

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

**ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева»**

Новомосковский институт (филиал)

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА И МОНТАЖА
ХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**Новомосковск
2019**

УДК 621.01
ББК 34.41

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент Добровенко В.В.
ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева,

Щеколдин И.И.

Генеральный директор ООО «НовомосковскГазДеталь»

Козлов А.М., Каменский М.Н. Технология ремонта и монтажа химического оборудования. Учебное пособие по выполнению лабораторных работ. / ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева, Новомосковский институт (филиал); Новомосковск, 2019. 85 с.

Учебное пособие включает в себя краткое изложение теоретических основ дисциплины «Технология ремонта и монтажа химического оборудования», лабораторные работы, порядок их выполнения и рекомендации по оформлению протоколов. Представлен библиографический список по данной дисциплине.

УДК 621.01
ББК 34.41

© Козлов А.М., Каменский М.Н.
© ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический
университета им. Д.И.Менделеева»,
Новомосковский институт (филиал), 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторная работа № 1. Ремонт поршневого компрессора. Измерение масляного зазора в подшипниках скольжения.	8
Лабораторная работа № 2. Ремонт турбокомпрессора. Состояние роторного узла центробежного турбокомпрессора.	17
Лабораторная работа № 3. Контроль состояния основных узлов газодувки при капитальном ремонте.	24
Лабораторная работа № 4. Ремонт насосов. Ремонт центробежного насоса	30
Лабораторная работа № 5. Технология разборки шестерённого насоса при капитальном ремонте	55
Лабораторная работа № 6. Ремонт трубопроводной арматуры	59
Лабораторная работа № 7. Контроль качества сварных соединений	63
Лабораторная работа № 8. Контроль качества сборки цилиндрического зубчатой передачи	73
Лабораторная работа № 9. Грузоподъёмные механизмы, приспособления и монтажный инструмент	77
Образец оформления титульного листа	84

ВВЕДЕНИЕ

Технические требования при отбраковке деталей в ходе ремонта химических машин

Сдача в ремонт и приёмка. Машины и их составные части сдают в ремонт после выработки ресурса до первого капитального ремонта, установленного предприятием-изготовителем, или в случае выработки межремонтного ресурса, установленного предприятием-эксплуатационником. Допускается сдача в ремонт оборудования до истечения указанных сроков, если произошёл выход оборудования из строя или не обеспечиваются номинальные значения технических характеристик.

Ремонт может осуществляться на месте установки машины или в специализированном подразделении (РМП), либо скелета машины на месте установки, а узлов - в РМП.

При ремонте на месте установки оборудования ремонт считается оконченным после испытаний и оформления акта выдачи из ремонта, а после ремонта на стационарном предприятии – после приёмки ОТК, в этом случае акт выдачи оборудования оформляют после его монтажа и испытания на месте установки.

Демонтаж и разборка выполняются в соответствии с эксплуатационной документацией на оборудование. Демонтаж базовых частей выполняется только в случае невозможности их ремонта на месте эксплуатации или замены и решается этот вопрос по согласованию между заказчиком и исполнителем.

В процессе демонтажа и разборки машины необходимо выполнить следующие замеры:

- несоосность валов электродвигателя и редуктора (машины);
- осевой разбег ротора (для машин, снабжённых упорным подшипником скольжения или устройством для уравнивания осевых сил, действующих на ротор);
- зазора по дистанционным болтам, продольным и поперечным шпонкам, фиксирующим объект на фундаментной плите;
- проверить состояние крепления корпуса к фундаменту, состояния заливки фундамента и фундаментных (анкерных) болтов;
- для насосов и компрессоров динамического типа:
 - а) положение рабочего колеса в камере для всех лопастей (по зазорам в трёх точках хорды профиля);
 - б) идентичность углов установки лопастей и соответствие значений указателя угла разворота лопастей углу установки лопасти, принятой за базовую;
 - в) вертикальность и излом осей валов насосно-компрессорного агрегата;
 - г) положение вала относительно расточек под подшипники;

- д) параллельность фланцев корпуса фланцам трубопроводов на линиях всасывания и нагнетания;
- е) осевой разбег обода зубчатой муфты;
- ж) натяг между крышкой корпуса и вкладышем подшипника;
- з) зазоры в подшипниках скольжения (боковые и верхний);
- и) прилегание шеек вала к вкладышу подшипника (при температуре подшипника выше допустимой).

При разборке следует проверить наличие меток, определяющих взаимное расположение составных частей роторов, соединительных муфт, корпусов подшипников качения и скольжения, лопастей осевых машин, корпусных секций многосекционных машин, шпонок и штифтов. При отсутствии меток их следует нанести. Запрещается наносить метки на посадочные, уплотняющие и стыковые поверхности; нельзя наносить их методом, нарушающим защитные покрытия деталей.

Разборку неподвижных соединений следует проводить на прессах, с использованием специальных приспособлений или с применением устройств, предусмотренных конструкцией оборудования (отжимные болты, шпильки и т.п.). Допускается нагрев открытым пламенем (кроме подшипников качения) охватываемых деталей без местных пережогов, равномерно от периферии к центру разбираемого соединения. Температура предварительного нагрева не выше 130°C .

При снятии подшипников качения (и монтаже) усилия прикладывают к кольцу, имеющему неподвижную посадку.

Разборку фланцевых и стыковых соединений трубопроводов производят специальными приспособлениями и устройствами (домкраты, отжимные болты и пр.). Не допускается разборка с расклиниванием зубилом или отвёрткой. Не допускается деформация составных частей и повреждения при строповке, транспортировании, укладке, кантовке, а также в результате соударения при съёме.

Узлы, детали которых не требуют ремонта или ремонт которых возможен без разборки, во избежание излишнего износа в сопряжении, допускается не разбирать, что должно быть указано в технической документации на ремонт.

Подготовка деталей к дефектации заключается в их очистке от грязи, продуктов коррозии, смазочных материалов, промывке и просушке. Удаление оксидов рекомендуется проводить травлением или зачисткой, в зависимости от исходной степени окисленности. При этом допускается применение ручного или механизированного зачистного инструмента (ГОСТ 9.025-74). Сушку деталей следует проводить при температуре 117°C , либо обдувкой сжатым воздухом.

Дефектация включает следующие методы:

- внешний осмотр и измерение;
- гидравлические испытания на плотность и прочность;
- неразрушающий контроль: акустический, капиллярный, магнитный, электромагнитный, ультразвуковой, рентгеновский и пр.

Применение тех или иных методов контроля должно быть оговорено в технических условиях на ремонт объекта конкретного типоразмера или рабочих чертежах. Последовательность применения методов определяется технологическим процессом ремонта.

Визуальный осмотр проводят невооружённым глазом или с применением лупы 4-7 кратного увеличения. Особое внимание следует уделять местам с повышенной концентрацией напряжений, поверхностям контакта разнородных металлов, местам, наиболее подверженным коррозионному, кавитационному и механическому износу. При этом выявляют: трещины, раковины, размывы, смятия, выкрашивания, задиры, следы схватывания, царапины, риски; особое внимание уделяют осмотру сварных швов или мест наплавки для выявления трещин, усадочных раковин, наплывов и подрезов, пор, свищей, пржогов, неметаллических включений, непроваров, вогнутостей корня, западения между валиками и т.д.

Измерения следует проводить с целью выявления отклонений размеров, погрешности форм и расположения поверхностей их шероховатости и твёрдости от значений, указанных в технической документации на ремонт или конструкторской документации.

Проверка прямолинейности и плоскостности поверхностей производят с помощью лекальных линеек (ГОСТ 8026-75) или плит (ГОСТ 10905-75) на «просвет» или «краску». При первом методе зазор между контролируемой поверхностью и рабочей поверхностью линейки или плиты определяют щупом (ГОСТ 882-75) или концевыми мерами длины (ГОСТ13581-68 или ГОСТ9038-73). При методе на «краску» пятна краски должны равномерно располагаться по всей контролируемой поверхности. Число пятен, приходящихся на площадь $25 \times 25 \text{ мм}^2$, должно составлять: на рабочих поверхностях упорных подшипников, шпоночных пазов и шпонок не менее 12 пятен; на поверхностях скольжения опор корпусов, поверхностях разъёма, уплотняющихся без прокладок, стыкуемых плоскостях жёстких муфт – не менее 7 пятен.

При проверке нецилиндричности шеек валов и вкладышей подшипников скольжения, поверхностей, сопрягаемых по посадкам с натягом, поверхностей щелевых уплотнений при $l/d > 1,0$ (где d -диаметр контролируемой поверхности, мм, а l - её длина, мм) замер производят не менее, чем в трёх сечениях по длине поверхности во взаимно перпендикулярных плоскостях (под 90°). При отношении $1,0 \geq l/d \geq 0,3$ замер производится в двух сечениях, а при $l/d = 1,0$ – только некруглость.

Проверке на изогнутость подлежат цилиндрические поверхности (валы, собранные роторы, валопроводы при соединении жёсткими стяжками и др. способами) при $l/d > 5,0$.

Замер биений производят при вращении составных частей в центрах или на призмах, или в собственных подшипниках.

При определении шероховатости используют профилометры (ГОСТ 19300-73) или профилографы (ГОСТ 19299-73). Определение шероховатости до $R_a 0,63$ ($R_z 3,2$) (ГОСТ 2.309-73) допускается производить с помощью образцов сравнения (ГОСТ 9378-75) визуально или на ощупь при условии, что поверхности образцов обработаны тем же методом, что и сравниваемые; геометрическая форма образцов должна соответствовать форме контролируемой поверхности. В недоступных местах шероховатость допускается определять по слепкам.

Твёрдость поверхности определяют приборами (ГОСТ 9030-75). При выполнении измерений полученные значения допускается округлять до сотых долей миллиметра для составных частей, изготовленных по 5,6,7 квалитетам точности (1-3 классам точности), и до десятых долей – по 8,9 квалитетам (или 4-7 классам точности).

По результатам дефектации составные части сортируют на три группы: годные без ремонта; требующие ремонта; подлежащие замене.

Требования к материалам, применяемым для изготовления элементов химического оборудования, по физико-химическим свойствам должны соответствовать требованиям стандартов и технических условий на ремонт. Что подтверждается сертификатами заводов-изготовителей материалов или подтверждены результатами входного контроля.

Применение материалов, отличных от указанных в рабочих чертежах или нормативно-технических документах на ремонт, необходимо проверить на допустимость контакта металлов в соответствии с ГОСТ 9.005-72.

Защитные покрытия. При ремонте оборудования окраске подлежат ранее окрашенные участки поверхности оборудования и его составных частей, на которых вследствие коррозии, эрозии, механического или другого воздействия разрушены лакокрасочные покрытия. Если дефектные участки покрытия превышают 50% площади, то вся поверхность подлежит полной окраске с удалением ранее нанесённого покрытия. Поверхности, не допустимые для окраски после сборки, должны быть окрашены до сборки. Граница зачищенного участка должна перекрывать границу дефекта не менее, чем на 20 мм во всех направлениях.

Лабораторная работа №1 **Ремонт поршневого компрессора. Измерение масляного зазора** **в подшипниках скольжения (ПС)**

Цель работы:

1. Знакомство с конструкцией подшипников скольжения (ПС);
2. Особенности демонтажа и монтажа ПС;
3. Контроль и дефектация ПС при разборке.

Теоретическая часть

ПС бывают неразъёмными (глухие) и разъёмными.

Неразъёмные подшипники выполняются целиком в виде втулки, которая устанавливается (чаще прессованием: посадка переходная или с зазором) в базовом отверстии стального или чугунного корпуса.

Разъёмный подшипник состоит из двух частей - нижнего и верхнего вкладышей, которые монтируются в полуотверстиях разъёмных элементов основания и крышки.

Втулки и вкладыши в зависимости от условий работы ПС изготавливаются из различных антифрикционных материалов: чугуна; бронзы; латуни; текстолита; древесно-слоистого пластика; капрона и др.

Основное требование, предъявляемое к ПС - минимальная величина трения равномерно распределённой нагрузке. Поэтому на опорных поверхностях втулок и вкладышей предусмотрены масляные канавки, формы и размеры которых зависят от материала втулок (вкладышей), величины воспринимаемой нагрузки, вида смазки и способа её подачи.

В гидростатических опорах скольжения (сегментные ПС) смазка, нагнетаемая насосом, разделяет поверхности цапфы и подшипника, что обеспечивает их длительную работу практически без износа.

В подшипнике с газовой смазкой под действием сжатых газов (воздух, углекислый газ, водяной пар, гелий, аргон, азот, водород и др.) и подшипником, происходит всплытие вала.

Особенности сборки, эксплуатации и демонтажа ПС

Сборка глухих ПС состоит в запрессовке и закреплении втулки в отъёме корпуса. Запрессовка осуществляется вручную или на прессах. После запрессовки крепится в отверстии корпуса винтовыми, гладкими или коническими стопорами.

Нормальная работа подшипника зависит от точности геометрических размеров втулки и шейки вала (цапфы), соосности подшипников и состояния поверхностей скольжения. Большинство возможных погрешностей, обнаруживаемых после запрессовки втулок, при эксплуатации неизбежно приведёт к возникновению местного сухого трения в результате несущая способность подшипника уменьшается и он быстро изнашивается.

Поэтому на рабочих поверхностях подшипников недопустимы трещины, царапины, отслаивание антифрикционного слоя и т.д. У отверстия должны быть малые отклонения от цилиндричности, а ось не иметь перекосов.

По конструкции разъемные подшипники подразделяются на толстостенные и тонкостенные. У толстостенных ПС отношение толщины стенки S к наружному диаметру D обычно составляет: $S / D = 0.065$ 4-0.095 у тонкостенных: $S / D = 0.04 - 0,05$

Толщина слоя заливки антифрикционным материалом t зависит от диаметра отверстия: $t = 0.01d(0.5$ 4- $2.0)$ мм. Чаще всего заливке подвергают тонкостенные вкладыши, после обрабатывают на токарном станке, растачивая по диаметру с припуском на шабровку.

Вкладыши толстостенных подшипников устанавливают в подготовленные полуотверстия (постель) основания корпуса и крышки с небольшим натягом или зазором. Для предотвращения смещения вкладышей толстостенных подшипников используют установочные фиксаторы-штифты, крепящиеся в корпусе подшипника с натягом порядка 0,04-0,07 мм при этом между отверстием во вкладыше и штифтом должен быть зазор 0,1-0,3 мм. Отверстие во вкладыше под штифт имеет овальную форму, что позволяет вкладышу в случае перекоса самоустанавливаться.

Тонкостенные вкладыши, как правило, не стопорятся. В отверстия корпуса они крепятся с натягом, а от осевого смещения их удерживают специальные выступы - фиксирующие усы. Такие вкладыши изготавливаются взаимозаменяемыми, а посадочные гнезда под них (постель) выполняют с повышенной точностью: овальность не более 0,02 мм, конусность 0,01-0,015 мм на 100 мм и шероховатостью R_a 1,25-0,63 мкм.

Процесс сборки разъемных подшипников чаще всего выполняют с применением пригоночных работ шабровкой. Пришабривание осуществляют с контролем по краске, так чтобы площадь контакта между шейкой вала и вкладышем составляла 75-80% от площади поверхности вкладыша.

В окончательно собранных подшипниках скольжения важен контроль радиального и осевого зазоров. Радиальные зазоры проверяют калиброванными латунными пластинками (щупами) или по свинцовым оттискам. Свинцовые проволоки диаметром на 0,2-0,3 мм больше возможного зазора закладывают в нескольких местах между вкладышем и шейкой вала, а также по разьёму вкладышей (Приложение. Рис. 1.). Крышку затягивают. Проволока при этом деформируется и её толщина указывает величину зазора. Для регулирования зазора используют комплект прокладок толщиной 0,1-1,0 мм, которые устанавливают в разьём между крышкой подшипника и корпусом.

Осевые зазоры контролируют щупом или индикатором при предельных смещениях вала.

Порядок выполнения части 1 лабораторной работы по измерению величины масляного зазора в подшипнике скольжения:

1. Нарезать свинцовую проволоку кусками длиной по 2-3мм и с помощью пинцета уложить в цапфу согласно схеме, изображённой на рис. 1 (Приложение).
2. Затянуть крепёж крышки подшипника.
3. Демонтировать крышку.
4. Замерить свинцовые оттиски в указанном на схеме рис.1 порядке.
5. Определить средние значения соответствующих замеров и величину радиального зазора.
6. Занести полученные данные в таблицу 1.1.
7. Сравнить с допустимыми значениями и сделать выводы

Форма журнала наблюдений
Таблица 1.1

Сеч I	a_1	a_2	$a_1 - a_2 / 2$	c_1
Сеч II	b_1	b_2	$b_1 - b_2 / 2$	c_2

Допускаемая величина зазора составляет от 0,01 до 0,15 мм в зависимости от диаметра шейки вала

Часть 2. Проверка величины боковых зазоров вкладышей (развал)*

Контроль проводят с помощью набора щупов, которые вводят на 10-15 мм между валом вкладышем по схеме, изображённой на рис.2 (Приложение). Данные замеров следует занести в таблицу 1.2.

Таблица 1.2

a_1	b_1	a_2	b_2

Величина допустимого зазора не должна превышать 0,7-0,9 мм от принятого масляного зазора (измеренного в части 1).

*Если развал не удалось измерить, то объяснить причину

Часть 3. Проверка качества заливки вкладышей и прилегания к ним вала

Не допускаются к эксплуатации толстостенные подшипники скольжения, имеющие на баббитовой заливке следующие дефекты:

- отслаивание; выкрашивание и растрескивание антифрикционного слоя более чем на 15% площади вкладыша;
- износ баббитового слоя больше чем на 50% первоначальной толщины;
- подплавление баббитовой заливки.

Проверка прилегания баббита к стальной основе осуществляется обстукиванием затылочной части подвешенного вкладыша молотком массой 0,2-0,3 кг. Дребезжащий или глухой звук указывает на отслаивание слоя баббита.

Непараллельность плоскостей стыка вкладышей с образующей затылочной части допускается не более 0,03 мм на 100 мм длины. Проверка ведётся индикатором часового типа на поверочной плите рис. 3 (Приложение).

Полученная величина непараллельности и дефекты антифрикционного покрытия отражается в выводах к Части 3.

Часть 4. Проверка прилегания тонкостенных вкладышей к постели корпуса рамы и крышки, а также друг к другу осуществляется по краске.

Прилегание должно быть равномерным и составлять не менее шести пятен касания затылка вкладыша к расточке корпуса на квадрате 25x25 мм; при этом общая площадь пятен должна быть не менее 35% всей поверхности прилегания.

Прилегание шеек вала к поверхности баббита вкладышей должна составлять не менее 10 пятен на квадрате 25x25 мм, при этом общая площадь равномерно расположенных пятен краски должна быть не менее 35% всей поверхности прилегания. Проверка производится путём нанесения тонкого слоя краски (смесь сажи с индустриальным маслом) на шейку вала и проворачиванием его вручную на 1-1,5 оборота.

Суммарные торцовые зазоры, компенсирующие тепловое расширение вала, в фиксирующем (упорном) подшипнике должны быть при монтаже в пределах (0,0005-0,001) D (D- диаметр шейки вала), а при эксплуатации – не более 0,002D,, но не более 0,8- 1,0 мм на 1 м длины вала или расстояния от фиксирующего подшипника.

Рабочая температура подшипников скольжения не должна превышать 60°C.

Часть 5. Определение степени отклонений формы шеек коленчатого вала от цилиндричности.

В процессе изготовления возможно появление отклонений формы шеек кривошипа, а в ходе эксплуатации из-за износа.

Методика проведения замеров отклонений от цилиндричности осуществляется в соответствии с приведённой на рис.4 (Приложение) схемой выполнения замеров. Коленчатый вал устанавливается на поверочной плите в призмах, шейки размечаются и с помощью микрометра проводятся замеры, результаты которых заносятся в таблицу журнала наблюдений 3.

Таблица 1.3

№ шейки	№ сечен	Показания микрометра						
		1	2	3	1 ¹	2 ¹	3 ¹	Σ
1	I							
	II							
	III							
2								

При диаметре шеек 80-120мм допустимый износ 0,06 – 0,07мм, при диаметре менее 80 мм допустимый износ 0,04-0,05 мм

Допустимые отклонения размеров шеек коленчатых валов

Таблица 1.4

Показатели	Допустимое отклонение, мм	
	Диаметр до 80 мм	Диаметры от 81 до 180мм
Овальность: Коренных шеек	0,01	0,02
Мотылёвых(шатунных)	0,01	0,02
Конусность: Коренных	0,01	0,02
Мотылёвых	0,01	0,02

Часть 6. Контроль качества прилегания башмака крейцкопфа к направляющим корпуса фонаря поршневого компрессора

В процессе разборки и дефектации элементов конструкции поршневого компрессора возникает необходимость проверки зазора между направляющими корпуса крейцкопфа и башмаком

Методика выполнения части 6 лабораторной работы №1

1. Руководствуясь схемой рис.5 (Приложение) проверить с помощью щупов величины зазоров между верхней направляющей и башмаком в двух мёртвых точках его хода: левой (ЛМТ) и правой (ПМТ).
2. Качество прилегания башмака к нижней направляющей контролируется на краску.
3. Состояние антифрикционных покрытий башмака и направляющих крейцкопфа определяется визуально.
4. Заполнить журнал наблюдений таблица 1.5.
5. Сформулировать выводы по результатам замеров.

Проверка качества прилегания башмака к направляющей крейцкопфа

Перед проверкой следует убедиться, что между поверхностью скольжения башмака и направляющей щуп толщиной 0,05 мм не проходит в зазор

- а) покрыть поверхность скольжения башмака краской (выжимая краску через ткань тампона);
- б) установить башмак в направляющие и переместить в пределах длины его хода;
- в) проверить качество прилегания.

Удовлетворительное прилегание башмака обеспечивается при условии: не менее шести пятен контакта на квадрате 25х25 мм для нижней направляющей, а для верхней – не менее четырёх. Общая площадь контакта башмака с направляющей должна составлять не менее 75% поверхности башмака.

Контроль состояния антифрикционного покрытия

Осмотреть рабочие поверхности скольжения направляющих и башмака на наличие трещин, выкрашиваний, отслаиваний, задигов, рисок и пр.

Величины зазоров между башмаком и направляющими

Таблица 1.5

Длина хода поршня	Зазоры, мм			
	σ 1	σ 2	δ 1	δ 2

Допустимые зазоры:

При диаметре расточки направляющих :

- 1) 250-300мм монтажный 0,15-0,25 мм, предельный 0,35-0,40 мм;
- 2) 160-240 мм монтажный 0,10-0,20 мм; предельный 0,30-0,35 мм

Состав отчёта по лабораторной работе №1

1. Заполненные таблицы замеров
2. Выводы по результатам замеров
3. Оценка состояния объекта исследования
4. Заключение о необходимости ремонта или отбраковки
5. Технологические приёмы и методы восстановления работоспособности отдельных элементов конструкции.

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Классификация подшипников скольжения (ПС) и их назначение.
2. Особенности конструкции ПС, работы и основные элементы.
3. Дефекты ПС и способы их выявления.
4. Способы восстановления ПС.
5. Технологические особенности перезаливки вкладышей толстостенных ПС.
6. Особенности сборки ПС с валом после ремонта.
7. Проверка работоспособности ПС.

Приложение

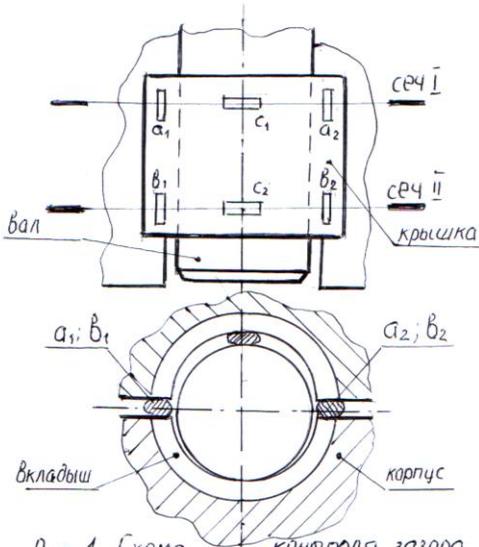


Рис. 1. Схема контроля зазора по свинцовым оттилкам

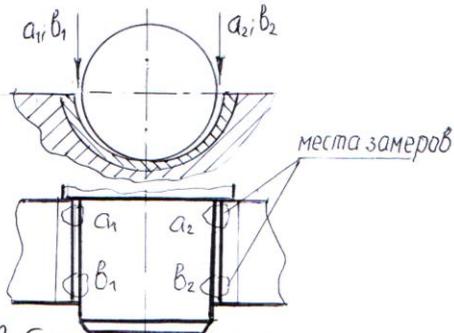


Рис. 2. Схема контроля развала

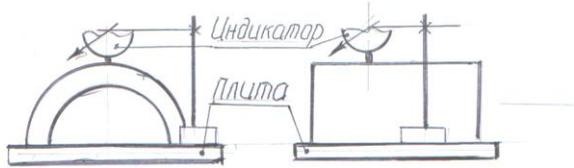


Рис. 3. Контроль параллельности плоскостей стыка вкладышей

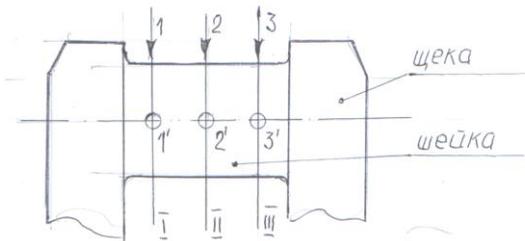


Рис. 4. Схема контроля шеек коленчатого вала

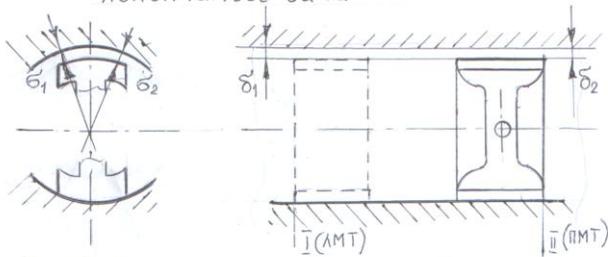


Рис. 5. Схема контроля зазоров в крестковом

Лабораторная работа №2

Состояние роторного узла центробежного турбокомпрессора

Цель работы:

1. Знакомство с конструкцией ротора центробежного турбокомпрессора.
2. Изучить виды ремонта компрессорного оборудования и их состав.
3. Знать порядок подготовки оборудования к капитальному ремонту.
4. Иметь представление об особенностях разборки основных элементов и дефектации узлов и деталей компрессора.
5. Овладеть навыками визуально-измерительного контроля ротора.
6. Выбор методов восстановления элементов ротора и технологии их выполнения.
7. Техника безопасности при ведении ремонтных работ химических машин.

Теоретическая часть

Центробежные компрессоры (турбокомпрессоры) и газодувки или воздуходувки сходны по конструкции, следовательно, технология их ремонта примерно одинакова. В состав агрегата турбокомпрессора входит редуктор, который также периодически подвергают ревизии и ремонту.

Центробежные компрессоры имеют большие преимущества перед поршневыми:

- а) компактность конструкции и сравнительно небольшой вес;
- б) простота в обслуживании, надёжность в работе и возможность монтажа вне помещения цеха;
- в) компримированный газ практически не содержит паров масел, что благоприятно сказывается на работе технологической аппаратуры;
- г) эксплуатационные расходы на обслуживание и ремонт значительно меньше.

Ремонт турбокомпрессоров и газодувок производится аналогично ремонту центробежных машин. Отличительная особенность их заключается в большой массе и скорости вращения, что налагает особую ответственность при выявлении дефектов, установлении величин зазоров и дисбаланса.

Чаще всего ремонтируются подшипники, допуски на износ которых, как и на износ остальных деталей, указываются в паспорте завода-изготовителя. В турбокомпрессорах допуски на радиальное и осевое смещения очень невелики, поэтому для их соблюдения после каждого ремонта необходима тщательная доводка деталей и пригонка узлов.

Для осмотра и ремонта внутренних элементов компрессора или газодувки с горизонтальным разъемом снимают крышку и извлекают ротор целиком. Делать это нужно очень осторожно, чтобы не повредить гребни лабиринтного уплотнения на корпусе и на валу. Диски разбирают в последовательности, подсказываемой конструкцией ротора. Если у собранного

ротора обнаружен дисбаланс, каждый диск в отдельности подвергают балансировке. А собранный ротор проверяют на статическую и динамическую балансировки.

При каждом ремонте необходимо убедиться в исправности всей маслоподающей системы.

Остановка турбокомпрессора на ремонт включает следующие этапы:

1. Подготовка к ремонту. Механик цеха обязан:

а) иметь в наличии комплект запасных частей; необходимые материалы; слесарный и мерительный инструмент; такелажную оснастку; проверенное и исправное грузоподъемное оборудование и т.д.

б) составить дефектную ведомость, которая должна отвечать типовым объемам работ и учитывать дополнительные (непредвиденные) работы, подлежащие выполнению при капремонте.

В процессе разборки и ревизии узлов дефектная ведомость уточняется.

В дефектной ведомости учитывается: а) объем работ по отдельным операциям;

б) количество и квалификация рабочей силы, их специализация;

в) потребные материалы и запасные части;

г) инструмент, оснастка и т.п.;

д) исполнитель работ.

Все работы, перечисленные в уточнённой дефектной ведомости, обязательны к выполнению.

Отключение компрессорного агрегата по газу и электричеству, его продувку инертным газом или воздухом осуществляет эксплуатационный персонал цеха, согласно действующей инструкции.

Установку заглушек осуществляет ремонтный персонал под руководством начальника смены по имеющейся в цехе схеме установки заглушек.

Подготовленный к ремонту компрессор принимает механик цеха от начальника смены по акту передачи, подписанному заместителем начальника цеха и начальником смены-сдающими, механиком цеха и мастером по ремонту-принимающими. В случае выполнения ремонта ЦКР, РМЗ или сторонней спецорганизацией, механик цеха обязан передать компрессор (отдельные узлы и детали) также по акту.

Перед проведением планового ремонта, за сутки перед началом собственно работ, механик цеха обязан записью в журнале начальников смен предупредить их и заместителя начальника цеха в необходимости остановки и подготовки компрессора к ремонту в указанные и согласованные с начальником цеха сроки.

Провести инструктаж по технике безопасности ремонтным и эксплуатационным персоналом.

1. Отключение компрессора от действующих коллекторов, сброс давления и продувка азотом.

2. Установить заглушки по схеме.

Важнейшим мероприятием для обеспечения безаварийной и экономичной работы компрессора является строгое выполнение системы ППР, которая предусматривает следующие виды ремонтных работ:

- а) текущий (ремонт 1-й категории) (ТР);
- б) малый капитальный (2-й категории) (МКР);
- в) капитальный (3-й категории) (КР).

Текущий ремонт (ТР) – совокупность работ, при которых производится ревизия, ремонт или замена отдельных быстроизнашивающихся деталей или узлов. Выполняется ТР, как правило, под руководством механика цеха или мастера по ремонту.

В объём ТР входит:

1. Отключение компрессорного агрегата от электрической сети, действующих коллекторов, сброс давления, продувка азотом, установка заглушек.
2. Устранение дефектов, записанных в журналах сменного персонала.
3. Ревизия клапанов (вентилей) высокого давления на маслоподаче.
4. Обтяжка фланцевых соединений и сальников вентилей высокого давления на линиях продувок, всасывания и нагнетания.
5. Ревизия лубрикатора, маслопровода, обратного клапана с проверкой его на герметичность, пропаривание и продувка азотом маслопроводов наружной обвязки.
6. Ревизия маслёнок.
7. Ревизия обратного клапана и обтяжка фланцевых соединений на линии подачи сухого газа.
8. Проверка системы блокировки и сигнализации.
9. Устранение выявленных дефектов.
10. Пуск и обкатка компрессора после ремонта согласно инструкции завода-изготовителя.

Малый капитальный (МКР) – совокупность работ, при которых производится ревизия, ремонт или замена отдельных основных узлов и деталей машины.

В объём МКР входит:

1. Выполнение всех работ ТР.
2. Полная разборка и последующая сборка всех узлов агрегата.
3. Тщательный осмотр внутренних поверхностей корпуса на наличие трещин, коррозии, эрозии и др.
4. Ревизия крепёжных деталей, и при необходимости, замена.

5. Проверка состояния соединительной муфты и устранение выявленных дефектов.
6. Замена подшипников качения.
7. Ревизия рабочих колёс, вала, лабиринтных уплотнений, диафрагм, входного и выходного устройств (проверка плотности посадки рабочих колёс, замена негодных гребешков уплотнений, замер шеек вала на цилиндричность).
8. Динамическая балансировка ротора (при необходимости).
9. Выверка передней и задней опор согласно инструкции завода-изготовителя.
10. Сборка компрессора с электродвигателем и обкатка на стенде (выбег¹ должен быть не менее 6-7 минут).
11. Сборка компрессорного агрегата и монтаж токовводов и обвязки.
12. Пневмоиспытание на рабочее давление.
13. Пуск и обкатка после ремонта с установлением всех выявленных при этом дефектов.

Капитальный ремонт (КР) – совокупность работ, при которых агрегату придают его первоначальные параметры – точность и производительность.

При КР производится полная разборка компрессора, заменяются детали и узлы и проверяется работа всех механизмов. В объём КР входит:

1. Все работы МКР.
2. Гидравлические испытания корпуса высокого давления.
3. Замена изношенных лабиринтных уплотнений и рабочих колёс (при необходимости).
4. Ремонт соединительной муфты с заменой износившихся пальцев.
5. Динамическая балансировка ротора.
6. Ревизия и ремонт арматуры и трубопроводов высокого давления.
7. Покраска фундамента и компрессора.
8. Пуск и отладка компрессора после ремонта согласно инструкции по монтажу и эксплуатации, устранение выявленных дефектов и сдача в эксплуатацию.

¹ Выбег – бег по инерции после снятия электрической энергии на стенде.

Пример нормативов ППР по межремонтному пробегу компрессоров ЦКО-7 и ОНИ К-303

Длительность ремонтного цикла		Нормативы времени непрерывной простоя в рем. час			Количество ремонтов в цикле		
		для ТР	Для МКР	Для КР	ТР	МКР	КР
ЦКО-7	8	1080/24	4320/120	69120/360	48	7	1
ОНИ К-303	Достигнуто 4	780/8	2880/240	34560/240	36	11	1
	По системе ППР 8	8640/24	17280/480	69120/720	4	3	1

Методика выполнения работы по контролю состояния роторного узла турбокомпрессора

Ротор – важная часть компрессора, детали которого во время работы испытывают сложные напряжения в результате действующих центробежных сил, динамических нагрузок со стороны потока рабочей среды и температурных деформаций. Из-за неисправности роторного узла возможны тяжёлые аварии, поэтому во время ремонтов необходимо тщательно проверять его состояние.

Порядок выполнения работы

Установленный на козлах ротор турбокомпрессора перед очисткой проверить на наличие, количество и характер отложений; наличие коррозии и эрозии рабочих колёс и турбины.

1. Осмотр ротора производится после очистки от отложений и следов коррозии, выявляя возможные трещины в элементах конструкции ротора, особенно тщательно:
 - а) места перехода от одного сечения вала к другому – галтели (усталостные трещины);
 - б) места изменения профиля дисков колёс;
 - в) сечения, ослабленные отверстиями или шпоночными пазами;
 - г) места около заклёпочных головок на дисках.

При МКР производится визуальный осмотр, при КР – цветная дефектоскопия.

1. Выявляются царапины и забоины на исполнительных поверхностях вала ротора и возможность их зачистки и зашлифовки до нижнего предела допуска на размер. (Диаметр шеек нельзя уменьшать проточкой или шлифовкой более чем на 3% их первоначальной величины).
2. Контроль зазоров между покровными дисками и лопатками рабочих колёс проверяют с помощью щупов (не должны превышать 0,05 мм).
3. Контроль посадочных мест на наличие фреттинг-коррозии – грязно-бурый налёт на поверхности вала под дисками о около них, а также ослабление посадки диска.
4. Контроль плотности посадки рабочих колёс на валу, упорного диска, турбины проводят обстукиванием ступицы мягким (медным или деревянным) молотком (массой =1,0-1,5 кг) по звуку(дребезжание - неплотность).
5. Контроль рабочих поверхностей упорного диска рабочих колёс на наличие рисок и повышенной шероховатости.
6. Проверка состояния лабиринтных уплотнений на наличие и характер повреждений, а также скоплений и количества отложений.
7. Проверка состояния турбины привода на качество закрепления лопаток в диске ротора и дефектов на их рабочих поверхностях.
8. Контроль шеек на отклонения от цилиндричности

Запись результатов проверки шеек вала на овальность и конусность (с примером заполнения таблицы 2.1)

Таблица 2.1

Размеры шеек по чертежу, мм	Действительные размеры по результатам замеров	Максим.	84,965	84,97	84,985
		Миним.	84,950	84,965	84,965
			D ₁	D ₂	D ₃
Эллипсность шеек	допустимая		0,025	0,025	0,025
	действительная		0,015	0,015	0,030
	допустимая		0,025	0,025	0,025
	действительная			0,020	
седловидность					

Результаты контроля ротора следует занести в таблицу журнала наблюдений (форма таблицы 2.2 приведена с примером её заполнения в ходе выполнения работы)

Таблица 2.2

№ п/п	Элемент конструкции	Объём проверки	Метод выявления дефектов	Допускаемые значения	Выявленные дефекты	Метод восстановления
1	2	3	4	5	6	7
1	Ротор, вал	Контроль выработки шеек на овальность и конусность	Замер диаметра шейки в 2-х сечениях по двум взаимно перпендикулярным направлениям микрометром	Предельное занижение шеек 2,0мм	Конусность $D_{\min} =$ $D_{\max} =$ Альность Сеч.2= Сеч.2=	Шлифовка шеек до оемонтного диаметра при шероховатости и $R_a 0,32$

Выводы:

1. Состояние объекта изучения
2. Выявленные дефекты и способы их выявления
3. Анализ причин появления дефектов
4. Способы и технология восстановления работоспособности
5. Заключение о работоспособности ротора

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Классификация газодувных (воздуходувных) машин
2. Конструктивные отличия разных классов воздуходувных машин
3. Преимущества и недостатки разных классов воздуходувных машин
4. Порядок остановки компрессора на ремонт
5. Ответственность заказчика и исполнителя при передаче оборудования в ремонт
6. Особенности разборки компрессора
7. Виды ремонта компрессоров
8. Конструктивные особенности турбокомпрессора
9. Особенности конструкции ротора турбокомпрессора
10. Виды диагностики компрессорного агрегата и возможные дефекты
11. Виды проверки отдельных элементов и компрессора в целом при ремонте и его окончании
12. Инструмент и оснастка при проведении диагностики и восстановлении деталей
13. Особенности проведения замеров на овальность, цилиндричность и шероховатость

Лабораторная работа №3

Контроль состояния основных узлов газодувки при капитальном ремонте

Цель работы:

1. Знакомство особенностями конструкции газодувки
2. Оценка состояния объекта визуально-измерительными методами
3. Анализ причин появления дефектов
4. Технологические особенности восстановления работоспособности машины

Методика выполнения работы

1. Познакомиться с конструкцией газодувки
2. Провести осмотр плоскости разъема корпуса на наличие трещин, забоин, рисок, коррозионных разрушений, посторонних налипаний
3. Контроль поверхности разъема на отклонения от плоскости (линейка, щупы)
4. Проверить крепление лабиринтных уплотнений (обойм) на отсутствие люфта, посадочных мест под уплотнения (обоймы)
5. Контролировать состояние роторного узла:
 - а) состояние шеек вала и рабочих колес;
 - б) биение ротора сборной по поверхности упорного диска (все колеса); по шейкам; по обоймам лабиринтных уплотнителей; по рабочим колесам; по полумуфте;
 - в) проверить величину осевого разбега ротора;
 - г) контроль посадки на вал упорного диска и рабочих колес;
 - д) контроль состояния разьбы и качества затяжки поджимных гаек;
 - е) контроль ротора на прогиб (менее 0,03мм)
6. Контроль взаимного расположения рабочих колес и диффузора

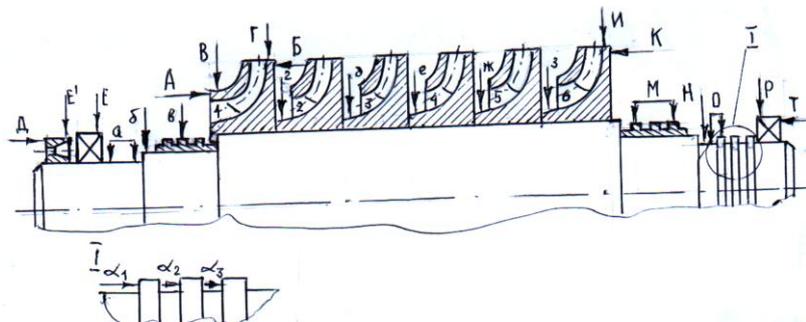


Рис. 3.1. Схема контроля основных параметров ротора газодувки

Радиальные биения колес и втулок (с примером заполнения)

Таблица 3.1

Обозначение	Колесо 1		Г	Колесо 2		Д	Колесо 3		Е	Колесо 4		Ж	Колесо 5		З	Колесо 6		Колесо 7	
	В	Г		В	Г		В	Г		В	Г		В	Г		В	Г	В	Г
Допуст. бой	0,06	0,2	0,06	0,06	0,2	0,06	0,06	0,2	0,06	0,06	0,2	0,06	0,06	0,2	0,06	0,06	0,2		
Действ. бой	0,04	0,15	0,04	0,04	0,2	0,04	0,08	0,1	0,06	0,05	0,25	0,07	0,07	0,25	0,07	0,09	0,15		

Торцевые биения (аксиальные)

Таблица.3.2

Обозначение	Д	К	Л	П	Т	Колесо 1		Колесо 2		Колесо 3		Колесо 4		Колесо 5		Колесо 6		α_1	α_2	α_3
						А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б			
Допуст	0,02	0,10	0,20	0,02	0,02	0,06	0,4	0,06	0,4	0,06	0,4	0,06	0,5	0,06	0,04	0,06	0,4	0,02	0,02	0,02
Действ	0,01	0,07	0,15	0,04	0,04	0,06	0,35	0,12	0,4	0,04	0,2	0,01	0,28	0,06	0,05	0,08	0,4	0,01	0,02	0,01

Радиальные биения уплотнения шеек

Таблица 3.3

Обозначение	а	б	в	м	н	о	и	е	р
Допустим.	0,02	0,06	0,06	0,06	0,06	0,02	0,06	0,02	0,02
Действит.	0,01	0,06	0,03	0,06	0,07	0,05	0,12	0,01	0,05

Результат контроля элементов ротора

Таблица 3.4

№ п/п	Узел, деталь	Объем проверок	Метод выявления	Вид Дефекта	Метод восстановления (выбраковки)
1	2	3	4	5	6

1. Проверка осевого разбега ротора

Монтажным ломиком сместить ротор в одно из крайних положений и заменить величину зазора при обратном смещении ротора вдоль оси.

2. Контроль ротора на прогиб

Установить индикаторные стойки с индикаторами в 3^х точках: по радиусу муфты до подшипниковой опоры; на шейке вала после опоры, аналогично - на втором конце ротора.

3. Проверка состояния поверхности упорного диска на биение и на геометрию рабочей частоты

Проверку следует проводить двумя индикаторами, закреплёнными на плоскости разъема корпуса около диска с двух сторон (рис.2)

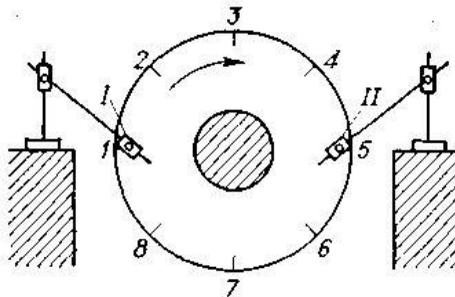


Рис.3.2 .Схема проверки упорного диска на биение 2-е индикаторами 1 и 2

Диск делят на 8 частей, щуп индикатора устанавливают прижимая к поверхности плоской части диска 10/15 мм от обода. Показания индикаторов записывают в таблицу 3.5 одновременно для двух точек, расположенных на одном диаметре.

Величина биения равна алгебраической разности показаний индикаторов.

На биение проверяют не менее 2^x раз, причем следует сместить индикаторы на 5/10мм к центру диск. Максимальная допустимая величина биения плоскости диска не должна превышать 0,02мм.

Запись результатов проверки диска на биение (пример заполнения таблицы)

Таблица 3.5

Место отсчета показаний индикаторов		Показания индикаторов 0,01мм		Алгебраическая разность показаний	Величины Биение диска
1	2	1	2	0,01мм	0,01мм
1	5	0	0	0	0
2	6	+2	-2	± 4	2
3	7	+4	-4	± 8	4
4	8	+6	-6	± 12	6
5	1	+8	-8	± 16	8
6	2	+16	+4	± 12	6
7	3	+14	+6	± 8	4
8	4	+12	+8	± 4	2
1	5	+10	+10	0	0

Геометрию рабочей плоскости диска проверяют, накладывая на неё контрольную линейку (рис.3) и измеряя щупом величину зазоров между плоскостью и линейкой. При удовлетворительном состоянии плоскости диска щуп толщиной 0,015мм не должен проходить в зазор.

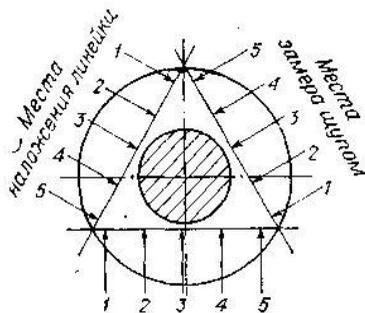


Рис.3. Схема проверки поверхности упорного диска контрольной линейкой и щупом.

По результатам контроля состояния основных узлов газодувки следует сделать общие выводы и заполнить таблицу 3.6.

Таблица 3.6

№ п/п	Узел, деталь	Объем проверок	Метод выявления дефекта (допуск.значен)	Вид Дефекта	Метод Восстановления (выбраковки)
1	2	3	4	5	6

Содержание отчёта:

1. Заполненные таблицы
2. Выявленные дефекты, их анализ и заключение о выбраковке или восстановлению
3. Технология восстановления отдельных деталей или узлов
4. Выводы по работе

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Чем отличается центробежная газодувка от компрессора?
2. Конструктивные особенности газодувки: основные узлы и детали.
3. Основные причины проведения ремонтов газодувки.
4. Дефекты элементов конструкции, возникающие при эксплуатации газодувки.
5. Способы выявления и устранения дефектов.
6. Технологические особенности ремонта отдельных деталей газодувки в зависимости от степени износа.
7. Порядок подготовки и проведения ремонта газодувки.
8. Техника безопасности при проведении разборки и ремонта машин.

Литература

1. Рахмилевич З.З. Компрессорные установки: Справ. Изд. М.: Химия, 1989. 272 с.
2. Фармазов С.А. Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов. М.: Химия. 1971. 296с.

Лабораторная работа № 4 **Ремонт центробежного насоса**

Цель работы:

1. Знакомство с особенностями конструкции и работы центробежных насосов.
2. Особенности процесса разборки и дефектации машинного оборудования.
3. Способы выявления неисправностей и дефектов узлов и деталей насосов.
4. Технология восстановления неисправностей основных узлов и деталей.
5. Сборка и испытание центробежных насосов.
6. Особенности соблюдения правил техники безопасности при ремонте.
7. Правила передачи отремонтированных изделий заказчику.

Теоретическая часть

Насос – машина, предназначенная для перемещения жидкостей.

На химических предприятиях насоса служат для перекачивания сниженных газов, воды, щелочей, кислот, нефтепродуктов и работают в широких диапазонах производительности, напора и температуры. Парк центробежных насосов доходит до нескольких сотен единиц по одному предприятию. Поэтому обычные требования, предъявляемые к насосам (надежность и долговечность в эксплуатации, герметичность в соединении и безупречная работа сальниковых или торцовых уплотнений), в условиях указанных предприятий приобретают чрезвычайно важное значение, поскольку неисправности в насосах и их узлах приводят к нарушениям технологического режима установок, а иногда и к авариям.

По пригодности к ремонту детали машин делятся на две группы:

- а) неремонтируемые, которые невозможно или не разрешается ремонтировать;
- б) ремонтируемые, которые можно или разрешается ремонтировать.

К первой группе относятся: подшипники качения, валы со скрученностью более $0,25^\circ$ на 1м длины, при наличии трещин, отколов, выкрашиваний, поломок и больших задиров; пружины с трещинами и изломами; тормозные накладки, клиновые ремни; износ шлицев и зубьев на чугунных зубчатых колёсах; муфты с предельными износами; стальные канаты, крюки (при износе зева свыше 10%), петли.

Ко второй группе – все остальные детали (типовые и оригинальные - нетиповые).

Задача ремонта – полное восстановление работоспособности детали или узла до уровня новых с обеспечением всех технических требований к ним, а также повышение несущей способности и долговечности на основе

использования прогрессивных методов восстановления деталей и технологических методов их упрочнения.

Ремонт выполняется обычно по ремонтным чертежам (ГОСТ21.109-73), на которых указаны только те размеры, допуски и другие требования, которые должны быть обеспечены в ходе ремонта.

Центробежные насосы имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с насосами других типов (плунжерные, поршневые, шестеренчатые, винтовые, струйные и др.).

К ним относятся:

- равномерность подачи жидкости;
- сравнительно малые габаритные размеры при большой производительности;
- удобство соединения с приводом (электромотор, турбина);
- простота обслуживания и ремонта;

Недостатки центробежных насосов:

- отсутствие сухого всасывания;
- зависимость напора от скорости вращения ротора;
- невозможность варьировать производительность без изменения напора;
- сравнительно невысокий К.П.Д.(для насосов небольшой производительности).

В процессе эксплуатации центробежных насосов изнашиваются в первую очередь защитные втулки вала, уплотнительные кольца корпуса (в кислотных насосах кольца отсутствуют) и подшипники; за более длительное время изнашиваются рабочие колеса и некоторые мелкие детали, а также валы. Наибольший срок службы имеют части корпуса. Износ перечисленных элементов (кроме подшипников) происходит вследствие трения перекачиваемой жидкости, коррозии, абразивного действия частиц, твердой фазы (гидроабразивное изнашивание).

Текущий ремонт включает разборку насоса, очистку рабочих колес, промывку всех узлов и смену защитных втулок вала; Такой ремонт проводят через 700 ÷ 1000 час. в зависимости от степени агрессивности среды и длится не более одной смены.

Капитальный ремонт насосов крупных моделей производится через 8000 ÷ 12000 часов, длительностью до 3 ÷ 5 дней и трудоемкостью 25 ÷ 35 чел.-час. включает сверх объема работ текущего ремонта замену рабочего колеса или ротора целиком и отдельных узлов и даже частей корпуса.

Параллельно с ремонтом насосов всегда производится ревизия или ремонт арматуры – задвижек, обратных клапанов, пробных кранов и т.п. Обычно капитальный ремонт горячих центробежных насосов производится примерно 1 раз в 3 года, а холодных в 4 года, перекачивающих агрессивные или абразив содержащие жидкости примерно 1 раз в полтора года.

Вопрос о выборе метода капитального ремонта насоса нужно решать дифференцирования в зависимости от организации ремонтной службы каждого предприятия.

Ремонт насосов непосредственно в технологическом цехе руководит мастер и бригадир ремонтной службы этого цеха, а также механик, которые ответственны за качество ремонтных работ.

Ремонтные работы, выполняемые, специальными подразделениями или сторонними организациями ведутся под руководством мастера ремонтной службы и механика, которые вместе с бригадиром ремонтников несут ответственность за их качество. К ремонту можно приступать только после письменного разрешения начальника цеха. Задвижка на приёмной и напорной линиях должны быть закрыты, насос отключен от действующей линии.

Разборку насоса выполняют в определенной последовательности. Прежде всего отсоединяют трубопроводы смазочного масла и охлаждающей воды. Свободные концы заглушают, манометры и датчики температуры отсоединяют. При помощи специальных крючков вынуть кольца мягкой сальниковой набивки или освободить болты крышки торцового уплотнения проверить центровку ротора в корпусе насоса. Электропривод следует обесточить; на включателе должна быть вывешена табличка «Не включать, работают люди».

Проверка положения ротора в корпусе насоса в радиальном направлении

Центровку ротора в корпусе необходимо проверять перед каждой разборкой насоса, поскольку результат такой проверки во многом определяют объём ремонтных работ.

Соосность ротора и корпуса проверяют положением вала ротора в корпусах сальников. Измерения в горизонтальном и вертикальном направлениях выполняют при снятых нажимных втулках сальников с помощью щупа и призмы, толщина которой равна приблизительно величине зазора (рис. 1) между валом и стенками сальницы (корпус сальника)

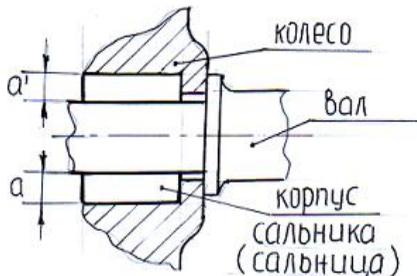


Рис. 4.1. Схема проверки радиальной центровки ротора в корпусе насоса

При правильном положении ротора в корпусе $\alpha' = \alpha$, где α и α' – радиальные зазоры между валом и стенками сальниц по вертикали и аналогично по горизонтали $b' = b$.

Отклонения оси вала от оси сальниц не должны превышать 0,1 мм. Нарушение соосности ротора и корпуса свидетельствует об износе подшипников, выработке посадочных мест, перекосе или смещении в вертикальной или горизонтальной плоскости корпусов подшипников, значительном искривлении оси вала. При наличии радиального смещения при последующих этапах разборки нужно точно установить его причину.

Проверка осевого разбега ротора в корпусе насоса

Разбег не должен превышать 0,1 ÷ 0,15 мм. Увеличенный разбег ротора возможен вследствие износа или неправильного монтажа в корпусе радиально-упорных подшипников качения (неправильно рассчитана ширина кольца между упорным буртом и внутренней обоймой подшипников, либо наружные подшипники посажены в корпусе с большими осевыми зазорами). В случае большого осевого разбега при разборке необходимо установить его точную причину.

Демонтаж опорных подшипников

Перед вскрытием корпуса подшипников протирают снаружи чисто ветошью, обдувают сжатым воздухом или паром и сливают из него масло. Затем проверяют посадку в корпусе наружного кольца подшипника; перед проверкой корпус и подшипники промывают чистым керосином и протирают насухо чистой тряпкой.

Сначала демонтируют крышку корпуса насоса, затем снимают рабочее колесо с вала и после отсоединения от фундаментной плиты и корпуса насоса, корпус подшипников разворачивают на плите.

При съёме подшипников качения используют винтовые съёмники. Для ускорения и облегчения съёма рекомендуется в течении нескольких минут подогреть подшипники поливая их маслом, нагретым до 120÷150°C, прикрывая вал асбестом. При этом необходимо следить, чтобы масло попадала на внутреннюю обойму, для чего необходимо подавать из масленки.

При съёме подшипников с вала усилие необходимо прикладывать только к внутренней обойме.

Ревизия подшипников производится через каждые 700÷750 ч работы насоса. При ревизии подшипников необходимо тщательно проверить поверхности обойм и шариков на отсутствие повреждений (трещины, сколы, выкрашивания), оспин, плен, следов ржавчины, черных пятен и цветов побежалости.

- а) для подшипников с внутренним диаметром до 50 мм – 0,1мм;
- б) для подшипников с внутренним диаметром от 50мм до 100 мм – 0,2мм;

в) для подшипников с внутренним диаметром свыше 100 мм – 0,3мм;

При диаметральном зазоре между наружной обоймой и корпусом подшипников более 0,1 мм их заменяют. Гильза изготавливается из стали или чугуна и на легкопрессовой посадке (переходная) на сурике собирается с картером. Затем растачивается в номинальный размер. Не параллельность расточки к оси ротора насоса допускается не более $0,4 \div 0,5$ мм на 1м длины. Биение в опорах не должно превышать 0,15 мм.

Ревизия корпуса насоса

Ревизия корпуса насоса включает: контроль состояния посадочных мест под диафрагму, грундбуксу (нажимная втулка), уплотнительные кольца корпуса и плоскости разъёма, коррозионный износ внутренне полости, толщину стенок.

Ротор, извлеченный из корпуса насоса, помещают на специальные металлические козлы, а под шейки вала подкладывают деревянные подушки. Затем ротор тщательно промывают в керосине, протирают и осматривают все детали. При их хорошем состоянии ротор не разбирают .

Обязательно разбирают роторы независимо от состояния деталей через 8000÷9000 ч работы для тщательного осмотра вала, выявления трещин, проверки биения, ревизии состояния посадочных мест и при необходимости замены вала.

Если на роторе была заменена хоть одна деталь, обязательно его проверяют на биение в собранном виде. При увеличенном биении ротора разбирают, и на биение проверяют вал.

Обязательной операцией, завершающей ремонт ротора, должна быть балансировка.

Валы несут на себе все вращающиеся части насоса. Наиболее вероятными дефектами валов являются искривление, износ шеек и резьбы, а также поломка.

Искривление обычно происходит в результате выхода из строя подшипников или задевания частей ротора за неподвижные детали насоса.

Другой причиной является недостаточный зазор в уплотняющих деталях. Поэтому из-за прогиба вала и температурных расширений вращающийся ротор задевает за неподвижные части насоса.

Третья причина – недостаточный или неравномерный прогрев насоса, перекачивающего горячих продукт. При включении непрогретого насоса ротор в его корпусе может заклинить.

Четвертая причина – неправильная сборка в осевом направлении относительно оси напорного канала, вследствие чего поры и уплотняющих деталей корпуса и ротора, а также чеки рабочего колеса задевают стенки корпуса или диафрагму.

К изгибу вала приводит значительная или продолжительная вибрация насоса независимо от вызывающей её причины.

Износ шеек вала происходит из-за выработки и выхода из строя подшипников, а также в результате коррозионных оспин, появления рисок и надиров при попадании мелких посторонних частиц, в подшипники вместе со смазкой.

Износ резьбы чаще происходит на валах горячих насосов в местах сопряжения с защитными гильзами.

Поломки валов, как правило, происходит в местах перехода от одного сечения к другому и объясняется концентрацией местных напряжений, особенно при передаче крутящего момента, значительно превышающего допустимый, или - из-за воздействия на вал знакопеременной нагрузки.

Ремонт валов и осей должен обеспечить исправление следующих дефектов и повреждений: а) искривления (изгиб); б) износ шеек, шлицов и повреждений под сальниками; в) нарушение посадочных поверхностей; г) разбивка шпоночных пазов; д) повреждение резьбы (растяжение или срез витков); е) трещины и поломка.

Правка. При искривлении и др. повреждениях ремонт начинают с правки (рихтовки). Прямолинейность вала (оси) проверяют индикатором, при установке вала в центрах токарного станка или на призмах контрольной плиты.

При частоте вращения менее 500 об/ мин допустим прогиб 0,15 мм на 1 м длины, но не более 0,3 мм на всю длину; при $n \geq 500$ об/ мин – 0,1 мм на 1 м, но не более 0,2 мм на всю длину. Прогиб валов и осей менее 0,5 мм устраняют шлифованием, а более 0,5 мм – правкой в холодную. Применяют также правку нагревом со стороны выпуклости. Валы больших диаметров (свыше 100 мм) выправляют путём нагрева пламенем горелки до температур 200 – 600°C. Температура нагрева тем выше, чем больше диаметр вала и величина прогиба. Вал выправляется под действием внутренних напряжений.

Незначительную погнутость коленчатых валов (до 0,05% длины) исправляют наклёпом. Ручным молотком с шаровой головкой или чеканом, насаженным на лёгкий пневматический молоток, наклёпывают поверхности шеек коленчатого вала по обе стороны от повреждённой шейки. В результате наклёпа шейки несколько искривляются, а ось вала выпрямляется. После правки для снятия внутренних напряжений валы подвергают термообработке (нагрев до температуры 400-450°C с последующей выдержкой при этой температуре в течение 0,5 – 1,0 часа).

Восстановление изношенных поверхностей валов ответственного назначения осуществляется только хромированием или обработкой на ремонтный размер (с уменьшением диаметра не более, чем на 3%). В других случаях ремонтируют наращиванием полимерными материалами, способами пластического деформирования, применением напрессовки втулки, а также наплавкой, осталиванием или металлизацией. Длина наплавляемой части должна превышать длину шейки, чтобы зона концентрации напряжений не совпала с галтелью.

Ремонт шпоночных пазов выполняется фрезерованием под больший размер с последующим изготовлением фигурной шпонки, завариванием изношенного паза и нарезанием его в новом месте со смещением на 90 или 120°. На валах крупных размеров применяют наплавку паза с одной стороны с последующей механической обработкой в нужный размер.

Ремонт шлицев. Шлицевые поверхности могут иметь износ, смятие и выкрашивание рабочих поверхностей. При малых износах (менее, чем на 15% его ширины) их ремонтируют пластическим деформированием вдоль центральной оси шлицевого выступа зубилом или вдавливанием роликом. При больших (для валов диаметром более 80 мм) – наплавлением ручной газовой или электродуговыми методами, либо автоматической наплавкой продольными валиками. Для уменьшения деформации вала наплавку ведут по определённой схеме, накладывая валики по диаметрально противоположным частям вала. Шлицевые поверхности с шириной шлицев до 5 мм чаще заваривают сплошь, а затем – механической обработкой изготавливают новые.

Ремонт резьбы. При незначительных смятиях и наличии заусенцев резьбу исправляют прогонкой резьбонарезным инструментом. При срыве 2-х или более ниток и износе профиля наружную резьбу восстанавливают наплавкой по старой резьбе с последующей нарезкой новой. Отверстия с сильно повреждённой резьбой наплавливают или заваривают и нарезают новую резьбу в том же месте или в отверстиях, просверленных на новом месте. В отдельных случаях старую резьбу срезают и на этом месте нарезают новую уменьшенного или увеличенного диаметра.

Рабочие колеса насосов

К рабочим колесам предъявляются следующие требования:

- точность геометрических размеров;
- правильность формы и чистота поверхности и окружности уплотнительных поясков по отношению к внутреннему осевому отверстию каждого колеса;
- статическая уравновешенность.

Основные причины выхода из строя рабочих колес:

- 1) коррозия;
- 2) коррозионный и эрозионный износ;
- 3) сильный осевой сдвиг ротора из-за неправильной сборки насоса или разрушения радиально-упорных подшипников;
- 4) неправильная установка в осевом направлении;
- 5) недостаточные зазоры в проточной части насоса;
- 6) попадание в насос посторонних тел.

Защитные гильзы служат для предохранения вала от разрушения в местах работы сальниковых уплотнений и относятся к числу наиболее быстро изнашивающихся деталей центральных насосов. Основные дефекты: кольцевые задиры, кольцевой износ и наплывы частиц фольги сальниковой набивки на пружинной поверхности гильз. Причинами этих дефектов являются:

- неправильная набивка сальника;
- перекося или смещение его фонаря и, следовательно, недостаточная подача уплотняющей жидкости в плоскости сальника и защитной гильзы, или перекося нажимной втулки.

Сальниковые уплотнения служат для уплотнения зазора между валом и корпусом, а в горячих насосах и для охлаждения вала.

Даже при правильной эксплуатации сальников и нормальной работе насоса с течением времени пропуск перекачиваемой жидкости между валом и сальниковой набивкой увеличивается. Это объясняется возрастанием кольцевого зазора между гильзой вала и набивкой в результате их износа; биение вала; потери набивки первоначальной эластичности вследствие вымывания из нее пропитки.

Причины быстрого выхода из строя сальниковых уплотнений:

1. Применение некачественного набивочного материала или не отвечающего режиму работы насоса;
2. Некачественное изготовление сальников или сальниковых набивок (плохая заделка замка; недостаточная прессовка колец; тонкий слой фольги; недостаточный или неравномерный слой графита между листами фольги)
3. Сильный износ защитной гильзы;
4. Большая вибрация насоса;
5. Биение защитной гильзы вала;
6. Разработка нажимной втулки (грундбуксы);
7. Проворачивание грундбуксы вместе с ротором;
8. Прекращение подачи воды в водяную рубашку сальника или наружной подачи уплотняющей жидкости из-за неправильной установки фонаря сальника;
9. Возрастание давления в полости перед сальником со стороны нагнетания.

Корпус ремонтируемой детали может иметь следующие дефекты: трещины, изломы, пробоины; обломы болтов и шпилек; износ или срыв резьбы; износ посадочных мест под подшипники, стаканы, втулки; коробления привалочных поверхностей.

Технологический процесс ремонта состоит из комплекса операций: удаление сломанных крепёжных элементов; сварочные и наплавочные работы; механическая обработка установочных плоскостей и отверстий; обработка изношенных поверхностей под ремонтные размеры либо их восстановление электролитическим наращиванием, полимерными материалами, применением дополнительных ремонтных деталей с последующей механической обработкой.

Трещины в корпусах заваривают дуговой или газовой сваркой, заправляют латунию, ставят заплатки или ремонтируют постановкой штифтов или металлока. Если часть корпуса с трещиной не несёт существенных

нагрузок, то трещину заделываю полимерными композициями на основе эпоксидных смол или применяют замазки и клеи («холодная сварка»). Корпуса с изломами выбраковывают.

Обработку установочных плоскостей и отверстий выполняют на плоскошлифовальных, фрезерных и сверлильных или расточных станках.

Посадочные отверстия ремонтируют растачиванием под ремонтные размеры, растачиванием и запрессовкой втулок с последующей механической обработкой в номинальный размер, электроискровым или электролитическим наращиванием (слой толщиной до 0,5 мм).

Резьбовые отверстия под крепёж восстанавливают теми же способами, что и на валах.

Рамы и станины, выполненные сварными или клёпаными, имеют деформации, повреждения отдельных элементов, усталостные трещины по сварочным швам и основному металлу, ослабление заклёпочных соединений. Способы ремонта определяются характером и размерами повреждений.

Правку элементов конструкции производят в холодном или нагретом до 500-600°C состоянии с применением гидравлических домкратов и прессов. Сильно деформированные элементы вырезаются и заменяются специально изготовленными вставками.

При наличии в отдельных местах рамы трещин их заваривают усиленным швом, предварительно засверлив по концам трещины отверстия диаметром 5-8 мм. Помимо наложения сварных швов приваривают треугольные или ромбовидные усилительные накладки по наружной поверхности балок. Внутрь лонжеронов ставят на заклёпках усиливающие вставки. Сварной шов с трещинами срубуют или срезают газовым резаком и заваривают вновь.

Все ослабленные и оборванные заклёпки заменяют новыми.

Методика выполнения работы

1. Составить маршрут разборки насоса
2. В ходе разборки насоса выполнить:
 - а) контроль центровки ротора
 - б) проверить величину осевого разбега ротора;
 - в) провести ревизию подшипников;
 - г) проконтролировать состояние корпуса насоса с замером толщины стенки (при обнаружении следов коррозии или эрозии);
 - д) проверить состояние ротора и его основных элементов с целью выявления дефектов;
 - е) установить причины появления выявленных дефектов конструкции насоса.
3. Составить дефектную ведомость насоса по форме 1.

Форма 1.

Место выявления дефектов и его вид	Способ выявления дефекта	Технология ремонта	Оборудование, приспособления, инструменты
1	2	3	4

Приложение 1.
Пример №1. Капитальный ремонт насоса

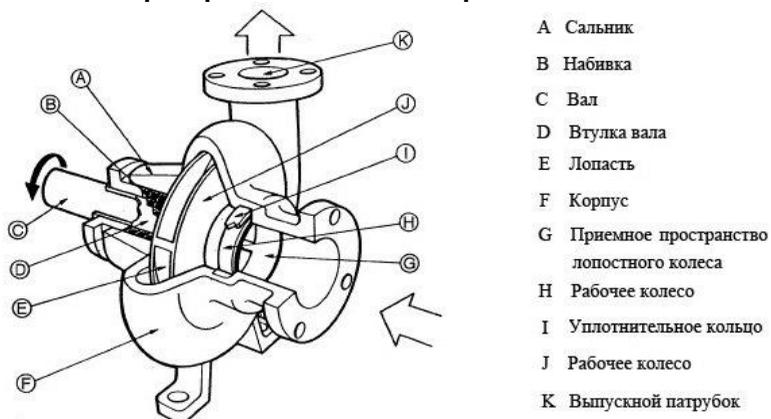


Рис.4.2. Устройство центробежного насоса

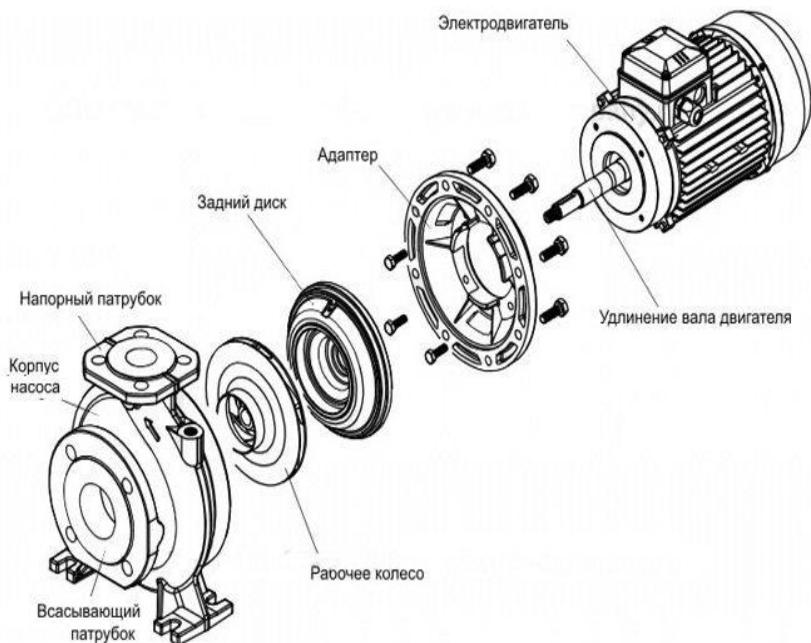


Рис.4.3. Основные составные части насосного агрегата

Демонтаж и разборку насосного агрегата произвести в соответствии с эксплуатационными документами на насос и электродвигатель. В связи с незначительными габаритными размерами и возможностью резервирования агрегата ремонт произвести на площадях ремонтного предприятия при условии полного демонтажа агрегата и его транспортировки из технологического цеха.

Составление ведомости дефектов

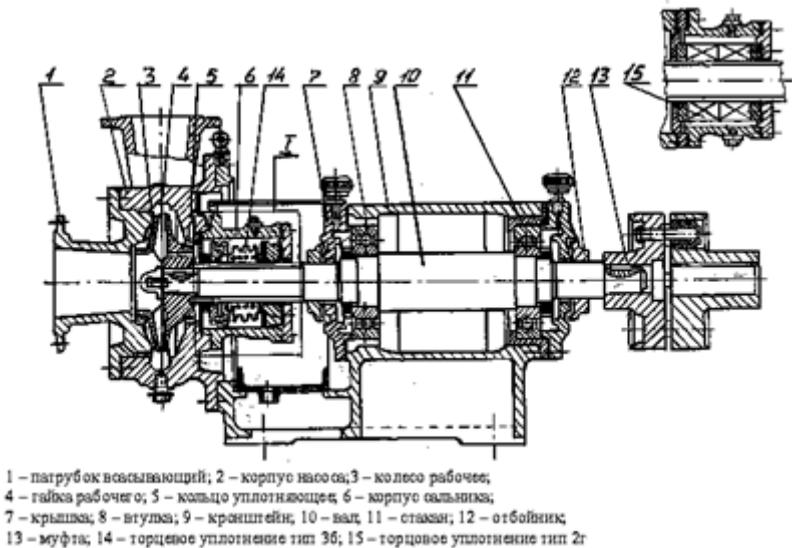
В процессе предремонтного периода составляется ведомость дефектов на насос (если она не представлена заводом-изготовителем), где подробно перечисляются дефекты машины в целом, каждого узла в отдельности и каждой детали, если она подлежит восстановлению.

Ведомость дефектов при капитальном ремонте насоса
4X-12E-2ч-57(пример заполнения)

№ п / п	Наименование узла или детали ремонтируемого объекта	№ позиции и почерку	Вид дефекта и требования к его выявлению	Способ выявления дефекта	Степень годности к эксплуатации	Мероприятия по восстановлению работоспособности, участок, цех, предприятие
1	Насосный агрегат В процессе разборки		Проверить не соосность валов двигателя и насоса, осевой разбег ротора, зазоры по дистанционным болтам, продольным и поперечным шпонкам фундамента и рамы (плиты)	По ободу и торцам полумуфта в 4-х точках		
2	Корпус	4	Коррозионно-эрозионный износ, свищи, трещины, раковины, забоины на плоскостях разъёма, износ посадочных мест	Визуальный, замер толщины стенки корпуса УЗД, контрольная сверловка. Браковочная толщина стенки 5мм Лупа x10, Ультразвуковой толщиномер УТ-1А	Требуется ремонт: наличие трещин, раковин глубиной до 1мм	Электро-дуговая сварка с последующей зачисткой заподлицо с осн. металлом до R _z 160, посадочные места под патрубков и кронштейн расточить до номинальных размеров.
5	Вал	10	Биение шейки под подшипник более 0,3мм; посадочного места под защитную гильзу более 0,02мм; под полумуфту более 0,02; под раб. колесо более 0,04мм; Износ шпоночного паза (увеличена ширина свыше 10% номинальн.) Повреждение резьбы. Дефекты галтелей.	Контрольная плита, центры, индикатор часового типа ИЧ-1. а) Износ до 0,3мм; б) Износ до 0,8мм; в) Износ более 0,8мм	Требуется ремонт	Механическая правка без нагрева; ремонт шеек: а) твёрдое хромирование; б) осталивание; в) электродуговая наплавка Изготовление нестандартной шпонки (ступенчатой); Наплавка, проточка и нарезание новой. Опиловка с последующим шлифованием.

Пример №2. Ремонт центробежного насоса

4.1. Работы, проводимые на ремонтном предприятии (цехе, участке, мастерских)



4.1.1. Разборка насоса

- Отвернуть болты крепления патрубка всасывания поз.1 и снять его, используя отжимные винты (Гаечный ключ, пневмогайковёрт ИП3205);
- Отвернуть гайку рабочего колеса поз.3 (Резьба левая, ключ для круглых гаек);
- Демонтировать рабочее колесо поз.3 (Съёмник винтовой 3-х лапый, тельфер, стропа);
- Отвернуть гайки М16 поз. и снять корпус поз.2 с опорного кронштейна поз.9 вместе с корпусом сальника поз.6, вывернуть шпильки М16 поз. (Пневмогайковёрт ИП3205, тельфер, стропа);
- Отвернуть гайки М10 поз., снять крышку сальника поз., вывернуть шпильки М10 поз. (гаечный ключ);
- Отсоединить корпус сальника поз.6 от корпуса насоса поз.2, вывернуть шпильки М10 поз., разобрать торцовое уплотнение поз.14 (Слесарный инструмент, шпильковёрт);
- Демонтировать с вала защитную втулку поз. (съёмник);

- Отвернуть гайки полумуфты поз. , демонтировать полумуфту (торцовый ключ, пневмогайковёрт, съёмник);
- Отвернуть стопорные винты крепления отбойника и снять отбойник поз.12 с вала поз.10 (Отвёртка, слесарный инструмент: бородок, молоток);
- Отвернуть болты М10 поз. передней и задней крышек подшипников поз.7, поз., отжимные винты поз., снять крышки (Слесарный инструмент);
- Извлечь вал в сборе с подшипниками и стаканом поз.11 из расточки кронштейна поз.9 с помощью отжимных винтов поз. (Пресс, оправки)4
- Спрессовать подшипники поз. (пресс, оправки);
- Выбить шпонки из пазов рабочего колеса и полумуфты (слесарный инструмент);
- Вывернуть масляные пробки поз. из крышек подшипников поз. (Гаечный ключ) ;
- Вывернуть из корпуса и кронштейна рым-болты (монтажный ломик);
- Извлечь и расточки кронштейна поз.9 втулку подшипника поз.8 (съёмник);
- Метить (клеймить) разобранные элементы насоса (бирки, клейма);
- Уложить элементы насоса в ячейки на стеллаже.

4.1.2. Очистка и мойка

- Промыть и очистить разобранные элементы насоса и просушить (промывочно-сушильный агрегат ВКТИ «Стройдормаш»).

4.1.3. Дефектация

- Проверить корпус насоса поз. 2 и патрубков поз.1 на наличие трещин, свищей, рисок, забоин, раковин, неметаллических включений, коррозионный и эрозионный износ, замерить толщину стенок (контрольная плита, толщиномер);
- Проверить состояние уплотнительных поверхностей корпуса поз.2, рабочего колеса поз.4, вала поз.10 (Ультразвуковой дефектоскоп УДМ - 3);
- Проверить состояние резьбовых поверхностей корпуса поз.2, вала поз.10, кронштейна поз.9, сальника поз.6 (резьбовые калибры М10,М16,М32);
- Проверить вал поз. 10 на биения (контрольная плита, центры, индикатор ИЧ-1, стойка);
- Проверить плоскостность на поверхностях шпоночных пазов поз. , поз. , фиксирующей шейки полумуфты поз. , поверхность разъёма корпуса поз.2(на краску);
- проверить отклонение от цилиндричности шеек вала поз. 10 (контрольная плита, центры, индикатор ИЧ-1);
- Проверить вал на биения (изогнутость).

4.1.4. Сортировка

По результатам дефектации составных элементов насоса проводится их сортировка на годные без ремонта, требующие ремонта и подлежащие замене:

- годные без ремонта: рама, электродвигатель, муфта, рабочее колесо поз.3, кронштейн поз.9. крышки подшипников поз.7, отбойник поз.12, торцовое уплотнение поз.14, гайки регулировочные поз. , пробки масляные поз. , шпонки поз. , стакан поз.11, втулка поз.8, гайка рабочего колеса поз.4.

- требующие ремонта: корпус поз. 2, патрубок поз.1, кронштейн поз.9. вал поз.10.

- подлежащие замене: подшипники поз., крепёжные детали, защитная гильза поз. , прокладки.

4.1.5. Ремонтные работы

А. Ремонт вала.

- Термообработать вал (Сталь 12Х17Н13М2Т ГОСТ 3264-80, отжиг при 830°С, охлаждение с печью);

- Точить шейки вала под посадочные места подшипников (износ более 0,8 мм), рабочего колеса (износ более 0,04мм), под защитную гильзу (износ более 0,02мм), резьбу (токарный станок 16К20);

- Фрезеровать шпоночный паз в ремонтный размер (вертикально-фрезерный станок 6Т80Ш);

- Наплавить шейки вала под подшипники толщиной 3-4мм(автомат для вибродуговой наплавки ПС-300);

- Провести электрохимическую обработку мест установки защитной гильзы и рабочего колеса (осталивание толщиной 0,3 мм);

- Точить места наплавки в номинальные размеры с припуском на шлифование (токарный станок 16К20);

- Опилить и пришабрить шпоночные пазы и галтели(слесарный инструмент);

- Термообработать вал в соответствии с требованиями чертежа (термическое отделение);

- Шлифовать посадочные места вала в соответствии с требованиями рабочего чертежа(круглошлифовальный станок 3Б161);

- Произвести статическую балансировку вала (Стенд роликовый);

Б. Рабочее колесо.

- Заварить трещины и свищи на рабочем колесе (сварочный выпрямитель ВД-502);

- Проточить рабочее колесо в местах заварки дефектов, удалить задиры, подрезать торцы (токарный станок 16К20);

- Шлифовать места заварки и мехообработки, торцы и посадочные места (круглошлифовальный станок 3Б161, внутришлифовальный станок 3К227В, плоскошлифовальный станок 3Б722);

- Провести статическую балансировку рабочего колеса(Стенд роликовый)

В. Сборка ротора.

- Уложить шпонки поз. в шпоночные пазы вала поз.10, надеть на вал рабочее колесо поз.3 (верстак, слесарный инструмент);

- Произвести динамическую балансировку ротора, величину дисбаланса довести до требований ТУ(испытательный стенд КИ-4257);

- Разобрать ротор предварительно пометив положение рабочего колеса относительно посадочного места вала поз.10.

Г. Ремонт корпуса и всасывающего патрубка.

- Разделить дефектные места на внутренней поверхности корпуса поз.2 и патрубка поз.1 под сварку и зачисть до «здорового» металла (верстак, пневмошлифмашинка ручная ИП-2001, зубило, молоток);

- Заварить дефектные участки на внутренней поверхности корпуса поз.10 и патрубка поз.1 (сварочный выпрямитель ВД-502);

- Зачистить заваренные дефектные места (металлическая щётка, зубило, молоток,

 - шлифмашинка ИП-2001);

- Шабрить риски, забоины и вмятины на плоскости разъёма корпуса поз.2 и патрубка поз.1(шабер плоский);

- Расточить посадочные места корпуса поз.2 , патрубка поз.1, корпус сальника поз.6, уплотнительное кольцо поз.8 под наплавку (станок расточной 2620);

- Наплавить посадочные места, торец и наружный диаметр с толщиной слоя 3-5мм(Сварочный выпрямитель ВД-502);

- Точить посадочные поверхности в номинальный размер согласно чертежу (станок токарный 16К20);

- Острые кромки притупить (верстак, напильник).

Д. Ремонт кронштейна.

- Зачистить мелкие риски и раковины на посадочных поверхностях кронштейна поз.9, при наличии глубоких дефектов – расточить под наплавку на глубину 2-3мм(шлифмашинка ИП-2001, станок расточной 2620);

- Наплавить дефектные места толщиной слоя 3-6мм(выпрямитель сварочный ВД-502);

- Расточить наплавленные поверхности, проточить торцы (станок расточной 2620);

- Острые кромки притупить (напильник);

- Контролировать посадочные места под втулку поз. 8 и стакан поз.11 на соосность (струна, стойки, штихмасс).

4.1.6. Сборка насоса

- Очистить все сборочные единицы от загрязнений и стружки(металлическая щётка, ветошь);
- Запрессовать кольцо уплотняющее поз.5 в корпус поз.2 до упора (пресс, оправка);
- Промыть, обезжирить, сушить, грунтовать и покрасить внутреннюю поверхность корпуса поз.2 и патрубка поз.1 (покрасочный участок);
- Нагреть подшипники поз. в масляной ванне до 80-90°C;
- Собрать правый подшипник поз. со стаканом поз.11, напрессовать подшипники поз. , поз. на вал поз.10 (гидравлический пресс, оправки);
- Запрессовать вал в сборе с подшипниками в кронштейн поз.9 (пресс, оправки);
- Завернуть фиксирующие гайки поз. подшипников (ключ для круглых гаек);
- Установить крышки подшипников поз.7 и левый отбойник поз. ;
- Проверить качество сборки- вал должен проворачиваться от руки, свободно без заеданий;
- Запрессовать защитную гильзу поз. на вал поз.10 (пресс, оправки);
- Установить на вал поз.10 торцовое уплотнение;
- Установить новое уплотнительное кольцо корпуса поз. ;
- Ввернуть шпильки М10 поз. в гнёзда корпуса поз.2 и М16 поз. в гнёзда станины поз. , паронитовую прокладку поз. в паз корпуса поз.2 предварительно пропитав её индустриальным маслом (шпильковёрт);
- Установить корпус поз.2 на шпильки М10 и М16, гайки завернуть, тело шпильки должно выступать над гайкой на 1-3 нитки резьбы (тельфер, стропа, гайковёрт);
- Уложить шпонки поз. в шпоночные пазы вала поз.10 (струбцина);
- Напрессовать на вал поз.10 рабочее колесо в соответствии с метками, сделанными после динамической балансировки (пресс, оправки);
- Завернуть гайку ротора поз.4 (ключ для круглых гаек);
- Ввернуть в кронштейн поз.9 шпильки М16 (шпильковёрт);
- Установить на патрубок поз.1 новую паронитовую прокладку поз. и собрать с корпусом насоса поз.2, завернуть винты М8поз. (гайковёрт);
- Установить правый отбойник поз.12 и уложить шпонки поз. в пазы вала поз.10 (струбцина);
- Ввернуть все маслопробки поз. и рым- болты поз. (слесарный инструмент);
- Установить насос на испытательный стенд, залить водой и проверить под нагрузкой согласно ТУ;
- Устранить выявленные дефекты, повторить испытание;
- Заглушить патрубки пластмассовыми пробками;
- Покрасить наружную поверхность насоса (покрасочный участок);

- Установить маркировочную таблицу (слесарный инструмент);
- Законсервировать и упаковать насос согласно ТУ для хранения на складе.

Пример №3. Ремонт центробежного насоса

4.2.1. Техническое обслуживание насосов необходимо проводить с периодичностью 700-750 часов работы.

ТО включает в себя следующие работы:

- проверка подшипников и их замена при необходимости (при необходимости их смену или перезаливку);
- чистка и промывку картера;
- замена масла;
- промывка маслопроводов;
- ревизия сальников и защитных гильз (при необходимости их замена);
- проверка муфты и уплотнений крышек подшипников;
- промывка и продувка паром трубопроводов системы гидрозащиты;
- проверку центровки насоса и качество его крепления на фундаменте.

4.2.2. Текущий ремонт насосов проводится через каждые 4300 - 4500 часа работы, и включает следующие операции:

- разборка;
- ревизия;
- проверка ротора на наличие биений в корпусе;
- проверка зазоров в уплотнениях;
- проверка шеек вала на конусность и эллиптичность (при необходимости он протачивается и шлифуется);
- устранение дефектов всех деталей и узлов насоса, замеченных при визуальном осмотре;
- замена подшипников качения;
- проверка состояния корпуса с помощью дефектоскопии.

4.2.3. Капитальный ремонт проводится по мере необходимости (обычно через 25000—26000 ч работы), и включает в себя:

- полный объем ТО и ТР;
- более тщательную ревизию всех узлов и деталей;
- при необходимости замену рабочих колес, валов, уплотнительных колец корпуса, грандбуks, распорных втулок, прижимных втулок сальника;
- снятие корпуса насоса с фундамента, наплавка и расточка посадочных мест на корпусе;
- для секционных насосов замену отдельных секций;

- гидравлическое испытание насоса при избыточном давлении, превышающем рабочее на 0,5 МПа.

4.2.4.Разборка насоса

После снятия полумуфты с применением съемника, поставляемого заводом-изготовителем с насосом, подают ротор в сторону всасывания до упора разгрузочного диска во втулку пяты и помечают на валу положение стрелки указателя осевого сдвига. Только после этого разбирают подшипники и вынимают вкладыши.

На валу насосов с разгрузочным диском имеются три контрольные риски глубиной 0,2 мм, а на корпусе закреплен указатель. Первая риска со стороны всасывания показывает положение ротора при упоре вала во втулку упорную. Средняя риска показывает, что разгрузочный диск касается подушки пяты. Третья риска — это положение ротора при допустимом износе гидропяты.

Разгрузочный диск гидропяты демонтируют с вала также специальным съемником. Снимать пяту с насоса без необходимости не рекомендуется. В случае ее износа, отвинчивая специальным ключом винты нажимного фланца, снимают фланец, а затем выпрессовывают из корпуса разгрузочного устройства пяту.

Рабочие колеса следует снимать с вала, не допуская заедания, поочередно с секциями, которые выводятся из заточки при помощи отжимных винтов, поставляемых с насосом. Направляющие аппараты из секций вынимать не рекомендуется во избежание ослабления посадки их в секциях. При необходимости секции следует подогреть и, воспользовавшись отжимными винтами, вынуть направляющий аппарат. При разборке ротора и секций нужно проверить наличие клейм, показывающих последовательность деталей, менять детали местами категорически воспрещается. Перед разборкой деталей необходимо помечать их взаимное расположение. Следует также помечать две стороны симметричных деталей. Категорически воспрещается наносить метки по посадочным, уплотняющим и стыковым поверхностям. Узлы и детали, снятые с машин, необходимо протереть насухо и смазать антикоррозионной смазкой. Уплотнительные кольца из резины, меди, паронита и картона, бывшие в употреблении, использованию не подлежат.

При разборке узлов и деталей следует контролировать состояние посадочных мест и уплотняющих торцов.

4.2.5.Сборка насоса

Перед сборкой необходимо протереть все детали.

При замене деталей запчастями проверяют их соответствие чертежу и при необходимости производят подгонку по месту. При изготовлении

запасных частей в ремонтной мастерской не допускается замена материалов и ослабление требований, предъявляемых чертежами завода-изготовителя.

Перед установкой деталей проверяют отсутствие забоин, заусенцев и рисок на уплотняющих и посадочных поверхностях. Дефекты устраняют шабрением, шлифовкой или притиркой.

Рабочие колеса и секции собирают на валу, проверяя осевой зазор в каждой ступени. Суммарный осевой разбег ротора должен быть в пределах 6 - 8 мм. Разгрузочное устройство должно быть собрано таким образом, чтобы после установки диска осевой разбег ротора составил половину замеренного до его установки.

Это может быть достигнуто либо установкой металлических прокладок толщиной 0,3 мм под пяту, либо подрезкой торца разгрузочного диска. Суммарную толщину прокладок, или величину подрезки торца, определяют замерами после пробной установки напорной крышки с пятой и установки разгрузочного диска на вал. С тем, чтобы обеспечить перпендикулярность торца пяты, винты нажимного фланца смазывают антифрикционной смазкой, а затем равномерно затягивают, применяя динамометрические ключи. Момент затяжки обычно оговаривает завод-изготовитель. Неперпендикулярность торца разгрузочного диска при его обработке не должна превышать 0,02 мм.

Прилегание торца разгрузочного диска к пяте проверяют по краске. Пятно касания должно быть равномерным по окружности и занимать не менее 70% опорной площади. Вновь устанавливаемый разгрузочный диск должен быть статически отбалансирован. Если на роторе насоса меняют только диск, чтобы избежать динамическую балансировку всего ротора, а также при отсутствии оборудования для динамической балансировки, вновь устанавливаемый разгрузочный диск статически балансируют с заменяемым. Для этого необходимо изготовить оправку, на которую установить симметрично заменяемый и новый разгрузочный диски.

При этом шпонки дисков должны располагаться под углом 180° друг к другу. Очевидно, дисбаланс при статической балансировке следует снимать с вновь устанавливаемого диска.

Если при замене деталей насоса или перезаливке вкладышей оказалась нарушенной центровка ротора относительно статора, необходимо произвести перецентровку корпусов подшипников. Эту операцию осуществляют при снятых верхних половинах вкладышей регулировочными винтами, при этом гайки, крепящие корпуса подшипников к концевому уплотнению и входной крышке, следует ослабить так, чтобы 0,03-мм щуп между сопрягаемыми торцами не проходил. При смещении подшипников не допускать изгибы ротора излишним натягом регулировочных винтов. После центровки необходимо заштифтовать корпуса подшипников. Качество центровки проверяют проворачиванием ротора от руки. Без сальниковой набивки он должен легко проворачиваться.

Кольца мягкой набивки сальников следует устанавливать таким образом, чтобы разрезы были смещены на 90° по отношению друг к другу. Первый пуск насоса рекомендуется производить с ослабленной нажимной втулкой, а ее подтяжку осуществлять после достижения полного числа оборотов, доведя утечку до нормы.

После каждого поворота гаек на $1/6$ оборота необходима обкатка сальника продолжительностью 1 - 2 мин. При быстром подтягивании сжимаются только наружные кольца и не происходит равномерного распределения усилия затяжки вдоль сальника. После полной сборки насоса следует подать ротор в сторону всасывания до упора разгрузочного диска в пяту и установить указатель осевого положения ротора. Положение ротора должно быть такое же, как перед разборкой, если не заменялись детали гидропаты. При замене деталей гидропаты необходимо установить указатель против средней риски на валу насоса.

4.2.6. Ремонт деталей насоса

Рабочее колесо при неправильной регулировке осевого зазора или вследствие износа пяты центробежные колеса смещаются в сторону всасывания и их передние диски начинают тереться о направляющие аппараты и выходят из строя. Кольцевые выработки стальных колес восстанавливают наплавкой с последующей проточкой на токарном станке. Сильно изношенные диски удаляют механической обработкой и с помощью электрозаклепок приваривают новые.

После этого производится чистовая токарная обработка восстановленной части колеса.

Чугунные колеса заменяют новыми или заплавляют медным электродом с последующей проточкой.

Колеса бывают литые из стали или стальные сварные. Кроме механического износа, колеса подвержены кавитации, коррозионному и эрозионному износам.

Кавитационные и эрозионные раковины заваривают электросваркой. Обнаруженные трещины рассверливают по концам, их кромки разделяют и заваривают электросваркой. При этом рекомендуются твердосплавные электроды Т590 и Т620.

Дефекты колес, изготовленных из нержавеющей сталей 20Х13 или 12Х18Н9Т, устраняют сваркой электродами 10Х18Н9Т, 12 12Х18Н12М или 12Х25Н15. После заварки трещин и глубоких раковин колесо подвергают термической обработке при следующем режиме: нагрев до температуры $600\text{—}650^\circ\text{C}$, выдержка при этой температуре в течение 2—6 ч и охлаждение до температуры 150°C .

После ремонта рабочее колесо подвергают статической балансировке.

Как показывает зарубежный опыт, в абразивных средах очень хорошо работают насосы с обрезиненными рабочими органами, применяемыми первоначально для перекачки кислот.

Защитные гильзы вала являются наиболее быстро изнашивающимися деталями центробежных насосов, которые предохраняют его от разрушения в местах соприкосновения с сальниковыми уплотнениями. Защитные гильзы изготавливаются в ремонтном цеху из кузнечных и трубных заготовок, прокатов углеродистых или легированных сталей.

Для повышения износоустойчивости втулок рабочие поверхности гильз наплавляют сормайтотом или стеллитом. Твердость втулок должна находиться в пределах НВ 350-400 для легированных сталей или НВ 260—320 для углеродистых, достигается она путем термообработки.

Для увеличения долговечности гильз на их рабочую поверхность наплавляют твердые сплавы и после этого хромируют. Защитные гильзы требуют высокой точности обработки что бы биения их торцов относительно осей находились в пределах 0,015—0,025 мм. От этого зависит продолжительность и качество работы сальниковых уплотнений. Основные дефекты защитных гильз это наружный износ и кольцевые задиры, которые устраняются на токарном или шлифовальном станке путем обработки наружной поверхности. Величина конусности гильзы должна находиться в пределах 0,1 мм, а эллиптичности или волнистости в пределах 0,03 - 0,04 мм. Толщина наплавленного слоя сормайтотом или саттелитом на гильзы составляет 1,8 - 2 мм, что бы после обработки на шлифовальном станке толщина наплавленного слоя была не менее 0,5 - 0,6 мм.

Вал рабочего колеса проверяют на наличие искривлений, износов шеек и резьб, а так же наличие трещин и поломок.

Если износ посадочных мест, шпоночных канавок и резьб вала ротора незначительный, то вал проверяют на изгиб. Допустимое биение шеек вала центробежного насоса под подшипники равно 0,025 мм, биение посадочных мест под защитные гильзы и полумуфты 0,02, а под рабочие колеса — 0,04 мм. Изогнутые валы насоса можно исправить при помощи наклепа или термомеханическим способом. После правки вал можно допустить к сборке в том случае, если его биение не превышает 0,015 мм.

Посадочные места под подшипники скольжения с эллипсностью и конусностью менее 0,04 мм рекомендуется шлифовать до уменьшения номинального диаметра на 2—3%. При большом искажении геометрической формы шеек, а также при ослаблении посадки подшипников качения и износе других посадочных мест вал протачивают до выведения износа, а затем наплавляют электросваркой и подвергают механической обработке.

Изношенные шпоночные канавки заправляют и фрезеруют новые, резьбы стачивают, наплавляют, а затем после обточки нарезают нормального размера.

При наплавочных работах тип и марку электродов выбирают в зависимости от материала вала ротора. Так, для валов, изготовленных из стали 40Х, рекомендуются электроды типа Э55А марки УОНИ-13/55, из стали 30ХМА — электроды типа ЭП-60 марки ЦЛ-7.

В центробежных насосах применяют как опоры качения, так и опоры скольжения. Ревизию опор качения должны производить через каждые 700—750 ч работы насоса.

Подшипники подлежат замене, если зазор между обоймой и шариком превышает 0,1 мм при его диаметре 50 мм, 0,2 мм - для подшипников \varnothing 50 - 100 мм, 0,3мм - для \varnothing более 100 мм.

При диаметральном зазоре между обоймой и корпусом подшипников более 0,1 мм их также заменяют. Если такая мера недостаточна, то корпуса подшипников растачивают и в него запрессовывают гильзу. Гильзы изготовляют из стали или чугуна и на легкопрессовой посадке на сурике собирают с картером. Для прохода смазки в гильзе на долбежном или строгальном станке делают канавку. Проворачивание гильзы в картере предотвращают креплением ее стопорной шпилькой М3 или М5.

При ревизии подшипников необходимо тщательно проверить поверхность обойм и шариков на отсутствие повреждений (трещин, выкрашивания, следов ржавчины). При наличии их и появлении цветов побежалости, что указывает на перегрев подшипников, их заменяют.

Вместо оптического метода контроля качества притирки в условиях ремонтных цехов сопрягаемые поверхности проверяют «на карандаш». Для этого на рабочие торцы деталей торцового уплотнения наносят восемь-двенадцать радиальных рисок. Затем одну из деталей под легким нажимом проворачивают относительно другой на пол-оборота. Детали считаются хорошо притертыми, если риски карандаша вытираются по всей окружности. Торцовые уплотнения, как правило, испытывают непосредственно на насосах.

Корпус насоса проверяется на наличие следующих дефектов: коррозионный износ отдельных мест внутренней поверхности; износ посадочных мест; забоины и риски на плоскости разъема, местные трещины.

Коррозионный износ устраняется с помощью наплавки металла электросваркой. Риски, забоины и вмятины на плоскостях разъема корпусов насосов устраняют зачисткой шабером или заваркой отдельных мест с последующей зачисткой. При значительном износе привалочных поверхностей или большом числе дефектов плоскости разъема следует проточить или профрезеровать. После исправления дефектов корпуса все посадочные места в нем проверяют на расточном или токарном станке и, если нужно, растачивают до указанных в чертеже размеров. Коррозионный износ посадочных мест корпуса восстанавливают аналогично.

Обязательно проверяют соосность гнезд под опоры ротора.

Перед установкой собранного ротора необходимо убедиться что в корпусе насоса нету посторонних предметов, прочистить и промыть

керосином его внутренние поверхности. Посадочные места корпуса, колец и подшипников не должны иметь вмятин и заусенцев.

Необходимо, чтобы плоскости разъема колец и подшипников у насосов с горизонтальным разъемом корпуса были притерты и точно совпадали с плоскостью разъема, что проверяют при помощи щупа и специальной линейки. После установки ротора в корпус сначала подгоняют вкладыши подшипников скольжения по постелям их корпусов, а затем баббитовую заливку по шейкам вала. Далее контролируют зазоры в проточной части насоса, а так же между ротором иgrundбуксой.

При правильной сборке подшипников зазоры на сторону должны быть одинаковыми по двум взаимно перпендикулярным диаметрам. Обязательна также проверка осевого перемещения ротора в корпусе и легкости его вращения. При установке крышек корпуса необходимо строго соблюдать порядок затяжки гаек. Заключительные операции сборки — посадка на вал полумуфты, центрирование насоса с двигателем и окончательное закрепление его на раме. Присоединение к трубопроводам не должно вызвать перенапряжений в корпусе насоса. После обкатки насос испытывают на стенде с целью получения его комплексной характеристики, т. е. зависимостей напор - подача, потребляемая мощность - подача, КПД - подача при постоянной частоте вращения. Испытания обычно проводят на воде. Комплексная характеристика позволяет оценить качество ремонта насоса.

5. Техника безопасности при ремонте насоса

- Правильная организация рабочего места слесарей-ремонтников;
- В ходе работы использовать только исправные оборудование, приспособления и инструмент и строго по назначению;
- Разборка и сборка осуществляется на специальных стендах или приспособлениях, обеспечивающих устойчивое положение ремонтируемого объекта;
- Электрический и пневматический инструменты перед началом работы следует опробовать вхолостую и работать в защитных очках;
- Электросварочные и наплавочные работы выполнять при наличии приточно-вытяжной вентиляции с использованием соответствующих средств индивидуальной защиты;
- Гальванические работы и окраску следует выполнять в специализированных цехах и участках, оснащённых специальным оборудованием, квалифицированным персоналом, применяющим специальные технологические методы и приёмы работы.

Выводы:

1. Оценить работоспособность насоса
2. Выявить имеющиеся дефекты деталей и детали, требующие восстановления
3. Разработать технологию их ремонта (восстановления)

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Что такое насосы и их разновидности?
2. Особенности конструкции центробежного насоса и принцип его работы.
3. Основные причины выхода из строя насосного оборудования.
4. Виды ремонтов оборудования и их содержание и особенности.
5. Порядок подготовки оборудования к капитальному ремонту.
6. Особенности разборки оборудования и соблюдение определённых требований.
7. Способы дефектации и сортировки узлов и деталей оборудования.
8. Особенности разборки подшипников качения.
9. Основные дефекты элементов конструкции центробежного насоса.
10. Способы и особенности технологии ремонта основных деталей центробежного насоса.
11. Балансировка вращающихся элементов центробежного насоса.
12. Особенности сборки и испытания насоса после ремонта.
13. Техника безопасности при ведении ремонтных работ оборудования.

Лабораторная работа № 5

Технология разборки шестеренного насоса при капитальном ремонте

Цель работы:

1. Освоить процедуру составления документации на разборку насоса
2. Получить навыки разборки насоса. В ходе разборки и после вести дефектацию элементов конструкции насоса

Теоретическая часть

Приступая к ремонту того или иного оборудования производят предварительную дефектацию. Эта дефектация выполняется путем опроса эксплуатационного персонала и ремонтных рабочих выполнявших ранее ремонт подобного или такого оборудования. Все данные предварительной (укрупненной) дефектации фиксируются дефектной ведомости. После проверок агрегат отключают от источника энергии, освобождают от транспортируемой среды, смазочных веществ охлаждающих жидкостей и приступают к разборке.

Разборка машины начинается с демонтажа отдельных деталей связывающих или крепящих узлы, затем снимают сами узлы по возможности не расчлененными.

Если отсутствует кинематическая схема машины, в процессе разборки следует ее составить. При разборки сложной машины, конструкция которой не знакома, параллельно с кинематической схемой должна быть составлена и технологическая схема сборки машины в целом (общая сборка) и отдельных (наиболее сложных и важных) узлов.

После демонтажа узлов приступают к их разборки. Прежде чем разъединить какой-либо узел под узел нужно разобрать в его конструкции, чтобы не повредить корпус и детали узла. Если во время разборки видно, что для нормальной последующей работы узла, подузла или данного сопряжения важно точно сохранять осуществленные при сборке взаимное расположения деталей, нужно применить меры обеспечивающие ориентировку при сборке данного соединения после ремонта.

В процессе разборки узлов, подузлов и отдельных сопряжений часто приходится разделять тугие соединения и демонтировать подшипники качения. В ремонтной практике применяются следующие способы демонтажа туго посаженных деталей: демонтаж ударом, распрессовка под гидравлическим прессом. Возможен так же демонтаж с помощью съемников, гидравлических домкратов. В ходе демонтажа могут применяться типовые методы: нагретым паром, маслом, открытым огнем. При нагреве следует прибегать к тому, чтобы нагревалась только охватываемая деталь. Подогрев следует вести как можно интенсивнее с тем, чтобы охватываемая деталь не успела нагреться и расширится. В порядке подготовки разъема тугого соединения полезно опустить соединение в сосуд с керосином или ввести

керосин в соединение с помощью шприца или смоченной в керосине ветоши. Воздействие керосина в течение 8-10 часов облегчает операцию разбора соединения.

При демонтаже подшипников качения усилие нужно прилагать к туго посаженному кольцу. При наличии смонтированной резьбы с подшипником съемной детали (шкив, зубчатое колесо и т.п.) можно использовать эту деталь вместо съемника, приложив осевое усилие к ней. Для снятия подшипника с вала можно воспользоваться крышкой подшипника, играющей роль кольца съемника.

В случае большого натяга подшипника на вал демонтаж производится с предварительным нагревом (до 90-100^oC). Перед подогревом подшипника необходимо установить съемник и создать некоторый натяг. Вал в местах примыкания к подшипнику должен быть изолирован асбестом или картоном. Горячее масло из лейки подается на подшипник до тех пор, пока последний не начнет смещаться вдоль вала под действием на тело съемника. Демонтированные и годные к дальнейшей работе подшипники должны быть промыты, смазаны и завернуты в бумагу.

Шестеренный роторный насос снабжен рабочим органом в виде двух шестерен, при вращении которых жидкость, находившаяся во впадинах между их зубьями, перемещается вдоль цилиндрической части внутренней поверхности корпуса. Происходит всасывание жидкости за счет разрежения, возникающего между впадинами зубьев и поверхностью корпуса. Масло, заключенные во впадинах шестерней, переносится в полость нагнетания и вытесняется в канал нагнетания. Находящиеся в зацеплении зубья препятствуют возвращению масла в полость всаса.

Используемые для подачи нефтепродуктов и др. жидкостей без абразивных примесей насосы снабжаются предохранительным клапаном, который при достижении максимально допустимого давления перекрывает жидкость со стороны нагнетания на сторону всасывания.

Содержание работы

1. Составить принципиальную схему работы шестеренного насоса
2. Представить конструктивные требования к величине зазоров между головками зубьев шестерен и внутренней поверхности корпуса ($e \leq 0,2\text{мм}$), биению колес ($\Delta \leq 0,04$) ; отклонение от параллельности между головками зубьев и сопряженными с ними внутренними поверхностями корпуса ($\sigma \leq 0,03 - 0,05\text{мм}$); сумарного зазора между торцами колес и вкладышами ($\Delta_r \leq 0,03 - 0,05\text{мм}$).
3. Составить гидравлическую схему подключения насоса к объекту смазки
4. Заполнить ведомость дефектов по форме (Таблица 5.1)

Таблица 5.1

Неисправность	Причины появления неисправности	Способы устранения неисправности
Насос не засасывает жидкость		
Насос не обеспечивает заданную производительность		
Насос греется и потребляет большую мощность		
Течет сальник (прокладка)		
Работа сопровождается пульсацией и чрезмерным шумом		

5. Составить технологическую схему разборки шестеренного насоса

6. Проверить нормативы на сборку насоса и представить в таблице 5.2

Таблица 5.2

Выполняемые работы		Измеренные значения	Способ контроля	Допускаемые значения, мм
Определение зазоров	между торцом шестеренки и крышкой		Набор щупов	0,03-0,05
	между вершиной головки зуба и корпусом			0,03-0,05
	в зубчатом зацеплении			0,20
Биение колес			Индикатор часового типа	0,04

Выводы:

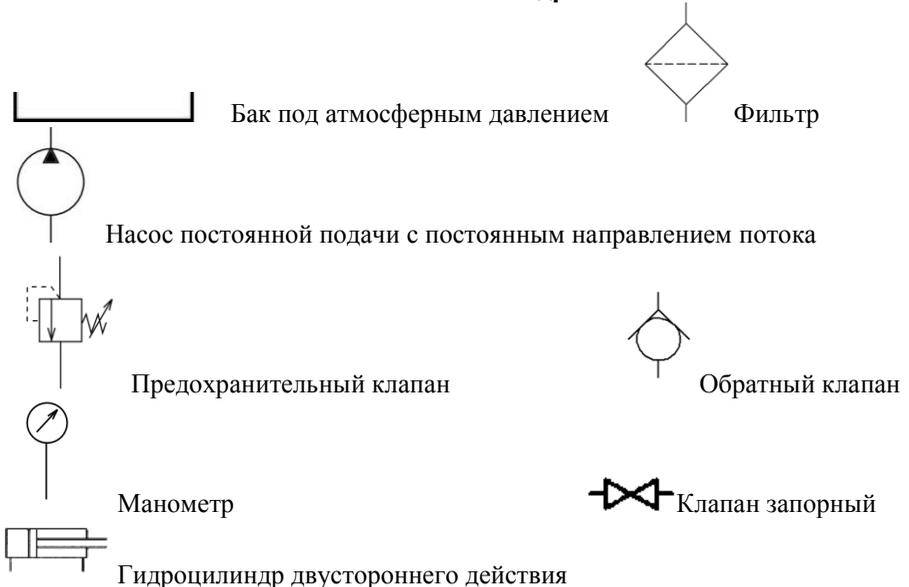
1. Сделать заключение о работоспособности насоса.
2. Разработать технологию ремонта дефектных деталей.

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Что такое насос?
2. Классификация насосов.
3. Принцип работы шестерённого насоса.
4. Основные дефекты элементов конструкции шестерённого насоса.
5. Способы и средства дефектации деталей машин.
6. Технологические особенности ремонта деталей.
7. Проверка работоспособности отремонтированного насоса.

Литература

1. Гельберг Б.Т., Пекелис Г.Д. ремонт промышленного оборудования. М.: Высшая школа. 1988. 301с.
2. Покровский Б.С. Механосборочные работы и их контроль: Учебное пособие для ПТУ.-М. Высшая школа., 1989. 271с.
3. Крылов Ю. В. Слесарные и слесарно-сборочные работы. Л. Лениздат, 1987. 270 с.

Приложение**Условные обозначения элементов гидравлических систем**

Лабораторная работа № 6 **Ремонт трубопроводной арматуры**

Цель работы:

1. Знакомство с основными методами ревизии трубопроводной арматуры;
2. Получение навыков проведения ремонта арматуры;
3. Знакомство с составлением маршрута разборки и дефектации трубопроводной арматуры;
4. Получение навыков составления дефектной ведомости.

Теоретическая часть

Ревизию, ремонт и испытание арматуры, как правило, проводят в период ревизии трубопроводов, а также во время остановки отдельных агрегатов, установок или цехов на ремонт; при этом оформляется акт.

Трубопроводную арматуру, установленную на газопроводах для горючих газов, с целью проверки исправности, следует ежеквартально обрабатывать в рабочих условиях, независимо от параметров среды. При опробовании проверяют герметичность сальникового механизма (затвора), без проверки герметичности уплотнительных поверхностей.

Сроки проверки состояния предохранительных и обратных клапанов (включая разборку и чистку) устанавливаются в зависимости от характера и чистоты газа, но не реже чем через 4000 – 5000 ч. их работы.

Отсекающая арматура и обратные клапаны, а так же арматура, работающая в условиях высокоагрессивных сред, независимо от категории трубопровода, должна быть подвергнута ревизии в следующем объеме:

- Внешний осмотр арматуры;
- Разборка уплотнительных деталей для осмотра и ремонта;
- Тщательный осмотр отдельных деталей:
 - а) шпинделя; б) клина или клапана, и их крепления; в) уплотнительных поверхностей корпуса, ходовой гайки, сальника, крепёжных деталей;
- Тщательный осмотр внутренней поверхности корпуса и крышки арматуры с целью выявления дефектов в (трещины, коррозия, эрозия);
- Замер толщины стенки корпуса и крышки при обнаружении следов коррозии или эрозии;
- Выбраковка и замена изношенных деталей;
- Обработка арматуры после устранения дефектов;
- Опрессовка с целью определения плотности уплотнительных поверхностей (затвора) и её поверхности.

Арматуру перед ремонтом следует очистить от грязи, масла и следов коррозии, а только затем разобрать. При этом должны быть приняты меры, предупреждающие возможность повреждения деталей. Запрещается

разукомплектовывать арматуру и разбирать на одном рабочем месте арматуру одинаковых D_y , работающих в разных условиях эксплуатации.

Все детали разобранной арматуры подлежат контролю на отсутствие поверхностных дефектов (трещины, забоины, деформации и т.д), состояние резьбы, сальниковых уплотнений, уплотнительных поверхностей; контролю коррозионного и эрозионного износа деталей и проверке соответствия размеров этих деталей требованиям ремонтных допусков; проверке состояния крепёжных деталей.

На корпусах и крышках не должно быть вмятин, деформаций, трещин, закатов, волосовин, рыхлот, раковин и др. дефектов. На необработанных поверхностях допускаются местные дефекты в виде раковин от действия коррозии. Глубина их должна быть не более 1,5 – 2,0 мм, диаметр – не более 3 мм при D_y до 1000 мм и не более 5 мм – при $D_y > 1000$ мм. Общая поверхность поражения не должна превышать 1% поверхности корпуса и крышки. Раковины не должны быть расположены в одном месте и не должны нарушать конструктивную прочность корпуса и крышки.

Детали, имеющие дефекты на футеровке или слое эмали в виде пузырей, трещин, пор, отколов, бракуются и ремонт не подлежат.

Допустимая шероховатость резьбы на деталях – не более $R_a 1,25$, а точность резьбы – не ниже 7Н/8д. Допускаются незначительные местные срывы резьбы общей протяжённостью не более половины витка, если глубина их не выходит за пределы среднего диаметра резьбы. Геометрия резьбы проверяется резьбомерами.

На внутренней поверхности сальникового устройства не должно быть раковин; поверхность шпинделя должна быть гладкой, без забоин и следов коррозии, погнутость шпинделя не допускается. На уплотнительных поверхностях деталей затвора не должно быть рисок и вмятин.

Уплотнительные поверхности присоединительных фланцев, с шероховатостью $R_a 80$ (не ниже), должны быть параллельны между собой и перпендикулярны к осевой линии. Отклонение от параллельности не должно превышать 0,2 мм для арматуры на $P_y > 4,0$ МПа и 0,3 мм – на $P_y \leq 4,0$ МПа (на каждые 100 мм диаметра уплотнительной поверхности). Отклонение от перпендикулярности не должно превышать 2^0

Пружины не должны иметь трещин, закатов, рисок, волосовин, вмятин и др. дефектов.

Пружины предохранительных клапанов должны быть подвергнуты следующему контролю:

а) Проверка перпендикулярности торцов к оси пружины (допускается отклонение не более 1^0);

б) Проверке на наличие поверхностных трещин (метод керосиновой пробы);

в) Испытанию на сохранение упругости (пружина сжимается до полного соприкосновения витков, выдержка до 2 мин; повторить трижды; после испытания высота пружины не должна быть меньше первоначальной).

Проверка пружин проводится не реже 1 раза в год, результаты заносят в эксплуатационную карту капана.

Все детали привода арматуры (подшипники, червяк, червячное колесо, шестерни, муфты, механизмы переключения, указатели положения, пружины и т.п.) следует осмотреть; детали, имеющие большой износ, трещины, изломы - должны быть забракованы.

Увеличение внутреннего диаметра сальниковой камеры (сальница) вследствие износа допускается не более 2 мм при обеспечении зазора между стенкой камеры и натяжной (нажимной) втулкой (грундбуксой) сальникового уплотнения не менее 0,2 мм для всех диаметров задвижек и не более 0,8 мм для задвижек диаметром до 150 мм, и не более 1,2 мм для задвижек диаметром >150 мм.

Методика выполнения работы

- 1) Составить маршрут разборки арматуры
- 2) В ходе разборки арматуры выполнить:
 - а) Дефектацию всех деталей;
 - б) Выбрать наиболее рациональный способ для выявления конкретных видов дефектов на каждой детали;
 - в) Провести ревизию подшипников (если имеются);
 - г) Установить причины появления дефекта;
- 3) Составить дефектную ведомость по форме 1.

Форма 1

Место выявленного дефекта и его вид	Способ выявления дефекта	Технология ремонта	Оборудование, приспособления, инструмент
1	2	3	4

4. Выводы по результатам работы включают анализ выявленных дефектов и необходимость выбраковки или ремонта
5. Разработать технологию ремонта каждой восстанавливаемой детали и внести в дефектную ведомость

Содержание протокола лабораторной работы:

1. Класс трубопроводной арматуры с которой имели дело при выполнении работы
2. Основные элементы конструкции трубопроводной арматуры
3. Заполнить дефектную ведомость
4. Разработать технологию разборки трубопроводной арматуры (в виде технологической схемы)
5. Способы и оснащение процесса выявления дефектов оборудования
6. Технологические особенности ремонта основных деталей арматуры в зависимости от степени износа, выявленные в процессе выполнения работы
7. Выводы по результатам лабораторной работы.

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Классификация трубопроводной арматуры по функциональному назначению, способу герметизации рабочего органа и по способам присоединения корпуса к трубе, по конструкции корпуса и привода рабочего органа
2. Основные конструктивные элементы трубопроводной арматуры
3. Фазоразделительная арматура и её действие
4. Предохранительная арматура и её разновидности
5. Особенности эксплуатации трубопроводной арматуры и её «узкие места»
6. Способы изготовления труб и трубных элементов
7. Маркировка трубопроводной арматуры
8. Технологические особенности ремонта деталей трубопроводной арматуры
9. Техника безопасности при ведении ремонтных работ машин.

Литература

1. Лукьяница А.И., Клочков В.И., Козлов А.М. Трубопроводная арматура. Учебное пособие: НИ РХТУ им.Д.И. Менделеева, г.Новомосковск, 2011г

Лабораторная работа №7 Контроль качества сварных соединений.

Цель работы:

1. Знакомство с методами диагностики состояния оборудования
2. Получение навыков работы с некоторыми диагностическими приборами

Теоретическая часть.

Важным условием поддержания производительной, надежной и точной работы оборудования является своевременное обнаружение и предупреждение неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации. Этим занимается техническая диагностика. Она изучает:

- формы проявления технических состояний;
- методы и средства обнаружения неисправностей;
- прогнозирование ресурса работы оборудования без его разработки.

Техническая диагностика - часть технического процесса технологического обслуживания и ремонта оборудования. Целенаправленный поиск, обнаружение и устранение неисправностей позволяют уменьшить процессы изнашивания, повысить безотказность работы оборудования, исключить преждевременные и аварийный ремонт.

Параметры технического состояния (структурные параметры) - это физические величины, которые устанавливают связь и взаимодействие между элементами механизма. Например, параметрами технического состояния «вал-подшипник» являются размеры сопряженных поверхностей цапфы и внутреннего кольца подшипника, определяющие зазор между ними, отклонение от круглости, конусообразность. В процессе работы параметры технического состояния сборочной единицы изменяются от нормально до предельной величины, когда сборочная единица непригодна дальнейшей эксплуатации. Значимость параметров различна, поэтому практически техническое состояние сборочной единицы, механизма, машины зависит от одного или нескольких параметров. Например, для кривошипного механизма предельная величина параметра - износ подшипника, когда в работе сборочной единицы наступает отказ.

Структурные параметры, как правило, невозможно непосредственно измерить. При технической диагностики их измеряют косвенно, используя диагностические признаки: концентрация в масле продуктов износа, тепловое состояние, герметичность, колебательные процессы и др.

Основные виды диагностической информации включают: спектр вибраций элементов конструкций; спектр акустических колебаний; значение параметров, характеризующих функциональные системы; состояние соприкасающихся сред; визуальное наблюдение; данные дефектоскопии.

Диагностическое значение имеют не только величины параметров в данный момент времени, но и их изменения во времени (кинетика информационных параметров).

Измерение вибраций. В процессе работы элементы машины получают перемещения, изменяющиеся во времени (вибрационное перемещение). В каждый момент времени вибросмещения могут быть представлены в виде наложения элементарных гармонических колебаний с различной частотой и амплитудой.

В качестве датчиков вибраций используются индукционные и пьезометрические. Последние являются более эффективными, так как имеют небольшие размеры и массу, обладают высокой прочностью и термостойкостью (до 500°C). Вибродатчики закрепляют на детали с помощью фланца или ввертывают в резьбовое отверстие.

Измерение акустических колебаний. Вибрации элементов машин, производящая в ходе рабочего процесса, собственных колебаний, соударений и т.п., вызывает колебания окружающей среды, т.е. служит источником звуковых (акустических) колебаний.

Акустические колебания характеризуются широким непрерывным спектром с отдельными дискретными составляющими. Для измерения используются микрофоны, основанные на электрических или пьезометрических эффектах с диапазоном частот от 5 до 100 кГц (частота слышимого звука 20кГц).

Измерение постоянных и переменных деформации и усилий в элементах конструкции и эксплуатации. Для измерения используются тензорезисторы в виде петлевого участка тонкой проволоки диаметром 0,025÷0,05мм. При растяжении уменьшается поперечное сечение проволоки, что увеличивает омическое сопротивление, которое регистрируется с помощью потенциометрической схемы.

Измерения параметров процесса: температура, давление, частота вращения и других. Давления в различных полостях машины измеряется с помощью манометров и т.д. Для регистрации быстроизменяющихся процессов применяются датчики давления, использующие пьезометрические, индукционные и тензорезисторные элементы.

Температура в области от -200 до + 700 °С измеряются термометрами сопротивления. Для более высоких значений температуры до 1600 °С - термоэлектрические пирометры, датчиками которых являются термопара.

Частота вращения замеряется индукционными, механическими и фотоэлектрическими тахометром. В качестве датчика в индукционном тахометре используется вращающийся ротор миниатюрного генератора переменного тока.

Регистрация состояния соприкасающихся сред: наличие стружки в масле, металлические частицы в выхлопных газах, химический анализ технологических веществ.

Визуальное наблюдение осуществляется невооружённым глазом и с помощью лупы; оптические трубок (бороскопов), волоконнооптических датчиков с помощью визуального наблюдения обнаруживают повреждения и разрушение поверхностей, колебания, трещины, перегрев (по цветам побежалости), износ, и т.п. Данные дефектоскопии: токовихревой метод обнаружения трещин; ультразвуковой метод позволяет обнаружить трещины, раковины, неметаллические включения, рентгенография, γ -лучевые методы, капиллярные: керосиновые пробы, цветная и люминесцентная дефектоскопия.

Организация и методы контроля качества сварных соединений

Контроль качества сварки имеет важное значение в обеспечении нормальной последующей работы машин, аппаратов, промышленных технологических трубопроводов для транспортировки различных агрессивных, ядовитых и взрывоопасных химических продуктов относится к числу ответственных элементов оборудования.

Задачей контроля является установление таких показателей, определяющих качество изготовления, как прочность, всестороннее соответствие материала нормативам, выдержка заданных размеров, чистоты и точности обработки, а также самое главное – наличие или отсутствие дефектов.

Контроль качества сварных работ начинается еще до того как сварщик приступал к изготовлению изделия и состоит из трех основных этапов.

На первом этапе производится контроль технической документации, относящейся к проектированию;

на втором - к технологическому процессу изготовления;

на третьем – к готовой продукции.

Самым ответственным этапом является третий, который включает контроль качества конструкционного материала на химический состав и свариваемость, присадочного металла, проволоки, прутков, электродов, обмазки, флюсов и газов: ацетилена и кислорода для газовой сварки; состояние сварочной аппаратуры и качество сборки, а также квалификации сварщиков.

В процессе сварки проверяют внешний вид шва, его герметические параметры, производят обмер самого изделия, осуществляют постоянное наблюдение за исправностью сварочной аппаратуры, за выполнением технического процесса. Указанные операции составляют технический контроль.

Последней контрольной операцией является проверка качества сварки в готовом изделии. Для этой цели существуют следующие виды контроля:

внешний осмотр и обмер сварных соединений;

испытание на плотность и прочность;

капиллярные методы;

просвечивание рентгеновскими или γ - лучами;
 контроль ультразвуком;
 магнитные методы контроля;
 люминесцентный метод контроля;
 металлографические исследования;
 механические испытания: на статическое растяжение, на статический изгиб или сплющивание, на ударную вязкость, а для легированных сталей дополнительно на твердость шва.

Дефектами в сварных швах принято называть отклонения от норм, предусмотренных ГОСТами и ТУ на сварные соединения. Дефекты уменьшают прочность и плотность сварных швов и могут привести к разрушению сварных соединений.

Основными причинами образования дефектов является нарушение технических сборки, сварки, применение не соответствующих сварных материалов, неправильный выбор режимов сварки, низкой квалификации сварщика. Дефекты бывают наружные и внутренние. К наружным относятся:

- неправильная подготовка кромок шва под сварку;
- нарушение сборки шва под сварку;
- неперпендикулярность торцов;
- величина зазоров;
- несоблюдение размеров, отвечающих ГОСТ;
- нарушение расположения и качества прихваток;
- нарушение порядка наложения швов;
- некачественная очистка шва от шлака.

Качественные сварные соединения по внешнему виду должны отвечать следующим основным требованиям: сварной шов должен иметь постоянный профиль, равномерную ширину и высоту, равномерную слегка вытянутую поверхность, без трещин как в самом шве, так и околошовной зоне (зоне термического влияния). Усиление шва производится равномерно по всей длине, без наплывов и порезов в местах перехода от шва к основному металлу. В сварных швах не допускается поры и ноздреватость, как внутри шва, так и наружной поверхности, смещение кромок свариваемых элементов, отступление от размера, указанных конструктивной документацией, и подтеки наплавленного металла внутри изделия, наклепы, прожоги, кратеры, подрезы, наружные трещины, поверхностные поры.

К внутренним дефектам относятся дефекты макро- и микроструктуры, непровары, трещины, поры, неметаллические включения и др.

При внешнем осмотре сварной шов и прилегающая к нему поверхность основного металла по обе стороны 15-22мм от шва очищается от металлических брызг, окалины, шлака и других загрязнений.

Осмотр производится невооружённым глазом или лупой с 5 -10 кратным увеличением. Измерения- измерительным инструментом- линейкой или штангенциркулем, а так же шаблонами.

Контроль на непроницаемость выполняется после очищенного осмотра шва на изделиях, предназначенных для транспортировки и хранения жидкостей и газов.

Контроль на непроницаемость(гермитичность) производят течеисканием: керосином, аммиаком, пневматическим и гидравлическим испытанием, вакуумированием и газоэлектрическими методами.

Внутренние дефекты выявляются приборами методами контроля: просвечиванием, УЗК, капиллярной цветной или люминесцентной дефектоскопией.

Технические условия часто предусматривают вырезку образцов из сварных изделий и их лабораторные испытания. Возможен контроль сварных швов их засверловкой.

Засверливание сварных швов производится спиральными сверлами или специальными коническими фрезами диаметром в 6-25мм с углом заточки 90°. Засверливание ведут с расчётом скрытия всего сечения шва и захвата основного металла на 1-2 мм на сторону.

Для оценки качества шва поверхность засверленного отверстия шлифуют и травят реактивом для выявления микроструктуры, после чего осматривают. Это дает возможность обнаружить непровары, трещины, включение и т.д.

По окончании контроля отверстий заваривают; количество засверловок определяется условиями приемки.

Металлографические исследования требуют вырезки образцов так, чтобы поверхность включала полное сечение шва, зону термического влияния и неподверженный изменению основной металл.

Механическим испытаниям подвергают стандартные образцы на разрыв и на изгиб (сплющивание). Сварные образцы могут быть испытаны на коррозионную стойкость и свариваемость, для выявления опасности образования холодных и горячих трещин при сварке.

Методика выполнения работы

1. Получить у преподавателя задание на диагностирование конкретных объектов диагностирование оборудования для определения

- а) числа оборотов- тахометр
- б) бороскоп
- в) переносной твердомер
- г) УЗК толщиномер
- д) виброметр БИП-1.

2. Познакомиться с инструкциями на работу с указанными приборами.
3. Выполнить приборный контроль объектов, в соответствии с заданием преподавателя.
4. Дать краткое описание работы с диагностическими приборами:
 - а) назначение и область применения;
 - б) приемы работы
 - в) получаемые результаты
5. Выводы

Литература

1. Куркин С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: Учеб. Для вузов.-М.Выш.шк.,1991-378с.

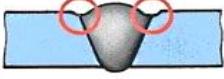
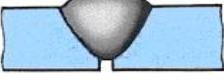
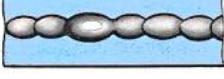
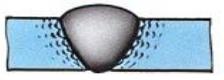
2. Справочник сварщика/Под ред. В.В. Степанова.-4-е изд., перераб. И допол.-М.Машиностроение,1982-560с.

3. Биргер И.А. Техническая диагностика.- М.: «Машиностроение», 1978.-240с.

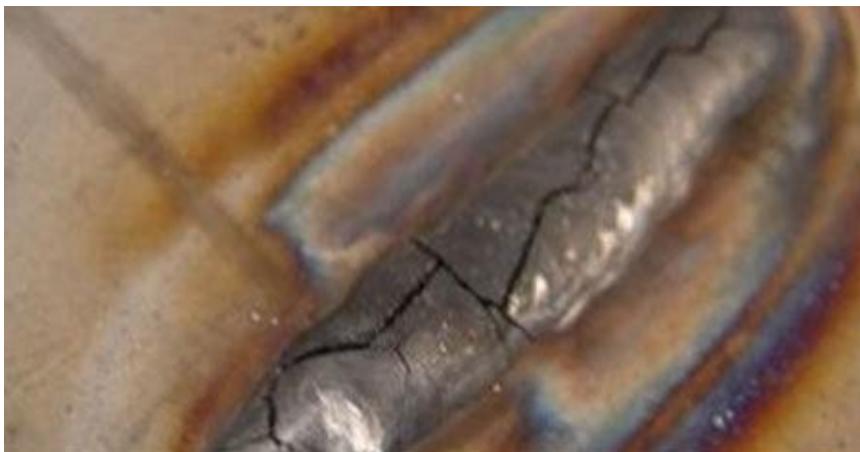
4. Геворкян В.Г. Основы сварочного дела: Учебник для строит. спец. техникумов.-М.:Выш.шк.,1985.-168с.

Приложение

Дефекты сварных соединений

НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИЧИНА	НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИЧИНА
КРАТЕРЫ 	<ul style="list-style-type: none"> - Обрыв дуги - Неправильное выполнение конечного участка шва 	ПОДРЕЗЫ 	<ul style="list-style-type: none"> - Большой сварочный ток - Длинная дуга - При сварке угловых швов - смещение электрода в сторону вертикальной стенки
ПОРЫ 	<ul style="list-style-type: none"> - Быстрое охлаждение шва - Загрязнение кромок маслом, ржавчиной и т.п. - Непросушенные электроды - Высокая скорость сварки 	НЕПРОВАР 	<ul style="list-style-type: none"> - Малый угол скоса вертикальных кромок - Малый зазор между ними - Загрязнение кромок - Недостаточный сварочный ток - Завышенная скорость сварки
ВКЛЮЧЕНИЯ ШЛАКА 	<ul style="list-style-type: none"> - Грязь на кромках - Малый сварочный ток - Большая скорость сварки 	ПРОЖОГ 	<ul style="list-style-type: none"> - Большой ток при малой скорости сварки - Большой зазор между кромками - Под свариваемый шов плохо поджата флюсовая подушка или медная подкладка
НЕСПЛАВЛЕНИЯ 	<ul style="list-style-type: none"> - Плохая зачистка кромок - Большая длина дуги - Недостаточный сварочный ток - Большая скорость сварки 	НЕРАВНОМЕРНАЯ ФОРМА ШВА 	<ul style="list-style-type: none"> - Неустойчивый режим сварки - Неточное направление электрода
НАПЛИВ 	<ul style="list-style-type: none"> - Большой сварочный ток - Неправильный наклон электрода - Излишне длинная дуга 	ТРЕЩИНЫ 	<ul style="list-style-type: none"> - Резкое охлаждение конструкции - Высокие напряжения в жестко закрепленных конструкциях - Повышенное содержание серы или фосфора
СВИЩИ 	<ul style="list-style-type: none"> - Низкая пластичность металла шва - Образование закалочных структур - Напряжение от неравномерного нагрева 	ПЕРЕГРЕВ (ПЕРЕЖОГ) МЕТАЛЛА 	<ul style="list-style-type: none"> - Чрезмерный нагрев околошовной зоны - Неправильный выбор тепловой мощности - Завышенные значения мощности пламени или сварочного тока

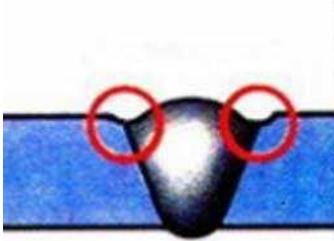
Примеры дефектов



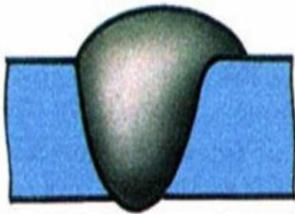
Трещины в сварном шве

Поперечная трещина сварного соединения.





Подрез



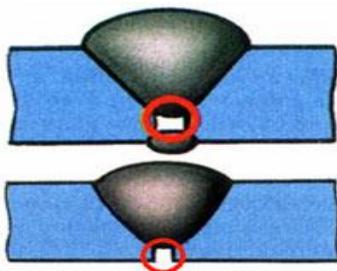
Наплыв



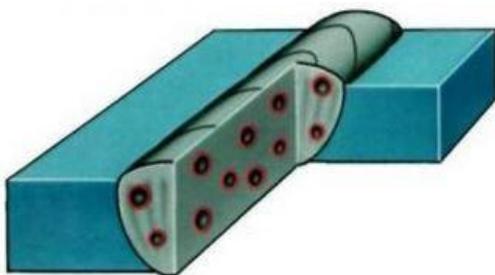
Кратер в сварном шве



Воронки свища



Непровар



Поры в сварном шве



Прожог

Лабораторная работа № 8

Контроль качества сборки цилиндрической зубчатой передачи

Цель работы:

1. Знакомство со способами контроля кинематической точности зубчатых передач
2. Приобретение навыков контроля погрешностей угла поворота зубчатого колеса; нормальной плавности хода; нормального контакта зубьев.
3. Определение дефектов элементов конструкции зубчатого редуктора.
4. Выбор способов восстановления работоспособности деталей редуктора.

Теоретическая часть

Зубчатые передачи получили широкое применение в машиностроении в связи с преимуществами перед другими видами передач:

- высокий КПД;
- возможность применения при окружных скоростях до 150 м/с, для передачи мощности до десятков тысяч киловатт;
- высокая кинематическая точность;
- точность изготовления;
- надёжность и долговечность работы в различных условиях эксплуатации.

В зависимости от рабочей скорости различают следующие передачи:

- тихоходные (окружная скорость до 3 м/с);
- среднескоростные (до 3-15 м/с);
- быстроходные (более 15 м/с).

В зависимости от точности изготовления зубчатых колёс различают передачи 12 степеней точности. В машиностроении в основном применяют передачи 6-9-й степеней точности; 6-я – передачи высокой точности, работающие с большими окружными скоростями; 7-я – передачи нормальной точности; 8-я – передачи средней точности; 9-я – тихоходные передачи пониженной точности.

К кинематической точности зубчатых передач предъявляют три основных требования:

- 1) наибольшая допускаемая погрешность угла поворота колеса при зацеплении с эталонным зубчатым колесом;
- 2) нормальная плавность работы зубчатого колеса;
- 3) нормальный контакт зубьев.

Независимо от качества зубчатых колёс и точности передачи на боковой зазор в зубчатых колёсах установлены нормы точности. Допускаемые значения бокового зазора для цилиндрических передач в зависимости от характера сопряжения деталей указываются в соответствующих справочниках.

Боковой зазор, компенсируя возможные ошибки в размерах зубьев и неточность межосевого расстояния зубчатой передачи, а также возможные

отклонения формы и размеров зубьев вследствие их нагревания, приводит к появлению ударов в процессе работы передачи и является причиной появления мёртвого хода. Поэтому к боковому зазору предъявляются следующие требования:

- он должен исключить заклинивание зубьев в процессе работы;
- из-за наличия зазора не должна нарушаться плавность работы передачи;
- размер зазора должен быть таким, чтобы мёртвый ход был минимальным.

В цилиндрических зубчатых передачах боковой зазор измеряют в сечениях, перпендикулярных направлению зуба.

В зацеплении боковой зазор устанавливают тем больший, чем грубее обработаны зубья колеса.

К зубчатым передачам предъявляют следующие требования:

- зубья колёс при контроле на краску должны иметь поверхность контакта не менее 0,3 по длине зуба и 0,6-0,7 по высоте;
- биение колёс (радиальное и торцевое) не должно превосходить пределов, установленных ТУ на собираемые передачи;
- оси валов должны быть взаимно параллельны и лежать в одной плоскости;
- между зубьями колёс должен быть зазор, размер которого зависит от степени точности передачи и определяется по справочникам;
- собранный узел должен быть испытан под нагрузкой и обеспечивать плавность и бесшумность работы передачи, а также умеренный нагрев подшипниковых опор.

Порядок выполнения работы

1. Проверить расстояние между осями валов редуктора.

Расстояние между осями валов цилиндрической зубчатой передачи должно равняться полусумме диаметров начальных окружностей зубчатых колёс зацепления; кроме этого оси должны быть взаимно параллельны.

Расстояние между осями измеряют в редукторе со снятой крышкой микрометрическим штихмассом или штангенциркулем (слесарной линейкой, рулеткой).

Измеренное расстояние между образующими валов и полусумму их диаметров определяют с каждой стороны редуктора. По полученной разности определяют степень параллельности осей между собой.

2. Расстояние между основанием корпуса и осью отверстия измеряют индикатором, установленным на стойке, а сам корпус редуктора – на контрольной плите.
3. Проверка колёс на качание.

При установке зубчатых колёс на валах вследствие различных причин могут наблюдаться качания зубчатого колеса на шейке вала, радиальное биение по окружности выступов, торцевое биение, неплотное прилегание колеса к бурту вала.

Качание проверяют, обстукивая напесованное на вал зубчатое колесо молотком с мягким бойком (медь. Алюминий, пластмасса, дерево).

Биения поверяют следующим образом. Вал в сборе с колесом выставляют параллельно поверочной плите или в подшипниках корпуса. Индикаторную стойку устанавливают так, чтобы ножка индикатора вошла в контакт с калибром, находящимся между зубьями колеса, и был натяг на один-два оборота стрелки индикатора. Вращая колесо с валом и переключая калибр через несколько зубьев, фиксируют показания индикатора, по разности которых определяют радиальное биение.

Проверку осевого (торцевого) биения осуществляют аналогично, прикладывая ножку индикатора к торцу зубчатого венца.

Неплотное прилегание колеса к бурту вала фиксируется визуально или с помощью щупа.

Боковой зазор может быть проверен щупом или индикатором. Для чего к валу одного из зубчатых колёс крепят поводок, который упирается в ножку индикатора, стойка которого установлена на разъёме корпуса редуктора. Поводок с валом и зубчатым колесом поворачивают, удерживая неподвижно второе колесо зацепления. По отклонению стрелки индикатора, приведённому к радиусу начальной окружности зубчатого колеса, определяют номинальное значение бокового зазора:

$$C_n = CR / L$$

где С – показание индикатора;

R – радиус начальной окружности проверяемого колеса;

L – расстояние от оси вала до ножки индикатора.

Если в зубчатой передаче применяют колёса, модуль зубьев которых превышает 6 мм, то боковой зазор будет составлять 0,4-0,5 мм.

В этом случае его определяют, три-четыре раза прокатывая между зубьями (разными) сопрягаемых колёс свинцовую проволоку, длина которой должна быть равна длине зуба. Толщину проволоки после прокатывания проверяют микрометром.

4. Проверка качества зубчатого зацепления на краску.

Зубья меньшего колеса покрывают очень тонким слоем краски и поворачивают передачу на один оборот. По отпечаткам краски на сопряжённом колесе судят о качестве сборки, сравнивая полученные отпечатки с установленными нормами.

Обычно для передачи средней точности отпечатки должны располагаться в средней части боковой поверхности зуба и занимать площадь, составляющую 50-60% высоты и не менее 70% длины зуба.

Если пятно контакта неправильно расположено или его площадь не соответствует требованиям, это свидетельствует о некачественной сборке передачи.

5. Контроль параллельности валов.

Эту проверку необходимо проводить с помощью двух хомутов со стрелками, закреплёнными на валах.

Нить натягивают таким образом, чтобы одна из стрелок коснулась её в положении 1, а затем, после поворота вала, - в положение 2. Затем стрелку второго вала передвигением хомута переводят до касания нити в точке 3. Если при повороте второго вала на 180° стрелка коснётся в точке 4 стрелка коснётся в точке 4, это укажет на полную параллельность валов.

Допускаемая непараллельность валов на длине 1 м, не более: 0,3—0,5 мм при цилиндрической передаче; 0,5-1,0 мм – при цепной передаче и 1,5-2,5 мм – при ремённой.

Данные замеров следует занести в журнал наблюдений

Таблица 8.1.

№ зубчатого колеса	Наличие качания	Величина радиальных биений (+ и -)	Средняя величина радиального биения	Величина тоцевого биения (+ и -)	Средняя величина тоцевого биения	Величина бокового зазора	Пятно контакта
1	2	3	4	5	6	7	8

Качество посадки и прилегания зубчатого колеса к бурту, степень параллельности валов следует отразить в выводах по работе.

Методика выполнения лабораторной работы

1. Получить задание у преподавателя на проведение лабораторной работы.
2. Изучить конструкцию редуктора и его основных узлов и деталей.
3. Проверить расстояние между осями валов, между основанием и осью вала.
4. Проверить колёса на качание, боковой зазор.
5. Проконтролировать качество зацепления на краску.
6. Определить степень непараллельности валов.
7. Выявить «узкие места» элементов редуктора.
8. Предложить технологию восстановления работоспособности деталей и узлов редуктора.
9. Заполнить журнал наблюдений и сделать выводы по работе.

Лабораторная работа № 9

Грузоподъёмные механизмы, приспособления и монтажный инструмент

Цель работы:

1. Знакомство с монтажными грузоподъёмными механизмами и такелажными приспособлениями;
2. Получение навыков работы с ручной рычажной тросовой лебёдкой;
3. Знакомство с конструкцией стропов для обвязки грузов;
4. Получение навыков выбраковки стальных канатов;
5. Знакомство со способами строповки грузов и завязыванием строповочных узлов.

Теоретическая часть

При выполнении монтажных работ наряду с грузоподъёмными кранами различных конструкций эффективно используют приспособления, выполняющие разнообразные вспомогательные операции, облегчающие труд рабочих и повышающие производительность монтажных работ. Рациональное применение сложных и простейших механизмов позволяет комплексно механизировать такелажные и монтажные работы. Поэтому наряду со сложными применяют простые и дешёвые средства механизации. Правильный выбор и использование механизмов существенно влияет на скорость и стоимость монтажа.

Канаты. При монтаже технологического оборудования, трубопроводов и металлоконструкций для вспомогательных целей, например, для подъёма вручную непосредственно или через блоки мелких деталей и элементов конструкций, инструментальных ящиков, талей, для оттяжек при подъёме крупных грузов и т.д. используют, как правило, пеньковые канаты.

Различают бельные и смольные пеньковые канаты. Первые изготавливают из обыкновенной пеньковой пряжи, а смольные – из пряжи, пропитанной горячей смолой. В настоящее время получили распространение канаты из капрона и перлона. Однако применение их ограничено из-за весьма значительного относительного удлинения, возникающего при эксплуатации.

Стальные канаты (тросы) свивают из тонкой проволоки диаметром 0,22-3,0 мм. По способу изготовления подразделяются на кручёные (витые), невитые, плетёные. Витые круглые канаты могут иметь одинарную (спиральную), двойную (тросовую) и тройную (кабельтовую) свивку. Невитые состоят из плотно уложенных групп стальных проволок или спиральных канатов, обжатых специальной обмоткой или зажимами. Плетёные изготавливаются из чётного числа переплетённых прядей. Комбинированные канаты изготавливают чаще всего из пеньки и стали (с органическим сердечником).

Грузовые канаты, подвергаемые в процессе работы многократным перегибам на барабанах лебёдок и роликах (блоках) полиспастов, должны обладать высокой прочностью и гибкостью. При выборе каната очень важно знать его разрывное усилие, т.е. предельную нагрузку, при которой наступает разрыв каната, а также коэффициент запаса прочности каната. Последний показывает во сколько раз следует уменьшить нагрузку на канат по сравнению с разрывным усилием, чтобы обеспечить безопасное перемещение груза. Срок службы каната во многом зависит от диаметров блоков и барабанов лебёдки, которые он огибает при работе. Этим требованиям в наибольшей мере отвечают канаты типов ЛК-РО (6х36+1 о.с.) по ГОСТ 7668-69 и ТЛК-О (6х37+1о.с.) по ГОСТ 3079-69.

Стальные проволочные канаты перед установкой на грузоподъёмную машину следует проверить расчётом на прочность по формуле:

$$F/S \geq K$$

Где F-разрывное усилие каната в целом, кН;

S – наибольшее натяжение ветви каната, кН;

K – коэффициент запаса прочности(см. табл.9.1)

Коэффициенты запаса прочности канатов

Таблица 9.1

Назначение каната	Привод грузоподъёмной машины и режим работы механизма	Коэффициент запаса прочности
Грузовые и стреловые	ручной	4,0
	Машинный:	
	лёгкий	5,0
	средний	5,5
	Тяжёлый и весьма тяжёлый	6,0
Канаты лебёдок, предназначенные для подъёма людей		9,0
Канаты, используемые при монтаже тяжёлой техники(кранов)		4,0
Канаты, для подъёма и опускания стрелы в диапазоне нерабочих вылетов		3,5

Стальные канаты в процессе работы необходимо тщательно осматривать, чтобы убедиться в отсутствии порванных проволок. Число

обрывов проволок на длине одного шага свивки каната, при котором канат должен быть забракован, приведено в таблице 9.2.

Таблица 9.2

Первоначальный коэффициент запаса прочности	Конструкция каната							
	6x9=114+1o.c.		6x37=222+1o.c.		6x61=366+1o.c.		18x19=342+1o.c.	
	свивка		свивка		свивка		свивка	
	крес това я	одност ороння я	крес това я	одност ороння я	крес това я	одност ороння я	крес това я	одност ороння я
До 6	12	6	22	11	36	18	36	18
Св 6 до 7	14	7	26	13	38	19	38	19
Св 7	16	8	30	15	40	20	40	20

Шаг свивки стального каната – расстояние между таким числом прядей, из которых состоит канат.

При браковке каната, изготовленного из проволок различного диаметра, обрыв тонкой проволоки принимается за 1, а обрыв толстой проволоки – за 1,7.

Стропы. При подъёме груз закрепляют стропами, представляющими собой отрезки троса или плетёные ремни из синтетических нитей. Стропы, изготовленные из троса, могут быть универсальными петлевыми и концевыми, последние снабжаются по концам петлями или крюками. Если концевая стропа изготовлена из троса, то внутрь петли стропы устанавливают коуши, предохраняющие канат от резкого перегиба, истирания и повышающие его долговечность. Концы канатов соединяют различными способами: счаливанием (сплетением); с использованием сжимов; с закреплением в стальных стаканах с заливкой сплавом или заклиниванием, а также запрессовкой в стальных или алюминиевых трубках. Строповые канаты для обвязки, подвергаемые наряду с растяжением изгибу на значительно меньшем радиусе по сравнению с грузовыми, должны обладать высокой гибкостью. Этому требованию отвечают особо мягкие канаты тройной свивки типа ТК (6x7x19+1o.c.) по ГОСТ 3079-66, пряди которых имеют двойную свивку из проволок малого диаметра.

Строповка груза должна обеспечивать определённое положение его при подъёме, а узлы и петли – необходимую надёжность при работе и снятии каната. Канаты, применяемые в стропах, рассчитывают с коэффициентом запаса прочности не менее 8 при огибании груза канатом и не менее 6 при подъёме груза за петли и крепления каната с грузозахватными петлями через коуши со сжимами.

Стропы текстильные ленточные кольцевые и петлевые, а также многоветвевые в настоящее время применяются взамен тросовых ГОСТ Р ЕН 818-4-2005. Сохранность груза, лёгкость выполнения погрузо-разгрузочных работ, безопасность и высокая износостойкость, компактность являются их основными преимуществами перед тросовыми.

Блоки. Для уменьшения усилия на тяговом тросе при подъёме или подтаскивании груза, а также для изменения направления движения троса используют однорольные и многорольные блоки. Однорольные применяют для изменения направления (отводные ролики) и подъёма небольших грузов; многорольные блоки, состоящие из нескольких роликов одинакового диаметра, независимо вращающиеся на одной оси, - для подъёма тяжёлых грузов.

Полиспагты – две пары блоков, соединённые канатом, позволяющие получить выигрыш в усилиях на канат и уменьшить скорость перемещения груза. При подъёме груза верхний узел блоков закрепляется неподвижно, а нижний крепится к поднимаемому грузу и перемещается вместе с ним. Канат при этом огибает все ролики верхнего и нижнего блоков. Один конец каната прикрепляется к одному из блоков неподвижно, а другой (сбегающая нить) – через отводные ролики к барабану лебёдки.

Лебёдки – самостоятельный механизм или более сложное подъёмное устройство, используемое для подъёма или перемещения груза. Различаются: - по типу привода (с ручным или машинным: электрическим, пневматическим, паровым или ДВС);

- по назначению (подъёмные, тяговые, для перемещения грузовых тележек, поворотные – для вращения стрел кранов);
- по грузовому органу (канатные и цепные);
- по способу установки (стационарные и передвижные);
- по количеству барабанов (одно-; двух- и трёхбарабанные).

Лебёдки снабжают гладкими или нарезными по винтовой линии барабанами, установленными, как правило, горизонтально. Лебёдки с вертикальными барабанами называют кабельстанами или шпилями.

На монтажных работах широко применяют ручные и электрические лебёдки, а также лебёдки с приводом от ДВС (т.н. тракторные лебёдки).

Из ручных лебёдок наиболее распространены рычажные (тросовые или тягалки) лебёдки, имеющие грузоподъёмность 1,5-5,0 тс. Работа тягового механизма основана на протягивании троса двумя парами параллельно действующих сжимов, которые приводятся в действие раздвижным качающимся рычагом.

Ручные напольные барабанные лебёдки выпускают грузоподъёмностью от 0,5 до 10 тс. Такие лебёдки снабжаются ручным ленточным тормозом; обратный ход поднятого груза исключается системой храпового устройства. Мускульное усилие от рукоятки передаётся на барабан через систему шестерён (редуктор), что позволяет через снижение числа

оборотов преобразовывать небольшой начальный крутящий момент в значительную величину на барабане.

Электрические лебёдки имеют грузоподъёмность 0, до 25 тс.

Пневматические лебёдки с грузоподъёмностью до 1 тс применяют в основном при работе во взрывоопасных местах.

Фрикционные лебёдки позволяют отключать барабан от электродвигателя, что даёт возможность опускать груз ускоренно, регулируя скорость только ленточным тормозом. Их применяют исключительно для подтаскивания груза.

Тали, кошки, тельферы применяются для перемещения грузов до 20 тс на небольшие расстояния по высоте (до 12 м) и в горизонтальном направлении. На такелажных работах ручные тали используют при единичных подъёмах или установке оборудования в тесных и неудобных местах, где нельзя использовать кран или грузоподъёмное устройство с электрическим приводом.

Ручные тали имеют ограниченный радиус действия вблизи места их закрепления. Тали снабжаются ручным приводом с шестерёнчатым или червячным редуктором. Таль с электроприводом называется тельфером с грузоподъёмностью от 0,25 до 10 тс используют для подъёма груза. Подтаскивание груза тельфером категорически запрещается.

Для подвески и перемещения талей и тельферов по двутавровым балкам используют кошки. Различают кошки без механизма передвижения и приводные.

Захваты и траверсы применяют при необходимости сократить высоту строповки, а также когда поднимаемые элементы не могут выдержать сжимающую монтажную нагрузку.

Домкраты применяют для подъёма грузов (оборудование и конструкции) на небольшую высоту при их выверке, а также для перемещения на небольшие расстояния способом толкания. Различают домкраты: реечные, винтовые, гидравлические и клиновые. Для подъёма оборудования на малую высоту ещё применяют стальные клинья. Забивая клин с малым углом, можно обеспечить подъём на высоту, измеряемую сотыми долями миллиметра, что бывает необходимо при выверке оборудования. Достоинства клиновых домкратов – их малая высота 100-150 мм и незначительная масса 5,5-13,5 кг при грузоподъёмности 5 и 10 тс соответственно и высота подъёма 10-15 мм.

Якори при выполнении монтажных работ служат для закрепления лебёдок, расчалок мачт, отводных блоков и других грузоподъёмных устройств. В качестве якорей могут быть использованы элементы строительных конструкций (фундаменты). Якори как самостоятельные элементы делятся на свайные, закладные (инвентарные наземные и заглубленные, в частности – винтовые). Кроме того к монтажным приспособлениям относятся: мачты, шевры, порталы, переносные монтажные стрелы, мачтово-стреловые краны, ленточные подъёмники.

Содержание работы

1. Получить задание от преподавателя по изучению монтажных механизмов и приспособлений по имеющимся плакатам.
2. Выполнить конструктивную схему работы ручной рычажной тросовой лебёдки с указанием основных элементов (деталей и узлов).
3. Ознакомиться с конструкцией лебёдки и составить технические характеристики на неё: - тяговое усилие; - длину рычага управления; - максимальное мускульное усилие на рычаг; - общая масса лебёдки в сборе; - тип применяемого в лебёдке каната и ГОСТ на него; - система смазки механизма.
4. Дать схематичное изображение стропов и строповых ремней, способы запасовки петель.
5. Дать информацию о методах выявления и причинах выбраковки стальных канатов.
6. Представить схемы формирования наиболее употребительных такелажных узлов и петель, способов крепления стропов к грузоподъёмным крюкам.
7. Особенности строповки при подъёме грузов с несимметричным расположением центра тяжести.
8. Дать схематичное изображение ручного монтажного и измерительного инструмента.
9. Выводы по всем вышеуказанным пунктам



Рисунок 9.1. Общий вид тросовой лебедки

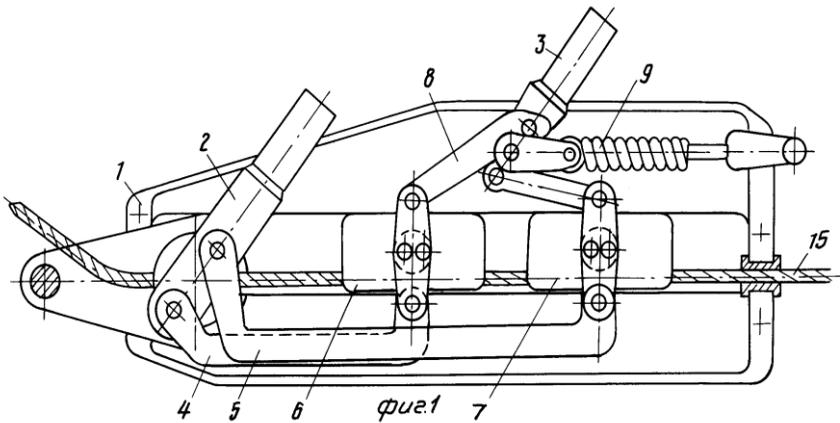


Рисунок 9.2. Схема конструкции тросовой лебедки

Литература

1. Гольденберг Н.С., Бызер Л.Я. и др. Монтаж технологического оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. М.: Химия: 1967. 379с.
2. Дудко Г.Д., Колчинский Ю.Л. Монтаж мостовых кранов и кранов-перегрузателей. М.: Стройиздат.1990. 223с.
3. Никитин А.В. и др. Краткий справочник монтажника и ремонтника. М.: Энергоиздат.1990. 192с.
4. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов.М.: Высшая школа. 1970. 558с

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Новомосковский институт (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

Кафедра «Оборудование химических производств»

Лабораторная работа по дисциплине
«Технология ремонта и монтажа химического оборудования»
тема работы:

«_____»

Студент _____
Шифр _____
Группа _____
Преподаватель _____

Учебное издание

Технология ремонта и монтажа химического оборудования.

Учебное пособие по выполнению лабораторных работ.

**Козлов Александр Михайлович,
Каменский Михаил Николаевич**

Редактор Туманова Е.М.

Подписано в печать г. Формат 60×84¹/₁₆

Бумага «Снегурочка». Отпечатано на ризографе.

Усл. печ. л. . Уч.–изд. л. .

Тираж 50 экз. Заказ №

ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

Новомосковский институт (филиал). Издательский центр.

Адрес университета: 125047, Москва, Миусская пл., 9

Адрес института: 301650, Тульская обл., Новомосковск, ул. Дружбы, 8