности и интегральной функции в интервалах статистического ряда. Для определения совпадения или расхождения выбирают различные критерии: сумму квадратов отклонения дифференциальной функции от опытной вероятности, наибольшее или суммарное отклонение кривой накопленных опытных вероятностей от интегральной кривой теоретического закона распределения и т.д.

Однако как бы не велико было совпадение, оно свидетельствует только о том, что выбранный закон не противоречит опытному распределению, но не гарантирует того, что этот закон в данном случае лучше, чем какой-либо другой, выравнивает опытную информацию. Наиболее удачно критерий согласия использует при выборе одного теоретического закона из нескольких. В этом случае наиболее приемлемым окажется тот закон распределения, совпадение которого с опытным распределением характеризуется наименьшим значением расхождения.

При обработке информации по показателям надёжности сельскохозяйственной техники наиболее часто применяют критерий согласия Пирсона c^2 , определяемый по уравнению

$$c^2 = \sum_{i=1}^{n_y} \frac{(m_i - m_{ti})^2}{m_{ti}}, \quad (6.25)$$

где n_y – число интервалов укрупнённого статистического ряда; m_i – опытная частота в i -м интервале статистического ряда; m_{ti} – теоретическая частота в i -м интервале.

Теоретическая частота

$$m_{ti} = N[F(t_i) - F(t_{i-1})], \quad (6.26)$$

где N – число точек информации; $F(t_i)$ и $F(t_{i-1})$ – интегральные функции i -го и $(i-1)$ -го интервалов статистического ряда.

Для определения c^2 строят укрупнённый статистический ряд, соблюдая условие: $n_y > 4$, $m_i \geq 5$. При этом допускается объединение соседних интервалов, в которых $m_i < 5$. Проанализируем статистический ряд информации о доремонтных ресурсах двигателя.

Отсюда можно заметить, что $m_1 = 4$ и $m_2 = 1,5$ меньше пяти, поэтому первый и второй интервалы статистического ряда объединяют. Опытная

частота в объединённом интервале будет равна сумме частот объединяемых интервалов. В остальных интервалах статистического ряда опытные частоты больше пяти, поэтому эти интервала оставляем без изменения.

Интервал, тыс. мотто-ч	1,5...2,9	2,9...3,6	3,6...4,3	4,3...5,0	5,0...5,7	5,7...6,4
m_i	5,5	15,5	19	19	5	5
При законе нормального распределения:						
$F(t)$	0,11	0,31	0,59	0,82	0,95	0,99
m_{ti}	7,6	13,8	19,3	15,9	9,0	2,8
При законе распределения Вейбулла:						
$F(t)$	0,13	0,33	0,58	0,81	0,95	0,99
m_{ti}	9,0	13,8	17,3	15,9	9,7	2,8

Теоретические частоты, например, в первом и втором интервалах при ЗНР определяют следующим образом:

$$m_{t1} = 69[0,11 - 0] = 0,76 ;$$

$$m_{t2} = 69[0,31 - 0,11] = 13,8.$$

Для данного примера критерий согласия Пирсона:

при законе нормального распределения

$$c^2 = \frac{(5,5-7,6)^2}{7,6} + \frac{(15,5-13,8)^2}{13,8} + \frac{(19-19,3)^2}{19,3} + \frac{(19-15,9)^2}{15,9} + \frac{(5-9)^2}{9} + \frac{(5-2,8)^2}{2,8} = 4,90;$$

при законе распределения Вейбулла

$$c^2 = \frac{(5,5-9)^2}{9} + \frac{(15,5-13,8)^2}{13,8} + \frac{(19-17,3)^2}{17,3} + \frac{(19-15,9)^2}{15,9} + \frac{(5-9,7)^2}{9,7} + \frac{(5-2,8)^2}{2,8} = 6,35.$$

Для дальнейших расчётов выбирают тот закон распределения, у которого меньше критерий Пирсона c^2 . Судя по значениям критериев согласия ЗНР и ЗРВ, приходим к выводу, что применительно к доремонтным ресурсам двигателя более приемлемым считают закон нормального распределения.

Кроме того, пользуясь критерием согласия c^2 (таблица Б.7), определяют вероятность совпадения опытных и теоретических распределений. Для входа в таблицу определяют номер строки

$$N = n_y - K, \quad (6.27)$$

где n_y – число интервалов в укрупнённом статистическом ряду; K – число обязательных связей.

Для закона нормального распределения и закона Вейбулла число обязательных связей равно трём: $\bar{t}, s, \sum_{i=1}^{n_y} p_i = 1; a, b, \sum_{i=1}^{n_y} p_i = 1.$

Для данного примера

$$N = 6 - 3 = 3.$$

Следовательно, значения критериев c^2 находим в третьей строке таблицы, а вероятность совпадения P – в заглавной строке. Вероятность совпадения ЗНР составляет около 20%, а ЗРВ – менее 10%.

Критической вероятностью совпадения принято считать $P = 10\%$. Если $P < 10\%$, то выбранный для выравнивания опытного распределения теоретический закон следует считать непригодным.

9. Определение доверительных границ рассеивания одиночного и среднего значений показателя надёжности. Количественные характеристики показателей надёжности (Среднее значение, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации), полученные в результате обработки опытной информации, должны быть перенесены на другие совокупности машин, работающие в других условиях. Изменение числа машин в совокупности и условий их эксплуатации вызовет изменение количественных характеристик показателя надёжности. Однако, несмотря на случайный характер, характеристики показателя надёжности рассеиваются в определённых границах. Так, одиночное значение показателя надёжности конкретной машины может отличаться в 997 случаях из 1000 от \bar{t} на величину $\pm 3S$ при ЗНР и на величину от $0,1a$ до $2,5a$ при ЗРВ (a – параметр закона распределения Вейбулла).

Такая высокая степень доверия расчёта, охватывающего 99,7% всех случаев, при расчёте показателей надёжности сельскохозяйственной техники считается излишней. Поэтому степень доверия расчёта обычно принимают меньше 99,7% и тем самым сближают границы рассеивания одиночного показателя надёжности.

Степень доверия расчёта на рисунке 6.4 оценивают площадью под дифференциальной кривой, ограниченной осью абсцисс и доверительными границами t_b^H и t_b^B . Площадь b характеризует степень доверия расчёта и гарантирует заданную вероятность попадания показателя надёжности в соответствующий интервал его значений. Поэтому её называют доверительной вероятностью b .

При расчёте доверительных границ рассеивания показателей надёжности рекомендуется принимать следующие значения доверительных вероятностей b : 0,80; 0,90; 0,95; 0,99.

Интервал, в который при заданной доверительной вероятности b попадает $100b\%$ общего числа объектов совокупности N , называют доверительным интервалом I_b .

Границы, в которых может колебаться значение одиночного показателя надёжности при заданной b , называют нижней t_b^H и верхней t_b^B доверительными границами.

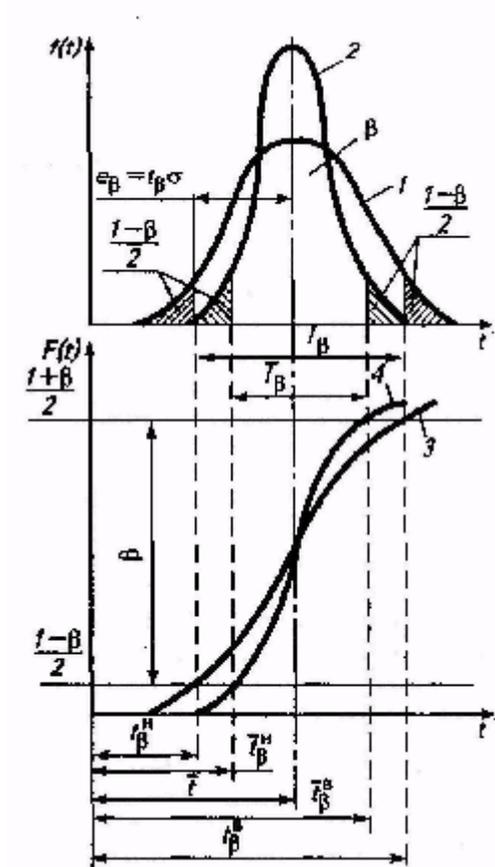


Рисунок 6.4 – Доверительные границы одиночного и среднего значений показателя надёжности

1 и 3 – дифференциальная и интегральная функции одиночного значения;
2 и 4 – дифференциальная и интегральная функции среднего значения

Положение доверительных границ и доверительный интервал зависят от доверительной вероятности и закона распределения одиночного или среднего значения показателя надёжности.

Определение доверительных границ рассеивания при законе нормального распределения. Для определения доверительных границ рассеивания одиночного значения показателя надёжности при ЗНР вначале находят абсолютную ошибку e_b (см. рисунок 6.4).

$$e_b = t_b S, \quad (6.28)$$

где t_b – коэффициент Стьюдента (таблица Б.8).

Нижняя доверительная граница

$$t_b^H = \bar{t} - t_b S, \quad (6.29)$$

Верхняя доверительная граница

$$t_b^B = \bar{t} + t_b S. \quad (6.30)$$

Доверительный интервал

$$I_b = t_b^B - t_b^H. \quad (6.31)$$

Для примера по обработке информации по ресурсу двигателя коэффициент Стьюдента при $b = 0,90$ $t_b = 1,67$,

нижняя доверительная граница

$$t_{\text{доп.}}^H = 4084 - 1,67 \cdot 988 = 2434 \text{ мото} - \text{ч};$$

верхняя доверительная граница

$$t_{\text{доп.}}^B = 4084 + 1,67 \cdot 988 = 5734 \text{ мото} - \text{ч};$$

доверительный интервал

$$I_b = 5734 - 2434 = 3300 \text{ мото} - \text{ч}.$$

Расчётная схема и физический смысл доверительных границ среднего значения показателя надёжности те же, что и для одиночного показателя. Разница заключается в значении среднего квадратического отклонения.

Среднее квадратическое отклонение рассеивания среднего значения показателя надёжности

$$S_{\bar{t}} = \frac{S}{\sqrt{N}}, \quad (6.32)$$

где N – число точек информации, по которому определено среднее значение показателя надёжности.

Нижняя доверительная граница среднего значения показателя надёжности

$$\bar{t}_b^H = \bar{t} - t_b \frac{S}{\sqrt{N}}. \quad (6.33)$$

Верхняя доверительная граница среднего значения показателя надёжности

$$\bar{t}_b^B = \bar{t} + t_b \frac{S}{\sqrt{N}}. \quad (6.34)$$

Доверительный интервал среднего значения показателя надёжности

$$\bar{I}_b = \bar{t}_b^B - \bar{t}_b^H. \quad (6.35)$$

Для приведённого примера по обработке информации по ресурсу двигателя коэффициент Стьюдента $t_b = 1,67$;

нижняя доверительная граница

$$\bar{t}_{\text{доп.}}^H = 4084 - 1,67 \frac{988}{\sqrt{69}} = 3885 \text{ мото} - \text{ч};$$

верхняя доверительная граница

$$\bar{t}_{\text{доп.}}^B = 4084 + 1,67 \frac{988}{\sqrt{69}} = 4283 \text{ мото} - \text{ч};$$

доверительный интервал

$$\bar{I}_b = 4283 - 3885 = 398 \text{ мото} - \text{ч}.$$

Определение доверительных границ при законе распределения Вейбулла. Доверительные границы рассеивания одиночного значения показателя надёжности при ЗРВ определяют по уравнениям (см. рисунок 6.4)

$$t_b^H = H_K^B \left(\frac{1-b}{2} \right) a + C; \quad (6.36)$$

$$t_b^B = H_K^B \left(\frac{1+b}{2} \right) a + C, \quad (6.37)$$

где H_K^B – квантиль закона распределения Вейбулла (таблица Б.10);
 a – параметр закона Вейбулла; C – смещение начала рассеивания.

Доверительный интервал

$$I_b = t_b^B - t_b^H. \quad (6.38)$$

Для рассматриваемого примера при доверительной вероятности $b = 0,90$

$$t_{оп.}^H = H_K^B \left(\frac{1-0,90}{2} \right) 3260 + 1150 = 0,39 \cdot 3260 + 1150 = 2421 \text{ мото-ч};$$

$$t_{оп.}^B = H_K^B \left(\frac{1+0,90}{2} \right) 3260 + 1150 = 1,41 \cdot 3260 + 1150 = 5757 \text{ мото-ч};$$

$$I_b = 5757 - 2421 = 3326 \text{ мото-ч}.$$

Доверительные границы рассеивания среднего значения показателя надёжности при ЗРВ определяют по уравнениям

$$\bar{t}_b^H = (\bar{t} - C)^b \sqrt[r_3]{r_3} + C; \quad (6.39)$$

$$\bar{t}_b^B = (\bar{t} - C)^b \sqrt[r_1]{r_1} + C, \quad (6.40)$$

где r_1 и r_3 – коэффициенты распределения Вейбулла (таблица Б.8), зависящие от доверительной вероятности b и повторности информации N ; b – параметр закона распределения Вейбулла.

Доверительный интервал

$$\bar{I}_b = \bar{t}_b^B - \bar{t}_b^H. \quad (6.41)$$

Для данного примера $r_1 = 1,23$; $r_3 = 0,83$;

$$\bar{t}_{оп.}^H = (4084 - 1150)^{3,2} \sqrt[0,83]{0,83} + 1150 = 3904 \text{ мото-ч};$$

$$\bar{t}_{оп.}^B = (4084 - 1150)^{3,2} \sqrt[1,23]{1,23} + 1150 = 4289 \text{ мото-ч};$$

$$\bar{I}_b = 4289 - 3904 = 385 \text{ мото-ч}.$$

10. Определение абсолютной и относительной предельных ошибок переноса характеристик показателя надёжности. Наибольшая абсолютная ошибка переноса опытных характеристик показателя надёжности при заданной доверительной вероятности равна по значению e_b в обе стороны от среднего значения показателя надёжности.

Относительная предельная ошибка, %,

$$d_b = \frac{\bar{t}_b^B - \bar{t}}{\bar{t}} 100\%. \quad (6.42)$$

Для данного примера при законе нормального распределения

$$d_b = \frac{4283 - 4084}{4084} 100\% = 4,9\%.$$

Форма отчета

1. Методика расчета по заданной информации (по указанию преподавателя)
2. Гистограмма накопленных опытных вероятностей, полигон распределения, график дифференциальной функции, кривая накопленных опытных вероятностей
3. Выводы
4. Ответы на контрольные вопросы

4 Контрольные вопросы

1. Что такое неисправность и отказ изделия?
2. Надежность систем с последовательным и параллельным соединением элементов.
3. Исправное, неисправное, работоспособное и предельное состояние изделия.
4. Надежность систем со смешанным соединением элементов. Резервирование.
5. Надежность как комплексное свойство машин.
6. Методы повышения надежности машин.
7. Что такое безотказность? Показатели безотказности.
8. Классификация отказов.
9. Что такое долговечность? Показатели долговечности.
10. Гамма-процентный ресурс изделия.
11. Что такое ремонтпригодность? Показатели ремонтпригодности.
12. Доверительные границы рассеивания показателей надежности.
13. Что такое сохраняемость? Показатели сохраняемости.
14. Критерии согласия опытных и теоретических законов распределения.
15. Интегральная функция закона распределения Вейбула-Гнеденко.
16. Дифференциальная функция закона распределения Вейбула-Гнеденко.
17. Интегральная функция закона нормального распределения.
18. Дифференциальная функция закона нормального распределения.
19. Графическое представление информации о надежности машин (гистограмма, полигон распределения, кривая накопленных опытных вероятностей).
20. Что такое статистический ряд информации о показателях надежности.

7 ОЧИСТКА МАШИН, СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ И ДЕТАЛЕЙ

Продолжительность 2ч.

1 Цель работы

Изучить виды загрязнений техники и оборудования по переработке с/х продукции, моющие средства и технологию мойки машин, узлов и деталей с использованием моечных машин.

2 Общие сведения

Виды и характеристика загрязнений

Установлено, что при плохой очистке поверхностей деталей ресурс их снижается на 20...50 %.

Способ очистки зависит от вида загрязнений. Их условно подразделяют так: углеродистые отложения (нагары, лаковые пленки и асфальтосмолистые вещества); отложения нежирового происхождения на наружной поверхности (пыль, вода, накипь) машин и агрегатов; остатки смазочных материалов.

При сгорании топлива и масел образуется *нагар*, который оседает на стенках камер сгорания, клапанах.

Под действием высокой температуры на шатунах, внутренних поверхностях поршней, коленчатых валах и т. д. возникают *лаковые пленки*.

Асфальтосмолистые вещества представляют собой асфальтоны, карбоны и карбоиды. Откладываются на стенках картеров, щеках коленчатых валов, распределительных шестернях, масляных насосах, фильтрах и маслопроводах.

Накипь откладывается в системе охлаждения в виде солей кальция и магния. Теплопроводность накипи в 60...100 раз ниже теплопроводности металла. В состав накипи входят карбонаты кальция и магния, гипс, силикаты.

Технологические загрязнения (металлическая стружка, остатки притирочных паст, шлифовальных кругов и др.) образуются при ремонте, сборке, обкатке и служат причиной повышенного износа трущихся поверхностей деталей.

К способам предупреждения загрязнения относят:

- введение присадок для уменьшения коррозионной активности нефтепродуктов;
- нанесение соответствующих покрытий для уменьшения сцепляемости осадков;
- повышение уровня технической эксплуатации, заправку чистой водой, топливом, качественными смазочными материалами.

Способы очистки

Различают физико-химический, электрохимический, ультразвуковой, термический и механический способы очистки.

Физико-химический способ (струйный и в ваннах). Загрязнения с поверхностей деталей удаляют водными растворами различных препаратов или специальными растворителями при определенных условиях (режимах): высокая температура моющего химического раствора (75...95 °С); наличие вибрирующего потока или струи при значительном давлении; применение эффективных моющих средств. Этот способ получил наибольшее применение на ремонтных предприятиях.

Электрохимический способ. Используют токопроводящий электролит, и очистку проводят при постоянном или переменном токе. Чаще применяют ток плотностью 3... 10 А/дм². С ее увеличением процесс обезжиривания поверхности активизируется. Электрохимическую очистку широко используют при подготовке деталей к нанесению гальванических, полимерных и лакокрасочных покрытий.

Ультразвуковой способ. Он основан на передаче энергии от излучателя через жидкую среду к очищаемой поверхности. При частоте колебаний 20...25 кГц возникают большие ускорения, что приводит к появлению в жидкой среде мелких пузырьков, при разрыве которых в микрообъемах возникают гидравлические удары большой силы. Они разрушают углеродистые отложения в течение 2...3 мин, масляные пленки — 30...40 с. Ультразвуковой способ применяют для очистки мелких деталей сложной конфигурации (деталей карбюраторов, топливных насосов и электрооборудования).

Термический способ. Его используют для очистки деталей от наиболее стойких углеродистых отложений (нагара, асфальтеновида). Деталь помещают в термическую печь, нагревают до температуры 600...700 °С, выдерживают в течение 2...3 ч и затем медленно охлаждают вместе с печью. С деталей, не подверженных короблению, нагар удаляют выжиганием газовым пламенем.

Механический способ. Очищают вручную скребками, щетками и т. п., а также используют специальное оборудование для подачи косточковой крошки, абразивов и других материалов вместе с воздухом, водой или моющим раствором на загрязненные поверхности.

Средства для очистки

Различают три разновидности реагентов:

- органические растворители (ОР) и растворяющие эмульгирующие средства (РЭС);
- кислотные растворители (КР);
- синтетические моющие средства (СМС) технического назначения.

Растворяющие эмульгирующие средства представляют собой моющие композиции, состоящие из растворителя и эмульгатора, например, по-

верхностно-активного вещества (ПАВ) и воды, и служат для быстрого удаления прочных смолистых отложений при комнатной температуре (20...25 °С). К ним относят: АМ-15 (основной растворитель – ксилол); эмульсин (основной растворитель – керосин).

Для очистки от пыли, грязи и других загрязнений используют воду и растворы каустической соды, подавая их в виде струи, подогретой до температуры 70...80°С. Топливосмазочные материалы удаляют с поверхности 1...2%-м водным раствором каустической соды. При повышении концентрации раствора более 6 % возможно появление коррозии деталей (особенно из алюминия). Такой раствор оказывает вредное воздействие на кожу человека.

Синтетические моющие средства представляют собой смеси щелочных солей и ПАВ и предназначены для очистки от смазочных материалов и углеродистых отложений. СМС выпускают в виде белого и светло-желтого порошков или гранул. Они нетоксичны, негорючи, взрывобезопасны, хорошо растворяются в воде. Их применяют и для очистки деталей из цветных металлов и сплавов. Недостаток СМС — повышенное пенообразование при концентрации выше 35 г/л и при уменьшении их температуры ниже 70 °С.

Препараты МС-6, МС-16 и МС-18 применяют преимущественно для удаления масляно-грязевых, смолистых и асфальтосмолистых отложений в машинах со **струйной и циркуляционной очисткой** деталей и агрегатов. Концентрация растворов 15...25 г/л при температуре раствора 75...85°С. Концентрация растворов при погружной очистке 20...25 г/л и температуре 80...100 °С.

Синтетические препараты типа «Лабомид» предназначены для такой же очистки, как и препараты типа МС, в **струйных и погружных машинах**. Препараты «Лабомид-101» и «Лабомид-102» применяют и для удаления масляно-грязевых и асфальтосмолистых отложений при **струйной очистке**. Концентрация растворов 10... 15 г/л при температуре 70...85 °С. Препарат «Лабомид-203» аналогичен препарату МС-8, концентрация растворов 20...30 г/л при температуре 80... 100 °С. Используют также препарат «Лабомид-315».

Технические препараты «Темп-100», «Темп-100А» представляют собой смеси щелочных солей, ПАВ и пассиваторов. Их применяют для **струйной очистки** деталей, сборочных единиц от масляногрязевых отложений и защиты отмытой поверхности от коррозии (пассивация); концентрация растворов 10...20 г/л при температуре 60...75°С.

Моющий препарат «Комплекс» предназначен для струйной и пароводоструйной очистки опрыскивающей аппаратуры от ядохимикатов и других вредных загрязнений. Концентрация растворов 10...15 г/л при температуре 80...95°С.

Органический препарат АМ-15 предназначен для очистки деталей двигателя в ваннах от прочных смолистых отложений. Он представляет собой раствор ПАВ в органических растворителях. Препарат токсичен, пожаро- и взрывоопасен. Температура не должна превышать 40 °С.

Для удаления стойких загрязнений (нагаров, накипей и др.) детали погружают в соли и щелочи при температуре 400...480°С. В зависимости от степени загрязнений деталей в состав соляной ванны включают следующие компоненты с содержанием по массе, %: каустическая сода — 50...70, натриевая селитра — 25...40, поваренная соль — 4...6. Загрязненные детали **погружают** в раствор, выдерживают 5... 15 мин, затем промывают водой, травят в кислотном растворе и окончательно промывают горячей водой.

В таблице 7.1 приведены рекомендации по способам очистки поверхностей объектов.

Таблица 7.1 - Рекомендуемые способы очистки загрязнений

Способ очистки	Дождевая грязь	Застаревшая грязь	Асфальто-смолистые отложения	Нагар
Механическая:				
ручной	-	-	-	+
механизированный с косточковой крошкой	-	-	+	+
Пароструйная:				
без моющих средств	+++	++	-	-
с моющими средствами	-	+++	+++	-
Струями низкого давления:				
без моющих средств	++	-	-	-
с моющими средствами	++	++	+	-
Струями высокого давления:				
без моющих средств	+++	-	-	-
с моющими средствами	-	+++	+++	-
Погружением в ванну:				
неподвижные детали в моющем растворе	++	+++	++	-
вибрирующие детали в щелочном растворе	-	+++	++	-
в расплаве солей	-	-	-	+++
Комбинированная:				
в щелочном растворе	-	+++	-	+
струйная в щелочном растворе	-	+++	-	+
Циркуляционная в растворе:				
щелочном	-	++	++	-
кислотном	-	-	-	-
Гидровиброабразивная	-	-	+	+++

Примечание: +++ — применение перспективно; ++ — обычно применяют; + — применение не всегда эффективно; — — применение нецелесообразно.

Моечные установки

Для **наружной очистки** в ремонтных мастерских хозяйств применяют малогабаритные шланговые насосы М-1100, М-1111, М-1112 напором до 1,1 МПа при расходе воды 3...3,5 м³/ч (привод от электродвигателя).

Моечные установки М-107 и ОМ-830 представляют собой трехплунжерные насосы с приводом от электродвигателя, напор до 2,2 МПа и расход воды 1,4...1,6 м³/ч. Наиболее перспективны пароводоструйные очистители ОМ-3360А и ОМ-5285.

Моечная установка М-203 предназначена для **наружной очистки** двигателей и других агрегатов в стационарных условиях. Для подогрева жидкости до температуры 90...95°С предназначен электрический нагреватель. Напор (0,5...0,7 МПа) создается сжатым воздухом. Агрегаты очищают сначала растворами, затем ополаскивают горячей водой и обдувают сжатым воздухом.

На ремонтных заводах машины очищают в моечных камерах в два этапа: в сборе и после снятия кабины, гусениц, топливных баков и т. д. В таких камерах устанавливают моечные машины ОМ-1438М и ОМ-8036М со струйной очисткой поверхности. В качестве моющей жидкости применяют 10... 15%-й водный раствор препаратов типа МС, «Лабомид», «Темп» при температуре 75... 85 °С.

Трактор, размещенный на тележке, устанавливают в моечную камеру специальной лебедкой, где он очищается струями жидкости, подаваемой из сопла верхнего и нижнего душевых устройств. Моющая жидкость в ванне вместимостью 5 м³ подогревается жидким топливом. За процессом очистки наблюдают через специальное смотровое окно. Подача жидкости достигает 128 м³/ч, напор душевого устройства 0,4...0,5 МПа, продолжительность очистки 10... 15 мин.

Очистка сборочных единиц и деталей

В ремонтных мастерских для очистки сборочных единиц и деталей используют преимущественно *однокамерные струйные установки и моечные ванны*. На специализированных ремонтных предприятиях применяют *моечные машины конвейерного типа*.

Однокамерные струйные моечные машины ОМ-947И, ОМ-837Г, ОМ-1366Г и ОМ-4610 одинаковы по устройству. Они состоят из камер общей массой 0,6...1,5 т, ванны для моющей жидкости вместимостью 0,7...1,2 м³. Температура моющего раствора 75...85°С, напор 0,4...0,5 МПа создается насосом от электродвигателя. Состав раствора МС-6 с концентрацией 20 г/л или «Лабомид» – 20...25 г/л. Продолжительность очистки двигателя или одной закладки деталей при **наружной очистке** 8...12 и внутренней – 6...10 мин.

Выварочные ванны ОПр-1600 используют для очистки деталей от углеродистых загрязнений и консервативных смазочных материалов. Рас-

твор приготавливают в ванне, засыпая препараты МС-8 или «Лабомид». Температура раствора 60...70°C, концентрация 25...30 г/л, продолжительность выварки 2...4 ч. Для интенсификации процесса очистки раствор в ванне возбуждают сжатым воздухом, подавая его через трубы, либо вибрацией.

Очистку без подогрева в органических растворителях выполняют в специальных стационарных или передвижных ваннах. Преимущество этого способа – отсутствие подогрева, недостатки – высокая стоимость, токсичность и огнеопасность. В качестве растворителей используют бензин, керосин, дизельное топливо, препараты АМ-15 и «Лабомид-315».

Наиболее эффективен препарат АМ-15. При погружении в него загрязненных деталей масла и смолы растворяются, а оставшиеся на поверхности твердые нерастворимые частицы (карбониты, карбоиды, продукты износа и др.) обволакиваются пленкой поверхностно-активных веществ. Далее поверхность деталей очищают в слабощелочном растворе.

В ремонтной практике применяют стационарную ванну модели 2287, передвижные ванны ОМ-1316 и РО-1616А.

Конвейерные моечные машины служат для очистки сборочных единиц и деталей на специализированных ремонтных предприятиях с поточной организацией ремонта. Особенности этих машин — непрерывность процесса очистки и высокая производительность.

Машины типа АКТБ оборудованы планчатым или подвесным конвейером.

Моечные машины АКТБ-114 и АКТБ-118 оборудованы планчатым транспортером. Скорость перемещения деталей 0,1...0,6 м/мин. Вход и выход в моечную камеру оборудован защитными шторками. В качестве моющей жидкости применяют водные растворы препаратов «Лабомид-102» и типа МС концентрацией 20...25 г/л и температурой 75...85 °С.

Моечно-ополаскивающие машины применяют на крупных специализированных предприятиях. Машина ОМ-4267 М оборудована ванной с паровым подогревающим устройством. Подвесной конвейер движется со скоростью 0,21; 0,43 и 0,85 м/мин. Моечная камера разделена на пять секций. Моющие растворы такие же, как и в машинах типа АКТБ.

Моечные машины кинематического действия ОМ-5299 и ОМ-5287 оснащены моечной ванной с размещенной в ней загрузочной тележкой. Очищенные детали укладывают в тележку, вместе с ней погружают в моющий раствор ванны и закрывают крышкой. Раствор подогревают до температуры 20... 30°C паром. Пневмопривод служит для подъема загрузочной тележки, опускания и вибрации с амплитудой 50...200 мм и частотой 90... 120 дв. ход/мин.

В качестве моющей жидкости применяют органические растворители и препараты АМ-15 и «Лабомид-315», продолжительность очистки 15... 20 мин.

При использовании моечной машины ММИ-1 циклического действия детали укладываются в корзину поворотного стола и омываются турбулентным потоком раствора, создаваемого лопастным винтом.

Установки с вращающимся барабаном (ОМ-6068А и ОМ-6470) предназначены для очистки мелких деталей (например, клапанов). Детали загружаются в барабан, который на $\frac{1}{2} \dots \frac{2}{3}$ высоты погружается в моющую жидкость (керосин, дизельное топливо, препараты АМ-15, «Лабомид-315»).

Специальные моечные машины ОМ-887 и ОМ-3600 используют на мотороремонтных предприятиях для удаления технологических загрязнений. В них очищаются наружные поверхности (струйная очистка), масляные каналы (проточная очистка).

Установки укомплектованы набором приспособлений для промывки каналов в блоках и коленчатых валах различных двигателей. Применяют моечные жидкости МС-6 и «Лабомид-102».

Ультразвуковые установки состоят из магнитного преобразователя ПМС-7, охлаждаемого проточной водой, ультразвукового генератора УЗГ-6, УЗГ-197 и ванны из нержавеющей стали с моющей жидкостью. В качестве моющей жидкости используют керосин, бензин, препараты АМ-15, «Лабомид-315», а также водные растворы препаратов МС.

Удаление нагара и накипи — наиболее сложная и трудоемкая операция. Нагар удаляют несколькими способами: механическим — стальными щетками; термическим — нагревом до температуры 600...700°C; абразивно-косточковой крошкой (в машине ОМ-3181). Накипь удаляют погружением деталей из черных металлов в горячий раствор, состоящий из 100...150 г/л кальцинированной соды и 100... 150 г/л 8...9%-й соляной кислоты. После размягчения накипи ее смывают горячей водой. С алюминиевых деталей накипь удаляют погружением их в 6%-й раствор молочной кислоты на 1...2ч при температуре 30...40°C в установках ОМ-4265 или ОМ-4944.

Следы коррозии и краску удаляют механическим или химическим способом. Для этого применяют растворы серной, соляной или фосфорной кислоты, а также смывку АФТ-1 или СД. Для активизации процесса в стандартные смывки добавляют фосфорную кислоту.

Контроль качества очистки

Качество очистки характеризуют остаточной загрязненностью. Ее определяют весовым, визуальным и люминесцентным способами.

Весовой способ заключается во взвешивании загрязненной и чистой детали (или образца). Остаточная загрязненность, мг/см²:

$$K = (M_1 - M_2) / S \quad (7.1)$$

где M_1 , M_2 — масса детали до и после очистки, мг; S — площадь поверхности детали, см².

При визуальном способе сравнивают остаточную загрязненность поверхности детали с условной шкалой или шаблоном оценки качества очистки (пяти-шестиразрядная шкала).

Люминесцентный способ основан на свойстве масел светиться (флуоресцировать) при воздействии ультрафиолетовых лучей. По размеру светящихся пятен судят о загрязненности поверхности.

Для измерения остаточной загрязненности нефтепродуктами служит прибор ПЛКД-2.

Задание

Для выданной детали установить виды и дать характеристику загрязнений, выбрать и обосновать способ очистки, выбрать и обосновать средства для очистки, моечную установку.

3 Порядок выполнения задания

1. изучить теоретические материалы по теме работы;
2. виды загрязнений и способы их удаления;
3. требования к чистоте поверхностей и методы контроля;
4. моющие и очищающие средства;
5. моечно-очистное оборудование;
6. организация моечно-очистных работ;
7. очистка моющих жидкостей;
8. ознакомиться с устройством моечных установок ОМ-5361, ОМ 1366Г-01, ОРГ-4990Б по методическим указаниям и инструкциям по эксплуатации;
9. техника безопасности при выполнении моечно-очистных работ.

Оборудование рабочего места, инструменты, материалы

Моечные машины ОМ 5361, ОМ 1366Г-01, ОРГ-4990Б, моющие средства «Лабомид-101», «Ритм» и др.

Форма отчета

1. Составить краткий конспект изученного теоретического материала по теме лабораторной работы.
2. Записать техническую характеристику изучаемых моечных машин.

4 Контрольные вопросы

1. Какие виды загрязнений присущи технике и оборудованию перерабатывающей промышленности в процессе эксплуатации?
2. Какие способы удаления загрязнений используются при ремонте?

3. Какие требования к чистоте поверхности и методы контроля?
4. Какие моечные средства используются для мойки?
5. Какая разница между СМС и РЭС?
6. Основные параметры моющих средств при использовании в моечных машинах.
7. Особенности устройства моечных машин: струйных мониторинных, струйных камерных и погружных.
8. Какие основные требования безопасности при работе с моющими и очищающими средствами?

8 ДЕФЕКТАЦИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Продолжительность 2ч.

1 Цель работы

1. изучить типовую технологическую документацию на дефектацию (дефектовку) изношенных деталей
2. научиться составлять технологические карты на дефектовку детали

2 Общие сведения

Дефектация – операция технологического процесса ремонта машины, заключающаяся в определении степени годности бывших в эксплуатации деталей и сборочных единиц к использованию на ремонтируемом объекте. Она необходима для выявления у деталей дефектов, возникающих в результате изнашивания, коррозии, усталости материала и других процессов, а также из-за нарушений режимов эксплуатации и правил технического обслуживания.

Степень годности деталей к повторному использованию или восстановлению устанавливают по технологическим картам на дефектацию. В них указаны: краткая техническая характеристика детали (материал, вид термической обработки, твердость, размеры восстановления, отклонение формы и взаимного расположения поверхностей), возможные дефекты и способы их устранения, методы контроля, допустимые без ремонта и предельные размеры. Оценку проводят сравнением фактических геометрических параметров деталей и других технологических характеристик с допустимыми значениями.

Номинальными считают размеры и другие технические характеристики деталей, соответствующие рабочим чертежам.

Допустимыми считают размеры и другие технические характеристики детали, при которых она может быть поставлена на машину без вос-

становления и будет удовлетворительно работать в течение предусмотренного межремонтного ресурса.

Предельными называют выбраковочные размеры и другие характеристики детали.

Часть деталей с размерами, не превышающими допустимые, могут быть годными в соединении с новыми (запасными частями), восстановленными или с деталями, бывшими в эксплуатации. Поэтому в процессе контроля их сортируют на пять групп и маркируют краской соответствующего цвета: годные (зеленым), годные в соединении с новыми или восстановленными до номинальных размеров деталями (желтым), подлежащие ремонту в данном ремонтном предприятии (белым), подлежащие восстановлению на специализированных ремонтных предприятиях (синим) и негодные – утиль (красным). Годные детали транспортируют в комплектующее отделение или на склад, требующие ремонта – на склад деталей, ожидающих ремонта, или непосредственно на участки по их восстановлению, негодные – на склад утиля.

Получив задание, студент должен ознакомиться с конструкцией узла и с технологическим процессом разборки и сборки его. Для этого необходимо взять альбомы типовой технологии на разборку и сборку всей машины и технические условия и указания по дефектовке деталей и сопряжений, найти в них карты, в которых описывается процесс разборки и сборки заданного узла машины и данные по дефектовке его деталей.

Если для дефектовки задан узел, требующий предварительного испытания (например: масляный насос, подкачивающая помпа и т. д.), то необходимо провести испытание их на стендах, результаты испытания занести в карту и сопоставить их с техническими условиями, предъявляемыми к исправному узлу.

Разборку узла производить с применением приспособлений и инструмента, указанных в картах типовой технологии.

После разборки студент должен производить контроль деталей и заполнять карту на дефектовку деталей узла.

Заполнение карты «Дефектовка деталей узла» производится в следующем порядке:

а) в графах «Название детали» и «№ по каталогу» проставляются данные, взятые из соответствующих технологических карт альбома на ремонт и контроль деталей или из каталога деталей соответствующей машины;

б) в графе «Наименование дефектов» кратко указывается местонахождение и существо дефекта. Например, у втулки может быть дефект – износ внутренней поверхности, у корпуса помпы – трещины корпуса или срыв резьбы в отверстии и т. д.

В этой графе указываются все дефекты, которые имеются или могут быть на данной детали, включая возможные дефекты, не указанные в картах типовой технологии;

в) в графе «Способ установления дефекта и инструмент» против каждого дефекта кратко указывается способ его обнаружения; например, «осмотр», «замер диаметра», «замер зазора между кольцом и канавкой», «гидравлическое испытание», «замер биения» и т.п. и измерительный инструмент или приспособления, необходимые для обнаружения дефекта.

Кроме наименования инструмента, записывается его характеристика (точность отсчета, пределы измерения). Например, штангенциркуль 150 мм с нониусом 0,05 мм, или микрометр 25-50 мм, или щуп (набор № 3) и т.д.

В случае, когда для обнаружения дефекта могут быть применены несколько способов (например, замер диаметра и замер зазора), записывается каждый способ с соответствующим инструментом.

В некоторых случаях для объяснения способа обнаружения дефекта может потребоваться схема установки детали или инструмента для выполнения замера, тогда схема установки вычерчивается в этой же графе;

г) в графе «№ сопрягаемой детали» против каждого дефекта указывается № по каталогу той детали, которая сопрягается с дефектной поверхностью рассматриваемой детали. Например, при дефекте шатуна «износ внутренней поверхности верхней головки» в графе следует указать № втулки по каталогу, а для дефекта того же шатуна «износ поверхности под гайками болтов» сопрягаемой деталью будет являться гайка болта шатуна.

При таких дефектах, как, например, трещина водяной рубашки, изгиб шатуна и т.п. графа «№ сопрягаемой детали» не заполняется;

д) в графах «Нормальный размер, зазор (натяг)» против каждого дефекта проставляются данные, взятые из чертежа детали или из карты на ремонт детали, относящиеся к рассматриваемому дефектному месту. Например, в эту графу для втулки при дефекте «износ внутренней поверхности» следует записать внутренний диаметр втулки с допусками и пределы зазора, заданные чертежами сопрягаемых деталей.

Размеры проставляются с предельными отклонениями, зазоры или натяги проставляются наибольший и наименьший: для некоторых дефектов (например, для дефекта «трещина водяной рубашки») эта графа не заполняется,

е) в графах «Допустимые без ремонта размеры, зазор (натяг)» указываются размеры рассматриваемой дефектной поверхности для сопряжения с работавшей и новой деталью и зазор или натяг между ней и сопрягаемой новой деталью, при которых еще допускается постановка детали на машину без ремонта. Допустимый без ремонта размер берется из таблиц технологии или исчисляется по следующему выражению:

для вала $D_{\partial} = D_{\min} - (S_{\partial} - S_{\max})$

для отверстия $D_{\partial} = D_{\max} + (S_{\partial} - S_{\max})$

где D_{∂} – допустимый без ремонта размер детали, мм,

S_{∂} – допустимый без ремонта зазор, мм;

D_{\max} – наибольший нормальный размер детали, мм;

D_{\min} – наименьший нормальный размер детали, мм;

S_{\max} – наибольший зазор посадки, мм.

Например, нормальный размер внутреннего диаметра втулки равен $60^{+0,030}$ мм, нормальный зазор между ней и сопрягаемой деталью (например, валиком) от 0,05 до 0,07 мм, а допустимый без ремонта зазор равен 0,15 мм, тогда допустимый без ремонта размер, для сопряжения с новой деталью, исчисляется следующим образом:

– наибольший нормальный размер втулки 60,03 мм; наибольший нормальный зазор равен 0,07 мм; допустимый без ремонта зазор равен 0,15 мм, допустимый износ будет $0,15 - 0,07 = 0,08$ мм. Допустимый без ремонта размер (внутренний диаметр) втулки будет равен: $60,03 + 0,08 = 60,11$ мм.

При отсутствии данных о допустимых без ремонта зазорах (S_{∂}) в подвижных сопряжениях и натягах в неподвижных сопряжениях можно, ориентировочно, руководствоваться следующими соображениями:

1. У подвижных сопряжений высокого класса точности, где увеличение зазора вследствие износа непосредственно влияет на изменение эффективных показателей работы сопряжения, например, сопряжение цилиндр – поршень, можно допустить без ремонта увеличение зазора в 1,2-1,5 раза по сравнению с нормальным, тогда $S_1 = 1,2 \dots 1,5 S_n$.

Примечание. За нормальный зазор принимается

средний зазор посадки $S_n = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2}$

Увеличение зазора без ремонта в сопряжении канавка поршня – кольцо можно допустить в 2...3,3 раза.

2. В ответственных сопряжениях, где увеличение зазора сильно влияет на темп нарастания износа деталей сопряжения и может вызвать аварии и разрушения (например, сопряжение палец – втулка верхней головки шатуна, шатунный подшипник – шейка коленчатого вала, втулка—шейка распределительного вала и т.п.), можно допустить без ремонта увеличение зазора в три-пять раз по сравнению с нормальным ($S_{\partial} = (3 \dots 5) S_n$).

3. У сопряжений с неподвижными посадками величина допустимого без ремонта натяга колеблется в пределах 0,01-0,03 мм, за исключением

особых сопряжений, как, например, посадка венца маховика, втулки верхней головки шатуна и др., требующих больших величин натяга.

4. У сопряжений с переходными посадками допустимой без ремонта величиной зазора следует считать зазор посадки, увеличенный в 3-5 раз.

5. Допустимой без ремонта величиной зазора в подшипниках качения следует считать равной в 6-10 раз больше нормального.

6. В шлицевых соединениях допустимым без ремонта следует считать увеличение зазора в 15...20 раз по сравнению с нормальным, то есть $S_0 = (12...20)S_n$ (для Т-100 ≈ 6 раз).

7. Уменьшение толщины зуба шестерен можно допускать на 0,8-1,0 мм по сравнению с нормальной (из условий допускаемого нарушения правильности зацепления или толщины слоя цементации для шестерен с цементированными зубьями).

Выкрашивание зубьев можно допустить не больше, чем у трех смежных зубьев до $\frac{1}{3}$ их длины,

ж) в графе «Замеренный размер» записывается размер детали, замеренный по месту наибольшего износа;

з) в графе «Замеренный зазор (натяг)» указывается непосредственно замеренный зазор с помощью щупа, свинцовой проволочки и микрометра и т. д.

Если зазор не измерялся, то записывается результат, полученный подсчетом по замерам сопрягающихся поверхностей деталей. Величина натяга подсчитывается по результатам замеров сопрягающихся поверхностей деталей;

и) в графе «Заключение» пишется заключение по данному дефекту детали: годна для сопряжения с новой или работавшей деталью, требует ремонта, выбраковать.

Заключение дается при сравнении замеренных или подсчитанных размеров и зазоров или натягов с данными, записанными в графе «Допустимые без ремонта», по каждому рассматриваемому дефекту.

Технологическая карта на дефектовку узла составляется на все детали узла машины, данного студенту для дефектовки кроме крепежных деталей.

Оборудование рабочего места, инструменты, материалы

Детали для дефектации, альбомы чертежей, набор инструмента.

Задание

1) составить технологическую карту на дефектовку деталей узла;

2) составить технологическую карту на восстановление детали.

Получить у лаборанта:

а) альбомы типовой технологии на разборку, дефектовку, сборку и ремонт деталей машины данной марки;

- б) монтажный инструмент-комплект по карте типовой технологии;
- в) мерительный инструмент-комплект.

3 Порядок выполнения задания

1. Произвести разборку узла.
2. Осмотреть детали, установить наличие у них дефектов, величины износов
3. Заполнить карту на дефектовку деталей узла, сделать в ней выводы о годности деталей для дальнейшего использования или о необходимости их восстановления.
4. Произвести сборку узла.
5. Узел машины, мерительный и монтажный инструменты сдать лаборанту.

На разработку технологической карты на восстановление детали студенту выдается задание: чертеж детали с указанием мест износа.

По данным этого чертежа студент разрабатывает карту и сдает ее преподавателю. Для разработки карты студент использует материалы лекций, альбомы типовой технологии на восстановление деталей и справочную литературу.

Указания к составлению технологической карты на восстановление детали

Карта выполняется на листах формата А3 (297х420 мм) (приложение А). Первая часть (лист №1) карты содержит основные сведения о детали: эскиз детали с размерами и допусками на изготовление, с указанием качества обработки поверхностей, а также общие данные – наименование, № по каталогу, материал, термообработка, величины износа отдельных поверхностей детали и др. Вторая часть (лист №2) карты содержит технологию восстановления детали, которую необходимо выполнить, чтобы устранить все возможные ее дефекты.

Содержание граф должно быть следующим:

а) в графе «Наименование дефектов» последовательно вписываются те дефекты, которые указаны в задании;

б) в графе «Способ восстановления» по каждому из рассматриваемых дефектов указываются возможные способы устранения дефекта;

Если возможны несколько способов устранения одного и того же дефекта, то рассматривается каждый из способов, за исключением явно не пригодных по каким-либо показателям (низкое качество, высокая стоимость и т. п.).

Например, для дефекта «износ посадочной шейки вала под шарикоподшипник» возможно восстановление изношенной поверхности им-

пульсно-дуговой наплавкой, кольцеванием, хромированием, электроискровым наращиванием, металлизацией и др.

Из перечисленных способов восстановления металлизацию применять явно нецелесообразно, и его в карте не следует рассматривать. Остальные способы восстановления должны быть в карте рассмотрены.

Способ восстановления записывается кратко, указывается только наименование способа: «наварка», «кольцеванием» и т.д.;

в) в графе «Операции восстановления» против каждого из принятых способов указываются все операции, которые нужно выполнить при восстановлении детали. Например, если для устранения дефекта «износ посадочной шейки вала под шарикоподшипник» рассмотреть способ восстановления «наварка», то операции восстановления нужно записать следующим образом: установить валик в центры токарного станка и обточить посадочную шейку до диаметра.....мм, наварить обточенную поверхность электросваркой до диаметра.....мм, установить валик в центры токарного станка и обточить наваренную поверхность до диаметра.....мм; шлифовать посадочную шейку до диаметра.....мм.

Операции должны излагаться кратко, в повелительной форме. Указывается также (главным образом, для механической обработки) способ установки (в центрах, в патроне). В более сложных случаях, например, при установке с помощью специального приспособления, может понадобиться изображение схемы установки, которая вычерчивается на свободном месте карты;

г) в графе «Режим обработки» указывается для каждой из операций восстановления режим ее выполнения. Например, для наварки — марка электрода, диаметр электрода, сила тока, количество слоев; для обточки — число проходов, глубина резания, подача, скорость резания. Элементы режима обработки записываются общепринятыми условными обозначениями;

д) в графе «Технические условия и указания» против каждой из операций указываются технические условия на ее выполнение. Например, для наварки: «наваренная поверхность не должна иметь глубоких раковин, шлаковых включений, трещин и пережогов; наваренный слой не должен отслаиваться при механической обработке». Для обточки или шлифования указывается чистота поверхности, допускаемая овальность или конусность, биение и т. п.

В этой же графе, при необходимости, записываются отдельные технические указания по выполнению операций, например, точность установки, необходимость обработки каких-нибудь поверхностей с одной установки и т.п.;

е) в графе «Оборудование, приспособление и инструмент» против каждой операции указывается оборудование (механическое, сварочное и др.), приспособления и инструмент, необходимые для выполнения операции. Инструмент записывается с краткой характеристикой, например, сверло Ø10 мм, метчики М12х1,25, молоток 500г и т. п. Оборудование записывается также с краткой характеристикой, например, пресс гидравлический 20 т. Указывается марка или шифр оборудования, например, станок токарный 1А62;

ж) в графе «Метод контроля и инструмент» против каждой операции указываются необходимые контрольные операции в соответствии с заданными размерами обработки и техническими условиями, с указанием контрольного инструмента, приспособлений и приборов. Например, осмотр, замер диаметра – микрометр 25-50 мм; замер биения – призмы, индикатор часового типа и универсальный штатив для индикатора и т.д.

В отдельных случаях может понадобиться изображение схемы установки для контроля, которая вычерчивается в этой же графе;

з) в графе «Норма времени на операцию» указывается общая (калькуляционная) норма времени на операцию.

По согласованию с преподавателем для нормирования выбирается один из дефектов, при устранении которого можно применить несколько способов восстановления детали. Для каждого из способов следует установить общую норму времени, потребную для устранения дефекта, и сделать заключение, какой из способов наиболее целесообразно применить.

В объяснительной записке к технологической карте следует коротко обосновать:

- а) допустимые без ремонта размеры, зазоры (натяги);
- б) технические условия на окончательную выбраковку детали;
- в) выбор способов восстановления детали;
- г) выбор технологического процесса восстановления детали;
- д) выбор режимов обработки с указанием ссылок на литературные источники (откуда взяты режимы обработки);
- е) расчеты нормы времени по элементам; если при расчетах использованы нормативные таблицы, то следует указать, из каких книг они взяты.

Форма отчета

- 1) заполненная технологическая карта на дефектовку деталей узла;
- 2) заполненная технологическая карта на восстановление детали;
- 3) ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Что такое «дефектация» (дефектовка)?
2. Какие размеры называются «номинальными», «допустимыми» и «пределными»?
3. Какие данные должна содержать технологическая карта на дефектовку?
4. Как рассчитать допустимый без ремонта размер?
5. Как рассчитать средний зазор посадки?

9 ДЕФЕКТОСКОПИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ

Продолжительность 4ч.

1 Цель работы – изучить способы выявления трещин и скрытых дефектов в деталях машин

2 Общие сведения

Метод основан на свойстве ультразвуковых колебаний (волн) прямолинейно распространяться в однородном твердом теле и отражаться от границ раздела сред, обладающих различными акустическими сопротивлениями, в том числе нарушенной сплошности материала (трещин, раковин, расслоений и др.). Он является разновидностью акустических методов контроля дефектов. Различают три основных метода обнаружения дефектов с помощью ультразвука: теневой, зеркально-теневой и эхо-метод. Теневой метод основан на сквозном прозвучивании. Ультразвуковые колебания (УЗК) вводят в деталь с одной стороны, для чего служат пьезоизлучатель и генератор. Колебания принимаются пьезо-приемником, расположенным с противоположной стороны детали. Недостаток этого метода заключается в необходимости доступа к изделию с двух сторон, что не всегда возможно, а также синхронного перемещения пьезоизлучателя и пьезоприемника по поверхности детали. Эхо-метод в отличие от теневого и зеркально-теневого основан на посылке в деталь излучения в виде коротких импульсов один за другим, регистрации интенсивности и времени, отраженных от дефектов и границ детали сигналов (эхо-сигналов). Для того чтобы эхо-сигналы не попали на пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП) ультразвуковых сигналов в период, когда он работает как излучатель, длительность пауз в 2-3 раза больше длительности импульсов.

Если деталь; не имеет дефектов, импульсы от ПЭП доходят до противоположной стороны детали (дна) и, отразившись, возбуждают данный сигнал, который будет воспринят пьезоэлементом, преобразован, усилен и подан на электронно-лучевую трубку (ЭЛТ) осциллографа, где появятся два сигнала.

При наличии на пути импульса дефекта пьезоэлемент вначале принимает эхо-сигнал от участка с дефектом, а затем донный сигнал; и на осциллографе появится, еще один сигнал, расположенный между начальным и донными сигналами. Расстояние между начальным и донными сигналами составляет в определенном масштабе толщину проверяемой детали, а расстояние между начальным и промежуточными сигналами указывает на местоположение дефекта. Если в проверяемой детали имеется несколько дефектов, то на осциллографе будут видны несколько промежуточных сигналов. Всю деталь проверяют перемещением в определенной последовательности ПЭПа по поверхности детали, при этом наблюдая за экраном осциллографа.

Пьезоэлектрические преобразователи разделяются на четыре типа: прямые, наклонные, совмещенные и раздельно-совмещенные. Первый предназначен для ввода в деталь волн, перпендикулярно к поверхности детали, второй - для ввода в деталь поверхностных, продольных или поперечных волн в зависимости от поставленной цели, а третий и четвертый - для ввода пучка продольных волн под определенным углом к плоскости перпендикулярной к поверхности детали.

Применение таких головок дает возможность обнаружить не только внутренние дефекты, но и наружные, например усталостные трещины различного характера.

Рабочая поверхность пьезоэлектрических преобразователей контактирует с поверхностью детали через жидкости. В зависимости от толщины слоя они делятся на контактные, целевые и иммерсионные. Первые имеют слой жидкости меньше, длины волны УЗК, вторые – соизмеримую с длиной волны, а третьи – значительно больше ее. Выбор типа акустического контакта зависит от состояния рабочей поверхности проверяемой детали. Чем ниже ее шероховатость, тем меньше слой жидкости. Для этого используют масло средней вязкости, воду или мыльную пену.

На ремонтных предприятиях применяют различные ультразвуковые дефектоскопы: УЗД-7М, ДУК-63, УД-11ПУ, УД-ЮП, УД2-12 и др.

3 Устройство и принцип работы дефектоскопа УД2-12

Дефектоскоп реализует эхо-метод, теневой и зеркально-теневой методы контроля. Диапазон толщин контролируемых деталей от 1 до 999 мм по цифровому индикатору и от 1 до 5000 мм по экрану электронно-лучевой трубки.

Он позволяет также подключать внешние устройства и измерительные приборы (осциллограф, вольтметр) с выходным сопротивлением не менее 1 Ом через разъем «x8», доступ к которому осуществляется через окно в нижней крышке дефектоскопа.

Встроенные устройства автоматизированной обработки результатов контроля позволяют производить настройку и диагностику его технического состояния с элементами самопроверки.

Структурная схема дефектоскопа УД2-12 приведена на рисунке 9.1. Он состоит из десяти функционально законченных блоков, связь между которыми осуществляется через разъемные соединения каркаса и двух съемных полукожухов (верхнего и нижнего).

4 Режимы работы дефектоскопа

Дефектоскоп может работать в следующих режимах:

- режим «αВ» - измерение отношения входных амплитуд сигналов в децибелах;
- режим «mm Н» - измерение глубины залегания дефекта в миллиметрах при работе с совмещенным и раздельно-совмещенным пьезоэлектрическим преобразователем;

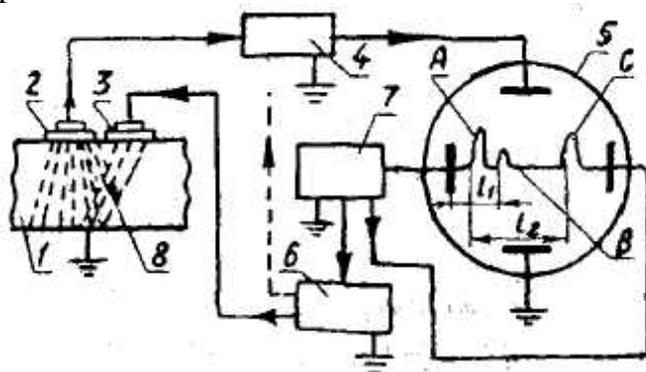


Рисунок 9.1 - Структурная схема дефектоскопа УД2-12

- 1 - контролируемая деталь, 2 - приемная пластина; 3 - излучающая пластина;
 4 - усилитель; 5 - электролучевая трубка; 6 - генератор, 7 - генератор развертки,
 8 - дефект, А - начальный импульс; В - импульс, отраженный от дефекта;
 С - донный сигнал

- режим «mm Х» - измерение Х-координаты дефекта в миллиметрах при работе с наклонным ПЭП,
- режим «mm У» - измерение У-координаты (глубины залегания) дефекта в миллиметрах при работе с наклонным ПЭП;
- режим «μS» - измерение временного интервала электрических импульсов;
- дежурный режим.

В режиме «αВ» дефектоскоп работает следующим образом (рисунок 9.1). Стабилизатор напряжения (СН) вырабатывает синхроимпульсы, управляющие работой всех блоков и запускающие генератор ГИВ, который возбуждает колоколообразным радиоимпульсом ПЭП, подключенный одновременно разъемом 11 (→" и 12→)" (рисунок 9.2). УЗК, отраженные от дефекта или от границ проверяемой детали, принимаются ПЭП и в виде

радиоимпульсов поступают на вход приемного устройства (УП), где они усиливаются и преобразуются в видеоимпульсы с выхода УП. Видеоимпульсы поступают на блок ЭЛТ для изображения на экране ЭЛТ, измерителя отношений (ИО) для формирования временного интервала, пропорционального амплитуде дефекта в децибелах и блок АСД для сравнения с тремя наперед заданными порогами. На второй вход УП поступает сигнал ВРЧ с выхода блока ИО, который выравнивает чувствительность УП по времени прихода сигналов, отраженных от дефектов. В блоке АСД вырабатывается строб АСД, который управляет работой ИО, и поступает на блок ЭЛТ для изображения на экране ЭЛТ. Временный интервал, пропорциональный амплитуде сигнала от дефекта, с выхода ИО поступает на вход БЦО, где обрабатывается и фиксируется на цифровом табло БЦО в децибелах. Для регулировки ослабления входных сигналов, УП снабжен аттенуатором.

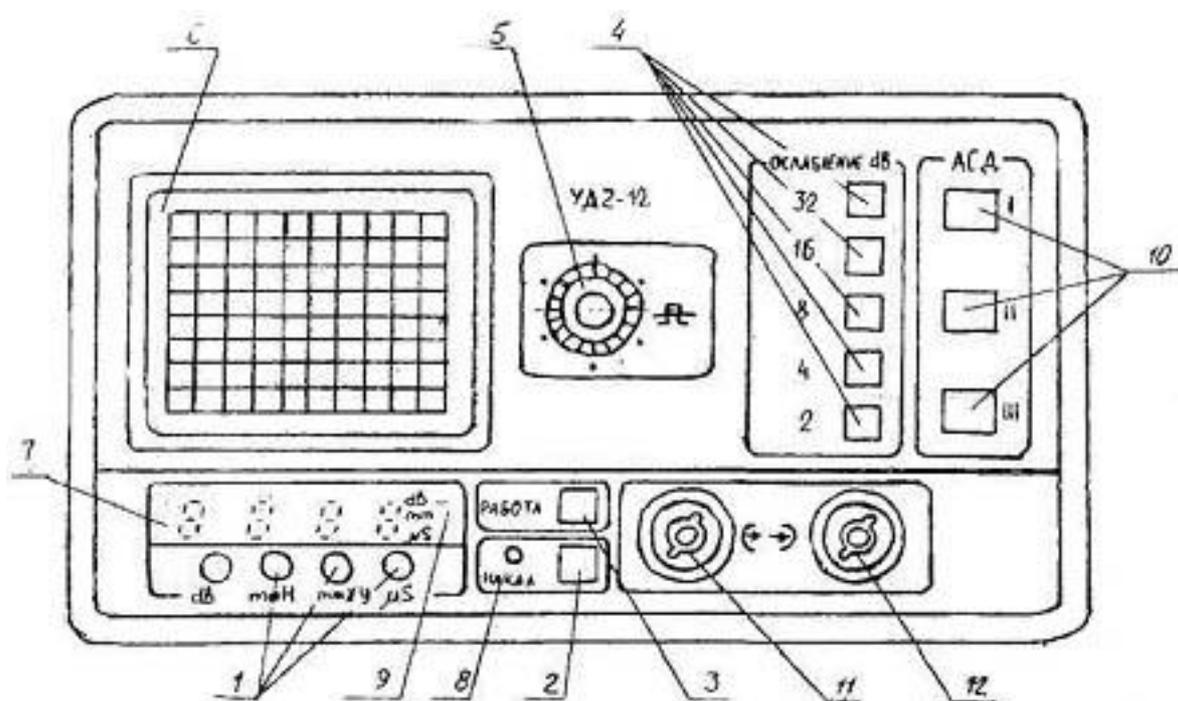


Рисунок 9.2 - Передняя панель дефектоскопа УД2-12

1 -сенсорный переключатель режима отсчета, 2 - кнопка «накал» включает ЭЛТ,
 3 - кнопка «работа»; 4 - кнопки аттенуатора; 5 - ручка для ручного изменения сигнала
 на экране ЭЛТ; 6 - экран ЭЛТ; 7 - цифровой индикатор; 8 - индикатор включения ЭЛТ;
 9 - индикатор режима отсчета; 10 - индикатор АСД,
 11,12 - разъемы для подключения ПЭП

Для повышения разрешающей способности дефектоскопа УП снабжен схемой регулировки шумов, который позволяет пропорционально уменьшать амплитуду помех, не искажая параметры полезных сигналов.

В целях быстрой настройки дефектоскопа кривая ВРЧ выведена (с возможностью отключения) на экран ЭЛТ, а для компенсации неравномерности выравнивания амплитуд введен регулятор формы ВРЧ. Блок развертки (БР) вырабатывает пилообразное напряжение горизонтального отклонения луча и обеспечивает возможность вывода на экран ЭЛТ кривой ВРЗ для строба АСД.

БЦО, кроме фиксации результатов контроля, позволяет производить измерение временных интервалов: длительности и задержки развертки, длительности и задержки стробов АСД и ВРЗ, установки нуля глубиномера.

В режиме «mm Н» глубиномер, расположенный в БР вырабатывает интервал времени, начало которого совпадает с зондирующим импульсом, а конец – с первым импульсом, находящимся в зоне строба АСД. Этот интервал измеряется и индуцируется в БЦО. Калибровка по скорости УЗК осуществляется ручкой потенциометра, конструктивно расположенной в блоке ЭЛТ. Глубиномер может работать в ручном режиме, когда измеряемый интервал времени формируется между зондирующим импульсом и первым, видимым на экране ЭЛТ импульсом. Предшествующие, ненужные для измерения импульсы гасятся на экране ЭЛТ при вращении ручки 5

«» (рисунок 9.3).

В режимах «mm X» и «mm Y» дефектоскоп работает аналогично режиму «mm Н», а калибровка производится ручками потенциометров «▼ mm Y» и «▼ mm X» соответственно.

В режиме «μS» БЦО измеряет длительность импульса, поданного из гнезда 10 «▼» непосредственно в микросекундах. При последовательном касании сенсорного поля «μS» (рисунок 9.2) происходит переключение пределов измерения.

В дежурном режиме напряжение питания подается только на накал ЭЛТ, что значительно снижает потребляемую от аккумулятора мощность. Он применяется при частой смене объектов контроля и рабочих мест.

При включении питания дефектоскопа схему выбора режимов первоначально устанавливают на режим «αВ». В дальнейшем последовательность установки режимов «αВ», «mm Н», «mm X, Y» и «μS» произвольна. В режиме «μS» при последовательном касании сенсорного контакта «μS» осуществляется переключение дискретности 1: 0,1; 1: 0,01. В режиме «mm X, Y» при последовательном касании сенсорного контакта «mm X, Y» осуществляется последовательная установка режимов измерения «mm X» и «mm Y».

Таблица 9.1 - Режимы отсчета

Режим отсчета	Индикатор режима	Положение запятой	Количество выборок	Частота генератора импульсов	Коммутатор входов	Диапазон измерения
dB		00,00	100	5	dB	1 – 20
mmH		000,0	100	1 – 3,5	mm/μS	0,1 – 999,9
mmX		000,0	100	0,5 – 1,75	mm/μS	0,1 – 999,9
mmY		000,0	100	0,5 – 1,75	mm/μS	1 – 999,9
μS		0000	1	10	mm/μS	0,1 – 999,9
μS		000,0	10	10	mm/μS	0,1 – 999,9
μS		00,00	100	10	mm/μS	00,1 – 999,9

а) Подготовка дефектоскопа к работе

Перед включением дефектоскопа студенту необходимо убедиться в соответствии напряжения питающей сети требованиям прибора. В случае работы с зарядным устройством АЗУ-0,4 необходимо проверить и установить напряжение переключения индикаторов «заряд - разряд». Доступ к ручке обеспечивается через отверстие в верхней части кожуха зарядного устройства.

При работе дефектоскопа в режиме внутренней синхронизации кнопка 3 $\frac{\text{внешн}}{\text{внутр}}$ (на задней панели) должна быть нажата, а при работе в режиме внешней синхронизации - отпущена. При этом на вход « \leftrightarrow », расположенный там же, должен быть подан сигнал синхронизации, параметры которого должны находиться в пределах: полярность - любая, амплитуда 5-10 V, частота следования 50-1000 Hz, длительность импульса 2-20 μS.

б) Включение и управление органами дефектоскопа

На передней панели (рисунок 9.2) нажать кнопку 2 «накал» и через 1 мин - кнопку 3 «работа». При этом должна загореться горизонтальная черточка 9 против сенсорного контакта «dB»; ручку 5  поставить в крайнее левое положение.

Кнопка 3 $\frac{\text{внешн}}{\text{внутр}}$ и 23 «2.5» должны быть нажаты, а кнопка 2 «x2» (рисунок 9.2) отпущена.

На верхней панели кнопки 11 «▼»; 16 «ΛΛ»; 17 «x10»; 21 «1,25», 22 «1,8», 24 «5,0»; 25 «10,0», 27 « $\frac{\text{mm}^2}{\text{dB}}$ »; 40 « $\frac{\text{АСД}}{\text{ВРЧ}}$ »; 45 «»; должны быть отпущены, а регуляторы 5 «»; 6 «»; 7 «»; 8 «»; 9 «»; 36 «» поставлены в крайне правое положение.

Регуляторами 5; 6; 7; 8; 9, расположенными на панели 5 (рисунок 9.2), установить линию луча на нулевую линию горизонтальной шкалы ЭЛТ. Начало линии совместить с левой границей шкалы и получить четкое изображение луча.

Структурные шумы полностью или частично убираются ручкой 37

«» (рисунок 9.2), уменьшение шума почти не изменяет амплитуду, полезного сигнала.

в) Выбор частоты следования зондирующих импульсов и типа ПЭП

Это производится в зависимости от марки контролируемых деталей. Высокую частоту следования устанавливают для получения яркого изображения на экране ЭЛТ при малой длительности разверток, а также при автоматическом или полуавтоматическом контроле деталей в серийном производстве.

Низкую частоту следования устанавливают при контроле деталей из материала с малым затуханием УЗК. В противном случае возможны реверберационные помехи при проверке деталей малого диаметра, большой толщины и при работе в режиме задержанной развертки.

Тип ПЭП выбирается в зависимости от формы проверяемых деталей и места проверки. Прямые и наклонные ПЭП присоединяют к разъему 11 и 12 (рисунок 9.2) кабелями ЩОЧ.850.307 или ЩОЧ.850.278-01, а отдельно-совмещенные ПЭП кабелем ЩОЧ 850.021, при этом к разъему 11 прибора и к разъему «Г» преобразователя подключают разъемы кабеля, обозначенные белой краской.

При длительности задержки зон ВРЧ и АДС больше длительности развертки на второй развертке появляется ложный строб ВРЧ или АДС. Величину задержки стробов АДС и ВРЧ регулируют ручками 32 и 42 (рисунок 9.2).

г) Контроль деталей на наличие дефектов и измерение глубины их нахождения

Перед настройкой производят подготовку дефектоскопа в соответствии с п. а - в.

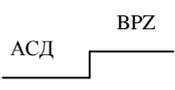
Настройка ВРЧ производится следующим образом: прогреть дефектоскоп 5 мин; подключить ПЭП, предварительно смоченный контакт-

ной жидкостью; установить его на образец с «ближним отражателем»; нажать кнопку 16 « $\Lambda\Lambda$ », ручкой 34 « \triangleright » и кнопками 4 «ослабление dB» (рисунок 9.2) установить сигнал на стандартном уровне; ручкой 32 «» установить начало строба ВРЧ, который находится на второй развертке. При появлении на линии второй развертки двух стробов ВРЧ (при малых длительностях развертки) работать со вторым стробом.

Установить ПЭП на рабочую поверхность образца с дальним отражением и ручкой 32 «» (рисунок 9.2) установить конец строба ВРЧ на перпендикуляр, восстановленный из основания переднего фронта импульса, отраженного от «дальнего отражателя»; ручкой 29 «», установив необходимую амплитуду сигнала, и ручками 15 «» и 19 «» создать условия для нормального наблюдения его на экране ЭЛТ.

Установить ПЭП на рабочую поверхность образца со «средним отражателем» и, при необходимости, ручкой 28 «» установить амплитуду сигнала, равную стандартному уровню.

Установить ПЭП на рабочую поверхность образца с «ближним», «средним» и «дальним» отражениями и замерить амплитуду сигналов, они должны быть примерно равны. Если этого не получается, то повторить снова настройку ВРЧ дефектоскопа.

Установка зоны АСД. Установка зоны АСД производится нажатием кнопки 40 «». Далее ручками 41 «» и 42 «» установить строб АСД по экрану ЭЛТ таким образом, чтобы он перекрывал сигналы от всех отражателей (от «ближнего» до «дальнего»). Строб АСД будет наблюдаться одновременно на первой и второй развертках.

Установка порогов срабатывания индикаторов АСД. Перед установкой выполнить указание п. а, затем установить ПЭП на образец со «средним отражателем» и кнопками аттенюатора 4 (рисунок 9.2) довести ослабление до 40 dB.

Ручкой 34 « \triangleright » установить амплитуду сигнала примерно на 8 делений шкалы ЭЛТ так, чтобы цифровой индикатор показал 0,02-0,05 dB. При необходимости допускается изменение величины ослабления аттенюатора; ручками 41 «» и 42 «» зафиксировать сигнал от «среднего отражателя» и ручкой 20 «АМПЛ» уменьшить сигнал до тех пор, пока цифровой индикатор покажет $1 \pm 0,3$ dB. Регулятором 44 «I» добиться устойчивого (но на пороге) загорания индикатора АСД «I».

Измените ручкой 20 «АМПЛ» сигнал на 6 dВ, при этом цифровой индикатор должен показывать $7 \pm 0,5$ dВ и регулятором 44 «II» добиться устойчивого (но на пороге) загорания индикатора АСД «II».

Измените ручкой 20 «АМПЛ» сигнал еще на 6 dВ, при этом цифровой индикатор должен показывать $13 \pm 0,7$ dВ и регулятором 44 «III» добиться устойчивого (но на пороге) загорания индикатора АСД «III».

Ручкой 20 «АМПЛ» установите сигнал на 8 делений вертикальной шкалы ЭЛТ и повторите операции по проверке загорания индикатора на АСД «I» АСД «III».

Пороги срабатывания индикаторов АСД находятся в состоянии готовности, если при изменении величины амплитуды сигнала от 8 делений вертикальной шкалы ЭЛТ до нуля проходит последовательное срабатывание индикатора АСД и пороги срабатывания находятся на уровне: «I» - $1 \pm 0,3$ dВ; «II» - $7 \pm 0,5$ dВ; «III» - $13 \pm 0,7$ dВ.

Подстройка или перестройка номинальных значений порогов срабатывания индикатора АСД производится по методике, описанной выше.

Режим изменения временного интервала. В дефектоскопе имеется возможность измерить временные интервалы длительности развертки, задержки развертки, установки нуля глубиномера, длительности стробов АСД и ВРЧ, длительности задержек стробов АСД и ВРЧ.

Для измерения необходимо нажать кнопку 11 «▼» (рисунок 9.2) и соединить шнуром ШО5.282.034 гнездо 10 «4» с гнездом 18 «1» для измерения длительности развертки; с гнездом 14 «2» для измерения задержки развертки; с гнездом 13 «3» — для установки нуля глубиномера; с гнездами 30 «2» или 39 для установки длительности соответственно зоны ВРЧ или строба АСД, а с гнездами 33 «1» или 43 «1» - для контроля соответственно длительности задержки зоны ВРЧ или строба АСД.

Установить сенсорным переключателем 1 (рисунок 9.2) на цифровом индикаторе 7 режим измерения « μS », при этом против надписи « μS » должна загореться горизонтальная черточка (таблица 9.1), а нужная величина отсчёта выбирается последовательным касанием сенсорного контакта « μS », при этом на цифровой табло появляется запятая контроля перемещения в зависимости от величины влево.

Режим измерения глубины залегания дефекта (отражателя). Выполнить указания пунктов а - в и настроить ВРЧ.

Установить ПЭП на образец с «ближним отражателем», а сенсорным переключателем 1 (рисунок 9.2) - режим «mm Н», при этом против надписи «ММ» должна загореться вертикальная черточка (таблица 9.1). Ручкой 12 «» на цифровом табло установить действительные значения глубины залегания и «ближнего отражателя». Установить ПЭП на образец с «дальним ограничителем» и ручкой. 3 «▼ mm Н» найти действительное значение глубины залегания «дальнего отражателя».

Для проверки правильности настройки глубиномера установить ПЭП на «средний отражатель». Глубиномер настроен правильно, если значения, измеренные цифровым индикатором, будут находиться в пределах $\pm(0,01H + 0,5)$ мм, где, H - действительное значение глубины залегания «среднего отражателя» в мм. В случае других значений H повторить предыдущие операции.

Глубиномер автоматически измеряет расстояние от первого импульса, находящегося в стробе АСД, амплитуда которого не менее 2-х больших делений ЭЛТ и не менее 2/3 амплитуды других импульсов в стробе АСД.

При необходимости измерения расстояния до любого импульса, находящегося в стробе АСД, ручкой 5 «» (рисунок 9.2) погасить все импульсы, находящиеся левее измеряемого и зафиксировать его стробом, находящимся в начале линии развертки луча.

Режим измерения координат залегания отражателя (дефекта).
Выполнить указания пунктов а-в и первого образца настройки ВРЧ.

Установить сенсорным переключателем 1 (рисунок 9.2) режим «mmY», при этом против надписи «mmY» должна загореться вертикальная черточка (таблица 9.1). Ручкой 5 «» (рисунок 9.2) зафиксировать сигнал от отражателя, а ручкой 12 «» найти действительное значение координаты Y «ближнего отражателя» на цифровом индикаторе 7 дефектоскопа.

Установить ПЭП на образец с «дальним отражателем», зафиксировать сигнал и ручкой 1 « mm Y» установить действительное значение координаты на цифровом индикаторе 7.

Повторить операции предыдущих 2-х образцов до тех пор, пока показания цифрового индикатора не совпадут с действительными значениями координаты Y.

Для проверки правильности настройки режима измерения координаты установить ПЭП на «средний отражатель» и ручкой 5 «» (рисунок 9.2) зафиксировать сигнал отражения и показание цифрового индикатора 7. Режим измерения координаты Y находится в состоянии готовности, если значения, измеренные цифровым индикатором будут составлять $\pm(0,03Y + 1)$ мм, где, Y - действительное значение глубины залегания отражателя.

Установить сенсорным переключателем режим измерения координаты «mmX», при этом против надписи «mmX» должна загореться вертикальная черточка (таблица 9.1).

Установить ПЭП на образец с «ближним отражателем», а ручкой 2 « mm X» установить действительное значение координаты X для данного ПЭП, предварительно зафиксировав ручкой 5 «» (рисунок 9.2) сигнал от «ближнего отражателя».

При правильной установке координаты X необходимо уточнить положение риски на боковой поверхности ПЭП.

Установить ПЭП на образец с «дальним отражателем» и убедиться, что значение, индуцируемое цифровым индикатором 7 находится в пределах $\pm (0,03Y + 1)$ мм, где Y — действительное расстояние от риски на боковой поверхности ПЭП до перпендикуляра, восстановленного из отражателя.

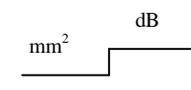
Измерения отношения амплитуд сигналов цифровым индикатором.
Выполнить указания пунктов а и б; установить ПЭП на образец и ручками 41 «» и 42 «» зафиксировать сигнал от отражателя.

В пределах экрана ЭЛТ произвести по цифровому индикатору 7 измерение отношения амплитуды по максимальному сигналу в стробе АСД в пределах 1-20 децибел. При увеличении амплитуды сигнала, превышающей 8 больших делений ЭЛТ происходит переполнение цифрового индикатора, а при уменьшении сигнала до 2 малых делений шкалы ЭЛТ цифровой индикатор показывает нуль.

Для отсчета текущего значения амплитуды сигнала от отражателя в децибелах при совместном использовании цифрового индикатора и аттенюатора 4 «ослабление» необходимо произвести суммирование показателей цифрового индикатора со значениями отжатых кнопок аттенюатора «ослабление» (это будут «положительные» децибелы), либо вычислить разность между нажатыми кнопками аттенюатора «ослабление» и показанием цифрового индикатора (это будут «отрицательные» децибелы).

При необходимости измерения отношения амплитуд других сигналов, находящихся в стробе АСД, отличных от максимальных, необходимо ручкой 5 «» зафиксировать требуемый импульс, при этом строб АСД на ЭЛТ пропадает и появляется короткий строб, а линия луча и все импульсы, находящиеся левее измеряемого импульса, гасятся.

Оценка эквивалентности площадки отражателя. Выполнить указания пунктов а, б и настройку ВЧР, но с ПЭП Щ.03.836.961 (ПП1-2,5-К12-0,02).

Регулятором 41 «» и 42 «» зафиксировать сигналы от «ближнего» и «дальнего» отражателя и нажать кнопку 27 «». Площадь измерения дефекта должна быть равна от 3 до 30 мм².

Ручкой 34 «» (рисунок 9.2) и кнопками 4 «ослабление dB» (рисунок 9.2) установить на цифровом индикаторе 7 значение площади отражателя. После этого усиление дефектоскопа не изменять.

При изменении площади дефекта цифровой индикатор 7 установить в режиме «dB», а показания цифрового индикатора отсчитывать в квадратных миллиметрах (мм²).

По окончании работы убрать за собой рабочее место.

В отчет записать данные об ультразвуковом методе дефектоскопии.

Задание

1. Настроить дефектоскоп
2. Определить скрытые дефекты детали и глубину их залегания
3. Определить размеры дефектов
4. Сделать вывод о годности детали

3 Порядок выполнения задания

1. Подготовить дефектоскоп к работе
2. Выбрать частоту следования зондирующих импульсов и тип ПЭП
3. Контролировать детали на наличие дефектов и измерить глубину их нахождения
4. Записать результаты работы
5. Убрать рабочее место, отчитаться преподавателю за выполненную работу

Форма отчета

1. Общий вид дефектоскопа, назначение кнопок
2. Характеристика детали
3. Порядок настройки и регулировки дефектоскопа
4. Методика поиска дефектов
5. Характеристика дефектов
6. Ответы на контрольные вопросы

4 Контрольные вопросы

1. Что такое «дефектоскопия» и где используется?
2. Какие методы дефектоскопии вы знаете?
3. На чем основан ультразвуковой метод обнаружения дефектов?
4. Разновидностью какого метода является ультразвуковой метод?
5. Какие методы реализует дефектоскоп УД2-12 чем они отличаются друг от друга?
6. Перечислите и охарактеризуйте режимы работы дефектоскопа.

10 МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ДУГОВАЯ НАПЛАВКА В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Продолжительность 2 ч.

1 Цель работы

1. Изучить теоретические основы наплавки в среде углекислого газа.
2. Ознакомиться с устройством, назначением и принципом работы на установке для наплавки в среде CO₂.
3. Освоить технологию наплавки деталей в среде CO₂, и научиться выбирать режимы наплавки.

2 Общие сведения

Наплавку в среде защитных газов применяют для восстановления изношенных поверхностей деталей машин, изготовленных из мало- и среднеуглеродистых сталей и чугуна. В качестве защитной среды используют аргон, гелий, углекислый газ, водяной пар и др. Ввиду дешевизны наибольшее распространение получил углекислый газ и водяной пар.

Производительность технологического процесса наплавки в среде CO₂ на 25...30% выше, чем производительность наплавки под слоем флюса, т.к. отпадает необходимость удаления шлака.

Сущность процесса наплавки состоит в следующем: защитный газ и электродную проволоку подают в зону горения дуги с помощью специальной горелки. При выходе из сопла (рисунок 10.1) горелки 1 защитный газ оттесняет от наконечника и электродной проволоки воздух, препятствуя окислению расплавленного металла.

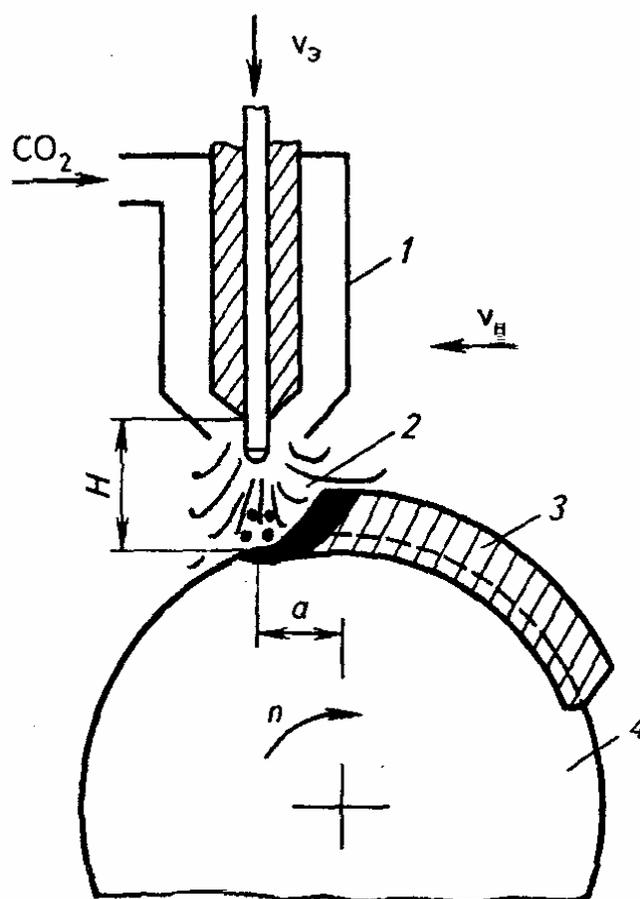


Рисунок 10.1 – Схема наплавки в среде углекислого газа

1 – наплавочная горелка; 2 – зона подачи CO_2 ; 3 – наплавленный металл; 4 – деталь;
 H – вылет электрода; a – смещение электрода с зенита; $V_{\text{н}}$ – скорость наплавки;
 V_3 – скорость подачи электрода; n – частота вращения детали

Для наплавки деталей в среде углекислого газа необходимо иметь сварочный выпрямитель, баллон с углекислотой, находящимся под давлением 1,5 МПа; редуктор, понижающий давление газа до 0,12...0,15 МПа; осушитель для удаления влаги из газа; электроподогреватель газа; устройство для механизированной подачи электродной проволоки к соплу горелки.

Процесс наплавки в среде углекислого газа ведут постоянным током обратной полярности, что уменьшает разбрызгивание металла повышает качество наплавленного слоя.

Физико-механические свойства металла изменяются только за счет соответствующего подбора электрода (таблица 10.1). Поэтому рекомендуется использовать сварочные проволоки с повышенным содержанием легирующих элементов, а также марганца и кремния: $\text{C}_B\text{-08Г2С}$, $\text{C}_B\text{-08xГCMA}$, $\text{C}_B\text{-15x12HMBФБ}$ и др. Диаметр проволок 0,5...2,5 мм.

Таблица 10.1 – Химический состав электрода и наплавленного на различных режимах металла

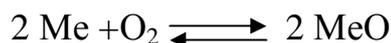
Материал	Сила тока, А	Напряжение, В	Состав, %		
			С	Mn	Si
Проволока диаметром 0,8 мм	-	-	0,110	1,100	0,98
Шов	95	17	,10	,68	0,63
Шов	95	24	0,07	0,41	0,38
Шов	140	20	0,10	0,72	0,63
Проволока диаметром 2,0 мм	-	-	0,11	1,09	0,47
Шов	300	28	0,09	0,68	0,28
Шов	300	35	0,08	0,34	0,10
Шов	400	42	0,09	0,59	0,19

При уменьшении зоны термического влияния можно восстанавливать детали малого диаметра (практически начиная с 10 мм).

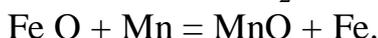
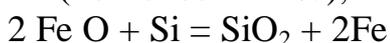
При высокой температуре углекислый газ диссоциирует, т.е.



Происходит реакция окисления расплавленного металла:



Наблюдается интенсивное выгорание углерода, легирующих элементов, значительно ухудшается качество наплавленного металла. Для устранения этого явления рекомендуется применять легированные электродные проволоки с содержанием таких раскислителей, как марганец и кремний (не менее 1...2%), что способствует восстановлению оксидов:



Оксиды марганца и кремния всплывают на поверхность сварочной ванны, образуя тончайшую шлаковую корку.

С повышением напряжения и уменьшением силы тока потери углерода, марганца и кремния растут. Увеличение силы тока более существенно отражается на глубине проплавления, чем при наплавке под слоем флюса.

От распада газа зависят коэффициент расплавления, химический состав шва и наличие пор. Конструкция современных горелок обеспечивает надежную защиту металла при расходе 6...10 л/мин. С ростом силы тока он должен быть увеличен.

Рекомендуемые режимы наплавки металла в среде CO_2 приведены в таблице 10.2.

Таблица 10.2 – Рекомендуемые режимы наплавки металла в среде углекислого газа

Диаметр детали, мм	Толщина наплавочного слоя, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость подачи электрода, м/ч	Смещение электрода с зенита, мм	Скорость наплавки, м/ч	Вылет электрода, мм	Шаг наплавки, мм
10	0,8	0,8	70	17	175	0	20-25	8	1,5
20	0,8	0,8	85	18	200	3,5	20-25	8	1,8
30	1,0	1,0	95	18	150	5...8	20-25	10	1,8
40	1,2	1,0	100	19	150..175	8...10	25-30	10	1,8

К недостаткам наплавки в CO_2 относят: большие потери электродного материала (8...12%), снижение на 10...50% усталостной прочности восстанавливаемых деталей.

Трещины и поры в наплавленном металле и меры по предупреждению их возникновения. При наплавке и сварке в наплавленном металле возникают трещины, видимые невооруженным глазом или невидимые. Невидимые трещины часто называются микротрещинами. Трещины снижают износостойкость деталей, микротрещины не влияют на работоспособность восстановленной детали.

Возникающие при сварке и наплавке трещины бывают кристаллизационные (горячие), околошовные (закалочные), холодные (хрупкие), возникающие после сварки или наплавки. Последние два вида возникают от перенапряжения и большей частью обусловлены наличием кристаллизационных трещин, которые наиболее часто возникают при наплавке сталей с повышенным содержанием углерода и при износостойкой наплавке. Трещины этого типа трудноустраняемы.

Направление кристаллизационных трещин в основном совпадает с направлением роста столбчатых кристаллов и, как правило, эти трещины располагаются по границам столбчатых кристаллов.

Различные элементы по-разному влияют на образование трещин. Хром, никель дают наименьшее количество трещин, марганец, кремний, особенно сера, увеличивают количество трещин. Межкристаллизационные трещины образуются по прослойкам, обволакивающим зерна, которые, имея низкую прочность, под воздействием растягивающих напряжений, возникающих при усадке металла при его охлаждении, трескаются.

Применяют различные методы для уменьшения количества трещин, в том числе нагревание металла перед сваркой до температуры 350...400°C, ввод элементов (хром, никель и др.), которые измельчают зерно, а также элементов, препятствующих образованию межкристаллизаци-

онных легкоплавких эвтектических прослоек, например титана, хрома и др.

Поры в наплавленном металле нежелательны, потому что увеличивают износ деталей, сопряженных с пористой поверхностью. Усталостная прочность деталей с порами снижается. При наплавке деталей под флюсом поры в наплавленном металле могут возникнуть от ржавчины, влаги, газов, воздуха и т.д. Поры в основном образуют газы CO, H₂, N₂.

Чтобы предупредить возникновение пор, ржавчину удаляют, а флюс прокаливают, чтобы удалить влагу. Для уменьшения пористости вводят фтористый кальций, который связывает водород и влагу. Поры уменьшают раскислители – титан, кремний, марганец, алюминий.

Для связывания водорода во флюс или порошковую проволоку вводят фтористый кальций, а для связывания азота вводят титан, цирконий или церий.

Назначение установки

Полуавтомат сварочный ПДГ-161 УХЛ 2 предназначен для дуговой сварки стальных конструкций различного назначения толщиной от 0,6 до 5 мм плавящимся электродом сплошной стальной проволокой диаметром 0,6...1,2 мм в среде углекислого газа, а также самозащитной или активированной порошковой проволокой тех же диаметров.

Устройство и принцип работы

Общий вид установки показан на рисунке 12.2.

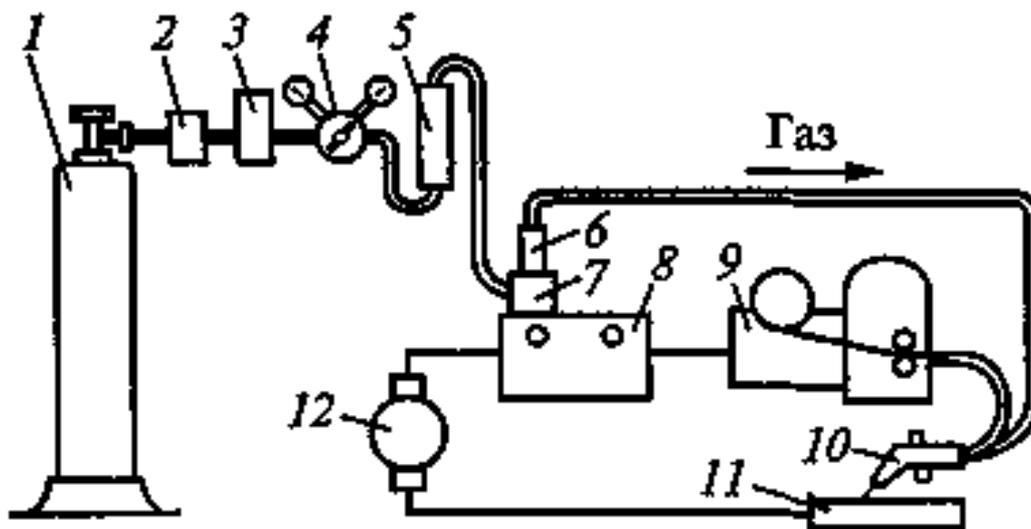


Рисунок 12.2 – Схема установки для сварки (наплавки) в среде CO₂
1 – баллон с углекислым газом; 2 – осушитель; 3 – подогреватель газа; 4 – газовый редуктор; 5 – расходомер газа; 6 – клапан; 7 – электромагнит; 8 – аппаратный ящик; 9 – механизм подачи проволоки; 10 – горелка; 11 – восстанавливаемая деталь; 12 – источник тока

Полуавтомат выполнен в металлическом корпусе, с пластмассовыми решетками. В нижней части расположен источник сварочного тока. Свер-

ху размещен механизм подачи проволоки, кассета для сварочной проволоки. Органы управления расположены на лицевой панели.

Система управления обеспечивает включение полуавтомата при нажатии курка, находящегося в ручке горелки. При этом включается источник сварочного тока, механизм подачи проволоки и подается газ.

Оснащение рабочего места

Слесарный верстак с боковыми листами и крышей, вытяжной зонт, источник питания, сварочный выпрямитель, баллон с углекислотой, редуктор, устройство для механизированной подачи электродной проволоки к соплу горелки, спецодежда, рукавицы брезентовые или перчатки, щиток сварщика со светофильтром для защиты глаз и лица от излучения сварочной дуги и брызг расплавленного металла, детали, необходимый набор инструмента (если требуется).

Задание

1. Для выданной детали (по указанию преподавателя) выбрать и рассчитать режимы наплавки
2. Произвести наплавку поверхности, при необходимости откорректировать режим
3. Оформить отчет о проделанной работе

3 Порядок выполнения задания

1. Установить вал в центрах токарного станка и поджать линолью.
2. Включить станок, проверить визуально центровку вала, при необходимости поправить центровочное отверстие сверлом.
3. Установить скорость вращения шпинделя станка согласно таблицы 10.2, графа «Скорость наплавки» (V_n).
4. Подвести головку к месту наплавки вручную механизмом подачи станка (суппортом).
5. Установить вылет электрода и смещение относительно зенита (см. рисунок 10.1) согласно рекомендациям таблицы 10.2.
6. Отрегулировать сварочный ток (I) по таблице 10.2.
7. Рукояткой на барабане подачи станка установить шаг наплавки на 1 оборот шпинделя по формуле $S=(2 \dots 2,5)d_{эл}$ [мм].
8. Включить вращение шпинделя станка
9. Включить сварочную цепь и произвести наплавку первого валика, предварительно установив защитный экран от излучения сварочной дуги.
10. Проконтролировать процесс наплавки и ввести необходимые коррективы (I, V_n, V_g и т. п.)
11. Результаты занести в отчетную таблицу.
12. Проверить визуально качество наплавленного слоя.

13. Снять наплавленную деталь и произвести измерение параметров, необходимых для вывода.

14. При необходимости произвести повторную наплавку дефектных участков.

15. Обесточить оборудование, убрать за собой рабочее место.

Форма отчета

1. Схема наплавки
2. Эскиз детали с указанием дефектов и размеров
3. Расчет режимов
4. Методика выполнения наплавки
5. Заполненная таблица результатов работы
6. Ответы на контрольные вопросы

Таблица 10.3 – Результаты работы

Характеристика детали (форма, металл, диаметр и т.д.)	Толщина наплавленного слоя, мм	Диаметр электрода, мм	I, А	Ud, В	Vэ, м/ч	Vн, м/ч	п, об/мин	Недостатки.
			Первоначальные					
			Откорректированные					

Вывод:

4 Контрольные вопросы

1. В чем преимущество способа наплавки в среде CO₂ по сравнению с другими способами наплавки?

2. Сущность процесса наплавки в среде CO₂?

3. Какое оборудование необходимо иметь для наплавки деталей в среде CO₂?

4. Почему рекомендуется применять легированные электродные проволоки; с содержанием каких раскислителей?

5. Недостатки способа наплавки в среде CO₂?

6. Перечислите основные дефекты наплавленных поверхностей. Какие из них являются внешними, а какие внутренними?

11 МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ДУГОВАЯ НАПЛАВКА ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА

Продолжительность 2 ч.

1 Цель работы

4. Изучить теоретические основы наплавки под слоем флюса.
5. Ознакомиться с устройством, назначением и принципом работы на установке для наплавки под слоем флюса.
6. Освоить технологию наплавки деталей под слоем флюса, и научиться выбирать режимы наплавки.

2 Общие сведения

Наплавка под слоем флюса представляет собой процесс, когда в зону горения электрической дуги или газового пламени подают электрод (присадочный материал) и флюс для защиты сварочной ванны с расплавленным металлом. Толщина слоя флюса 50...60 мм. Флюс под воздействием теплоты дуги или пламени плавится и образует защитный слой, предохраняющий расплавленный металл от окисления, угара, разбрызгивания и образования пор. Спекшийся флюс после наплавки удаляют с поверхности детали.

Между электродом 1 (рисунок 11.1), проходящим через мундштук 2, и деталью 11 возбуждается электрическая дуга 5. В зону горения последней по флюсопроводу поступает флюс 3. Тепловая энергия, возникающая при горении дуги, оплавляет электрод и расплавляет флюс. В результате образуется флюсовый пузырь, состоящий из газовой оболочки 7 и расплавленного флюса 6, что защищает дугу и расплавленный металл 8 от воздействия внешней среды. По мере перемещения сварочной ванны расплавленный металл 9 остывает и формируется под защитой шлаковой корки 10.

Наплавкой под слоем флюса восстанавливают и упрочняют детали с достаточно большими износами (до 3...5 мм).

Наплавочная установка включает в себя вращатель (токарный станок), обеспечивающий закрепление и вращение деталей и перемещение наплавочной головки относительно ее.

Наплавочная головка состоит из механизма подачи проволоки, изменяющего ступенчато или плавно скорости подачи электрода, мундштука для подвода проволоки к детали, флюсоаппарата, представляющего собой бункер с задвижкой для регулирования количества подаваемого флюса. В некоторых случаях во флюсоаппарат входит устройство для просеивания и транспортирования флюса в бункер.

Наибольшее распространение получила наплавка на постоянном токе, так как она способствует получению более высокой стабильности и качества процесса.

Источниками постоянного тока служат сварочные преобразователи и выпрямители с пологопадающей или жесткой характеристикой, рассчитанные на номинальный ток до 300...500 А.

В процессе наплавки можно в широких пределах изменять физико-механические свойства наплавленного металла за счет выбора соответствующих флюсов и электродных материалов.

Назначение и свойства флюса определяются составом входящих в него компонентов.

Шлакообразующие вещества (марганцевая руда, полевой шпат, кварц, плавиковый шпат и др.) образуют шлаковую корку, необходимую для защиты металла от окисления и улучшения формирования металла шва.

Раскисляющие и легирующие вещества (ферромарганец, ферротитан, феррохром, алюминий и др.) способствуют раскислению сварочной ванны и легированию ее соответствующими элементами.

Газообразующие вещества (крахмал, декстрин, древесная мука и т. д.) при нагреве разлагаются с выделением значительного количества газов (CO и CO_2), которые вытесняют воздух из зоны горения дуги, легкоионизирующиеся газы, стабилизирующие горение дуги. Ионизирующие вещества (сода, поташ, диоксид титана) образуют

Различают плавленные и керамические флюсы и флюсосмеси.

Плавленные флюсы готовят сплавлением в печах компонентов, входящих в их состав, с последующей грануляцией.

Керамические флюсы включают в себя ферросплавы с температурой плавления в 1,5...2,0 раза выше, чем остальные компоненты. Поэтому они не могут быть приготовлены сплавлением.

Компоненты измельчаются, просеиваются и смешиваются в заданных пропорциях с добавлением связующего вещества (жидкого стекла). Полученная масса гранулируется, подсушивается и прокаливается при температуре 300...400°C.

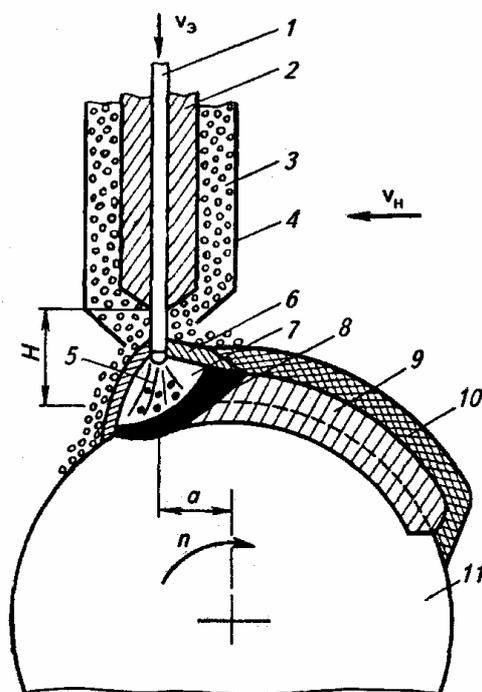


Рисунок 11.1 - Схема наплавки под слоем флюса цилиндрических деталей

1 – электрод; 2 – мундштук; 3 – флюс; 4 – флюсопровод; 5 – электрическая дуга; 6 – расплавленный флюс; 7 – газовая (газошлаковая) оболочка; 8 и 9 – расплавленный и наплавленный металл; 10 – шлаковая корка; 11 – деталь; H – вылет электрода; a – смещение электрода с зенита; $V_{э}$ – скорость подачи электродной проволоки; $V_{н}$ – скорость наплавки; n – частота вращения детали

Различают мелкозернистые (0,4...2,5 мм) и крупнозернистые (1,6...4,0 мм) флюсы. Плавные флюсы имеют низкую стоимость, обеспечивают качественную защиту металла и его легирование марганцем и кремнием. Влияние на физико-механические свойства наплавленного металла достигается подбором соответствующего электрода (таблица 11.1).

Таблица 11.1 - Твердость и относительная износостойкость наплавленного металла под флюсом АН348А для разных электродов

Электрод	Твердость HRC,	Относительная износостойкость	Электрод	Твердость HRC,	Относительная износостойкость
Св-08Г2С	20...22	1,02	НП-50	28...29	1,18
Св-18ХГСА	31...33	1,18	НП-80	34...35	1,24
Нп-20	17...27	1,08	НП-30ХГСА	34...36	1,17

Посредством керамических флюсов за счет имеющихся в их составе ферросплавов можно легировать наплавленный металл хромом, титаном, алюминием и другими металлами (таблица 11.2). Однако стоимость таких флюсов выше.

Таблица 11.2 - Содержание элементов в наплавленном электродом Св-08 металле и его твердость

Флюс	Элемент, %						Твердость HRC,
	C	Cr	Mn	Si	Mo	V	
ЖСН-1	0,50	5,4	2,0	0,6	-	-	47...51
ЖСН-2	0,32	2,8	1,2	0,3	-	-	36...40
ЖСН-4	1,1	5,0	0,6	0,6	-	-	44...45
ЖСН-5	0,18	6,2	0,32	0,3	0,76	0,35	35...38
АНК-18	0,30	3,5	1,4	0,2	-	-	38...47
АНК-19	0,6	4,5	0,8	0,3	-	-	50...55
АНК-40	0,25	1,2	1,2	0,8	-	-	16...32

Флюсосмеси состоят из дешевого плавленного флюса с добавками чугунной стружки, графита и ферросплавов.

Например, при наплавке проволокой Св-08 под слоем флюса АН-348А с добавкой 40 % (по массе) чугунной стружки металл содержит около 0,55 % углерода, 1,65 % марганца и 1,0 % кремния. Твердость металла 400...500 НВ,

С применением флюсосмесей возможна сепарация добавок, что приводит к неравномерному распределению легирующих компонентов в наплавленном металле. Чтобы устранить это явление, следует готовить флюс-агломерат, состоящий из 75...80 % ферросплава и 20...25 % жидкого стекла, что приводит к равенству насыпной массы ферросплава и флюса.

Изменение твердости наплавленного металла от содержания феррохрома и ферромарганца во флюсосмеси показано в таблице 11.3.

Таблица 11.3 - Зависимость твердости наплавленного слоя от содержания ферросплавов во флюсе АН-348А

Элемент	Содержание, %		Твердость, HRC ₃ , проволоки	
	агломерата во флюсе	элемента в слое	Св-08	Св-65
Феррохром	5	2,0	30	40
	10	4,0	36	48
	15	6,0	43	55
	20	8,0	48	52
Ферромарганец	5	4,8	32	40
	10	5,8	40	51
	15	7,1	48	35
	20	9,0	40	40

В зависимости от химического состава различают низкоуглеродистые (Св-08 и Св-12) , углеродистые (НП-30 и НП-50), легированные (Св-12Г2, НП-50ХНТ) и высоколегированные (Св-20Х13, НП-30ХВ) проволоки.

Химический состав электродов оказывает меньшее влияние на свойства наплавленного металла, чем флюс, поскольку металл интенсивно перемешивается в сварочной ванне.

При наплавке деталей из низкоуглеродистых сталей применяют марганцовистые высококремнистые флюсы (АН-348А, ОСЦ-45 и др.), обеспечивающие качественное раскисление металла шва. При наплавке легированных сталей для снижения угара легирующих элементов применяют флюсы с малым содержанием кремния (АН-20).

Качество наплавленного металла зависит от выбора режима процесса. Применение высокой плотности тока приводит к повышению тепловыделения в деталь, что сопровождается увеличением объема жидкого металла ванны и глубины проплавления.

Силу сварочного тока I_{CB} , А, и напряжение U , В, источника питания выбирают по эмпирическим формулам:

$$I_{CB} = 40 \sqrt[3]{D} ; \quad (11.1)$$

$$U = 21 + 0,04 I_{CB} , \quad (11.2)$$

где D — диаметр детали, мм.

С ростом силы тока увеличивается глубина проплавления, в то время в то время как повышение напряжения обеспечивает большую подвижность дуги, что несколько снижает глубину проплавления и делает валики более широкими.

Важный показатель, характеризующий удельное значение скорости наплавки, - коэффициент наплавки, $\Gamma/(A \cdot ч)$,

$$K_H = 2,3 + 0,065 \frac{I_{CB}}{d} , \quad (11.3)$$

где d – диаметр электродной проволоки, мм.

Скорость перемещения дуги, или скорость наплавки, м/ч, обуславливается шириной валиков и глубиной проплавления и может быть выбрана по формуле

$$v_H = \frac{K_H I_{CB}}{Fg100} , \quad (11.4)$$

Скорость подачи электродной проволоки определяется возможностью ее полного расплавления. Тогда

$$v_{\vartheta} = \frac{4 K_H I_{CB}}{(p d^2 g)} , \quad (11.5)$$

При увеличении вылета электродной проволоки повышается электрическое сопротивление цепи, что приводит к росту коэффициента расплавления, снижению тока наплавки, а следовательно, и глубины проплавления. Однако при чрезмерном увеличении этого параметра ухудшается геометрия наплавленных валиков, поэтому вылет электрода, мм,

При смещении электрода a с зенита в сторону, противоположную вращению детали, с одной стороны, улучшаются условия формирования наплавленного слоя, а с другой — гидростатическое давление жидкой ванны металла как бы вытесняет дугу, что уменьшает глубину проплавления. Тогда

$$a = (0,05 \dots 0,07)D. \quad (11.6)$$

Выбранные режимы уточняют в процессе пробных наплавов.

Процессы наплавки под слоем флюса совершенствуются в направлении оптимизации режимов, выбора оборудования и наплавочных материалов. Производительность можно повысить за счет применения ленточных электродов, порошковых проволок и многоэлектродной наплавки.

К существенным недостаткам способа относят: значительный нагрев деталей и возникновение их термических деформаций; вероятность прожога тонкостенных деталей; сложности, связанные с удалением шлаковой корки.

3 Порядок выполнения задания

1. Установить вал в центрах токарного станка и поджечь линолью.
2. Включить станок, проверить визуально центровку вала, при необходимости поправить центровочное отверстие сверлом.
3. Установить скорость вращения шпинделя станка согласно расчетной скорости «Скорость наплавки» (V_n).
4. Подвести головку к месту наплавки вручную механизмом подачи станка (суппортом).
5. Установить вылет электрода и смещение относительно зенита согласно расчета.
6. Отрегулировать сварочный ток ($I_{св}$).
7. Рукояткой на барабане подачи станка установить шаг наплавки на 1 оборот шпинделя по формуле $S = (2 \dots 2,5)d_{эл}$ [мм].
8. Включить вращение шпинделя станка.
9. Включить сварочную цепь и произвести наплавку первого валика, предварительно установив защитный экран от излучения сварочной дуги.
10. Очистить шлак наплавленного валика, включить автоматическую подачу станка и произвести наплавку заданного участка.
11. Проконтролировать процесс наплавки и ввести необходимые коррективы ($I, V_n, V_э$ и т. п.).
12. Выключить сварочную цепь, выключить вращение шпинделя, прекратить подачу флюса.
13. Очистить наплавленную поверхность от шлака, снять деталь со станка.
12. Проверить визуально качество наплавленного слоя.
13. Произвести измерение наплавленной поверхности, определить глубину наплавленного слоя, величину перекрытия валиков и др.

11. Результаты занести в отчетную таблицу.
14. При необходимости произвести повторную наплавку дефектных участков.
15. Обесточить оборудование, убрать рассыпанный флюс и рабочее место.

Оснащение рабочего места

Слесарный верстак с боковыми листами и крышей, вытяжной зонт, источник питания, сварочный выпрямитель, редуктор, устройство для механизированной подачи электродной проволоки к соплу горелки, спецодежда, рукавицы брезентовые или перчатки, щиток сварщика со светофильтром для защиты глаз и лица от излучения сварочной дуги и брызг расплавленного металла, детали, необходимый набор инструмента (если требуется).

Форма отчета

1. Схема наплавки
2. Эскиз детали с указанием дефектов и размеров
3. Расчет режимов
4. Методика выполнения наплавки
5. Заполненная таблица результатов работы
6. Ответы на контрольные вопросы

Таблица 11.4 - Результаты работы

Характеристика детали (форма, металл, диаметр и т.д.)	Толщина наплавленного слоя, мм	Диаметр электрода, мм	I, А	U _d , В	V _э , м/ч	V _н , м/ч	n, об/мин	Недостатки.
			Первоначальные					
			Откорректированные					

Вывод:

4 Контрольные вопросы

1. Преимущество и недостатки способа механизированной наплавки деталей под слоем флюса по сравнению с другими способами наплавки.
2. Сущность процесса механизированной наплавки под слоем флюса.
3. Какое оборудование необходимо иметь для наплавки деталей под слоем флюса?
4. Назначение и состав флюса и входящих в него компонентов?
5. Чем обусловлен выбор того или иного флюса, поясните?
6. Как предварительно можно выбрать режим сварки?

12 РУЧНАЯ АРГОНОДУГОВАЯ СВАРКА НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ И АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Продолжительность 2 ч.

1 Цель работы

1. Изучить теоретические основы аргонодуговой сварки.
2. Ознакомиться с устройством, назначением и принципом работы на установке для дуговой сварки.
3. Освоить технологию сварки деталей из нержавеющей сталей, алюминиевых сплавов на данной установке.

2 Общие сведения

Сваркой называют технологический процесс получения неразъемных соединений твердых металлов посредством установления межатомных связей между свариваемыми деталями при их местном нагреве или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

Дуговая сварка относится к сварке плавлением с помощью электрической дуги. При аргонодуговой сварке, электрическая дуга горит между неплавящимся электродом в среде аргона и свариваемой деталью. Аргон защищает электрод и расплавленный металл от окисления. Для получения электрической дуги применяют постоянный и переменный ток. На постоянном токе электрическая дуга горит устойчиво. Сварку изделий из конструкционных сталей, имеющих небольшую толщину, а также изделий из нержавеющей сталей ведут постоянным током обратной полярности, т. е. Плюс источника сварочного тока подключают к электроду (т. к. температура дуги на аноде выше на сотни градусов, чем на катоде). Остальные изделия сваривают постоянным током прямой полярности в широком диапазоне величины плотности тока, обеспечивающими получение качественного шва без прожогов. Конструкция источников питания сварки на постоянном токе достаточно сложная.

Электрическая дуга на переменном токе малой плотности горит неустойчиво. Для повышения устойчивости увеличивают плотность тока. Поэтому возможно прожигание деталей. В процессе сварки металл плавится, образуя сварочную ванну, а затем затвердевает в виде сварочного шва. Вместе с тем происходят нежелательные явления (окисление металлов, поглощение азота, выгорание легирующих примесей, объемные и структурные изменения), что приводит к короблению деталей, нарушению их термообработки и снижению прочности в сварочном шве.

Сварка деталей из алюминия и его сплавов затрудняется по следующим причинам:

- очень плохая сплавляемость металла из-за образования на его поверхности тугоплавкой оксидной пленки Al_2O_3 ;

- при нагреве до 400...450°C алюминий очень сильно теряет свою прочность и деталь может разрушиться от легкого удара или от действия собственной массы;
- металл не имеет пластического состояния и при нагреве сразу переходит из твердого в жидкое состояние;
- коэффициент линейного расширения в 2, а теплопроводность в 3 раза больше, чем у стали, что способствует появлению значительных остаточных деформаций в свариваемых деталях;
- большая растворимость в расплавленном алюминии водорода способствует образованию пор.

Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины восстанавливаемой детали. При сварке деталей толщиной до 4 мм его диаметр принимают равным толщине восстанавливаемой детали. В других случаях диаметр, мм, целесообразно выбирать по графику (рисунок 12.1) или подсчитывать по эмпирической формуле:

$$d = S/2 + 1, \quad (12.1)$$

где S — толщина свариваемого металла, мм.

Сила сварочного тока $I_{св}$ определяет качество и производительность работ. Она зависит от толщины свариваемого металла S , диаметра электрода d , коэффициента теплопроводности λ , типа сварочного соединения, скорости сварки, положения сварочного шва в пространстве. Сила сварочного тока, A ,

$$I_{св} = Kd, \quad (12.2)$$

где K — коэффициент плотности тока, A/mm . Для металлических электродов он равен 40...50, угольных —5...8 и графитовых—18...20. С увеличением теплопроводности металла сила сварочного тока увеличивается и для алюминия. Тогда

$$I_{св}^{Al} = (1,3...1,5)I_{св}^{Fe} \quad (12.3)$$

Устранение дефектов на деталях из алюминиевых сплавов. Алюминиевые сплавы АЛ2, АЛ4, АЛ9, из которых изготавливают корпусные детали, обладает рядом свойств, затрудняющих их сварку.

Благодаря близости свойств алюминия и кислорода на открытых поверхностях всегда образуется окисная пленка, которая затрудняет процессы сварки. Окисная пленка по своим свойствам значительно отличается от основного металла. Удельный вес окисной пленки $3,85 \text{ г/мм}^3$, а удельный вес основного металла — $2,65 \text{ г/мм}^3$. Температура плавления окисной пленки составляет 2060°C , а температура плавления основного металла $670...650^\circ\text{C}$.

При сварке тугоплавкая и тяжелая окисная пленка не растворяется, опускается в расплавленный металл, оседает на границе расплава и основного металла и препятствует соединению наплавленного металла с основным.

Для получения качественного сварного соединения самой важной задачей является удаление окисной пленки или предупреждение ее обра-

зования. Известны и применяются различные способы предупреждения и удаления окисной пленки: механические, химические, защитных газов и т.д.

У алюминиевых сплавов, обладающих скрытой теплотой плавления, цвет при нагревании не меняется, поэтому переход их из твердого состояния в жидкое почти невозможно заметить, и если не предприняты дополнительные меры (подкладки и т.д.), то расплавленный металл может вытечь и провалиться. Из-за высокой теплопроводности, в 3 раза превышающей теплопроводность малоуглеродистой стали, место сварки быстро охлаждается, поэтому для сварки требуются мощные источники тепла или предварительное подогревание детали.

В сварочных швах алюминия возникают большие растягивающие напряжения из-за большой усадки при остывании после сварки, и если не принять дополнительных мер, то возникнут трещины.

При сварке деталей со сложной конфигурацией необходимо учитывать, что остывание различных по толщине стенок происходит в различные промежутки времени, так как тонкие стенки остывают и приходят в свое окончательное состояние быстрее толстых. В результате возникают напряжения и коробление детали. Дефекты в деталях из алюминиевых сплавов устраняют с помощью газовой, электродуговой и аргонодуговой сварки. Чтобы исключить или значительно уменьшить вероятность возникновения трещин, перед сваркой деталь целесообразно подогреть до температуры 180...300°C в зависимости от толщины свариваемого металла.

Электродуговую сварку деталей из алюминиевых сплавов производят на постоянном токе обратной полярности, так как при переменном токе имеет место большое разбрызгивание наплавляемого металла.

Широкое распространение для восстановления деталей из алюминия и его сплавов, сварки нержавеющей стали получила аргонодуговая сварка, которая в данной лабораторной работе выполняется на установке УДГУ – 1220 УХЛ4.

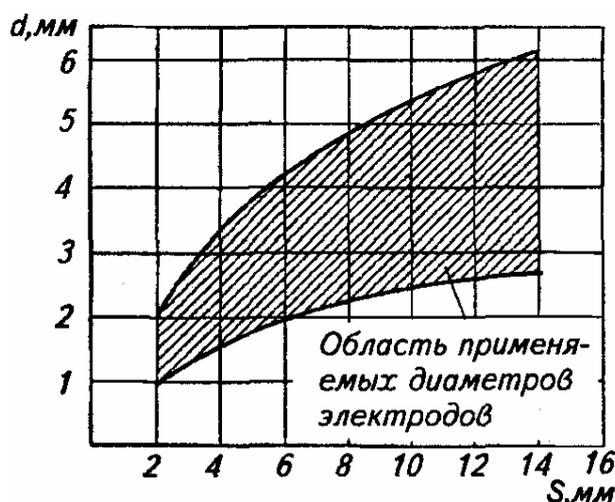


Рисунок 12.1 – Зависимость диаметра электрода от толщины металла

Назначение установки

Установка для дуговой сварки УДГУ – 1220 УХЛ4 предназначена для ручной аргонодуговой сварки на постоянном токе неплавящимся электродом в среде защитного газа (аргона) малоуглеродистых (толщиной до 3 мм) и нержавеющей (толщиной 0,6 – 2мм) сталей, титановых (толщиной до 1 мм) и медноникелевых (толщиной до 0,8 мм) сплавов, а также на переменном токе изделий из алюминия (толщиной до 4 мм) и его сплавов.

Устройство и принцип работы

Установка УДГУ – 1220 УХЛ4 состоит из корпуса, внутри которого установлен трансформатор, блоки диодов и конденсаторов, газовый клапан, источник питания цепей управления, пусковая, защитная и сигнальная аппаратура, блок возбуждения сварочной дуги.

Переключатели и резисторы, обеспечивающие управление, расположены на лицевой панели установки:

- переключатель S3 (поз. 3) сварки на постоянном или переменном токах;

- переключатель S1 (поз. 1) и резистор R20 (поз. 2) для регулировки сварочного тока, регулировка плавно-ступенчатая;

- резистор R17 (поз. 4) для регулирования баланса полувольт сварочного тока;

- резисторы R19 (поз. 6) и R18 (поз. 7) для регулирования времени нарастания и спада сварочного тока;

- резистор R21 (поз. 5) для регулирования времени продувки защитного газа после сварки.

Кроме этого, на лицевой панели установки расположены:

- сигнальная лампочка Н (поз. 2), которая включена при наличии напряжения на установке;

- светодиод V9 (поз. 8), который сигнализирует об отключении силовой цепи установки при перегреве силового трансформатора. В паспорте приняты обозначения элементов по схеме, а в скобках даны номера позиций.

Зажим для зануления (заземления) установки и зажимы для подключения к питающей сети расположены на задней стенке - защищены щитком со знаком "Осторожно! Электрическое напряжение".

Зануление (заземление) установки осуществляется через зануляющую (заземляющую) жилу жёлто-зелёного цвета (либо со специальной маркировкой), подключаемую к зануляющему (заземляющему) зажиму установки.

Сварка производится на постоянном токе прямой полярности ("плюс" на изделии) и переменном - переключатель S3 (поз. 3).

При сварке на постоянном токе ручку резистора R17 (поз. 4) установите примерно в среднее положение. При сварке на переменном токе рези-

стор R17 (поз. 4) используется для настройки компенсации постоянной составляющей сварочного тока.

Одним из преимуществ установки при сварке на переменном токе является возможность регулировки соотношения величин положительной и отрицательной составляющих сварочного тока.

Превышение положительной составляющей сварочного тока обеспечивает "зачистку" или удаление окисной плёнки на алюминии - этот режим надо устанавливать при сварке сильно окисленного алюминия. Следует использовать только необходимое количество "зачистки", т.к. положительная составляющая сварочного тока нагревает вольфрам, что приводит к его разрушению.

Превышение отрицательной составляющей сварочного тока обеспечивает "проплавление". Очищающий эффект будет уменьшен, но дуговая плазма будет более концентрирована и легко направляться в то место, где необходимо большее тепловложение. Превышение отрицательной составляющей сварочного тока позволяет вольфраму лучше охлаждаться, чем при режимах "зачистки" или "баланса", когда величины положительной и отрицательной составляющих сварочного тока равны.

Практически ручка резистора R17 (поз. 4) должна находиться в таком положении, при котором процесс сварки протекает стабильно и на конце электрода образуется полусфера.

Из-за различия теплофизических свойств свариваемых металлов и зависимости величины сварочного тока от параметров конкретного изделия, режимы сварки могут быть указаны лишь ориентировочно. Режимы сварки на постоянном токе приведены в таблице 12.3 паспорта.

Для металлов большей толщины применяется многослойная сварка.

В качестве электрода рекомендуется использовать стержни из лантанированного вольфрама марки ВЛ, пригодные для сварки на постоянном и переменном токах. Диаметр вольфрамового электрода выбирается в зависимости от величины сварочного тока по таблице 4 паспорта.

Для качественной сварки рекомендуется применение аргона высшего (99, 99%) или первого сорта (99, 98%). Расход аргона в зависимости от сварочного тока рекомендуется в пределах 3...5 л/мин.

При необходимости изменения сварочного режима замените цангу, сопло, электрод и установите требуемый режим сварки.

Рекомендуется применять следующую марку вольфрамового электрода: - вольфрам лантанированный (ВЛ) по ТУ 48-19-27.

Технология сварки

Подготовка деталей из алюминиевых сплавов к сварке.

Перед сваркой деталь тщательно очищают от грязи и обезжиривают. У деталей с толщиной стенок более 4 мм разделяют кромки трещины под углом 70...90°. Глубина разделки 0,3...0,5 толщины. Место сварки до-

водят до металлического блеска стальной щеткой. Чтобы не было коробления и образования трещин, деталь нагревают в специальной печи до температуры 200...300°C и на кромки трещины насыпают флюс (NaF, NaCl, KCl, Na₃AlFe₆, BaCl₂, CaF₂ и др.). Однако коррозионная стойкость шва снижается из-за остатков флюса на его поверхности. Также его нельзя применять в различных пространственных положениях.

Пустые детали перед сваркой заполняют сухим песком, чтобы не было прожогов стенок. Большие пробоины в детали сначала заливают расплавленным алюминием, а затем сваривают отливку с основным металлом детали.

Подготовка деталей из нержавеющей сталей к сварке

Детали, подлежащие сварке, очищают от пыли, грязи, масляных пятен и промывают. Поверхность детали по линии сварки зачищают до металлического блеска. При необходимости обезжиривают.

Подготовка установки к работе

1. Проверьте, либо выполните следующее:
 - занулите (заземлите) установку;
 - подсоедините горелку;
 - подведите защитный газ;
 - проверьте соответствие напряжения сети напряжению, указанному на щитке установки;
 - подключите установку к сети.
2. Убедитесь, что установка включена, на что указывает светящаяся сигнальная лампа и работа вентилятора.
3. Установите ориентировочно требуемое значение сварочного тока переключателем S1 (поз 1) и резистором R20 (поз 2).
4. Установите переключатель рода сварочного тока S3 (поз.3) в положение «Переменный ток » или «Постоянный ток ».
5. Установите ручку резистора R17 (поз 4) «Баланс тока» в положение «0»
6. Откройте вентиль на баллоне с защитным газом.
7. Проведите опытную сварку на образцах в соответствии с требованиями раздела «Порядок работы».
8. Откорректируйте величину сварочного тока и положение резисторов:
 - R17 (поз.4) «Баланс тока»;
 - R19 (поз.6) «Время нарастания сварочного тока»;
 - R18 (поз.7) «Время спада сварочного тока»;
 - R21 (поз.5) «Время продувки защитного газа после сварки».

Техника сварки

Угол между присадочным материалом и вольфрамовым электродом должен составлять примерно 90° . Размеры сварочной ванны должны быть минимальными. Сварку стенок толщиной до 10 мм обычно ведут справа налево, т.е. левым способом, при котором снижается перегрев металла рисунок 2. Дуга должна быть как можно короче.

При добавлении к аргону 10...12% (по объему) углекислого газа и 2...3% кислорода повышается устойчивость горения дуги и улучшается формирование металла.

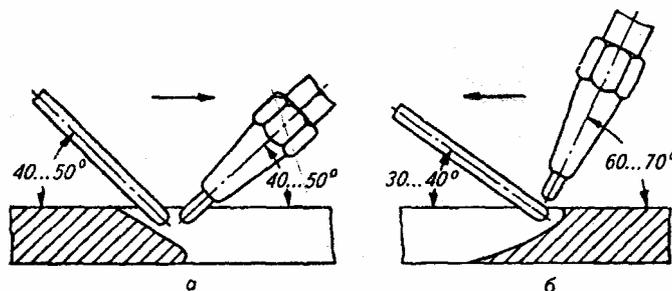


Рисунок 12.2 - Способы сварки: а — правый; б — левый

3 Порядок выполнения задания

1. Изучить теоретические основы ручной аргонодуговой сварки.
2. Подготовить деталь к сварке.
3. Подготовить установку к работе.
4. Открыть вентиль на баллоне с защитным газом.
5. Откорректировать (настроить) величину сварочного тока и положение резисторов, в зависимости от материала и толщины свариваемых деталей.
6. Произвести сварку деталей.
7. Произвести контроль качества сварного шва, при необходимости устранить недостатки.
8. Отключить сварочную цепь.
9. Убрать рабочее место.
10. Оформить отчет о проделанной работе с занесением данных в таблицу 1.1.

Техника безопасности

1. Работа на данной установке разрешается только при наличии надежного зануления (заземления).

СЛЕДУЕТ ПОМНИТЬ, ЧТО РАБОТА БЕЗ ЗАНУЛЕНИЯ (ЗАЗЕМЛЕНИЯ) ОПАСНА ДЛЯ ЖИЗНИ.

2. Запрещается работа установки без боковых листов и крыши, а также перемещения установки без отключения ее от сети.

3. Зачистка и смена электрода, смена горелки, сопла должны производиться при отключении от сети. Для снятия напряжения с установки необходимо отключить сетевой рубильник.

4. Установку нельзя считать обесточенной, если сигнальная лампа Н1, указывающая на наличие напряжения на установке, не горит, т.к. лампа может не загораться из-за неисправности или отсутствия фазы питающей сети.

5. К обслуживанию допускаются лица, прошедшие инструктаж по работе с установкой и знающие ее конструкцию.

6. Сварщик не должен касаться токоведущих частей первичной сети.

7. При сварочных работах следует использовать средства индивидуальной защиты:

- щиток сварщика со светофильтром для защиты глаз и лица от излучения сварочной дуги и брызг расплавленного металла;
- рукавицы или перчатки;
- спецодежду.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ РАБОТАТЬ В МОКРОЙ ОДЕЖДЕ И РУКАВИЦАХ, А ТАКЖЕ СО СЛЕДАМИ МАСЕЛ И ЖИРОВ, БЕНЗИНА, КЕРОСИНА И ДРУГИХ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ.

8. Помещение, в котором производится сварка, должно хорошо проветриваться.

9. До начала сварки и при сварке необходимо выполнять следующие меры противопожарной безопасности:

- очистить места проведения сварочных работ от горючих материалов и легковоспламеняющихся жидкостей в радиусе не менее 5 м;
- при работе в общем помещении с другими работниками сварщик обязан изолировать свое рабочее место защитными экранами и предупредить окружающих о вредном влиянии дуги на зрение;
- очистить свариваемые детали от пыли, горючих веществ, влаги, окалины; на кромках свариваемых деталей снять заусенцы;
- по окончании сварочных работ следует полить водой стораемые конструкции и в течение 3-5 часов наблюдать за местом проведения этих работ.

10. При длительных перерывах в работе, при отлучении сварщика с места работы, установку необходимо отключить от питающей сети.

11. Зубчатые шайбы, служащие для зануления (заземления) щитов, боковых листов, крыши после окончания ремонтных работ установить на место.

12. Зачистку сварных швов от шлака следует производить только после полного остывания шва и обязательно в очках с простыми стеклами.

13. При обращении с баллоном с защитным газом следует избегать сильных толчков и ударов по баллону, нагревания его свыше 40°C, в остальном необходимо соблюдать правила эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Оснащение рабочего места

Слесарный верстак с боковыми листами и крышей, вытяжной зонт, источник питания, установка для дуговой сварки универсальная УДГУ – 1220 УХЛ4, горелка сварочная, спецодежда, рукавицы брезентовые или перчатки, щиток сварщика со светофильтром для защиты глаз и лица от излучения сварочной дуги и брызг расплавленного металла, свариваемые детали, ацетон, необходимый набор инструмента (если требуется).

Форма отчета

1. Эскиз детали с указанием дефектов и размеров
2. Расчет режимов
3. Методика выполнения сварки
4. Заполненная таблица результатов работы
5. Ответы на контрольные вопросы

Таблица 12.1 - Результаты работы

Характеристика свариваемых деталей: материал, толщина (мм), длина шва (мм).	Диаметр вольфрамового электрода, мм.	Сварочный ток, А	
		Ориентировочный	Выбранный (рабочий)
Например: нержавеющая сталь; $\delta=1,5$ мм; $l=100$ мм.	$d=1,6$	40...60	50

Вывод: требуется указать результаты настройки установки для сварки деталей с уточнением баланса тока, времени нарастания сварочного тока и его спада, времени продувки защитного газа после сварки и распада аргона.

4 Контрольные вопросы

1. Сущность ручной аргонодуговой сварки?
2. Технология ручной аргонодуговой сварки?
3. Причины, затрудняющие сварку деталей из алюминия и его сплавов?
4. Почему ручная аргонодуговая сварка деталей из нержавеющей сталей производится на постоянном токе; можно ли ее производить на переменном токе, почему?
5. Опишите устройство и принцип работы установки УДГУ-1220 УХЛ 4.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батищев А.Н. и др. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования перерабатывающих отраслей АПК. Информагротех, 1997
2. Забиров И.М., Юнусов Г.С., Методы и средства монтажа технологического оборудования. Йошкар-Ола: МарГУ, ПГСХА, 2001, 97с.
3. Кузнецов П. Н. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования. Методические указания по курсовому проектированию. Мичуринск: 2004.-50с.:ил.
4. Надежность и ремонт машин./ Под ред. Курчаткина В.В. М.: Колос, 2000
5. Юдаев Н.В., Цыпцин В.И., Попов В.Г., Буянов С.В. Монтаж и эксплуатация подъемно-транспортных машин. Саратов: СГАУ им. Н.И.Вавилова, 2001, 95с.
6. Юнусов Г.С., Забиров И.М. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования. Йошкар-Ола: МарГУ, 2003, 72с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ГОСТ 2 907-76 Форма 2										
ФН ПУ НИИ ЭМЧ АЧ Кафедра "ТЭУРМЧ"		Операционная карта монтажа аппаратуры сборочных и монтажных работ						Изм АЧ КИ 01100		
		Наименование операции						Оборудование (категория, тип)		
		Материалы				Инструменты ТЭ 511				
Этапы работ	1	Наименование марки материала	Код	Кол во деталей	Кол код	Длина рез. шт	Наименование марки материала	Код	Кол во	Единица
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									
	8									
	9									
							Инструменты			Длина
						Т. марка			Длина	
						М. марка			Длина	

Рисунок А.1 – Операционная карта монтажных работ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ К РАБОТЕ № 6 ОБРАБОТКА
СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ МАШИН

Таблица Б.1 – Коэффициент Ирвина I_T

Повторность информации N	2	3	10	20	30	50	100	400
I_T при $b = 0,95$	2,8	2,2	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
I_T при $b = 0,99$	3,7	2,9	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3

Таблица Б.2 – Дифференциальная функция (функция плотности вероятности) закона нормального распределения $f_0\left(\frac{t_{ci} - \bar{t}}{s}\right)$

$\frac{t_{ci} - \bar{t}}{s}$	Сотые доли									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
0,1	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,39	0,39	0,39	0,39
0,2	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38
0,3	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,37	0,37	0,37	0,37
0,4	0,37	0,37	0,37	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,35
0,5	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
0,6	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31
0,7	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29
0,8	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27
0,9	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24
1,0	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22
1,1	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20
1,2	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17
1,3	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15
1,4	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13
1,5	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11
1,6	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
1,7	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
1,8	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
1,9	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
2,0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
2,1	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2,2	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
2,3	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
2,4	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
2,5	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
2,6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
2,8	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
3,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Таблица Б.3 – Интегральная функция (функция распределения) закона нормального распределения $F_0\left(\frac{t_{ki}-\bar{t}}{s}\right)$

$\frac{t_{ki}-\bar{t}}{s}$	Сотые доли									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,50	0,50	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,54
0,1	0,54	0,54	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57	0,58
0,2	0,58	0,58	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61
0,3	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63	0,64	0,64	0,64	0,65	0,65
0,4	0,66	0,66	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,69
0,5	0,69	0,70	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72
0,6	0,73	0,73	0,73	0,74	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75	0,76
0,7	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77	0,77	0,78	0,78	0,78	0,79
0,8	0,79	0,79	0,79	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81
0,9	0,82	0,82	0,82	0,82	0,83	0,83	0,83	0,83	0,84	0,84
1,0	0,84	0,84	0,85	0,85	0,85	0,85	0,86	0,86	0,86	0,86
1,1	0,86	0,87	0,87	0,87	0,87	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
1,2	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90	0,90
1,3	0,90	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92
1,4	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
1,5	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
1,6	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,96
1,7	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
1,8	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
1,9	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98
2,0	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
2,1	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99
2,2	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
2,3	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
2,4	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
2,5	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблица Б.4 – Параметры и коэффициенты распределения Вейбулла

n	b	K_B	C_B	n	b	K_B	C_B	n	b	K_B	C_B
1,26	0,80	1,13	1,43	0,55	1,90	0,89	0,49	0,36	3,00	0,89	0,33
1,11	0,90	1,07	1,20	0,52	2,00	0,89	0,46	0,35	3,10	0,89	0,32
1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	2,10	0,89	0,44	0,34	3,20	0,90	0,31
0,91	1,10	0,97	0,88	0,48	2,20	0,89	0,43	0,33	3,30	0,90	0,30
0,84	1,20	0,94	0,79	0,46	2,30	0,89	0,41	0,33	3,40	0,90	0,29
0,78	1,30	0,92	0,72	0,44	2,40	0,89	0,39	0,32	3,50	0,90	0,29
0,72	1,40	0,91	0,66	0,43	2,50	0,89	0,38	0,31	3,60	0,90	0,28
0,68	1,50	0,90	0,61	0,41	2,60	0,89	0,37	0,30	3,70	0,90	0,27
0,64	1,60	0,90	0,57	0,40	2,70	0,89	0,35	0,29	3,80	0,90	0,27
0,61	1,70	0,89	0,54	0,39	2,80	0,89	0,34	0,29	3,90	0,91	0,26
0,58	1,80	0,89	0,51	0,38	2,90	0,89	0,34	0,28	4,00	0,91	0,25

Таблица Б.5 – Дифференциальная функция (функция плотности вероятности) закона распределения Вейбулла $af\left(\frac{t_{ci}-C}{a}\right)$

$\frac{t_{ci}-C}{a}$	b						
	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0
0,1	0,91	0,71	0,54	0,39	0,28	0,20	0,03
0,2	0,82	0,75	0,66	0,57	0,47	0,38	0,12
0,3	0,74	0,75	0,72	0,67	0,61	0,55	0,26
0,4	0,67	0,72	0,74	0,73	0,71	0,68	0,45
0,5	0,61	0,68	0,73	0,76	0,78	0,78	0,66
0,6	0,55	0,63	0,70	0,76	0,80	0,84	0,87
0,7	0,50	0,58	0,66	0,73	0,80	0,86	1,04
0,8	0,45	0,53	0,62	0,70	0,77	0,84	0,15
0,9	0,41	0,49	0,57	0,65	0,72	0,80	1,17
1,0	0,37	0,44	0,52	0,59	0,66	0,74	1,10
1,1	0,33	0,40	0,46	0,53	0,59	0,66	0,96
1,2	0,30	0,36	0,41	0,47	0,52	0,57	0,77
1,3	0,27	0,32	0,37	0,41	0,45	0,48	0,56
1,4	0,25	0,29	0,32	0,35	0,38	0,39	0,38
1,5	0,22	0,26	0,28	0,30	0,31	0,32	0,23
1,6	0,20	0,23	0,25	0,25	0,26	0,25	0,13
1,7	0,18	0,20	0,21	0,21	0,21	0,19	0,06
1,8	0,17	0,18	0,18	0,16	0,16	0,14	0,03
1,9	0,15	0,16	0,16	0,14	0,13	0,10	0,01
2,0	0,14	0,14	0,13	0,12	0,10	0,07	0,00
2,1	0,12	0,12	0,11	0,09	0,07	0,05	0,00
2,2	0,11	0,11	0,09	0,05	0,05	0,04	---
2,3	0,10	0,09	0,08	0,06	0,04	0,02	---
2,4	0,09	0,08	0,07	0,05	0,03	0,02	---
2,5	0,08	0,07	0,06	0,04	0,02	0,01	---

Таблица Б.6 – Интегральная функция (функция распределения) закона Вейбулла $F\left(\frac{t_{ki}-C}{a}\right)$

$\frac{t_{ki}-C}{a}$	b										
	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
0,1	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01
0,2	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,07	0,06	0,05	0,05
0,3	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10
0,4	0,35	0,33	0,31	0,28	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,16
0,5	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30	0,28	0,27	0,25	0,24
0,6	0,47	0,45	0,43	0,42	0,40	0,39	0,37	0,36	0,34	0,33	0,32
0,7	0,52	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,44	0,43	0,43	0,41	0,40
0,8	0,56	0,55	0,54	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48
0,9	0,60	0,59	0,59	0,59	0,58	0,58	0,57	0,57	0,57	0,56	0,56
1,0	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
1,1	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,69	0,69	0,70	0,70
1,2	0,69	0,70	0,71	0,71	0,72	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,76
1,3	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81
1,4	0,74	0,75	0,77	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85
1,5	0,76	0,78	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,89
1,6	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91
1,7	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,92	0,93	0,94
1,8	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
1,9	0,83	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97
2,0	0,85	0,87	0,88	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98
2,1	0,86	0,88	0,90	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98
2,2	0,87	0,89	0,91	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99
2,3	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99
2,4	0,89	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	1,00
2,5	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00
2,6	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00
2,7	0,91	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00
2,8	0,92	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00
2,9	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
3,0	0,93	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
3,5	0,95	0,96	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4,0	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Продолжение таблицы Б.6 по горизонтали

$t_{ki} - C$ <i>a</i>	<i>b</i>									
	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
0,1	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,2	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
0,3	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03
0,4	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07
0,5	0,22	0,21	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13
0,6	0,30	0,29	0,28	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20
0,7	0,39	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30
0,8	0,47	0,47	0,46	0,45	0,44	0,44	0,43	0,42	0,41	0,41
0,9	0,56	0,55	0,55	0,54	0,54	0,54	0,53	0,53	0,53	0,52
1,0	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
1,1	0,70	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73
1,2	0,76	0,77	0,78	0,78	0,79	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82
1,3	0,82	0,82	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88
1,4	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93
1,5	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,96	0,96
1,6	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98
1,7	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99
1,8	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00
1,9	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
2,0	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,1	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,2	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Продолжение таблицы Б.6 по горизонтали

$t_{ki} - C$ <i>a</i>	<i>b</i>										
	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0
0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,2	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,3	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
0,4	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
0,5	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
0,6	0,19	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12
0,7	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21
0,8	0,40	0,39	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36	0,35	0,35	0,34	0,34
0,9	0,52	0,51	0,51	0,51	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48	0,48
1,0	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
1,1	0,74	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77
1,2	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,86	0,86	0,87	0,87
1,3	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94
1,4	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98
1,5	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1,6	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,7	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,9	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблица Б.7 – Вероятность совпадения $P\%$ по критерию согласия c^2

№	$P\%$							
	95	90	80	70	50	30	20	10
1	0,00	0,02	0,06	0,15	0,45	1,07	1,64	2,71
2	0,10	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,60
3	0,35	0,58	1,00	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25
4	0,71	1,06	1,65	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78
5	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24
6	1,64	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,6
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,34	8,38	9,80	12,0
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,0	13,4
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,7	12,2	14,7
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,8	13,4	16,0

Таблица Б.8 – Коэффициенты t_b , r_1 и r_3 для двусторонних доверительных границ

b	0,80			0,90			0,95		
	t_b	r_1	r_3	t_b	r_1	r_3	t_b	r_1	r_3
3	1,89	2,73	0,57	2,92	3,66	0,48	4,30	4,85	0,42
4	1,64	2,29	0,60	2,35	2,93	0,52	3,18	3,67	0,46
5	1,53	2,05	0,62	2,13	2,54	0,55	2,78	3,07	0,49
6	1,48	1,90	0,65	2,02	2,29	0,57	2,57	2,72	0,51
7	1,44	1,80	0,67	1,94	2,13	0,59	2,45	2,48	0,54
8	1,42	1,72	0,68	1,90	2,01	0,61	2,37	2,32	0,56
9	1,40	1,66	0,69	1,86	1,91	0,63	2,31	2,18	0,57
10	1,38	1,61	0,70	1,83	1,83	0,64	2,26	2,09	0,59
11	1,37	1,57	0,70	1,81	1,78	0,64	2,23	2,00	0,60
12	1,36	1,53	0,71	1,80	1,73	0,65	2,20	1,94	0,61
13	1,36	1,50	0,73	1,78	1,69	0,66	2,18	1,88	0,62
14	1,35	1,48	0,74	1,77	1,65	0,67	2,16	1,83	0,63
15	1,35	1,46	0,74	1,76	1,62	0,68	2,15	1,79	0,64
20	1,33	1,37	0,77	1,73	1,51	0,72	2,09	1,64	0,67
25	1,32	1,33	0,79	1,71	1,44	0,74	2,06	1,55	0,70
30	1,31	1,29	0,80	1,70	1,39	0,76	2,04	1,48	0,72
40	1,30	1,24	0,83	1,68	1,32	0,78	2,02	1,40	0,75
50	1,30	1,21	0,84	1,68	1,28	0,80	2,01	1,35	0,77
60	1,30	1,19	0,86	1,67	1,25	0,82	2,00	1,31	0,79
80	1,29	1,16	0,87	1,66	1,21	0,84	1,99	1,27	0,81
100	1,29	1,14	0,88	1,66	1,19	0,86	1,98	1,23	0,83

Таблица Б.9 – Квантили закона нормального распределения H_K

$F(t);$ ΣP_i	Сотые доли									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,5	0,000	0,025	0,050	0,075	0,100	0,125	0,151	0,176	0,202	0,227
0,6	0,253	0,279	0,305	0,332	0,358	0,385	0,412	0,440	0,468	0,496
0,7	0,524	0,553	0,583	0,613	0,643	0,675	0,706	0,739	0,772	0,806
0,8	0,842	0,878	0,915	0,954	0,994	1,036	1,080	1,126	1,175	1,227
0,9	1,282	1,341	1,405	1,476	1,555	1,645	1,751	1,881	2,054	2,326

Таблица Б.10 – Квантили закона распределения Вейбулла H_K^B

$F(t);$ ΣP_i	b								
	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	
0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	
0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	
0,05	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	
0,07	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	
0,10	0,08	0,11	0,13	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	
0,15	0,14	0,17	0,19	0,23	0,25	0,29	0,30	0,33	
0,20	0,19	0,22	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	
0,25	0,25	0,29	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,46	
0,30	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,50	0,53	
0,35	0,40	0,44	0,47	0,50	0,53	0,55	0,57	0,59	
0,40	0,47	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,64	0,66	
0,45	0,57	0,60	0,63	0,66	0,68	0,69	0,71	0,73	
0,50	0,67	0,69	0,72	0,74	0,75	0,77	0,78	0,80	
0,55	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	
0,60	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95	
0,65	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	
0,70	1,23	1,20	1,18	1,17	1,15	1,14	1,13	1,13	
0,75	1,45	1,40	1,36	1,33	1,30	1,27	1,25	1,23	
0,80	1,70	1,61	1,54	1,49	1,44	1,41	1,37	1,35	
0,85	2,11	1,96	1,84	1,74	1,67	1,61	1,55	1,51	
0,90	2,53	2,30	2,13	2,00	1,90	1,81	1,74	1,68	
0,93	2,96	2,66	2,43	2,26	2,12	2,01	1,92	1,84	
0,95	3,38	3,00	2,71	2,49	2,33	2,19	2,08	1,99	
0,97	4,03	3,51	3,13	2,84	2,63	2,45	2,31	2,19	
0,99	5,46	4,60	4,01	3,57	3,24	2,98	2,77	2,60	

Продолжение таблицы Б.10 по горизонтали

$F(t);$ ΣP_i	b							
	1,7	1,8	1,9	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,01	0,07	0,08	0,09	0,10	0,16	0,22	0,27	0,31
0,03	0,13	0,14	0,16	0,18	0,25	0,31	0,37	0,42
0,05	0,17	0,19	0,21	0,23	0,31	0,37	0,43	0,48
0,07	0,21	0,23	0,25	0,27	0,35	0,42	0,47	0,52
0,10	0,27	0,29	0,31	0,33	0,41	0,47	0,53	0,57
0,15	0,35	0,38	0,40	0,42	0,50	0,56	0,60	0,63
0,20	0,41	0,44	0,45	0,47	0,55	0,61	0,65	0,69
0,25	0,48	0,50	0,52	0,54	0,61	0,66	0,70	0,73
0,30	0,55	0,56	0,58	0,60	0,66	0,71	0,75	0,77
0,35	0,61	0,62	0,64	0,66	0,71	0,75	0,79	0,81
0,40	0,67	0,69	0,70	0,72	0,76	0,80	0,83	0,85
0,45	0,74	0,75	0,76	0,76	0,81	0,84	0,86	0,88
0,50	0,81	0,82	0,83	0,83	0,86	0,89	0,90	0,91
0,55	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,93	0,94	0,95
0,60	0,95	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98
0,65	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02
0,70	1,12	1,11	1,10	1,10	1,08	1,06	1,05	1,05
0,75	1,22	1,21	1,20	1,18	1,14	1,11	1,10	1,09
0,80	1,32	1,30	1,29	1,27	1,21	1,17	1,15	1,13
0,85	1,47	1,45	1,32	1,39	1,31	1,25	1,21	1,18
0,90	1,63	1,59	1,55	1,52	1,40	1,32	1,27	1,23
0,93	1,78	1,72	1,67	1,63	1,48	1,39	1,32	1,28
0,95	1,91	1,84	1,78	1,73	1,55	1,44	1,37	1,32
0,97	2,09	2,01	1,94	1,87	1,65	1,52	1,43	1,37
0,99	2,46	2,34	2,23	2,15	1,84	1,66	1,55	1,46

Технический редактор – Т.И. Медведева

Отпечатано в издательско-полиграфическом центре
ФГОУ ВПО МичГАУ

Подписано в печать 27.12.07 г. Формат 60x84 ¹/₁₆,
Бумага офсетная № 1. Усл.печ.л. 8,6 Тираж 50 экз. Ризограф
Заказ №

Издательско-полиграфический центр
Мичуринского государственного аграрного университета
393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101,
тел. +7 (47545) 5-55-12
E-mail: vvdem@mgau.ru

