

**«Технологии производства и ремонта машин в
АПК»** Учебное пособие для магистрантов и студентов специальностей «Аграрная
техника и технология» и «Агроинженерия»

Уральск 2016

УДК 631.173.4 (07)
ББК П072

Р е ц е н з е н т ы

Тишанинов Н.П., доктор техн. наук, профессор (ФГБНУ ВНИИТиН, г. Тамбов)
Ширванов Р.Б., канд. техн.наук, доцент

«Технологии производства и ремонта машин в АПК». Учебное пособие
для магистрантов и студентов специальностей «Аграрная техника и
технология» и «Агроинженерия»

Обсуждены на заседании кафедры «Механизированные технологии и
землеустройство» «25» января 2016 г., протокол №6А

Рекомендованы на заседании учебно-методического бюро
политехнического факультета«___» _____2016 г.,протокол № ____

Одобрены УМС университета «___» _____2016 г.,протокол № ____

Рассмотрена последовательность разработки технологического
процесса восстановления деталей, рассмотрены особенности расчета
режимов обработки и технологического нормирования ремонтных
операций, приведены справочные материалы, необходимые для
выполнения курсового проекта (курсовой работы).

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям
«Агроинженерия», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и
комплексов», «Технология транспортных процессов» и «Аграрная техника
и технология»

© РГП на ПХВ «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
имени Жангир хана», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ И ТРАНСМИССИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН	9
1.1. Характеристика деталей.....	9
1.2. Изготовление зубьев и штифтов.....	10
1.3. Изготовление дисков.....	10
1.4. Изготовление лемехов, отвалов, полевых досок плугов и лап культиваторов.....	11
1.5. Изготовление сегментов и вкладышей режущих аппаратов.....	16
1.6. Изготовление семяпроводов	19
1.7. Изготовление звеньев цепей	21
1.8. Изготовление звездочек	23
1.9. Изготовление шнеков.....	24
1.10. Изготовление коленчатых осей и валов	26
1.11. Изготовление крестовин	28
1.12. Изготовление пружин и рессор	30
2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ	35
2.1. Технология производства поршней.....	35
2.2. Технология производства поршневых колец.....	42
2.3. Технология производства поршневых пальцев	48
2.4. Технология производства шатунов	50
2.5. Технология производства коленчатых валов.....	55
2.6. Балансировка коленчатых валов.	65
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ	68
3.1 Анализ дефектов детали и выбор возможных технологических методов восстановления	69
3.2. Требования к деталям при дефектации	69
3.2.1. Общие требования на дефектацию типовых сч, поверхностей, соединений	69
3.2.2 . Головка цилиндров, механизм газораспределения.....	94
3.2.3 Кривошипно-шатунный механизм, поршневая группа.....	121
3.2.4 Блок цилиндров, гильза цилиндра.....	154
3.3 Выбор рационального метода восстановления деталей.....	171
3.3.1 Выбор способа по технологическому критерию.....	172
3.3.2 Выбор способа по техническому критерию	173
3.3.3 Выбор способа по технико-экономическому критерию	180
3.4 Выбор технологических баз.....	182
3.5 Разработка предварительного маршрута восстановления, расчленение его на технологические операции.	183

4. НОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ	187
4.1 Нормирование режимов восстановления	187
4.1.1 Наплавка в среде углекислого газа.....	187
4.1.2 Гальваническое и химическое наращивание	191
4.1.3 Способ постановки дополнительных ремонтных деталей.....	196
4.1.4 Электроконтактная наплавка лентой	197
4.1.5 Расчет режимов при механической обработке	199
4.2 Определение нормы времени на восстановление детали	204
5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	208
6. ПРАВИЛА РАЗРАБОТКИ, ЗАЩИТЫ РАБОТЫ И СДАЧА ЕЕ В АРХИВ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ	213
7. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА(РАБОТЫ).	215
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	222
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	224
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	226

ВВЕДЕНИЕ

Восстановление деталей является одним из основных источников повышения эффективности ремонтного производства. Качество и эффективность восстановления деталей в значительной степени зависят от соответствия применяемых способов устранения дефектов объектам ремонта.

Большинство повреждений может быть устранено несколькими способами. Выбор того или иного способа зависит от материала детали, степени и характера повреждений, толщины материала, технологических требований, экономическими соображениями и рядом других факторов.

Настоящее учебное пособие призвано привить студентам навыки практического использования знаний в области производства и ремонта автотракторной техники, полученных в процессе обучения в университете, рационального использования практического опыта работы на автотранспортных и авторемонтных предприятиях, а также помочь в подготовке к дипломному проектированию.

В пособии освещаются специфические вопросы ремонтного производства: процессы разборки агрегата автомобиля, дефектация деталей, выбор способов устранения дефектов деталей, методы достижения точности ремонтируемых агрегатов (сборочных единиц) и др.

Обязательным условием качественного функционирования служб технической эксплуатации автомобилей является наличие квалифицированного персонала, обладающего необходимым уровнем сформированности профессиональных компетенций.

Данное учебное пособие подготовлено в соответствии с Государственными образовательными стандартами на подготовку бакалавров техники и технологии по направлению подготовки 23.03.03 - «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.03.01 – «Технология транспортных процессов», 35.03.06 – «Агроинженерия».

Учебное пособие содержит разделы: проектирование технологического процесса детали; нормирование операций восстановления деталей. Учебное пособие снабжено необходимым справочным материалом, что облегчает проведения расчетов.

Большое внимание в процессе обучения уделяется курсовому проектированию, обеспечивающему приобретение студентами новых профессиональных знаний и формирование умений применять полученные знания на практике.

Данное учебное пособие позволит студенту выполнить курсовой проект(курсовую работу) на высоком профессиональном уровне и качественно подготовиться к его защите. В процессе курсового проектирования студент разрабатывает технологический процесс

восстановления детали, приобретает навык решения большого и разнохарактерного круга организационно-технологических и экономических вопросов, характерных для практической деятельности специалиста в области ремонта транспортных средств, при этом достигаются следующие цели:

1. Углубление и закрепление теоретических и практических знаний.
2. Углубление и систематизация знаний студентов по решению вопросов проектирования технологического процесса восстановления деталей.
3. Формирование навыков самостоятельного принятия решения и его технического обоснования в соответствии с рекомендациями нормативной и справочной литературы.

В учебном пособии обобщены и систематизированы известные справочные материалы, что обеспечивает раскрытие практических аспектов, связанных с тематикой выполняемого курсового проекта, а также возможность его использования при выполнении раздела дипломного проекта по специальности.

В условиях ограниченной возможности поиска справочно-нормативной информации, вызванной резким сокращением специальной литературы, настоящее издание поможет студентам более обоснованно принимать решения, связанные с выполнением дипломного и курсового проектирования.

Освоение представленного в учебном пособии материала позволит специалисту эффективно решать многие задачи, связанные с проектированием технологического процесса восстановления деталей машин.

1. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ И ТРАНСМИССИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

1.1 Характеристика деталей

В сельскохозяйственных машинах, помимо деталей, применяемых в общем машиностроении – валов, осей, зубчатых колес, втулок, используются детали, имеющие специфическое назначение или конструкцию. К ним относятся детали рабочих органов сельскохозяйственных орудий и некоторые детали трансмиссии.

Особенности конструкций деталей рабочих органов связаны с тем, что каждое орудие выполняет свой вид работы по обработке почвы, посеву семян, уходу за посевами, уборке урожая, обмолоту, сортировке семян, подготовке кормов и т.д. Деталям придают соответствующую конструктивную форму, обеспечивающую выполнение работ с хорошим качеством при высокой производительности. Ряд деталей рабочих органов эксплуатируется в тяжелых условиях воздействия на них переменных нагрузок, ударов, абразивного изнашивания и коррозии, в связи с чем их в некоторых случаях изготавливают из специальных сталей. Детали рабочих органов по общности их конструктивно-технологических признаков можно разделить на следующие группы [1]:

- 1) зубья и штифты;
- 2) диски;
- 3) лемеха, отвалы, полевые доски;
- 4) лапы культиваторов;
- 5) сегменты и вкладыши режущих аппаратов;
- 6) семяпроводы.

Трансмиссия служит для передачи движения от источника движения (двигателя, вала отбора мощности трактора) к рабочему органу или движителю. Некоторые элементы трансмиссии (транспортёры, шнеки) предназначены для перемещения различных материалов (зерна, силосной массы, половы и т.п.), являются опорами (колеса) или имеют вспомогательное значение (пружины).

В трансмиссиях сельскохозяйственных машин и агрегатов можно выделить ряд характерных деталей, из которых наиболее часто применяются следующие [1]:

- 1) цепи;
- 2) звездочки;
- 3) шнеки;
- 4) коленчатые оси и валы;
- 5) крестовины;
- 6) пружины.

1.2. Изготовление зубьев и штифтов

Зубья борон, пружинных грабель, зубья и штифты молотильных аппаратов комбайнов, а также других сельскохозяйственных орудий имеют обычно простую конструкцию (рис. 1.1) и несложную технологию изготовления. Многие зубья снабжены резьбой для крепления к орудью. Изготавливаются они из стали 45 (зубья молотильных барабанов) или из пружинной проволоки (зубья пружинных грабель). В связи с тем, что зубья и штифты работают в условиях интенсивного изнашивания, они подвергаются термической обработке для повышения износостойкости материала. Так, рабочая часть штифтов молотильных аппаратов закаливается до твердости 50...60 HRC [1].

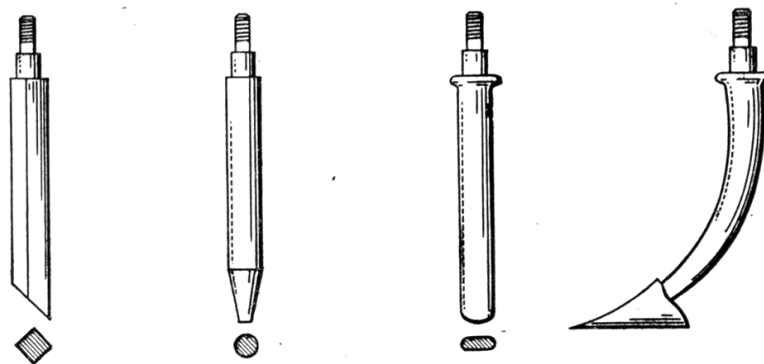


Рисунок 1.1 - Типы зубьев борон

В зависимости от конструкции зубья изготавливаются с применением горячей штамповки, на молотах и прессах, с использованием холодновысадочных автоматов и токарно-револьверных станков. В массовом производстве действуют автоматические линии.

Штифты молотильных аппаратов изготавливаются горячей штамповкой в закрытых штампах с последующим нарезанием резьбы, зубья борон простой формы - на токарно-револьверном станке из прутка.

1.3. Изготовление дисков

Диски в качестве рабочих органов орудий используются в плугах, луцильниках, сеялках, боронах, картофелесажалках и свеклоуборочных комбайнах.

По конструкции можно выделить плоские, сферические и вырезные диски (рис. 1.2). Обычно они изготавливаются из стали 65Г, в некоторых случаях из стали 70Г диаметром от 250 до 800 мм и толщиной 2,5...8 мм. Рабочая зона дисков подвергается термической обработке токами высокой частоты до твердости 35...45 HRC. Диски сеялок не закалываются [1].

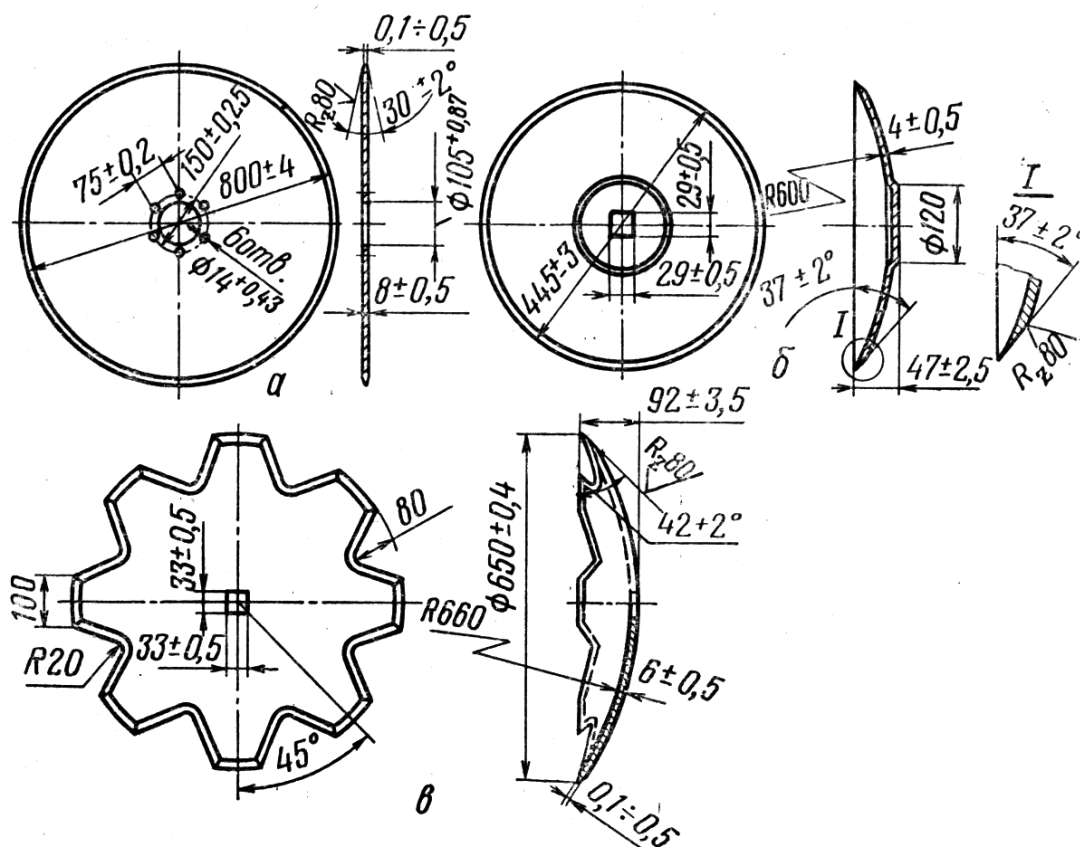


Рисунок 1.2. Конструкции дисков:
а – плоский; б – сферический; в - вырезной

После вырубki из листа, гибки (сферические диски) и рихтовки производится сверление или пробивка отверстий для крепления диска, обтачивание фасок (затачивание) на токарном станке и термическая обработка. При термической обработке необходимо принять меры к уменьшению коробления (путем использования кондукторов и т.п.).

1.4. Изготовление лемехов, отвалов, полевых досок плугов и лап культиваторов

Лемех плуга – одна из наиболее массовых деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин. Он работает в тяжелых условиях абразивного изнашивания, подвергается большим силовым нагрузкам, может испытывать удары о камни, находящиеся в почве. В связи с этим лемеха быстро выходят из строя и поэтому расходуются и изготавливаются десятками миллионов штук в год.

Лемех по конструкции представляет собой трапециевидную пластину из специальной износостойкой лемешной стали Л53 или Л65 длиной 250...400 мм с отверстиями под потайные болты. Сталь марки Л65

содержит 0,6 % С, 0,5 % Мп, 0,28 % Si. Со стороны лезвия лемех закаливается на ширину 20...45 мм до твердости до 60 HRC путем нагрева до температуры 780...820 °С и резкого охлаждения в воде. После закалки производится отпуск при температуре 350 °С с последующим охлаждением на воздухе. Твердость в незакаленной зоне не более 33 HRC [1].

На рис. 1.3 и 1.4 приведены некоторые конструкции лемехов. Для повышения износостойкости лемеха на его верхнюю или нижнюю поверхность наносится слой износостойкого сплава сормайта № 1 толщиной до 1,7 мм. Ширина наплавляемой полосы на прямолинейном участке равна 25...30 мм, а у носка – 55...65 мм. В процессе эксплуатации слой металла на рабочей стороне лемеха изнашивается быстрее, а на тыльной – более износостойкой – медленнее. При этом острота лезвия лемеха сохраняется, и такой лемех называется самозатачивающимся [1].

Свойством самозатачивания обладают и лемеха из двухслойной стали, у которых верхний слой – мягкая сталь, а нижний тонкий – высоколегированная износостойкая сталь. Срок службы таких лемехов в 2 раза больше, чем у лемехов, наплавленных сормайтотом.

Для особых условий работы применяются также другие конструкции лемехов (со сменным носком, усиленный с приваренной щекой и др.).

Технические требования на изготовление лемеха состоят в следующем. Прогиб спинки и лезвия лемеха вогнутостью в сторону рабочей поверхности не допускается. Стрела прогиба выпуклостью в сторону рабочей поверхности не должна превышать по спинке 2 мм, а на лезвии – 4 мм. На лемехе, наплавленном слоем сормайта, не допускаются трещины. Наплавленный лемех закалке не подвергается. Твердость слоя сормайта должны быть ниже 46 HRC [1].

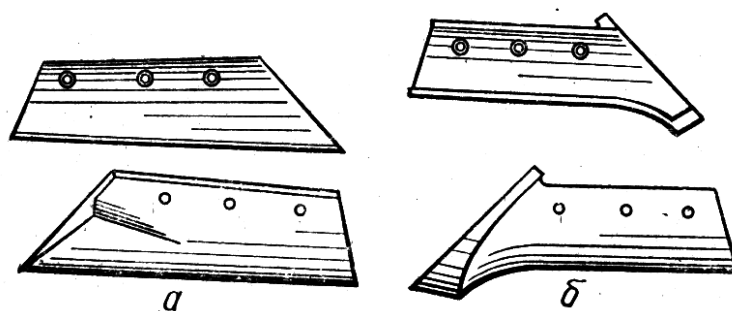


*Рисунок 1.3 - Лемеха плугов:
а – трапецеидальный; б – долотообразный*

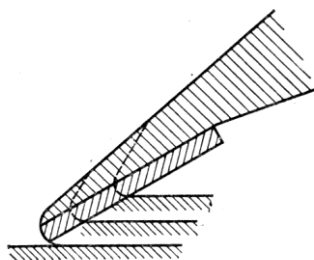


Рисунок 1.4. - Лемех с нижней наплавкой сормайта

Для изготовления лемехов сталь поставляется в виде специальной полосы постоянного и периодического профиля твердостью не более 255 НВ[1]. Технологический процесс изготовления включает

- 1) вырубку заготовки;
- 2) штамповку;
- 3) изготовление отверстий;
- 4) термическую обработку или наплавку сормайтотом № 1.

Отвал (рис. 1.5) работает, как и лемех, в условиях абразивного изнашивания и может испытывать удары камней. Материалом для изготовления отвала служит малоуглеродистая сталь марки Ст2 или трехслойная сталь. Отвалы из стали марки Ст2 подвергается цементации на глубину 1,5...2,2 мм с последующей закалкой от твердости 50...62 HRC. Выгибка отвала производится перед закалкой, обе операции выполняются за один нагрев. Для этого отвал нагревают до температуры 800...830 °С и из печи подают под пресс для гибки. Выгнутый отвал, вынутый из штампа, сразу закаливается в проточной воде (для уменьшения коробления отвала рекомендуется погружать его в воду зажатый в кондукторе). Отпуск производится при 200...260 °С [1].

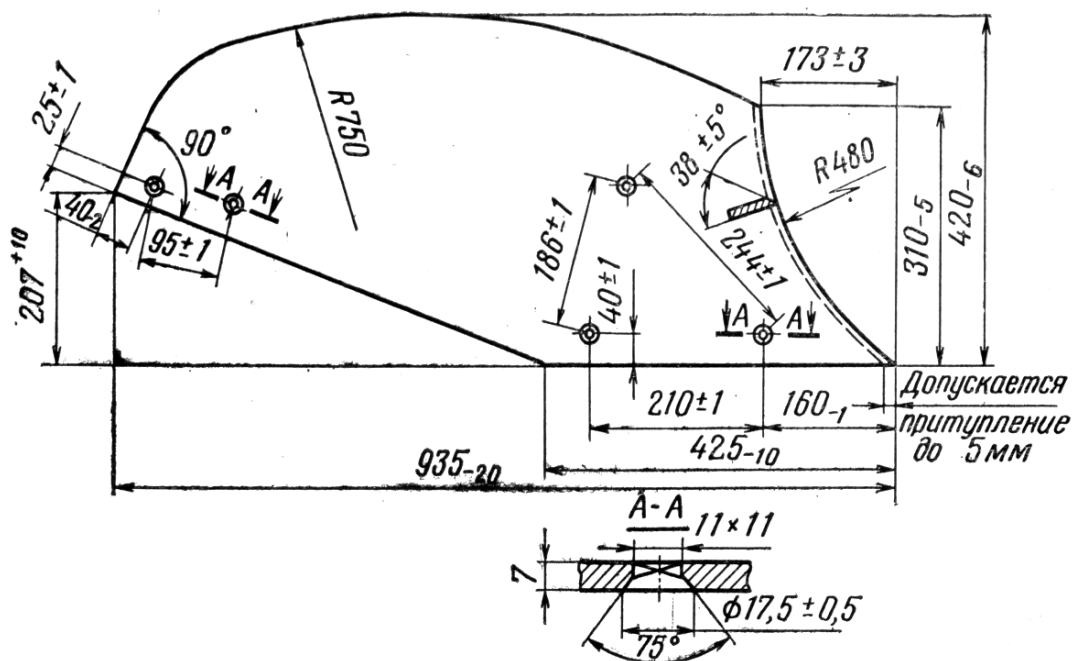


Рисунок 1.5. Отвал плуга

Трехслойная сталь для отвалов имеет твердые поверхностные слои из стали 65Г и мягкий внутренний слой из стали марки Ст2. Толщина каждого слоя составляет около одной трети общей толщины листа. Выгибка и закалка лемехов из трехслойной стали выполняется по описанному выше процессу. Отличие заключается в том, что лемех из трехслойной стали охлаждается при закалке в воде только до температура 120...150 °С, после чего его дальнейшее охлаждение производится на воздухе [1].

Шероховатость рабочей поверхности отвалов должна соответствовать шероховатости поверхности проката и быть не выше $Ra = 2,5$ мкм [1].

Выгибка лемеха и отвала контролируется шаблоном, соответствующим форме отвально-лемешной поверхности.

Материалом для изготовления заготовки отвала служит листовая сталь. После вырубки по контуру и изготовления отверстий заготовка подвергается цементации, выгибке и термической обработке.

Полевая доска, упираясь в стенку борозды, удерживает корпус плуга от бокового смещения, вызываемого поперечной составляющей давления пласта на рабочую поверхность корпуса. В связи с этим она испытывает большие усилия и интенсивно истирается, особенно у заднего корпуса. Полевые доски изготавливаются из износостойких сталей марок Ст5, Ст6, Л65, Л53 и подвергаются термической обработке для получения твердости 47...59 HRC. Передний нерабочий конец полевой доски (до второго отверстия) может оставаться незакаленным. Глубина закалки должна быть не менее 4 мм. Шероховатость поверхности полевых досок должна быть не

выше $R_z = 40$ мкм, что позволяет применять прокат без механической обработки [1].

Заготовкой служит полоса, которая разрезается (рубится) на отрезки требуемой длины, затем в них изготавливаются отверстия, после чего производится термическая обработка.

Лапы культиваторов имеют различную конструкцию (рис. 1.6). Материал лап – сталь 65Г и 70Г. Для некоторых рыхлительных лап допускается применение стали марки Ст6. Детали подвергаются местной закалке токами высокой частоты до твердости 38...52 HRC [1].

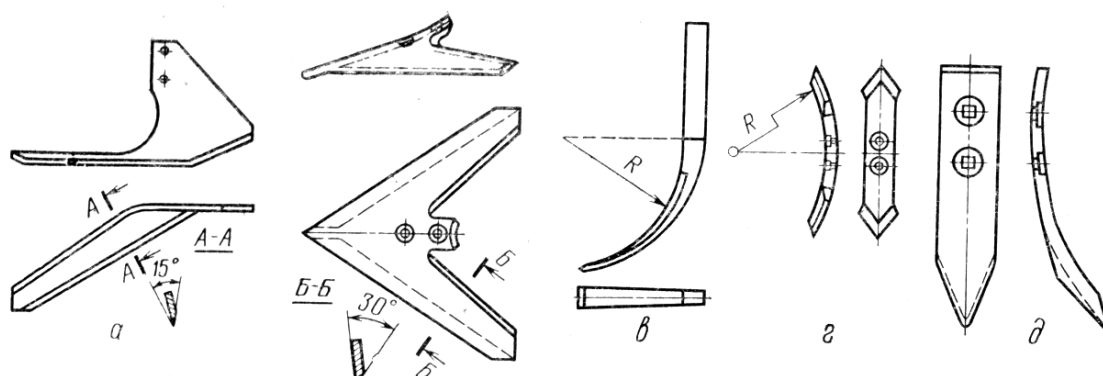


Рисунок 1.6. Лапы культиваторов:

*а – полольные односторонние; б – полольные стрелчатые;
в – рыхлительные долотообразные; г – рыхлительные оборотные;
д – рыхлительные копьевидные*

Лапы изготавливаются штамповкой из листового материала. В зависимости от конструкции лапы последующие операции могут включать гибку, сверление и зенкерование отверстий, термическую обработку и заточку лезвий.

На рис. 1.7 показан штамп для вырубки стрелчатой лапы культиватора. Для экономного расходования материала используется заготовка в виде параллелограмма. После вырубки одной детали заготовка подается в штамп другим концом для вырубки второй детали. В верхней плите 1 крепится пуансон 2, проходящий через жесткий съемник 3. Вырубка производится с помощью матрицы 5, закрепленной на нижней плите 6. Направление заготовки производится направляющими планками 4 и 7. Применяются и другие, более сложные штампы повышенной производительности.

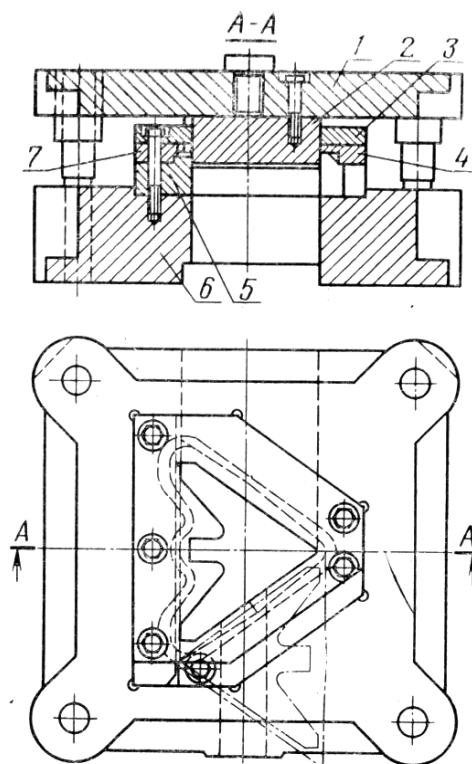


*Рисунок 1.7. Штамп для вырубki стрелчатой лапы культиватора:
1 – верхняя плита; 2 – пуансон; 3 – съемник; 4 и 7 – направляющие
планки; 5 – матрица; 6 – нижняя плита*

1.5 Изготовление сегментов и вкладышей режущих аппаратов

Сегменты и вкладыши режущих аппаратов косилок, жаток и комбайнов, служащие для срезания растений, должны иметь острые и твердые режущие кромки. В режущих аппаратах используются гладкие сегменты, работающие в паре с вкладышами, имеющими насечку и, наоборот, сегменты с насечкой, работающие в паре с гладкими вкладышами.

Сегменты и вкладыши изготавливаются из углеродистой инструментальной стали У9, поставляемой в виде горяче- или холоднокатаного листа толщиной 2 мм (для сегментов) и 3 мм (для вкладышей). Они подвергаются местной закалке ТВЧ по лезвию с нагревом до 860...900 °С (охлаждение в масле) и отпуску с нагревом в индукторе при 200...260 °С. Термическая обработка производится на автоматических линиях. После термической обработки твердость зоны закалки равна 50-60 HRC (не должна подходить к краям отверстий ближе чем на 3 мм). Твердость в незакаленной зоне (ограничена пунктирной линией на рис. 8) не должна превышать 35 HRC [1].

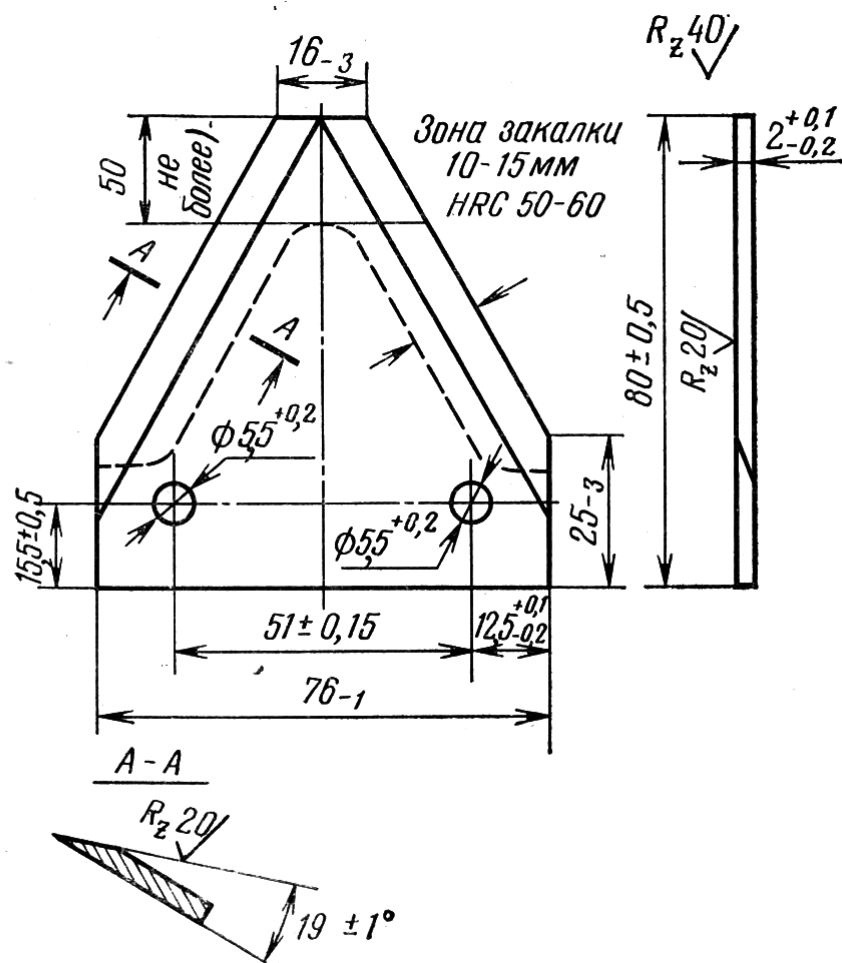


Рисунок. 1.8. Сегмент косилки

Износостойкость сегментов и вкладышей возрастает с увеличением твердости, однако повышение твердости сверх 60 HRC увеличивает хрупкость материала и вызывает выкрашивание режущей кромки. Для получения требуемой твердости лезвия сегмента и вкладыша при термической обработке с их нижней плоскости необходимо снять обезуглероженный слой металла, образующийся при прокатке и достигающий глубины 0,1...0,15 мм. Холоднокатаная сталь имеет значительно меньший обезуглероженный слой и поверхность лучшего качества по сравнению с горячекатаной, поэтому ее применение предпочтительнее [1].

Технология изготовления сегмента без насечки состоит из следующих этапов:

- 1) нарезание полос из листов;
- 2) вырубка сегментов и пробивание отверстий;
- 3) правка;
- 4) шлифование нижней плоскости;
- 5) затачивание лезвия (скоса);

- 6) термическая обработка (ТВЧ);
- 7) промывка от масляного пригара;
- 8) отпуск.

При изготовлении сегмента с насечкой после вырубке и пробивки отверстий производится фрезерование скоса лезвия с одновременным нанесением насечки. Операция выполняется с использованием цилиндрической резьбовой фрезы.

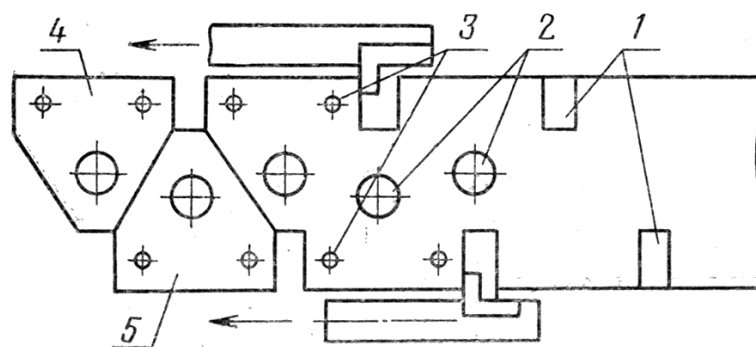


Рисунок 1.9. Схема изготовления сегментов из полосы

Листы разрезаются на полосы с помощью гильотинных ножниц. На штампе вырубается сегменты и пробиваются отверстия. На рис. 1.9 показана схема разделения полосы на сегменты при их вырубке, обеспечивающая минимальные потери металла. За один рабочий ход прессы вырубается два сегмента, снабженных отверстиями под заклепки и клеймом завода-изготовителя. На первой позиции вырубается два паза 1, на второй - пробиваются два отверстия 3 и ставятся клейма 2 завода, на третьей – от полосы отсекаются два сегмента 4 и 5. Перемещение полосы в штампе и подача ее в штамп автоматизированы. После вырубке сегменты проходят правку в вафельных штампах (рис. 1.10). В таком штампе пуансон и матрица имеют правильно чередующиеся выступы и впадины (в шахматном порядке), причем выступы на пуансоне попадают во впадины матрицы. Заготовка на таком штампе как бы многократно перегибается, обеспечивая создание плоской поверхности.

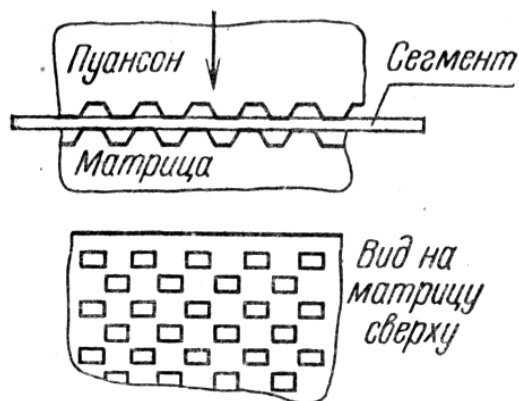


Рисунок 1.10. Схема действия вафельного штампа для правки сегментов

Перед термической обработкой сегментов производятся шлифование нижней плоскости (снимается обезуглероженный слой) и заточка лезвия. Эти операции выполняют на специальных плоско-шлифовальных станках с вращающимся столом. Шлифование производится торцом круга.

Для улучшения условий удаления стружки и подачи охлаждающей жидкости в зону шлифования искусственно сокращается зона соприкосновения круга с деталью путем наклона шлифовальной бабки. При шлифовании нижней плоскости сегмента ось шлифовальной бабки должна быть наклонена так, чтобы по ходу стола плоскость круга образовала подъем 0,2...0,4 мм на диаметр круга, а при заточке скосов – 0,7 мм. Сегменты автоматически укладываются из магазина в плоскость гнезда.

При шлифовании и заточке заготовки сегментов удерживаются стенками гнезда и торцом шлифовального круга. После завершения обработки сегменты из гнезд стола удаляются автоматически постоянными магнитами.

Процессы изготовления вкладышей и сегментов аналогичны. В связи с тем, что вкладыши прикрепляются к пальцам и башмакам заклепками с потайной головкой, отверстия во вкладышах после пробивки зенкуются на автоматизированных сверлильных станках, включенных в автоматическую линию.

1.6. Изготовление семяпроводов

Семяпроводы (рис. 1.11) изготавливаются из стали, резины и пластмасс. Спиральные семяпроводы навивают из холоднокатаной ленты толщиной 0,6 и шириной 36 мм. По химическому составу сталь соответствует маркам 08 или 10. Семяпроводы под нагрузкой 40 Н после трехкратного предварительного нагружения не должны иметь остаточной деформации.

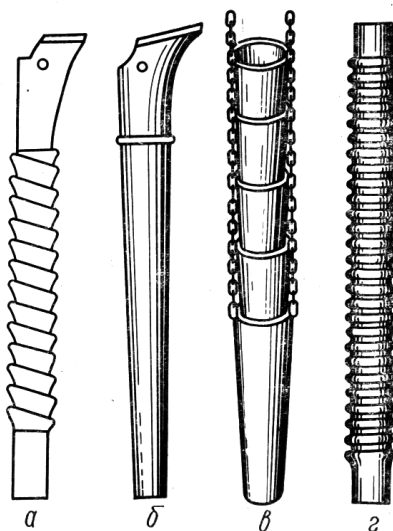


Рисунок 1.11. Семяпроводы:

*а – спирально-ленточный; б – резиновый; в – воронкообразный;
г – гофрированный*

Навивка семяпровода производится прокаткой между коническими консольными валиками на специальных станках. На рис. 1.12 изображена принципиальная схема навивки спирального семяпровода из ленты. Лента из бунта подается, как показано стрелкой, между коническими валиками 1, где она, деформируясь, приобретает трапецевидное сечение с толщиной по краям 0,6 и 0,45 мм. В связи с меньшей толщиной одной из сторон длина ленты с этой стороны увеличивается и она завивается в спираль с коническими кольцами. Для получения требуемого диаметра семяпровода лента с помощью конических валиков подается в конусный шаблон-улитку станка, где завершается процесс навивки. Специальный боек станка отрубает семяпроводы требуемой длины.

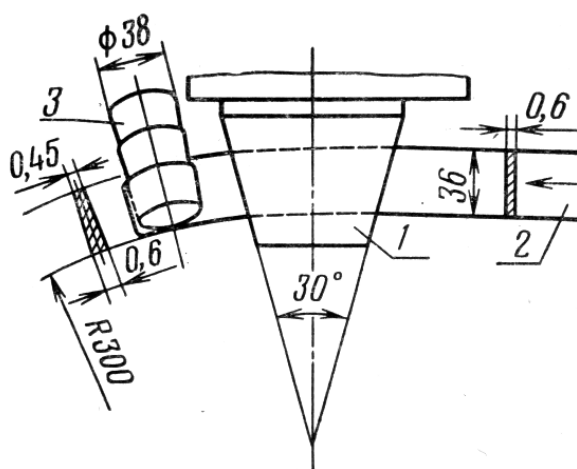


Рисунок - 1.12. Принципиальная схема навивки спирального семяпровода из ленты:

1 – конический консольный валик; 2 – лента; 3 – семяпровод

Воронкообразный семяпровод собирается из отдельных, предварительно изготавливаемых воронок, соединяемых с помощью цепочек.

1.7. Изготовление звеньев цепей

В сельскохозяйственных машинах применяются крючковатые (литые и штампованные), комбинированные и втулочно-роликовые цепи (рис. 1.13). Они используются для передачи движения между валами при большом расстоянии между ними и как элемент транспортеров.

Крючковые штампованные цепи применяются при средних нагрузках и скоростях. Штамповка обеспечивает высокую точность изготовления звеньев цепи. Цепи изготавливаются из стали 30Г, поставляемой в виде холоднокатаной ленты толщиной 3 и 2,6 мм. По условиям технологии штамповки сталь для цепей в исходном состоянии должна обладать очень высокой пластичностью и вместе с тем хорошей закаливаемостью для обеспечения прочности и износостойкости. Звенья цепей работают в условиях пульсирующей нагрузки, поэтому их материал должен иметь высокий предел выносливости. Звенья подвергаются термической обработке путем закалки стали с нагревом до 850...880 °С. Твердость звеньев цепи должна находиться в пределах 33...45 HRC. Разрывающее усилие цепи с шагом 38 и 41,3 мм должно быть не ниже 9000 Н, а цепи с шагом 30 мм – не менее 6000 Н. Крючковая штампованная цепь изготавливается без отходов из холоднокатаной ленты сечением 36х3 мм [1].

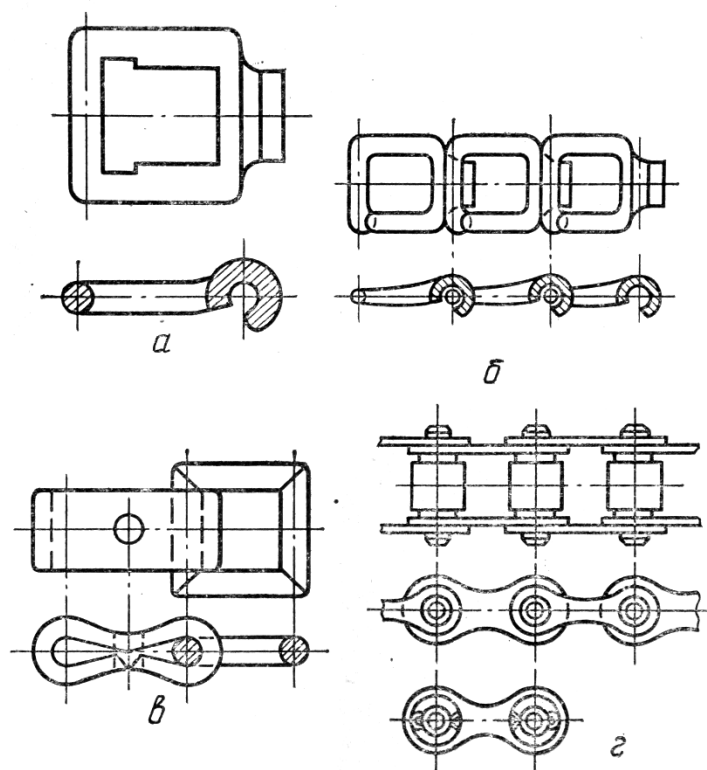


Рисунок 1.13. Звенья цепей:

а – литое звено крючковой цепи; б – штампованные звенья крючковой цепи; в – звено комбинированной цепи; г – звенья втулочно-роликовой цепи

Литые звенья крючковой цепи изготавливаются из ковкого чугуна.

Втулочно-роликовые цепи стандартизованы и широко применяются в народном хозяйстве. Они выпускаются многими миллионами метров в год, поэтому изготовление деталей и сборка цепей производятся на автоматических станках и линиях. Материалами для деталей цепей сельскохозяйственных машин служат: для пластин – холоднокатаная лента из сталей 45, 50, 40Х, для осей, втулок и роликов – цементируемые стали 15, 20, 15Х, 20Х и другие с закалкой до 50...65 HRC. Изготовление пластин с двумя отверстиями производится штамповкой на вырубных штампах. Оси, втулки и ролики обрабатываются на токарных многшпиндельных автоматах и бесцентрово-шлифовальных станках. Сборка втулочно-роликовых цепей автоматизирована [1].

На рис. 1.14 показана последовательность выполнения операций на автоматической линии сборки втулочно-роликовых цепей. Технологический процесс сборки состоит из пяти операций: I – вкладывание втулки 2 в ролик 1; II – сборка катушки (запрессовка втулок во внутренние пластины 3); III – развальцовка катушки; IV – вкладывание осей 4 в катушки; V – сборка цепи (запрессовка осей в наружные пластины 5). Для выполнения различных операций при сборке деталей, обеспечения

их взаимного расположения и закрепления дополнительно применяются специальные автоматически действующие механизмы.

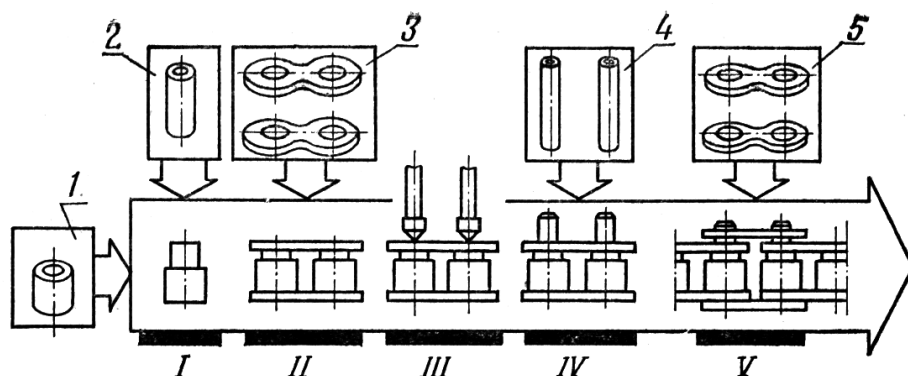


Рисунок 1.14. Последовательность выполнения операций на автоматической линии сборки втулочно-роликовых цепей

1.8. Изготовление звездочек

Звездочки цепных передач для сельскохозяйственных машин в зависимости от условий их работы изготавливаются из серых чугунов СЧ15, СЧ18, СЧ21, среднеуглеродистых и легированных сталей 40, 45, 40Х, 35Л, 35ХГСА и др. [1]

Чугунные звездочки используются при малых окружных скоростях и небольших передаваемых нагрузках, стальные – при высоких скоростях и больших нагрузках. Пластмассовые материалы (капрон, полиуретан) используются только для изготовления натяжных звездочек, не передающих крутящий момент.

Для повышения износостойкости зубьев в условиях интенсивного абразивного изнашивания звездочки подвергаются термической обработке. После закалки и отпуска звездочки из серого чугуна должны иметь твердость зубчатого венца 320...430 НВ. Зубчатый венец стальной звездочки закаливается токами высокой частоты на глубину 2...3 мм до твердости 35...50 HRC [1].

Технология изготовления звездочки зависит от материала и предъявляемых к детали технических требований. Звездочки из чугуна обычно отливаются с готовыми зубьями, и обработке подвергаются только отверстие в ступице и торцы ступицы. У стальных звездочек зубья фрезеруются или накатываются. Горячее накатывание зубьев звездочек находит все более широкое применение. Когда звездочка изготавливается из стального листа толщиной до 6 мм, то вся она, включая зубья, может быть вырублена из листа методом холодной штамповки. Шпоночная канавка в ступице обрабатывается протягиванием шлицевой протяжкой. Крепежные и стопорные отверстия сверлятся на вертикально-сверлильном станке, после чего, если требуется, метчиком нарезается резьба.

Зубья звездочки можно нарезать по принципу копирования профиля инструмента (дисковой фасонной фрезы) или по принципу обкатки с помощью червячной фрезы, профиль которой рассчитывается в каждом отдельном случае.

На торцах ступиц звездочек иногда конструкцией предусматриваются кулачки – прямые или со скосом (храповые), поверхности которых обычно получают отливкой и не обрабатываются.

На рис. 1.15 показана звездочка из листовой стали 40. Обработка этой звездочки может выполняться в такой последовательности. После вырубки по наружному и внутреннему контуру растачивается отверстие диаметром 38 Н 11 и снимается фаска. Затем производятся (с установкой заготовки на оправке) обтачивание по наружному диаметру зубчатого венца и обработка радиусных скосок с двух сторон. После сверления четырех отверстий фрезеруются зубья и производится термическая обработка венца (закалка токами высокой частоты) до твердости 40...50 HRC на глубину не менее 2,5 мм [1].

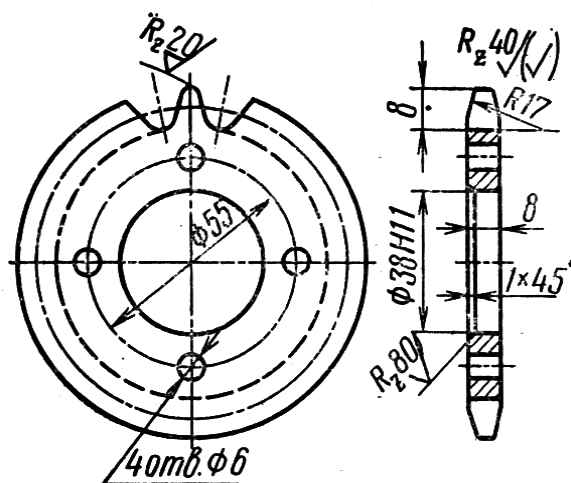


Рисунок 1.15. Звездочка из листовой стали

1.9. Изготовление шнеков

Шнек сельскохозяйственной машины, предназначенный для перемещения сыпучих материалов или скошенной массы, состоит из двух основных частей – вала и спирали. В жатках зерновых комбайнов роль вала выполняет труба, а шнек имеет две спирали (с правой и левой навивкой) для подачи скошенных стеблей в середину жатки к наклонному транспортеру. Спираль и вал изготавливаются отдельно, после чего они соединяются сваркой. Заготовкой для валов и труб служит обычно прокат из стали марки Ст3 [1].

В крупносерийном и массовом производствах спирали изготавливаются методом горячей прокатки ленты между двумя коническими валками. В единичном и мелкосерийном производствах спираль на шнеке образуется

путем приварки к валу отдельных секторов. На рис. 1.16 показано устройство для горячей прокатки спиралей шнека. Лента, нагретая до температуры 940...960 °С, пропускается между коническими валками и свивается в спираль (одна сторона ее становится тоньше и длиннее другой), а затем рубится на отрезки требуемой длины. Полученная спиральная лента надевается на вал шнека и приваривается одним концом. Затем на заданном расстоянии приваривается другой конец спирали. После правки спирали с целью получения равномерного шага винтовой линии ее приваривают к валу прерывистым швом по всей длине. Применяется также автоматическая сварка сплошным швом. Концы ленты для надежного крепления привариваются с обеих сторон спирали. После приварки ленты валы шнека правятся.

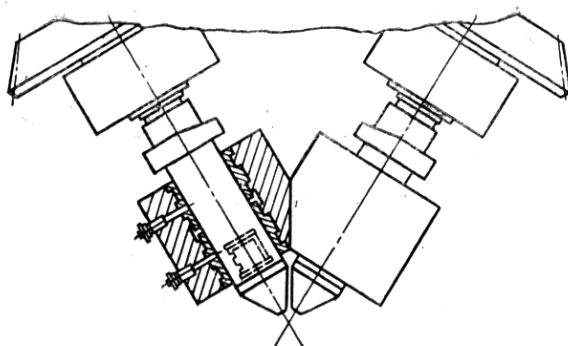


Рисунок 1.16. Устройство для прокатки спирали шнека

На рис. 1.17 изображен колосовой шнек самоходного комбайна. Вал шнека длиной 1717 мм имеет диаметр 28 мм. Спираль с наружным диаметром 148 мм имеет шаг 150 мм. Спираль к валу приваривается прерывистым швом. К готовому шнеку предъявляются следующие технические требования. Радиальное биение спирали по наружному диаметру не должно выходить за пределы допуска на диаметр 148 мм. Радиальное биения концов вала относительно опор А допускается не более 0,5 мм.

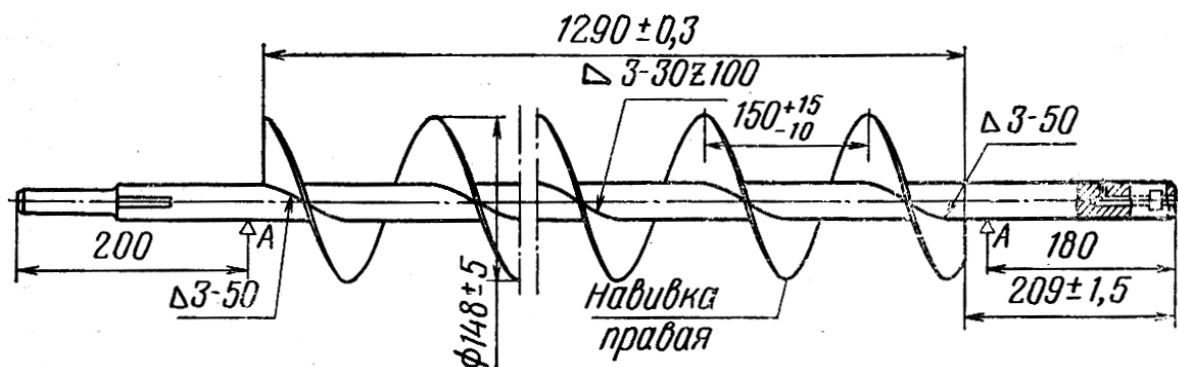


Рисунок 1.17. Колосовой шнек самоходного комбайна

1.10. Изготовление коленчатых осей и валов

Коленчатые оси и валы сельскохозяйственных машин по конструктивно-технологическим признакам можно разделить на два типа: оси и валы, изготавливаемые из круглого проката путем гибки, и оси и валы, изготавливаемые горячей штамповкой. Первые имеют щеки круглого сечения, диаметр их равен диаметру коренных и шатунных шеек. Вторые имеют щеки некруглого сечения, образуемые при штамповке. Коленчатые оси и валы, как правило, имеют малую жесткость в связи с большим отношением длины к диаметру (достигающим 30 и более) и большим радиусом кривошипа. Так, при диаметре вала 30 мм радиус кривошипа может достигать 110 мм и более. Нежесткая конструкция осей и валов создает затруднения при их механической обработке. Оси и валы изготавливаются из сталей 30, 35, 40, 45 и др. Шейки под подшипники скольжения выполняются по 8...11 квалитетам точности с шероховатостью $Rz = 20...10$ мкм. Для установки шарикоподшипников шейки обрабатываются по 6 квалитету точности с шероховатостью $Ra = 2,5...1,25$ мкм. Участки шеек под деревянные подшипники и резиновые уплотнения полируются до получения шероховатости $Ra = 1,25...0,63$ мкм [1].

Оси и валы первого типа – со щеками круглого сечения (рис. 1.18) изготавливаются из круглой калиброванной стали 9...11 квалитетов при помощи гибки. Перед гибкой заготовка требуемой длины (рис. 1.19) подвергается на отдельных участках механической обработке. Снимаются фаски на торцах, фрезеруются шпоночные пазы и лыски и полируются шейки. Затем подготовленная заготовка подвергается точной гибке на специальной установке с местным нагревом токами высокой частоты. Дальнейшая механическая обработка оси не требуется. На некоторых осях и валах этого типа для ограничения длины шеек устанавливаются шайбы, которые перед гибкой насаживаются на ось (вал) и по окончании гибки привариваются к нему. Для контроля соосности концов оси (вала) и коренных шеек производится проверка биения оси (вала) путем установки ее на контрольные призмы в местах, отмеченных на чертеже. Допускается биение на концах оси (вала) не более 0,5 мм [1].

Оси и валы второго типа (с некруглыми щеками, рис. 1.20) после штамповки подвергаются механической обработке, вначале фрезеруются торцы вала и сверлятся центровые отверстия для обработки шеек. Затем обтачиваются коренные и шатунные шейки, фрезеруются шпоночные пазы. Коренные и шатунные шейки окончательно шлифуются или полируются. Шейки валов, требующие термической обработки, закаливаются перед шлифованием. В связи с малой жесткостью валов применяются методы и приспособления, обеспечивающие малый прогиб обрабатываемой заготовки. На рис. 1.21 изображена схема зацентровки

коленчатого вала. Расположение центров на щеках шейки обеспечивает малую деформацию обрабатываемого участка.

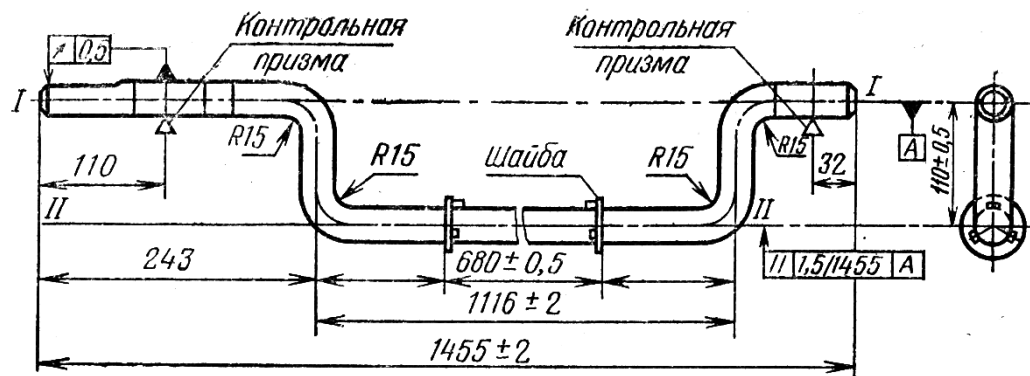


Рисунок 1.18. Гнутая коленчатая ось

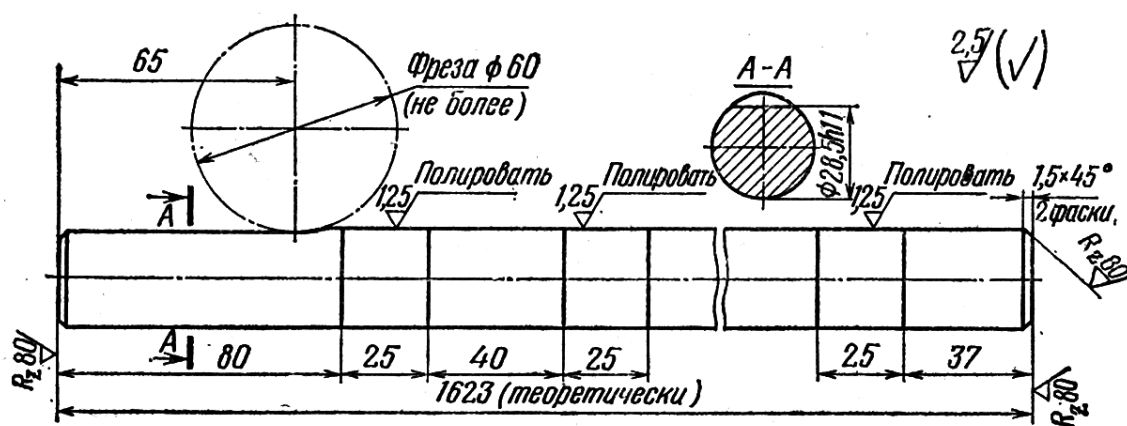


Рисунок 1.19. Заготовка коленчатой оси, подготовленная к гибке

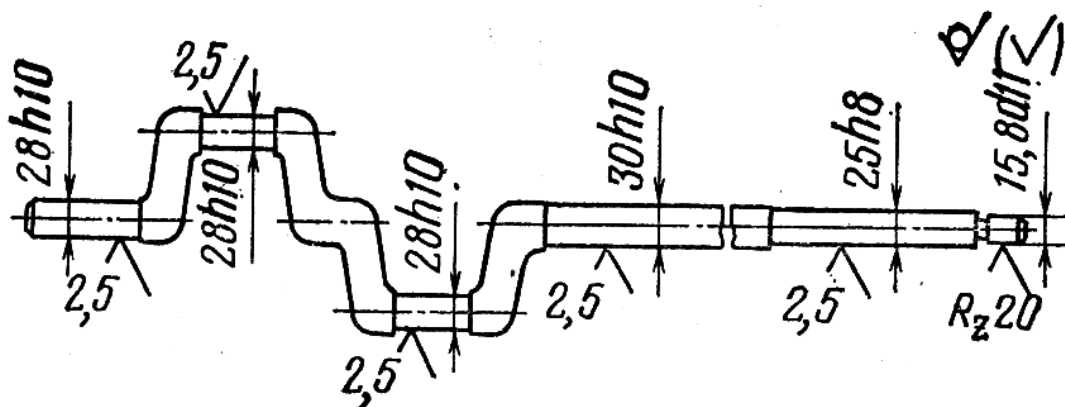


Рисунок 1.20. Штампованный коленчатый вал

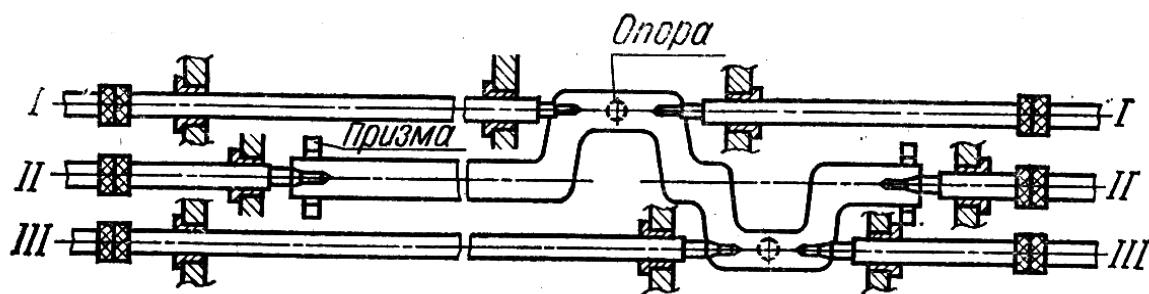


Рисунок 1.21. Зацентровка коленчатого вала (I-I, II-II, III-III – оси центров)

1.11. Изготовление крестовин

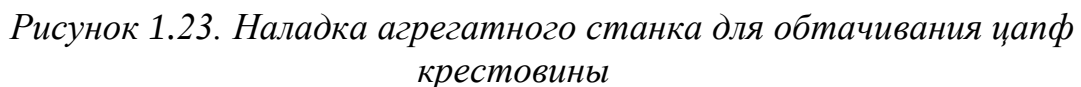
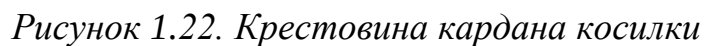
Крестовины – характерные детали карданных (шарнирных) соединений, применяемых в автомобилях и сельскохозяйственных машинах. Крестовина представляет собой стальную деталь сравнительно небольших размеров с четырьмя точно обработанными цапфами, расположенными попарно на двух взаимно перпендикулярных осях.

Заготовкой служит штамповка из сталей 20Х, 12ХН3А и 18ХГТ. Деталь подвергается цементации на глубину 0,8...1,5 мм с закалкой и отпуском до твердости 58...65 HRC. К готовой детали предъявляются жесткие требования в отношении точности и взаимного расположения поверхностей цапф. Диаметры цапф изготавливаются по 6 качеству точности с шероховатостью $Ra = 0,63$ мкм. Отклонение формы допускается в пределах допуска. Несоосность цапф не более 0,05 мм. Оси соседних цапф должны быть взаимно перпендикулярны. Допускается отклонение не более 0,25 мм на 100 мм. Оси должны лежать в одной плоскости с отклонением не более 0,15 мм [1].

В крупносерийном и массовом производствах при обработке крестовин применяются высокопроизводительные специальные станки: токарные, протяжные, бесцентрово-шлифовальные, сверлильные. Во многих случаях обработка ведется на автоматических линиях.

На рис. 1.22 показана крестовина кардана косилки. Крестовина из стали 20Х имеет сквозные смазочные отверстия диаметром 5 мм. При механической обработке крестовины может быть использована следующая схема технологического процесса. На первой операции производится черновое обтачивание всех четырех цапф. Обработка ведется на четырехшпиндельном агрегатном станке методом вращения резца вокруг неподвижной цапфы (рис. 1.23). Заготовка закрепляется неподвижно с помощью пневматического приспособления.

На второй операции производится протягивание двух торцов одновременно. После протягивания первой пары торцов стол автоматически поворачивается и протягивается другая пара торцов.



На четвертой операции на одной паре цапф выполняются следующие технологические переходы: зацентровка, сверление смазочных каналов, сверление отверстия под резьбу и снятие наружных фасок. Применяется специальный многошпиндельный агрегатный станок. Обработка производится при неподвижно закрепленной заготовке.

29

Шестая операция – окончательное протягивание торцов с изготовлением канавок. После мойки и очистки крестовины подвергаются термической обработке.

Последующие операции – получистовое и чистовое шлифование цапф на бесцентрово-шлифовальных станках.

1.12. Изготовление пружин и рессор

В тракторах и сельскохозяйственных машинах широко применяются цилиндрические винтовые пружины сжатия и растяжения из проволоки круглого сечения (рис. 1.24). Обычно пружины изготавливаются из проволоки диаметром от 1,5 до 10 мм. По точности изготовления пружины делятся на три группы. К первой группе относятся пружины с допускаемыми отклонениями по силам и упругим перемещениям $\pm 5 \%$, ко второй группе – $\pm 10 \%$ и к третьей группе – $\pm 20 \%$. В сельскохозяйственных машинах, как правило, применяются пружины 3 группы точности. Пружины клапанов двигателей, регуляторов топливных насосов, перепускных клапанов гидросистем тракторов изготавливаются по 1 и 2 группам точности [1].

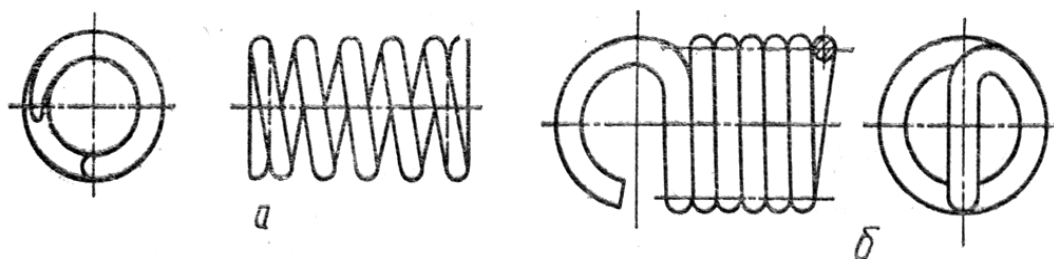


Рисунок 1.24. Типы пружин:
а – сжатия; б – растяжения

Пружины сжатия навиваются открытой навивкой с шагом, обеспечивающим просвет между витками на 10...20 % больше расчетных осевых упругих перемещений каждого витка. Расчетное осевое упругое перемещение витка определяется при максимальной рабочей нагрузке. Концевые витки поджимаются к соседним виткам, а торцевые поверхности пружины шлифуются перпендикулярно ее оси. Этим достигается передача нагрузки на пружину вдоль ее оси.

Пружины растяжения снабжаются прицепами для передачи усилия на пружины. Часто прицепы выполняются в виде отогнутых витков. Пружины растяжения навиваются закрытой навивкой таким образом, чтобы было обеспечено начальное натяжение (давление между витками). Это натяжение выбирается равным $1/4...1/3$ от предельной силы, при которой испытывается пружина.

Во избежание искривления оси пружины сжатия под нагрузкой (потеря продольной устойчивости) длина пружины обычно не превышает 4...6 наружных диаметров. Длина пружины растяжения конструктивно не ограничивается.

Пружины изготавливаются из высокоуглеродистых сталей 65 и 70 и легированных сталей 65Г, 60С2А, 50ХФА и др. Холоднотянутые углеродистые стали 65 и 70 обладают в состоянии поставки механическими свойствами, позволяющими применять их без закалки (твердость 255...285 НВ). После изготовления пружины из этих сталей подвергаются только отпуску для снятия напряжений, возникающих в процессе волочения и навивки в холодном состоянии. Пружины, изготовленные из горячекатаных и отожженных сталей, подвергаются закалке и отпуску до твердости 40...50 HRC.

Углеродистая пружинная проволока выпускается диаметром до 8 мм трех основных классов: нормальной прочности (III), повышенной прочности (II) и высокой прочности (I).

Технологический процесс изготовления пружин сжатия включает следующие основные работы: навивка, обрубка в размер, поджатие концевых витков, термическая обработка, шлифование торцов пружины, заневоливание, контроль и испытание. При изготовлении пружин растяжения выполняются: навивка, обрубка в размер, отгибка крайних витков для образования зацепов, термическая обработка, контроль и испытание.

Изготовление пружин из проволоки диаметром до 8 мм обычно производится холодной навивкой, из проволоки большего диаметра – горячей навивкой. Для навивки применяются оправки, диаметр которых при холодной навивке несколько меньше внутреннего диаметра пружины с учетом упругих деформаций витков пружины, а при горячей навивке равен внутреннему диаметру пружины. Температура нагрева проволоки при горячей навивке в зависимости от диаметра пружины выбирается от 800 до 1000 °С. В массовом производстве холодная навивка пружин ведется на автоматах.

Пружины из проволоки диаметром до 4 мм на автоматах можно изготавливать безоправочным методом. На рис. 1.25 показана схема действия такого автомата. Проволока, проходя через правильные и транспортирующие ролики, подается на пальцы 7, которые изгибают ее в спираль, так что образуется пружина требуемого диаметра. Пружина требуемой длины отсекается ножом 5 на упоре 6. Все действия по сматыванию проволоки с бухты и подачи ее в станок, навивке пружины, фиксированию заданного шага пружины, прекращению подачи проволоки и отделению заготовки совершаются автоматически.

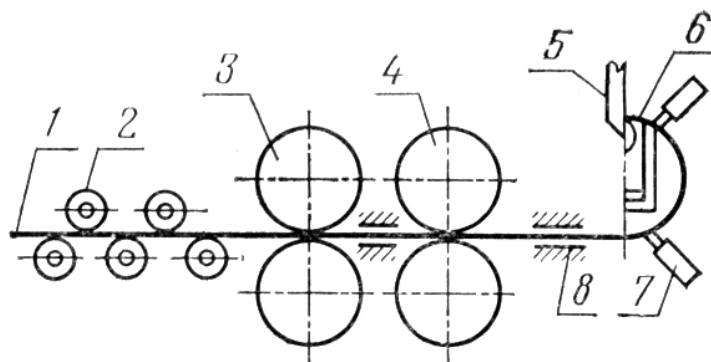


Рисунок 1.25. Схема действия автомата для безоправочной навивки пружин:

1 – проволока; 2 – правильные ролики; 3 и 4 – транспортирующие ролики;

5 – нож; 6 – упор; 7 – пальцы; 8 – направляющие

В серийном производстве пружины навиваются на токарных станках с использованием цилиндрических оправок. Конец навиваемой проволоки закрепляется на оправке, установленной в центрах или зажатой в патроне. Станок настраивается на требуемый технологический шаг навивки. При навивке для создания требуемого натяжения проволока проходит между двумя колодками (деревянными), закрепленными в резцедержателе. Необходимая сила прижатия колодок к проволоке создается с помощью прижимных болтов резцедержателя.

Если оборудование не позволяет навивать пружины с требуемым шагом, то после навивки они разводятся по шагу. Пружины, навитые холодным способом, разводятся в холодном состоянии, а пружины, навитые горячим способом, – при температуре 700...850 °С в зависимости от диаметра проволоки. Концевые витки пружины сжатия должны быть поджаты так, чтобы на длине $3/4 - 1$ витка они почти соприкасались с соседними рабочими витками. После шлифования торца толщина свободного конца витка обычно должна составлять около $1/4$ диаметра проволоки. В мощных пружинах для облегчения операции шлифования торцов концы проволоки предварительно оттягиваются в горячем виде. При навивке на токарном станке поджатые витки образуются после выключения продольной подачи суппорта.

Пружины, полученные холодным способом из предварительно подготовленного материала (углеродистые холоднотянутые стали), после навивки подвергаются только отпуску в масляных или соляных ваннах при температуре 250...320 °С в течение 15...30 мин в зависимости от диаметра проволоки. Пружины, навитые горячим способом или навитые холодным способом из отожженного материала, подвергаются термической обработке, которая подразделяется на предварительную (нормализация и

отпуск) и окончательную (закалка с последующим отпуском). Так, пружины из проволоки 60С2А при предварительной термической обработке нагреваются до температуры 850...860 °С в течение 20...40 мин и охлаждаются на воздухе. При окончательной термической обработке пружины закаливаются в масле с предварительным нагревом до температуры 850...870 °С и выдержкой 20...50 мин. После закалки производится отпуск в течение 30...60 мин с нагревом до температуры 400...425 °С. Твердость такой пружины после термической обработки должна составлять 40...49 HRC [1].

В массовом и крупносерийном производствах торцы пружин небольших размеров шлифуют на плоскошлифовальных станках торцом круга. Применяются также специальные станки для шлифования обоих торцов пружины одновременно.

Пружины сжатия статического и ограниченно-кратного действия подвергают заневоливанию, заключающемуся в пластическом деформировании материала. В результате заневоливания наружные волокна проволоки приобретает остаточные деформации. При заневоливании пружина сжимается (обычно до соприкосновения витков) для создания напряжений выше предела упругости и выдерживается в таком состоянии в течение 1...2 сут. Для предохранения от коррозии на пружину наносят защитные покрытия.

Контроль пружины заключается в проверке наружного и внутреннего диаметров, свободной длины пружины и отклонения ее оси от торцевой плоскости (у пружин сжатия) или от плоскости симметрии прицепов (у пружин растяжения). Затем пружина подвергается испытанию нагружением. Пружина, сжатая до рабочей длины, должна создавать силу, соответствующую нагрузке в установленных пределах. Для испытаний в мелкосерийном и серийном производствах могут быть использованы весовые устройства. В связи с тем, что отклонения диаметра проволоки и диаметра пружины в пределах допусков оказывают большое влияние на характеристику пружины, для получения пружин с рабочими усилиями в узких интервалах производится их сортировка на группы. В массовом производстве контроль и сортировка пружин выполняются автоматически.

Листовые рессоры (рис. 1.26) состоят из нескольких наложенных друг на друга листов разной длины. Они изготавливаются главным образом из полосового проката, наиболее часто имеющего прямоугольный профиль. После разрезки полосы на отдельные листы и придания им соответствующей формы в горячем состоянии производится термическая обработка: закалка в масле с нагревом до температуры 840...860 °С и отпуск при температуре 400...450 °С до твердости 38...45 HRC [1]. После термической обработки листы тщательно очищают от окалины с помощью дробеструйной обработки, что одновременно увеличивает их усталостную

прочность. Перед сборкой рессорные листы смазывают графитовой смазкой для уменьшения сил трения между ними.

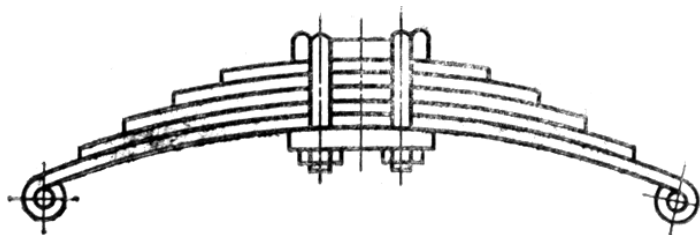


Рисунок 1.26. Рессора

2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ

2.1. Технология производства поршней

Поршни двигателей внутреннего сгорания, особенно быстроходных, работают в тяжелых условиях с точки зрения механической и тепловой нагрузки. Горячие газы ускоряют процесс коррозии днища поршня, температура которого достигает в отдельных местах 400...500 °С. Стенки поршня трутся о поверхность цилиндра при значительных давлениях от боковых сил шатуна и линейных скоростях движения. Бобышки поршня испытывают знакопеременную нагрузку.

Исходя из этого, к материалу поршней предъявляются следующие требования:

- 1) хорошая теплопроводность;
- 2) высокая механическая прочность;
- 3) достаточная жаропрочность;
- 4) плотность материала
- 5) хорошее сопротивление износу и коррозии;
- 6) невысокий коэффициент трения;
- 7) коэффициент линейного расширения поршня должен быть близок к коэффициенту линейного расширения материала цилиндра.

В двигателях мало- и среднеоборотных основным материалом служит чугун марок СЧ24 и СЧ28 легированный хромом и другими присадками. Иногда используют высокопрочный чугун. Для отъемных головок поршней больших размеров применяют материалы, не обладающие антифрикционными свойствами, но более жаропрочные: поковки и отливки из легированных сталей 20ХМ, 30М и других, высокопрочного чугуна ВЧ50 [1].

Поршни для легких многооборотных двигателей, а в некоторых случаях и для более крупных двигателей изготавливают из алюминиевых сплавов. Преимуществом которых является малая плотность сплавов и высокая теплопроводность. Недостатком алюминиевых сплавов, не считая меньшей сопротивляемости износу, следует считать высокий коэффициент линейного расширения, требующий больших зазоров между цилиндром и поршнем в холодном состоянии.

В быстроходных двигателях литые сплавы вытесняются кованными, обладающими более высокой прочностью: АК4, АК4-1, а также АК2 с пределом прочности $\sigma_b = 400...450$ МПа [1].

В качестве заготовок для поршней применяют отливки и штамповки.

В серийном производстве чугунных и алюминиевых поршней широко применяется литье в металлические формы (в кокиль).

Поршни из сплавов АК2 и АК4 изготавливаются штамповкой. При штамповке непосредственно из слитка часто появляются трещины и

ухудшается структура; поэтому поршни штампуют из катаных или прессованных заготовок.

На объем и сложность технологического процесса изготовления детали большое влияние оказывают требования к механической обработке. Для большинства ответственных деталей эти требования, как правило, приводятся в государственных или отраслевых стандартах.

Требования к механической обработке заготовок поршней следующие:

1) ось отверстия под поршневой палец должна быть перпендикулярна к образующей поршня (во избежание перекося поршня в цилиндре). Допуск перпендикулярности $0,1...0,15$ мм на 1 м длины контрольного валика;

2) ось отверстия под палец должна лежать в папой плоскости с осью поршня. Допуск пересечения осей $0,2...0,3$ мм для чугуновых поршней и $0,1...0,2$ мм для алюминиевых;

3) боковые плоскости канавок для колец должны быть перпендикулярны к образующей поршня. Допуск перпендикулярности $0,02...0,03$ мм;

4) контур днища поршня должен быть выдержан с точностью $0,2...0,5$ мм.

5) должна быть обеспечена герметичность полости охлаждения;

6) обработка по размерам (рис. 2.1) ведется с точностью, указанной в табл. 2.1;

7) отклонение массы поршня от указанной в чертеже не должно превышать $0,8...1,2$ % для алюминиевых и $1...2$ % для чугуновых поршней;

8) шероховатость обработанных поверхностей обычно аналогична приведенной на рис. 2.1.

В качестве примера рассмотрим типовой технологический процесс обработки чугунового поршня для среднеоборотного двигателя в условиях серийного производства. Такой выбор поршня и типа производства обусловлен тем, что в дизелестроении мелкосерийное производство является наиболее распространенным, а при обработке поршня такого размера и материала применяются наиболее характерные способы и приемы. При этом необходимо учесть следующее:

1) основными обрабатываемыми поверхностями поршней являются поверхности тел вращения; их обработка производится, главным образом, на токарных и расточных станках;

2) поршни являются тонкостенными деталями и поэтому легко деформируются, что затрудняет обеспечение высокой точности обработки. Для ее повышения пользуются вспомогательными, точно обработанными базирующими поверхностями, установка на которые позволяет зажимать поршень без значительных деформаций. Чаще всего за такие базы принимают точно обработанный поясok юбки поршня и ее торец.

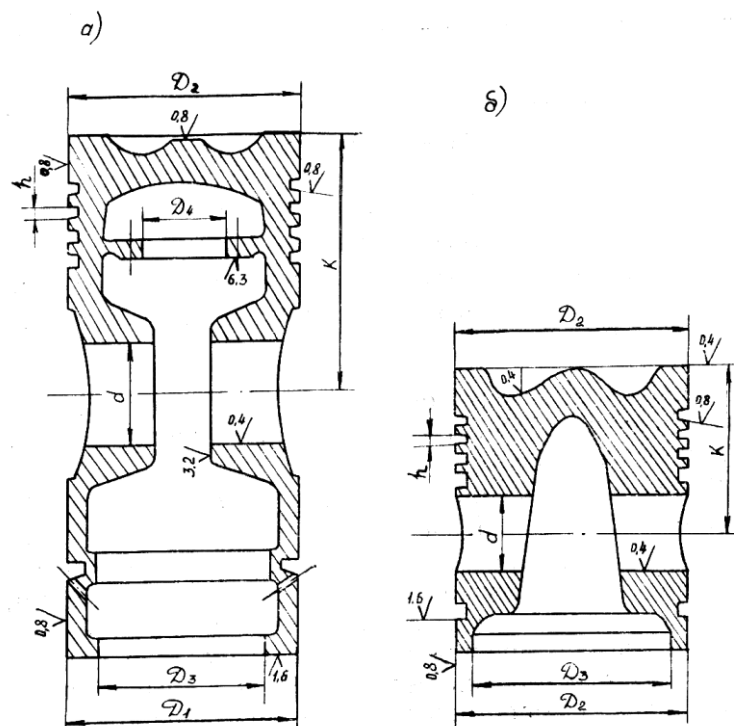


Рисунок 2.1. Поршни:
а) чугунный литой; б) алюминиевый штампованный

Таблица 2.1 -Точность обработки поршня

Размер	Поле допуска	Примечание
D_1	$h6$	$D_1 = D - (0,0010...0,0013)D$ – для чугунных поршней; $D_1 = D - (0,0018...0,0025)D$ – для алюминиевых поршней, где D – диаметр цилиндра
D_2	$h9$	При цилиндрической форме верхней части поршня
D_3	$H9...H7$	
D_4	$H11$	На соответствующем размере буртика крышки с11
d	$H7$	Для тихоходных двигателей
d	$H6$	Для быстроходных двигателей
h	3-й класс	0,020...0,035 мм в зависимости от размера
k	$\pm 0,1...0,05$ мм	Для двигателей без регулирующих ϵ_0 прокладок

При изготовлении поршня применяется следующий технологический процесс [1]:

операция 05 - проверка отливки; разметка под токарную обработку. Для обеспечения равномерной толщины стенок и днища поршня за базовые берутся внутренние необрабатываемые поверхности. Первоначальную разметку выполняют с укладкой поршня сначала на призмы (в двух положениях, через 90°), а затем с установкой его на днище. Наносятся продольные и поперечные центровые линии и риски, определяющие припуски по торцам. На зачищенной технологической центральной бобышке на головке поршня намечается центровое отверстие;

операция 10 - обдирка наружной поверхности и днища (желательно как можно раньше выявить пригодность материала ответственных наружных поверхностей - отсутствие раковин, трещин и т. п.).

Поршень устанавливают прибылью в кулачки планшайбы с выверкой по рискам на верхнем торце и поддерживают задним центром (рис. 2.2, а). Такое крепление позволяет вести обработку на производительных режимах без опасения деформировать поршень. Начерно прорезают канавки для колец (это дает возможность удостовериться в хорошем качестве отливки), а также отрезают прибыль и пробное кольцо для проведения испытаний (механических испытаний, структурного и химического анализа; для средних и мелких алюминиевых поршней одну заготовку от каждой плавки разрезают на части и подвергают механическим испытаниям, макроструктурному и химическому анализу).

На чистовую обточку оставляется припуск 2...2,5 мм на сторону;

операция 15 - черновая расточка внутренних поясков, подрезка нижнего торца и фланца полости охлаждения - производится на токарном или расточном станке. Поршень устанавливается головкой в четырехкулачковый патрон, а юбкой - в люнет 1. За базу принимается вчерне обработанная наружная поверхность (рис. 2.2, б);

операция 20 - черновая расточка и подрезка отверстия для пальца - выполняется на карусельном или расточном станке;

операция 25 - термообработка для снятия напряжений. Нагрев до температуры приблизительно 500°C в течение 4 ч, выдержка 6 ч, остывание вместе с печью в течение 10 ч до $t = 150^\circ\text{C}$ (для алюминиевых поршней остывание не с печью, а на воздухе - нормализация);

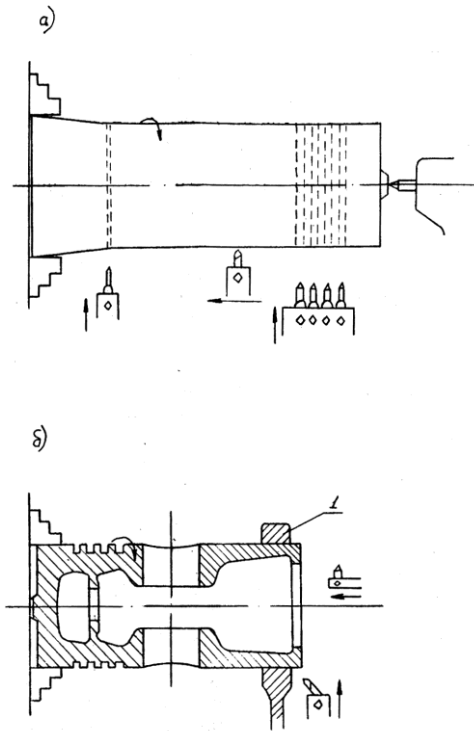


Рисунок 2.2. Черновая обработка поршня:
а) обточка; б) расточка.

операция 30 - чистовая расточка внутренних поясков и подрезка нижнего торца и фланца полости охлаждения — выполняется аналогично 3-й операции. Эти поверхности используются в дальнейшем как установочная база для последующих операций;

операция 35 - чистовая обточка (с припуском на диаметр 0,5...0,35 мм под шлифование), проточка канавок для колец, проточка камеры сгорания (профиля верхнего днища). Операция выполняется на обычных или многорезцовых токарных станках. Подготовленная в 6-й операции установочная база (внутренний поясик и нижний торец) очень удобна для выполнения всей наружной обработки при одной установке.

Поршень ориентируется на центрирующем диске 1 через отверстие в бобышках пальцем 2 и тягой 3 и закрепляется с помощью пневматического цилиндра 4 (рис. 2.3).

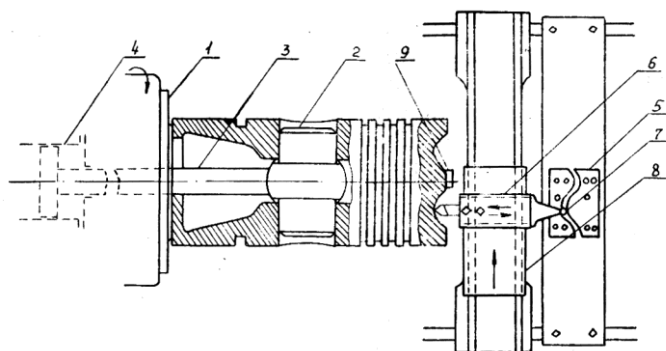


Рисунок 2.3. Чистовая обточка поршня

Фасонное днище поршня обтачивают посредством поперечного копира 5, закрепляемого на станине станка.

Верхний суппорт 6 отключается от самохода и роликом 7 связывается с копиром; при включении самохода поперечного суппорта 8 верхний суппорт 6 описывает кривую в соответствии с профилем копира.

Для данных поршней с целью устранения вибраций и усиления устойчивости головку поршня упирают в задний центр с помощью технологической бобышки 9.

Чистовую проточку канавок для колец выполняют набором калибрующих резцов с малой поперечной подачей (около 0,05 мм/об), обеспечивая этим высокую степень точности и шероховатости поверхности;

операция 40 - расточка (с припуском 0,4...0,5 мм) отверстия для пальца и чистовая подрезка торцов бобышек - производится на карусельном или расточном станке;

операция 45 - сверление отверстия на фланце полости охлаждения для крепления крышки производится на радиально сверлильном станке с помощью кондуктора. Поршень устанавливается головкой в приспособление;

операция 50 - гидравлическое испытание полости охлаждения давлением приблизительно 0,6 МПа. Поршни для быстроходных двигателей также подвергаются гидравлическому испытанию, но при этом испытываются только днища поршней. Отверстия в бобышках в этом случае заглушаются;

операция 55 - сверление наклонных отверстий в канавках под маслоъемные кольца производится на радиально-сверлильном станке с помощью кондуктора. Поршень устанавливается под наклоном на специальном угольнике так, чтобы оси отверстий были перпендикулярными к столу станка. Часто угольники снабжаются целительным приспособлением;

операция 60 - шлифование наружной поверхности поршня - производится на круглошлифовальном станке (рис. 4, а). Поршень

устанавливается в центры, причем в нижнем торце устанавливается специальный центровой диск 1. Если центровая бобышка на верхнем (днище поршня не срезана, то передний центр упирается в нее, а для привода от поводка 2 на днище устанавливается специальный магнитный упор 3.

В этой же операции зачищают торцом абразивного круга кольцевую плоскость на верхнем торце поршня (она служит установочной базой для расточки отверстия под палец);

операция 65 - срезка центровой бобышки на верхнем днище поршня (если она не была срезана раньше) — выполняется на токарном станке;

операция 70 - тонкая расточка отверстия под палец — выполняется на тонкорасточном или планетарно-шлифовальном станке. Установочной базой служит шлифованная кольцевая плоскость на верхнем торце поршня. Правильное положение поршня по отношению к шпинделю станка достигается конусным установочным пальцем 1, вводимым в отверстие под палец со стороны бобышки, противоположной обрабатываемой (рис. 2.4, б).

Соблюдение размера *к* обеспечивается точной установкой шпинделя по высоте.

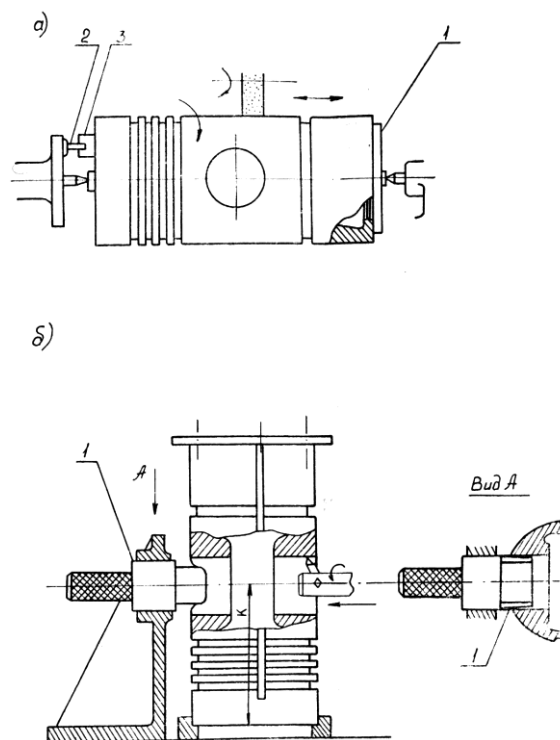


Рисунок 2. 4. Завершающая обработка поршня:
а) шлифование наружной поверхности; б) тонкая расточка отверстий в бобышках

Контроль обработки поршней. Поршень — одна из наиболее ответственных деталей двигателя, поэтому он подвергается тщательному контролю как в процессе обработки, так и после нее.

Окончательный контроль состоит из следующих операций [1]:

- 1) наружный осмотр с целью проверки шероховатости обработки (по образцу) и выявление дефектов материала и обработки;
- 2) проверка геометрических размеров отдельных поверхностей с помощью универсального и специального измерительного инструмента;
- 3) проверка расположения наиболее ответственных поверхностей (например, отверстия в бобышках, образующей поршня и т. н.);
- 4) проверка массы поршня.

Обработка поршней небольшого размера из алюминиевого сплава при серийном производстве проводится по аналогичной технологической схеме, однако характеризуется применением большого количества приспособлений и полным отсутствием разметки.

2.2. Технология производства поршневых колец

Поршневые кольца предотвращают утечку газов из камеры сгорания в картер через зазор между поршнем и гильзой, обеспечивают необходимое сжатие воздуха в цилиндре, отводят тепло от поршня, устраняют попадание масла в камеру сгорания. Они должны хорошо прилегать к стенкам цилиндра, сохранять упругие свойства при нагреве и обладать хорошими антифрикционными свойствами и износостойкостью.

Твердость колец обычно 190...230 НВ. Готовые кольца подбирают к цилиндрам с твердостью, на 10...20 НВ меньше твердости втулок. Если твердость колец несколько превышает твердость втулки, это нельзя считать недостатком. В отношении износа поршневые кольца находятся в худших условиях, чем втулки, так как работа трения, отнесенная к единице поверхности кольца, всегда больше, чем у втулки. Поэтому диаметральный износ кольца в несколько раз больше, чем у втулок цилиндра. Кроме этого, следует иметь в виду, что кольца из мягкого чугуна (с твердостью меньше 170 НВ), насыщаясь твердыми частицами (продуктами сгорания, износа и т. д.), вызывают усиленный износ цилиндров [1].

Исходя из условий работы поршневых колец, материалом для их изготовления служит обычно чугун марок СЧ21и СЧ24 с повышенным содержанием фосфора (до 0,5...0,9 %) и с присадками хрома или других легирующих элементов [1].

В быстроходных двигателях для колец, главным образом верхних, часто используют марганцовистую сталь 65Г или жаропрочную молибденовую 50М, что повышает прочность и упругость колец. Для придания стальным кольцам антифрикционных свойств и уменьшения износа их покрывают пористым хромом.

Для ускорения приработки и повышения износостойкости применяется разнообразное покрытие: лужение, свинцевание, фосфатирование, оксидирование и другое. Иногда в кольцах предусматриваются канавки для антифрикционного материала.

В качестве заготовок для чугунных поршневых колец применяются литые полые барабаны (маслоты) на несколько колец с отлитым на одном конце фланцем для удобства закрепления на станке, а также литая заготовка на одно кольцо.

Преимущества индивидуальной отливки заключаются в том, что в ней, благодаря небольшому сечению, получается однородная мелкозернистая структура с повышенными механическими свойствами, оставляются меньшие припуски, удешевляется механическая обработка и лучше используется естественная упругость наружных слоев материала. Этот метод применяется, главным образом, в массовом производстве для колец диаметром менее 180 мм, так как он связан с большими первоначальными затратами на устройство сложной формовки и отливки колец (в виде многоярдных стопок).

Заготовки отливаются в земляные и металлические формы, применяется также центробежное литье (для маслот). В последнем случае на рабочей поверхности колец получается слой наиболее плотного мелкозернистого и однородного металла. В сечении заготовки могут иметь форму окружности (цилиндр) или овала; выбор формы определяется последующим методом механической обработки.

Заготовкой для стальных колец служит катаная калиброванная полоса.

Требования к механической обработке поршневых колец следующие [1]:

1) должны быть обеспечены упругие свойства, которые соответствовали бы увеличению рабочего зазора в замке a до зазора a_0 в свободном состоянии (рис. 2.5);

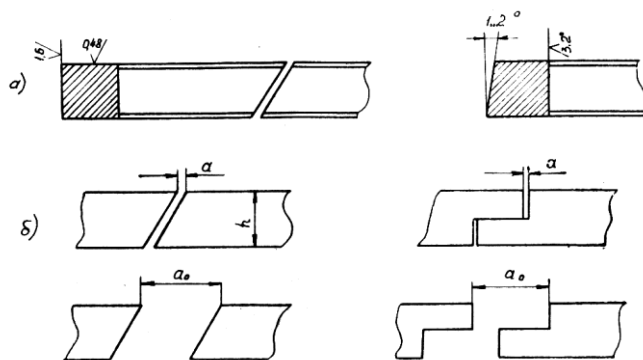


Рисунок 2.5. Поршневые кольца

2) должна быть обеспечена цилиндричность кольца в сжатом состоянии. Радиальный зазор (просвет) между кольцом и калибром

(соответствующим номинальному диаметру цилиндра) допускается не более чем в двух местах на дуге, не более 30° в одном месте и должны быть не более 0,02 мм для колец с наружным диаметром до 160 мм; 0,03 мм для колец с наружным диаметром от 160 до 320 мм; 0,05 мм для колец с наружным диаметром свыше 320 мм;

3) колебания радиальной толщины в одном кольце не должны превышать 0,1 мм при диаметре до 160 мм и 0,2 мм при диаметре свыше 160 мм;

4) коробление торцевой поверхности кольца не должно быть более 0,03 мм для диаметра до 320 мм и 0,05 мм для диаметра свыше 320 мм;

5) допуск параллельности торцевых поверхностей на диаметр кольца не должен быть больше допуска на его высоту;

6) наружная цилиндрическая и коническая поверхности верхнего компрессионного кольца диаметром до 250 мм для четырехтактного двигателя должны быть покрыты пористым хромом.

Верхние компрессионные кольца для двухтактных двигателей, а также четырехтактных диаметром свыше 250 мм должны иметь на этих поверхностях приработочное покрытие или приработочные вставки;

7) на поверхностях готовых колец не допускаются трещины, раковины, рыхлости, лыски, заусенцы и забоины;

8) шероховатость обработанных поверхностей колец должна быть не менее указанной на рис. 2.5, а.

Поршневые кольца изготавливают несколькими методами, которые различаются способом достижения упругих свойств, а также формой получаемой заготовки. Как известно, готовое кольцо в рабочем (сжатом) состоянии должно иметь форму окружности, в свободном же состоянии оно принимает овальную форму.

1-й способ: упругие свойства кольца достигаются за счет выреза части кольца — a_0 . Этот способ применяется при изготовлении колец со ступенчатым замком.

При этом возможны несколько вариантов изготовления [1]:

1) заготовка цилиндрической формы; предварительное точение по цилиндру; разрезка на отдельные кольца; вырез части кольца; стягивание кольца; окончательная обработка для получения цилиндрической формы. Недостаток: кольцо при стягивании встык перед окончательной обработкой принимает овальную форму; поэтому приходится оставлять большой припуск на чистовую обработку, и неравномерность его съема при точении приводит к перераспределению напряжений в кольце и впоследствии вызывает его деформацию и нарушение сопрягаемости с поршнем и цилиндром. Способ отличается большой трудоемкостью;

2) заготовка цилиндрической формы; предварительное точение по овалу с помощью копира. Форма овала должна быть такой, чтобы кольцо после вырезания a_0 и сжатия концов встык приобрело правильную

цилиндрическую форму. При этом варианте улучшается качество колец. Недостаток: необходимость в сложных копирных устройствах и значительные отходы при предварительном точении;

3) заготовка овальной формы, может быть в виде барабана или индивидуальной отливки, соответствует форме кольца в свободном состоянии; литейные припуски на наружной и внутренней поверхностях 4...5 мм. Из каждого барабана вырезают 8...10 колец. Этот вариант характеризуется достаточно высоким качеством колец и малыми отходами металла.

Применяется следующий порядок операций при обработке заготовок колец крупного диаметра с вырезом части кольца (поршневое кольцо со ступенчатым замком закрытого типа);

операция 05 - предварительная обточка и расточка барабана по овалу на специальном копировальном карусельном станке. Вдоль образующей барабана в плоскости малой оси эллипса резцом наносится риска, обозначающая место будущего замка у колец;

операция 10 - термообработка для снятия напряжений (отпуск с нагревом до 450...500 °С и медленное охлаждение вместе с печью);

операция 15 - разрезка барабана на отдельные кольца с припуском на торцах под шлифование - выполняется на карусельном станке;

операция 20 - разметка ступенчатого замка с учетом участка *в* под вырезку (рис. 2.6, *а*);

операция 25 - ступенчатая обработка кольца (фрезеруется ступень на левой части; вырезается участок *в*; фрезеруется внутренняя стенка левой части по радиусу *R*, затем правой части; фрезеруется скос 1);

операция 30 - слесарная обработка замка (опиловка, стяжка замка, сверление отверстия и клепка соединения колец);

операция 35 - окончательная шлифовка торцевых плоскостей на плоскошлифовальном станке;

операция 40 - окончательная обточка и расточка (рис. 2.6, *б*). Кольца собирают пачкой, устанавливают на планшайбу 1 станка, центрируют хомутом 2, зажимают сверху диском 3 и протачивают, предварительно сняв хомут 2. Затем кольца зажимают боковыми планками 4 и окончательно растачивают. Операция производится на карусельном станке.

Фаски на кольце снимают при установке в станок по одному кольцу;

операция 45 - окончательная припиловка замка; при этом заклепки, стягивающие кольца, удаляются;

операция 50 - контроль качества изготовления; осуществляется в соответствии с ГОСТ 7295-81.

2-й способ: упругие свойства кольца достигаются специальной термообработкой (термофиксация замка). Этот способ имеет широкое применение при производстве колец диаметром до 500 мм (иногда и

больше) с косым или прямым замком. Процесс обеспечивает незначительные отходы материала, высокую производительность и достаточно хорошее качество изготавливаемых колец.

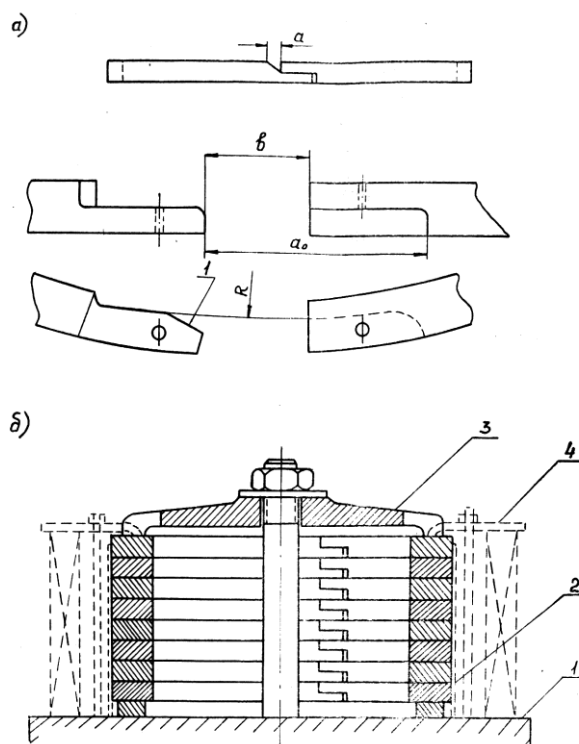


Рисунок 2.6. Обработка поршневого кольца с вырезом его части:

- а) кольцо со ступенчатым замком закрытого типа;
б) обточка и расточка кольца

Заготовка - цилиндрический барабан (маслота) с фланцем или лапками со стороны прибыли (для удобства закрепления на станке).

Порядок операций обработки колец по 2-му способу при мелкосерийном производстве [1]:

операция 05 - подготовка установочной базы (рис. 2.7, а): подрезка торца 1 со стороны фланца и проточка пояска 2 с допуском 0,2 мм. Операция производится на токарном или карусельном станке;

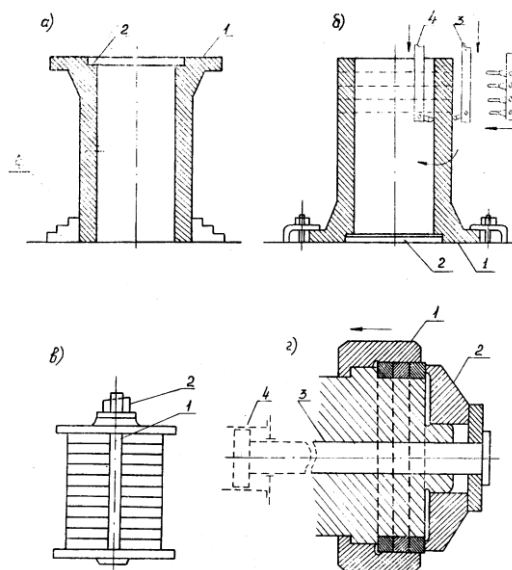


Рисунок 2.7. Обработка поршневых колец с термофиксацией замка

операция 10 - черновая расточка и обточка на токарном или карусельном станке (рис. 2.7, б). Маслота закрепляется фланцем в планшайбе и центрируется диском 1 по пояску 2. Обработка ведется одновременно двумя резцами обточным 3 и расточным 4. Здесь же производится отрезка пробного кольца для испытания на твердость;

операция 15 - термообработка для снятия напряжений (нагрев до 450°C, выдержка 4 ч, медленное охлаждение вместе с печью). Испытание на твердость, проверка микроструктуры на пробном кольце;

операция 20 - предчистовая обточка на размер $D + 0,6$ мм с допуском 0,1 мм. Чистовая расточка; отрезка колец на размер $h_{+0,3}^{+0,4}$; установка по 2-й операции; отрезка колец с помощью державки со ступенчатым расположением резцов (рис. 2.7, б);

операция 25 - предварительное шлифование торцов на размер $h_{+0,10}^{+0,15}$ на плоскошлифовальном станке с магнитным столом;

операция 30 - прорезка замка на горизонтально-фрезерном станке. (Кольцо помещается в приспособлении, установленном на столе станке. Фреза узкая, толщиной 0,5...0,8 мм, равной зазору замка a . В случае применения более толстой фрезы увеличение зазора в замке компенсируется увеличением припуска по наружному диаметру);

операция 35 - термофиксация замка (нагрев до 600 °C, выдержка 2 ч с охлаждением на воздухе). Кольца надеваются на оправку (рис. 2.7, в); расстояние между концами колец фиксируется сухарем 1, размер которого около $1,2 a_0$. Затем кольца сжимаются по торцам и фиксируются клином 2, после чего направляются в печь. После термофиксации кольца приобретают овальную форму и при сжатии до круглой формы обладают

необходимой упругостью (на упругость, твердость и остаточную деформацию кольца проверяют по ГОСТ 7295-81);

операция 40 - окончательное шлифование торцов в размер H на плоскошлифовальном станке с магнитным столом (с последующим размагничиванием колец);

операция 45 - чистовая обточка на размер D с допуском $h9$ на токарном станке, расточка внутреннего диаметра. Обрабатываются три-четыре кольца вместе (рис. 2.7, *з*). Кольца устанавливаются в накидную шайбу 1, закрепляются диском 2 и тягой 3 с помощью пневматического устройства 4. После закрепления шайбу 1 отводят влево. Фаски снимают у каждого кольца отдельно;

операция 50 - калибровка замка в размер a на горизонтально-фрезерном станке. Кольцо устанавливается в калибровочную выточку приспособления, равную диаметру цилиндра. Иногда калибровка осуществляется слесарями вручную с проверкой щупом в кольцевом калибре;

операция 55 - зачистка кромок, фасок и т. д.

Метод термофиксации применяется и при изготовлении стальных колец. Заготовку - катаную полосу - навивают спиралью на цилиндр, разрезают на отдельные кольца. Надевают на оправку с распоркой, сжимают с торцов дисками и подвергают термофиксации. Дальнейшая обработка аналогична рассмотренной.

3-й способ [1]: упругие свойства кольца достигаются путем накатки (насечки) внутренней поверхности. Заготовка - цилиндрический барабан или индивидуальные отливки. Замок прорезают с шириной рабочего зазора a . Затем следует накатка на токарном или карусельном станке каленым рифленным роликом. Благодаря эксцентричному расположению детали накатка захватывает только дугу, приблизительно равную $2/3$ длины окружности и расположенную против замка.

Недостатки: значительные напряжения и пластические деформации, величина которых не регулируется. При работе вследствие рекристаллизации материала кольцо может потерять свои упругие свойства.

Преимущества: экономия металла (малые припуски) и простота механической обработки. Рекомендуются для ненапряженных двигателей.

2.3. Технология производства поршневых пальцев

Поршневой палец служит для передачи шатуну усилия от давления газов, действующих на поршень.

Поршневые пальцы могут быть подвижными в поршневой головке шатуна и бобышках поршня (плавающие пальцы) или закрепленными в одном из сочленений.

Поршневой палец подвергается воздействию сил, переменных по величине (двухтактные двигатели), а также по величине и направлению (четырёхтактные двигатели). Эти силы вызывают в поршневом пальце переменный изгиб и овализацию. Материал пальца работает на усталость.

Износоустойчивость и прочность пальца достигаются применением материала с вязкой сердцевиной и твердой поверхностью (цементация и закалка пальца из малоуглеродистой стали 15, 15X, 20XH или поверхностная закалка ТВЧ пальца из закаливаемой стали, например 40, 45, 40X, 40XH). Эта комбинация закаленных и сырых поверхностей является основной трудностью при изготовлении поршневых пальцев [1].

Повышение усталостной прочности пальцев достигается тщательной полировкой их наружной цилиндрической поверхности, а иногда и внутренней.

Азотирование наружной и внутренней поверхностей пальцев также повышает их усталостную прочность.

В качестве заготовки, как правило, используется поковка.

Требования к механической обработке заготовок поршневых пальцев следующие [1]:

1) на поверхностях пальцев не допускаются трещины, волосовины, окалина, забоины, а на обработанных поверхностях, кроме того, черновины, вмятины и риски;

2) острые кромки на торцах пальцев должны быть округлены, а заусенцы зачищены;

3) твердость наружной поверхности пальца после химико-термической обработки должна быть:

- для цементируемых сталей - не ниже 56 HRC;

- для азотируемых сталей - не ниже 58 HRC;

- для закаливаемых ТВЧ сталей - не ниже 54 HRC. Разность показаний твердости наружной поверхности на одном пальце не должна превышать 5 HRC.

4) глубина цементируемого слоя наружной цилиндрической поверхности пальцев должна быть:

- при толщине стенки до 10 мм - 0,8...1,3 мм;

- при толщине стенки от 10 до 20 мм - 1,1...1,7 мм;

5) глубина азотированного слоя должна быть не менее 0,35 мм;

6) глубина закаленного ТВЧ слоя устанавливается рабочим чертежом;

7) предельные отклонения размеров наружной цилиндрической поверхности пальцев должны быть по 6-му качеству;

8) допуски формы наружной цилиндрической поверхности не должны превышать 0,005...0,015 мм;

9) предельные значения разностенности пальцев не должны превышать:

- при диаметре пальцев до 50 мм - 0,3 мм;

- при диаметре пальцев от 50 до 80 мм - 0,5 мм;

10) шероховатость обработанных поверхностей пальцев для наружной поверхности $Ra = 0,10$ мкм, а для остальных поверхностей $Ra = 0,32$ мкм.

Применяется следующий технологический процесс изготовления поршневого пальца среднеоборотного двигателя [1]:

операция 05 - подрезка и центровка торцов и обдирка наружной поверхности - производится на токарном станке. Палец устанавливается в центрах. На чистовую обработку оставляется припуск: в средней части (подвергаемой цементации) - 0,25...0,80 мм по диаметру, в концевых частях - до 10 мм на диаметр и по длине - до 5 мм. Необходимость в столь больших припусках на концевых частях возникает только для фиксированных пальцев, где необходимо снять цементируемый слой;

операция 10 - проверка качества материала - дефектоскопия. Производится при помощи технических средств (магнитоскопия и др.), а также путем погружения пальца в насыщенный раствор соды, которая после высыхания пальца проступает в трещинах;

операция 15 - цементация;

операция 20 - обточка концов пальцев с припуском под шлифовку 0,25...0,4 мм (в случае фиксированного пальца);

операция 25 - сверление гнезда для стопорного болта - выполняется на вертикально-сверлильном станке;

операция 30 - слесарная обработка пальца (зачистка заусенцев, отверстия и т. д.);

операция 35 - закалка;

операция 40 - шлифовка и полировка;

операция 45 - полировка.

Примечание: если палец имеет центральное отверстие, получаемое в цельной поковке, то его просверливают после цементации.

2.4. Технология производства шатунов

В процессе работы шатуны испытывают циклические нагрузки, воспринимаемые ими от поршней, вследствие действия газов и сил инерции.

Это предопределяет высокие требования к материалу шатунов.

Для шатунов малооборотных двигателей используют, в основном, углеродистые стали: для стержней - сталь 35, для головок - сталь 25, 35, для шатунных болтов - сталь 30 [1].

В многооборотных двигателях в зависимости от степени напряженности для стержней и крышек применяют углеродистую сталь 45, легированные стали 40Х, 45Х, 30ХНМА, 1ЯХ2Н4ВА (последняя имеет высокую прочность и ударную вязкость). Для шатунных болтов используют ст. 20ХН3А и 18Х2Н4ВА [1].

Заготовки шатунов штампуют, при этом форма стержня шатуна, как правило, двутаврового сечения. Отъемные головки шатунов и крышки нижних головок - литые и штампованные.

Штамповка производится, главным образом, в закрытых штампах, при этом заготовки шатунов могут быть отштампованы вместе с крышкой или раздельно.

Заготовки шатунов небольших размеров чеканят по торцам головок на прессе. В результате этого повышается точность высоты головок, что важно для последующей механической обработки.

Материал для шатунов тщательно проверяют. Механическим испытаниям подвергают образцы, взятые от каждой детали, для чего у заготовки с одного конца предусматривают пробный брусок.

Требования к механической обработке заготовок шатунов следующие [1]:

1) допуск параллельности осей отверстий верхней и нижней головок (а также оси отверстия под палец прицепного шатуна) на 100 мм длины не должен превышать 0,03 мм - при межцентровом расстоянии до 350 мм; 0,02 мм - при межцентровом расстоянии свыше 350 мм.

Допуск пересечения осей (перекрещивание) на 100 мм длины не должен превышать 0,05 мм - при межцентровом расстоянии до 350 мм; 0,03 мм - при межцентровом расстоянии свыше 350 мм;

2) оси отверстий головок должны быть перпендикулярны к оси стержня и пересекать ее. Допуск перпендикулярности на 100 мм длины - 0,05 мм, допуск смещения осей - до 0,5 мм;

3) допуск параллельности плоскостей разъема нижней головки шатуна относительно оси отверстия не должен превышать 0,2 мм на 100 мм длины;

4) допуск круглости и цилиндричности отверстий верхней и нижней головок не должен превышать 2/3 допуска на диаметр соответствующего отверстия;

5) допуск торцевого биения нижней головки шатуна относительно оси этой головки должен быть не более 0,1 мм на диаметр 100 мм. Допуск торцевого биения верхней головки указывается в технической документации;

6) допуск параллельности опорных поверхностей под головку и гайку шатунного болта относительно оси отверстия под болт на 100 мм длины не должен превышать 0,1 мм - для болтов с диаметром опорной поверхности до 25 мм; 0,07 мм - для болтов с диаметром опорной поверхности свыше 25 мм;

7) допускаемая разность масс шатунов в пределах одной массовой группы или на один двигатель не должна превышать 1,5 % - для двигателей с $n = 500$ об/мин; 0,8 % - для двигателей с $n = 500...1000$ об/мин.

Для двигателей с $n \geq 1000$ об/мин: 0,2 % - с удельной массой двигателя до 2,2 кг/кВт; 0,3 % - с удельной массой двигателя от 2,2 до 7,3 кг/кВт; 0,4 % - с удельной массой двигателя свыше 7,3 кг/кВт;

8) обработка по размерам (рис. 2.8) производится с точностью, указанной в табл. 2.2;

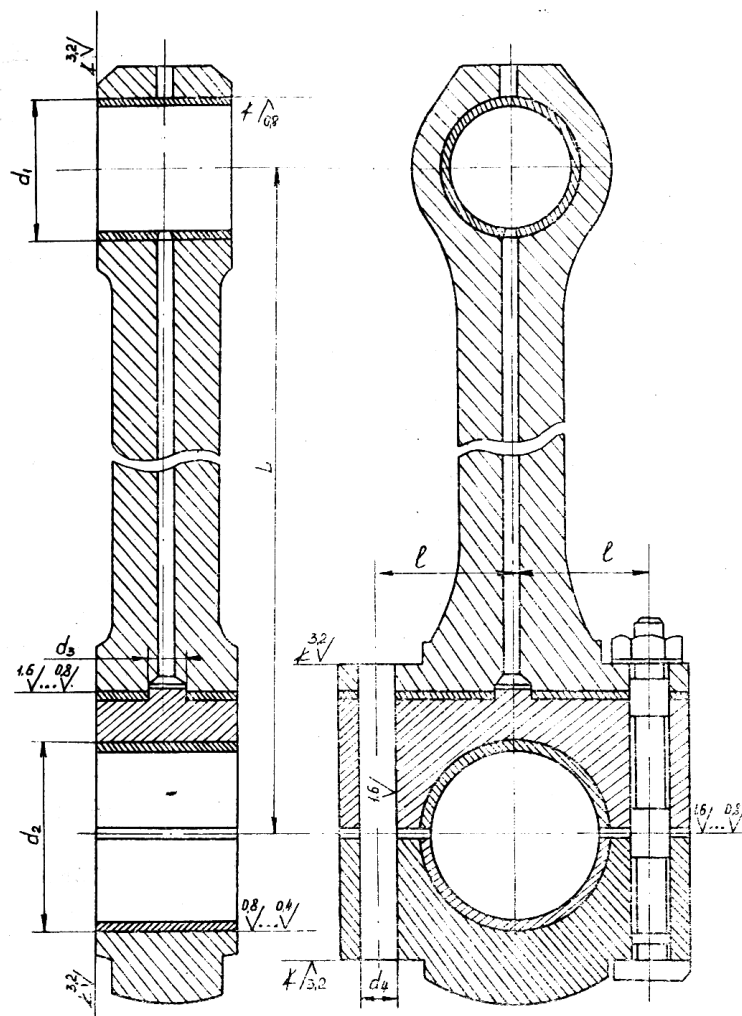


Рисунок 2.8. Шатун

Таблица 2.2 - Точность обработки шатунов

Размер	Поле допуска	Примечание
d_1	H6...H7	Отверстие под цельную втулку
d_2	H6...H7	Для крупных двигателей H9
L	$\pm 0,1...0,05$ мм	Для шатунов без компрессионных прокладок
d_3	H7...H9	Отверстие для центрирующей бобышки
d_3	f7...h6	Диаметр центрирующей бобышки

продолжение таблицы

d_4	H9	Отверстия под шатунные болты
d_4	f7...e8	Шейки шатунных болтов
l	$\pm 0,03$ мм	Для взаимозаменяемых отъемных головок

9) шероховатость поверхностей указана на рис. 2.8. Шатуны многооборотных двигателей, изготовленные из легированных сталей, полируются кругом до $Ra = 0,4...0,2$ мкм;

10) окончательная расточка отверстия под вкладыши в нижней головке шатуна должна производиться на собранном шатуне с затяжкой болтов рабочим усилием.

В качестве примера рассмотрим типовой порядок обработки шатуна с неотъемной нижней головкой (наиболее часто применяемой в двигателях с диаметром цилиндра до 300...350 мм) в условиях мелкосерийного производства.

Заготовка - поковка совместно с крышкой нижней головки, стержень круглого сечения.

Механическая обработка такого шатуна состоит из пяти технологических этапов [1]:

- 1) обработка до отрезки крышки нижней головки;
- 2) обработка крышки нижней головки;
- 3) обработка шатуна без крышки нижней головки;
- 4) сборка шатуна с крышкой и частичная механическая обработка;
- 5) обработка шатуна с крышкой в сборе. Применяется следующий технологический процесс изготовления шатуна:

операция 05 - проверка заготовки. Разметка центровых отверстий, отверстий в верхней и нижней головках шатуна;

операция 10 - зацентровка головок (сверление центровых отверстий) — производится на горизонтально-расточном станке обычным сверлом и зенковкой;

операция 15 - черновая обточка стержня и головки на токарном станке. В случае штампованной заготовки обработка стержня шатуна не производится;

операция 20 - черновое подрезание торцов верхней и нижней головок, вырезание перемычек в отверстиях головок с помощью резцовой головки производится на горизонтально-расточном станке (рис 2.9, а) на чистовую обработку оставляется припуск 1,5...2,0 мм на сторону;

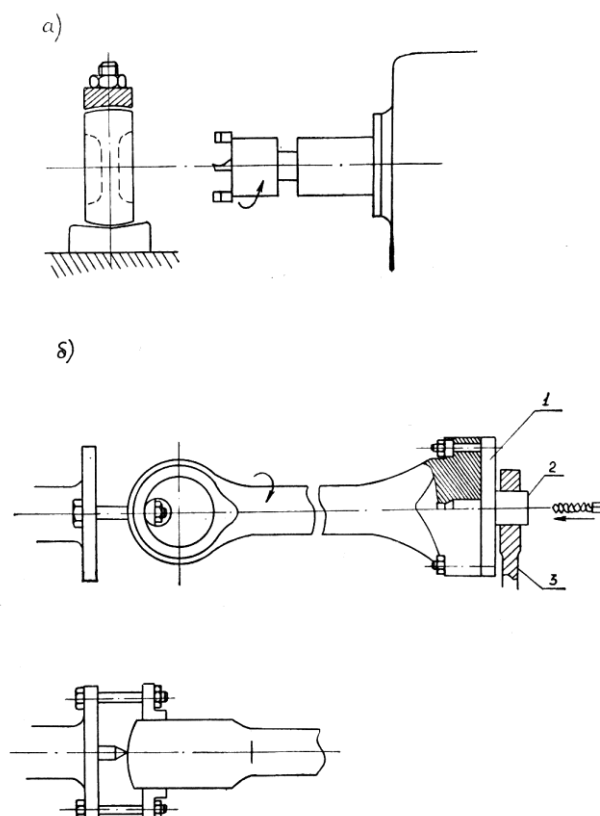


*Рисунок 2.9. Черновая обработка шатуна:
а) вырезка перемычек в отверстии головки;
б) сверление отверстия в стержне шатуна для масла*

операция 25 - термообработка для снятия напряжений (для легированной стали - закалка и высокий отпуск с получением сорбитной структуры). После термообработки производят все испытания пробных брусков, которые отрезаются круглой пилой. Для шатунов из углеродистой стали после операции 20 термообработки нет: она была сделана до начала механической обработки в виде нормализации;

операция 30 - перецентровка головок шатуна и чистовая обточка шатуна по калибру на токарном станке;

операция 35 - отрезка крышки нижней головки на горизонтально-фрезерном станке. При этом необходимо, чтобы ширина разреза была меньше толщины будущего набора прокладок; кроме того, оставляется небольшой припуск (несколько десятых миллиметра) для зачистки плоскостей разъема;

операция 40 - сверление центрального отверстия в стержне шатуна и подрезка плоскости разъема с крышкой на токарном станке. Для сверления отверстия вдоль шатуна его закрепляют верхней головкой непосредственно в патрон токарного станка или используют специальное приспособление (рис. 2.9, б), а под цилиндрическую поверхность нижней

головки подводят люнет или используют кондуктор 1, шейка 2 которого поддерживается люнетом 3. Отверстия сверлят сперва коротким, а потом удлиненным сверлом, закрепленным в суппорте. Через сверло подается от насоса жидкость для охлаждения и вымывания стружки. Отверстия диаметром свыше 40...50 мм сверлят перовым сверлом;

операция 45 - фрезерование площадок под головки шатунных болтов на вертикально-фрезерном станке;

операция 50 - предварительное сверление отверстий под шатунные болты в стержне на радиально-сверлильном станке в кондукторе. Крышки нижней головки к этому времени обработаны с припуском в гнезде для вкладыша, на боковых плоскостях и отверстиях для шатунных болтов;

операция 55 - пригонка и сборка стержня с крышкой на временных болтах и на прокладках (если они предусмотрены конструкцией);

операция 60 - окончательная обработка отверстий под шатунные болты. Зенкерование и развертывание отверстий (временные болты вынимают по одному) под шатунные болты на радиально-сверлильном станке. Постановка калиброванных болтов;

операция 65 - чистовая расточка отверстий в головках и шлифование.

При обработке шатунов со стержнями двутаврового профиля стремятся обеспечить постоянство установочной базы (обычно это боковые плоскости головки шатуна и отверстия в головках). Поэтому обработка этих поверхностей предшествует обработке стержня как при черновых, так и чистовых операциях. Обработка двутавра производится на горизонтально- или вертикально-фрезерных станках, а также на копировальных.

2.5. Технология производства коленчатых валов

Коленчатые валы относятся к числу наиболее ответственных деталей ДВС, работающих в условиях знакопеременных динамических нагрузок. Шейки коленчатых валов испытывают высокие удельные нагрузки при наличии трения скольжения.

По конструкции коленчатые валы бывают (в зависимости от типа, размера и других показателей двигателей) целыми и составными из двух-трех групп кривошипов (колен), которые, в свою очередь, бывают целыми, полусоставными (отдельно выполняется рамовая шейка) и составными (отдельное изготовление рамовых и шатунных шеек). Различия в конструкции определяют и различия в технологическом, процессе изготовления коленчатого вала.

К материалу коленчатых валов предъявляются весьма высокие требования. Для коленчатых валов обычно применяются углеродистые стали марок 35, 40, 45 и 50Г, которые по сравнению с легированными менее склонны к возникновению различного рода пороков и не требуют сложной термической обработки [1].

Коленчатые валы быстроходных двигателей, в зависимости от степени напряженности, изготавливают из сталей 45, 40Х, 30ХМА, 40ХНМА и 18Х2Н4ВА. Последняя отличается высокими показателями прочности и ударной вязкости, а также износостойкости [2].

Для улучшения поверхностной твердости и износостойкости шеек валов их подвергают закалке токами высокой частоты до 50...55 HRC. Твердость шеек и усталостную прочность всего вала из сталей 18Х2Н4ВА и 40ХНМА иногда повышают азотированием, местным наклепом и дробеструйной обработкой [2].

Находят применение и коленчатые валы, изготовленные из модифицированного и высокопрочного чугуна (например, ВЧ50) с шаровидной формой графита для двигателей самого различного назначения [2].

Заготовки коленчатых валов получают свободной ковкой, штамповкой и отливкой.

Свободной ковкой получают заготовки валов крупных двигателей, выпускаемых малыми сериями, для которых нецелесообразно делать сложные и дорогие штампы. Из-за сложности конфигурации валов заготовки только отдаленно напоминают окончательную форму, поэтому при обработке удаляется большое количество металла.

При свободной ковке обжимаются только рамовые шейки (рис. 2.10, а). Колена выполняются способом передачи металла. На протянутой из слитка пластине делают кузнечным топором с двух сторон надрубку, а затем отжимают металл трехгранником. Передвигают несколько ниже боек и смещают металл. Последовательно путем передачи металла образуют колена I, II, III. Затем, делая по концам заготовки уступы, получают концевые рамовые (коренные) шейки, фланец и пробные бруски (рис. 2.10, б). Для получения колен, расположенных под углом, одно колено зажимают между бойками, а соединение с другим разворачивают рычагом и краном (шейку предварительно нагревают во избежание разрыва металла).

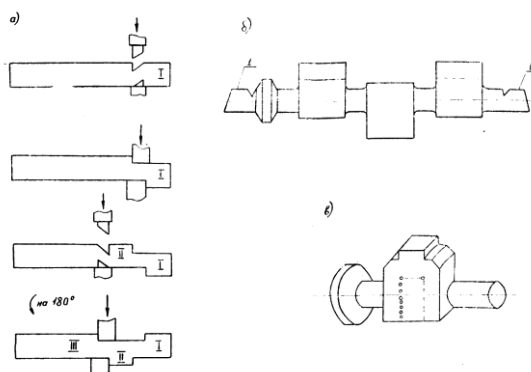


Рисунок 2.10. Заготовки коленчатых валов

В валах, откованных подобным образом, шатунные шейки получают вырезкой металла в сплошных коленах (рис. 2.10, б), что является существенным недостатком данного способа, так как при этом перерезаются волокна и ослабляется прочность металла вала.

Заготовки валов быстроходных двигателей, выпускаемых, как правило, большими сериями, получают штамповкой в закрытых штампах (при значительных размерах валов штамповка производится по частям в секционных штампах). При этом методе волокна в заготовке идут по контуру вала без отрыва.

Небольшие валы штампуют из проката, более крупные — из слитков. Для удаления пороков с наружной поверхности слиток подвергается механической обработке, затем его слегка осаживают по оси и протягивают на пластину.

Непосредственно послековки (штамповки) заготовки подвергают термической обработке: обычной нормализации (при $t = 850\text{ }^{\circ}\text{C}$) для углеродистых и низколегированных сталей и высокой нормализации для легированных сталей (например, для 18Х2Н4ВА при $t = 950\text{ }^{\circ}\text{C}$). Цель термообработки — улучшить структуру металла после возможного перегрева или наклепа при ковке, устранить напряжение и облегчить последующую черновую обработку на станках.

Литые заготовки получают в земляных формах (для крупных двигателей), при этом шейки отливаются полыми, или в оболочковых формах (для автотракторных двигателей). Литые заготовки подвергаются рентгенографическому контролю для выявления внутренних скрытых раковин.

Требования к механической обработке заготовок коленчатых валов следующие [1]:

1) оси всех рамовых шеек должны лежать на одной прямой. Несоосность рамовых (коренных) шеек при соосных опорах рамы приводит к появлению в вале дополнительных напряжений (постоянного знака) и к увеличению опорных реакций. Допуск абсолютного радиального биения составляет $0,03...0,04\text{ мм}$ при $d_{III} \leq 180\text{ мм}$ и $0,05...0,06\text{ мм}$ для шеек большего диаметра (абсолютное биение — биение шейки относительно оси, проходящей через крайние рамовые шейки), допуск относительного радиального биения соседних коренных шеек — не более $0,02\text{ мм}$ при $d_{III} \leq 180\text{ мм}$ и не более $0,03...0,04\text{ мм}$ для большего диаметра;

2) ось каждой шатунной (шатунной) шейки должна быть параллельна оси рамовых шеек. Допуск параллельности осей — $0,03\text{ мм}$ на 100 мм длины;

3) торцевая плоскость соединительного фланца должна быть перпендикулярна к оси вала. Допуск торцевого биения при жестком соединении фланца — не более $0,005\text{ мм}$ на каждые 100 мм диаметра, при прочих соединениях — не более $0,03\text{ мм}$ на 100 мм диаметра.

4) углы разворота между мотылями относительно любого мотыля, принятого за базу, должны быть выдержаны в пределах $\pm 30^\circ$;

5) обработка по размерам (рис. 2.11) ведется с точностью, указанной в табл. 2.3;

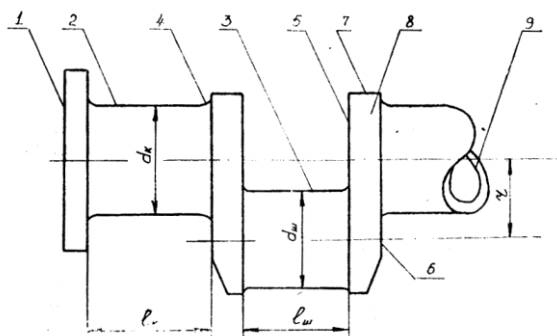


Рисунок 2.11. Обрабатываемые поверхности коленчатого вала

Таблица 3 - Точность обработки коленчатого вала

Размер	Поле допуска	Примечание
d_K	$h6$	Для валов всех диаметров
$d_{Ш}$	$h6$	Для валов всех диаметров
l_K	$H10$	Длина коренных шеек
$l_{Ш}$	$H10$	Длина шатунной шейки в случае фиксации по ней шатуна от осевого перемещения
r	$\pm 0,15$ мм	На 100 мм радиуса кривошипа (r – радиус кривошипа)

6) механические свойства валов должны соответствовать показателям, установленным в зависимости от марки стали и категории прочности. Обязательными показателями механических свойств являются предел текучести, относительное сужение, ударная вязкость и твердость;

7) каждый коленчатый вал должен быть динамически сбалансирован. Одно- и двухколенные валы, а также валы, работающие с частотой вращения $n < 1000$ мин⁻¹, допускается балансировать статически. Допускаемый дисбаланс указывается в рабочем чертеже;

8) шероховатость обработанных поверхностей коленчатых валов указана в табл. 2.4.

Таблица 2.4 - Шероховатость обработки коленчатого вала

Номер поверхности	Шероховатость поверхности Ra , мкм	Примечание
1	1,6	
2, 3	0,2	Для шеек с $d_{III} < 100$ мм
2, 3	0,4	Для шеек с $d_{III} > 100$ мм
2	0,8	Для шеек на подшипниках качения
4	0,4	Все галтели
5, 6, 7, 8	12,5	Для тихоходных двигателей
5, 6, 7, 8	0,4	Для быстроходных двигателей (валы из легированных сталей)
9	1,6...0,8	Все отверстия

Применяется следующий технологический процесс изготовления коленчатого вала двигателя средней мощности при мелкосерийном производстве из цельнокованой заготовки с учетом:

- 1) обдирочные операции отделяются от чистовых;
- 2) наибольшие трудности в механической обработке коленчатых валов обуславливаются их относительно малой жесткостью, поэтому для обеспечения наименьших деформаций валы устанавливают и закрепляют по поверхностям, расположенным как можно ближе к обрабатываемым частям вала;
- 3) пробные бруски у легированных сталей обычно отрезаются в механическом цехе после термообработки, у углеродистых сталей - в кузнечном цехе после поковки вала.

операция 05 - проверка поковки, разметка под обработку. В механический цех поковка может поступать либо в виде пластины, либо в уже частично обработанном виде (рамовые шейки предварительно образованы, колена развернуты - рис. 2.10, б). Ниже рассматривается второй случай. Операция производится на разметочной плите с помощью обычных приспособлений;

операция 10 - зацентровка торцев на горизонтально-сверлильном или специальном центровочном станке;

операция 15 - обдирка рамовых шеек, наружных сторон щек, затылков мотылей, скосов. Операция выполняется на крупногабаритном токарном станке, как правило, снабженном двумя или четырьмя суппортами, которые располагаются с передней и задней сторон станка. Вал устанавливают одним концом в кулачки патрона, другой конец поддерживается центром. Прежде всего производят обдирку и обточку шеек под люнеты, причем вначале обтачивают крайнюю шейку со стороны задней

бабки. Чтобы избежать быстрого износа и разработки центрального отверстия, используют вращающийся задний центр. После обработки крайней шейки вал снимают с центра и устанавливают на люнет. Обработка в люнетах дает возможность снимать стружку большого сечения, не опасаясь прогиба вала. После черновой обточки оставляют припуск 3...5 мм на сторону для чистовой обработки;

операция 20 - фрезерование боковых поверхностей щек. Операция производится на продольно-фрезерном станке при установке коленчатого вала в призмах. Установочной базой служат рамовые шейки. На чистовую обработку оставляют припуск около 5 мм;

операция 25 - разметка контура мотылей для вырезки металла (формирование мотылей). Поскольку вырезка может производиться несколькими способами (высверливанием, выстрогиванием и др.), то и разметка производится по-разному. В первом случае по контуру мотыля размечают и закернивают все отверстия, подлежащие сверлению, с перекрытием друг друга на 2...3 мм; во втором размечается только граница долбления и два вспомогательных отверстия в углах контура для поворота и вывода резца (рис. 2.10, в);

операция 30 - вырезка (высверливание) металла для образования кривошипа. Удаление металла может производиться следующими способами:

- высверливание по контуру;
- долбление по контуру;
- вырезка круглой или ленточной пилой;
- газовая резка.

Метод высверливания материала требует последующей зачистки долблением оставшейся зубчатой поверхности, чтобы при обточке шатунной шейки предохранить резец от ударов.

Весьма производительный метод - газовая резка. Ранее считалось, что она вредно влияет на структуру металла. Однако, оставляя припуски 5...10 мм, можно в дальнейшем полностью удалить дефектный слой;

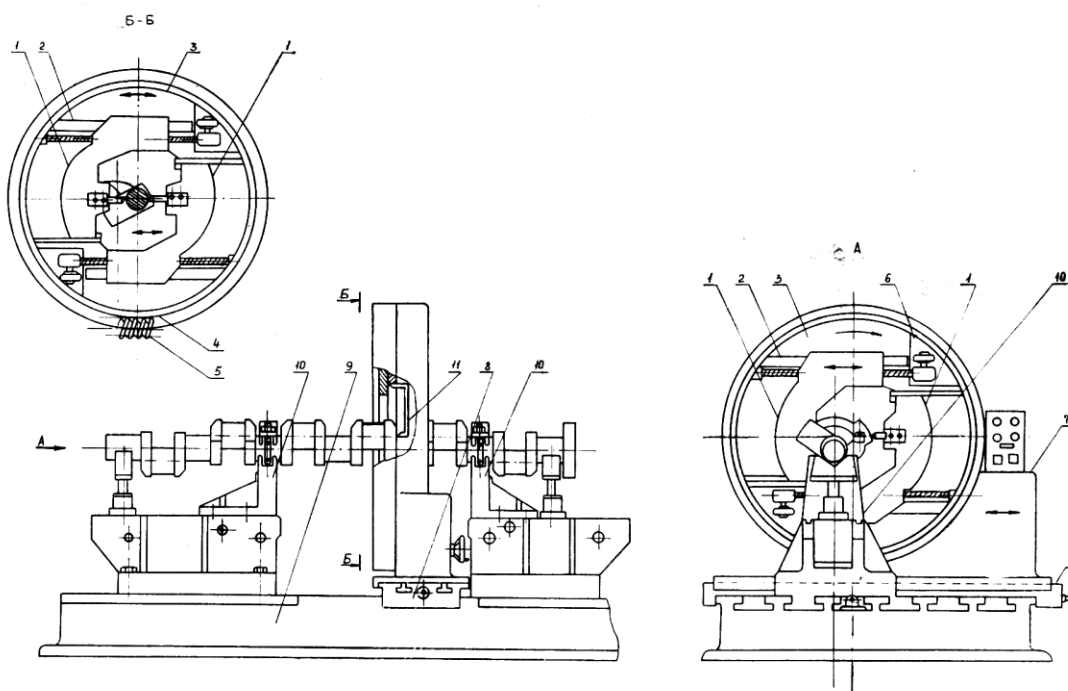


Рисунок 2.12. Обточка шатунных шеек вала на станке с вращающимся суппортом

операция 35 - черновая обточка шатунных шеек и внутренних сторон щек. Применяется специальный станок с вращающимся суппортом (рис. 2.12). Коленчатый вал укладывают рамовыми шейками как базовыми поверхностями на призматические стойки 10, установленные на станине станка 9. Коленчатый вал закрепляют неподвижно. Корпус 7 суппорта может передвигаться вдоль станины 9 станка; кроме того, он снабжен направляющими 8 для поперечного перемещения. Внутри корпуса суппорта помещено кольцо 3, снабженное зубчатым ободом 4 и получающее вращательное движение от червяка 5, - таким образом осуществляется главное движение инструмента. К кольцу прикреплены две призматические направляющие 2, по которым в радиальном направлении передвигаются два суппорта 1 с резцами. Движение передается от электродвигателя 6.

Ось обрабатываемой шатунной шейки совмещают с осью вращающегося кольца поворотом коленчатого вала вокруг оси и поперечным передвижением корпуса суппорта 7. Для проверки установки вала служит скоба 11, которой измеряют расстояние от накерненного центра шатунной шейки на наружной стороне щеки до внутреннего пояса на вращающемся кольце. При обточке шейки резец подается продольным движением корпуса. Для подрезки внутренних сторон щек подачу осуществляют радиальным перемещением суппортов с резцами. Одновременно обтачивают закругления на нижних поверхностях щек.

При отсутствии станка с вращающимся суппортом моты левые шейки обтачивают на токарных станках (рис. 2.13). На концы коленчатого вала надевают диски 5, снабженные центровыми втулками 2, положение которых должно соответствовать осям обтачиваемых шатунных шеек.

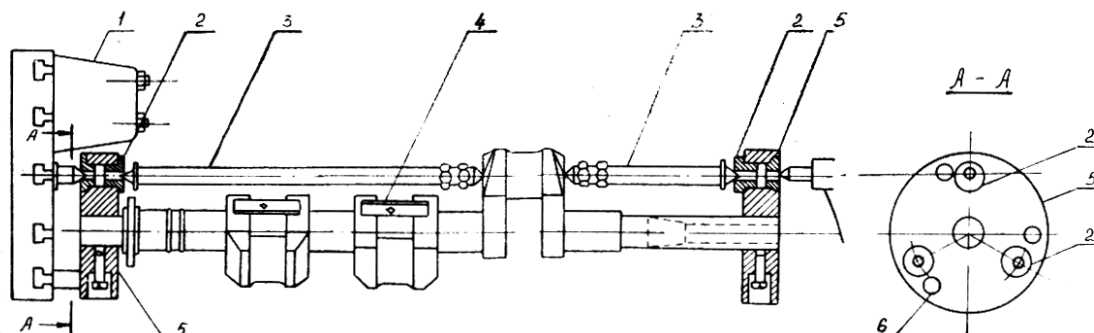


Рисунок 2.13. Обточка шатунных шеек на токарном станке

Диски для вала устанавливают на плите, тщательно выверяя их угловое положение по разметочным рискам. Чтобы увеличить жесткость вала и уменьшить деформации, между щеками и дисками по оси центров станка устанавливают распорки 3, а не обрабатываемые в данной установке мотыли скрепляют планками 4 и болтами. Вращение валу передают поводком через отверстие 6 в диске. Из-за вращения больших неуравновешенных масс такой метод малопроизводителен и недостаточно точен. Прикрепление к планшайбе тяжелого свинцового противовеса 1 лишь частично устраняет этот недостаток;

операция 40 - сверление отверстий в шейках. Отверстия в рамовых шейках обрабатывают на универсально-расточном или горизонтально-сверлильном станке. Их сверлят спиральными сверлами, а затем растачивают борштангой с резцами. Подобным же образом обрабатывают отверстия в шатунных шейках. Если эти отверстия недоступны для обработки инструментом, установленным в шпинделе станка (мешают фланцы или соседние колена), то используют угловые машинки с коническими передачами с приводом от электродвигателя или станка;

операция 45 - термообработка. Для углеродистых сталей - отпуск (нагрев до 600...650 °С и охлаждение с печью), для легированных сталей - закалка при 800 °С и высокий отпуск при 500 °С;

операция 50 - разметка под обработку боковых и наружных плоскостей, скосов и затылков щек - производится на разметочной плите;

операция 55 - чистовая строжка или фрезеровка боковых сторон щек - производится на поперечно-строгальном или фрезерном станке;

операция 60 - окончательная обточка затылков, скосов и наружных плоскостей щек - выполняется на токарном станке при установке в центрах;

операция 65 - перецентровка вала. Необходимость этой операции обосновывается тем, что при обработке затылков, скосов, наружных сторон щек (особенно при обдирочных операциях) центровые отверстия разбиваются и уже не могут служить надежной установочной базой при обработке рамовых шеек. На универсально-расточном станке растачивают пояски в отверстиях рамовых шеек по концам вала. В эти пояски вставляют центровые пробки для последующей установки вала в центры токарного станка.

В некоторых случаях перецентровку производят после термообработки, а обработку затылков, скосов наружных плоскостей щек — в одной операции с обработкой рамовых шеек;

операция 70 - окончательная обточка рамовых шеек.

Для обеспечения надлежащей точности обработку проводят в следующей последовательности. Сначала обрабатывают все шейки с припуском 0,4...0,5 мм на сторону, идя от крайних шеек к средним с установкой люнетов под обработанные шейки. Последние проходы часто ведут резцами с широкой режущей кромкой при глубине резания 0,1 мм и подаче 10...15 мм/об. Галтели обрабатывают широкими фасонными резцами;

операция 75 - чистовая обточка шатунных шеек и внутренних сторон щек - производится на станке с вращающимся суппортом. Ось шатунной шейки совмещают с осью вращающегося кольца. В этой же операции может производиться полировка шатунных шеек. Тогда на суппорте вместо резцов закрепляется деревянная колодка с наждачным полотном;

операция 80 - разметка отверстий на фланце и шпоночного паза для посадки шестерни привода;

операция 85 - сверление наклонных смазочных отверстий - производится на радиально-сверлильном станке, устанавливая вал под углом. У крупных валов эту операцию производят на универсально-расточном станке;

операция 90 - сверление и зенкерование отверстий во фланце с припуском и развертывание их совместно с фланцем присоединяемого вала - производится на горизонтально-сверлильном или универсально-расточном станке;

операция 95 - фрезерование шпоночного паза на вертикально-фрезерном станке;

операция 100 - отделка рамовых шеек. Применяется шлифование, полирование, чаще микрошлифование (суперфиниширование). Для последнего создан ряд специальных станков, где бруски автоматически прижимаются к шейкам вала, а также специальные приспособления,

позволяющие производить суперфиниширование на токарном станке. Суперфиниширование производится абразивными брусками с зернистостью 400...600. Продукты износа брусков с частицами металла смываются струей керосина. Припуск на суперфиниширование составляет 0,003...0,015 мм.

Полирование производится эластичными кругами, на которые нанесена абразивная паста. Круги изготавливаются из войлока, фетра, бязи, парусины и кожи; скорость вращения кругов до 40 м/с.

Суперфиниширование и полирование не устраняют погрешности формы.

Притирка применяется в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокую точность размеров и требуемую шероховатость поверхности шейки. Она производится чугунными или медными притирами с притирочными пастами, состоящими из мелкозернистого абразивного порошка, смешанного с парафином, маслом, керосином и другими жидкостями. Припуск на притирку 0,005 ... 0,020 мм.

Шлифование шатунных шеек коленчатых валов меньших размеров может производиться на специальных шлифовальных станках, чаще всего с двухсторонним приводом (рис. 2.14).

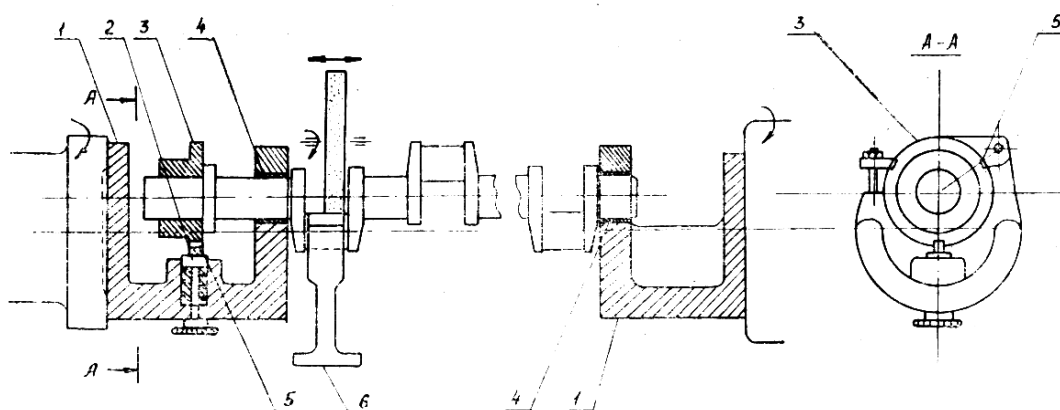


Рисунок 2.14. Шлифование шатунных шеек

Вал концевыми коренными шейками устанавливают в патроны 1 с эксцентрично расположенными гнездами 4. Все шатунные шейки шлифуют на одном станке с трех позиций. Для этого на конец вала надевают делительный диск 3, снабженный тремя пазами 5 для фиксирующего штифта 2. Положение паза 5 при надевании диска должно строго соответствовать отверстию ближайшей шатунной шейки, что проверяется специальным калибром. На каждой позиции шлифуют пару шатунных шеек, расположенных в одной плоскости. Шлифуемые шейки поддерживают люнетами 6. При шлифовании шеек используют приборы с индикаторами, позволяющие измерять диаметр во время работы станка;

операция 105 - балансировка коленчатого вала - производится на специальном балансировочном приспособлении (статическая балансировка) или балансировочном станке (динамическая балансировка).

2.6 Балансировка коленчатых валов.

На балансировку коленчатого вала следует обратить самое серьезное внимание, ибо при значительной частоте вращения неуравновешенные массы вызывают вибрацию, повышенный износ и даже нарушение правильного функционирования двигателя.

Устранение неуравновешенности решается путем включения в технологический процесс изготовления операции балансировки – статической или динамической. Балансировку не следует смешивать с уравниванием поршневых двигателей, при котором решается чисто конструктивная задача взаимного уравнивания в самом двигателе сил инерции движущихся частей.

Статическая балансировка. При вращении вала, когда центр тяжести его не лежит на оси вращения, возникает центробежная сила [1]:

$$Q = mr\omega^2, \quad (2.1)$$

где m - масса вала, равная G/g ; r - расстояние центра тяжести вала от оси вращения; ω - угловая скорость вращения, равная $(\pi n)/30$; n - частота вращения вала; G - вес вала.

Неуравновешенность вала может являться следствием не только его неправильного изготовления и сборки, но и неравномерной плотности металла.

Задачей статической балансировки является совмещение центра тяжести коленчатого вала с осью вращения. Процесс осуществляется с помощью приспособления, состоящего из двух параллельных пластин-ножей. Коленчатый вал с неуравновешенной массой, перекатываясь по ножам, самоустанавливается так, что его центр тяжести занимает низшее положение. Уравнивая вал путем удаления металла или добавления противовеса, добиваются его нейтрального положения. Таким образом центр тяжести вала совмещают с осью вращения и устраняют действие центробежной силы Q .

Динамическая балансировка. Рассмотрим два случая неуравновешенности (рис. 2.15).

В первом случае (рис. 2.15, а) отношение длины к диаметру невелико. Предположим, что влияние неуравновешенности сводится к действию груза M , расположенного в какой-либо точке на окружности диска.

При балансировке важно обеспечить положение центра тяжести диска на оси вращения, что достигается прикреплением груза M_1 . Причем взаимное расположение грузов M и M_1 по длине диска в данном случае не играет существенного значения, так как длина диска невелика.

Во втором случае (рис. 2.15, б) длина детали значительно больше диаметра. Балансируя эту деталь статически, мы находим значение неуравновешенной массы. Однако здесь уже не безразлично положение уравнивающего груза по длине, так как в случае расположения его в точках А или В при вращении детали возникает момент от пары центробежных сил, равный соответственно $mr\omega^2 l_2$ или $mr\omega^2 l_1$ ($M=M_1=M_2$).

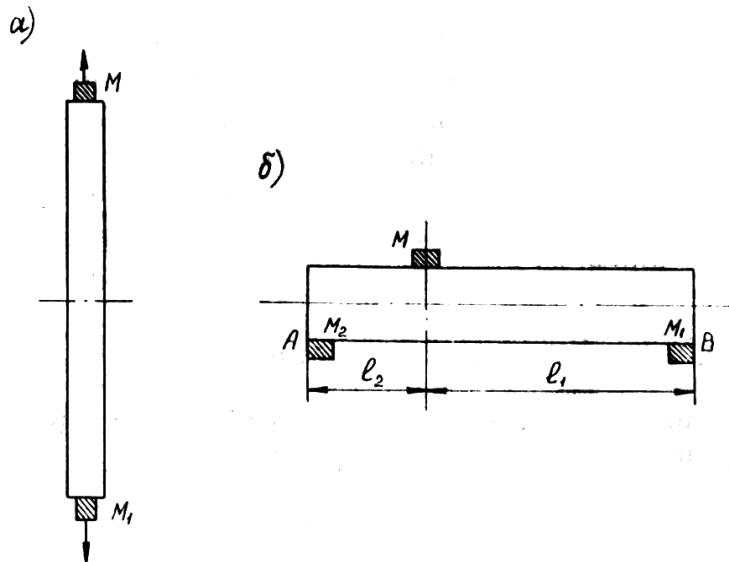


Рисунок 2.15. Балансировка коленчатых валов

Отсюда следует, что при балансировке длинной детали (в частности, коленчатого вала) необходимо обеспечить совпадение оси вращения с осью инерции.

Балансировка, обеспечивающая соблюдение такого условия, называется динамической. Динамическое уравнивание коленчатых валов основано на теоретической предпосылке, что любое число центробежных сил, действующих на вал, может быть приведено к двум равнодействующим центробежным силам, приложенным в плоскостях двух крайних торцов вала. При динамической балансировке добиваются уравнивания как центробежных сил, так и пары сил. Следует отметить, что динамическое балансирование предполагает наличие и статического балансирования.

В процессе динамической балансировки:

- определяют значение и направление неуравновешенных сил;
- устраняют неуравновешенность, прибавляя или снимая уравнивающие массы в двух произвольно выбранных плоскостях приведения, расположенных перпендикулярно к оси вращения.

Принцип работы балансировочных станков состоит в том, что вал устанавливается на две упругие опоры, поддерживаемые пружинами. При вращении неуравновешенного вала возникают колебания опор. Эти

колебания измеряют при наибольших амплитудах, т.е. в условиях резонанса вала и опоры.

Балансировку выполняют сначала в одной плоскости приведения, для чего одну опору жестко закрепляют. Колебания системы происходят в вертикальной плоскости относительно неподвижной опоры. Для уравнивания к валу прикрепляют грузы. Затем таким же образом уравнивают вал и в другой плоскости, закрепляя уже другую опору.

Избыточные массы удаляют фрезерованием.

В настоящее время балансировочные станки снабжаются электрическими и оптическими устройствами. В частности, на станках с упругими опорами используют электрические методы компенсации дисбаланса с использованием индукционных датчиков.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Задачей проектирования технологического процесса восстановления деталей является определение последовательности целенаправленных действий по изменению определенного состояния детали с целью восстановления ее эксплуатационных свойств.

Исходными данными для разработки технологических процессов восстановления деталей являются:

- ремонтный чертеж детали, выполненный в соответствии с требованиями стандартов на ремонтную документацию: перечень дефектов детали;
- основные сведения об условиях работы детали в ремонтируемом узле и видах изнашивания;
- справочные материалы о технологических методах, при помощи которых возможно устранение дефектов;
- технологическая документация на восстановление данной детали (при модернизации существующего технологического процесса на данном предприятии);
- сведения об опыте восстановления деталей данного наименования на передовых предприятиях (при разработке нового технологического процесса);
- технологический процесс изготовления и рабочий чертеж новой детали (для технологической преемственности между изготовлением и ремонтом детали);
- программа выпуска деталей;
- различные справочные материалы (каталоги технологического оборудования, приспособлений, инструмента, справочники по режимам обработки, технологическому нормированию операций и т. п.).

При разработке технологического процесса ремонта детали представляется ремонтный чертеж и карта технических требований на дефектацию детали.

Для определения способа ремонта на ремонтных чертежах деталей помещают технологические требования и указания.

Рекомендуемая последовательность при проектировании технологических процессов восстановления деталей:

1. Анализ условий работы детали в сопряжении, видов и процессов ее изнашивания.
2. Анализ дефектов детали и выбор возможных технологических методов восстановления, выбор технологических баз для обработки.
3. Разработка предварительного маршрута восстановления, расчленение его на технологические операции.

4. Выбор технологического оборудования, приспособлений, рабочего инструмента, средств контроля и измерений.
5. Обоснование общих и операционных припусков на обработку.
6. Установление режимов и норм времени выполнения операций.
7. Техничко-экономическое обоснование рационального варианта технологического процесса восстановления детали.
8. Разработка технологической документации на восстановление детали.

3.1 Анализ дефектов детали и выбор возможных технологических методов восстановления

Изучают ремонтный чертеж и карту технических требований на дефектацию детали. Дается характеристика дефектов, устанавливают условия эксплуатации детали (среда, нагрузка и т.д.). Необходимо произвести оценку степени влияния каждого дефекта на эффективность и безопасность использования детали с учетом назначения и конфигурации, показателей ее качества, режимов и условий эксплуатации.

Приводятся возможные способы восстановления каждого из дефектов и способы последующей обработки восстановленных поверхностей.

3.2. Требования к деталям при дефектации

При составлении справочных данных по требованиям к дефектации деталей были использованы технические условия на капитальный ремонт машин и двигателей, инструкции по эксплуатации и другие справочные материалы [3-19]

3.2.1. Общие требования на дефектацию типовых СЧ, поверхностей, соединений

Общие требования на дефектацию.

Корпусные детали.

На корпусных деталях не допускается:

трещины, пробоины, обломы, коррозионно-кавитационное разрушение, выгорание уплотняемых поверхностей разъемов деталей;

забоины, задиры, видимые следы ослабления посадки и проворачивания подшипников качения, заметный на ощупь износ и следы частичного контакта поверхностей в посадке подшипников;

ослабление посадки, проворот, осевое смещение, забоины, задиры, заметный односторонний, неравномерный и ступенчатый износ отверстия втулок- подшипников скольжения;

ослабление посадки, крепления, забоины, задиры, видимый односторонний и ступенчатый износ поверхности оси, пальцев промежуточных зубчатых колес;

видимый износ центрирующих (установочных) поверхностей отверстий и поясков (буртов);

облом бурта на длине более $1/4$ окружности и заметная выработка "на конус" канавки под стопорное кольцо;

ослабление посадки (выпадение) установочных штифтов в базовой корпусной детали, выработка с видимой овальностью отверстий под штифт базировочной корпусной детали;

ослабление посадки, негерметичность технологических заглушек и пробок;

разрушение (отслоение, шелушение) покрытия грунтом или краской внутренней поверхности деталей, контактирующей с маслом смазки двигателя.

При контроле резьбовых поверхностей следует руководствоваться требованиями раздела "Резьбовые детали".

При отсутствии выбраковочных дефектов контроль корпусных деталей проводят измерением размеров изнашивающихся поверхностей.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра отверстий корпусных деталей под подшипники качения для условий местного нагружения наружного кольца (вращается внутреннее кольцо, наружное неподвижно) даны в табл. 3.1.

Примечание. Если при сборке используются подшипники качения, впереди условного обозначения которых указана буква "Б", то допустимые и предельные отклонения диаметра отверстия корпусной детали, указанные в табл. 3.1., следует увеличить на величину допуска наружного диаметра подшипника.

Отклонения от круглости (овальность) и цилиндричности (конусообразность) отверстий корпусных деталей под подшипники качения не должны быть более $3/4$ допуска на нормальный диаметр отверстия.

Отклонения от круглости (овальность) и цилиндричности (конусообразность) отверстия втулок - подшипников скольжения и отверстия корпусной детали (без втулки), являющееся подшипником, не должны быть более допуска на диаметр отверстия подшипника.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра отверстий корпусных деталей под стакан (гнездо) подшипника, центрирующие втулку (стакан), бурт даны в табл. 3.2.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра поверхности стакана (гнезда) подшипника, центрирующих втулки (стакана), бурта корпусных деталей даны в табл. 3.3.

Неплоскостность поверхностей разъемов корпусных деталей, для которых в таблицах дефектации не установлен допуск неплоскостности, не должен превышать: при длине периметра разъема до 400 мм – 0,10 мм, св. 400 до 630 – 0,15 мм, св. 630 до 1000 мм – 0,20 мм, св. 1000 до 1600 мм –

0,25 мм, св. 1600 до 2500 мм – 0,30 мм, св. 2500 мм – 0,35 мм.

Таблица 3.1 -Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра отверстий корпусных деталей под подшипники качения

Номинальн ый диаметр,	Обозначени е поля допуска	Отклонения диаметра, мм				
		нормальные		допустимые		предельное
		отверстия	подшипник	при КР	при ТР	
от 30 до 50	H7	+0,025	–0,011	+0,04	+0,06	+0,10
	J7	+0,014				
		–0,011				
	Js7	±0,012				
	K7	+0,007				
св. 50 до 80	H7	+0,030	–0,013	+0,05	+0,07	
	J7	+0,018				
		–0,012				
	Js7	±0,015				
	K7	+0,009				
св. 80 до 120	H7	+0,035	–0,015	+0,06	+0,08	+0,12
	J7	+0,022				
		–0,013				
	Js7	±0,017				
	K7	+0,010				
св. 120 до 150 св. 150 до 180	H7	+0,040		+0,07	+0,09	
	J7	+0,026				
		–0,014				
	Js7	±0,020				
	K7	+0,012				
		–0,028				
	M7	–0,040				

Таблица 3.2 - Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра отверстий корпусных деталей под стакан подшипника, центрирующие втулку (стакан), бурт.

Номинальный диаметр отверстия, мм	Отклонения диаметра отверстия, мм			
	нормальные	Допустимые		предельно
		при КР	при ТР	
от 50 до 80	+0,030	<u>+0,05</u> +0,06	<u>+0,06</u> +0,08	+0,15
св. 80 до 120	+0,035	<u>+0,06</u> +0,07	<u>+0,07</u> +0,09	
св. 120 до 180	+0,040	<u>+0,07</u> +0,08	<u>+0,08</u> +0,10	

Таблица 3.3 - Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра поверхности стакана (гнезда) подшипника, центрирующих втулки (стакана), бурта под посадку в корпусе.

Номинальный диаметр отверстия, мм	Обозначение поля допуска	Отклонения диаметра, мм			
		нормальные	допустимые		предельное
			при КР	при ТР	
св. 50 до 80	h7	-0,030	<u>-0,04</u>	<u>-0,06</u>	-0,15
	g6	-0,010	-0,06	-0,10	
	h6	-0,029			
св. 80 до 120	h7	-0,035			
	g6	-0,012	<u>-0,05</u>	<u>-0,07</u>	
	h6	-0,034	-0,07	-0,11	
св. 120 до 180	h7	-0,040			
	g6	-0,014	<u>-0,06</u>	<u>-0,08</u>	
	h6	-0,039	-0,08	-0,12	

Валы, оси.

Требования распространяются на валы, оси и поверхности типа "вал" иных СЧ.

При контроле резьбовых поверхностей следует руководствоваться требованиями раздела "Резьбовые детали".

На поверхности посадки подшипника качения и упорных заплечиков (буртов) не допускаются забоины, задиры, грубые, с заусенцами риски, следы ослабления посадки, проворота подшипника, заметный на ощупь

ступенчатый износ и следы частичного контакта поверхностей в посадке подшипника.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра поверхности под радиальные и радиально-упорные шарикоподшипники при циркуляционном нагружении внутреннего кольца (вращается внутреннее кольцо, наружное неподвижно) даны в табл. 3.4.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра поверхности под радиальные и конические роликоподшипники при циркуляционном нагружении внутреннего кольца даны в табл. 3.5.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра поверхности под радиальные и радиально-упорные шарико – и роликоподшипники при местном нагружении внутреннего кольца (вращается наружное кольцо, внутреннее – неподвижно) даны в табл. 3.6.

Циркуляционное нагружение внутреннего кольца имеет место при вращении детали на подшипниках, установленных в неподвижном корпусе.

Местное нагружение внутреннего кольца имеет место при вращении детали на подшипнике относительно неподвижной оси (промежуточное зубчатое колесо, натяжной ролик, шкив и т.д.).

Если при сборке используются подшипники качения, впереди условного обозначения которых указана буква "М", то допустимые и предельные отклонения диаметра поверхности по табл. 3.4., 3.5., 3.6. следует увеличить на величину допуска внутреннего диаметра подшипника.

Отклонения от круглости (овальность) и цилиндричности (конусообразность) поверхности под подшипник качения не должны быть более $\frac{3}{4}$ допуска на нормальный диаметр поверхности.

На поверхности под подшипник скольжения не допускаются забоины, задиры, грубые с заусенцами риски, прижоги и наволакивание металла подшипника.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра поверхности под подшипники скольжения даны в табл. 3.7.

Взаимное радиальное биение опорных поверхностей вала под подшипники качения и скольжения не должно быть более: при длине вала до 160 мм – 0,02 мм, св. 160 до 400 мм – 0,03 мм, более 400 мм – 0,05 мм.

На поверхности под манжетное уплотнение не допускаются забоины, вмятины, заусенцы, риски, царапины, задиры, следы от коррозии, пригорание резины и масла, твердые отложения грязи и заметный на ощупь кольцевой износ. Шероховатость поверхности не должна быть более 0,63 мкм.

Нормальные, допустимые и предельные отклонения диаметра поверхности под манжетное уплотнение даны в табл. 3.8.

Допустимые отклонения диаметра даны при условии соответствия

требованиям или после обработки до выведения дефектов ("как чисто") и полирования.

Нормальные отклонения диаметра могут отличаться от указанных в табл. 3.8 и соответствовать отклонениям диаметра под подшипник качения (скольжения) или иную составную часть.

Допустимое радиальное биение поверхности под манжетное уплотнение относительно опорных поверхностей вала не должно быть более: при диаметре поверхности от 10 до 50 мм – 0,03 мм, св. 50 до 120 мм – 0,05 мм, св. 120 мм – 0,08 мм.

При контроле шлицевых поверхностей следует руководствоваться требованиями раздела "Шлицевые соединения".

При контроле поверхностей под шпоночное соединение следует руководствоваться требованиями раздела "Шпоночные соединения" и таблиц дефектации.

Таблица 3.4. - Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра поверхности вала под радиальные и радиально-упорные шарикоподшипники при циркуляционном нагружении внутреннего кольца

Номинальный диаметр, мм	Обозначение поля допуска	Отклонения диаметра, мм				
		нормальные		допустимые		предельное
		вала	подшипник	при КР	при ТР	
св. 18 до 30	k6	+0,015 +0,002	–0,010	–0,01	–0,02	–0,05
	js6	±0,065				
св. 30 до 50	k6	+0,018 +0,002	–0,012			
	js6	±0,008				
св. 50 до 80	k6	+0,021 +0,002	–0,015	–0,02	–0,03	–0,05
	js6	±0,0095				
св. 80 до 100	k6	+0,025 +0,003	–0,020			
	js6	±0,011				

Таблица 3.5 - Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра поверхности вала под радиальные и конические роликоподшипники при циркуляционном нагружении внутреннего кольца.

Номинальный диаметр, мм	Обозначение поля допуска вала	Отклонения диаметра, мм				
		Нормальные		допустимые		предельное
		вала	подшипника	при КР	при ТР	
св. 18 до 30	k6	+0,015	−0,010	−0,01	−0,02	−0,05
		+0,002				
	js6	±0,065				
	j6	+0,009				
св. 30 до 40	k6	+0,018	−0,012			
		+0,002				
	js6	±0,008				
	j6	+0,011 −0,005				
св. 40 до 50	m6	+0,025	−0,012	0,00	−0,01	
		+0,009				
	k6	+0,018 +0,002				
св. 50 до 80	m6	+0,030	−0,015			
		+0,011				
	k6	+0,021 +0,002				
св. 80 до 120	m6	+0,035				
		+0,013				
	k6	+0,025 +0,003				

Таблица 3.6 - под радиальные и радиально-упорные шарико – и роликоподшипники при местном нагружении внутреннего кольца

Номинальный диаметр, мм	Обозначение поля допуска вала	Отклонения диаметра, мм				
		нормальные		допустимые		предельное
		вала	подшипник	при КР	при ТР	
св. 18 до 30	f6	-0,020 -0,033	-0,010	-0,04	-0,06	-0,10
	g6	-0,007 -0,020				
	h6	-0,011				
	js6	±0,0065				
св. 30 до 50	f6	-0,025 -0,041	-0,012	-0,05	-0,07	
	g6	-0,009 -0,025				
	h6	-0,016				
	js6	±0,008				
св. 50 до 80	f6	-0,030 -0,049	-0,015	-0,06	-0,08	-0,12
	g6	-0,010 -0,029				
	h6	-0,019				
	js6	±0,0095				
	j6	+0,012				

Таблица 3.7 под втулку подшипника скольжения.

Номинальный диаметр вала, мм	Обозначение поля допуска	Отклонения диаметра, мм				
		нормальные	допустимые		предельно	
			при КР	при ТР		
св. 10 до 18	h6	−0,011	−0,03	−0,05	−0,15	
			−0,05	−0,09		
	g6	−0,006 −0,017	−0,04	−0,06		−0,18
			−0,06	−0,10		
	h7	−0,018	−0,06	−0,08	−0,20	
			−0,08	−0,12		
	f7	−0,016 −0,034	−0,08	−0,10		−0,20
			−0,08	−0,10		
св. 18 до 30	h6	−0,013	−0,03 −0,05	−0,05 −0,09	−0,15	
			−0,04 −0,06	−0,06 −0,10		
	g6	−0,007 −0,020	−0,06	−0,08		−0,18
			−0,08	−0,12		
	h7	−0,021	−0,09 −0,11	−0,11 −0,15	−0,20	
			−0,11 −0,15	−0,15 −0,19		
	f7	−0,020 −0,041	−0,11	−0,13		−0,25
			−0,13	−0,17		
св. 30 до 50	h6	−0,016	−0,04 −0,06	−0,06 −0,10	−0,15	
			−0,05 −0,07	−0,07 −0,11		
	g6	−0,009 −0,025	−0,07	−0,09		−0,18
			−0,09	−0,13		
	h7	−0,025	−0,11 −0,13	−0,13 −0,17	−0,25	
			−0,13 −0,17	−0,17 −0,21		
	f7	−0,025 −0,050	−0,13	−0,15		−0,30
			−0,15	−0,19		
e8	−0,050 −0,089	−0,17	−0,19	−0,35		
		−0,19	−0,23			

продолжение таблицы

св. 50 до 80	h6	−0,019	$\frac{-0,04}{-0,06}$	$\frac{-0,06}{-0,10}$	−0,15
	g6	$\frac{-0,010}{-0,029}$	$\frac{-0,05}{-0,07}$	$\frac{-0,07}{-0,11}$	
	h7	−0,030	$\frac{-0,08}{-0,10}$	$\frac{-0,10}{-0,14}$	−0,20
	f7	$\frac{-0,030}{-0,060}$			
			−0,13	−0,15	−0,25

Таблица 3.8 - Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра поверхности вала под манжетное уплотнение.

Номинальный диаметр поверхности, мм	Отклонения диаметра, мм			
	нормальные	допустимые		предельно
		при КР	при ТР	
св. 10 до 18	−0,07			
св. 18 до 30	−0,084	−0,30	−0,40	−0,60
		−0,50	−0,80	−1,0
св. 30 до 50	−0,10	−0,60	−0,90	−1,1
св. 50 до 80	−0,12	−0,70	−1,00	−1,3
св. 80 до 120	−0,14			

Подшипники качения.

Перед дефектацией подшипники должны быть тщательно очищены от загрязнений. Поверхность беговых дорожек колец, шариков, роликов и сепаратора должны быть чистыми, сухими и продуты осушенным сжатым воздухом.

На поверхностях беговых дорожек колец, шариков, роликов не допускаются трещины, сколы, выкрашивание (раковины), сыпь, задиры, цвета побежалости, забоины, коррозия, шелушение, чешуйчатые отслоения металла, риски, отпечатки (лунки) и неравномерный износ на

поверхностях беговых дорожек.

Не допускаются трещины, чрезмерное ослабление и провисание, отсутствие и ослабление заклепок, деформация, забоины, вмятины, дефекты сварки и клепки сепаратора, препятствующие плавному и мягкому вращению колец.

Не допускаются повреждения защитных шайб (для подшипников типов 60000 и 80000 ГОСТ 7242), препятствующие плавному и легкому вращению колец и сепаратора, и уплотнений (для подшипников типов 160000 и 180000).

Допускаются царапины, риски, натирывания на посадочных поверхностях колец, забоины и вмятины на сепараторе, защитных шайбах, не препятствующие плавному и легкому вращению колец, матовая поверхность беговых дорожек колец, шариков и роликов.

Наружное кольцо радиальных шариковых и роликовых подшипников должно легко вращаться относительно удерживаемого внутреннего кольца. Кольцо должно вращаться без притормаживания и заедания, останавливаться плавно, без рывков и стуков, при этом должен быть слышен слабый шипящий шум. Резкий металлический или дребезжащий звук не допускается. Перед проверкой на легкость вращения подшипник погружают и ополаскивают в смеси моторного масла и бензина в соотношении 1:10. При проверке ось вращения должна быть в горизонтальном положении.

Для правильной оценки технического состояния проверяемый подшипник следует сравнивать с утвержденным эталонным подшипником с допускаемыми дефектами.

У радиальных шариковых и роликовых подшипников, соответствующих требованиям, проверить радиальный зазор.

Нормальные, допустимые, предельные значения радиального зазора даны:

для радиальных однорядных шарикоподшипников по ГОСТ 8338, ГОСТ 2893, ГОСТ 7242 и ГОСТ 8882 в табл. 3.9;

для радиальных с короткими роликами роликоподшипников по ГОСТ 8328 и ГОСТ 7364 в табл. 3.10.

Радиальный зазор радиальных шарико- и роликоподшипников следует контролировать приложением усилия к наружному кольцу, действуя попеременно в обе стороны: при внутреннем диаметре подшипника от 10 до 30 мм усилие должно быть 50 ± 5 Н ($5 \pm 0,5$ кгс), свыше 30 до 120 — 100 ± 10 Н (10 ± 1 кгс).

Контроль монтажной высоты радиально-упорных и упорных шарикоподшипников, конических роликоподшипников требованиями на дефектацию не предусматривается. При этом на поверхностях беговых дорожек колец, кроме указанных выше дефектов, не допускается видимый ступенчатый износ.

Таблица 3.9 - Нормальные, допустимые, предельные радиальные зазоры радиальных шарикоподшипников.

Внутренний диаметр		Радиальный зазор, мм				
		нормальный		допустимый		предельный
свыше	до	наименьший	наибольший	при КР	при ТР	
10	18	0,003	0,018	0,04	0,08	0,15
18	30	0,005	0,020			
30	40	0,006	0,020	0,05	0,09	
40	50	0,006	0,023	0,06	0,10	0,20
50	65	0,008	0,028	0,07	0,12	

Таблица 3.10 - Нормальные, допустимые, предельные радиальные зазоры радиальных роликоподшипников.

Внутренний диаметр		Радиальный зазор, мм				
		нормальный		допустимый		предельный
свыше	до	наименьший	наибольший	при КР	при ТР	
14	24	0,010	0,040	0,07	0,10	0,15
24	30	0,010	0,045	0,08	0,11	
30	40	0,015	0,050	0,09	0,12	
40	50	0,020	0,055	0,11	0,14	0,20
50	65	0,020	0,065			

Подшипники скольжения.

Требования распространяются на втулки подшипников скольжения, установленные в корпусных деталях, зубчатых колесах и др. СЧ, а также отверстия корпусных и других деталей без втулок, являющиеся подшипником скольжения.

На поверхности отверстия (втулки) подшипника скольжения не допускаются забоины, задиры, грубые с заусенцами риски, видимый односторонний износ, черновина (отсутствие полного контакта с сопрягаемой деталью – валом, осью) на более чем 1/4. поверхности отверстия. Не допускаются ослабление, проворот, осевое смещение втулки, несовпадение смазочных отверстий втулки и сопрягаемой детали

более чем на 1/3 диаметра.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра подшипников скольжения даны в табл. 3.11.

Отклонения диаметра даны для посадок преимущественного применения в подшипниках скольжения двигателей (за исключением турбокомпрессоров).

Отклонение от круглости (овальность) и цилиндричности (конусообразность) поверхности отверстия подшипника не должна быть более допуска на нормальный диаметр подшипника.

Таблица 3.11 - Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра отверстия подшипников скольжения (для посадок преимущественного применения).

Номинальный диаметр отверстия, мм	Обозначение поля допуска	Отклонения диаметра, мм			
		нормальные	допустимые		предельное
			при КР	при ТР	
св. 10 до 18	H7	+0,018	+0,04	+0,06	+0,15
			+0,06	+0,10	
	F8	+0,043 +0,016	+0,07	+0,09	+0,18
			+0,09	+0,13	
	E8	+0,055 +0,032	+0,08	+0,10	
			+0,10	+0,14	
св. 18 до 30	H7	+0,021	+0,04	+0,06	+0,15
			+0,06	+0,10	
	F8	+0,053 +0,020	+0,08	+0,10	+0,20
			+0,10	+0,14	
	E8	+0,073 +0,040	+0,10	+0,12	
			+0,12	+0,16	
св. 30 до 50	H7	+0,025	+0,05	+0,07	+0,15
			+0,07	+0,11	
	F8	+0,064 +0,026	+0,09	+0,11	+0,22
			+0,11	+0,15	
	E8	+0,084 +0,046	+0,11	+0,13	
			+0,13	+0,17	
св. 50 до 80	H7	+0,030	+0,05	+0,07	+0,15
			+0,07	+0,11	
	F8	+0,076 +0,030	+0,10	+0,12	+0,25
			+0,12	+0,16	
	E8	+0,106 +0,060	+0,13	+0,15	
			+0,15	+0,19	

Шпоночные соединения.

Требования распространяются на шпоночные соединения СЧ с призматическими по ГОСТ 8789 и сегментными по ГОСТ 8794 шпонками с отклонениями размеров шпонок и пазов по ГОСТ 7227.

На поверхностях вала и отверстия под шпоночное соединение не допускаются: забоины, заусенцы, следы недопустимого ослабления посадки и заметный ступенчатый износ поверхности вала; смятие, износ поверхности шпоночного паза с видимым уступом и "на конус".

При отсутствии дефектов необходимо проверить диаметр вала, отверстия и ширину шпоночного паза на валу и в отверстии.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметров вала и отверстия под шпоночное соединение даны в табл. 3.12 и 3.13.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения ширины шпоночного паза вала и отверстия даны в табл. 3.14 и 3.15.

На поверхности шпонки не допускаются забоины, заусенцы и заметный ступенчатый износ.

Таблица 3.12 - Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра вала под шпоночное соединение.

Номинальный диаметр вала, мм	Отклонения диаметра, мм			
	нормальные	допустимые		предельное
		при КР	при ТР	
св. 10 до 18	−0,011	−0,02	−0,03	−0,10
св. 18 до 30	−0,013	−0,03	−0,05	
св. 30 до 50	−0,016	−0,03	−0,04	−0,12
св. 50 до 80	−0,019	−0,04	−0,06	
св. 80 до 120	−0,022	−0,04	−0,05	−0,15
		−0,05	−0,07	
св. 10 до 18	+0,039			−0,05
	+0,028			
св. 18 до 30	+0,048	+0,03	+0,02	
	+0,035	+0,02	+0,00	

продолжение таблицы

св. 30 до 50	+0,059 +0,043	<u>+0,04</u> +0,03	<u>+0,03</u> +0,01	-0,05
св. 50 до 65	+0,072 +0,053	<u>+0,05</u> +0,04	<u>+0,04</u> +0,02	
св. 65 до 80	+0,078 +0,059			
св. 80 до 100	+0,093 +0,071	<u>+0,06</u> +0,05	<u>+0,05</u> +0,03	
св. 100 до 120	+0,101 +0,079			

Таблица 3.13 - Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра отверстия под шпоночное соединение.

Номинальный диаметр отверстия, мм	Отклонения диаметра, мм			
	нормальные	допустимые		предельное
		при КР	при ТР	
св. 10 до 18	+0,018	<u>+0,03</u> +0,04	<u>+0,04</u> +0,06	+0,10
св. 18 до 30	+0,021			
св. 30 до 50	+0,025	+0,04 +0,05	+0,05 +0,07	+0,12
св. 50 до 80	+0,030	<u>+0,05</u> +0,06	<u>+0,06</u> +0,08	
св. 80 до 120	+0,035			+0,14

Таблица 3.14. - Нормальные, допустимые, предельные отклонения ширины шпоночного паза вала.

Номинальная ширина паза, мм	Отклонения ширины паза, мм			
	нормальные	допустимые		предельное
		при КР	при ТР	
от 1 до 3	-0,010 -0,050	+0,02	+0,05	+0,10
св. 3 до 6	-0,010 -0,055			
св. 6 до 10	-0,015 -0,065			
св. 10 до 18	-0,020 -0,075			

Таблица 3.15 - Нормальные, допустимые, предельные отклонения ширины шпоночного паза отверстия.

Номинальная ширина паза, мм	Отклонения ширины паза, мм			
	нормальные	допустимые		предельное
		при КР	при ТР	
от 1 до 3	+0,055 +0,010			
св. 3 до 6	+0,065 +0,015	+0,10	+0,15	+0,25
св. 6 до 10	+0,075 +0,020	+0,15	+0,20	+0,30

Шлицевые соединения.

Требования распространяются на прямобочные по ГОСТ 1139 и эвольвентные по ГОСТ 6033 шлицевые соединения.

На шлицевых поверхностях вала и отверстия не допускаются забоины, заусенцы, задиры, выкрашивание, смятие, заметный неравномерный, ступенчатый износ и скручивание с образованием уступов и видимым нарушением прямолинейности боковин шлицев. Допускается конусообразность шлицев по боковине не более 0,15 мм на длине 100 мм.

При отсутствии дефектов необходимо проверить износ шлицев.

Износ шлицев вала (наружных шлицев) следует контролировать измерением бокового зазора между зубом вала и шлицевым пазом

отверстия контрольной (новой) сопрягаемой детали (зубчатого колеса, шлицевой муфты и т.д.) или специальной контрольной шлицевой втулки.

Износ шлицев отверстия (внутренних шлицев) контролировать измерением бокового зазора между шлицевым пазом отверстия и зубом контрольного (нового) вала или специальной контрольной шлицевой оправки.

Зазор контролируют с помощью щупа, толщина которого соответствует допустимой величине бокового зазора, или индикаторным приспособлением; щуп не должен входить в зазор между пазом и зубом шлицев или входить с легким зажимом.

Нормальные, допустимые, предельные значения бокового зазора между шлицевым зубом вала и шлицевым пазом отверстия контрольной сопрягаемой детали даны в табл. 3.16.

Нормальные, допустимые, предельные значения бокового зазора между шлицевым пазом отверстия и шлицевым зубом контрольного вала даны в табл. 1.17.

Таблица 3.16 - Нормальные, допустимые, предельные значения бокового зазора между шлицевым зубом вала и шлицевым пазом отверстия контрольной (новой) сопрягаемой детали.

Наружный диаметр		Боковой зазор между зубом вала и пазом отверстия, мм				
		нормальный		допустимый		предельны
свыше	до	наименьший	наибольший	при КР	при ТР	
10	18	0,028	0,125	<u>0,20</u> 0,25	<u>0,25</u> 0,35	0,50
18	30	0,034	0,155	<u>0,25</u> 0,30	<u>0,30</u> 0,40	0,55
30	50	0,044	0,185	<u>0,30</u> 0,35	<u>0,35</u> 0,45	0,60
50	80	0,052	0,230	<u>0,35</u> 0,40	<u>0,40</u> 0,50	0,70

Таблица 3.17 - Нормальные, допустимые и предельные значения бокового зазора между шлицевым пазом отверстия и шлицевым зубом контрольного (нового) вала.

Наружный диаметр		Боковой зазор между пазом отверстия и зубом "вала", мм				
		нормальный		допустимый		предельный
свыше	до	наименьший	наибольший	при КР	при ТР	
10	18	0,028	0,125	0,25 0,30	0,30 0,40	0,55
18	30	0,034	0,155	0,30 0,35	0,35 0,45	0,60
30	50	0,044	0,185	0,35 0,40	0,40 0,50	0,65
50	80	0,052	0,230	0,40 0,45	0,45 0,55	0,75

Колеса зубчатые.

На рабочей поверхности зубьев не допускаются:

обломы, трещины, забоины; при осмотре следует иметь в виду, что трещины, как правило, возникают на поверхности ножки зуба;

задиры, натир всей или большей части рабочей поверхности; поверхность должна быть чистой и гладкой;

сплошное выкрашивание на большей части зуба;

обминание и интенсивный износ с образованием уступа на глубину выкрошившегося слоя; зуба;

чрезмерный износ зубьев по толщине с заметным искажением нормального профиля частичный (менее 1/2 ширины зуба) контакт рабочей поверхности зубьев (работа зуба краем);

ступенчатый износ зубьев от неполного зацепления по ширине зуба;

смятие, сколы, забоины и износ поверхности торцев зубьев более чем на 15% при КР и 25% при ТР от ширины зуба (для зубчатых колес непостоянного зацепления)

На рабочей поверхности зубьев допускается несплошное, в виде отдельных точек (размером не более 0,5 мм) выкрашивание, рассредоточенное по всей ширине зуба. Допускается сплошное, ограниченное на части поверхности выкрашивание зубьев.

Допустимость ограниченного выкрашивания "мягких" поверхностей зубьев обусловлена тем, что, как правило, выкрашивание происходит в период приработки и связано с концентрацией нагрузки на ограниченных участках или мелких неровностях рабочей поверхности. Выкрашивание происходит до тех пор, пока в результате выкрашивания нагрузка не

распространится на большую поверхность, т.е. пока поверхности не приработаются.

Для исключения субъективности оценки состояния поверхностей зубьев осмотром рекомендуется сравнивать проверяемое зубчатое колесо с утвержденным эталонным зубчатым колесом с допускаемыми дефектами.

Если отсутствуют дефекты и при осмотре значительная, заметно искажающая форму профиля (эвольвенту) зубьев выработка, не выявлена, то заключение о годности зубчатых колес рекомендуется делать при установке и соединении колес по величине бокового зазора в зацеплении.

Нормальные, допустимые, предельные значения бокового зазора в зацеплении зубчатых колес даны в табл. 3.18.

При контроле поверхностей под шпоночное соединение следует руководствоваться требованиями раздела "Шпоночные соединения" и таблиц дефектации.

При контроле шлицевых поверхностей следует руководствоваться требованиями раздела "Шлицевые соединения".

При контроле поверхностей втулок подшипников скольжения следует руководствоваться требованиями раздела "Подшипники скольжения" и таблиц дефектации.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра отверстия под подшипник качения для промежуточных зубчатых колес, установленных на неподвижной оси, даны в табл. 3.19.

Подшипник качения в отверстии промежуточного зубчатого колеса, установленного на неподвижной оси, работает при циркуляционном нагружении наружного кольца (вращается наружное кольцо, внутреннее - неподвижно), что регламентирует применение полей допусков по N7 и P7.

Поле допуска P7 применяется преимущественно для тонкостенных отверстий.

Если при сборке используются подшипники качения, впереди условного обозначения, которых указана буква "Б", то допустимые и предельные отклонения диаметра отверстия, указанные в табл. 3.19, допускается увеличить на величину допуска наружного диаметра подшипника.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра наружной поверхности зубчатых колес под подшипник качения – см. табл. 3.4, 3.5.

Таблица 3.18 - Нормальные, допустимые, предельные значения бокового зазора в зацеплении зубчатых колес передач двигателей.

Наружный диаметр большого		Боковой зазор в зацеплении, мм				
		нормальный		допустимый		предельный
свыше	до	наименьший	наибольший	при КР	при ТР	
	50	0,05	0,14	0,20	0,30	0,40
50	80	0,06	0,19	0,25	0,35	0,50
80	120	0,07	0,20	0,30	0,40	0,60
120	200	0,09	0,25	0,35	0,45	0,70

Таблица 3.19 - Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра отверстия зубчатых колес под подшипник качения при циркуляционном нагружении наружного кольца (вращается наружное кольцо, внутреннее – неподвижно).

Номинальный диаметр, мм	Обозначение поля допуска	Отклонения диаметра, мм				
		нормальные		допустимые		предельное
		отверстия	подшипни	при КР	при ТР	
св. 30 до 50	N7	-0,008 -0,033	-0,011	0,00	+0,01	+0,06
	P7	-0,017 -0,042				
св. 50 до 80	N7	-0,009 -0,039	-0,013			
	P7	-0,021				
св. 80 до 120	N7	-0,010 -0,045	-0,015			
	P7	-0,024				
св. 120 до 150	N7	-0,012 -0,052	-0,018			
	P7	-0,028 -0,068				

Шкивы клиноременные.

На рабочих поверхностях канавок обломы, сколы, трещины, забоины, задиры, глубокие риски с заусенцами, чрезмерный ступенчатый износ не допускаются.

Рабочие поверхности канавок штампованных шкивов не должны иметь изгиба стенок боковин, вмятин, заусенцев.

Износ канавки проверять шаблоном, изготовленным по профилю канавки нового шкива. Зазор между боковиной канавки и шаблоном не должен превышать 0,5 мм.

Не допускаются трещины, обломы ступицы шкива, отсутствие или ослабление заклепок, болтов крепления ступицы к диску сборного шкива, деформация диска.

Биение рабочей поверхности канавки литого шкива относительно отверстия ступицы, замеренное перпендикулярно образующей конуса на большем диаметре, допускается не более: 0,2 мм при диаметре до 100 мм; 0,4 мм – от 100 до 200 мм; 0,6 мм – от 200 до 300 мм. Для литых шкивов сборной конструкции и штампованных шкивов допускается увеличение указанных норм биения в 2 раза.

При контроле отверстия ступицы под шпоночное соединение следует руководствоваться требованиями раздела "Шпоночные соединения" и таблиц дефектации.

При контроле шлицевого отверстия следует руководствоваться требованиями раздела "Шлицевые соединения".

При контроле отверстия втулки подшипника скольжения следует руководствоваться требованиями раздела "Подшипники скольжения".

При контроле отверстия ступицы под подшипник качения следует руководствоваться требованиями раздела "Колеса зубчатые".

Ремни клиновые.

Ремни перед дефектацией должны быть очищены и обезжирены, ремни должны быть чистыми и сухими.

При КР ремни подлежат замене. Требования, приведенные ниже, относятся к дефектации ремней при ТР.

Ремни не должны иметь: порезов, трещин, расслоения, прижогов с затвердением и растрескиванием резины; признаков разложения резины от воздействия ГСМ; отслоений, повреждений и износа оберточной прорезиновой ткани; скрученности и односторонней вытянутости. Наличие трещин следует выявлять по всей длине перегибом ремня относительно наружной и внутренней сторон сечения на цилиндре диаметром 50 – 60 мм.

При отсутствии дефектов по п. 3.9.3 рекомендуется проверить вытянутость ремней измерением длины; увеличение длины допускается не более 3% от длины нового ремня.

Замененные при КР ремни допускается использовать при ТР, если они

отвечают требованиям и не имеют недопустимой вытянутости по длине.

Пружины.

Пружины контролировать осмотром, измерением длины в свободном состоянии и испытанием под нагрузкой.

Для правильной оценки состояния ответственных пружин осмотром при дефектации рекомендуется пользоваться эталонной пружиной с допустимыми дефектами.

На поверхностях витков не допускаются: трещины, забоины, продольные и поперечные глубокие риски, следы проникающей коррозии и износ витков от трения о смежные детали.

Опорные витки пружин сжатия должны быть пригнуты к рабочим виткам так, чтобы зазоры между концами опорных витков и рабочими витками не превышали $1/4$ величины зазора между рабочими витками.

Не допускается непрямолинейность пружины сжатия и отклонение от перпендикулярности опорных торцов к оси пружины в свободном состоянии более 3 мм на длине 100 мм.

На пружинах растяжения не допускаются облом, заметные нарушение формы загиба и отклонение от расположения прицепа в плоскости оси пружины.

Пружины растяжения с закрытой навивкой (без зазора между витками) не должны иметь зазора между витками более $1/5$ диаметра проволоки.

Требования для контроля ответственных пружин испытанием под нагрузкой даны в разделах дефектации составных частей, куда они входят.

При отсутствии машины для испытания пружин под нагрузкой допускается проводить контроль ответственных пружин сжатия 5 – кратным обжатием до соприкосновения витков; при этом остаточная деформация (усадка) не допускается, т.е. длина пружины в свободном состоянии до и после обжатия должна быть одинаковой.

Для пружин, испытание под нагрузкой которых не предусмотрено, отклонение длины в свободном состоянии от длины эталонной (новой) пружины не должно быть более: для пружин сжатия 5% - при КР, 10% - при ТР, предельное – 15%; для пружин растяжения с открытой (с зазором между витками) навивкой 10% - при КР, 15% - при ТР, предельное – 20%

Трубопроводы, соединительные части.

Наружные и внутренние поверхности трубопроводов и рукавов должны быть чистыми и сухими. На поверхностях не допускаются смолистые отложения, остатки масла, топлива и продукты их окисления, окалина и ржавчина. На поверхностях труб системы охлаждения не допускаются отложения накипи.

Вмятины на стенках и овальность в местах изгиба труб допускается не более: при условном проходе от 6 до 10 мм – 2 мм, свыше 10 до 25 мм – 3 мм, свыше 25 до 40 мм – 4 мм и более 40 мм – 5 мм.

Развальцованные концы труб не должны иметь трещин, надрезов, надломов, заметных некруглости, перекоса к оси трубы и уменьшения толщины стенки; на уплотняющей внутренней поверхности развальцованной части не допускаются задиры и грубые риски.

Шероховатость (Ra) уплотняющей (сферической или конусной) поверхности приварного ниппеля трубопровода должна быть не более 1,6 мкм, не допускаются трещины, задиры, забоины, смятие, риски и деформация уплотняющей поверхности, трещины в сварных швах.

Трубопроводы из полиэтилена (по ГОСТ 18599) должны быть эластичными, без трещин, вмятин, надрезов, признаков старения (затвердевания), других повреждений, плотно обжимать соединительные части (ниппели, наконечники, штуцеры).

Трубопроводы из резиновых трубок (по ГОСТ 5496) должны быть гибкими, эластичными, без признаков старения и разрушения резины, трещин, порезов, разбухания и местных вздутий, заметного увеличения диаметра, плотно обжимать соединительные части (ниппели, наконечники, штуцеры).

Трубопроводы из резиновых рукавов с текстильным каркасом (по ГОСТ 18698) должны быть гибкими и упругими, без признаков старения и разрушения резины, трещин, порезов, отслоения резиновых слоев от каркаса, разбухания и местных вздутий резины, заметного увеличения диаметра, должны плотно обжимать соединительные части (ниппели, наконечники, штуцеры).

Шланги из резиновых рукавов высокого давления (по ГОСТ 6286) не должны иметь повреждений, признаков старения и отслоения наружного резинового слоя, оголения и повреждений металлической оплетки, скручивания рукава, местных вздутий и повреждений в местах заделки ниппелей. Шероховатость (Ra) уплотняющей сферической поверхности ниппеля не должна быть более 1,6 мкм; не допускаются трещины, задиры, забоины, риски и деформация уплотняющей поверхности ниппеля.

При отсутствии надежного заключения о годности по результатам контроля осмотром, в необходимых случаях проверить герметичность трубопроводов (кроме резиновых) и шлангов на герметичность под давлением.

Трубопроводы при давлении испытания до 0,5 МПа (5 кгс/см²) следует испытывать воздухом в водяной ванне, более – жидкостью. Выделение пузырьков воздуха и падение давления жидкости в течение 2 мин не допускаются.

Трубопроводы должны быть испытаны при давлении, равном 1,25Р (Р – рабочее давление).

Штуцеры, угольники, тройники, футорки не должны иметь дефектов резьбы (см. "Резьбовые детали"); не допускаются задиры, забоины, риски и шероховатость конусной уплотняющей поверхности более 2,5 мкм.

Уплотнительные детали.

Прокладки из паронита, картона, резины и металлоасбеста при КР подлежат замене.

При ТР допускается повторное использование прокладок, если они соответствуют следующим требованиям. Прокладки из паронита, картона и металлоасбеста не должны иметь разрывов, надломов, складок, местных вырывов, расслоения, заметных отклонений по толщине. Прокладки головки цилиндров подлежат замене.

Прокладки из резины не должны иметь трещин, разрывов, складок, признаков старения резины (затвердевания, растрескивания), разбухания и изменений размеров и формы.

Прокладки из алюминия, меди, фибры допускаются к повторному использованию с соблюдением следующих требований. Прокладки из алюминия и меди не должны иметь трещин, задиров, заусенцев, заметных износа, увеличения диаметра и уменьшения толщины менее: 0,75 мм при внутреннем диаметре до 12 мм; 1,25 мм при диаметре от 12 до 24 мм; 1,5 мм при диаметре от 24 до 50 мм; 2 мм при диаметре от 50 до 60 мм.

При повторном использовании прокладки из меди и алюминия должны быть подвергнуты отжигу.

Прокладки из фибры не должны иметь трещин, выкрашивания, задиров и износа.

Кольца резиновые уплотнительные круглого сечения по ГОСТ 9833, ГОСТ 18829 и другие нестандартные резиновые кольца круглого и иного сечений, уплотняющие неподвижные соединения, допускаются к повторному использованию при КР и ТР, если не имеют разрывов, трещин, срезов, затвердевания, растрескивания, разбухания резины и заметного изменения формы сечения и диаметра.

При входном контроле новые кольца не должны иметь срезов, заметных отклонений формы сечения; облой от разъема пресс-формы должен быть тщательно удален без повреждения поверхности кольца; при этом выступы облоя не должны превышать 0,1 мм на сторону. В местах снятия облоя допускается следы шлифования.

Манжеты резиновые армированные по ГОСТ 8752 при капитальном ремонте подлежат замене.

При ТР допускается повторное использование манжет, не имеющих рисков, срезов, трещин, прижогов и признаков старения резины на рабочей кромке, а также отслоения и среза резины от каркаса, деформации каркаса и дефектов пружин; пружина должна плотно, с усилием обжимать рабочую кромку манжеты.

При контроле износа рабочей кромки манжет следует руководствоваться данными табл. 3.20.

Таблица 3.20 -Нормальные, допустимые, предельные отклонения диаметра манжет по рабочей кромке.

Номинальный диаметр вала, dВ, мм	Номинальный диаметр манжеты по рабочей кромке, мм	Нормальное отклонение диаметра манжеты, мм	Допустимое отклонение диаметра манжеты от номинального диаметра вала в сопряжении с ДИ*		Предельное отклонение диаметра манжеты от номинального диаметра
			новым	новым	
от 6 до 28	dВ-0,2	-0,6	-0,6	-0,3	0,00
от 30 до 52	dВ-0,3	-1,0	-1,1	-0,4	
от 55 до 95	dВ-0,3	-1,1	-1,2	-0,5	
от 100 до 140	dВ-0,4	-1,3	-1,3	-0,6	

Примечание: * ДИ – допустимый износ.

Резьбовые детали.

Резьбовые поверхности должны быть чистыми, без окалины и ржавчины.

Контроль резьбы должен проводиться осмотром, резьбовыми калибрами и новыми болтами (гайками) соответствующего класса точности.

Резьба деталей должна быть полной, чистой, без вмятин, забоин, заусенцев, смятия, выкрашивания и вытянутости; срыв более двух ниток не допускается.

Контроль наружных резьб ответственных деталей следует производить резьбовым непроходным калибром-кольцом НЕ (11), внутренних резьб – непроходным калибром-пробкой НЕ (22) ГОСТ 24939.

Контроль наружных резьб ответственных деталей, износ которых имеет местный характер и располагается на удалении от заходной части резьбы (заходная часть резьбы практически не изнашивается) необходимо производить резьбовой непроходной калибр-скобой НЕ (9) ГОСТ 24939.

Допускается снижение класса точности резьбы на один класс от класса точности резьбы новой детали. При этом для контроля может быть использован соответствующий инструмент, например: для внутренней резьбы М24×1,5-6Н калибр-пробка НЕ М24×1,5-7Н ГОСТ 18465; для наружной резьбы М24×1,5-6g калибр-кольцо НЕ М24×1,5-8g ГОСТ 18465.

При дефектации резьбовых деталей на СЕ годные шпильки вывинчивать не следует. Напряженную посадку (по ГОСТ 4608) и переходную посадку (по ГОСТ 24834) шпилек необходимо проверять осмотром, остукиванием, проверкой момента затяжки. Если при остукивании шпильки легким металлическим стержнем слышен

дребезжащий звук, то шпильку следует вывинтить и заменить на шпильку, обеспечивающую плотную посадку или шпильку установить на анаэробном герметике или эпоксидном составе.

Контроль конической резьбы деталей следует производить осмотром и ввинчиванием новой сопрягаемой детали; для этого могут применяться также калибры для конической резьбы.

Стержни болтов, винтов и шпилек не должны иметь изгиба, заметного износа и коррозионного разрушения с образованием шейки и уменьшением диаметра.

На головках болтов, винтов и гайках не допускаются смятие, заметный износ граней и углов. На торцевых поверхностях головок болтов и гаек не допускаются глубокие задиры и заусенцы.

Отверстия под шпильки в болтах, шпильках не должны быть забиты и заметно увеличены. Шлиц (крест) головки винтов не должен иметь повреждений и заметной выработки.

Не допускаются ослабление посадки, выпадание и повреждения нейлонового кольца самостопорящихся гаек.

Круглые гайки с отверстиями и шлицами под ключ не должны иметь повреждений и износа, исключающих надежный захват ключом.

При контроле СЕ с резьбовыми соединениями необходимо проверить затяжку и стопорение крепежных деталей.

Крепежные детали.

Пружинные шайбы не должны иметь трещин, сколов на концах, развода концов менее полуторной их толщины (нормальный развод равен двойной толщине) и увеличения зазора в стыке более толщины шайбы.

Стопорные шайбы, стопорные и замковые планки и пластины для повторного использования при ТР не должны иметь трещин, надрывов, надломов, глубоких задигов и деформации отверстий.

Крепежные детали при КР подлежат замене, кроме деталей, которые предусматривают многократное использование.

На шпильках, допускаемых для повторного использования при ТР, не допускаются надломы, надрезы и скручивание.

3.2.2 . Головка цилиндров, механизм газораспределения

При дефектации руководствоваться общими положениями и требованиями и, кроме того, следующими требованиями.

Контроль головок цилиндров проводят в сборе с направляющими втулками, седлами гнезд клапанов и стаканами форсунок.

На головках цилиндров не допускаются:

сквозные, выходящие в полость рубашки охлаждения трещины в перемычках между гнездами клапанов, отверстием под форсунку и гнездом клапана, стенок рубашек охлаждения;

трещины или обломы более трех несмежных или двух смежных охлаждающих ребер (для двигателей воздушного охлаждения);

трещины, следы выгорания, раковины, риски, коррозия на рабочей фаске гнезд клапанов; ослабление посадки вставных седел гнезд клапанов;

трещины, сколы, облом, задиры поверхности отверстия и ослабление посадки направляющей втулки;

разрушение посадочных мест под седла клапанов и перемычек между ними; пробоины, прогорание, трещины на стенках камеры сгорания; коррозия, пористость на поверхности прилегания к блоку цилиндров в зоне отверстий рубашки охлаждения и отверстий под шпильки крепления (для головок из алюминиевых сплавов);

ЯМЗ-240БМ, -8421, -8423, -8481, -8482, КамАЗ-740 и модиф. – забоины, риски, задиры, царапины в зоне уплотнений и на кромках кольца газового стыка, ослабление посадки кольца, повреждения канавки под кольцо (не допускается укладка головки привалочной поверхностью на металлический стол);

местный износ, смятие поверхности под свечи и гайки шпилек крепления головки к блоку (для головок из алюминиевых сплавов).

ЗМЗ-405, -406, -409 и модиф.

На головке цилиндров и крышках распределительных валов не допускаются: на поверхностях опор распределительных валов – обломы, трещины, забоины, задиры, грубые риски с заусенцами, заметный неравномерный (односторонний) износ; на поверхностях разъема головки и крышек распределительных валов – забоины, заусенцы.

Контроль диаметра отверстий опор распределительного вала следует проводить после затяжки болтов крепления крышек моментом 1,9 – 2,3 кгс·м. Раскомплектование крышек и головки цилиндров не допускается. Перед установкой крышек поверхности разъема головки и крышек необходимо тщательно протереть чистой салфеткой. Крышки следует устанавливать по номерам спаренности, с опорой головки. Диаметр отверстий опор следует измерять в плоскости осей направляющих втулок клапанов.

На поверхности отверстий головки цилиндров под гидротолкатели не допускаются обломы, трещины, забоины, задиры, грубые риски, видимый неравномерный износ. Контроль диаметра отверстий следует проводить в плоскости, перпендикулярной оси опор распределительных валов.

Отсутствие сквозных трещин, выходящих в полость рубашки охлаждения, и герметичность посадки стаканов форсунок проверяют испытанием на герметичность при давлении жидкости $0,55 \pm 0,05$ МПа ($5,5 \pm 0,5$ кгс/см²) в течение 3 мин. Течь и потение не допускаются.

Клапаны.

На клапанах не допускаются: трещины, сколы, раковины, следы выгорания, коррозия, риски на фаске, выкрашивание наплавленного слоя,

коробление тарелки; трещины, задиры, грубые риски, местные натиры, заметный изгиб стержня; задиры, неплоскостность (седлообразный износ) торца стержня, смятие, износ боковин канавки под сухарики.

Пружина клапана. Нормальные и допустимые значения контрольных параметров пружин клапанов даны в табл. 3.21. Допускается взамен контроля упругости измерение длины пружины в свободном состоянии. Усадка (уменьшение длины) пружины не должна превышать 3% от номинального значения длины в свободном состоянии, а после пятикратного сжатия до соприкосновения витков пружина не должна иметь остаточной деформации.

Коромысло клапана. На коромысле клапана не допускаются: трещины, сколы, забоины, задиры, царапины, неравномерный (односторонний) износ бойка (поверхность Д) с нарушением радиуса кривизны (проверять радиусным шаблоном, соответствующим радиусу нового коромысла, - допускается отклонение радиуса не более 0,5 мм); заметный неравномерный износ и ослабление посадки втулки; чрезмерный износ сферической поверхности регулировочного винта, дефекты резьбы коромысла, винта, повреждение шлица винта.

Стойка оси коромысел. Стойка (опора) оси (валика) коромысел должна быть без обломов, трещин и ослабления посадки установочного штифта (втулки).

Вал распределительный. На распределительном вале не допускаются: трещины, сколы, задиры, прижоги, выкрашивание, забоины, заметный износ кулачков с нарушением профиля и шероховатости; забоины, задиры, натиры, прижоги поверхностей опорных шеек и торца упорной шейки.

Толкатель плунжерный. На толкателе не допускаются: трещины, забоины, задиры, сколы, выкрашивание в виде раковин поверхности трения с кулачком распределительного вала; забоины, задиры, глубокие с заусенцами риски на направляющей (цилиндрической) поверхности под отверстие блока (кронштейна).

Толкатель роликовый. На толкателе не допускаются: сколы, трещины, задиры, выкрашивание, неравномерный износ поверхности ролика и подпятника под штангу; ослабление посадки втулки, оси ролика и подпятника; вращение ролика с заеданием.

Штанга толкателя. На штанге не допускаются: трещины стержня, сколы, задиры, неравномерный, чрезмерный износ сферической поверхности наконечников; ослабление посадки наконечников.

ЗМЗ-405, -406, -409 и модиф.

Гидротолкатель. На торцевой поверхности контакта корпуса толкателя с кулачком распределительного вала не допускаются забоины, задиры, риски, царапины, выкрашивание и местный (диаметральный) износ (вследствие отсутствия вращения толкателя при работе).

Поверхность должна иметь следы трения кулачка по всей окружности на ширине контакта с кулачком.

На направляющей поверхности корпуса не допускаются забоины, задиры, грубые риски, натиры сплава головки, заметный износ. На сопрягаемых прецизионных поверхностях корпуса и плунжеров не допускаются забоины, задиры, риски, царапины, натиры и заметные следы износа. Шарик обратного клапана должен быть прижат к гнезду в плунжере и обеспечивать герметичность.

При дефектации раскомплектование частей гидротолкателя не допускается. При наличии неустраняемых дефектов на прецизионных поверхностях гидротолкатель подлежит замене.

Гидронатяжитель цепи. На сопрягаемых прецизионных поверхностях отверстия корпуса и плунжера не допускаются забоины, задиры, риски, царапины, натиры и заметные следы износа. Плунжер в корпусе должен перемещаться легко, без заеданий и ощутимого зазора. Не допускается смятие и чрезмерная выработка проточек под запорное кольцо. Шарик обратного клапана должен быть прижат к гнезду в корпусе клапана и обеспечивать герметичность. Запорное кольцо должно садиться в проточку корпуса с натягом.

Раскомплектование корпуса и плунжера не допускается.

Пружина должна соответствовать следующим требованиям: длина в свободном состоянии не менее 86 мм; при сжатии до длины 66 мм должна развивать усилие не менее 30Н (3 кгс).

При КР башмак натяжителя подлежит замене; в случаях необходимости допускается повторное использование башмаков с износом глубиной не более 0,5 мм. При ТР допускается износ рабочей поверхности глубиной до 1 мм. На башмаке не допускаются обломы, трещины. На успокоителях цепи не допускаются обломы, трещины и чрезмерный износ. При КР успокоители следует заменить на новые.

Цепи привода. Цепь перед дефектацией должна быть тщательно очищена от загрязнений, коррозии и промывта. Детали цепи не должны иметь трещин, сколов, выкрашивания, деформации, ослабление посадки втулок и осей в пластинах.

Цепь должна иметь легкую, без заедания подвижность в шарнирных соединениях. Подвижность проверять поворотом от руки соседних звеньев и роликов цепи, лежащей на горизонтальной плоскости. Цепь не должна иметь заметного скручивания (односторонней вытянутости).

Контроль удлинения цепи (износа и деформации) проводят измерением длины участка с 19 звеньями под растягивающим усилием 50Н (5 кгс). Измерение проводят штангенциркулем с ценой деления 0,05 мм внутренними губками (т.е. как размер "вала" – по наружным образующим крайних роликов участка). Нормальная длина новой цепи должна быть в пределах 187,3 – 187,6 мм, допустимая при КР – не более

188,5 мм, при ТР – не более 190 мм. Необходимость контроля удлинения цепи для повторного использования при КР обусловлена тем, что цепь может быть заменена на новую при ТР, а двигатель поступил на КР с незначительной наработкой после замены цепи.

Звездочки привода. На зубьях звездочки не допускаются сколы, трещины, выкрашивание и видимый с нарушением геометрии зуба износ.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения размеров, форм и взаимного расположения типовых поверхностей составных частей головок цилиндров и газораспределительного механизма даны в табл. 3.21.

Таблица 3.21 - Нормальные и допустимые значения контрольных параметров пружин клапанов механизма газораспределения двигателей

Марка, модель двигателя	Наименование пружины	Нормальная длина пружины, мм		Усилие пружины, сжатой до рабочей длины, кГс	
		в свободном состоянии	рабочая	нормальное	допустимое
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	наружная	72,0	49,5	13,11±0,98	10,0
	внутренняя	52,0	45,9	5,85±0,44	4,5
Д-240...Д-248 и модиф.	наружная	64,0	54,0	17,4±1,4	13,0
	внутренняя	58,5	48,5	8,86±0,8	6,5
Д-65 и модиф.	наружная	80,0	41,5	25,5±1,91	19,0
	внутренняя	68,5	40,0	13,8±1,04	10,5
Д-50 и модиф.	наружная				
	50-1007045	77,0	39,0	14,7±1,2	11,0
	50-1007045-А2	77,0	42,4	13,68±1,03	10,0
	внутренняя				
	50-1007046	67,0	37,0	15,3±1,27	11,0

продолжение таблицы

	50-1007046- А2	67,0	39,4	14,32±1,07	10,0
СМД-14...СМД-32 и модиф.	наружная	75±0,75	57,0	19,75±1,25	15,0
	внутренняя	67±0,75	55,0	8,15±0,45	6,0
СМД-60...СМД-73 и модиф.	наружная	74,0	42,0	44,6±2,62	35,0
	внутренняя	63,0	37,0	25,1±1,5	20,0
А-01,-41,-440, Д-442, ЯМЗ-236,-238,-240БМ и модиф.	наружная	74,0	56,0	25±1,5	20,0
	внутренняя	63,0	50,0	12,8±0,75	10,0
ЯМЗ-8421,-8423,-8481,-8482 и модиф.	наружная	64,5	37,2	55,4±3,3	44,5
	внутренняя	57,0	33,7	30,1±1,8	24,0
Д-108,-160 и модиф.	наружная	92±1,2	78,0	33±2,6	24,5
	внутренняя	89,0	60,0	4,48□0,62	3,5
КамАЗ-740 и модиф.	наружная		33,3	46,3±2,8	37,0
	внутренняя		31,3	23,4±1,4	19,0
ЗИЛ-130,-131,-655 и модиф.	наружная	58,0	48,25	28,8±2	23,0
			38,0	64,0±4	51,0
ЗИЛ-645 и модиф.		67,0	42,0	57±2,9	46,0
	внутренняя	62,5	39,5	28±1,5	22,5

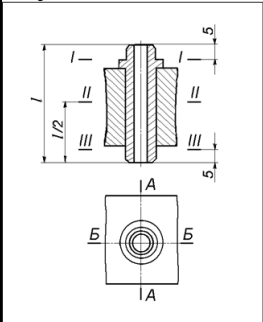
продолжение таблицы

ЗМЗ-405,-406,-409	наружная	45,2	33,7	26±1,7	20,5
и модиф.	внутренняя	34,1	29,7	10±0,8	8,0
ЗМЗ-53/5233,		53,5	37,0	66,5±4	54,0
-672/5234					
и модиф.					
ЗМЗ-24,-402		52,5	37,0	77,5±5,6	62,0
и модиф.					

Таблица 3.22 - Нормальные, допустимые, предельные отклонения размеров, форм, взаимного расположения типовых поверхностей СЧ головок цилиндров и механизма газораспределения

Наименование СЧ, марка (модель) двигателя	Контролируемые поверхности, размер	Номинальный размер, мм	Отклонение размера, мм.			
			нормальное	допустимое		предельное
				при КР	при ТР	
Головка цилиндров в сборе	Поверхность рабочей фаски гнезда под клапан					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Утопление контрольного клапана относительно плоскости разъема	2,55	-0,90	+1,0	+1,3	+ 1,5
Д-50 и модиф.	впускной выпускной	2,05 0,75	-0,30			
Д-65 и модиф.	впускной выпускной	0,75 0,95	-0,30			
Д-240... Д-248 и модиф.		1,25	-0,20	+1,0	+ 1,3	+ 1,5

продолжение таблицы

СМД-14...СМД-32 и модиф.	14Н-06С2 23-06С2	2,10 0,60	-0,45 -0,45			
СМД-60. СМД-73 и модиф.	впускной	0,5	$\pm 0,25$			
	выпускной	0,7	$\pm 0,25$			
А-01,-41,-440, Д-442 и модиф.	впускной	1,55	-0,50			
	выпускной	2,05				
ЯМЗ-236,-238, -240БМ и модиф.	впускной	1,3	$\pm 0,2$			
	выпускной	1,8				
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 и модиф.	впускной	1,0	$\pm 0,2$			
	выпускной	0,7				
Д-108,-160 и модиф.	впускной	2,0	$\pm 0,6$			
	выпускной	1,5				
КамАЗ-740 и модиф.	впускной	0	$\pm 0,2$			
	выпускной					
ЗИЛ-130,-131,-375, и модиф.	Впускной	ширина	1,1	1,5	2,5	5,0
	выпускной	фаски		4,0	4,0	
ЗИЛ-645 и модиф.		1,22	-0,32			
ЗМЗ-53/5233, -672/5234, и модиф.	впускной	0	-0,15	+1,0	+ 1,3	+ 1,5
	выпускной					
ЗМЗ-24,-402 и модиф.	впускной	0	-0,40			
	выпускной					
Отверстие направляющей втулки клапана						
						
Схема замеров отверстия направляющей						

продолжение таблицы

	втулки клапана: А-А — плоскость перпендикулярная оси коромысла; I, II, III — сечения замеров					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	9,0	+0,030	+0,06 +0,08	+0,08 +0,14	+0,20
Д-50, Д-65, Д-240. Д-248, ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.	ремонтные для ЗИЛ	11,0 11,2 11,4	+0,027	+0,06 +0,08	+0,08 +0,14	+0,20
СМД-14...СМД-32 и модиф.		11,0	+0,035			
СМД-60. СМД-73,		12,0	+0,019			
ЯМЗ-236,-238, -240БМ и модиф.	ремонтные для ЯМЗ	11,8 11,6				
А-01,-41,-440, Д-442 и модиф.		12,0	+0,027			
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 КамАЗ-740, ЗИЛ-645 и модиф.		10,0	+0,022			
Д-108,-160 и модиф.		13,0	+0,035			
ЗМЗ-53/5233, 672/5234, модиф.	-впускной и ремонтные	9,0 9,2 8,8	+0,022			
	выпускной	11,0 11,2 10,8	+0,022			
ЗМЗ-24,-402 и модиф.	ремонтные	9,0 9,2 8,8	+0,022			
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.	впускной	8,0	+0,040 +0,022	+0,06 +0,08	+0,08 +0,12	+0,18

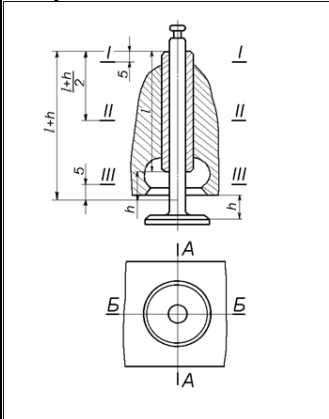
продолжение таблицы

	выпускной	8,0	+0,047 +0,029			
	Отверстие под направляющую втулку					
Для двигателей, кроме ЗМЗ-24...409	Диаметр	св. 18 до 30	0,021-0,033	+0,04	+0,05	+0,07
ЗМЗ-24,-402 и модиф.		17,0	+0,025	+0,03	+0,03	+0,05
	ремонтный	17,2	-0,010			
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		14,0	-0,023	-0,01	+0,01	+0,04
	ремонтный	14,2	-0,050			
	ремонтные размеры направляющих втулок	14,0	+0,078 +0,060			
		14,2	+0,058 +0,040			
		14,2	+0,078 +0,060			
	Отверстие под седло клапана			+0,04	+0,05	+0,07
Для двигателей, кроме ЗМЗ-24...409	Диаметр	св. 30 до 50	+0,025			
		св. 50 до 80	+0,030			
ЗМЗ-24,-402 и модиф.	впускного	49,0	+0,017	+0,03	+0,05	+0,10
	ремонтный	49,25	-0,010			
	выпускного	42,0				
	ремонтный	42,25				
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.	впускного	37,5	+0,014	+0,03	+0,05	+0,09 +0,08
	выпускного	32,5	-0,011			
	Поверхность разъема с блоком цилиндров					
	Неплоскостность поверхности на длине 100 мм		0,02	0,04	0,06	0,10

продолжение таблицы

	Выступление уплотнительного кольца газового стыка					
ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482 КамАЗ-740, ЯМЗ- 240БМ и модиф.			0,12- 0,23	0,10	0,05	0,00
			разность выступания по окружности кольца не более 0,08 мм			
	Глубина канавки под уплотнительное кольцо (проверять при ослаблении посадки и замене кольца)	5,0	±0,03	+0,07	+0,10	+0,15
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Неплоскостность поверхности уплотнения		0,01	0,03	0,04	0,08
Д-50, Д-240. Д-248 и модиф.	Высота головки, измеренная по поверхностям разъема	102,0	-0,22	-1,2	-1,5	
Д-65 и модиф.		108,0				
СМД-14...СМД-32 и модиф.	14Н-06С2 23-06С2	105,5				
	17КН-06С2	105,0				
	23-06С3СБ 31- 06С3СБ	133,0	-0,25			
СМД-60. СМД-73 и модиф.		131,0				
А-01,-41,-440, Д- 442, ЯМЗ-236, - 238,-240БМ и модиф.		132,0				
Д-108,-160 и модиф.		138,0				
ЗИЛ-645 и модиф.		105,0				

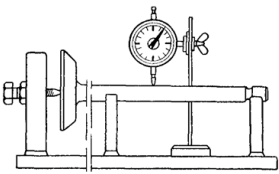
продолжение таблицы

ЗМЗ-53/5233, 672/5234, модиф.	-Глубина камеры исгорания для 53-1003015	14,5	±0,25	-0,5	-0,7	
	для 53-1003015-01	13,8				
ЗМЗ-24,-402 модиф.	для 24-1003010-31	19,25				
	для 24-1003010-61	15,65				
	Отверстия под гидротолкатели					
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.	Диаметр	35,0	+0,025	+0,04 +0,06	+0,06 +0,10	+0,15
	Отверстия опор под распределительный вал					
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф. (* для двигателей первых опытно- промышленных партий)	Диаметр передней	42,0	+0,025	+0,04 +0,05	+0,05 +0,07	+0,10
		40,0*				
	остальных	35,0				
		30,0*				
Клапан впускной	Поверхность стержня 					
	Схема замеров стержня клапана: А-А, Б-Б — плоскости; I, II, III — сечения замеров; L					

продолжение таблицы

	– длина направляющей втулки, мм; h=12-14 мм					
						-0,25
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	9,0	-0,035 - 0,060	-0,08 -0,11	-0,11 -0,16	
Д-50, СМД-17КН/18КН, -19/20, -21/22 и модиф.		11,0	-0,035 - 0,060			
Д-65, Д-240. Д- 248, СМД- 14Н/15Н, - 17Н/18Н, -23/24, - 31/32 и модиф.		11,0	-0,032 - 0,059			
СМД-60...СМД- 73, А-01,-41,-440, Д-442, ЯМЗ-236, - 238,-240БМ и модиф.		12,0	-0,030 -0,055	-0,08 -0,12	-0,12 -0,18	
Д-108,-160 и модиф.	ремонтный	13,0 13,5	-0,045 -0,075	-0,10 -0,13	-0,13 -0,17	
ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482, КамАЗ-740 и модиф.	ремонтный	10,0 10,2	-0,030 -0,050	-0,08 -0,11	-0,11 -0,16	
ЗИЛ-645 и модиф.		10,0	-0,040 -0,062	-0,08 -0,11	-0,11 -0,16	
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.	ремонтный	11,0 10,8	-0,060 -0,085	-0,10 -0,13	-0,13 -0,18	
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234, -24,-402 и модиф.	ремонтные	9,0 9,2 8,8	-0,050 -0,075	-0,09 -0,12	-0,12 -0,18	-0,25
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		8,0	-0,02 -0,06	-0,04 -0,10	-0,06 -0,10	-0,15

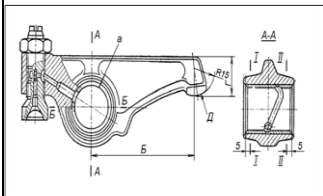
продолжение таблицы

Клапан выпускной	Поверхность стержня					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	9,0	-0,070 -0,090	-0,12 -0,15	-0,15 -0,20	-0,25
Д-50 Д-65, Д- 240... Д-248 СМД- 14...СМД-32 и модиф.		11,0				
СМД-60. СМД-73, А-01,-41,-440, Д- 442, ЯМЗ-236, - 238,-240БМ и модиф.		12,0	-0,070 - 0,095			
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482, КамАЗ-740 и модиф.	ремонтный	10,0 10,2	-0,070 -0,090			
Д-108,-160 и модиф.	ремонтный	13,0 13,5	-0,075 -0,100	-0,13 -0,15	-0,15 -0,20	
ЗИЛ-645 и модиф.		9,98	-0,040 -0,062	-0,10 -0,13	-0,13 -0,18	
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.	ремонтный	11,0 10,8	-0,080 -0,105	-0,13 -0,16	-0,16 -0,20	
ЗМЗ-53/5233, -672/5234, и модиф.	ремонтные	11,0 11,2 10,8	-0,080 -0,105	-0,13 -0,16	-0,16 -0,20	
ЗМЗ-24,-402 и модиф.		9,0 9,2	-0,075 -0,095	-0,12 -0,15	-0,15 -0,20	
		8,8				
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		8,0	-0,02	-0,04 -0,06	-0,06 -0,10	-0,15
						

продолжение таблицы

	(изгиба) стержня клапана		0,01- 0,03	0,03	0,03	0,06
	Неплоскостность торца стержня		0,03	0,05	0,08	
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Длина клапана (износ торца стержня)	137,0	±0,15	-0,9	-1,2	-1,5
Д-50, Д-65, Д-240. Д-248, СМД- 17КН/18КН, - 19/20, -21/22 и модиф.		158,0				
СМД-14Н/15Н, 17Н/18Н, -23/24, - 31/32 и модиф.		149,0				
СМД-60. СМД-73, А-01,-41,-440, Д- 442, ЯМЗ-236, - 238,-240БМ и модиф.		156,0				
ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482 и модиф.	впускной	202,9				
	выпускной	169,7				
Д-108,-160 и модиф.		234,0				
КамАЗ-740 и модиф.			+0,25 -0,39			
ЗИЛ-645 и модиф.		134,5				
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.						
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234, -24,- 402и модиф.		115,0	±0,2			

продолжение таблицы

	Рабочая поверхность тарелки		до шлифовки фаски не менее:			
	Высота цилиндрической части тарелки			1,1	0,5	0,0
	Биение рабочей фаски относительно образующей стержня		0,03	0,3	0,5	
				(выводится шлифовкой фаски)		
Коромысло клапана в сборе	Отверстие под валик (ось)  К — контроль коромысла клапана; А-А, Б-Б — плоскости; I, II — сечения замеров отверстия втулки; Г — высота бойка (контроль по эталону); R — радиус бойка (контроль по шаблону); Б — контроль размера по эталонному (новому) коромыслу; а — положение стыка свертной втулки коромысла.					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	16,0	+0,060 +0,030	+0,08 +0,10	+0,10 +0,14	+0,20

продолжение таблицы

Д-50, Д-240. Д-248 и модиф.		19,0	+0,053 +0,020	+0,07 +0,09	+0,09 +0,13	
Д-65 и модиф.	ремонтный	22,0 21,5	+0,053 +0,020	+0,07 +0,09	+0,09 +0,13	
СМД-14...СМД-73 и модиф.		24,0	+0,073 +0,040	+0,09 +0,11	+0,11 +0,15	
А-01,-41,-440, Д- 442, ЗИЛ-645 и модиф.		22,0	+0,053 +0,020	+0,07 +0,09	+0,09 +0,13	
ЯМЗ-236,-238, - 240БМ и модиф.		25,0	+0,030 +0,008			+0,15
ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482 и модиф.		25,0	+0,023	+0,05 +0,07	+0,07 +0,11	
КамАЗ-740 и модиф.		25,0	+0,030 +0,008			
Д-108,-160 и модиф.	ремонтный	32,0 31,5	+0,064 +0,025	+0,08 +0,10	+0,10 +0,14	+0,20
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.		22,0	+0,050 +0,020	+0,07 +0,09	+0,09 +0,13	
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234, -24,- 402и модиф.	Отверстие под штулку	22,0	+0,028 +0,007	+0,05 +0,07	+0,07 +0,11	+0,15
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	18,0	+0,035	+0,05	+0,06	+0,10
СМД-14Н/15Н, - 17Н/18Н, СМД- 60.. .СМД-73 и модиф.		28,0	+0,052			
СМД-17КН/18КН, -19/20, -21/22 и модиф.		28,0	+0,035			

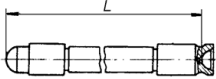
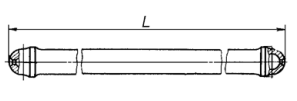
продолжение таблицы

СМД--23/24,-31/32 и модиф.		28,0	+0,045			
А-01,-41,-440, Д- 442 и модиф.		24,0	+0,021			
ЯМЗ-236,-238, - 8421,-8423,-8481, - 8482, КамАЗ-740 и модиф.		27,0	+0,023			
ЯМЗ-240БМ и модиф.		24,0	+0,023			
Д-108,-160 и модиф.		35,0	+0,027			
ЗИЛ-130,-131,- 375, -645, ЗМЗ-ремонтный 53/5233, - 672/5234,-24,-402 и модиф.		23,25	+0,045			
		23,5				
Валик (ось) коромысла	Поверхности под коромысла и стойку					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	16,0	-0,012	-0,03 -0,05	-0,05 -0,09	-0,15
Д-50, Д-240. Д-248 и модиф.		19,0	-0,021	-0,04 -0,06	-0,06 -0,10	-0,15
Д-65, ЗИЛ-645 и модиф.		22,0	-0,021			
СМД-14...СМД-73 и модиф.		24,0	-0,021			
А-01,-41,-440, Д- 442 и модиф.		22,0	-0,021			
ЯМЗ-236,-238, - 240БМ и модиф.		25,0	-0,014			
ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482, КамАЗ-740 и модиф.		25,0	-0,020 -0,040	-0,06 -0,08	-0,08 -0,12	-0,16

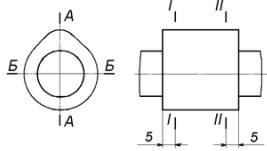
продолжение таблицы

Д-108,-160 модиф.	и		32,0	-0,025	-0,07	-0,09	-0,17
	ремонтный		31,5	-0,050	-0,09	-0,13	
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.			22,0	-0,021	-0,04 -0,06	-0,06 -0,10	-0,15
ЗМЗ-53/5233, 672/5234, -24,- 402и модиф.			22,0	-0,007 -0,021			
Стойка валика (оси) коромысел	Отверстие под валик (ось) коромысел						
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	16,0	-0,022 -0,048	-0,01	+0,01	+0,08	
Д-50, Д-240. Д-248 и модиф.		19,0	+0,072 +0,020	+0,09 +0,11	+0,11 +0,15	+0,20	
Д-65 и модиф.		22,0	+0,085 +0,025	+0,10 +0,12	+0,12 +0,16		
СМД-14...СМД-73 и модиф.		24,0	+0,072 +0,020	+0,09 +0,11	+0,11 +0,15		
А-01,-41,-440, Д- 442 и модиф.		22,0	+0,072 +0,020				
ЯМЗ-240БМ и модиф.		25,0	+0,072 +0,020	+0,09 +0,11	+0,11 +0,15	+0,20	
Д-108,-160 и модиф.	ремонтный	32,0 31,5	+0,039	+0,06 +0,08	+0,08 +0,12	+0,15	
ЗИЛ-130,-131,- 375, -645, ЗМЗ- 53/5233, - 672/5234,-24,-402 и модиф.		22,0	+0,028 +0,007	+0,05 +0,07	+0,07 +0,11	+0,15	
Штанга толкателя	Поверхность торцев (износ) штанги						
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Длина (размер L)	316,5	-1,0	-2,0	-2,5		

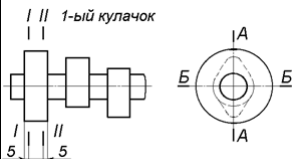
продолжение таблицы

	  Контроль длины штанги толкателя	316,5	-1,0	-2,0	-2,5	
Д-50, Д-240. Д-248 и модиф.		375,0	±1,15	-2,0	-2,5	
Д-65 и модиф.		403,0	-2,5	-3,5	-4,0	
СМД-14...СМД-32 и модиф.		381,5	-1,4	-2,5	-3,0	
СМД-60. СМД-73 и модиф.		344,0	±1,15	-2,0	-2,5	
А-01,-41,-440, Д- 442 и модиф.		378,0	±0,45	-1,5	-2,0	
ЯМЗ-236,-238 и модиф.		419,0	+0,5 - 0,3			
ЯМЗ -240БМ и модиф.		384,0	±0,3			
ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482 и модиф.	впускной и выпускной	418,5 374,8	±0,35 ±0,35			
Д-108,-160 и модиф.		613,0	+ 1,0 -1,7	-2,5	-3,0	
КамАЗ-740 и модиф.		356,2	+0,1 -0,4	-1,5	2,0	
ЗИЛ-645 и модиф.	длина измерительным шариком 010 мм	333,0	±0,7	-1,7	-2,2	
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.		325,2	-0,2	-1,5	2,0	
ЗМЗ-53/5233, -672/5234, -24,-402 и модиф.	для 54-1007175 для 21-1007175-Б	283,0 287,0	-0,435			

продолжение таблицы

	Непрямолинейность (изгиб) штанги		0,2-0,5	0,6	0,6	1,5
Вал распределитель- ный в сборе	Поверхность кулачков  Схемы замеров и высоты кулачка: А- А, Б-Б – плоскости; I, II – сечения замеров			-0,6	-0,8	-1,0
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Высота кулачков	41,2	±0,1			
Д-50, Д-240. Д-248 и модиф.		41,3	±0,05			
Д-65 и модиф.		41,3	+0,1 -0,2			
СМД-14...СМД-22 и модиф.	впускной	45,53	-0,25			
	выпускной	42,65				
СМД-23/24 модиф.	и впускной	45,53	-0,16			
	выпускной	44,93				
СМД-31/32 модиф.	и впускной	45,65	-0,16			
	выпускной	45,53				
СМД-60. СМД-73 и модиф.	впускной	48,7	-0,16			
	выпускной	46,65				
А-01,-41,-440, Д- 442 и модиф.		45,25	-0,25			
ЯМЗ-236,-238, - 240БМ и модиф.		42,2	-0,16			
ЯМЗ-8421,-8423, -	Впускной	54,1	±0,05			

продолжение таблицы

8481,-8482 модиф.	и выпускной	53,9				
Д-108,-160 модиф.	и	53,0	-0,19			
КамАЗ-740 модиф.	и	45,05	±0,15	-0,6	-0,8	-1,0
ЗИЛ-645 и модиф.	впускной	50,05	+0,05	-0,8	-1,0	-1,2
	выпускной	49,66	-0,44			
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.		41,8	-0,24	-0,6	-0,8	-1,0
ЗМЗ-53/5233, 672/5234 и модиф.	-	36,2	±0,1			
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		46,0	+0,25			
ЗМЗ-24,-402 модиф.	и	40,5	+0,075 -0,055			
	Опорные шейки вала  Схемы замеров диаметра опорной шейки: А-А, Б-Б – плоскости; I, II – сечения замеров					-0,25
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр передняя	51,0	-0,065 -0,105	-0,13 -0,15	-0,15 -0,19	
	средняя	50,0	-0,050	-0,11	-0,13	
	задняя	47,0	-0,085	-0,13	-0,17	
Д-50, Д-65, Д- 240... Д-248 и модиф.		50,0	-0,050 -0,089			
СМД-14...СМД-24 и модиф.	передняя	55,0	-0,012 -0,032	-0,05 -0,07	-0,07 -0,11	-0,15

продолжение таблицы

	средняя	52	-0,030 -0,060	-0,08 -0,10	-0,10 -0,14	-0,20
	задняя	48,0	-0,050 -0,089	-0,11 -0,13	-0,13 -0,17	-0,25
СМД-31/32 модиф.	и передняя	56,0	-0,030 -0,049	-0,07 -0,09	-0,09 -0,13	-0,20
	средних	55,0	-0,030 - 0,060	-0,08 -0,10	-0,10 -0,15	
	задняя	48,0	-0,050 -0,089	-0,11 -0,13	-0,13 -0,17	-0,25
СМД-60. СМД-73 и модиф.	первая	58,0	-0,060 -0,106	-0,13 -0,15	-0,15 -0,19	-0,25
	вторая	59,0	-0,060	-0,13	-0,15	
	третья	60,0	-0,106	-0,15	-0,19	
	четвертая	62,0				
А-01,-41,-440, Д- 442 и модиф.	первая	54,0	-0,100 -0,146	-0,17 -0,19	-0,19 -0,23	-0,30
	остальные	54,0	-0,060 - 0,106	-0,13 0,15	-0,15 -0,19	-0,25
ЯМЗ-236,-238, 240БМ и модиф.	-	54,0	-0,065 -0,115	-0,14 -0,16	-0,16 -0,22	-0,30
ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482 и модиф.	-	63,93	-0,012 -0,032	-0,05 -0,07	-0,07 -0,12	-0,20
Д-108,-160 модиф.	и передняя	68,0	-0,060 -0,100	-0,12 0,14	-0,14 -0,18	-0,25
	остальные		-0,100 -0,146	-0,17 0,19	-0,19 -0,23	-0,30
КамАЗ-740 модиф.	и задняя	42,0	-0,050 -0,070	-0,09 0,10	-0,10 -0,13	-0,20
	остальные	54,0	-0,085 -0,105	-0,12 -0,14	-0,14 -0,17	-0,25
ЗИЛ-645 и модиф.		60,0	-0,019	-0,04 -0,06	-0,06 -0,10	-0,15
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.	передняя, средние	51,0	-0,020			
	задняя	45,0	-0,017			

продолжение таблицы

ЗМЗ-53/5233, - 672/5234 и модиф.		50,0	-0,020			
ЗМЗ-24,-402 и модиф.	первая	52,0	-0,02			
	вторая	51,0				
	третья	50,0				
	четвертая	49,0				
	пятая	48,0				
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф. (*для двигателей первых опытно-промышленных партий)	передняя	42,0	-0,050	-0,09	-0,10	-0,15
		40,0*	-0,075	-0,10	-0,12	
	остальные	35,0	-0,069			
		30*	-0,085			
	Овальность, конусность шеек		0,005-0,02	0,02	0,03	0,06
	Радиальное биение средней шейки относительно крайних		0,025-0,06	0,06	0,08	0,15
	Шейка под колесо зубчатое					-0,05
Д-50, Д-240. Д-248 и модиф.	Диаметр	32,0	+0,033 +0,017	+0,01 0,00	0,00 -0,02	
Д-65 и модиф.		32,0	+0,050 +0,034			
СМД-14...СМД-32 и модиф.		55,0	-0,012 - 0,032	-0,04 -0,05	-0,05 -0,07	-0,10
СМД-60. СМД-73 и модиф.		36,0	+0,050 +0,034	+0,03 +0,02	+0,02 0,00	-0,05
А-01,-41,-440, Д-442 и модиф.		34,0	+0,050 +0,034	+0,03 +0,02	+0,02 0,00	-0,05
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 и модиф.		45,0	+0,087 +0,060	+0,05 +0,04	+0,04 +0,02	-0,03
ЗИЛ-645 и модиф.		30,0	+0,069 +0,048	+0,01 0,00	0,00 -0,02	-0,05

продолжение таблицы

Д-108,-160 модиф.	и		45,0	+0,033 +0,017			
КамАЗ-740 модиф.	и		35,0	+0,035 +0,018			
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.			30,0	+0,036 +0,015			
ЗМЗ-53/5233, 672/5234, -24,-402 и модиф.	-		28,0	+0,023 +0,008			
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		шейка под звездочку	50,0	+0,018 +0,002	-0,01 -0,02	-0,02 -0,04	-0,10
		Отверстие под штифт					
СМД-14...СМД-24 и модиф.		Диаметр	10,0	-0,013 -0,028	-0,01	+0,01	+0,10
		Поверхность упорной шайбы (кольца)					
Д-50 и модиф.		Толщина шайбы (кольца)	3,5	-0,050	-0,15	-0,20	-0,30
Д-240... Д-248 и модиф.	и		4,0	-0,075			
Д-108,-160 модиф.	и		8,0	-0,090			
ЗИЛ-645 и модиф.			4,8	-0,048			
Д-65, СМД-60. СМД-73, ЯМЗ- 236, -238, -240БМ и модиф.		зазор между упорным фланцем и шейкой вала		0,05 -0,34	0,45	0,55	1,0
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.		зазор между упорным фланцем и шейкой вала		0,08 -0,21	0,30	0,40	

продолжение таблицы

	Торец упорного подпятника вала					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т, СМД-14... СМД-32 и модиф.	Глубина местного износа		-	0,5	1,0	
	Упорный бурт передней шейки					
А-01,-41,-440, Д-442 и модиф.	Толщина бурта		-0,05	-0,15	-0,20	-0,30
Колесо зубчатое (звездочка) распределительного вала	Отверстие под вал					
	Диаметр	св. 30 до 50	+0,025	+0,03 +0,04	+0,04 +0,06	+0,10
		св. 50 до 80	+0,030			
Вал промежуточный привода распределения	Шейки под втулки опоры в блоке					
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.	Диаметр передняя	49,0	-0,016 -0,041	-0,06 -0,08	-0,08 -0,12	-0,15
	задняя	22,0	-0,013	-0,03 -0,05	-0,05 -0,09	-0,12
	Шейка под звездочку					
	Диаметр Шейка под зубчатое колесо привода	14,0	-0,011	-0,02 -0,03	-0,03 -0,05	-0,08
	маслонасоса					
	Диаметр	13,0	-0,011	-0,02 -0,03	-0,03 -0,05	-0,08
Толкатель клапана (плунжерный)	Наружная цилиндрическая поверхность					

продолжение таблицы

Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	20,0	-0,020	-0,06	-0,08	-0,20
	ремонтные	20,2	-0,040	-0,08	-0,12	
		20,4				
Д-50, Д-240.		25,0	-0,008	-0,04	-0,06	-0,15
Д-248 и модиф.			-0,022	-0,06	-0,10	
	ремонтные	25,2				
		25,4				
Д-65, СМД-14. СМД-73 и модиф.		34,0	-0,009			
	ремонтные	34,2	-0,025			
		34,4		-0,14	-0,16	-0,25
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 и модиф.		35,0	-0,095	-0,16	-0,20	
		35,3	-0,120			
		35,5				
Д-108,-160 и модиф.	ремонтные	25,0	-0,020	-0,06	-0,08	-0,20
		25,2	-0,040	-0,08	-0,12	
		25,4				
КамАЗ-740 и модиф.		22,0	-0,05	-0,09	-0,11	-0,20
		22,2	-0,07	-0,11	-0,15	
		22,4				
ЗИЛ-645 и модиф.		31,0	-0,025	-0,07	-0,09	-0,20
		31,2	-0,050	-0,09	-0,13	
		31,4				
ЗИЛ-130,-131,-375, ЗМЗ-53/5233, -672/5234, -24,-402 и модиф.		25,0	-0,008	-0,03	-0,05	-0,10
		25,2	-0,022	-0,05	-0,08	
		25,4				
Гидротолкатель клапана	Наружная поверхность					
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.	Диаметр	35,0	-0,025	-0,05	-0,06	-0,10
			-0,041	-0,06	-0,08	
Толкатель клапана (роликовый) в сборе	Отверстие втулки под ось толкателей					

продолжение таблицы

А-01,-41,-440, Д-442 ,ЯМЗ-236, -238,-240БМ модиф.	Диаметр	22,0	+0,030 +0,008	+0,05 +0,07	+0,07 +0,10	+0,15
	Отверстие под втулку					
	Диаметр	24,0	±0,023	+0,05	+0,07	+0,10
	Радиальный зазор (люфт) ролика		0,017- 0,054	0,09	0,12	0,15
	Наружная поверхность ролика					
	Диаметр	23,0	±0,025	-0,20	-0,40	-0,6
	Отверстие под ось ролика					
	Диаметр	11,0	-0,022 -0,048	-0,02	-0,01	+0,03

3.2.3 Кривошипно-шатунный механизм, поршневая группа

При дефектации руководствоваться общими положениями и требованиями изложенными в разделов 3.2.1, 3.2.2 и, кроме того, требованиями изложенными ниже.

Вал коленчатый. Валы контролируют в сборе с противовесами, зубчатыми колесами и установочными штифтами.

На валах не допускаются:

- трещины, волосовины на галтелях коренных и шатунных шеек, не выводимые шлифованием на ремонтные размеры;
- трещины, волосовины выходящие на масляные каналы и не выводимые разделкой (края) отверстия радиусом закругления до 3 мм;
- трещины, волосовины, неметаллические включения на коренных и шатунных шейках, расположенные под углом более 20° к оси вала и не выводимые шлифованием на ремонтные размеры;
- прижоги и оплавления на поверхностях шатунных и коренных шеек, не выводимые шлифованием на ремонтные размеры;
- задиры, забоины, поперечные оси вала риски, видимый неравномерный износ на коренных и шатунных шейках;
- подрезка и уменьшенный радиус галтелей коренных и шатунных шеек, острые кромки (без фаски или закругления) отверстий масляных каналов при предыдущей обработке на ремонтные размеры;
- задиры, забоины, грубые с заусенцами риски на упорной поверхности коренной шейки под полукольца (кольцо) упорного

подшипника;

- забоины, вмятины, заусенцы, заметная выработка на поверхности фланца под посадку маховика;
- ослабление посадки съемного противовеса, зубчатых колес, установочных штифтов маховика, крепления привертных противовесов.

На валах допускаются:

- на коренных шейках – не более трех трещин, волосовин, неметаллических включений длиной не более 3 мм, расположенных друг от друга на расстоянии не менее 10 мм, под углом не более 20° к оси вала и на расстоянии не менее 15 мм от торцов щек и края масляных каналов;
- продольные волосовины и мелкие единичные неметаллические включения: на шейках под противовес, зубчатые колеса, шкив – не более трех длиной не более 5 мм на каждой шейке; на шейке под задний сальник и маховик – не более четырех длиной не более 5 мм без выхода на торец задней коренной шейки под упорный подшипник.

Наличие трещин, волосовин на валу проверяют тщательным осмотром и магнитным дефектоскопом продольным намагничиванием (в поле соленоида) или циркуляционным намагничиванием (пропусканием через вал электрического тока). При продольном намагничивании лучше выявляются поперечные трещины, циркуляционным – продольные. Сила намагничивающего тока должна быть 1000 ± 50 А. Контроль осуществляют с использованием магнитной суспензии, содержащей 50 – 70 г. магнитной пасты "МПЕ" на 1 л. воды или иной магнитной суспензии, приготовленной в соответствии с инструкцией по эксплуатации дефектоскопа.

При проверке все контролируемые поверхности вала поливают суспензией в течение не менее 30 с. Через 10 с. после окончания поливки намагничивающий ток выключают; время намагничивания должно быть в пределах 1 – 1,5 мин.

При наличии трещин или других дефектов магнитный порошок откладывается на поверхности в виде рисок или полос.

После окончания контроля вал должен быть размагничен путем намагничивания током 1100 А и плавного его уменьшения до нуля в течение 0,5 мин. После размагничивания железная игла диаметром 0,3 – 0,5 мм и длиной 10 – 15 мм не должна притягиваться к торцам вала.

Валы с прижогами шеек следует проверять на дефектоскопе только после шлифовки шеек на ремонтные размеры с последующим обязательным контролем твердости шеек с прижогами. Твердость шеек должна быть в пределах HRC 45 – 62.

Продольные трещины и трещины, расположенные под углом менее 20° к оси вала необходимо разделить шлифованием бормашинкой с образованием канавки радиусом 1,5 – 2 мм и глубиной не более 0,5 мм. Кромки канавки должны быть притуплены. Строго продольные трещины (по оси вала) допускается обработать до выведения абразивным бруском с

зернистостью М40 – М14 с образованием лыски шириной до 5 мм. Разделку трещин следует проводить после шлифования на ремонтный размер перед полировкой шеек вала.

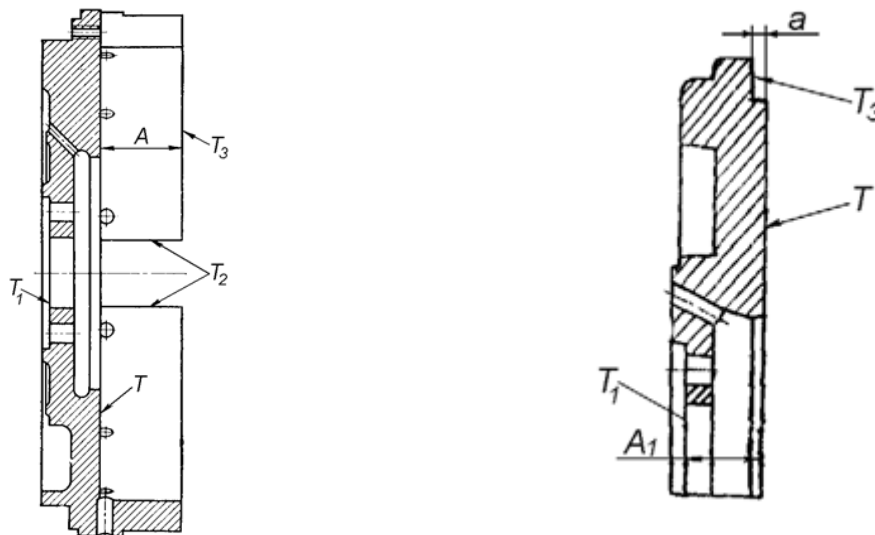
При отсутствии выбраковочных дефектов необходимо провести контроль размеров и геометрических параметров вала.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения размеров, форм и взаимного расположения типовых поверхностей коленчатых валов даны в табл. 3.23.

Данные о ремонтных размерах шеек валов приведены в табл. 3.24.

Маховик. На маховике не допускаются:

- трещины поверхности T_1 (рис. 3.1), выходящие на отверстия посадки на вал, отверстия крепления маховика (болты, штифты), отверстия под ведущие пальцы, сухарики муфты сцепления;



Примечание: при обработке поверхности "Т" восстановить размеры "А", "а" до нормального обработки поверхности "ТЗ"

Рисунок 3.1 - Схема к контролю размеров маховика.

- трещины шириной более 0,5 мм, сплошная сетка растрескивания в разных направлениях на рабочей поверхности T контакта с ведомым диском муфты сцепления, выходящие на наружный диаметр и не выводимые обработкой до допустимого размера по толщине A_1 или глубины "А" расточки (см. рис. 3.1);

- ослабление посадки и крепления зубчатого венца с заметным износом посадочной поверхности маховика;

- аварийный износ отверстий под установочную втулку, болты и установочные штифты;

- ослабление посадки ведущих пальцев, сухариков и установочных штифтов;

- местный износ поверхности Т2 пазов под выступы ведущих дисков с образованием уступа глубиной более 0,5 мм.

Шатун. Шатуны контролируют в сборе со втулкой и крышкой шатуна.

На шатуне не допускаются:

- трещины любого расположения, оплавление, аварийный износ поверхности отверстия нижней головки от проворота вкладышей, аварийный износ поверхностей отверстия верхней головки от проворота втулки;

- натирь, задиры и односторонний заметный износ торцевой поверхности верхней и нижней головок;

- задиры, забоины, грубые с заусенцами риски, заметный износ отверстия, ослабление посадки втулки верхней головки;

- забоины, смятие поверхностей стыка шатуна и крышки; забоины, заусенцы, смятие, износ шлицев с ослаблением посадки (наличие люфта) в шлицевом соединении шатуна и крышки;

- задиры, заусенцы, смятие металла на поверхностях под головку болта, гайку;

- ощутимый зазор (качание болта) в сопряжении шатун, крышка – болт; задиры, заусенцы, смятие металла на упорных торцах головок болтов, гаек.

При повторяемости дефекта более 1% наличие трещин следует контролировать магнитной дефектоскопией в магнитном поле при силе намагничивающего тока 800А.

Контроль износа, формы отверстия нижней головки следует проводить после затяжки крепления крышки крутящим моментом. Затяжку болтов (гаек) рекомендуется проводить в два приема: предварительно и окончательно. Момент предварительной затяжки должен быть около 50% от момента окончательной затяжки. Перед соединением шатуна с крышкой поверхности прилегания должны быть проверены на отсутствие забоин, заусенцев, тщательно очищены от загрязнений и насухо протерты, а резьбовые поверхности – смазаны моторным маслом.

Палец поршневой. На поршневом пальце не допускаются: сколы, трещины, забоины, задиры, прижоги, наволакивание металла, заметный износ наружной поверхности.

Поршень. На поршне не допускаются:

- обломы, сколы, трещины, прогорание поверхностей камеры сгорания, днища, перемычек канавок под кольца;

- задиры, заметный износ отверстий под палец, сколы канавки под стопорное кольцо;

- прижоги, значительные задиры на поверхности юбки;

- забоины, грубые с заусенцами риски на поверхностях канавок под кольца и отверстий под палец.

Вкладыши, полукольца упорные. На рабочих поверхностях вкладышей и полуколец не допускаются: забоины, риски с заусенцами, задиры,

прижоги, выкрашивание и отслоение антифрикционного слоя. При КР вкладыши коренных и шатунных подшипников подлежат замене на новые. Износ вкладышей по толщине при ТР допускается не более 0,02 мм. Схема замеров толщины вкладышей показана на рис. 1.2.

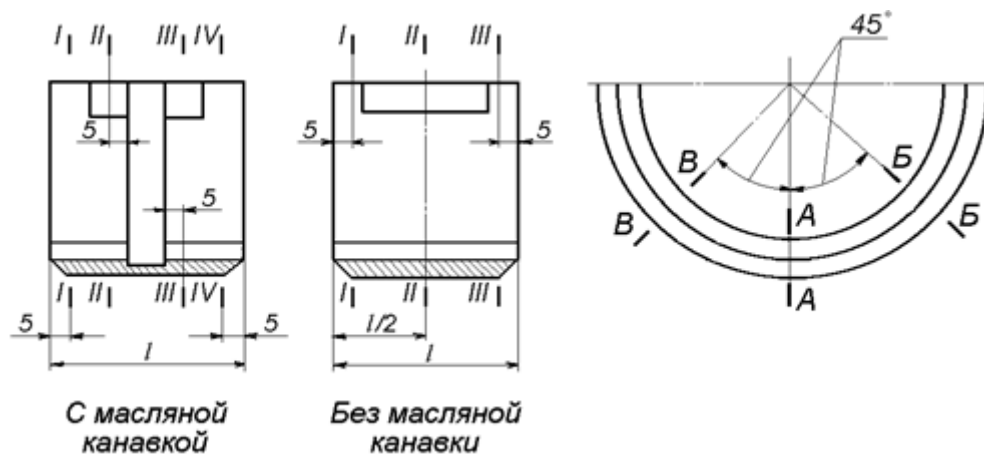


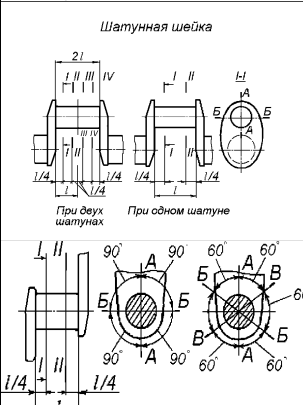
Рисунок 3.2 - Схемы замеров толщины вкладыша: А-А, Б-Б, В-В – плоскости; I, II, III – сечения замеров

Гаситель крутильных колебаний ЯМЗ-240БМ, -8421, -8423, -8481, -8482 и модиф. При дефектации гасителя руководствоваться следующими требованиями:

- гаситель разборке не подлежит;
- на наружной и торцевых поверхностях корпуса, крышки вмятины и отклонение от плоскостности торцевых поверхностей более 0,10 мм не допускаются;
- не допускается нарушение герметичности (выделение жидкости) в местах сварки корпуса и крышки. Герметичность проверять осмотром и выдержкой гасителя в нагревательной печи при температуре 150 – 180° в течение 2 ч;
- после проверки герметичности гаситель взвесить на весах ВЛО-50. Масса гасителя должна соответствовать маркировке массы на поверхности крышки гасителя (на крышке маркируется масса до и после заполнения жидкостью);
- допускается при необходимости заправка гасителя в соответствии с маркировкой массы гасителя до и после заполнения жидкостью.

Нормальные, допустимые и предельные отклонения размеров типовых поверхностей маховика, шатуна, поршня, поршневого пальца и СЧ уравновешивающего механизма даны в табл. 3.23.

Таблица 3.23 - Нормальные, допустимые, предельные отклонения размеров форм и взаимного расположения типовых поверхностей СЧ кривошипно-шатунного и уравнивающего механизмов

Наименование СЧ, марка, модель двигателя	Контролируемые поверхность, размер	Номинальный размер, мм	Отклонения размера, мм			
			нормаль- ные	допустимые		предель- ное
				при КР	при ТР	
Вал коленчатый в сборе	Поверхность коренных и шатунных шеек  Схема замеров шеек коленчатого вала: А-А, Б-Б - сечения, I-I, II-II, III-III, IV-IV - плоскости замеров.					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр коренные	70,25	-0,065	-0,12	-0,19	-0,30
		70,0	-0,084		-0,23	
	шатунные	65,25	-0,060	-0,12	-0,21	-0,35
		65,0	-0,079		-0,25	
Д-50 и модиф.	коренные	75,25	-0,080	-0,13	-0,20	-0,30
		75,0	-0,095		-0,24	
	шатунные	68,25	-0,075	-0,13	-0,22	-0,35
		68,0	-0,090		-0,26	
Д-65 и модиф.	коренные	85,17	-0,022	-0,05	-0,11	-0,25
		84,92			-0,15	

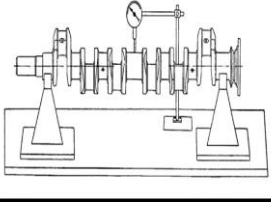
продолжение таблицы

	шатунные	75,17 74,92	-0,019	-0,05	-0,16 -0,20	-0,30
Д-240... Д-248 и модиф.	коренные	75,25 75,0	-0,082 -0,101	-0,14	-0,20 -0,24	-0,30
	шатунные	68,25 68,0	-0,077 -0,096	-0,13	-0,22 -0,26	-0,35
СМД-14Н/15Н, - 17Н/18Н и модиф. (валы 20-04С8, 20-04С8-01, 18Н-04С8)	коренные	92,25 92,0	-0,022 -0,015	-0,05	-0,12 -0,16	-0,25
	шатунные	78,25 78,0	-0,095 -0,114	-0,15	-0,25 -0,29	-0,35
СМД-17К/18К, - 19/20, -21/22 и модиф. (вал 20-0409)	коренные	92,25 92,0	-0,015	-0,05	-0,10 -0,14	-0,25
	шатунные	78,25 78,0	-0,095 -0,108	-0,14	-0,24 -0,28	-0,35
СМД-23/24, -31/32 и модиф. (валы 23-03С2, 31-0401-4А)	коренные	92,25 92,0	-0,015	-0,05	-0,10 -0,14	-0,25
	шатунные	78,25 78,0	-0,095 -0,110	-0,14	-0,24 -0,28	-0,35
СМД-60. СМД-73 и модиф.	коренные	92,25 92,0	-0,015	-0,05	-0,10 -0,14	-0,25
	шатунные	85,25 85,0	-0,015	-0,05	-0,12 -0,16	-0,30
А-01,-41,-440, Д-442 и модиф.	коренные	104,98 104,73	-0,015	-0,05	-0,10 -0,14	-0,25
	шатунные	88,0 87,75	-0,015 -0,030	-0,05	-0,13 -0,17	-0,30
ЯМЗ-236,-238 и модиф.	коренные	110,0	-0,022	-0,06	-0,12 -0,16	-0,25
	шатунные	88,0	-0,022	-0,06	-0,15 -0,19	-0,30
ЯМЗ-240БМ и модиф.	коренные	191,92	-0,029	-0,07	-0,15	-0,25
	шатунные	88,0	-0,022	-0,06	-0,15 -0,19	-0,30
ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482 и модиф.	коренные	117,0	-0,015	-0,05	-0,10 -0,14	-0,25
	шатунные	90,0		-0,05	-0,12 -0,16	-0,30

продолжение таблицы

Д-108,-160 и модиф.	коренные шатунные	95,21	-0,022	-0,07	-0,16 -	-0,35 -
		94,96		-0,07	0,20	0,40
		92,21			-0,18 -	
		91,96			0,22	
КамАЗ-740 и модиф.	коренные	95,0	-0,015	-0,05	-0,10 -	-0,25
	шатунные	88,0	-0,013	-0,05	-0,14 -	-0,30
ЗИЛ-645 и модиф.	коренные	92,0	-0,015	-0,05	-0,14 -	-0,25
	шатунные	72,0	-0,013	-0,05	-0,18	-0,30
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.	коренные	75,0	-0,020	-0,04	-0,10 -	-0,20
	шатунные	65,5	-0,020	-0,05	-0,12 -	-0,25
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234, и модиф.	коренные	70,0	-0,020	-0,04	-0,14	-0,20
	шатунные	60,0	-0,020	-0,05	-0,10 -	-0,25
ЗМЗ-24,-402 и модиф.	коренные	64,0	-0,020	-0,04	-0,12 -	-0,20
	шатунные	58,0	-0,020	-0,05	-0,10 -	-0,25
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.	коренные	62,0	-0,035 -	-0,07	-0,13 -	-0,20
	шатунные	56,0	-0,054 -		-0,15	-0,25
(для всех двигателей, кроме ЯМЗ-240Б и ЯМЗ-240БМ и модиф.)	Овальность шеек конусность		0,005-0,02	0,03 0,015	0,05 0,03	0,10 0,06
	Радиальное биение средних коренных шеек относительно крайних;		0,02-0,05	0,05	0,07	0,10
	соседних шеек		0,01-0,03	0,03	0,05	0,07
ЯМЗ-240БМ и модиф.	2-й и 6-й шеек		0,02	0,03	0,05	0,13

продолжение таблицы

	3-й и 5-й шеек		0,04	0,05	0,07	
	4 -й шейки		0,06	0,07	0,09	
						
	Ширина упорной коренной шейки	св.30 до 50	+0,10	+0,13	+0,15	+0,25
		св.50 до 80	+0,12	+0,15	+0,17	
		св.80 до 120 св.120 до 180	+0,14 +0,16	+0,17 +0,19	+0,19 +0,21	+0,30
СМД-60. СМД-73 и модиф. ЯМЗ-236,-238 и модиф. ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 и модиф. КамАЗ-740 и модиф.	Шейка под противовес					
	Диаметр	70,0				
		71,0				
	противовес передний	102,0				
	противовес задний	141,0				
	противовес передний	125,0				
	противовес задний	105,0				
	Шейка под зубчатые колеса					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т, Д-50, Д-	Диаметр	38,0	+0,035 +0,018	0,00 -0,01	-0,01 -0,03	-0,10

продолжение таблицы

240... Д-248 и модиф.						
Д-65 и модиф.		48,0	+0,033 +0,017			
СМД-14...СМД-22 и модиф.		56,0	+0,050 +0,020			
СМД-23/24, - 31/32, и модиф.		65,0	+0,050 +0,020			
СМД-60. СМД-73 и модиф.	привода маслонасоса привода распредвала	71,0 106,0	+0,078 +0,059 +0,075 +0,054	+0,04 +0,03	+0,03 +0,01	-0,05
ЯМЗ-236,-238 и модиф		72,0	+0,055 +0,035	+0,02 +0,01	+0,01 -0,01	-0,05
ЯМЗ-240БМ и модиф.		102,0	-0,023	-0,03 -0,04	-0,04 -0,05	-0,10
ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482 и модиф.	привода распределения привода маслонасоса	140,0 102,0	+0,11 +0,08 +0,095 +0,070	+0,08 +0,07 +0,07 +0,06	+0,07 +0,06 +0,06 +0,05	+0,02
Д-108, -160 и модиф.		75,0	+0,039 +0,020	0,00 -0,01	-0,01 -0,04	-0,10
КамАЗ-740 и модиф.	привода распределения привода маслонасоса	105,0 125,0	+0,095 +0,070 +0,11 +0,08	+0,05 +0,04 +0,06 +0,05	+0,04 +0,01 +0,05 +0,02	-0,05
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.		46,0	-0,025 -0,050	-0,07 -0,08	-0,08 -0,11	-0,15
ЗИЛ-645 и модиф.	привода распределения привода маслонасоса	54,0 54,0	-0,03 +0,050 +0,020	-0,04 0,00 -0,01	-0,05 -0,01 -0,04	-0,10
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234,-24,-402 и модиф.		40,0	+0,027 +0,009	-0,01 -0,02	-0,02 -0,05	

продолжение таблицы

ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.	Шейка под звездочку	40,0	+0,027 +0,009	-0,01 -0,02	-0,02 -0,05	-0,10
	Шейка под шкив					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	34,0	+0,020 +0,003	-0,01 -0,02	-0,02 -0,04	-0,10
Д-50 и модиф.		35,0	-0,025 -0,050	-0,06	-0,07	-0,15
Д-65 и модиф.		45,0	-0,025 -0,050	-0,07	-0,09	
ЯМЗ-236,-238 и модиф.		50,0	+0,035 +0,018	+0,01 0,00	0,00 -0,02	-0,10
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.		46,0	-0,025 -0,050	-0,06 -0,07	-0,07 -0,09	-0,15
ЗИЛ-645 и модиф.		50,0	-0,025	-0,04 -0,05	-0,05 -0,07	-0,15
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234,-24,-402, -405,-406,-409 и модиф.		38,0	+0,020 +0,003	-0,01 -0,02	-0,02 -0,04	-0,10
	Шейки под зубчатые колеса и шкив					
	Радиальное биение относительно общей оси крайних коренных шеек		0,03- 0,04	0,05	0,06	0,10
	Поверхность под маховик					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	85,0	-0,015 -0,038	-0,05 -0,06	-0,06 -0,08	-0,10
Д-50, Д-240... Д- 248 и модиф.		100,0	-0,023	-0,04 -0,05	-0,05 -0,07	
Д-65 и модиф.		145,0	-0,014 -0,039	-0,05 -0,06	-0,06 -0,08	
СМД-14...СМД-24 и модиф.		130,0	-0,043 -0,083	-0,10	-0,11	-0,15

продолжение таблицы

СМД-31/32 и модиф.		134,0	-0,043 -0,083	-0,11	-0,13	
СМД-60. СМД-73 и модиф.	(поверхность фланца)	172,0	-0,053 -0,093	-0,11 -0,12	-0,12 -0,14	
А-41,-440, Д-442 и модиф.		140,0	-0,043 -0,106	-0,12 -0,13	-0,13 -0,15	-0,20
А-01 и модиф.		140,0	-0,050 -0,090	-0,10 -0,11	-0,11 -0,13	-0,15
ЯМЗ-236,-238 и модиф.		140,0	±0,014	-0,03 -0,04	-0,04 -0,06	-0,10
ЯМЗ-240БМ и модиф.		220,0	-0,029	-0,04 -0,05	-0,05 -0,07	-0,10
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 и модиф.	отверстие под установочную втулку	62,0	+0,008 -0,028	-0,04 -0,05	-0,05 -0,07	
Д-108,-160 и модиф.		190,0	-0,015 -0,044	-0,06 -0,07	-0,07 -0,09	
КамАЗ-740 и модиф.	отверстие под установочную втулку	52,0	+0,008 -0,023	-0,04 -0,05	-0,05 -0,07	
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.		140,0	+0,022 -0,018	-0,03 -0,04	-0,04 -0,06	
ЗМЗ-53/5233, -672/5234,-24,-402 и модиф.		122,0	-0,028	-0,04 -0,05	-0,05 -0,07	
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		40,0	-0,028 -0,044	-0,06 -0,07	-0,07 -0,09	
ЗИЛ-645 и модиф.	Радиальное биение относительно крайних коренных шеек	105,0	-0,012 -0,034	-0,05 -0,06	-0,06 -0,08	
			0,02-0,04	0,04	0,06	0,10
			0,03-0,04	0,05	0,07	0,10
	Отверстие под штифт установочный маховика			-0,01	0,00	+0,05
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	12,0	-0,015 -0,034			

продолжение таблицы

Д-50 и модиф.		14,0	-0,022 -0,048			
Д-65 и модиф.	отверстие под болт	14,0	-0,018			
Д-240... Д-248 и модиф.	отверстие фланца	14,0	-0,023 -0,050	-0,01	0,00	+0,05
СМД-14.СМД-24 и модиф.		14,0	-0,033 -0,060			
СМД-31/32 и модиф.		18,0	-0,033 -0,060			
СМД-60. СМД-73 и модиф.		12,0	-0,033 -0,060			
А-01,-41,-440, Д-442 и модиф.		16,0	-0,016 -0,034			
ЯМЗ-236,-238, -240БМ,-8421, -8423,-8481,-8482 и модиф.		22,0	-0,019 -0,042			
КамАЗ-740 и модиф.						
ЗИЛ-645 и модиф.		12,0	-0,021 -0,039			
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.	отверстия под болты	14,0	+0,035	+0,05	+0,07	+0,10
ЗМЗ-53/5233, -672/5234,-24,-402 и модиф.	отверстия под болты	12,0	+0,027	+0,04	+0,06	
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		10,0				
	Поверхность шейки под манжету (сальник) уплотнения					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр (после устранения дефектов)	85,0	-0,015 -0,038	-0,7	-1,0	-1,3

продолжение таблицы

Д-50, Д-240. Д-248 и модиф.		100,0	-0,023			
СМД-60. СМД-73 и модиф.	шейка фланца	120,0	-0,040 -0,075	-0,7	-1,0	-1,3
А-41,-440, Д-442 и модиф.		140,0	-0,043 -0,106	-0,8	-1,1	-1,4
А-01 и модиф.		140,0	-0,050 -0,090			
ЯМЗ-236,-238 и модиф.	передняя шейка	64,0	-0,20	-0,6	-0,9	-1,1
	задняя шейка	140,0	±0,014	-0,8	-1,1	-1,4
ЯМЗ-240БМ и модиф.	передняя шейка	102,0	-0,023	-0,05	-0,07	-0,15
	шейка ступицы маховика	139,8	-0,080	-0,8	-1,1	-1,4
ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482 и модиф.	передняя шейка	100,0	-0,070	-0,7	-1,0	-1,3
	задняя шейка	140,0	-0,080	-0,8	-1,1	-1,4
Д-108,-160 и модиф.		68,0	-0,115 -0,145	-0,6	-0,9	-1,1
КамАЗ-740 и модиф.		105,0	+0,096 +0,070	-0,7	-1,0	-1,3
ЗИЛ-645 и модиф.	под сальник	105,0	-0,012 -0,034	-0,7	-1,0	-1,3
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.	под сальник	79,0	-0,030 -0,060	-0,15	-0,20	
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234,-24,-402 и модиф.	под сальник	68,0	-0,060			
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.	втулка манжеты	55,0	-0,060	-0,6	-0,9	-1,1
	задняя шейка	80,0	-0,046			
	Отверстие под шарикоподшипник вала муфты					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	47,0	-0,007 -0,037	+0,02	+0,03	+0,08

продолжение таблицы

ЯМЗ-236,-238, КамАЗ-740 и модиф.		52,0	+0,008 -0,023	+0,02	+0,03	+0,08
ЗИЛ-130,-131,-375 -645 и модиф.		52,0	-0,008 -0,040			
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234,-24,-402 и модиф.		40,0	-0,012 -0,028			
Маховик в сборе	Отверстие посадки на коленчатый вал					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	85,0	+0,035	+0,05 +0,06	+0,06 +0,08	+0,15
Д-50, Д-240. Д-248 и модиф.		100,0	+0,054	+0,07 +0,08	+0,08 +0,10	
Д-65 и модиф.		145,0	+0,080	+0,09 +0,10	+0,10 +0,12	
СМД-14. СМД-24 и модиф.		130,0	+0,100	+0,11 +0,12	+0,12 +0,14	+0,20
СМД-31/32 и модиф.		134,0	+0,100			
СМД-60. СМД-73 и модиф.		172,0	+0,04	+0,05 +0,06	+0,06 +0,08	+0,10
А-01,-41,-440, Д- 442, ЯМЗ-236, - 238 и модиф.		140,0				
ЯМЗ-240БМ и модиф.		220,0				
ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482 и модиф.	наружный диаметр втулки маховика	62,0	±0,01	-0,02 -0,03	-0,03 -0,05	-0,10
Д-108,-160 и модиф.		190,0	+0,046	+0,06 +0,07	+0,07 +0,09	+0,15
КамАЗ-740 и модиф.	наружный диаметр втулки маховика	52,0	±0,01	-0,02 -0,03	-0,03 -0,05	-0,10

продолжение таблицы

ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.		140,0	+0,04	+0,05 +0,06	+0,06 +0,08	+0,10
ЗИЛ-645 и модиф.		105,0	+0,035			
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234,-24,-402 и модиф.		122,0	+0,04			
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		40,0	-0,012 -0,028	+0,00 +0,01	+0,01 +0,03	+0,08
	Отверстие под шарикоподшипник вала муфты			+0,02	+0,03	+0,08
Д-50, Д-65, Д-240. Д-248 и модиф.	Диаметр	52,0	-0,008 -0,040			
СМД-14... СМД- 32, А-41,-440, Д- 442 и модиф.		80,0	+0,009 -0,021			
СМД-60. СМД-73 и модиф.		85,0	-0,024 -0,059			
А-01 и модиф.		85,0	+0,010 -0,025			
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		40,0	-0,012 -0,028			
	Рабочая поверхность (трения диска муфты), Т					
Д21А,120 и модиф.	Глубина расточки (размер А - рис. 1.1)	34,5	+ 1,0			
Д37Е, 144, 145Т и модиф.		63,0	±0,37			
Д-65 и модиф.		46,5	+0,34			
СМД-14...СМД-24 и модиф.		62,0	±0,23	+ 1,5	+2,0	+2,5
СМД-60. СМД-73 и модиф.		78,0	+0,46			

продолжение таблицы

Д-108,-160 и модиф.						
ЯМЗ-236, -238 и модиф.		78,0	+0,1			
КамАЗ-740 и модиф.		76,0	±0,1			
ЗИЛ-645 и модиф.	для 645.1005120, -01	41,0	±0,08			
	для 645.1005120-10	43,0				
	для 645.1005120-20	42,0				
Д-240... Д-248 и модиф.	Толщина маховика на диаметре рабочей поверхности(размер А1 - рис. 1.1)	39,5	-0,25	-1,5	-2,0	-2,5
Д-50 и модиф.		35,0	-0,17			
А-41,-440, Д-442 и модиф.		51,0	-0,30			
А-01 и модиф.		56,0	±0,4			
ЗИЛ-130,-131 и модиф.	для 130-1005115	50,0	±0,25			
ЗИЛ-375 и модиф.	для 375-1005115-Б	41,0	±0,25			
ЗМЗ-53/5233, -672/5234 и модиф.		27,5	+0,35 -0,50			
ЗМЗ-24,-402 и модиф.		28,0	-0,50			
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		49,5	±0,31			
	Отверстие под установочные штифты			+0,12	+0,15	+0,20
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	12,0	+0,040 +0,016			
Д-50 и модиф.		14,0	+0,080 +0,045			

продолжение таблицы

Д-65 и модиф.	отверстие под болт	14,0	+0,060 +0,030			
Д-240... Д-248 и модиф.		14,0	+0,093 +0,050			
СМД-14...СМД-24 и модиф.		14,0	+0,043 +0,016			
СМД-31/32 и модиф.		18,0	+0,041 +0,020			
СМД-60. СМД-73 и модиф.		14,0	+0,059 +0,032			
А-41,-440, Д-442 и модиф.		16,0	+0,059 +0,047			
А-01 и модиф.		16,0	+0,043 +0,016			
ЯМЗ-236,-238 и модиф.		22,0	+0,023			
ЯМЗ-240БМ и модиф.		22,0	+0,105 +0,060			
Д-108,-160 и модиф.	отверстие под болт	20,0	+0,021			
КамАЗ-740 и модиф.						
ЗИЛ-645 и модиф.		12,0	+0,093 +0,050			
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.	отверстие под болт	14,0	+0,035			
ЗМЗ-53/5233, -672/5234,-24,-402 и модиф.		12,0	+0,035	+0,12	+0,15	+0,20
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		10,0	+0,076 +0,040			
	Отверстия под ведущие пальцы, сухарики					
Д-65 и модиф.	Диаметр	16,0	+0,035	+0,05	+0,07	+0,10

продолжение таблицы

Д-240. Д-248 и модиф.		12,5	+0,008 -0,019	+0,02	+0,03	+0,05
СМД-14...СМД-22 и модиф.		13,8	+0,035	+0,05	+0,07	+0,10
СМД-23/24, 31/32 и модиф.	отверстие под штифт	13,0	+0,035	+0,04	+0,05	+0,10
СМД-60. СМД-73 и модиф.	отверстие под штифт	12,0	-0,033 -0,060	-0,01	+0,01	+0,05
А-41,-440, Д-442 и модиф.		18,0	+0,033	+0,04	+0,05	+0,10
А-01 и модиф.		20,0	+0,033			
Д-108,-160 и модиф.		18,0	+0,018	+0,02	+0,03	+0,06
	Посадочная поверхность штифтов					
	Диаметр	св.10 до 18	-0,011	-0,015	-0,02	-0,05
		св.18 до 30	-0,013			
Противовес коленчатого вала	Отверстие посадки на вал					
СМД-60. СМД-73 и модиф.	Диаметр	70,0	+0,030	+0,04 +0,05	+0,05 +0,07	+0,10
ЯМЗ-236,-238 и модиф.		71,0	+0,030			
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 и модиф.	передний	102,0	+0,009 -0,026	+0,02 +0,03	+0,03 +0,05	+0,08
	задний	141,0	+0,010 -0,030			
КамАЗ-740 и модиф.	передний	125,0	+0,010 -0,030			
	задний	105,0	+0,009 -0,026			
Колеса зубчатые привода распределения и маслонасоса	Отверстие посадки на вал					+0,10

продолжение таблицы

Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т, Д-50, Д-240... Д-248 и модиф.	Диаметр	38,0	+0,028	+0,04 +0,05	+0,05 +0,07	
Д-65 и модиф.		48,0	+0,025			
СМД-14...СМД-22 и модиф.		56,0	+0,030			
СМД-23/24,-31/32 и модиф.		65,0	+0,030			
СМД-60. СМД-73 и модиф.	привод распределения	106,0	+0,035			
	привод маслонасоса	71,0	+0,030			
ЯМЗ-236,-238 и модиф.		72,0	+0,030			
ЯМЗ-240БМ и модиф.		102,0	-0,060 -0,095	-0,05 -0,04	-0,04 -0,02	+0,05
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 и модиф.	привод распределения	140,0	+0,040	+0,04 +0,05	+0,05 +0,07	+0,10
	привод маслонасоса	102,0	+0,035			
Д-108,-160 и модиф.		75,0	+0,030			
КамАЗ-740 и модиф.	привод распределения	105,0	+0,035	+0,04 +0,05	+0,05 +0,07	+0,10
	привод маслонасоса	125,0	+0,040			
ЗИЛ-645 и модиф.		54,0	+0,030			
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.		46,0	+0,027	+0,04 +0,06	+0,06 +0,09	+0,15
ЗМЗ-53/5233, -672/5234,-24,-402 и модиф.		40,0	+0,027			
Звездочка коленчатого вала	Отверстие под шейку вала					
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.	Диаметр	40,0	+0,027	+0,04 +0,06	+0,06 +0,09	+0,15

продолжение таблицы

Шкив коленчатого вала	Отверстие посадки на вал					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	34,0	+0,039	+0,05 +0,06	+0,06 +0,08	+0,15
Д-50 и модиф.		35,0	+0,050	+0,06 +0,07	+0,07 +0,09	
Д-65 и модиф.		45,0	+0,039	+0,05	+0,06	
ЯМЗ-236,-238 и модиф.		50,0	+0,039	+0,06	+0,08	
ЗИЛ-645 и модиф.		50,0	+0,025	+0,04 +0,05	+0,05 +0,07	
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.		46,0	+0,027			
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234,-24,-402 и модиф.		38,0	+0,007 - 0,020	+0,02 +0,03	+0,03 +0,05	
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		38,0	+0,050 +0,025	+0,06 +0,07	+0,07 +0,09	
Д-65 и модиф. СМД-14...СМД-32 и модиф. А-01,-41,-440, Д-442 и модиф. ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф. ЗМЗ-53/5233, - 672/5234,-24,-402 и модиф.	Поверхность ступицы под манжету уплотнения					
	Диаметр (после устранения дефектов)	65,0	-0,12	-0,6	-0,9	-1,1
		80,0	-0,12			
		75,0	-0,19			
		62,0	-0,12			
		55,0	-0,06			
Полукольцо (шайба) упорного подшипника коленчатого вала	Торцевые поверхности кольца					

продолжение таблицы

Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Толщина кольца (ремонтные размеры - см. табл. 1.24)	4,5	-0,035 - 0,135	-0,16	-0,18	-0,23
Д-50 ,Д-240...Д-248 и модиф.		4,0	-0,070 -0,110	-0,13	-0,15	-0,20
СМД-14...СМД-73 и модиф.		4,5	-0,025 -0,065	-0,09	-0,11	-0,16
А-01,-41,-440, Д-442 и модиф.		5,5	-0,03	-0,05	-0,07	-0,12
ЯМЗ-236,-238 и модиф.		7,5	-0,023 -0,045	-0,07	-0,09	-0,14
Д-108,-160 и модиф.		5,0	±0,04	-0,07	-0,10	-0,15
КамАЗ-740 и модиф.		4,0	+0,05 +0,01	-0,02	-0,05	-0,10
ЗИЛ-645 и модиф.		3,0	-0,04	-0,07	-0,10	-0,15
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		2,5	-0,05	-0,07	-0,09	-0,14
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.	шайбы упорного подшипника	2,5	-0,04	-0,07	-0,10	-0,15
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234 и модиф.	шайбы упорного подшипника	2,35	±0,025	-0,05	-0,07	-0,12
ЗМЗ-24,-402 и модиф.		2,5	-0,05	-0,08	-0,11	-0,16
	Неплоскостность торцевой поверхности		0,02-0,05	0,05	0,07	0,10
Шатун в сборе	Отверстие втулки верхней головки		+0,05 +0,06	+0,06 +0,08	+0,10	
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	35,0	+0,026 +0,015			
Д-50, Д-65, Д-240, Д-245		38,0 38,3	+0,028 +0,017			
СМД-14...СМД-32 и модиф.		42,0	+0,041 +0,025			
СМД-60. СМД-73 и модиф.		45,0	+0,041 +0,025			

продолжение таблицы

А-01,-41,-440, Д-442, ЯМЗ-236, -238,-240БМ и модиф.		50,0	+0,040 +0,031			
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 и модиф.		58,0	+0,038 +0,030			
Д-108,-160 и модиф.		60,0	+0,029 +0,010			
КамАЗ-740 и модиф. ЗИЛ-645 и модиф.		45,0 42,0	+0,024 +0,010 +0,032 +0,025	+0,04 +0,05 +0,05 +0,06	+0,05 +0,07 +0,06 +0,08	+0,1
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.		28,0				
ЗМЗ-53/5233, -672/5234,-24,-402 и модиф.		25,0	+0,007 -0,003	+0,03 +0,04	+0,04 +0,06	
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		22,0				
	Овальность конусность отверстия		0,0025 -0,008	0,015	0,03	0,07
	Отверстие верхней головки под втулки	св.18 до 30 св30 до 50 св.50 до 80	+0,021 +0,025 +0,030			
	Отверстие нижней головки					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	71,0	+0,018			
Д-50 ,Д-240...Д-248 и модиф.		74,0	+0,015	+0,04 -0,02	+0,05 -0,02	+0,08
Д-65 и модиф.		81,0	+0,022			
СМД-14...СМД-32 и модиф.		84,0	+0,030 -0,010			

продолжение таблицы

СМД-60. СМД-73 и модиф.		91,0	+0,022			
А-01,-41,-440, Д-442, ЯМЗ-236, -238,-240БМ и модиф.		93,0	+0,022			
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 и модиф.		95,0	+0,010	+0,03 -0,01	+0,04 -0,01	+0,07
Д-108,-160 и модиф.		100,0	+0,022	+0,04 -0,02	+0,05 -0,02	+0,08
КамАЗ-740 и модиф.		85,0 85,5	+0,010	+0,03 -0,01	+0,04 -0,01	+0,07
ЗИЛ-645 и модиф.		77,0	+0,013			
ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.		69,5	+0,012			
ЗМЗ-53/5233, -672/5234 и модиф.		63,5	+0,019			
ЗМЗ-24,-402 и модиф.		61,5	+0,019			
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		60,0	+0,019			
	Овальность, конусность отверстия		0,005-0,03	0,03	0,05	0,08
	Взаимное положение осей отверстий головок		0,04	0,08	0,15	
	Непараллельность осей (изгиб) на длине 100 мм					
	Отклонение от положения в одной плоскости (скручивание) на длине 100 мм		0,08	0,15	0,20	

продолжение таблицы

	Диаметр	св.18 до 30	-0,006			
Палец поршневой	Наружная поверхность	св.30 до 50 св.50 до 80	-0,007 -0,008	-0,02 -0,03	-0,03 -0,05	-0,08
Поршень	Канавка под верхнее компрессионное кольцо					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Ширина		+0,115 +0,095			
Д-50, Д-65, Д- 240... Д-248 и модиф.		3,0	+0,095 +0,070	+0,16	+0,28	+0,40
СМД-14...СМД-32 и модиф.			+0,11 +0,08			
ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482 и модиф.			+0,08 +0,06	+0,13	+0,25	
Д-108 и модиф.		5,0	+0,018	+0,07	+0,19	+0,40
ЗИЛ-645 и модиф.	канавка под 2-е кольцо	3,0	+0,053 +0,036	+0,10	+0,22	
ЗИЛ-130,-131,- 375, ЗМЗ-24,-402,- 405, -406,-409 и модиф.		2,0	+0,075 +0,050	+0,10	+0,18	+0,30
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234 и модиф.		2,5				
СМД-23/24,-31/32 и модиф.	Зазор между канавкой и калибром (для поршней с трапециидальной канавкой)		0,18- 0,25	0,30	0,40	0,50
СМД-60. СМД-73 и модиф.			0,19- 0,26			

продолжение таблицы

А-01*, -41*, -440*, Д-442*, ЯМЗ-236, -238, -240БМ и модиф.			0,18- 0,25	0,30	0,40* 0,35	0,50
Д-160 и модиф.			0,22- 0,34	0,40	0,45	0,55
КамАЗ-740 и модиф. ЗИЛ-645 и модиф.			0,12- 0,17	0,20	0,25	0,30
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф. Д-50 и модиф. Д-65, Д-240... Д-248 и модиф. СМД-14...СМД-32 и модиф. СМД-60. СМД-73 и модиф. А-01, -41, -440, Д- 442, ЯМЗ-236, - 238, -240БМ и модиф. ЯМЗ-8421, -8423, - 8481, -8482 и модиф. Д-108, -160 и модиф. КамАЗ-740 и модиф. ЗИЛ-645 и модиф. ЗИЛ-130, -131, -375 и модиф.	Отверстия под палец					
	Диаметр	35,0	-0,004 -0,014	+0,02 +0,03	+0,03 +0,05	+0,10
		38,0	-0,008			
		38,3	-0,020			
		38,0	+0,010			
		42,0	+0,013 +0,003			
		45,0	+0,013 +0,003			
		50,0	+0,011 +0,002			
		58,0	+0,009 +0,002			
	ремонтный	60,0	-0,020			
		60,3	-0,034			
		45,0	-0,006 -0,013			
		42,0	±0,0055			
		28,0	-0,005 -0,015			
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234 и модиф.		25,0	-0,010			

продолжение таблицы

ЗМЗ-24,-402 и модиф.		25,0	-0,010	+0,02 +0,03	+0,03 +0,05	+0,10
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		22,0	-0,010			
	Овальность, конусность отверстий		0,0025-0,005	0,015	0,03	0,05
	Поверхность юбки (в плоскости, перпендикулярной оси отверстий под палец)					
	Диаметр юбки в сечении:					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	нижнего края юбки ремонтный	105,0 105,7	-0,10 -0,16	-0,16	-0,20	-0,45
Д-50,-240, Д-65 и модиф.	нижнего края юбки ремонтный	110,0 110,7				
Д-243... Д-248 и модиф.	нижнего края юбки ремонтный	110,0 110,7	-0,05 -0,11	-0,15	-0,20	-0,45
СМД-14...СМД-32 и модиф.	нижнего края юбки ремонтный	120,0 120,7			-0,27	-0,50
СМД-14Н и модиф.	14Н-0305А		-0,14 -0,20	-0,20		
СМД-19,-20 и модиф.	20-0305А		-0,16 -0,22	-0,22		
СМД-18Н,-22,-23,-24 и модиф.	17Н-0305А 22-0305А-01		-0,18 -0,24	-0,24		
СМД-31 А,-32А и модиф.	31А-0305А		-0,20 -0,24	-0,24		
СМД-60. СМД-73 и модиф.	41 мм от нижнего края юбки	130,0	-0,22 -0,26	-0,26		
А-01,-41,-440, Д-442 и модиф.	153 мм от днища ремонтный	129,83 130,33	-0,03 -0,14	-0,03 -0,20	-0,08 -0,25	-0,35 -0,45
ЯМЗ-236,-238, -240БМ и модиф.	153 мм от днища ремонтный	130,0 130,33	-0,20 -0,03	-0,03	0,08	0,30

продолжение таблицы

ЯМЗ-8421,-8423, - 8481,-8482 и модиф.	153 мм от днища	140,0	-0,14 -0,18	-0,18	-0,25	-0,45
Д-108,-160 и модиф.	35 мм от нижнего края юбки ремонтный	145,0 145,7	-0,28 -0,36	-0,36	-0,38	-0,50
КамАЗ-740 и модиф.	104 мм от днища	120,0	-0,12 -0,14	-0,14	-0,17	-0,40
ЗИЛ-6451	103 мм от днища	109,88	-0,03	-0,03	-0,07	-0,30
ЗИЛ-6454	103 мм от днища	114,88				
ЗИЛ-130,-131 и модиф.	нижнего края юбки ремонтные	100,0 100,5	-0,01 -0,07	-0,07	-0,10	-0,35
ЗИЛ-375 и модиф.	нижнего края юбки ремонтные	101,0 101,5 108,0 108,5 109,0 109,5				
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234,-24,-402, -406 и модиф.	нижнего края юбки (для ЗМЗ-406 46 мм от днища) ремонтные	92,0 92,5 93,0	+0,048 -0,012	-0,01	-0,05	-0,20
ЗМЗ-405,-409 и модиф.	46 мм от днища ремонтные	95,5 96,0 96,5				
Механизм уравновешивания Д21А, 120, 130, 130Т и модиф.						
Вал механизма	Шейка под опорную втулку					
	Диаметр передней задней	34,0 32,0	-0,050 -0,085	-0,11 -0,13	-0,13 - 0,17	-0,25
	Шейка под зубчатое колесо		+0,030 +0,015	0,00 -0,01	-0,01 - 0,04	-0,10
	Диаметр	25,0				

продолжение таблицы

	Шейки под грузы (передний, задний)					
	Диаметр	25,0	±0,007	-0,02 -0,03	-0,03 -0,05	-0,08
Колесо зубчатое механизма ведомое	Отверстие под вал	25,0	+0,023	+0,03 +0,04	+0,04 +0,06	+0,10
	Диаметр					
Колесо зубчатое механизма промежуточное в сборе со втулкой	Отверстие втулки под ось	25,0	+0,023	+0,05 +0,07	+0,07 +0,11	+0,20
	Диаметр					
Груз передний Груз задний	Отверстие под вал	25,0	+0,023	+0,04 +0,05	+0,05 +0,07	+0,10
	Диаметр					
Картер дизеля в сборе со втулками	Отверстия втулок под вал	34,0 32,0	+0,027	+0,05 +0,07	+0,07 +0,11	+0,20
	Диаметр передней задней					
	Отверстия картера под втулки	43,0 41,0	+0,027	+0,04	+0,06	+0,08
	Диаметр переднюю заднюю					
Механизм уравновешивания А-41,-440, Д-442 и модиф.	Отверстия под подшипник	72,0	-0,030	+0,02	+0,04	+0,10
Корпус механизма	Диаметр					
Груз - шестерня	Шейки под подшипники	35,0	+0,020 +0,003	-0,01	-0,02	-0,05
	Диаметр					
Механизм уравновешиваю- щий Д-160 и модиф.	Отверстия втулок Диаметр под валик	27,0	+0,098 +0,065	+0,12 +0,14	+0,14 +0,18	+0,25
	под противовесы	55,0	+0,030	+0,05 +0,07	+0,07 +0,11	+0,20

продолжение таблицы

Корпус механизма в сборе с поддоном и втулками						
	Диаметр		+0,025	+0,03	+0,04	+0,05
		65,0	+0,030			
Валик промежуточный	Шейки под втулки	27,0	$\pm 0,007$	-0,03	-0,05	-0,15
	Диаметр			-0,05	-0,09	
	Шейка под колесо зубчатое	27,0	$\pm 0,007$	-0,02	-0,03	-0,08
	Диаметр			-0,03	-0,05	
	Поверхность шлицевых зубьев	5,0	$-0,014$ $-0,050$	-0,15	-0,20	-0,50
	Толщина зуба					
Противовесы	Шейки под втулки	55,0	$-0,110$ $-0,140$	-0,16 -0,18	-0,18 -0,22	-0,30
	Диаметр					
	Шейка под колесо зубчатое	40,0	$\pm 0,012$	-0,02 -0,03	-0,03 -0,05	-0,08
	Диаметр					
Колесо зубчатое промежуточного валика	Отверстие под валик	27,0	+0,021	+0,03 +0,04	+0,04 +0,06	+0,10
	Диаметр					
Колесо зубчатое противовеса	Отверстие под противовес	40,0	+0,025	+0,03 +0,04	+0,04 +0,06	+0,10
	Диаметр					

Таблица 3.24 Размеры коренных и шатунных шеек коленчатого вала

Марка, модель двигателя	Нормальные размеры, мм	Ремонтные размеры, мм					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф. коренные	70,25 70,0	69,50	69,0	68,50	68,0		
шатунные	65,25 65,0	64,50	64,0	63,50	63,0		
длина упорной шейки	46+0,1	46,2	46,4	46,6	46,8		
Д-50, Д-240...Д-248 и модиф. коренные	75,25 75,0	74,50	74,0	73,50	73,0		
шатунные	68,25 68,0	67,50	67,0	66,50	66,0		
длина упорной шейки	45,0+0,1	45,1	45,2	45,3	45,4		
Д-65 и модиф. коренные	85,17 84,92	84,42	83,92	83,42	82,92		
шатунные	75,175 74,925	74,175	73,425	72,675	71,925		
длина упорной шейки	60+0,12	60,2	60,4	60,6	60,8		
СМД-14...СМД-32 и модиф. для 14-0401-1М коренные	88,25 88,0	87,50	87,0	86,50			
шатунные	78,25 78,0	77,25	76,50	75,75	75,0		
для 18Н-04С8, 20- 04С8, 20-04С8-01, 20-0401А, 20-0409, 23-03С2, 31-0401- 4А коренные	92,25 92,0	91,50	91,0	90,50	90,0		

продолжение таблицы

шатунные	78,25 78,0	77,25	76,50	75,75	75,0		
длина упорной шейки	60 ^{+0,12} _{+0,02}	60,2	60,4	60,6	60,8		
СМД-60/61/68, - 62/63, -64/65/74, -66, -72/73, -76, - 80 и модиф. Коренные	92,25 92,0	91,50	91,0	90,50	90,0		
шатунные	85,25 85,0	84,50	84,0	83,50	83,0		
длина упорной шейки	50 [±] ,1	50,2	50,4	50,6	50,8		
А-01,-41,-440, Д- 442 и модиф. Коренные	105,0 104,75	104,50	104,25	104,0	103,75		
Шатунные	88,0 87,75	87,50	87,25	87,0	86,75		
длина упорной шейки	75 ^{+0,12}	75,1	75,2	75,3	75,4		
ЯМЗ-236,-238 и модиф. коренные	110,0	109,75	109,50	109,25	109,0	108,75	108,50
шатунные	88,0	87,75	87,50	87,25	87,0	86,75	86,50
длина упорной шейки	56 ^{+0,1}	56,04	56,08	56,12	56,16	56,20	56,24
ЯМЗ-240БМ и модиф. коренные	191,92 88,0	191,42 87,75	190,42 87,50	87,25	87,0	86,75	86,50
длина беговой дорожки	34 ^{+0,10} _{+0,04}	34,5					
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 и модиф. коренные	117,0	116,95	116,75	116,50			
шатунные	90,0	89,95	89,75	89,50			
длина упорной шейки	49,7 ^{+0,05}	49,74	49,78				

продолжение таблицы

Д-108,-160 и модиф. коренные шатунные	95,21 94,96 92,21 91,96	94,46 91,21	93,96 90,46	93,46 89,71	92,96 88,96	92,46	
длина упорной шейки	124+0,10	124,2	124,4	124,6	124,8	125,0	
КамАЗ-740 и модиф. коренные шатунные длина упорной шейки	95,0 80,0 67+0,12	94,5 79,5 67,1	94,0 79,0 67,2	93,5 78,5	93,0 78,0		
ЗИЛ-645 и модиф. коренные шатунные длина упорной шейки	92,0 72,0 $37^{+0,060}_{-0,099}$	91,50 71,50	91,0 71,0	90,50 70,50			
ЗИЛ-130, ЗИЛ- 131, ЗИЛ-375 и модиф. коренные шатунные длина упорной шейки	75,0 65,5 $32^{+0,160}_{-0,075}$	74,75 65,25 32,1	74,50 65,0 32,2	74,25 64,75 32,3	74,0 64,50	73,75 64,25	
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234 и модиф. коренные шатунные длина упорной шейки	70,0 60,0 30,5-0,05	69,75 59,75 30,6	69,50 59,50 30,7	69,25 59,25 30,8	69,0 59,0 30,9	68,75 58,75 31,0	68,50 58,50
ЗМЗ-24,-402 и модиф. коренные шатунные	64,0 58,0	63,75 57,75	63,50 57,50	63,25 57,25	63,0 57,0	62,75 56,75	62,50 56,50
длина упорной шейки	33-0,05	33,1	33,2	33,3			

продолжение таблицы

ЗМЗ-405,-406,- 409 и модиф. коренные	62,0	61,75	61,50	61,25			
шатунные	56,0	55,75	55,50	55,25			
длина упорной шейки	34+0,05						

3.2.4 Блок цилиндров, гильза цилиндра

При дефектации руководствоваться общими положениями и требованиями и, кроме того, следующими требованиями.

Блок цилиндров. Контроль блока цилиндров проводить в сборе с крышками коренных подшипников, втулками распределительного вала, толкателей, осей роликовых толкателей, осями (пальцами) промежуточных зубчатых колес, шпильками и установочными штифтами.

На блоке цилиндров не допускаются:

- забоины, задиры, аварийный износ поверхности коренных опор и крышек, ослабление посадки крышки коренной опоры в гнезде блока (наличие ощутимого зазора), забоины на торцевых и боковых поверхностях разъема блока и крышки коренных опор;

- забоины, заметная выработка торцовых поверхностей коренной опоры под упорные полукольца (шайбу) коленчатого вала;

- забоины на торцевой (опорной) поверхности выточки под бурт гильзы, поверхностях верхней и нижней посадочных поясков под гильзу цилиндра;

- коррозионно-кавитационные разрушения (раковины), остатки резины уплотнительных колец, отложения накипи и грязи на поверхности нижнего пояска, отложения накипи на поверхности верхнего пояска под гильзу цилиндра;

- трещины, забоины, задиры, риски, царапины, наволакивание, натирывания сплава поршня на поверхности зеркала цилиндров (для безгильзовых блоков);

- обломы, трещины на приливах резьбовых отверстий под шпильки крепления головки цилиндров;

Для выявления скрытых трещин стенок водяной рубашки и масляных каналов при необходимости блок испытать на герметичность водой при давлении $0,4 \pm 0,05$ МПа ($4 \pm 0,5$ кгс/см²) в течение 3 мин.; течь и потение не допускаются. Испытание блока на герметичность при дефектации допускается не проводить; в этом случае испытание должно проводиться после ремонта блока и установки гильз цилиндров с уплотнительными кольцами.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения размеров, форм и

взаимного расположения типовых поверхностей блоков цилиндров даны в табл. 3.25.

При контроле отверстий коренных опор болты (гайки шпилек) крепления крышек должны быть окончательно затянуты крутящим моментом согласно техническим требованиям. Перед затяжкой резьбовые поверхности необходимо смазать моторным маслом. Затяжку болтов (гаек) следует проводить в два приема: предварительно и окончательно. Момент предварительной затяжки должен быть в пределах 20 – 25% от момента окончательной затяжки.

При контроле блока цилиндров замеры контролируемых поверхностей следует проводить согласно схемам замеров, показанным на рис. 3.3 – 3.6. Замеры верхней и нижней посадочных поверхностей расточек блока под гильзы цилиндров проводить в продольной и поперечной плоскостях в одном сечении.

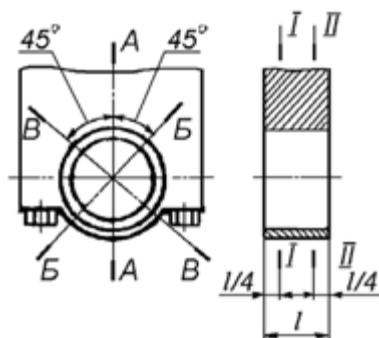


Рисунок 3.3 - Схема замеров отверстия опор коренных подшипников блока: А-А, Б-Б, В-В – плоскости, I, II – сечения замеров.

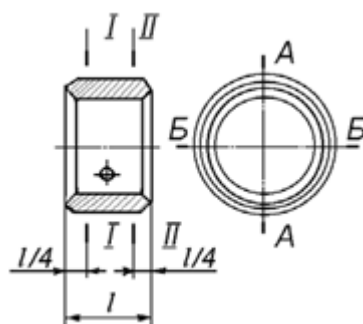


Рисунок 3.4 - Схема замеров отверстия (втулок) опор распределительного вала: А-А – плоскость осей толкателей, Б-Б – плоскость под 90° к пл. А-А, I, II – сечения замеров.

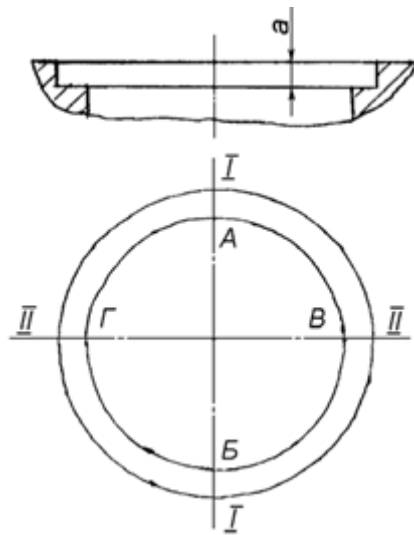


Рисунок 3.5 - Схема замеров глубины "а" выточки блока под бурт гильзы цилиндра: А, Б, В, Г – точки замеров, I – диаметральной плоскость, перпендикулярная продольной оси блока, II – общая продольная ось ряда цилиндров.

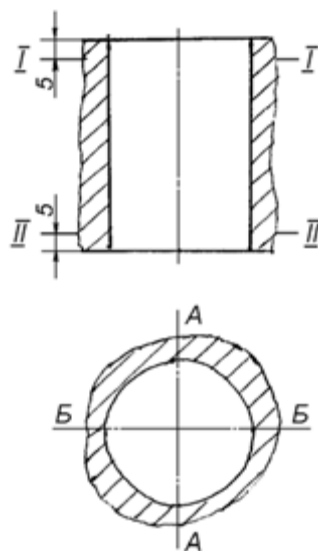


Рисунок 3.6 - Схема замеров отверстий блока под толкатели клапанов: А-А – плоскость, перпендикулярная оси распределительного вала, Б-Б – плоскость, параллельная оси распределительного вала, I, II – сечения замеров

Разность размеров глубины выточки блока под бурт гильзы цилиндра по точкам замеров согласно схеме по рис. 1.5 не должна быть более 0,03 мм. Разность размеров глубины выточек под одну общую головку не должна превышать 0,05 мм.

Гильза цилиндра. На гильзе не допускаются:

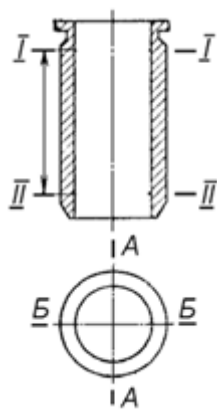
- трещины, сколы, забоины, задиры, натирь, прижоги, риски, царапины, наволакивание, натирь сплава поршня на поверхности отверстия;

- коррозионно-кавитационные разрушения (раковины) на поверхности под уплотнительные кольца, отложения грязи и накипи на наружных поверхностях;
- забоины, сколы на поверхности верхнего и нижнего торцов опорного бурта;
- неплоскостность опорного торца бурта не более 0,02 мм на всей окружности и 0,01 мм на дуге 50 мм;
- обломы более трех несмежных или более двух смежных охлаждающих ребер цилиндров двигателей воздушного охлаждения.

Нормальные, допустимые, предельные отклонения размеров, форм, взаимного расположения типовых поверхностей гильз цилиндров – см. в табл. 3.25.

Примечание: допустимые отклонения размера отверстия гильзы цилиндра даны при условии обработки (хонингования) до выведения следов износа и восстановления геометрии отверстия снятием минимального слоя.

При контроле размеров поверхностей гильз цилиндров замеры следует проводить согласно схеме, данной на рис. 3.7. Контроль диаметра верхнего и нижнего посадочных поясков необходимо проводить в двух диаметральных плоскостях.



А-А, Б-Б – плоскости замеров; I – сечение, определяемое положением верхнего кольца при положении поршня в ВМТ; II – сечение, определяемое положением нижнего кольца при положении поршня в НМТ.

Рисунок 3.7 - Схема замеров отверстия гильзы цилиндра (цилиндра в блоке):

Примечание: замеры высоты бурта гильзы проводить в четырех точках по плоскостям А-А, Б-Б. Разность размеров не более 0,03 мм.

Таблица 3.25. Нормальные, допустимые, предельные отклонения размеров, форм и взаимного расположения типовых поверхностей блоков и гильз цилиндров

Наименование СЧ, марка, модель двигателя	Контролируемые поверхность, размер	Номинальный размер, мм	Отклонения размера, мм			
			нормаль-	допустимые		предельное
				при КР	при ТР	
Блок цилиндров в сборе	Отверстия опор коренных подшипников (рис 1.3)			+0,04 -0,01	+0,05 -0,01	+0,08
	Диаметр					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.		78,0	+0,01 8			
Д-50, Д-240... Д- 248 и модиф.		81,0	+0,02 2			
Д-65 и модиф.		95,0	+0,03 0			
СМД-14...СМД- 32, СМД- 60...СМД-73 и модиф.	ремонтный	98,0 98,5	+0,02 2	-0,04	-0,02	+0,05
А-01,-41,-440, Д- 442, ЯМЗ-236, - 238 и модиф.	ремонтный	116,0 116,5	+0,02 1			
ЯМЗ-240БМ	ремонтные	260,0 260,2 260,4	-0,053 -0,080			
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 и модиф.		125,0	+0,02 4	+0,04 -0,01	+0,05 -0,01	+0,08
Д-108,-160 и модиф.		103,0	+0,02 2			
КамАЗ-740 и модиф.	ремонтный	100,0 100,5	+0,02 1			
ЗИЛ-130,-131,- 375 и модиф.		79,5	+0,02 5			
ЗИЛ-645 и модиф.		98,0	+0,02 2			

продолжение таблицы

ЗМЗ-53/5233, 672/5234, модиф.	-ремонтный и	74,5 75,0	+0,01 9	+0,03 -0,01	+0,04 -0,01	+0,07
ЗМЗ-24,-402 и модиф.		68,5	+0,01 9			
ЗМЗ-405,-406,-409 и модиф.		67,0	+0,01 9			
	Овальность, конусность		0,005 - 0,02	0,02	0,03	0,05
	Отклонение от соосности: средних опор относительно крайних; смежных опор		0,015 - 0,04 0,01- 0,03	0,04 0,03	0,05 0,04	0,08 0,06
	Отверстия(втулки) под распределительный вал (рис. 1.4)			+0,05 +0,07	+0,07 +0,11	+0,20
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф	Диаметр передней средней задней	51,0 50,0 47,0	+0,03 0 +0,02 7 +0,02 7			
Д-50, Д-240. Д-248 и модиф.		50,0	+0,02 7			
Д-65 и модиф.		50,0	+0,09 5 +0,05 0	+0,12 +0,14	+0,14 +0,18	+0,25
СМД-14...СМД-24 и модиф.	передней	55,0	+0,10	+0,13	+0,15	+0,25
	среднего	52,0	6 +0,06 0	+0,15	+0,19	
	заднего	48,0	+0,08 7 +0,02 5	+0,11 +0,13	+0,13 +0,17	

СМД-31/32 и модиф.	передней	56,0	+0,076 +0,030	+0,10 +0,12	+0,12 +0,16	+0,20
	среднего	52,0	+0,104 +0,030	+0,13 +0,15	+0,15 +0,19	+0,25
	заднего	48,0	+0,064 +0,025	+0,08 +0,10	+0,10 +0,14	+0,20
СМД-60. СМД-73 и модиф.	задней	62,0	+0,060 +0,020	+0,08 +0,10	+0,10 +0,14	

продолжение таблицы

	третьего	60,0	+0,076 +0,030	+0,10 +0,12	+0,12 +0,16	
	второго	59,0				
	первого	58,0				
А-01,-41,-440, Д-442 и модиф.	втулки	54,0	+0,080 +0,040	+0,10 +0,12	+0,12 +0,16	
	отверстий	54,0	+0,046	+0,07 +0,09	+0,09 +0,13	
ЯМЗ-236,-238, -240БМ и модиф.		54,0	+0,030	+0,05 +0,07	+0,07 +0,11	+0,15
ЯМЗ-8421,-8423,-8481,-8482 и модиф.		64,0	+0,030			
Д-108,-160 и модиф.		68,0	+0,030			
КамАЗ-740 и модиф.	задней	42,0	+0,015	+0,03 +0,05	+0,05 +0,08	+0,12
	остальных	54,0	+0,030	+0,05 +0,07	+0,07 +0,11	+0,15

ЗИЛ-130,-131,-375 и модиф.	задней	45,0	+0,06 0 +0,02 5	+0,08 +0,10	+0,10 +0,14	+0,20
	остальных	51,0	+0,07 0 +0,03 0	+0,09	+0,11 +0,15	
ЗИЛ-645 и модиф.		60,0	+0,07 6 +0,03 0	+0,10 +0,12	+0,12 +0,16	
ЗМЗ-53/5233, -672/5234, и модиф.		50,0	+0,05 0 +0,02 5	+0,07 +0,09	+0,09 +0,13	+0,20
ЗМЗ-24,-402 и модиф.	первой	52,0	+0,07	+0,09	+0,11	
	второй	51,0	5	+0,11	+0,15	
	третьей	50,0	+0,05			
	четвертой	49,0	0			
	пятой	48,0				
	Овальность, конусность отверстий		0,015-0,03	0,04	0,06	0,08
	Отклонение от соосности средних опор		0,015-0,05	0,06	0,08	0,10

продолжение таблицы

	относительно крайних					
	Отверстия под втулки распределительного вала					
	Диаметр	от 50 до 80	+0,03 0	+0,04	+0,05	+0,08
	Поверхность под головку цилиндров					
	Отклонение от плоскостности на		0,02	0,03	0,05	

	длине 100 мм					
	Отверстия под гильзы цилиндров					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф	Диаметр отверстий поясков	116,0	+0,14	+0,16	+0,20	+0,25
Д-50, Д-240... Д-248 и модиф.	верхнего	126,0	+0,10 5 +0,05 0			
	нижнего для 50-1002015-В	125,0	+0,06 3	для верхнего пояска +0,12 +0,15 +0,20		
	для 240-1002015-А		+0,04 0	для нижнего пояска		
Д-65 и модиф.	верхнего	126,0 125,0	+0,10 6 +0,04 3	+0,15	+0,20	+0,30
	нижнего					
СМД-14...СМД-24 и модиф.	верхнего	135,0	+0,10 0			
	нижнего	133,02				
СМД-31/32 и модиф.	верхнего	140,0	+0,04 0			
	нижнего	138,0				
СМД-60...СМД-73, А-01,-41,-440, Д-442, ЯМЗ-236, -238,-240БМ и модиф.	верхнего	153,0				
	нижнего	151,0				
ЯМЗ-8421,-8423,	верхнего	162,0	+0,04 0			

продолжение таблицы

				для верхнего пояска		
-8481,-8482 и модиф.	нижнего	158,0		+0,12	+0,15	+0,20
Д-108,-160 и модиф.	верхнего	172,0	+0,10 5 +0,05 0	для нижнего пояска		
	нижнего	168,0		+0,15	+0,20	+0,30
КамАЗ-740 и	верхнего	137,5	+0,04			

модиф.						
	нижнего	134,0				
ЗИЛ-130,-131,- 375, и модиф.	верхнего	125,0	+0,06 3			
	нижнего	122,0				
ЗИЛ-645 и модиф.	верхнего	129,0	+0,06 4 +0,01 4			
	нижнего	125,0	+0,07 7 +0,01 4			
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234, -24, - 402 и модиф.		100,0	+0,05 4			
	Овальность отверстий	0,02- 0,03	0,04	0,06	0,08	
Д-50, Д-240. Д- 248 и модиф.	Выточка под бурт гильзы					
Д-65 и модиф.	Глубина выточки, "а" (рис. 1.5) ремонтный	9,0 9,3	+0,03 +0,05 -0,02	+0,05 -0,02	+0,07 -0,02	+0,10
СМД-14...СМД- 24 и модиф.	ремонтный	10,0 10,3	+0,15 +0,07	+0,16 +0,02	+0,18 +0,02	+0,20
СМД-31/32, СМД-60. СМД- 73, А-01,-41,- 440, Д-442, ЯМЗ-236, -238,- 240Б и модиф (кроме ЯМЗ- 240БМ)	ремонтный	12,0 12,3	±0,035	±0,05	±0,07	+0,10
ЯМЗ-240БМ		10,2 10,5	±0,035	±0,10	±0,15	+0,25
Д-108,-160 и	ремонтный	14,0	+0,07	+0,09	+0,10	+0,12

продолжение таблицы

модиф.		14,3		-0,04	-0,04	
--------	--	------	--	-------	-------	--

ЯМЗ-8421,-8423,-8481,-8482, КамАЗ-740 и модиф.	ремонтный	6,4 6,7	±0,035	±0,05	±0,07	+0,15
ЗИЛ-130,-131,-375, и модиф.	ремонтный	5,0 5,3	+0,05	+0,05 -0,02	+0,05 -0,02	+0,08
ЗИЛ-645 и модиф.		8,8 6 +0,04 0	+0,07 +0,04 0	+0,08 +0,02	+0,09 +0,01	+0,10
ЗМЗ-53/5233, -672/5234,-24,-402 и модиф.		118,0 7	+0,02 7	+0,33	+0,33	+0,35
	(с учетом установки дополнительной прокладки 0,3 мм или ремонтной прокладки 0,6 мм)					
	Отклонение от плоскостности на окружности торца выточки		0,015 -0,02	0,03	0,05	
	Отклонение от параллельности торцевой поверхности выточки к оси опор коренных подшипников на длине 160 мм (или к плоскости под головку)		0,02- 0,03	0,04		
	Отверстия под толкатели (рис. 3.6)					
	Диаметр					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф		20,0	+0,02 3	+0,05 +0,07	+0,07	+0,15
	ремонтные	20,2			+0,11	
		20,4				

продолжение таблицы

Д-50, Д-240...Д-248 и модиф.		25,0				
	ремонтные	25,2	+0,04	+0,07	+0,09	+0,17
		25,4	5	+0,09	+0,13	
Д-65 и модиф.		34,0	+0,048			
	ремонтные	34,2	+0,009			
		34,4				
СМД-14...СМД-32 и модиф.		34,025	+0,100			
	ремонтные	34,3				
		34,6		+0,14	+0,16	
СМД-60. СМД-73 и модиф.		34,0	+0,112	+0,16	+0,20	+0,25
	ремонтные	34,3	+0,050			
		34,6				
Д-108,-160 и модиф.		25,0	+0,033	+0,06	+0,08	+0,20
	ремонтные	25,2		+0,08	+0,12	
		25,4				
ЯМЗ-8421,-8423,-8481,-8482 и модиф.		35,0	+0,027	+0,05	+0,07	+0,15
	ремонтные	35,2		+0,07	+0,11	
		35,4				
КамАЗ-740 и модиф.		22,0	+0,023	+0,05	+0,07	+0,15
	ремонтные	22,2		+0,07	+0,11	
		22,4				
ЗИЛ-130,-131,-375, ЗМЗ-53/5233,-672/5234, -24, -402 и модиф.		25,0	+0,023	+0,04	+0,05	+0,10
	ремонтные	25,2		+0,05	+0,08	
		25,4				
ЗИЛ-645 и модиф.		31,0	+0,025	+0,05 +0,07	+0,07 +0,11	+0,15
	Поверхность под крышку опоры коренного подшипника	св.				

	Размер по ширине	120 до 180	+0,04 0	+0,05	+0,06	+0,10
--	------------------	------------------	------------	-------	-------	-------

продолжение таблицы

	Размер по ширине	св. 180 до 250	+0,04 6	+0,06	+0,07	+0,10
	Поверхность крышки под гнездо опоры блока	св. 120 до 180	+0,08 5 +0,05 8	+0,05	+0,04	0,00
	Размер по ширине					
		св. 120 до 180	+0,10 5 +0,07 5	+0,06	+0,05	
	Шейка оси (пальца) под промежуточную шестерню					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	30,0	-0,040 -0,070	-0,09 -0,11	-0,11 -0,15	-0,20
Д-50, Д-240... Д- 248 и модиф.		40,0	-0,025	-0,05 -0,07	-0,07 -0,11	-0,15
Д-65, СМД-14... СМД-32 и модиф.		40,0	-0,075 -0,115	-0,14 -0,16	-0,16 -0,20	-0,25
Д-108, -160 и модиф.		38,0	-0,025	-0,05 -0,07	-0,07 -0,11	-0,15
	Отверстие под ось (палец) промежуточного зубчатого колеса					

	Диаметр	св.18 до 30	+0,02 1	+0,03	+0,03	+0,06
		св.30 до 50	+0,02 5			

продолжение таблицы

	Отверстие втулок под промежуточный вал					
ЗМЗ-405,-406,- 409 и модиф.	Диаметр Передней	49,0	+0,050 +0,025	+0,07 +0,09	+0,09 +0,13	+0,15
	задней	22,0	+0,041 +0,020	+0,06 +0,08	+0,08 +0,12	
	Отверстие под валик привода маслонасоса					
ЗМЗ-405,-406,- 409 и модиф.	Диаметр	17,0	+0,060 +0,033	+0,08 +0,10	+0,10 +0,14	+0,20
	Отверстия цилиндров					
ЗМЗ-406 и модиф.	Диаметр	92,0	+0,084 +0,024	+0,09	+0,20	+0,30
	ремонтные	92,5				
		93,0				
ЗМЗ-405,-409 и модиф.		95,5				
	ремонтные	96,0				
		96,5				
Гильза цилиндра	Поверхность отверстия (рис. 1.7)					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф.	Диаметр	105,0	+0,06	+0,06	+0,20	+0,35
	ремонтный	105,7				
Д-50, Д-240... Д-		110,0				

248, Д-65 и модиф.	ремонтный	110,7				
СМД-14...СМД-24 и модиф.		120,0	+0,06	+0,06	+0,18	+0,30
	ремонтный	120,7				
СМД-31/32 и модиф.		120,0	+0,04	+0,06	+0,18	+0,30
	ремонтный	120,7				

продолжение таблицы

СМД-60. СМД-73 и модиф.		130,0		+0,04	+0,18	+0,30
	ремонтный	130,7				
А-01,-41,-440, Д-442 и модиф.		130,0	+0,03	+0,06	+0,20	+0,35
	ремонтный	130,5	+0,04			
ЯМЗ-236,-238,-240БМ и модиф.		130,0	+0,06	+0,06	+0,20	+0,35
	ремонтный	130,5	+0,04			
ЯМЗ-8421,-8423,-8481,-8482 и модиф.		140,0	+0,024	+0,06	+0,20	+0,30
Д-108,-160 и модиф.		145,0	+0,08	+0,08	+0,22	+0,35
	ремонтный	145,7				
КамАЗ-740 и модиф.		120,0	+0,03	+0,06	+0,18	+0,30
ЗИЛ-130, -131 и модиф.		100,0	+0,06	+0,06	+0,20	+0,35
	ремонтные	100,5				
		101,0				
		108,0				
ЗИЛ-375 и модиф.	ремонтные	108,5				
		109,0				
ЗИЛ-6451		110,0	+0,035	+0,05	+0,16	+0,30
ЗИЛ-6454		115,0				
ЗМЗ-53/5233, -672/5234 и модиф.		92,0	+0,06	+0,09	+0,20	+0,30
	ремонтные	92,5				
		93,0				
ЗМЗ-24,-402 и модиф.		92,0	+0,084 +0,024	+0,09	+0,20	
	ремонтные	92,5				
		93,0				

продолжение таблицы

	Овальность, конусность отверстия (см. рис. 1.4)	в зоне А	0,01- 0,03	0,04	0,08	0,15
	Поверхность посадочных поясков					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т и модиф	Диаметр поясков	116,0	-0,05 -0,14	-0,16	-0,20	-0,25
Д-50, Д-65, Д- 240... Д-248 и модиф.	верхнего нижнего	126,0 125,0	-0,043 -0,083	-0,10	-0,15	-0,20
СМД-14...СМД- 24 и модиф.	верхнего нижнего	135,0 133,0	-0,043 -0,083	-0,10	-0,15	-0,20
СМД-31/32 и модиф.	верхнего нижнего	140,0 138,0				
СМД-60. СМД- 80, А-01,-41,- 440, Д-442, ЯМЗ-236, -238,- 240БМ и модиф.	верхнего нижнего	153,0 151,0				
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482 и модиф.	верхнего нижнего	162,0 158,0				
Д-108,-160 и модиф.	верхнего нижнего	172,0 168,0	-0,08			
КамАЗ-740 и модиф.	верхнего нижнего	137,5 134,0	-0,043 -0,083			
ЗИЛ-130, -131 и модиф.	верхнего нижнего	125,0 122,0	-0,04 -0,060 -0,165	-0,06 -0,20	-0,10 -0,25	-0,15 -0,30
ЗИЛ-645 и модиф.	верхнего нижнего	129,0 125,0	-0,043 -0,083	-0,10	-0,15	-0,20
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234,-24,- 402 и модиф.		100,0	-0,040 -0,075	-0,10	-0,15	-0,20

продолжение таблицы

	Овальность поясков		0,04- 0,06	0,08	0,10	-
	Опорный бурт гильзы					
Д-50, Д-65, Д- 240... Д-248 и модиф.	Высота бурта	9,12		-0,02	-0,04	-0,09
СМД-14...СМД- 24 и модиф.		10,2	+0,03	0,00	-0,01	-0,04
СМД-31/32, СМД-60...86, А- 01,-41,-440, Д- 442 и модиф.		12,1		0,00	-0,02	-0,05
ЯМЗ-236,-238, - 240Б и модиф.		12,1	+0,03	0,00	-0,02	-0,05
ЯМЗ-240БМ и модиф.		11,7	+0,05	-0,10	-0,15	-0,25
ЯМЗ-8421,-8423, -8481,-8482		8,5	-0,03	-0,15	-0,20	-0,30
Д-108,-160 и модиф.		13,2	+0,07	+0,03	+0,01	-0,03
ЗИЛ-130,-131,- 375 и модиф.		5,0	+0,100 +0,075	+0,07	+0,07	+0,05
ЗИЛ-645 и модиф.		9,0	-0,075 -0,102	-0,10	-0,10	-0,12
ЗМЗ-53/5233, - 672/5234,-24,-402 и модиф.		117,8	-0,023	-0,03	-0,03	-0,05
				(допускается расширение допуска с установкой прокладок ремонтного размера и обеспечением нормального выступания гильзы)		
	Осевое биение опорного торца бурта относительно оси рабочей поверхности		0,02- 0,03	0,04	0,05	

продолжение таблицы

Картер маховика, лист задний	Отверстие под стартер, втулку редуктора пускового двигателя					
Д21А, 120, 130, 130Т, 37Е, 144, 145Т, Д-50, Д-65, Д-240... Д-248 и модиф.	Диаметр для 50-1002313-В, 50Л-1002313	100,0	+0,140 +0,050			
	для 50Л-1002313	110,0				

3.3 ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО МЕТОДА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Технологический процесс ремонта машин значительно сложнее процесса изготовления новых машин, т.к. он включает в себя все процессы машиностроительного производства, а именно: изготовление деталей, сборку, обкатку, окраску и т.д., а также дополнительные специфические процессы, выполняемые также при ремонте – приёмку машины в ремонт, очистку, мойку, разборку, дефектацию и др.

Источником экономии затрат при проведении ремонтно-обслуживающих работ машин по сравнению с их изготовлением является использование пригодных для дальнейшей эксплуатации деталей после их восстановления.

При изготовлении деталей машин заводы используют заготовки, получаемые литьём, штамповкой и другими способами. Стоимость материалов и заготовительных работ при изготовлении (производстве) новых машин составляет примерно 75 % затрат на их изготовление.

При восстановлении деталей затраты на материалы и заготовительные работы

минимальны, т.е. роль заготовок при этом выполняют изношенные детали.

Износы большинства деталей измеряются очень малыми величинами, поэтому их восстановление сводится к наращиванию небольшого количества металла поверхностного слоя или механической обработке под требуемый ремонтный размер. Поэтому стоимость изношенных деталей после восстановления невысока.

Выбор рационального способа восстановления зависит от

конструктивно- технологических особенностей рабочей поверхности деталей (формы и размера, материала и термообработки, поверхностной твердости и шероховатости), от условий их работы (характера нагрузки, вида трения) и износа, а также от стоимости восстановления.

Для учета всех этих факторов при выборе рационального способа рекомендуется последовательно пользоваться тремя критериями:

- технологическим (применимости);
- техническим (долговечности);
- технико-экономическим (отношением себестоимости восстановления к коэффициенту долговечности).

3.3.1 Выбор способа по технологическому критерию.

Технологический критерий (критерий применимости) учитывает, с одной стороны, особенности подлежащих восстановлению поверхностей деталей, а с другой

– технологические возможности соответствующих способов восстановления. Кроме того, необходимо учитывать технологические возможности конкретного предприятия, где будет производиться восстановление (наличие оборудования, приспособлений, рабочих кадров, материалов и т.д.). Технологические возможности способов восстановления деталей устанавливают по их характеристикам, которые даны в специальной справочной и технической литературе.

При этом можно пользоваться следующими рекомендациями

1 Для восстановления деталей, образующих неподвижные соединения:

- при износе до 0,02 мм целесообразно применять электроискровое наращивание;
- при износе 0,02 – 0,08 мм целесообразно применять электроимпульсное наращивание или гальваническое покрытие.

2 Для восстановления деталей, образующих подвижные соединения рекомендуется:

- при износе до 0,5 мм применять хромирование или твёрдое осталивание;
- при износе 0,5 – 2,0 мм слой металла наиболее целесообразно наращивать вибродуговой наплавкой, наплавкой в среде CO₂, газопламенными методами или электроконтактным напеканием металлического порошка.

3 Для восстановления деталей подвижных сопряжений, работающих на принципе качения (перекатывания) поверхностей при абразивном изнашивании можно применять:

- при износе поверхности до 0,6 мм – электроимпульсное наращивание электродом, содержащим хром, ванадий, марганец (ХВГ);
- при износе 0,6 – 5 мм – автоматическую электродуговую наплавку

под слоем флюса порошковыми материалами или вибродуговую наплавку;

- при износе более 5 мм – электрошлаковую наплавку или заливку жидким металлом.

4 При восстановлении деталей двигателей внутреннего сгорания, ходовых систем тракторов и т.п. рекомендуемые способы могут быть следующие:

- гальваническое наращивание, с помощью которого целесообразно восстанавливать плунжерные пары топливных насосов высокого давления (ТНВД), гильзы цилиндров, поршневые пальцы, стержни клапанов, толкатели, посадочные места подшипников в чугунных корпусных деталях;

- электроискровое и электроимпульсное наращивание используют для восстановления посадочных мест под ступицы шкивов, шестерён, под кольца подшипников качения на валах и в корпусных деталях;

- электродуговая наплавка под слоем флюса проволокой или порошковыми ленточными электродами, которую используют для восстановления опорных катков и поддерживающих роликов гусеничного хода тракторов и комбайнов, звеньев гусениц, шатунных и коренных шеек коленчатых валов двигателей и т.п.;

- электроконтактное напекание металлическими порошками, которыми восстанавливают тарелки клапанов, шейки коленчатых валов карбюраторных двигателей и другие детали;

- вибродуговая наплавка и наплавка в среде защитных газов с последующей упрочняющей обработкой, которой восстанавливают шейки распределительных валов, оси катков, шлицы на валах КПП и задних мостов, коленчатые оси направляющих колёс гусеничного хода, шпиндели токарных, шлифовальных, сверлильных станков и т.п.

Принципиальная возможность применения некоторых наиболее распространенных методов восстановления приведена в таблице 3.26 [20,21].

На основании технологических характеристик устанавливают возможные способы восстановления различных поверхностей детали по технологическому критерию, количество которых принимают равным 3 – 4 (обычно не более 3-х).

3.3.2 Выбор способа по техническому критерию

Для дальнейшего сокращения числа возможных способов восстановления пользуются техническим критерием (критерием долговечности), в соответствии с которым отбирают для последующего анализа только те из них, которые обеспечивают межремонтный ресурс восстановленной поверхности детали не ниже минимально допустимого.

При выборе рационального способа восстановления по критерию долговечности обычно пользуются коэффициентом долговечности, который является функцией четырёх переменных,

Таблица 3.26 – Технологические характеристики способов восстановления изношенных поверхностей

Характеристика	Способы восстановления															
	Наплавка в среде CO2	Наплавка под слоем флюса	Наплавка вихреуговая	Дуговая металлизация	Напыление газопламенное	Наплавка плазменное или напыление	Хромирование	Железнение	Электроконтактная приварка металлического слоя	Ручная наплавка	Электрохимическая обработка	Обработка под ремонтный размер	Установка дополнительной детали	Пластическое деформирование		
Виды металлов и сплавов, по отношению к которым применим	Сталь			Все материалы			Сталь, ковкий и серый		Все материалы			Сталь		Все материалы		Сталь
Виды поверхностей, по отношению к которым применим данный	Наружные цилиндрические, плоские						Наружные и внутренние цилиндрические			Наружные и внутренние цилиндрические,		Наружные цилиндрические		Наружные и внутренние цилиндрические, плоские		
Минимальный наружный диаметр	15	50	15	30	30	30	5	12	10	10		30		Определяют по условиям прочности деталей из конструктивных соображений		
Минимальный внутренний диаметр поверхности, мм	—	—	—	—	—	—	40	40	60	40		—				
Минимальная толщина наносимого покрытия,	0,5	1,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,05	0,1	0,1	1		0,05		—	—	—
Максимальная толщина наносимого покрытия, мм	3,5	5	3	3	1,5	3	0,3	1,5	1,5	6		0,12		—	—	—
Применяемость к деталям, испытывающим знакопеременные нагрузки	Применим		Неприменим			Применим										

Таблица 3.27- Техничко-экономические характеристики некоторых основных способов восстановления

Способ нанесения покрытия	Производительность, кг/ч.	Припуск на механическую обработку, мм	Прочность сцепления, МПа	Доля основного металла в наплавленном, %	Минимальный диаметр детали, мм	Снижение сопротивления усталости, %	Деформация детали после восстановления
Наплавка:							
под слоем флюса	2-15	0,8-1,5	650	27-60	45	15	З
вибродуговая	0,5-4	0,7-1,3	500	8-20	10	35	Н
в среде CO ₂	1,5-5	0,7-1,3	550	12-45	15	15	З
электроконтактная	1-2,8	0,2-0,5	300	-	15	25	Н
порошковыми проволоками	2-9	0,6-1,2	600	12-35	20	15	З
ручная газовая	0,15-2	0,4-0,8	480	5-30	12	25	З
плазменная	1-12	0,4-0,9	490	5-30	12	12	Н
Сварка ручная							
дуговая	0,4-4	1,1-1,7	500	20-40	10	30	З
аргонодуговая	0,3-6	0,4-0,9	450	6-25	10	25	Н
Напыление:							
газопламенное	0,4-4	0,3-0,7	25	-	5	30	-
плазменное	0,8-12	0,03-0,06	45	-	10	25	-
Гальванические покрытия:							
хромирование	0,007-0,085	0,3-0,06	450	-	5	20	-
железнение	0,011-0,9	0,15-0,2	400	-	12	25	-

Примечание: З- значительное, Н- незначительное.

Глубина дефектного слоя в зависимости от способа наращивания материала представлена в таблице 1.28

Таблица 3.28 - Глубина дефектного слоя в зависимости от способа восстановления

Метод восстановления	Глубина дефектного слоя, мм
Металлизация:	
плазменно-дуговая	0,02 ..0,05
электродуговая	0,5...1,0
газовая	0,02...0,05
высокочастотная	0,025...0,05
Наплавка:	
электродуговая автоматическая под слоем флюса	0,2...0,5
порошковой проволокой	1,2...2,4
в среде защитных газов	0,4...0,8
в среде водного пара	0,5...1,0
электроимпульсная	0,2...0,4
вибродуговая	0,2...0,5
ручная (электродами)	0,5...1,0
плазменная	0,05...0,1
индукционная	0,15...0,3
газовая	0,25...0,5
электрошлаковая	1,0...2,0
Электролитическое осаждение;	
хромирование	0,02... 0,03
железнение (осталивание)	0,03...0,05
никелирование	0,02...0,03
Нанесение полимерных материалов напылением:	
газопламенное	0,35...0,7
в электростатическом поле	0,02...0,05

$$КД = f(КИ, КВ, КС), \quad (3.1)$$

где КИ – коэффициент износостойкости;

КВ – коэффициент выносливости;

КС – коэффициент сцепляемости.

Рассчитывают коэффициент долговечности по формуле:

$$КД = КИ КВ КС. \quad (3.2)$$

Численные значения коэффициентов-аргументов определяют на основании стендовых и эксплуатационных испытаний новых и восстановленных деталей.

Примерные значения коэффициентов износостойкости, выносливости и сцепляемости, определенные по результатам исследований для наиболее распространенных методов восстановления приведены в таблице 3.29

[20-21], а краткая характеристика этих способов представлена в таблице 3.30.

Таблица 3.29 – Значения коэффициентов, определяющих долговечность работы восстановленных деталей

Способ восстановления	КИ	КВ	КС
Наплавка в среде CO ₂	0,95	0,95	1,00
Вибродуговая наплавка	0,95	0,62	1,00
Наплавка под слоем флюса	1,10	0,82	1,00
Дуговая металлизация	1,15	0,80	0,70
Газопламенное напыление	1,15	0,80	0,70
Плазменное напыление	1,25	0,85	0,75
Хромирование (электролитическое)	1,15	0,85	0,70
Железнение (электролитическое)	1,10	0,80	0,70
Электроконтактная наплавка (приварка)	1,00	0,80	0,85
Ручная наплавка	1,00	0,80	1,00
Эпоксидные композиции	0,90	0,80	1,00
Электрохимическая обработка (высадка)	1,00	1,20	1,00
Обработка под ремонтный размер	1,00	1,00	1,00
Установка дополнительной детали	1,00	0,80	1,00
Пластическое деформирование	0,90	1,00	1,00

Из нескольких вариантов способа восстановления изношенной поверхности рациональным по коэффициенту долговечности будет тот, у которого он имеет максимальное значение.

В зависимости от физической сущности процессов, протекающих при восстановлении деталей, технологических и других признаков существующие способы делят на десять групп (таблица 3.30).

Таблица 3.30 – Способы восстановления деталей при ремонте машин

Номер группы	Метод восстановления	Способ восстановления
1	Слесарно-механическая обработка	Обработка под ремонтный размер (РР). Постановка дополнительной ремонтной детали. Механическая обработка до выведения
2	Пластическое деформирование	Вытяжка, оттяжка. Правка (на прессах, наклёпом). Механическая раздача. Гидротермическая раздача. Электрогидравлическая раздача. Раскатка. Механическое обжатие. Термопластическое обжатие. Осадка.
3	Нанесение полимерных материалов	Напыление: газопламенное; в псевдосжиженном слое (вихревое, вибрационное, вибровихровое) и др. Опрессовка.
4	Ручная сварка и наплавка	Газовая. Дуговая. Аргонодуговая. Кузнечная. Плазменная.
5	Механизированная дуговая сварка и наплавка	Автоматическая под флюсом. В среде защитных газов (аргон, углекислый газ и др.). Дуговая с газопламенной защитой. Вибродуговая. Порошковой проволокой или лентой. Широкойслоиная. Лежачим электродом. Плазменная (сжатой дугой). Многоэлектродная. С одновременным деформированием.

продолжение таблицы

6	Механизированные бездуговые способы сварки и наплавки	Индукционная (высокочастотная). Электрошлаковая. Контактная сварка и наварка. Трением. Газовая. Ультразвуковая.
7	Газотермическим нанесением (металлизация)	Дуговое. Газопламенное. Плазменное. Детонационное. Высокочастотное. Электроимпульсное.
8	Гальваническим и химическим покрытием	Железнение постоянным током. Железнение переменным током. Железнение проточное. Железнение местное (вневанное). Хромирование. Хромирование проточное, струйное. Меднение. Цинкование. Нанесение сплавов. Нанесение композиционных покрытий. Электроконтактное нанесение (электронатирание).
9	Термической и химикотермической обработкой	Закалка, отпуск. Диффузионное борирование. Диффузионное цинкование. Диффузионное титанирование. Диффузионное хромирование. Диффузионное хромотитанирование. Диффузное хромоазотирование. Обработка холодом.
10	Другие способы	Заливка жидким металлом. Намораживание. Напекание. Пайка. Пайкосварка. Электроискровое наращивание, легирование.

Примечание:

1 группа – износы поверхностей устраняют слесарной или механической обработкой с изменением их первоначальных размеров.

2 группа – изношенные поверхности восстанавливают за счёт перераспределения металла от нерабочих участков детали к рабочим. Достоинство способов заключается в их простоте, высоких производительности и качестве, при этом не требуется присадочный материал.

3 группа – изношенные поверхности восстанавливают путём нанесения полимерных материалов. Достоинство способов определяется их простотой и доступностью, низкой себестоимостью, высокими производительностью и качеством.

4 группа – восстановление осуществляется путём нанесения расплавленного металла или соединения им сопрягаемых деталей. Способы доступны, но материалоемки, малопродуктивны, не всегда обеспечивает нужного качества.

5 группа – способы восстановления могут быть автоматическими и полуавтоматическими. Большинство этих способов обеспечивают высокие производительность и качество.

6 группа – для восстановления изношенных поверхностей используют присадочный материал, плавление которого осуществляют, используя тепло электрической дуги или других источников.

7 группа – при напылении расплавленный присадочный материал (проволока или порошок) с помощью сжатого воздуха распыляется и наносится на подготовленную поверхность детали.

8 группа – в основе гальванических способов лежит явление электролиза. Их различают по виду осаждаемого металла, роду используемого тока, способу осаждения и др.

9 группа – термическую обработку применяют для упрочнения и восстановления физико-механических свойств деталей (упругости пружин и др.). При химико-термических способах происходит диффузное насыщение поверхности детали тугоплавкими металлами (хромом, титаном и др.) при некотором изменении размеров. Эти способы применяют для восстановления и повышения износостойкости малоизношенных деталей (плунжеров и др.).

10 группа – при восстановлении сильно изношенных деталей или при заделке крупных местных дефектов в отливках используют заливку жидким металлом.

3.3.3 Выбор способа по технико-экономическому критерию

Для окончательного выбора способа или, если установлено, что требуемому значению коэффициента долговечности для данной поверхности детали удовлетворяют несколько способов восстановления, оптимальный из них выбирают по технико-экономическому критерию, численно равному отношению себестоимости восстановления к коэффициенту долговечности для этих способов.

В качестве рационального в этом случае принимают тот способ, который обеспечивает минимальное значение технико-экономического критерия:

$$K_{m\dot{\imath}} = \frac{C_{\dot{\imath}i}}{K_{\dot{\imath}i}} \quad (3.3)$$

где $K_{m\dot{\imath}}$ – технико-экономический критерий i -того способа восстановления;

$C_{\dot{\imath}i}$ – затраты на восстановление поверхности детали i -тым способом, р.;

$K_{\dot{\imath}i}$ – коэффициент долговечности восстановленной поверхности i -тым способом.

В затраты на восстановление поверхности входят: заработная плата производственных рабочих с начислениями, стоимость машино-часа работы оборудования, расходы на материалы, электроэнергию, сжатый воздух, амортизационные отчисления и т.д.

Если затраты на восстановление поверхности заранее неизвестны, то их можно определить аналитическим путём, используя формулу:

$$C_{\dot{\imath}i} = C_{y\dot{\imath}i} \cdot S \quad (3.4)$$

где $C_{y\dot{\imath}i}$ – удельная себестоимость восстановления единицы площади изношенной поверхности i -тым способом, руб/см²;

S – площадь восстанавливаемой поверхности, см².

Удельная себестоимость восстановления колеблется в достаточно больших пределах и зависит от технологических возможностей конкретного ремонтного предприятия.

Примерные значения удельной себестоимости восстановления поверхностей различными способами исследователями определены в 2007 году. Они приведены в таблице 3.31 [20-21].

Таблица 3.31 – Удельная себестоимость восстановления изношенных поверхностей деталей наиболее распространёнными способами

Способ восстановления	Удельная себестоимость восстановления $C_{y\dot{\imath}i}$, руб/см ²
Наплавка в среде CO ₂	0,6...0,8
Вибродуговая наплавка	0,8...1,0
Наплавка под слоем флюса	1,2...1,4
Дуговая металлизация	0,8...1,2
Газопламенное напыление	0,8...1,2
Плазменное напыление	1,0...1,4
Хромирование электролитическое	0,4...0,9
Железнение электролитическое	0,05...0,50

продолжение таблицы

Контактная наплавка (приварка) металлического слоя	0,85...1,20
Ручная наплавка	0,4...0,6
Эпоксидные композиции	0,3...0,6
Электромеханическая обработка (высадка и сглаживание)	0,8...0,9
Обработка под ремонтный размер	0,08...0,14
Установка дополнительной детали	0,4...1,0
Пластическое деформирование	0,08...0,14

3.4 Выбор технологических баз

При выборе технологических баз необходимо следовать принципам единства и совмещения баз. Базовые поверхности для обработки необходимо выбирать с таким учетом, чтобы при установке и зажиме обрабатываемая деталь не смещалась с положения, приданного ей, и не деформировалась под действием усилий от резания и зажимов. Необходимо помнить, что наибольшей точности при механической обработке можно достигнуть в том случае, если вся обработка детали ведется от одной базы с одной установки. Если на детали сохранилась базовая поверхность, по которой она обрабатывалась при изготовлении, следует при ремонте также базировать по этой поверхности. Поврежденные базовые поверхности необходимо исправить.

Теоретические схемы базирования и примеры базирования при различных видах обработки резанием приведены в приложении к ГОСТ 21495-76.

При выборе технологической базы необходимо выдержать следующие требования:

в качестве технологической базы принимают те поверхности детали, которые определяют ее положение в собранном изделии, т. е. сборочные и измерительные базовые поверхности (правило единства баз);

базовые поверхности должны быть наиболее точно расположены относительно обрабатываемых поверхностей;

в качестве базовых следует выбирать такие поверхности, при установке на которые можно было бы обработать все поверхности детали, подлежащие обработке (правило постоянства баз);

поверхности, выбранные в качестве технологических баз, должны обеспечивать минимальные деформации детали от усилий резания и закрепления.

При восстановлении детали в качестве технологических баз выбирают те ее поверхности, по которым устанавливали деталь при ее изготовлении.

Если первоначальные базы повреждены или отсутствуют, то обработку следует начинать с восстановления базовых поверхностей. В качестве базовых могут быть приняты также те поверхности, которые при изготовлении детали были обработаны при одной установке с восстанавливаемыми поверхностями.

3.5 Разработка предварительного маршрута восстановления, расчленение его на технологические операции.

Разработка плана операций, входящих в технологический процесс ремонта детали, зависит от вида производства. При единичном и мелкосерийном производстве план операций строится по принципу групповой технологии, при серийном - разрабатываются маршрутные технологические процессы и при массовом - организуется обработка на непрерывных поточных линиях.

Применительно к авторемонтным предприятиям, для которых характерным является серийное производство, разработка плана операций технологического процесса ремонта детали должна быть нацелена на устранение комплекса дефектов, объединенных общим маршрутом. При этом технологический маршрут составляют не простым сложением технологических процессов устранения каждого дефекта в отдельности, а с учетом следующих требований:

- одноименные операции по всем дефектам маршрута должны быть объединены;
- каждая последующая операция должна обеспечить сохранность качества рабочих поверхностей детали, достигнутого при предыдущих операциях,
- вначале должны идти подготовительные операции, затем сварочные, кузнечные, прессовые и в заключение шлифовальные и доводочные.

Технологический процесс восстановления деталей составляют, как правило, по операциям. После назначения баз для обработки, выбора способов устранения дефектов и разработки схемы и порядка выполнения операций составляется маршрутная карта. Для этого по каждой операции предварительно намечается оборудование, приспособления, вспомогательные, режущие и измерительные инструменты.

При восстановлении детали проходят последовательно ряд операций в следующем порядке:

- в первую очередь выполняются подготовительные операции (очистка, обезжиривание, правка, восстановление базовых поверхностей);
- механическая обработка, которая предназначена для устранения дефектов, образовавшихся в процессе эксплуатации, или придания правильной геометрической формы изношенным поверхностям, в том

числе специальной (например, при электродуговом напылении нарезка «рваной» резьбы, фрезерование канавок и т.п.);

- наращивание изношенных поверхностей (наплавка, напыление и т.п.);
- окончательная обработка (токарная, фрезерная, слесарная и пр.).

При выборе способов предварительной обработки детали и окончательной обработки восстановленной поверхности возможно использовать рекомендации источника [22-25].

При выборе оборудования для действующего производства ориентируются на имеющееся в цехе оборудование с учетом фактической загрузки отдельных его групп. При проектировании технологических процессов для вновь создаваемых предприятий возможности технолога ограничены только экономическими соображениями. Выбор оборудования во многом определяется типом производства. При выборе модели станка пользуются паспортами станков, а при их отсутствии — каталогами металлорежущего и другого оборудования.

Оборудование выбирают по главному параметру, являющемуся наиболее показательным для выбираемого оборудования, т. е. в наибольшей степени выявляющему его функциональные значения и технические возможности. Физическая величина, характеризующая главный параметр, устанавливает взаимосвязь оборудования с размером обрабатываемого на нем изделия.

При выборе типа и конструкции режущего инструмента следует учитывать характер производства, метод обработки, тип станка, размер, конфигурацию и материал обрабатываемой детали, требуемое качество поверхности, точность обработки. Характер производства влияет на выбор режущего инструмента с экономической точки зрения.

Особое значение имеет выбор материала режущей части инструмента. С учетом экономической целесообразности необходимо применять новые марки материалов, отличающиеся повышенной износостойкостью. Обеспечивая высокое качество обрабатываемых поверхностей, они применяются для чистовой обработки вместо малопродуктивного и дорогостоящего шлифования. К таким материалам относятся сверхтвердые материалы.

Измерительный инструмент применяют для межоперационного и окончательного контроля детали. В зависимости от типа производства он может быть стандартным или специальным.

В ремонтном производстве применяют предельные калибры (пробки, скобы, кольца, шаблоны) и универсальные инструменты (микрометры, штангенциркули, индикаторы, нутромеры). Могут быть также спроектированы простейшие контрольные приборы и приспособления.

При разработке технологического процесса восстановления последовательность операций возможно представить в виде таблицы 3.31

Таблица 3.31 – Последовательность операций устранения дефектов

№ дефекта	Наименование дефекта	Наименование операции
1	износ шлицев	005 термическая (отпуск шлицев)
		010 токарная (срезание шлицев)
		015 наплавочная (вибродуговая наплавка поверхности под шлицы)
		020 токарная (обтачивание поверхности под шлицы)
		025 шлицефрезерная
2	...	...

В пояснительной записке после таблицы необходимо изложить содержание всех операций по восстановлению каждого из дефектов с указанием технологического оборудования с краткой технической характеристикой, технологической оснастки, режущего и измерительного инструментов. [22-26]. Окончательно оборудование и технологическую оснастку по каждой операции возможно свести в таблицу 1.32.

Таблица 3.32 – Технологическое оборудование и оснастка по операциям

№ опер.	Технологическое оборудование и приспособление	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
010	Станок токарный 16К20П; патрон 3-хкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-71	Резец токарный проходной Р6М5 (ГОСТ 18879-73)	Штангенциркуль ШЦ I-125- 0,1 ГОСТ 166- 89
...	...	...	...

3.6 Обоснование общих и операционных припусков на обработку.

Одним из основных факторов, влияющих на определение припуска, является толщина его дефектного слоя. Глубина дефектного слоя зависит от способа и режимов восстановления деталей (п.1.3.2).

Минимальный припуск при восстановлении деталей сваркой, наплавкой и металлизацией приведены ниже:

Восстановление деталей сваркой и наплавкой:
ручная наплавка

2-3

наплавка под слоем флюса	1
электроконтактная наплавка	0,8-1
Металлизация	0,4

Минимальные припуски при восстановлении деталей гальваническими и покрытиями и пластическим деформированием приведены в таблице 3.33.

Таблица 1.33 - Минимальный припуск на механическую обработку, создаваемый при гальваническом способе восстановления детали

Вид обработки	Припуск на обработку, мм	
	предварительную	окончательную
Бесцентровое шлифование	$2z = 0,05 + 0,90\delta$	$2z = 0,072 + 0,90\delta$
Круглое шлифование в центрах	$2z = 0,07 + 0,90\delta$	$2z = 0,099 + 0,90\delta$
Чистовая расточка или внутреннее шлифование	$2z = 0,07 + 0,063\sqrt[3]{d} + 0,90\delta$	$2z = 0,099 + 0,063\sqrt[3]{d} + 0,90\delta$

Условные обозначения: δ – допуск на выполнение предшествующей операции, мм. Допуск принимают равным допуску на соответствующий диаметр для отверстия А3 или для вала В3; d – диаметр ремонтируемой поверхности

Значение припуска при восстановлении механическими способами возможно определить с помощью таблиц [22], либо аналитическим методом [24].

В пояснительной записке необходимо определить толщину наносимого слоя материала с учетом величины припуска на механическую обработку, а также разбить его по операциям (если необходимо для предварительной и окончательной обработок).

4. НОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

4.1 Нормирование режимов восстановления

Установление режимов выполнения операций.

В этой части необходимо определить основные режимы механической обработки детали, как предварительной так и окончательной, а также установить режимы нанесения слоя материала.

В режимы сварки и наплавки входят в основном сила тока напряжение, плотность тока, скорость наплавки, скорость подачи присадочного материала. Режимы обработки устанавливаются в зависимости от особенностей процесса нанесения материала, особенностей применяемого оборудования, свойств материала, требуемого качества покрытия и т.п.

4.1.1 НАПЛАВКА В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

В качестве защитных газов при ремонте деталей сваркой используются преимущественно углекислый газ и аргон. Наплавка в среде CO₂ постепенно вытесняет вихредуговую наплавку и частично наплавку под слоем флюса. Производительность такого процесса на 25...30 % выше, чем производительность наплавки под слоем флюса. Отпадает необходимость удаления шлака. При уменьшении зоны термического влияния можно восстанавливать детали малого диаметра (практически начиная с 10 мм).

В случае сварки в защитном газе с плавящимся электродом при помощи роликов электродная проволока подается к детали. Через наконечник горелки ток подводится к сварочной проволоке. Через сопло горелки в дуговое пространство поступает защитный газ, который окружает электрическую дугу и предохраняет сварной шов от воздействия воздуха. Сварку и наплавку плавящимся электродом производят постоянным током обратной полярности. Сварка неплавящимся электродом может быть выполнена как постоянным, так и переменным токами.

Аппараты для сварки и наплавки (см. табл. 4.1) в защитных газах обеспечивают выполнение следующих операций; зажигание дуги в начале или наплавки, подачу плавящегося электрода в дуговое по мере его расходования, регулирование заданных параметров дуги, передвижение электрической дуги по поверхности детали по мере плавления присадочного материала, прекращение процесса сварки или наплавки.

Схема установки для сварки и наплавки в среде CO₂ представлена на рис. 4.1. Один полюс источника постоянного тока 1 через аппарат управления 13 соединяется со сварочной горелкой 11, а другой полюс – со свариваемым или наплавляемым изделием 12. Газ из баллона 2 через подогреватель 3, глушитель 4, редуктор 5, ротаметр 6, газовый клапан 7 поступает в горелку. Углекислый газ в баллоне находится в жидком состоянии и при открытии вентиля сильно расширяется, что приводит к

значительному охлаждению CO_2 , поэтому подогреватель 3 является обязательным элементом установки (8 – сварочная проволока; 9 – ролики; 10 – наконечник горелки). Баллон вмещает 25 кг жидкой углекислоты, а при испарении ее обеспечивает отбор 20...25 дм³/мин для сварки. Перед подачей газа в горелку необходимо его осушить пропусканием через силикагель, регенерированный при температуре $\sim 300^\circ\text{C}$. Высокое давление газа в системе снижается до рабочего при помощи редуктора типов РК-53, РДК-8 и др.

Скорость наплавки, частота вращения детали, скорость подачи электродной проволоки, шаг наплавки, смещение электрода определяются по тем же формулам, что и при наплавке под слоем флюса (4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.9).

Коэффициент наплавки при наплавке на обратной полярности $\alpha_n = 10...12 \text{ г/А}\cdot\text{ч}$. Вылет электрода для наплавки 8...15 мм.

Нормирование режимов наплавки в среде CO_2 рассчитывается аналогично расчета наплавки под слоем флюса (4.10, 4.11).

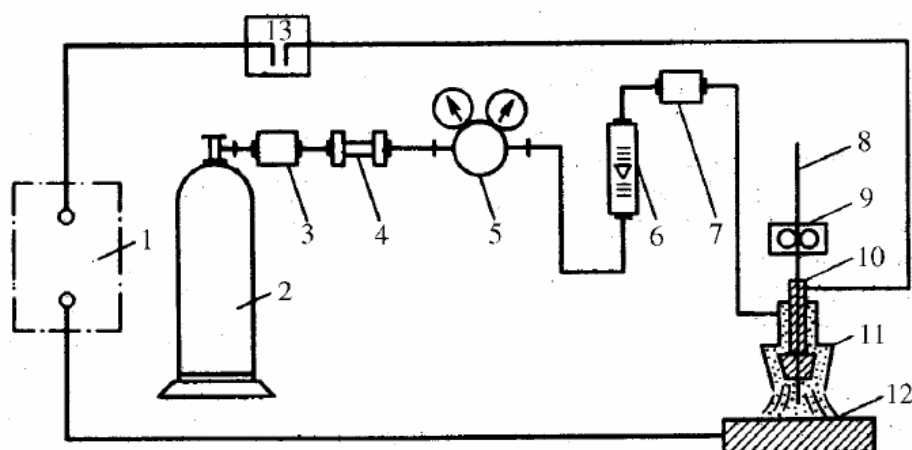


Рисунок 4.1 - Схема установки для сварки и наплавки в углекислой среде

Таблица 4.1 Оборудование для полуавтоматической и автоматической дуговой сварки и наплавки в среде углекислого газа

Параметр	Модель			
	3441212 107	3441212 005	3441221 212	3441221 292
Тип Назначение	Автомат Низкоуглеро-дистая и низколегированная сталь	Автомат Низкоуглеро-дистая сталь	Полуавтомат Низкоуглеро-дистая сталь	Полуавтомат Низкоуглеро-дистая и низколегированная сталь
Напряжение U, В	380	300	220 или 380	220 или 380
Номинальный сварочный ток при ПР 60% I, А	630	500		315
Диаметр электродной проволоки d_{np} , мм	1,2...3,0	1,2...2,0	315	1,0...1,4
Скорость подачи электродной проволоки V_{np} , м/ч	120...960	120...720	1,2; 1,4; 1,6	75...960
			120...960	

РАСЧЕТ РЕЖИМОВ НАПЛАВКИ

Сила тока и напряжение выбирается в зависимости от диаметра детали, толщины наплавляемого слоя и диаметра электрода (табл.).

РАСЧЕТ РЕЖИМОВ НАПЛАВКИ

Число проходов определяется по формуле

$$i = \frac{D-d}{t} \quad (4.1)$$

где D – диаметр, до которого наплавляют деталь, мм;

d – диаметр наплавляемой поверхности, мм;

t – толщина наплавляемого слоя за один проход, мм.

Напряжение определяется как:

$$U = 21 + 0,04 \cdot I_{св} \quad (4.2)$$

Показатель, характеризующий удельное значение скорости наплавки, коэффициент наплавки

$$k_n = 2,3 + 0,065 \cdot \frac{I_{св}}{d_{np}} \quad (4.3)$$

где d_{np} – диаметр электродной проволоки, мм (табл. 2.2).

Таблица 4.2 - Зависимость толщины наплавляемого слоя от диаметра электродной проволоки

Толщина наплавляемого слоя, мм	Диаметр электродной прово-
1	1,6
2	2,0

Сила сварочного тока $I_{св}$, (А) определяется по табл. 2.3.

Таблица 4.3 Сила тока и напряжение

Диаметр детали d , мм	Диаметр электрода d_{np} , мм	Сила тока $I_{св}$, А	Напряжение на дуге U , В
10...20	0,8...1,0	70...95	18...19
20...30	0,8...1,0	90...120	18...19
30...40	0,8...1,0	110...140	18...19
40...50	1,0...1,2	130...160	18...20
50...70	1,2...1,4	140...175	19...20
70...90	1,4...1,6	170...195	20...21
90...120	1,6...2,0	195...225	20...22

Скорость перемещения дуги, или скорость наплавки обуславливается шириной валиков и глубиной проплавления

$$V_{II} = \frac{k_n \cdot I_{св}}{100 \cdot F \cdot \gamma} \quad (4.4)$$

Где F – площадь поперечного сечения наплавленного валика, см^2 (при $d_{np} = 1,2...2$ мм $F = 0,06...0,2 \text{ см}^2$); γ – плотность металла шва, г/см^3 .

Частота вращения детали

$$n = \frac{1000 V_n}{60 \cdot \pi \cdot d} \quad (4.5)$$

где d – диаметр наплавляемой детали, мм.

Скорость подачи электродной проволоки определяется возможностью ее полного расплавления

$$V_{np} = \frac{4 \cdot k_n \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_{np}^2 \cdot \gamma} \quad (4.6)$$

При увеличении вылета электродной проволоки повышается электрическое сопротивление цепи, что приводит к росту коэффициента расплавления, снижению тока наплавки, а следовательно, и глубины проплавления. Но при увеличении данного параметра ухудшается геометрия наплавленных валиков, поэтому вылет электрода

$$H = (10...15)d_{np}, \text{ мм.} \quad (4.7)$$

Шаг наплавки определяется перекрытием валиков и влияет на

волнистость наплавленного слоя:

$$s = (2...2,5)d_{np}, \text{ мм.} \quad (4.8)$$

При смещении электрода l с зенита в сторону, противоположную вращению детали, с одной стороны, ухудшаются условия формирования наплавленного слоя, а с другой – уменьшается глубина проплавления, поэтому

$$l = (0,05...0,07) \cdot d_{np} \quad (4.9)$$

4.1.2 Гальваническое и химическое наращивание

Толщина осаждаемого металлического покрытия

$$h = \frac{D_K \cdot c \cdot \eta \cdot t}{1000\gamma}, \text{ мм,} \quad (4.10)$$

где D_K – катодная плотность тока, рекомендуемая для данного электрода и его температуры, А/дм²;

c – электрохимический эквивалент (таблица 2.4), г/(А·ч);

η – выход по току (таблица 2.5);

t – продолжительность электролиза, ч.;

γ – плотность металла, г/см³.

Из этого выражения определяют время, необходимое для осаждения покрытия заданной толщины.

Справочные данные для определения режимов обработки при гальваническом и химическом наращивании металла представлены в таблицах 4.4-4.5 [2].

Таблица 4.4 - Электрохимический эквивалент

Химический элемент	Валентность	Электрохимический эквивалент, г/(А·ч)	Химический элемент	Валентность	Электрохимический эквивалент, г/(А·ч)
Алюминий	3	0,335	Никель	2	1,095
Железо	3	0,694	Серебро	2	4,025
	2	1,042	Хром	6	0,324
Медь	2	1,186		2	0,648
	1	2,372	Цинк	2	1,220

Таблица 4.5 – Значение выхода по току η для распространенных гальванических процессов

Гальванический процесс	η , %	Гальванический процесс	η , %
Железнение	85-95	Хромирование:	
Меднение	95-100	блестящее	8-12
Никелирование	90-100	твердое	12-28
Серебрение	95-100	Цинкование	75-95

Сила тока, необходимая для нанесения покрытия на определенную площадь,

$$I = S_k \cdot D_k, \text{ А}, \quad (4.11)$$

где S_k – площадь покрытия металлом, мм².

Составы растворов для химической и электрохимической обработок и рекомендуемые режимы работы представлены в таблицах 4.6-4.10 [2, 21, 23, 26]

Таблица 4.6 - Состав растворов и режим работы при химическом обезжиривании

Номер раствора	1	2	3	4	5	6
Компоненты раствора:	Состав раствора, г/л					
Моющее средство Лабомид, Деталин или Импульс	20 – 30	-	-	-	-	-
NaOH	-	5 – 15	20 – 40	8 – 12	-	-
Na ₃ PO ₄ 12H ₂ O	-	15 – 35	5 – 15	20 – 50	-	15 – 35
Na ₂ CO ₃	-	15 – 35	-	-	-	15 – 35
Ситанол ДС-10	-	3 – 5	-	-	-	3 – 5
Обезжириватель ДС-10	-	-	3 – 5	-	-	-
Na ₂ SiO ₃	-	-	10 – 30	-	-	-
Натриевое жидкое стекло	-	-	-	25 – 30	-	-

продолжение таблицы

Средство моющее ОСА-1	-	-	-	-	10 – 50	-
Номер раствора	1	2	3	4	5	6
Номер раствора	1	2	3	4	5	6
Режим работы						
Температура, оС	60 – 80	60 - 80	50 – 70	40 - 70	70 – 80	60 - 80
Продолжительность травления, мин	3 - 10	3 – 20	2 - 5	3 – 10	7 - 10	5 – 20

Таблица 4.7 - Состав растворов и режим работы при электрохимическом обезжиривании

Обрабатываемый материал	Сталь			медь			
Номер раствора	1	2	3	4	5	6	7
Компоненты раствора	Состав раствора, г/л						
NaOH	20 - 40	5 – 10	-	45 – 55	60 – 70	10 – 15	10 – 15
Na ₂ CO ₃	20 - 40	20 – 40	25 - 30	-	10 – 20	25 – 30	25 – 30
Na ₃ PO ₄	20 - 40	20 – 40	25 - 30	10 – 20	5 – 10	25 – 30	25 – 30
Na ₂ SiO ₃	-	3 – 5	-	15 – 25	-	-	-
NaCN	-	5 – 15	-	-	-	10 – 15	-
Na ₅ P ₃ O ₁₀ *10H ₂ O	-	-	-	10 – 20	-	-	-
Синтанол ДС-10	-	-	1 – 2	-	-	-	-
Авируль	-	-	-	0.1 – 0.2	-	-	-
Элва (мл/л)	-	-	-	-	0.1 - 1	-	-
Трилон Б	-	-	-	-	4 - 6	-	-
Режим работы							

продолжение таблицы

Плотность тока, А/дм ² : ik ia	2 – 10 -	2 – 10 -	10 -	4 – 8 3 – 5	1 – 1.5 -	2 – 5 -	- 2 – 3
Продолжит ельность травления, мин: τk τk	3 – 10 1 - 3	3 – 10 1 - 3	10 -	4 1 - 2	3.5 -	4 -	- 1 – 2

Таблица 4.8 - Состав растворов и режим работы для химического и электрохимического травления сталей и чугуна

Номер раствора	1	2	3	4	5	6	7
Компонен ты раствора	Состав раствора, г/л						
Кислота серная	150– 200	175 - 200	-	-	-	100 - 200	15 - 20
Кислота соляная	-	80 – 100	350 – 400	-	200 - 220	-	35 - 40
Калий йодистый	-	-	-	-	-	0.8 – 1.0	-
Кислота ортофосф орная	-	-	-	50 – 60	-	-	-
Ангидрид хромовый	-	-	-	180 – 206	-	-	-
Натрид едкий	-	-	-	-	-	-	-
Натрий хлористы й	-	-	-	-	-	-	-
Синтанол ДС-10 или сульфонол НП-3	3 – 5	3 – 5	-	-	-	-	-

продолжение таблицы

Катапин	3 – 5	-	-	-	5 - 7	8 - 10	-
Уротропин	-	40 – 50	40 – 50	-	-	-	-
Натрия нитрит	-	-	-	-	-	-	-
Режим работы							
Температура раствора, оС	40 - 80	40 - 50	15 - 40	80 - 90	15 - 30	60 - 80	60 - 70
Плотность тока, А/дм ² : ik ia	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- 7-10
Продолжительность травления, мин	10 - 30	10 - 15	10 - 15	10 - 60	10 - 60	5 - 30	10 - 25

Таблица 4.9 - Состав электролитов черного хромирования и режим работы

Номер раствора	1	2
Компоненты электролита	Состав электролита, г/л	
Хромовый ангидрид CrO ₃	50 – 400	300 - 350
Азотнокислый хром Cr(NO ₃) ₉ H ₂ O	3 – 7	-
Азотнокислый натрий NaNO ₃	-	7 – 10
Фтористый алюминий AlF ₃	2 – 5	-
Уксуснокислый барий Ba(CH ₃ COO) ₂	-	5 – 7
Борная кислота H ₃ BO ₃	8 – 20	12 – 15
Режим работы		
Плотность тока ik, А/дм ²	15 - 30	20 – 75

Таблица 4.10 - Состав электролита и режим работы при железнении

Потребляемый ток	Постоянный			Переменный асимметричный
Номер электролита	1	2	3	-
Компоненты электролита	Состав электролита, кг/м ³			
Хлористое железо FeCl ₂ *4H ₂ O	200 – 250	600 – 650	400 – 450	400
Соляная кислота HCl	2 – 3	2,0 – 2,5	0,6 – 0,8	1.5 – 20
Режим работы				
Температура электролита, К	333 – 343	253– 263	223 - 253	293
Кислотность, рН	1	11,5	1	
Плотность тока, D. А/дм ²	до 40	20 – 80	10 - 80	20
Скорость осаждения, мкм/мин	6,5	3 - 5	2,2 - 10	
Выход по току, %				80 – 90

4.1.3 Способ постановки дополнительных ремонтных деталей

В случае крепления ДРД на основной детали напрессовкой с гарантированным натягом усилие запрессовки определяют

$$F = f \pi d L p, \quad (4.13)$$

где f – коэффициент трения, $f \approx 0,08 \dots 0,10$;

d – диаметр контактирующих поверхностей, мм;

L – длина запрессовки, мм;

p – удельное контактное давление сжатия, Мпа.

Диаметр контактирующей поверхности:

для вала

$$d = d_{H O} - 2\delta, \quad (4.14)$$

для втулки

$$d = d_{B O} \pm 2\delta, \quad (4.15)$$

где $d_{H O}$, $d_{B O}$ – соответственно нижнее и верхнее предельные отклонения вала и втулки, мм

δ – толщина втулки, мм.

Значение минимально допустимой толщины втулки определяется из условия прочности

$$\delta = p n d / (2 [\sigma]), \quad (4.16)$$

где n – запас прочности (не менее 1,5);

$[\sigma]$ – допустимое напряжение, Мпа.

Удельное контактное давление сжатия между деталями

$$p = \frac{10^{-3} \Delta}{d \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)} \quad (4.17)$$

где Δ – максимальный расчетный натяг, мкм;

C_1, C_2 – коэффициенты охватываемой и охватывающей детали;

E_1, E_2 – модули упругости материала охватываемой и охватывающей детали, Мпа.

$$C_1 = \frac{d^2 + d_0^2}{d^2 - d_0^2} - \mu_1, \quad (4.18)$$

$$C_2 = \frac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2} - \mu_2, \quad (4.19)$$

где d_0 – диаметр отверстия охватываемой детали, (для вала $d_0 = 0$), мм;

D – наружный диаметр охватывающей детали, мм;

μ_1, μ_2 – коэффициенты Пуассона для охватываемой и охватывающей детали (для стали – 0,3, для чугуна – 0,25).

4.1.4 ЭЛЕКТРОКОНТАКТНАЯ НАПЛАВКА ЛЕНТОЙ

До 70 % деталей сельскохозяйственной техники имеют износы, не превышающие 0,5 мм. Применение для их восстановления процессов, основанных на дуговой сварке (наплавка под слоем флюса, в среде защитных газов, вибро-дуговая), не совсем целесообразно, поскольку получаемые приращения (2...3 мм и более) требуют больших затрат на последующую механическую обработку. Кроме того, наблюдаются значительный нагрев деталей и их деформация. Для электроконтактной приварки характерны высокая производительность (до 100 см²/мин), минимальные потери присадочного материала (до 5 %) и припуск на последующую механическую обработку за счет возможности регулирования толщины наваренного слоя (0,3...1,5 мм). При минимальном термическом влиянии на деталь (до 0,3 мм) можно восстанавливать как наружные, так и внутренние поверхности деталей из различных марок сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов.

Сущность процесса заключается в следующем: электрический ток силой 8000...20 000 А и напряжением 1,5...4,0 В подают от трансформатора на деталь и присадочную ленту через медный электрод-ролик. За счет наличия в установке специального прерывателя или

мощных конденсаторов ток подается импульсами. В местах контакта тонкие слои поверхности детали и присадочного материала расплавляются, а под воздействием усилия от электрода-ролика пластически деформируются и свариваются. Усилие прижатия ролика к ленте 1,4...1,6 кН. Окружную скорость поверхности детали устанавливают такой, чтобы площади сварочных точек перекрывали друг друга не менее чем на 25 %. В процессе приварки ленты, чтобы получить 6...7 сварочных точек на 1 см шва, скорость наплавки должна быть 2...4 м/мин, а длительность импульсов тока – 0,08...0,12 с.

Достоинство способа – возможность получения наваренных слоев с заданными трибологическими свойствами, что в несколько раз повышает износостойкость деталей, их коррозионную стойкость и другие свойства.

При высокой скорости протекающих при наварке процессов можно обойтись без защитных газов и флюсов. Прочная связь между присадочным материалом и основой достигается вследствие частичного плавления тончайших слоев металла в зоне контакта и диффузионными явлениями.

В качестве навариваемого материала применяют ленты, проволоки, а также порошки различного состава (процесс напекания). Чтобы интенсифицировать процесс, на деталь следует подавать охлаждающую жидкость.

Питание процесса от трансформатора при силе тока 10...20 кА.

РАСЧЕТ РЕЖИМОВ НАПЛАВКИ

Частота вращения детали, продольная подача сварочных клещей и частота следования импульсов являются важными параметрами процесса, определяющими его производительность. Соотношение этих величин подбирают так, чтобы обеспечить шесть или семь точек на 10 мм длины сварного шва.

Таблица 4.11 - Рекомендуется следующий режим приварки ленты толщиной до 1 мм.

Параметр	Значение
Сила сварочного тока $I_{св}$, кА	16,1...18,1
Подача сварочных клещей $S_{кл}$, мм/об	3...4
Усилия сжатия электродов $F_{сж}$, кН	1,3...1,6
Ширина рабочей части сварочных роликов $B_{рол}$, мм	4
Производительность процесса Q, см ² /мин	80

Скорость наплавки

$$V_n = \frac{0,6 \cdot W}{S}, \quad (4.20)$$

где W – производительность процесса, см²/мин; S – шаг наплавки см/об (0,3...0,4).

Частота вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V_n}{60 \cdot \pi \cdot d}. \quad (4.21)$$

4.1.5 Расчет режимов при механической обработке

Расчет режимов обработки следует провести не менее чем для 2...3 операций или наиболее трудоемких переходов технологического процесса. Так, если деталь восстанавливается металлопокрытиями (наплавкой, металлизацией, хромирование: и др.), производится выбор и расчет их режимов, а также расчет 1...2 из последующих операций механической обработки. Режимы нанесения металлопокрытий зависят от специфики технологических процессов и определяются по формулам, табличным значениям и графическим зависимостям соответствующей рекомендованной литературы. В случае, если восстановление детали связано исключительно с обработкой металлов резанием, производится расчет не менее двух наиболее трудоемких операций или переходов для 1...2 разноименных дефектов. Возможен также расчет операций, связанных, например, с определением усилия запрессовки, обработкой давлением (осадкой, раздачей) и др.

Расчет режимов механической обработки рекомендуется проводить в следующей последовательности: расчет глубины резания, выбор подачи, определение скорости резания, определение частоты вращения детали (инструменту), сравнение полученного значения частоты вращения с паспортными данными принятого станка и определение фактической скорости резания, расчет усилия и мощности резания. Расчет двух последних значений производится по наиболее трудоемким переходам, соответствующим наибольшей глубине резания. В заключение делается вывод о соответствии принятого станка расчетному значению мощности

Ввиду того, что в большинстве источников соответствующей справочной литературы приводятся лишь минимальные и максимальные значения частоты вращения шпинделя, допускается полученное расчетом значение частоты вращения детали (инструмента) округлять до ближайшей целой величины, принимать ее в качестве фактического значения частоты вращения шпинделя принятого станка.

Для облегчения работы студента при расчете режимов механической обработки в табл.4.12 и табл. 4.13 приведены формулы для определения режимов наиболее часто встречающихся при восстановлении деталей видов механической обработки [2,25,26],. В случае если студент отдает предпочтение иным видам обработки, он может использовать соответствующие литературные источники по своему выбору.

Таблица 4.12

Формулы для определения режимов восстановления деталей

№	Вид обработки	Расчетные формулы			
		Глубина резания	Подача, мм/об; мм/зуб.	Скорость резания, м/мин, м/с	Частота вращения шпинделя (инструмента), об/мин
1	Точение, шлифование, шлифование	$t = (D-d) / 2i$, D и d - диаметр до и после обработки, мм; i - число проходов	$S = (0.15 \dots 0.25) t$ /об - черновая обработка; $S = (0.05 \dots 0.15) t$ /об - чистовая обработка	$V_p = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}}$	$n_D = \frac{1000 V_p}{\pi \cdot D}$, nД - частота вращения шпинделя
2	Сверление, сверливание	$t = D / 2$, D - диаметр сверления, мм $t = (D-d) / 2$, d - диаметр сверливания, мм	$S_o = 0.08 d^{0.55}$ мм/об, d - диаметр сверла, мм	$V_p = \frac{C_v \cdot d^{z_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S_o^{y_v}}$	$n_D = \frac{1000 V_p}{\pi \cdot D}$
3	Фрезерование	$t = h / i$, h - припуск на обработку, мм	$S_o = 0.15 \dots 0.20$ мм/об; $S_z = S_o / z$ мм/зуб, z - количество зубьев фрезы	$V_p = \frac{C_v \cdot d^{z_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S_z^{y_v} \cdot B^{p_v} \cdot Z^{k_v}}$, D-диаметр фрезы, мм; В-толщина зуба фрезы, мм	$n_D = \frac{1000 V_p}{\pi \cdot D}$

продолжение таблицы

4	Шлифование круглое шлифовальным станком	$t = S_{\text{п}}$, $S_{\text{п}}$ - поперечная шаг шаг круга, мм/об	$S_{\text{п}} = 0.02$ мм/об - предварительное шлифование; $S_{\text{п}} = 0.01$ мм/об - чистовое шлифование	$V_{\text{кр}} = 25 \dots 30$ м/с - предварительное шлифование; $V_{\text{кр}} = 35 \dots 40$ м/с - чистовое шлифование	$n_{\text{кр}} = \frac{1000 V_{\text{кр}} \cdot 60}{\pi \cdot D}$ $n_{\text{кр}}$ - частота вращения шпинделя, об/мин; D - диаметр шпинделя, мм
5	Протягивание круглое	$t = h = 0.3 \dots 0.6$ мм	$S = a = h/z + (2 \dots 3)$ мм/зуб, z - число режущих зубьев протяжки	$V_p = \frac{C_v}{T^m \cdot a^{x_v} k_v}$	-

Таблица 4.13

Формулы для определения мощности резания

№	Расчетные формулы		
1	Точение, обтачивание, расточивание	Сила (момент) резания, Н (н/м)	Мощность резания, кВт
2	Сверление, рассверливание	$P_z = 10C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p}$	$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020 \cdot 60}$, Vφ - фактическая скорость резания, м/мин
3	Фрезерование	$M_p = 10C_p \cdot d^q \cdot S_0^{y_p}$	$N = \frac{M_p \cdot n_\phi}{9750}$, nφ - фактическая частота вращения фрезы, об/мин
4	Шлифование круглое врезанием	$P_z = 10C_p \cdot B \cdot S_z^{y_p} \cdot t^{x_p} \cdot D^q$	$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020 \cdot 60}$
5	Протягивание круглое	$P_z = 10C_p \cdot t^{x_p} \cdot S_n^{y_p}$	$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020}$
6	Точение, обтачивание, расточивание	$P_z = 5C_p \cdot D \cdot a_n^{x_p}$	$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020 \cdot 60}$

Значения периода стойкости режущего инструмента Т для определения скорости резания принимаются в зависимости от материала детали и его твердости. Так, для стандартных резцов, оснащенных пластинами из твердых сплавов, это значение можно принять равным 60 мин; для сверл $T \approx 1,5d$, где d - диаметр сверла, мм; для фрез Т принимается в среднем 30 мин; для шлифовальных кругов - 10...40 мин; для протяжек из быстрорежущей стали: круглых и шпоночных - 100...120 мин; шлицевых - до 420 мин. Для операций протягивания, то в табл.2.8 приведены формулы для определения режимов обработки цилиндрических отверстий. При протягивании шлицевых и шпоночных пазов для определения усилия резания рекомендуется воспользоваться формулой:

$$P_z = P_y \Sigma l, \quad (4.22)$$

где P_y - удельная сила резания, приходящаяся на единицу длины режущей кромки зуба; Σl - суммарная длина режущих кромок одновременно работающих зубьев. Значения P_y и Σl принимаются по табличным данным и формулам специальной литературы. В табл. 4.14 приведены значения коэффициентов и показателей степени в зависимости от вида обработки, материала детали режущего инструмента.

Таблица 4.14 - Значения коэффициентов и показателей степени в зависимости от вида обработки, материала детали режущего инструмента.

№ №	Вид обработки	Материал детали	Режущий инструмен т	Подача, мм/об, мм/зуб	Значения коэффициентов и показателей степени										
					Cv	m	xv	xv	yv	zv	Pv	Kv	Cp	Xp	Yp
1	Точение, обтачивание, расточивание	Сталь углеродистая	T15K6	S≤0.3	170	0.2	0.18	0.18	0.2	-	-	-	190	1.0	0.75
		чугун серый	BK8	S>0.3	141				0.35						
2	Сверление	Сталь углеродистая	P6M5	S≤0.2	5.0	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4	-	-	45	-	-
		чугун серый,		S>0.2	7.0				0.5						
		чугун серый,		S≤0.3	10.5	0.125	0.25	0.25	0.55	0.4	-	-	35	-	0.75
		чугун ковкий		S>0.3	12.2				0.4						
3	Фрезеровани е	Сталь углеродистая	P6M5	Sz >0.1	21.2	0.33	0.3	0.3	0.4	0.45	0.1	0.1	35	0.85	0.75
		чугун серый		Sz ≤0.1	33.0				0.2						
4	Шлифование (круглое)	Сталь углеродистая (закаленная)	15A40CM17K5 (для предварительного шлифования) 24A25CM17K5 (для чистового шлифования)		-	-			-	-	-	-	-	24	0.6
5	Протягивани е (круглое)	Сталь углеродистая	P6M5		8...1 2	1.6	0.6	0.6	-	-	-	-	8...1 2	0.75	-

4.2 Определение нормы времени на восстановление детали

В курсовом проекте(работе) устанавливаются нормы времени выполнения операций. Технически обоснованные нормы времени на операцию рассчитывают, исходя из оптимальных режимов обработки и полного использования технологических возможностей станков и приспособлений.

В единичном и серийном производстве определяется норма времени (штучное время) определяется из выражения

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{отд}}, \quad (4.23)$$

где $T_{\text{оп}}$ – оперативное время, мин.;

$T_{\text{обсл}}$ – время обслуживания рабочего места, мин.;

$T_{\text{отд}}$ – время отдыха (принимается за смену около 2% ее продолжительности, для одной детали можно принимать 5% от $T_{\text{оп}}$), мин.

Оперативное время

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}}, \quad (4.24)$$

где $T_{\text{о}}$ – основное время, мин.;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин.

Основное время рассчитывается исходя из режимов обработки. Вспомогательное время представляет собой сумму нормативных значений вспомогательного времени установов и переходов и принимается согласно таблиц. Для механической обработки нормирование выполняется согласно таблицы 2.12 [25]. Ниже приведены зависимости для определения основного времени для отдельных ремонтных операций.

Газовая сварка. Основное время определяют по формуле

$$t_{\text{о}} = \frac{G}{\alpha_n} K = \frac{Fl\gamma K}{\alpha_n}, \quad (4.25)$$

где G – масса наплавляемого металла, г;

F – площадь поперечного сечения шва, см²;

γ – плотность присадочной проволоки, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/мин;

K – коэффициент, зависящий от длины шва;

l – длина шва, см.

Дополнительное и подготовительно-заключительное время принимают по нормативным таблицам. Дополнительное время в случае сварки без подогрева составляет 8 % от оперативного.

Ручная электродуговая наплавка. Основное время

$$t_{\text{о}} = \frac{60G}{I\alpha_n} K = \frac{60Fl\gamma}{I\alpha_n} K, \quad (4.26)$$

где I – Сила тока, А;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А·час).

Вспомогательное и дополнительное время принимают по нормативным таблицам, а подготовительно-заключительное время составляет: для простой работы – 10 мин, средней – 17, сложной – 24 мин.

Механизированные методы сварки и наплавки. Основное время

$$t_o = \frac{Li}{nS}, \quad (4.27)$$

где L – продольное перемещение наплавочной головки, мм;

$$L = l + (3 \dots 4) \text{ мм},$$

где l – длина шва, мм;

S – подача головки, мм/об;

n – частота вращения детали, об/мин;

i – количество проходов.

Дополнительное время составляет 8 % оперативного.

Электролитическое наращивание. Основное время

$$t_o = \frac{10^3 z \rho}{\varepsilon_F D_k \beta} 60, \quad (4.28)$$

где z – толщина покрытия, мм;

ρ – плотность осадка, г/см³;

ε_F – электрохимический эквивалент, г/(А*час) (приложение Ж);

D_k – катодная плотность тока, А/дм²;

β – выход металла по току, %.

При одновременном навешивании в ванну n деталей вычисленную величину t₀ необходимо разделить на n.

Слесарные, слесарно-сборочные и другие виды работ нормируются по таблицам, составленным на основе хронометража операций на передовых предприятиях.

При механической обработке поверхностей деталей для определения основного времени можно использовать формулы представленные в таблице 4.15

Таблица 4.15 - Формулы для расчета основного времени для различных методов обработки поверхностей

Вид обработки	Формула для определения основного времени, t _o , мин
Точение, сверление, зенкерование, растачивание, развертывание	$t_o = \frac{li}{nS_o}$
Фрезерование цилиндрическими и торцовыми фрезами	$t_o = \frac{li}{v_s} \text{ или } t_o = \frac{li}{S_z z n_\phi}$
Протягивание	$t_o = \frac{L_{np} + l_g}{1000} \left(\frac{1}{v_p} + \frac{1}{v_{ex}} \right)$

продолжение таблицы

Протягивание шлицев	$t_o = \frac{L_{np} + l_g + (10...30)_{мм}}{1000v_p} i$
Нарезание резьбы: -профильным резцом	$t_o = \frac{l_o + l_{ep} + l_n}{Pn} i q$
-плашками	$t_o = \frac{l_o + l_{ep} + l_n}{Pn} + \frac{l_o + l_{ep} + l_n}{Pn_g}$
Зубонарезание цилиндрических колес дисковой модульной фрезой	$t_o = \frac{Bl_{ep} + l_n}{v_s} z i$
Зубонарезание червячной фрезой	$t_o = \frac{l_z m_g + l_{ep} + l_n}{S_o n_{\phi} m_g z_{\phi}} z i$
Шлифование с продольным движением подачи	$t_o = \frac{L_{cm}}{n S_{np}} \frac{z_i}{S_{non}} K$
Шлифование врезное плоское периферией круга	$t_o = \frac{B z_i}{S_{non} n_{дв.х} S_{\phi} m} K$
Хонингование	$t_o = \frac{z_i}{S_p n}$

Примечания: 1.Обозначения: l - расчетная длина рабочего хода инструмента, мм; $l_{пр}$ - расчетная длина рабочего хода для продольного суппорта, мм; $l_{поп}$ - расчетная длина рабочего хода для поперечного суппорта, мм; l_g - длина протягиваемой поверхности, мм; l_o - длина нарезаемой резьбы, мм; $l_{вр}$ - глубина врезания режущего инструмента, мм; l_p - перебег режущего инструмента, мм; l_z - длина нарезаемого зуба, мм; $L_{пр}$ - длина рабочей части протяжки, мм; $L_{ст}$ - длина хода стола станка, мм; P - шаг нарезаемой резьбы, мм; i - число рабочих ходов; n - частота вращения шпинделя, мин-1; n_{ϕ} - частота вращения фрезы, мин-1; n_v - частота вращения при вспомогательном ходе, мин-1; $n_{дв.х}$ - частота двойных ходов в 1 мин; n_z - частота вращения заготовки за время нарезания резьбы, мин-1; $S_{2х}$ - подача на один двойной ход стола, мм/дв. ход; S_o - подача на оборот, мм/об; v_s - скорость движения подачи, мм/мин; S_z - подача на зуб фрезы, мм/зуб; $S_{пр}$ - продольная подача, мм/об; $S_{поп}$ - поперечная подача круга за один рабочий ход, мм/раб. ход; S_v - вертикальная подача, мм/об; S_r - радиальная подача на двойной ход, мм/дв. ход; v_{sob} - скорость движения подачи в обратном направлении, мм/мин; b_1 - врезание резца, мм; b_2 - перебег резца, мм; B - ширина цилиндрического зубчатого венца, мм; z - число зубьев фрезы; z_{ϕ} - число заходов фрезы; z_p - расчетное число зубьев колес; z_i - припуск на сторону обрабатываемой поверхности, мм; h - глубина шпоночной канавки нарезаемой впадины, мм; h_z - высота зуба, мм; D_{ϕ} - диаметр фрезы, мм; d -

наружный диаметр нарезаемой заготовки, мм; v_p - скорость резания (рабочего хода), м/мин; $v_{в.х}$ - скорость вспомогательного хода, м/мин; v_z - скорость врезания заготовки, м/мин; q - число заходов резьбы; τ - время на переключение и деление; α - угол падения винтовой линии, °; $\alpha_d = 1,3 \dots 1,5$ – коэффициент, учитывающий время деления, т.е. поворота колеса на один зуб; m - модуль; mg - число одновременно нарезаемых колес; K - поправочный коэффициент на выхаживание (понимается съём металла в конце цикла при выключенной подаче на глубину).

2. Длина продольного хода стола при шлифовании на проход $L_{ст} = l_d$ (0,2...0,4) V_k и при шлифовании в упор $L_{ст} = l_d - (0,4 \dots 0,6) V_k$, где V_k – высота круга, мм; l_d – длина шлифуемой поверхности заготовки, мм.

3. Коэффициент K имеет следующие значения: $K = 1,1$ при отклонении размеров 0,1...0,15 мм и $K = 1,7$ при отклонении размеров 0,02...0,03 мм; $K = 1,1 \dots 1,2$ при шевинговании.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Общие требования [29,30]

Страницы текста пояснительной записки и включенные в текст иллюстрации, таблицы и распечатки должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327-60. Допускается представлять иллюстрации, таблицы и распечатки на листах формата А3.

Текст документов должен быть набран на персональном компьютере, на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210 × 297 мм). Допускается применять листы формата А3 (210 × 420 мм), которые помещают как приложения к тексту пояснительной записки. Текстовые документы дипломного проекта (работы) должны быть сброшюрованы, на которые наклеивают этикетки (65 × 100 мм) с указанием аббревиатуры университета (ТГТУ), вида документа и его обозначения, темы проекта (работы), кода учебной группы и специальности, автора проекта (работы) и года окончания выполнения.

Каждый лист текстового документа, кроме титульного листа и задания, должен быть выполнен по ГОСТ 2.106-96, форма 5 для первых или заглавных листов и по форме 5а для последующих листов, при этом основную надпись и дополнительные графы выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104-68, форма 2 и 2а.

При выполнении записки необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всей записке. Должны быть четкие, не расплывшиеся линии, буквы, цифры и знаки. Все линии, буквы, цифры и знаки должны быть одинаково черными по всей записке

Сокращение русских слов и словосочетаний в записке – по ГОСТ 7.12-93.

Наименование структурных элементов записки: "аннотация", "ОГЛАВЛЕНИЕ", "ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ И ТЕРМИНОВ", ..., "СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ" служат заголовками структурных элементов записки.

Заголовки структурных элементов записки и разделов основной части следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая.

Заголовки подразделов, пунктов, подпунктов следует начинать с абзацного отступа и писать строчными буквами, кроме первой прописной, вразрядку, не подчеркивая, без точки в конце.

Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Структурные элементы и разделы основной части следует начинать с новой страницы.

Нумерация страниц записки.

Титульный лист и задание включают в общую нумерацию страниц записки. Номер страницы на титульном листе и на задании не проставляется. Страницы записки следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту пояснительной записки начиная с первого листа содержания в нижнем правом углу

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, и распечатки включают в общую нумерацию страниц записки.

Иллюстрации, таблицы и распечатки на листе формата А3 учитывают как одну страницу.

Приложения входят в общую нумерацию страниц пояснительной записки.

Нумерация разделов, подразделов, пунктов, подпунктов

Разделы, подразделы, пункты, подпункты следует нумеровать арабскими цифрами.

Разделы записки должны иметь порядковую нумерацию в пределах основной части записки и обозначаться арабскими цифрами с точкой, например, 1., 2., 3. и т.д.

Пункты должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого раздела или подраздела. Номер пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела или пункта, разделенные точкой, например, 1.1., 1.2., 1.3. или 1.1.1., 1.1.2., 1.1.3. и т.д.

Если раздел или подраздел имеет только один пункт или один пункт имеет один подпункт, то нумеровать пункт (подпункт) не следует.

Графический материал

Графический материал - рисунок (схемы, диаграммы и т.д.) помещают в тексте пояснительной записки для установления свойств или характеристик объекта, а также для лучшего понимания текста. На графический материал должна быть дана ссылка в тексте.

Графический материал должен располагаться непосредственно после текста, в котором о нем упоминается впервые, или на следующей странице, а при необходимости в приложении.

Рисунки, схемы, диаграммы и т.п., помещаемые в тексте, должны соответствовать требованиям государственных стандартов ЕСКД.

При наличии в тексте таблиц, дополняющих графический материал, таблицы следует помещать после графического материала.

Графический материал может иметь тематическое наименование, которое помещают под ним.

При необходимости, под графическим материалом помещают пояснительные данные. Слово "Рисунок" и наименование помещают после пояснительных данных.

Графический материал, за исключением графического материала приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной

нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается "Рисунок 1".

Допускается нумерация графического материала в пределах раздела. Номер рисунка состоит в этом случае из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделенных точкой.

Пример - Рисунок 1.1, Рисунок 1.2 и т.д.

Графический материал приложения обозначается отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

Пример - Рисунок В.3.

Рисунок (диаграмму, схему и т.п.), как правило, следует выполнять на одной стороне листа (странице). Если рисунок не уместится на одной странице, допускается переносить его на другие страницы. При этом тематическое наименование помещают на первой странице, пояснительные данные - на каждой странице и под ними пишут "Рисунок..., лист...", если имеется несколько рисунков и, если имеется один рисунок "Рисунок 1, лист...".

Таблицы

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей.

При переносе части таблицы на ту же или другую страницу, название помещают только над первой частью таблицы.

Номер таблицы и ее название пишется слева направо следующим образом:

Таблица 1 – Структура автопарка.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Таблицы каждого приложения обозначаются отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

Если в тексте одна таблица, то она должна быть обозначена "Таблица 1" или "Таблица В.1", если таблица приведена в приложении В.

Допускается нумерация таблиц в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте, при ссылке писать "таблица" с указанием номера.

Таблицу, в зависимости от ее размеров, помещают под текстом, в котором впервые дана на нее ссылка, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении. Допускается помещать таблицы вдоль длинной стороны листа пояснительной записки.

Если строки и графы таблицы выходят за формат страницы, то таблицу

делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик, которые можно заменять, соответственно, номерами граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Слово "Таблица" указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова "Продолжение таблицы" или "Окончание таблицы" с указанием номера (обозначения) таблицы.

Подзаголовки, имеющие самостоятельное значение, пишут с прописной буквы. В конце заголовков и подзаголовков таблиц знаки препинания не ставят. Заголовки указывают в единственном числе.

Диагональное деление головки таблицы не допускается. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм. Графу "N п/п" в таблицу не включают. Для облегчения ссылок в тексте пояснительной записки допускается нумерация граф.

Если строки или графы таблицы выходят за формат листа, таблицу делят на части, которые, в зависимости от особенностей таблицы, переносят на другие листы или помещают на одном листе рядом или одну под другой.

Слово "Таблица", заголовок (при его наличии) и порядковый номер таблицы указывают один раз над первой частью таблицы, над последующими частями пишут слово "Продолжение таблицы" (Приложение 2).

Формулы и уравнения

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки с указанием их единиц измерения. Первую строку пояснения начинают со слова "где" без двоеточия.

Уравнение и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не уместится в одну строку, оно должно быть перенесено после знака ($^{\circ}$) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения ($\times$), деления ($:$) или других математических знаков. Единица измерения в одной строке с формулой не помещается.

Формулы в записке следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей пояснительной записки арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Если в записке только одна формула или уравнение, их не нумеруют.

Не следует путать "Размерность" и "Единица измерения". Например: площадь. Ее размерность - L^2 , а ее единица измерения - m^2 .

Ссылки

Ссылки на разделы, подразделы, пункты, подпункты, иллюстрации,

таблицы, формулы, уравнения, перечисления, приложения следует указывать их порядковым номером.

Например:

"...в разд. 4", "... по п.3.3.4. ", "... по формуле (3)", "... в уравнении (2)", "...на рис. 8", "...в приложении б". Ссылки на используемые источники следует заключать в квадратные скобки [].

Если в записке одна иллюстрация, одна таблица, одна формула, одно уравнение, одно приложение, следует при ссылках писать "на рисунке", "в таблице", "по формуле", "в уравнении", "в приложении".

6. ПРАВИЛА РАЗРАБОТКИ, ЗАЩИТЫ РАБОТЫ И СДАЧА ЕЕ В АРХИВ В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ

Для разработки выпускной работы в электронном виде – далее ДЭ, руководителем разработчику выдается задание.

Выполняя работу разработчик (студент) использует программы позволяющие осуществить проверку со стороны руководителя и нормоконтролера (программное обеспечение должно быть согласовано в организации (на кафедре)). Версии текстовых и графических редакторов (Word, AutoCAD и др.) у руководителей и нормоконтролеров должны обеспечивать проверку электронного документа. Для этого у студентов версии и конфигурации программ должны быть не позднее версий проверяющих.

При выполнении работы разработчик (студент) подписывает удостоверяющие листы (УЛ) на титульный лист, задание и отдает ДЭ с УЛ нормоконтролеру кафедры на нормоконтроль. Проверив ДЭ нормоконтролер защищает документ от редактирования и разрешает студенту копировать ДЭ на оптический односторонний диск.

На оптическом диске должно быть написано обозначение документа и подпись нормоконтролера.

Защита курсовой работы осуществляется в удобной для наглядного восприятия форме, в виде презентации с использованием оборудования (компьютера, проектора, экрана), а также с представлением документа в бумажной форме.

После защиты курсовой работы в архив сдается первичный документ в электронной форме на оптическом диске и документ на бумажном носителе.

Пример сдачи в архив курсовой работы.

На документы по курсовой работе составляется перечень в него входят:

1 Электронный документ на CD или DVD диске с обозначением документа и подписью нормоконтролера;

2 УЛ в бумажной форме на все документы имеющие подписи;

3. Курсовой проект/работа на бумажном носителе

Все эти документы (с п. 1 по п. 2) укладываются в конверт, где на конверте пишется, например:

Курсовая работа
ТГТУ. 23.03.03.018 ДЭ
по дисциплине: ОТПиРТиТТМиО
на тему: «Разработка технологического процесса
восстановления гильзы цилиндра
двигателя ЯМЗ-236»
Гутенев М.Д. гр. БТС-41
Тамбов 2015

Все документы должны иметь обозначения (шифр) согласно СТП ТГТУ 07-97 (изд. 2005 г.), совпадающий с обозначением в УЛ.

Данные работы имеют структуру содержательной и реквизитной части и в зависимости от количества документов, входящих в выпускную работу составляется перечень представляемых документов.

Данные электронные документы будут отличаться тем, что могут иметь разное количество записей в УЛ.

Все эти документы укладываются в конверт и на конверте пишется название и обозначение документа.

Бумажная копия курсовой работы сдается в архив сложенная в папки с соответствующими наклейками.

7. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА(РАБОТЫ).

Курсовая работа должна содержать следующие разделы:

- введение;
- характеристика детали и условий её работы;
- выбор рационального способа восстановления детали;
- план технологических операций по восстановлению детали;
- расчёт режимов обработки и нормирование технологического процесса восстановления детали;
- выводы;
- литература;
- приложения (рабочий чертёж детали, маршрутно-технологическая карта, операционно-технологические карты и операционные эскизы)

Разработку ТП изготовления, восстановления детали рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1. Выполнение рабочего чертежа детали

Рабочий чертёж детали должен быть выполнен в соответствии с требованиями и нормами ЕСКД. Рабочий чертёж должен содержать всю необходимую информацию для определения технологического процесса восстановления детали:

- проекции, размеры, сечения, обеспечивающие полное представление о конструктивных формах детали,
- размеры с указанием допускаемых отклонений,
- шероховатость обрабатываемых поверхностей,
- допускаемые отклонения от правильных геометрических форм,
- допускаемые пространственные отклонения,
- наличие поверхностей, которые могут быть приняты в качестве установочных баз,
- материалы, марки материала, применяемого для изготовления детали,
- вес детали,
- твердость, применяемая термообработка,
- покрытие поверхностей,
- необходимость балансировки.

2. Характеристика детали и условия её работы

В этом пункте следует указать:

- класс детали (корпусные детали, полые стержни, некруглые стержни; прямые круглые стержни и т. п.);

- материал, из которого изготовлена деталь. Если деталь составная указать материал всех элементов;
- наличие термической обработки детали или отдельных её участков. При наличии термической обработки указать твёрдость поверхностей, подверженных ей;
- характеристику материала: по химическому составу и по механическим свойствам (твёрдость, предел прочности и т. д.);
- характер износа детали: равномерный, неравномерный, односторонний;
- характер нагрузок (постоянные, знакопеременные, ударные), построить схему сил, действующих на деталь, с выделением наиболее нагруженных поверхностей;
- характер деформаций (изгиб, скручивание и т. п.).

3. Выбор рационального способа восстановления детали

Выбор рационального способа восстановления детали необходимо увязать с ранее описанными условиями работы, а также с её структурными характеристиками (материалом, шероховатостью поверхности и точностью обработки).

При выборе способа восстановления следует кратко описать технологические особенности возможных способов устранения заданных дефектов, указав их преимущества и недостатки и обосновав наиболее рациональный из них.

4. Составление плана операций обработки деталей по заданным дефектам. Разработка маршрутно-технологической карты

При выполнении данного раздела следует определить последовательность выполнения операций, подобрать оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент.

План операций должен обеспечивать все служебные качества деталей, соответствие детали по всем параметрам требованиям чертежа и технических условий.

Общие рекомендации по составлению планов:

1. В операционном плане по каждой операции указывать её наименование, тип станка (оборудование), поверхности детали, установочные базы, обрабатываемые на данной операции поверхности, инструмент, приспособления, дополнительные данные.

2. Первыми должны выполняться операции по обработке поверхностей, используемых дальше в качестве чистовых установочных баз. Затем проводится черновая обработка всех поверхностей, потом чистовая, отделочные операции.

3. Необходимо учитывать выполнение операций по термической обработке детали, после которой механическая обработка затруднена. Операции по термической, химико-термической обработке рабочих поверхностей должны выполняться в конце технологического процесса. Эти операции не могут быть самыми последними, т.к. часто происходит искажение размеров детали и окисление их поверхностей. После термической обработки выполняются отделочные – финишные операции: тонкое шлифование, хонингование, суперфиниширование, полирование, притирка поверхностей и др.

4. В операционном плане должны быть контрольные операции по промежуточному и окончательному контролю. Контрольные операции выполняются:

- после операций, могущих выявить скрытый брак заготовки, т.е. после завершения черновой обработки;
- после операций, могущих вызвать деформации и необходимость правки заготовки деталей;
- после механической обработки;
- после термической обработки детали;
- после завершения всех операций механической обработки.

Выбор оборудования, приспособлений, инструмента производится из следующих данных:

- формы, габаритов, массы обрабатываемых деталей;
- производственной программы;
- требований к точности механической обработки.

Формы, габариты, масса детали определяют тип станка (токарный, фрезерный, расточной и т.д.), его размеры, необходимую мощность привода.

Производственная программа определяет целесообразный тип производства и степень концентрации технологических процессов, которая определяется сложностью операций, составляющих процесс, обуславливаемый количеством переходов, входящих в операцию. Простая операция – один переход, сложная – многопереходная операция, может включать переходы, выполняемые поочередно или параллельно, одновременно.

Необходимая точность обработки определяет выбор оборудования по точности обработки.

Выбор инструмента заключается в подборе его материала, установлении типа и размеров в зависимости от формы и размеров обрабатываемых поверхностей, их материала и твердости, требований к качеству поверхностей, проектируемых режимов резания. Вопросы выбора инструмента рассматриваются в курсе «Технология конструкционных материалов».

Маршрутно-технологическую карту следует выполнить по форме 1.

Форма 1

Форма маршрутно-технологической карты с примером заполнения граф

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование	Приспособление	Инструмент
Дефект – износ опорных шеек ниже предельного ремонтного размера				
1	<u>Контрольная</u> Контролировать исправность центровых отверстий (по необходимости центровать и исправить вал)	-	Центра специальные	Штатив с индикатором часового типа 0,01
2	<u>Наплавочная</u> Наплавить шейки распределительного вала до Ø 53- 0,1 мм	Установка на базе наплавочной головки УАНЖ-6	3-х кулачковый патрон, ГОСТ 2675-80. Центр плавающий	Штангенциркуль ШЦ1-0...125- 0,05 ГОСТ 116-75.
3	<u>Слесарная (правка)</u> Править вал до устранения деформации (допускаемое биение по средней шейке 0,02 мм)	Пресс ПА-215	Призмы	Штатив с индикатором часового типа 0,01
4	<u>Шлифовальная (черновая)</u> Шлифовать наплавленные поверхности шеек до Ø 51,1-0,04	Кругло-шлифовальный станок 3161	Поводок, хомутик. Центра вращающиеся	Шлифовальный круг 15А60СМ17К5 ПП750х33х305
5	<u>Шлифовальная (черновая)</u> Шлифовать наплавленные поверхности шеек до Ø 51,0-0,02	Кругло-шлифовальный станок 3161	Поводок, хомутик. Центра жёсткие	Шлифовальный круг 24А25СМ13К5 ПП750х33х305

5. Расчёт режимов обработки. Нормирование технологического процесса восстановления детали

Нормирование режимов операций восстановления производится с использованием методик и справочных данных изложенных в пунктах данного пособия.

При расчете основного времени используются зависимости и рекомендации рассмотренные в пункте 2.2

6. Составление операционно-технологических карт и вычерчивание операционных эскизов

Операционно-технологические карты составляются по ГОСТ 3.1118-82. Операционно-технологические карты курсовой работы следует выполнить по форме 2, с указанием наименований операций, оборудования, а также приспособлений для закрепления детали. Режущий инструмент следует привести с указанием наименования, материала режущей части и ГОСТ, например, резец проходной Т15К6 ГОСТ 18868-73. Измерительный инструмент указывается с обозначением пределов измерения и цены деления, например, штангенциркуль ШЦ 1, 0-125. 0,05 ГОСТ 116-75.

Студенту следует представить не менее двух операционных карт тех операций, для которых ранее проведены расчеты режимов обработки и норм времени.

Форма 2

Форма операционно-технической карты механической обработки с примерами заполнения граф

№ перехода	Содержание перехода	Инструмент			Расчётные размеры		t	i	Режимы обработки			То	Тв
		Вспомогательный	Режущий	Измерительный	Диаметр, ширина	Длина			S	n	V		
A	Установить, закрепить и снять деталь												0,27
1	Сверлить отверстие d=18, l=45+1,0	Патрон	Сверло Ø 18, Р6 ГОСТ 12121-71	-	18+0,1	45	9	1	0,2	500	28,1	0,46	0,1
2	Зенковать отверстие до d =19,85; l = 40+0,5	Патрон	Зенкер Ø 20, Р6 ГОСТ 12489-71	-	19,85	40,5	0,92 5	1	0,42	400	25,5	0,24	0,05
3	Развернуть отверстие до d =20,; l = 40+0,5	Патрон	Развёртка 20Н8, ВК6 ГОСТ 11175-80	Пробка 20Н8	20+0,0 33	40,5	0,09 1	1	0,98	275	17,1	0,15	0,03

Операционные эскизы выполняются в электронном виде. В верхней части эскиза указывается наименование операции, оборудование и рабочий инструмент. Далее вычерчивается эскизное изображение детали или ее части с условными обозначениями поверхностей базирования и закрепления. Здесь же приводится схематическое изображение элементов технологического оборудования (резцедержателей или быстросменных патронов с режущим инструментом, наплавочных головок и др.), установленных в исходное положение для выполнения соответствующей операции. Непосредственно под операционным эскизом приводится таблица с наименованием переходов (если таких переходов несколько), а также значения ранее рассчитанных или принятых по литературным источникам режимов обработки и норм времени (основного и вспомогательного).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Происходящие в ремонтном производстве изменения (формы собственности, размеры предприятий, диверсификация деятельности, конкуренции т.д.), повышение государственных требований к дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств воздействуют на формирование и перспективы развития этого рынка.

Расширяется потенциальная клиентура этого рынка. Если в прошлом большинство коммерческих предприятий обеспечивало работоспособность автотракторной техники собственными силами (комплексные предприятия) и на ведомственных базах централизованного технического обслуживания, то в настоящее время и в перспективе значительная часть малых предприятий и водителей-операторов, не располагающих собственной производственно-технической базой, будут вынуждены удовлетворять соответствующие требования на вторичном рынке. Потенциальная клиентура вторичного рынка включает, помимо индивидуальных владельцев, негосударственные коммерческие, государственные и муниципальные предприятия, которые располагают 56...67 % парка.

Опыт организации производства, накопленный комплексными предприятиями автомобильного транспорта при высокой концентрации производства в новых условиях, не может быть использован в полной мере. Необходимо искать новые методы совершенствования организации производства технического обслуживания и текущего ремонта машин.

Главная проблема, которую предстоит решать в настоящее время и на ближайшую перспективу, заключается в том, как в условиях снижения уровня концентрации автотранспортного производства обеспечить высокий уровень проведения технического обслуживания и ремонта машин. Решение указанной проблемы может идти по следующим направлениям.

1. Постепенный переход от комплексных предприятий к предприятиям, основанным на организационном разделении эксплуатации (транспортно-технологического обслуживания) от производства технического обслуживания и ремонта машин.

2. Переход на сервисный принцип организации производства технического обслуживания и ремонта машин, который позволяет в условиях снижения концентрации производства обеспечивать достаточно высокий уровень концентрации однотипных объёмов работ на специализированных сервисных производствах.

3. Создание инфраструктур по ремонту и техническому обслуживанию техники для удовлетворения потребностей малых предприятий и индивидуальных предпринимателей.

Настоящее учебное пособие позволяет качественно подготовить специалиста по ремонту автотракторной техники к эффективному решению многих задач и создаёт предпосылки для быстрой профессиональной адаптации к изменяющимся условиям с учётом указанных тенденций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зуев А.А., Гуревич Д.Ф. Технология сельскохозяйственного машиностроения. - М.: Колос, 1980. - 256 с.
2. Методические указания к выполнению курсового проекта. Макеевка: ДонНАСА, 2005. — 32 с. (для студентов специальностей 7.090258 Автомобили и автомобильное хозяйство).
3. Дизели Д-245.7ЕЗ, Д-245.9ЕЗ, Д-245.30ЕЗ, Д-245.35ЕЗ. Руководство по эксплуатации: 245ЕЗ-0000100 РЭ. - Минск: Минский моторный завод, 2007. - 161 с.
4. Руководства по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту. Двигатели КамАЗ: 740.11-240, 740.13-260, 740.14-300, 740.30260, 740.50-360, 740.57-320, 740.50-3901001КД. Набережные Челны: ОАО «КамАЗ», 2002. 247с.
5. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту двигателей КамАЗ 740.30-260 и 740.31-240. Набережные Челны. ОАО «КамАЗ». 2004. 138 с.
6. Руководства по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту двигателей КамАЗ 740.11-240, 740.13-260, 740.14-300 740.30-260 740.50-360, 740.51-320 740.50-3901001 КД/Под редакцией: Главного конструктора по двигателям НТЦ ОАО "КамАЗ" Гатауллина Н. А. - Набережные Челны: ОАО «КАМАЗ», 2002. - 247 с.
7. Руководство по капитальному ремонту автомобиля ЗИЛ-433102, Часть I. М.: АМО ЗИЛ, 1994- 357 с.
8. Руководство по капитальному ремонту автомобиля ЗИЛ-433102, Часть 2. М.: АМО ЗИЛ, 1994 277 с.
9. Синельников, А.Ф. Методические указания к лабораторной работе по ремонту блоков и гильз цилиндров механической обработкой / А.Ф. Синельников, А.Ю. Коноплин. – М.: МАДИ, 2014. – 40 с.
10. СПРАВОЧНИК МОТОРИСТА -(<http://www.dizelmotor.in>)
11. Технические условия на капитальный ремонт автомобиля КамАЗ-5320, КамАЗ-5410, КамАЗ-5511. Часть I. М.: Военное Издательство, 1988 631 с.
12. Технические условия на капитальный ремонт автомобиля КамАЗ-5320, КамАЗ-5410, КамАЗ-5511. Часть II. М.: Военное Издательство, 1988 191 с.
13. Технические условия на капитальный ремонт автомобиля ЗИЛ-130. М.: Транспорт, 1966 518 с.
14. Технические условия на капитальный ремонт двигателя ЗИЛ-130. М.: ГОСНИТИ, 1973. 518 с
15. Технические требования на капитальный ремонт двигателей СМД-60, СМД-62 и СМД-64 (техн.требования на дефектовку деталей и сопряжений). М.: ГОСНИТИ, 1973. - 136 с.

16. Технические требования на текущий ремонт двигателей Д-65Н, Д-65М, Д-48Л, Д-48М, Д-240 и Д-240Л. М., ГОСНИТИ, 1973. - 12 с
17. Технические требования на капитальный ремонт двигателей ЯМЗ-240Б. М.: ГОСНИТИ, 1974. 78 с.
18. Усков В. П. , Карасев И. В. , Кошик А. П. и др. Дизель ЯМЗ-238НБ. Технические требования на капитальный ремонт. М., ГОСНИТИ, 1980, 135 с.
19. Усков В. П. , Карасев И. В., Кошик А. П. и др. Дизель ЯМЗ-240НБ. Технические требования на капитальный ремонт. М. ,ГОСНИТИ, 1980, 230 с.
20. Сборник задач для олимпиад по специальности «Механизация сельского хозяйства»/Н.И. Наумкин, В.Ф. Купряшкин, Е.А. Кильмашкин и [др.]; под общ. ред. проф. П.В. Сенина, доц. Н.И. Наумкина. – Изж. 2-е, испр. и доп. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2008. – 176 с.
21. Курсовое проектирование по технологии ремонта машин: Учебное пособие / В. А. Комаров, Е. А. Нуянзин. – Саранск : «Рузаевский печатник», 2006. – 60 с.
22. Восстановление автомобильных деталей: технология и оборудование. / Под ред. Канарчука В.Е., М.: Транспорт, 1995. – 303 с.
23. Справочник технолога авторемонтного производства / Под ред. Малышева Г.А., М.: Транспорт, 1977. – 432 с.
24. Карагодин В.И. Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей. – М.: Мастерство; Высш. школа, 2001. – 496 с.
25. Справочник технолога – машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мецерыкова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 656 с. Т.2. – 496 с.
26. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технологические основы машиностроения» (для студентов специальностей 7.090258 Автомобили и автомобильное хозяйство и 7.090214 Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование) / Сост. Д.В. Попов, Э.С. Савенко., А.Г. Каспарьянц – Макеевка: ДонГАСА, 2002. – 29 с.
27. Ремонт автомобилей: Учебник для автотранспортных техникумов/ Румянцев С.И., Бодиев А.Г., Бойко Н.Г. и др.; Под ред. С.И.Румянцева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 327 с.
28. Кузнецов, С.Н. Стандарт предприятия. Проекты (работы). Дипломные и курсовые. Правила оформления. СТП ТГТУ 07–97 / С.Н. Кузнецов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2000. – 42 с.
29. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : методические указания / сост. : Ю.Е. Глазков, А.В. Прохоров, А.О. Хренников. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – 24 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение П 1
Режимы обработки наплавленных поверхностей

П.1.1 - Режимы обработки наплавленных деталей

Типовая поверхность	Твердость HRC материала после	Материал инструмента	Режимы резания			Технологическая среда
			скорость, м/с	подача, мм/об	глубина, мм	
Гладкая наружная цилиндрическая	Менее 30 - 35	T15K6, T17K8, BK60M, СТИМ-3Б	1,5 – 2,0 2,2 – 2,8	0,1 – 0,4 0,1 – 0,2	2,0 – 3,0 2,0 – 3,0	Эмульсол ЭТ-1
	30 - 45	СТИМ-3Б	1,7	0,1 – 0,2	1,5 – 2,5	
		ПСТМ, киборит	2,0 – 2,2	0,2 – 0,25	1,5 – 2,0	Без охлаждения
	Более 45	ПСТМ, киборит	1,0 – 1,5	0,1 – 0,15	0,1 – 0,15	
Прерывистая наружная цилиндрическая	Менее 30 - 35	BK60M	0,7 – 0,8	0,2 – 0,4	1,5 – 2,0	Эмульсол ЭТ-1
	30 - 45	ПСТМ, киборит	0,8 – 1,2	0,15 – 0,2	1,0 – 1,5	Без охлаждения
Шлицевая, торцевая зубчатых колес	45 - 62	киборит	0,7 – 0,8	0,1 – 0,15	1,0 – 1,2	
Гладкая внутренняя цилиндрическая	Менее 30 - 35	T15K6, T17K8, BK60M	1,0 – 1,5	0,1 – 0,2	1,5 – 2,5	Эмульсол ЭТ-1
		СТИМ-3Б	1,5 – 2,0	0,3 – 0,4	1,5 – 3,0	

Таблица П.1.2 - Минутная поперечная подача при шлифовании наплавленных поверхностей

Диаметр обрабатываемой поверхности, мм	Частота вращения детали, об/мин	Обрабатываемый материал	Подача s_{tm} , мм/мин, при длине шлифования L_d , мм			
			15	25	35	45
40	95	Сормайт	3,9	2,3	1,67	1,3
50	75	То же	3,1	1,85	1,3	1,0
60	65	”	2,6	1,55	1,1	0,87
70	55	”	2,2	1,3	0,96	0,74
80	50	”	1,95	1,15	0,83	0,65
40	95	ФБХ-6-2 и УС-25	2,2	1,3	1,0	0,74
50	75	То же	1,8	1,0	0,78	0,6
60	65	”	1,5	0,9	0,64	0,5
70	55	”	1,25	0,76	0,54	0,4
80	50	”	1,1	0,66	0,47	0,37
40	95	ПГ-ХН90СР3	1,6	0,96	0,65	0,55
50	75	То же	1,25	0,75	0,55	0,45
60	65	”	1,05	0,65	0,4	0,35
70	55	”	0,9	0,55	0,4	0,3
80	50	”	0,8	0,45	0,35	0,25

Таблица П 1.3 - Режимы чистового шлифования наплавленных деталей

Обрабатываемый материал	Твердость HRC	Скорость съема металла, мм ³ /мин	Стойкость круга, мин
Предварительное шлифование			
Нп-65Г, Нп-30Х	45 - 52	10000 – 12000	10 - 12
ГСА	42 – 54	8000 – 10000	10 - 12
Окончательное шлифование			
Св-08Г	25 – 45	1000 - 1500	40 – 50
Нп-65Г, Нп-30Х	45 – 55	1000 - 1500	40 – 50
ГСА	45 - 54	1000 - 1500	40 – 50

Таблица П.1.4 - Режим обработки твердых покрытий электрохимическим шлифованием

Напряжение, В	Плотность тока, А/дм ³	Давление круга, МПа	Скорость съема металла, мм ³ /мин	Расход электролита, л/мин
Предварительное шлифование				
10 - 12	150 - 200	1,2 – 1,5	800 - 1200	2,0 – 2,5
Окончательное шлифование				
6 - 8	90 - 120	0,4 – 0,6	200 - 300	-

Приложение П.2 Режимы обработки при сварке и наплавке

Таблица П 2.1 – Рекомендуемые режимы обработки при ручной дуговой сварке и сварке под слоем флюса

Диаметр электродного стержня или проволоки, мм	Ручная дуговая сварка		Автоматическая сварка под флюсом	
	Сила тока, А	Плотность тока, А/мм ²	Сила тока, А	Плотность тока, А/мм ²
5	190 - 350	10 - 18	700 - 1000	35 – 50
4	125 – 200	10 – 16	500 – 800	40 – 63
3	80 – 130	11 – 18	350 – 600	50 – 85
2	50 - 65	16 - 20	200 - 400	63 – 125

Таблица П.2.2 – Рекомендуемые режимы наплавки цилиндрических деталей под слоем флюса

Диаметр детали, мм	Сила тока, А, при диаметре электродной проволоки, мм		Напряжение, В	Скорость наплавки, м/ч	Скорость подачи электрода, м/ч	Шаг наплавки, мм/об
	1,2 – 1,6	2,0 – 2,5				
50 – 60	120 – 140	140 – 160	26 – 28	16 – 24	77	3
65 – 75	150 - 220	180 - 220	26 – 28	16 – 28	77	3,5 – 4
80 -100	180 – 200	230 – 280	28 – 30	16 – 30	104	4
150 -200	230 – 250	300 – 350	30 – 32	16 – 32	140	5
250 300	270 - 300	350 - 380	30 - 32	16 - 35	200	6

Таблица П.2.3 – Режимы наплавки под слоем флюса плоских поверхностей

Износ поверхности, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость наплавки, мм	Скорость подачи электрода, м/ч
2 – 3	1,6 – 2	160 – 220	30 – 32	20 -25	100 – 125
2 – 4	1,6 – 2	250 – 320	32 – 34	25	150 – 200
4 – 5	2 – 3	350 – 460	32 – 34	20 - 25	180 – 210
5 - 6	4 - 5	650 - 750	34 - 36	25 - 30	200 – 250

Таблица П.2.4 - Режимы наплавки порошковой проволокой

Марка проволоки	Диаметр, мм	Ток, А	Напряжение, В	Скорость наплавки, м/ч	Защитная среда	Твердость после наплавки HRC
ПП-АН103	2,5 – 3	260 – 320	22 – 24	18 – 25	Флюс АН-20	40 – 44
ПП-АН104	2,5 – 3	260 – 320	22 – 24	18 – 25	Флюс АН-20	40 – 44
ПП-АН120	2,5	120 - 130	19 - 20	30 - 35	Флюс АН-348НВ	300 - 350

Таблица П.2.5 - Режимы наплавки цилиндрических поверхностей в зависимости от диаметра детали и толщины наплавленного шара металла

Диаметр детали, мм	Толщина наплавленного шара, мм	Диаметр провода, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость наплавления, м/ч	Смещение электродной проволоки, мм	Шаг наплавления, мм/об	Потери углеродородного газа, л/мин
10 – 20	0,5 – 0,8	0,8	70 – 90	16 – 18	40 – 45	2 – 4	2,5 – 3	6 – 8
20 – 30	0,8 – 1	1	85 – 110	18 – 20	40 – 45	3 – 5	2,8 – 3,2	6 – 8
30 – 40	1 – 1,2	1,2	100 - 150	19 – 23	35 – 4	5 – 8	3 – 3,5	6 – 8

продолжение таблицы

40 – 50	1,2 – 1,4	1,4	110 – 180	20 – 24	30 – 35	6 – 10	3,5 – 4	8 – 10
50 – 60	1,4 – 1,6	1,6	140 – 200	24 – 28	30 – 20	7 – 12	4 – 6	8 – 10
60 – 70	1,6 – 2	2	280 – 400	27 – 30	20 – 15	8 – 14	4,5 – 6,5	10 – 12
70 – 80	2 – 2,5	2,5	280 – 450	28 – 30	10 – 20	9 – 15	5 – 7	12 – 15
80 – 90	2,5 – 3	3	300 – 480	28 – 32	10 – 20	9 – 15	5 – 7,5	14 – 18

Таблица П.2.6 - Режимы аргонно-электродуговой сварки алюминия вольфрамовым электродом

Толщина деталей, мм	Диаметр электрода , мм	Диаметр выходного отверстия сопла, мм	Сила сварочного тока, А	Расход аргона, л/мин	Напряже- ние, В
1	1	5	45 – 55	4 – 5	22 – 24
2	1 – 2	5 – 7	70 – 85	7 – 8	22 – 24
3	3	5 – 9	100 – 120	8 – 9	22 – 24
4	4	12 – 16	170 – 200	8 – 9	22 – 24
5	5	14 – 18	180 – 220	9 – 10	22 – 24
6	5	14 – 18	220 – 240	9 – 10	20 – 22
7 – 10	5	14 – 18	260 – 280	10 – 12	20 – 22

Таблица П.2.7 - Ориентировочные режимы вибродуговой автоматической наплавки в струе жидкости (4 %-ный водный раствор кальцинированной соды)

Диаметр сварочной проволоки, мм	Напряжение сварки, В	Сила сварочного тока, А	Скорость подачи сварочной проволоки		Амплитуда вибрации, мм	Производительность наплавки	
			м/ч	м/с		кг/ч	10-5кг/с
0,5 – 0,8	12 – 15	80 – 90	54	0,015	1,0 – 1,2	0,8 – 0,9	0,2
1,0 – 1,6	12 – 18	90 – 100	57	0,015	1,2 – 1,6	0,8 – 1,0	0,31
1,8 – 2,2	18 – 19	100 – 110	61,2	0,017	1,8 – 2,0	0,9 – 1,1	0,31

продолжение таблицы

2,2 – 2,5	20 – 21	110 – 130	72	0,020	2,0 – 2,5	1,2 – 1,3	0,4
2,5 – 3,0	22 – 24	130 – 180	82	0,022	2,0 – 2,5	1,3 – 1,5	0,5
3,0 – 4,0	24 - 26	210 - 240	82	0,022	2,5 – 3,0	1,8 – 2,5	0,6

Таблица П 2.8 - Режимы приварки ленты

Параметр	Детали	
	корпусные	типа вал
Сила сварочного тока, кА	7,8 – 8,0	16,1 – 18,1
Длительность сварочного цикла, с	0,120 – 0,160	0,04 – 0,08
Длительность паузы, с	0,08 – 0,1	0,1 – 0,12
Скорость сварки, м/мин	0,5	0,7 – 1,2
Подача электродов, мм/об	Ручная	3 – 4
Усилие сжатия электродов, кН	1,70 – 2,25	1,30 – 1,60
Ширина рабочей части электродов, мм	8	4
Диаметр электродов, мм	50	150 – 180
Материал ленты	Сталь 20	Сталь 40 – 50
Материал детали	Чугун	Сталь любая
Расход охлаждающей жидкости, л/мин	0,5 – 1,0	1,5 – 2,0

ПРИЛОЖЕНИЕ П.3

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Таблица П.3. 1 - Отрезные круглопильные полуавтоматы

Техническая характеристика	Модель станка	
	8А631	8А641
Наибольший диаметр разрезаемого материала, мм	110	160
Диаметр пилы, мм	350	510
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	6,6; 9,7; 13,1; 19,7; 27,2; 39,7;	4,3; 6,3; 9,6; 14,4; 21,1; 31,2;
Горизонтальная подача дисковой пилы (бесступенчатое регулирование), мм/мин	10...600	12...550
Скорость быстрого хода бабки, м/мин:		
подвода	3,3	3,3
отвода	2,3	3,5
Мощность электродвигателя, кВт	3	5,5
Габариты станка, мм	1850×980	2100×1100

Таблица П.3. 2 - Фрезерно-центровальные полуавтоматы

Техническая характеристика	Модель станка				
	МР -71М	МР-73М	МР-76М	МР-77	МР-78
Диаметр обрабатываемой заготовки, мм	25...125	25...125	25...80	20...60	20...60
Длина обрабатываемой заготовки, мм	200.. .500	500... 1250	500...100 0	100...200	200.. .825
Число скоростей шпинделя фрезы	6	6	7	7	7
Частота вращения шпинделя фрезы, мин ⁻¹	125; 179; 249; 358; 497; 712		270; 354; 456; 582; 745; 958; 1254		

продолжение таблицы

Наибольший ход головки фрезы, мм	220	220	230	160	160
Рабочая подача фрезы (ступенчатое регулирование), мм/мин	20...400	20...400	20...400	20...400	20...400
Число скоростей сверлильного шпинделя	6	6	6	6	6
Частота вращения сверлильного шпинделя, мин ⁻¹	238; 330; 465; 580; 815; 1125				
Конец фрезерного шпинделя по ГОСТ 836—72	50	50	50	50	50
Ход сверлильной головки, мм	75	75	75	60	60
Рабочая подача сверлильной головки (бесступенчатое регулирование), мм/мин	20...300				
Мощность всех электродвигателей, кВт	13	13	6,6	5,1	5,1
Габариты станка, мм	3140×1630	3790×1630	3300×1575	2345×1265	2845×1265

Примечание Полуавтоматы МР-71М и МР-73М — последовательного действия; МР-76М, МР-77 и МР-78 — барабанного типа (МР-76М — трехпозиционный, МР-77 и МР-78 — четырехпозиционные).

Полуавтоматы предназначены для двустороннего фрезерования и зацентровки валов. Обеспечивается параллельность торцов и

перпендикулярность их к оси детали, что дает возможность в дальнейшем их не обрабатывать.

Кроме того, станки обеспечивают мерную зацентровку, что обуславливает получение стабильных допусков по линейным размерам при последующей обработке на токарных полуавтоматах. Мощность привода и жесткость станков дает возможность вести обработку фрезами, оснащенными пластинками твердого сплава на скоростных режимах.

Класс точности полуавтоматов Н. Параметр шероховатости обработанной поверхности R_z 20.

Полуавтомат МР-71М имеет одни зажимные тиски, а МР-73М — двое; МР-76М имеет два трехпозиционных барабана. Обладая всеми достоинствами однопозиционных фрезеро-центровальных полуавтоматов, трехпозиционные превосходят их по производительности в 2...2,5 раза. Полуавтоматы комплектуются губками подвижными и неподвижными разными для зажимных тисков, оправками для торцевых фрез, втулками для центровых сверл, фрезами торцевыми правыми и левыми.

Таблица П.3. 3 - Токарно-винторезные станки

Техническая характеристика	Модель станка				
	1601	1А616	16К20	1М63	1А64
Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	125	320	400	630	800
Расстояние между центрами; мм	180	750	710; 1000; 1400; 2000	1400; 2800	2800
Наибольший размер обрабатываемой заготовки над суппортом, мм	60	175	220	340	480
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	12	34	50	64	80
Количество ступеней частоты вращения шпинделя	Бесступенчатый	21	24	22	24

продолжение таблицы

Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	530...5360	9... 1800	12,5;16; 20; 25...31, 5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600	10.. . 1250	7,1;10;14; 17; 20; 24; 29; 33; 40; 48; 57; 67; 82; 94; 114; 134;160; 190; 230; 267; 321; 375;536; 750
Конец шпинделя по ГОСТ	16868-71	1-6К 12595-72	1-6К 12595-72	1-8К 12595-72	1-11К 12595-72
Конус Морзе шпинделя	№2	№5	№ 6	Метрический № 80	Метрический № 100
Конус Морзе пиноли задней бабки	№ 4	№ 5	№ 5	№5	№5
Наибольшее сечение резца резцедержателя суппорта, мм	8×8	25×25	25×25	35×40	45×45
Число ступеней подачи:					
продольных	Ручная	16	22	22	32
поперечных	Ручная	16	24	22	32

продолжение таблицы

Подача на один оборот шпинделя мм/об: продольных		0,065.. 0,91	0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,6; 2,2; 2,4; 2,5	0,064... 1,025	0,2; 0,23; 0,26; 0,28; 0,3; 0,33; 0,36; 0,38; 0,4; 0,46; 0,51; 0,56; 0,61; 0,66; 0,71; 0,76; 0,81; 0,92; 1,02; 1,12; 1,22; 1,32; 1,43; 1,53; 1,63; 1,83; 2,04; 2,24; 2,44; 2,65; 2,85; 3,05
поперечных		0,065... 0,91	0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2;		0,07; 0,08; 0,09; 0,1; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,16; 0,17; 0,19; 0,21; 0,23; 0,24;

продолжение таблицы

			0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4		0,26; 0,28; 0,31; 0,35; 0,38; 0,42; 0,45; 0,48; 0,52; 0,55; 0,62; 0,69; 0,76; 0,83; 0,9; 0,97; 1,04
Мощность эл. двиг., кВт	0,6	4	10	13	22
Габариты станков	880×660	2335×85 2	2505×1 190	4660× 1690	5780×200 0

Станок модели 1601- повышенной точности без винторезного валика.

Таблица П.3. 4 - Вертикально-сверлильные станки

Техническая характеристика	Модель станка				
	2М112	2Н118	2Н125	2Н135	2Н150
Наибольший диаметр сверления по стали, мм	12	18	25	35	50
Конус Морзе шпинделя <i>A</i>	B18	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Количество ступеней частоты вращения шпинделя	5	9	12	12	12

продолжение таблицы

Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	450...500 0	180...280 0	45...200 0	31,5...1 400	22,5...10 00
Наибольшее перемещение шпинделя, мм	100	150	200	250	300
Кол-во ступеней подач	-	6	9	12	9
Подача шпинделя, мм/об	Ручная	0,1...0,56	0,1...0,6		0,05- 2,24
Мощность эл. дв., кВт	0,6	1,5	2,2	4	7,5
Габариты станка, мм	730×355	910×550	1130×8 05	1240×8 10	1290×87 5

Таблица П.3.5 - Радиально-сверлильные станки

Техническая характеристика	Модель станка			
	2К52	2Л53У	2М55	2М57
Наиб. Ø сверл. по стали, мм	25	35	50	75
Наиб. усилие подачи, Н	4000	12500	20000	34000
Расстояние от оси шпинделя до колонны Л, мм	300... 800	290...1000	400...1600	500...2000
Расстояние от торца шпинделя до плиты Б, мм	0...1000	320...1400	450...1600	600...1750
Конус Морзе шпинделя	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Наиб. вертикальное перемещение шпинделя В, мм	130	300	350	450
Число ступеней скоростей	8	21	21	22
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	63...1600	35,5...1400	20...2000	12,5...1600
Число ступеней подачи	3	12	12	18
Подача шпинделя, мм/об	0,1; 0,15; 0,2	0,056...2,5	0,056...2,5	0,063...3,15
Мощность эл. дв., кВт	1,5	2,2	4	7,5
Габариты станка, мм	1800×1015	2140×870	2455×1000	3600×1550

Параметр шероховатости обработанной поверхности от $Rz\ 80$ до $Ra\ 1,25$.

Некруглость отверстия диаметром 150 мм, расточенного чистовым резцом, закрепленным в шпинделе 0,02 мм.

Таблица П.3. 6 - Круглошлифовальные станки

Техническая характеристика	Модель станка				
	3В110	3Е12	3М151	3Б153Т	3Т160
Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, мм: диаметр длина	140 180	200 500	200 700	200 500	200 700
Рекомендуемый диаметр шлифования, мм		60		20...80	
Рекомендуемый диаметр шлифуемого отверстия, мм	10.. .25	25. ..50			
Конус Морзе передней бабки	№ 3	№4	№ 4	№4	№ 5
Наибольшие размеры шлифовального круга, мм	250×20×76	350×40×127	600×100×305	500×63×203	750×130×305
Диаметры шлифовального круга внутреннего шлифования, мм	8;10; 20	16; 32			
Частота вращения шпинделя шлифовальной бабки, мин ⁻¹	2450; 2840	1900; 2720	1590	1320	1250
Частота вращения внутришлифовального шпинделя, мин ⁻¹	14000	16750			
Техническая характеристика	Модель станка				
	3В110	3Е12	3М151	3Б153Т	3Т160
Частота вращения шпинделя изделия,	150 ...7	78...780	50 ... 500	78...780	55; 78;110; 156; 220;

продолжение таблицы

мин ⁻¹	60				310; 440; 620
Скорость перемещения стола (бесступенчатое регулирование), м/мин	0,1.. 4	0,1...5	0,05...5		
Мощность электродвигателя, кВт	1,5	5,5	10	7,5	17
Габариты станка, мм	1600× 1670	2600× 1900	4605×2450	2260×1920	3754×4675

Примечания: 1. Станки мод. 3А110 и 3К12 являются универсальными, предназначены для шлифования цилиндрических и конических наружных и внутренних, а также торцевых поверхностей деталей. Шлифование изделий может осуществляться в неподвижных центрах, в трехкулачковом патроне, в цангах.

2. На станках мод. 3К12, 3М151 можно вести продольное и врезное шлифование вручную по лимбу или до упора, а также с автоматическим выключением подачи по достижении заданного размера.

3. Станки 3Б153Т и 3Т160 являются торцекруглошлифовальными - предназначены для одновременного врезного шлифования цилиндрической поверхности и торца буртика. Станок 3Б153Т может работать при полуавтоматическом цикле с прибором активного контроля или при ручном управлении. Станок 3Т160 является полуавтоматом, имеет высокую степень автоматизации и механизации основных и вспомогательных движений и может встраиваться в автоматическую линию.

Таблица П.3. 7 - Бесцентровые круглошлифовальные станки

Техническая характеристика	Модель станка		
	3М182	3М184	3Ш85
Диаметр шлифования, мм	0,8...25	3...80	10... 160
Наибольшая длина шлифования, мм:			
при врезном шлифовании	95	145	195
при сквозном шлифовании	170	165	320
Частота вращения шлифовального круга, мин ⁻¹	1910 и 2720	1337 и 1910	1100

продолжение таблицы

Частота вращения ведущего круга (бесступенчатое регулирование), мин ⁻¹	17... 150	10... 130	15...100
Скорость подвода при врезном шлифовании, м/мин	4,8	1,48	1,48
Тип шлифовального круга: наибольший диаметр наименьший диаметр наибольшая ширина диаметр отверстия	ПП 350 280 100 203	ПП 500 400 150 305	ПП 600 450 250 350
Тип ведущего круга: наибольший диаметр наименьший диаметр наибольшая ширина диаметр отверстия	ПП 250 200 100 127	ПВД 300 260 200 127	ПВД 350 300 250 203
Мощность электродвигателя, кВт: шлифовального круга ведущего круга	7 0,25	13 0,76	22 1,2
Габариты станка, мм	2230×14 55	3510×22 00	3260× 2590

Таблица П.3. 8 - Шлицшлифовальный станок 3451

Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	320
Наибольшая длина устанавливаемого изделия, мм	700
Диаметр обрабатываемых шлицевых валов, мм	25 ... 125
Длина шлифования, мм	650
Диаметр шлифовального круга, мм	90 ... 200
Частота вращения шлифовального круга, мин ⁻¹ .	2880;4550;6300
Подача стола, м/мин	1 ... 15
Автоматическая подача круга, мм/об	0,005 ... 0,070
Мощность электродвигателя, кВт	3
Габариты станка, мм	2600×1513

Таблица П.3.9 - Шлицефрезерный полуавтомат 5Э50А

Наибольший обрабатываемый диаметр, мм	150
Расстояние между центрами, мм	1000
Наибольший нарезаемый модуль, мм	6
Наибольший диаметр фрезы, мм	150
Наибольшая длина фрезерования, мм	675
Число нарезаемых шлицев	4...36
Частота вращения шпинделя фрезы, мин ⁻¹	80...250
Количество ступеней частоты вращения шпинделя фрезы	6
Подача обрабатываемой детали, мм/об	0,63...5
Число ступеней подач	10
Диаметр оправки фрезы, мм	27;32;40
Скорость обратного хода каретки, мм/мин	1,92
Мощность электродвигателя привода червячной фрезы, кВт	7,5
Габариты станка, мм	2335×1550

Примечание. Станок предназначен для фрезерования червячной фрезой методом обкатывания на валах прямых прямобочных и эвольвентных шлицев, а также зубьев шестерен, выполненных заодно с валом. Станок обеспечивает разность соседних шагов шлицев 0,02 мм и параметр шероховатости поверхностей боковых сторон шлицев не ниже $R_z 20$. Класс точности станка Н.

Фрезе сообщается вращательное движение и. движение подачи (перемещение вдоль оси обрабатываемого изделия), а последнему — только вращательное движение, согласованное с вращением фрезы. Станок может работать по автоматическому циклу методом попутного и встречного фрезерования. По специальному заказу станок может выпускаться с расстоянием между центрами: мод. 5350А - 1000 мм; 5350Б - 1500 мм; 5350В - 2000 мм.

Таблица П.3.10 - Горизонтально и вертикально-фрезерные станки

Техническая характеристика	Модель станка					
	5P80Г	6P10	6P81Г	6P11	6P82Г	6P12
Расстояние от оси шпинделя до станины В, мм	—	270	—	285	—	350
Размеры рабочего стола, мм	800х200	800х200	1000Х250	1000х250	1250х320	1250х320

продолжение таблицы

Наибольшее перемещение стола, мм: продольное вертикальное поперечное	500 160 300	500 160 300	630 210 360	630 210 360	800 240 420	800 240 420
Количество скоростей шпинделя	12	12	16	16		
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	50...2240	50...2240	50..1600	50..1600	31,5; 40; 50; 63; 80;100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800;1000; 1250; 1600	
Число ступеней подач стола	12	12	16	16		
Подача стола, мм/мин: продольных и поперечных вертикальных	25...1120 12,5...560	25...1120 12,5...560	25...800 8,3..266,7	25...800 8,3..266,7	25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125;160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 8,3;10,5;13,3;16,6;21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105;133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 416,6	
Мощность электродвигателя, кВт: главного движения подачи стола	3 0,75	3 0,8	5,5 1,5	5,5 1,5	7,5 1,5	7,5 2,2

продолжение таблицы

Габариты станка, мм	1525×18 75	1445 ×187 5	1560×2 045	1560×20 45	2305×1950	23 05 ×1 95 0
------------------------	---------------	-------------------	---------------	---------------	-----------	---------------------------

Примечание. Станки предназначены для фрезерования различных деталей из стали, чугуна и цветных металлов цилиндрическими, дисковыми, фасонными, торцевыми, концевыми, радиусными и другими фрезами в условиях единичного и серийного производства. На станках можно обрабатывать вертикальные, горизонтальные и наклонные плоскости, пазы быстрорежущим и твердосплавным инструментом, нарезать зубчатые колеса.

Вертикально-фрезерные станки имеют поворотную головку с выдвижной пинолью.

Параметр шероховатости обработанной поверхности на горизонтально-фрезерных станках при скоростном фрезеровании от R_z 40 до R_z 20, на вертикально-фрезерных — от R_z 20 до Ra 2,5.

Таблица П.3. 11 - Шпоночно-фрезерные станки

Техническая характеристика	Модель станка	
	6Д91	6Д92
Ширина фрезеруемого паза, мм	3...20	6...32
Диаметр обрабатываемого вала, устанавливаемого в приспособлении, мм	8...80	120
Наибольшая длина фрезеруемого паза, мм	300	600
Размер рабочей поверхности стола, мм	200×800	250×1000
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	500; 630; 800;1000;1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000	250; 315; 400; 500; 630; 800;1000;1250;1600; 2000; 3150

продолжение таблицы

Количество рабочих продольных подач фрезерной головки	Бесступенчатое регулирование	18
Продольная подача фрезерной головки, мм/мин	20...1200	8;10;12,5;16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80;100;125;160; 200; 250; 315; 400
Количество поперечных подач фрезерной головки	Бесступенчатое регулирование 15...300	18
Поперечная подача фрезерной головки, мм/мин	15...300	4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200
Мощность электродвигателя, кВт: главного привода привода подач	2,2 0,8	2,2 1,5
Габариты станка, мм	1320x1380	1995x1115

Примечание. Станки предназначены для обработки шпоночных пазов: 6Д91 — концевыми и шпоночными фрезами; 6Д92 — немерными шпоночными фрезами. Класс точности станков П. Параметр шероховатости обработки боковых сторон шпоночного паза R_z 20, дна паза R_z 40.

Станки работают по полуавтоматическому циклу. За одну установку на станке 6Д91 может быть обработан один шпоночный паз, а на станке 6Д92 до 6 шпоночных пазов одной ширины, расположенных на одной прямой вдоль вала. Обработка ведется с маятниковой подачей и периодической поперечной подачей в начале каждого хода (для шпоночных пазов 3...5 мм), шпоночные пазы шириной более 6 мм обрабатываются за один рабочий ход.