

ПРОВЕРЕНО
1958 г.

629.78.03
5121

Инж. ЛАМПЕТОВ П. В.

Проверено
1958 г.

ТЕХНОЛОГИЯ АВИАМОТОРОСТРОЕНИЯ

Выпуск II

(МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ,
ПОРШНЕЙ, ШАТУНОВ, ГОЛОВОК ЦИЛИНДРОВ,
ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ, КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ
АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ)

Научно-техническая
библиотека
"ХАИ"



kn0002525

БИБЛИОТЕКА
ХАРЬКОВСКОГО
АВИАЦИОННОГО ИНСТИТУТА

ХАРЬКОВ • 1940

ПЕРЕСБЛІК 2019 р.

629.3
А-21.

58006

5525

ПЕРЕСБЛІК 2019 р.

ПЕРЕСБЛІК 2019 р.

Часть I

Обработка поршней

Все поршни авиационных моторов по характеру заготовки можно разбить на две группы:

1. Поршни литые
2. Поршни штампованные

Штампованные поршни, в свою очередь, разделяются на две подгруппы:

1. Детали с частичной внутренней обработкой
2. " с полной " "

В современных мощных машинах в последнее время начали применяться почти исключительно штампованные поршни.

На рис. 1 показан чертеж поршня мотора Испано-Сюэза. Наружная боковая поверхность состоит из двух поясов - верхнего, несущего на себе канавки для поршневых колец, и нижнего с отверстиями под поршневой палец и юбку цилиндра.

Верхний и нижний пояса имеют слегка коническую и одновременно эллиптическую поверхность. Конус уширяется к юбке поршня, а эллипс своей большой осью расположен перпендикулярно оси поршневого пальца.

Размеры поясов сведены в следующую таблицу:

Верхний пояс	Диаметр по торцу гоньшка	Большая ось эллипса	$149,07 \pm 0,02$
		Малая ось эллипса	$148,96 \pm 0,02$
	Диаметр по оси поршневого пальца	Большая ось эллипса	$149,452 \pm 0,02$
		Малая ось эллипса	$149,342 \pm 0,02$
Нижний пояс	Диаметр по оси поршневого пальца	Большая ось эллипса	$149,452 \pm 0,02$
		Малая ось эллипса	$149,342 \pm 0,02$
	Диаметр по торцу юбки	Большая ось эллипса	$149,47 \pm 0,02$
		Малая ось эллипса	$149,36 \pm 0,02$

Эллиптическая форма принята на основании следующих соображений. в процессе работы поршень будет соприкасаться со стенками гильзы цилиндра по поверхностям, расположенных по обе стороны большой оси.

Вследствии возникшего давления произойдет деформация детали и поршень примет цилиндрическую форму.

Из всего вышеописанного видно, что наружная боковая поверхность поршня должна быть не только обработана с большой точностью, но и иметь хорошее качество.

Наружная поверхность доньшка поршня. Допуск на расстояние от этой поверхности до оси поршневого пальца равен 0,04 мм. Такая высокая точность необходима для того, чтобы выдерживать определенную степень сжатия во всех гильзах цилиндра. Благодаря этому же обстоятельству доньшко должно быть строго перпендикулярно боковой поверхности.

Температура в цилиндре в момент вспышки газов очень высокая. Поэтому, для предупреждения появления нагара на наружной поверхности днища поршня, необходимо, чтобы эта поверхность была тщательно отполирована.

Внутренняя поверхность отверстия под поршневой палец
Допуск на изготовление равен 0,016. Для того, чтобы поршень не был перекошен, необходимо выдерживать строгую перпендикулярность оси отверстия по отношению боковой поверхности. Поршень имеет четыре канавки для поршневых колец, из которых верхняя предназначена для цилиндрического уплотнительного кольца, две промежуточных для двух колец, являющихся уплотнительными и отчасти маслосчищающих. Нижняя

канавки служат для маслосчищающего кольца. Перекос канавок относительно днища поршня допускается не более 0,03 мм. Ширина канавок изготавливается с точностью до 0,02 мм.

Конструкция поршня мотора ВМВ-VI (рис. 2)

Поршень отлит из алюминиевого сплава. Наружная поверхность имеет конусообразную форму. Диаметр по торцу юбки равен $159,50^{+0,04}_{-0,01}$; Диаметр по доньшику поршня $159,10^{-0,05}$

Отверстие под поршневой палец $\phi 36^{+0,015}$

Допуск на изготовление канавок для поршневых колец 0,03.

Конструкция поршня мотора К-14 (рис. 3)

Заготовка штампованная. В данном поршне полностью обрабатывается внутренняя поверхность. Боковая поверхность состоит из четырех поясов:

1. Нижний конический с отверстиями под поршневой палец. Максимальный диаметр $145,45^{-0,06}$, минимальный $145,40^{-0,06}$
2. Средний промежуточный цилиндрический пояс $\phi 145,2^{-0,04}$
3. Средний промежуточный цилиндрический пояс $\phi 145,15^{-0,04}$
(между двумя уплотнительными кольцами)
4. Верхний цилиндрический пояс $\phi 144,70^{-0,04}$

Расстояние от днища поршня до оси отверстия равно $52,3^{-0,1}$

Отверстие под поршневой палец $\phi 29,5^{+0,022}$

Допуск на изготовление канавок для поршневых колец равен 0,03. Отверстие пальца поршня должно быть перпендикулярно к оси поршня. Отклонение не должно превышать 0,05 на 100 мм длины оправки.

Конструкция поршня мотора Раят-Циклон (рис. 4)

Заготовки штампованная. Внутренняя поверхность обрабатывается частично.

Расстояние от днища поршня до оси отверстия равно $56,8^{+0,13}$. Отверстие под поршневой палец $\phi 38^{+0,03}$

Допуск на изготовление канавок $\pm 0,03$.

Сводная таблица допусков на размеры по наиболее важным поверхностям поршней авиационных двигателей:

№№ п/п	Наименование поверхностей	Наименование моторов			
		Цепано- Сюиза	Раят- Циклон	BMW-VI	Гном- Рон
1	Наружная поверхность поршня	0,04	0,10	0,05	0,04
2	Отверстие под поршневой палец	0,016	0,03	0,015	0,022
3	Канавки под поршневые кольца	0,02	0,03	0,03	0,03
4	Расстояние от оси отверстия поршневого пальца до днища поршня	0,04	0,26	-	0,10

Заготовки

Как уже указывалось, заготовки поршней бывают литые и штампованные.

Штампованные заготовки перед литыми имеют целый ряд преимуществ:

1. Штампованные детали отличаются однообразием в своей форме и размерах.
2. Выдерживаются высокие допуски на размеры при изготовлении заготовки.

3. Улучшаются механические свойства материала благодаря направлению волокон согласно конфигурации детали.

4. Поверхности заготовок получаются чистыми и гладкими.

5. Уменьшается стоимость изготовления заготовки.

6. Упрощается технологический процесс по сравнению с литьем.

7. Получается экономия в расходе материала.

Вследствие этих причин изготовления поршней большинства современных авиационных двигателей делаются штампованными.

Заготовка поршня мотора Испано-Сюиза (рис. 5)

Как уже указывалось выше, заготовки для поршня мотора Испано-Сюиза изготавливаются путем штамповки алюминиевого сплава. Химический состав и механические качества после термообработки должны быть следующие:

Химический состав в %				Механические качества				Механические качества после термообработки проверяются на прессе Бринелля
Сu	Ni	Mg	Al	Примесей не более		Временное сопротивление в кг/мм ²	Число Бринелля	
				Fe	Si			го
3,5-4,5	1,8-2,3	0,4-0,7	Остальное	0,7	0,7	1,4	25	≥ 100

Температурный режим при штамповке:

а) нагрев под штамповку $480^{\circ} - 430^{\circ} \text{C} \pm 10$ в течение 3-х часов,

б) температурный интервал Начало штамповки 480°C ;
Конец " 400°C ;

Подогрев штампа $t = 250^{\circ}$;

" пуансона $t = 250^{\circ}$.

Затем заготовки проходят травление и промывку. Протравленная деталь должна иметь серебристо-белый цвет.

Для того, чтобы деталь имела определенную структуру, заготовку из кузнечного цеха направляют на термическую обработку

№ п/п	Наименование операции	Тепловой режим:				Охлаждающая среда
		Температура загрузки	Время подогрева в часах	Температура окончат. подогрева	Время выдержки в часах	
1	Закалка	460° 500°	-	+10° 510°	4-5 часов	вода 60°-80°С
2	Контроль:	произвести внешний осмотр каждого поршня с целью выявления дефектов перегрева				
3	Отпуск-старение	150°	3-4	240- 250	8	воздух
4	Зачистка	Зачистить места для испытания на твердость изолочным кругом				
5	Контроль:	Проверка твердости по Бринеллю Диаметр шарика 10 Давление - 1000 кг Время - 30 секунд Диаметр отпечатка 3,1-3,5 мм				

Место термических операций в технологическом процессе

Для больших литых поршней после обдирочных работ необходимо вводить дополнительную термообработку. Эта термообработка уничтожает внутренние напряжения, возникшие после снятия наружного слоя.

В штампованных деталях в большинстве случаев также вво-

дят дополнительную нормализацию после обдирочных операций X)

X) Некоторые заводы дополнительную нормализацию не производят, так как считают, что внутренние местные напряжения, полученные после механической обработки, настолько незначительны, что практического значения они не имеют.

Выбор баз

Литые поршни (рис. 6-в) - места центровки и зажима детали.

Штампованные поршни с частичной внутренней обработкой (рис. 6б).

Штампованные поршни с полной внутренней обработкой.

Для изготовления наружных поверхностей и отверстий под поршневой палец базизирующие поверхности показаны на рис. 6в

Для изготовления внутренних поверхностей - база Мальтийский крест на наружном днище поршня (рис. 6-г).

Технологический процесс

Технологический процесс изготовления литых поршней обычно разбивается на два этапа:

I этап - предварительная обдирка всех поверхностей поршня

Термообработка (нормализация). Эта операция вводится для того, чтобы уничтожить внутренние напряжения, возникшие после снятия поверхностного слоя.

II этап - исправление базы - чистовая обработка и окончательная доводка всех поверхностей поршня.

Если же взять обработку штампованных поршней, то часть заводов придерживается вышеприведенной схемы, часть же термообработку проводят в самом начале механической обработки.

Порядок операций при изготовлении штампованных поршней:

1. Обточка наружной поверхности и подрезка доньшка.
2. Изготовление базы.
3. Сверловка отверстия под поршневой палец.
4. Обточка поверху, подрезка доньшка и прорезка канавок.
5. Обточка холодильников.
6. Изготовление внутренних выемок.
7. Термообработка (старение).

8. Исправление базы (с притиркой торца юбки поршня).
9. Обточка наружной поверхности.
10. Чистовая расточка отверстий под поршневой палец и подрезка бобышек.
11. Окончательная прорезка канавок.
12. Сверловка смазочных отверстий.
13. Подрезка дна окончательно.
14. Обточка наружной поверхности окончательно.
15. Расточка отверстия под палец окончательно.
16. Подгонка поршня по весу.
17. Снятие заусениц.
18. Полировка.
19. Промывка.
20. Контроль.

На рис № 7 показан чертеж приспособления для зажима детали по внутренней поверхности.

Толый хвостовик (1) устанавливается в коническое отверстие шпинделя токарного станка. На переднем конце хвостовика находятся зажимные кулачки (2), соприкасающиеся с клиновидной втулкой (7). При передвижении втулки (7) влево кулачки поднимаются кверху и зажимают поршень. Для того, чтобы освободить деталь клин должен передвинуть вправо. Внутренняя поверхность кулачков оделана цилиндрической, вследствие чего они могут поворачиваться на небольшой угол вокруг оси (9). Поэтому, несмотря на все неравнокости на внутренней поверхности поршня, кулачки будут всегда прилегать к изделию всей своей наружной поверхностью.

Упоры (7) упрутся во внутреннюю поверхность дна поршня и таким образом выдерживается определенная толщина днища. Назначение тяги (5) состоит в том, чтобы с помощью маховичка (10), который расположен позади шпинделя станка,

перемещать клиновидную втулку (7). Для увеличения производительности можно было бы передвижение тяги (5) осуществить с помощью пневматического патрона.

Изготовление базы является весьма простой операцией, которую можно с успехом проводить на обычном токарном станке.

Сверловка отверстий под поршневой палец

Данную операцию можно осуществить двумя способами;

1. Сверловка на вертикально-сверлильном станке
2. Сверловка на специальном станке.

Приспособление для обработки отверстий на вертикально-сверлильном станке уже описано выше (выпуск I). При этом производительность на данном станке достаточно высока в откошенци крупносерийного производства. В массовом производстве (в автотракторостроении) часто применяются специальные горизонтальные двухсторонние специальные станки.

Обточка наружных поверхностей

Токарную обработку поверху, подрезку доньшка и прорезку канавок лучше всего проводить на многолезцовых станках (из советских станков МТ-20 и МТ-30). На рис № 8 показано расположение резцов при работе на станке МТ-20. С переднего суппорта производится продольная обточка, с заднего суппорта — прорезка канавок и подрезка доньшка. При этом необходимо заметить, что обточки выпуклых и вогнутых днищ свободно может происходить резцом, закрепленным в подвижные салазки на заднем суппорте. Салазки прижимаются к копиру, благодаря чему поверхность обтачивается по заданной кривой.

Обработка холодильников. Обработку холодильников можно проводить двумя способами:

1. Обточка на токарном станке
2. Фрезеровка на фрезерном станке.

В первом случае поршень устанавливается в эксцентричное приспособление на токарном станке.

Во втором случае поршень закрепляется на поворотном столе вертикально-фрезерного станка.

Лучше всего применять первый способ, так как при этом получаются значительно меньшие усилия резания, вследствие чего деформация детали происходит также незначительная,

Изготовление внутренних выемок (рис. 9)

Обработки этих поверхностей обычно производится на вертикально-фрезерном станке. Приспособление устанавливается на поворотный стол. Затжимается деталь планками (1), фиксируется же специальным фиксатором (2), который после закрепления поршня удаляется.

Цеправление базы. Для того, чтобы деталь во время закрепления подвергалась минимальной деформации, с успехом применяется цанговый зажим. Цанговый зажим дает небольшое удельное давление по наружной поверхности поршня, возникающее при закреплении детали.

Подрезку доньшка и расточку кольцевой выточки проводят на обычном быстрходном токарном станке. Некоторые заводы после этой операции проводят притирку торца юбки поршня, для того, чтобы при последующей обработке обеспечить более лучшее прилегание детали к опорным плоскостям приспособлений. Притирка происходит с применением грубых сортов пасты ГОИ.

Чистовая обточка наружной поверхности проводится обычно так же на многорезцовом станке, аналогично тому, как это было с черновой обработкой.

Чистовая расточка отверстий

В этой операции на чисто обрабатывается отверстие под поршневой палец, подрезаются бобышки и снимаются фаски в отверстиях торцов бобышек. На окончательную доводку в отверстие под поршневой палец оставляется некоторый припуск.

Данную операцию можно проводить следующими способами:

I способ (применяется в автотракторостроении).

Расточка отверстий происходит на специальном горизонтально-расточном станке, с двух сторон одновременно. Бобышки подрезаются на вертикально-сверлильном станке облицовочным зенкером

II способ (применяется в авиа моторостроении).

Расточка отверстий, подрезка бобышек, снятие фасок производится на револьверном станке. Схема наладки этого станка показана на рис. 10.

- 1 позиция - ориентировка детали в приспособлении
- 2 " - предварительная расточка отверстия
- 3 " - окончательная
- 4 " - подрезка бобышек
- 5 " - снятие фасок

Деталь устанавливается в приспособление - угольник: (рис. 11)

- 1 - корпус приспособления, 2 - центрир. диск,
- 3 - откидная рамка, 4 - зажим .

Оставшийся после этой операции металл на торцах бобышек выбирается на вертикально-фрезерном станке торцевой фрезой.

Фрезеровка боковых карманов

Как видно из рабочего чертежа поршня мотора К-14, иногда на боковой поверхности детали, со стороны отверстия поршневого пальца, устраиваются углубления (карманы). Эти углубления выбираются специальной фасонной фрезой на вертикально-фрезерном станке. На рис. 12 показано приспособление к этой операции.

На угольнике (1) находится поворотный круг (7). На этом диске крепится поршень с помощью диска (4), откидной планки (3) и рукоятки (2). Ориентировка детали происходит с помощью сухариков (6), которые входят в крестообразные пазы, расположенные на наружной поверхности диска. Сверху угольника прикрепляется копир с фасонным отверстием. Во время работы поворотный круг крепко прижимается штурвалом (8) к корпусу приспособления. Фиксация делительного диска производится с помощью фиксатора (9).

Окончательная доводка отверстий поршневого пальца

Окончательную доводку отверстий можно осуществить следующими способами:

1. Развертка
2. Алмазная расточка
3. Протяжка

Окончательная развертка происходит обычно вручную с затратой относительно большого количества времени. Поверхность получается не достаточно чистой. Кроме этого трудно выдерживается симметричность оси отверстия. Единственным большим достижением этого способа является то, что здесь не требуется специального оборудования.

На основании всего сказанного этот способ необходимо применять при индивидуальном и мелкосерийном производствах, когда под руками не имеется станков для алмазной расточки.

Алмазная расточка широко применяется в авиамоторостроении для доводки отверстий поршневого пальца.

Достоинства этого метода заключаются в следующем:

1. Высокая точность и хорошее качество поверхности.
2. Высокая производительность.
3. Возможность исправления оси отверстия. Благодаря этому обстоятельству ось отверстия получается строго перпендикулярной оси поршня.
4. Обслуживание станка производится малоквалифицированным рабочим.

На рис. 13 показана установка поршня на алмазно-расточном станке:

- 1- расточная скалка с двумя резцами (один резец для предварительной обработки, другой - для окончательной),
- 2- плита приспособления,
- 3- диск, по которому ориентируется деталь,
- 4- направляющая втулка. В эту втулку входит фиксатор, ориентирующий отверстие поршневого пальца концентрично оси вращения расточной скалки,
- 5-6- детали затжима.

Протяжка. Этот метод имеет меньшее распространение, чем алмазная расточка.

Обычно обработку отверстия производят в два приема:

1. Прошивают отверстие протяжкой с режущими зубьями
2. Калибруют отверстие протяжкой с уплотнительными зубьями,

Конструкция протяжки с уплотнительными зубьями была описана выше (см. раздел - точная обработка отверстий выпуск I).

Достоинства этого метода заключаются в следующем:

1. Высокая точность и хорошее качество обрабатываемой поверхности
2. Высокая производительность
3. Обслуживание станка производится малоквалифицированной рабочей силой
4. Повышение износостойкости поверхности.
Последнее обстоятельство получается благодаря уплотнению металла по отверстию поршневого пальца.

Недостатки:

1. Требуется дорогостоящий режущий инструмент
2. Благодаря большим усилиям резания происходит значительная деформация детали
3. Трудно поддерживать перпендикулярность отверстия по отношению оси поршня.

Последний недостаток является самым существенным, благодаря чему протяжка не получила широкого распространения.

На рис. 14 показана протяжка отверстия поршневого пальца. К диску протяжного станка прикрепляется дугообразное приспособление (1). Для уменьшения деформации в поршень устанавливается тарелка (2). Во время работы деталь усилиями резания прижимается к вогнутой поверхности приспособления.

Учитывая опыт лучших зарубежных авиационных фирм, наилучшим методом доводки поверхностей поршневого пальца можно считать такую комбинацию операций:

1. Алмазная расточка отверстия с оставлением припуска, на уплотнение металла
2. Прошивка отверстия уплотняющей протяжкой.

В первой операции отверстие получается правильной геометрической формы, причем оно будет строго симметрично в отношении оси поршня; во второй операции происходит уплотнение металла, в результате чего отверстие меньше изнашивается во время работы. Последнее обстоятельство весьма важно, так как в горячем состоянии, благодаря разности коэффициентов линейного расширения, между поршневым пальцем и отверстием получается зазор (в несколько сотых мм). При перемене хода поршня неизбежно должен возникать удар, который будет разбивать отверстие. Уплотненный же слой металла способен к более продолжительной стойкости в отношении износа.

Окончательная доводка наружных поверхностей поршня

В авиамоторостроении существует три метода окончательной доводки наружных поверхностей:

1. Шлифовка
2. Полировка и притирка
3. Алмазная обточка.

Шлифовка поршней в настоящее время применяется очень редко. Основным недостатком данного способа является трудность обработки наружной овальной и конической поверхностей, так как для этого требуется весьма сложное приспособление. Шлифовальный станок применяется обычно громоздкий, обслуживание которого производится довольно высококвалифицированным рабочим. Кроме этого, затруднения возникают с выбором шлифовального круга вследствие того, что материал обрабатываемой детали чрезвычайно мягок и вязок.

Наибольшее распространение получили последние два метода.

Полировка. Обычно полировка производится вручную войлочными кругами с наклеенным наждачным порошком (15-ти минутник). Некоторые же авиационные заводы полируют только наружное днище поршня, боковые же, соприкасающиеся поверхности притирают по гильзе цилиндра. Цилиндр выбирается бракованный, но внутренняя поверхность его (зеркало) должна быть изготовлена согласно техническим условиям. Обычно притирка происходит также вручную.

Ориентировочные правила, которых необходимо придерживаться при притирке, будут следующие:

1. Поверхность притертой рабочей части поршня должна иметь ровный матовый цвет

2. Не допускается наличие следов токарной обработки, лысин, задиров

3. Расположение следов притира должно быть продольное по отношению к диаметру цилиндра

4. Состав притирочной мастики:

1) экстра-карборунд зерно 320 - 5 частей весовых;

2) масло горголь - 3 части весовых.

5. Доведенный поршень должен проверяться по краске.

Покрытие краски на притертой части должно быть не меньше $\frac{2}{3}$ поверхности.

6. После контроля по краске деталь подвергается проверке диаметральных размеров, указанных в операционной карте.

Хорошие результаты дает алмазная обточка

достоинства этого метода будут заключаться в следующем:

1. Высокая производительность

2. Большая точность и хорошее качество обрабатываемых поверхностей

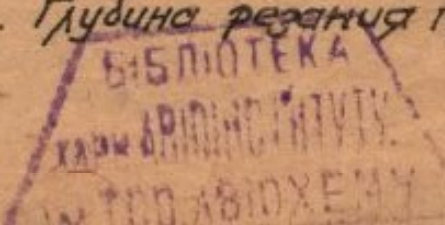
3. Обслуживание станка происходит малоквалифицированным рабочим.

Обработка деталей производится на станке, изготовленном специально для алмазной обточки поршней. Принцип работы станка показан на рис. 15.

От мотора трапецевидным ремнем движение передается шпинделю станка, который вращается в трех подшипниках скольжения. На переднем конце шпинделя находится планшайба, к которой крепится поршень. Одновременно со шпинделем, с таким же числом оборотов, вращается вспомогательный вал II вместе с копиром. Копир имеет такую же конфигурацию, что и обрабатываемый поршень. Обточка производится последовательно двумя резцами (предварительно победитовым, окончательно - алмазным). Во время работы одного резца другой находится в откинутом положении.

Продольная подача осуществляется с помощью весьма простого гидравлического устройства. На поперечных салазках имеется рамка с чугунным сегментом, который прижимается к вращающемуся копиру. Сегмент скользя по поверхности копира заставляет салазки передвигаться и режущая кромка резца обтачивает деталь по конусу и овалу. Выключение резца происходит с помощью упорного винта.

На рис. 16 показаны эскизы обработки поршня мотора Испано-Сьюда на станке для алмазной обточки. Глубина резания при



предварительной обработке колебалась от 0,15 до 0,35 на сторону (0,15 мм - оставлялось на юбке поршня, 0,35 - по донышку поршня). При окончательной обточке глубина резания равнялась 0,09-0,075 мм на сторону. Подача - 0,08 мм. Число оборотов в минуту 700. Скорость резания 327 м/мин.

Контроль поршней

После механической обработки поршень проходит ряд контрольных операций:

1. Проверяются все размеры по рабочему чертежу
2. Наружный осмотр качества обработанной поверхности
3. Проверка веса поршня
4. Проверка симметричности расположения наиболее важных поверхностей относительно друг друга.

Размеры наружных поверхностей проверяются специальными скобами и шаблонами. Проверка отверстия для пальца происходит с помощью предельных калибров пробок. Ширина канавок проверяется плоским предельным шаблоном. Внутренний диаметр канавки контролируется жесткой предельной скобой с узкими губками.

Контроль симметричности взаимного расположения поверхностей:

1. Проверяется перекос отверстия по отношению к торцу (рис. 17). На контрольную плиту устанавливается поршень. В отверстие поршневого пальца находится точно изготовленный валик.

Контролер индикатором проводит замеры на валике по обе стороны детали. Разность показаний не должна выходить из пределов допуска.

2. Контроль сноса оси отверстия под поршневой палец относительно наружной поверхности (рис. 18).

Поршень надевают на палец приспособления и замечают показание стрелки индикатора, затем деталь поворачивают на 180° и снова производят замер. Разница в показаниях стрелки, деленная на два, дает величину сноса оси. Эта величина не должна выходить из пределов допусков.

3. Проверка расстояния оси отверстия поршневого пальца от днища поршня происходит в специальном приспособлении (рис. 19). Первоначально замер производится по эталонному поршню. В некоторых случаях происходит комплексная проверка поршня (рис. 20).

- 1- индикатор для проверки перпендикулярности отверстия под палец к боковой поверхности
- 2- проверка размера от оси отверстия до наружной поверхности доньшка поршня
- 3- проверка сноса отверстия относительно боковой поверхности.

На рис. 21 показана несколько иное приспособление для комплексной проверки.

- 1- контроль перекоса отверстия поршневого пальца по отношению торца юбки
- 2- проверка симметричности канавок для поршневых колец,
- 3- контроль сноса отверстия относительно боковой поверхности.

Часть II

Изготовление поршневых колец

Основным назначением поршневых колец является создание уплотнения между поршнем и стенками цилиндра для того, чтобы во время работы мотора не пропускать воздух при сжатии и не дать

Возможности прорваться газам из камеры сгорания в картер. Кроме этого, поршневые кольца должны счищать масло со стенок цилиндра и не пропускать его в камеру сжатия, а также передавать тепло из поршня стенкам гильзы.

Условия работы поршневых колец очень тяжелые вследствие высокой температуры в цилиндре и большой быстроходности авиационных моторов.

Исходя из этих условий поршневые кольца должны обладать следующими свойствами:

1. Оптимальной упругостью, устанавливаемой опытным путем, которая не должна падать во время работы мотора.

2. Равномерным распределением удельного давления на зеркало цилиндра. Это давление не должно быть особенно мало, чтобы не дать возможности газам проникнуть из камеры сгорания в картер, с другой стороны давление не должно быть особенно велико, так как в этом случае будет преждевременный износ гильзы цилиндра.

3. Поршневое кольцо должно иметь достаточную упругость, чтобы не ломаться при надевании его на поршень.

4. Материал поршневых колец должен обладать:

а) Хорошими антифрикционными свойствами для минимального износа, как самого кольца, так и гильзы цилиндра, а так же и для уменьшения мощности, затрачиваемой на трение колец о стенки цилиндра,

б) высокими механическими качествами для сопротивления динамическим нагрузкам, получаемых вследствие перетяжки хода поршня и переменного давления газов на кольцо,

в) достаточной теплопроводностью, гарантирующей хорошую передачу тепла от поршня к стенкам цилиндра,

г) способностью не терять механических качеств при высоких температурах.

По своей конструкции поршневые кольца разделяются на уплотнительные и маслосборочные.

Расположение этих колец в поршнях современных авиационных моторов показано на рис. 22.

На рис. 23 показано уплотнительное кольцо мотора K-14 фирмы Гном-Рон.

Кольцо устанавливается вверх меньшим конусом; конус делается для более быстрой приработки кольца к стенкам цилиндра.

После обработки кольцо должно прилегать к стенкам контрольного цилиндра по всей окружности. Диаметральный просвет не выше 0,03 мм. Зазор в замке сжатого кольца должен равняться 0,35-0,45 мм.

Нагрузка, приложенная по стрелке А к ленте, охватывающей кольцо до полного сжатия замка, должна колебаться от 1,4 кг. до 1,8 кг.

Раковин, включений и других литейных пороков после обработки не должно быть.

Кривизны боковых поверхностей допускается не более 0,03 мм
Вес $0,037 \pm 0,005$ кг.

На рис. 24 показано маслосборочное кольцо этого же мотора. Технические условия такие же, как и для уплотнительного кольца, только нагрузка, приложенная к ленте, стягивающей кольцо, в данном случае будет равна 1,7-2,2 кг. Вес $0,058 \pm 0,005$ кг.

Отверстия в маслосборочных кольцах предназначены для отвода масла из канавок во-внутрь поршня, который, в свою очередь, имеет в канавках, несущих эти кольца, ряд отверстий.

Материал для изготовления поршневых колец

Наиболее распространенным материалом для изготовления поршневых колец является чугун. В таблице приведен химический состав чугунов, рекомендуемых для изготовления колец авиационных двигателей

Элементы	Отливки в землю	Отливки в кокиль
	% %	% %
Углерод - общее содержание . . .	2,7-3,5	3,0-3,8
Углерод связанный	0,5-0,9	0,5-0,9
Кремний	1,8	1,7-2,5
Марганец	0,6-1,0	0,4-0,8
Сера	0,1	0,1
Фосфор	1,0	0,8

Методы изготовления заготовок

Заготовки поршневых колец бывают двух видов:

1. Массовые, отлитые в землю, в кокиль или центробежным способом. Из массовых обычно изготавливается целая партия поршневых колец.

Достоинства данного способа заключаются в том, что технологический процесс изготовления заготовок довольно прост. Механическая обработка колец не требует специального оборудования.

К недостаткам относится большое количество снимаемой стружки (до 30% материала маслоты).

2. Заготовки в виде индивидуально отлитых колец. Кольца в этом случае отливаются в опоках, группами, расположенных в несколько рядов, с общим лутником посередине.

Методы изготовления поршневых колец

1. способ. Из маслоты вытачиваются кольца, из которых потом вырезается кусок (вставка). После этого кольцо сжимается и обрабатывается снаружи и изнутри до требуемых размеров. Такое кольцо, находясь в сжатом состоянии, имеет кроме нормального давления тангенциальные силы, уменьшающиеся по мере удаления замка по обе стороны. Деталь, полученная таким способом, не может оказывать равномерного давления на стенки цилиндра.

2. Способ Беннета. Деталь вытачивается по копиру и имеет конфигурацию, соответствующую форме кольца, находящегося в свободном состоянии. Затем из кольца вырезается зажим, равный длине свободного зазора. При сжатии деталь приобретает правильную цилиндрическую форму. Длительные испытания поршневых колец, полученных этим способом, дали хорошие результаты (незначительный и равномерный износ цилиндров).

3. Способ нагортки. Кольцо обрабатывается по наружному и внутреннему диаметрам на окончательный размер, затем оно разрезается. После вырезки замка по внутренней поверхности наносят ряд ударов определенной силой и на определенном расстоянии друг от друга.

По окончании нагортки кольцо, сжатое в рабочее положение, будет оказывать определенное давление на стенки цилиндра.

4. Термический метод. Кольца вращиваются из маслот, затем они разрезаются и направляются в термический цех. В термическом цехе концы колец разводятся, между ними вставляется вставка и в таком состоянии детали проходят специальную термическую обработку. После этой операции кольца получают необходимые пружинящие свойства. Обработка колец на окончательные размеры происходит в сжатом состоянии.

5. Обработка колец из индивидуальных отливок.

Отлитая заготовка имеет минимальные припуски на механическую обработку. Первоначальные обдирочные операции производятся на специальных шлифовальных станках. Впоследствии, после вырезки вставки, обработка ведется так же, как и в первом способе.

Порядок операции

1-й способ

1. Подрезка торца маслоты и проточки фланца под зажим,
2. Наружная и внутренняя обточка и расточка,
3. Термообработка (калка, отпуск),
4. Вторичная обточка наружной поверхности и расточка внутренней, разрезка маслоты на кольца
5. Предварительная шлифовка торцов
6. Вторая предварительная шлифовка торцов
7. Разрезка замка
8. Обточка поверху
9. Расточка внутри
10. Первая калибровка замка

11. Окончательная шлифовка торцов
12. Шлифовка поперуху
13. Окончательная расточка внутреннего диаметра
14. Снятие фасок по внутреннему диаметру
15. Снятие конуса по наружному диаметру
16. Слесарная зачистка
17. Оксидировка
18. Контроль.

Наружная и внутренняя обдирка

Обработку можно проводить на револьверном станке (рис. 25).

Предварительно торец подрезается. Этот переход необходим для удаления твердо закаленного слоя с торца маслоти (рис. 26).

Разрезка на отдельные кольца (рис. 27) Резцы зажимаются в специальный резцедержатель, установленный на поперечном суппорте. Как это видно из рисунка, резцы располагаются ступенькой, при том таким образом, чтобы в работе находилось только два инструмента.

Шлифовка торцов может проводиться на оброчном плоскошлифовальном станке и на полуавтомате Артер.

Первый метод малопродуктивный и требует для своего обслуживания рабочего довольно высокой квалификации. Вторым способом более производительным. Обслуживание станка производится малоквалифицированным рабочим. В настоящее время полуавтомат Артер широко распространен не только в авиационной промышленности, но так же и в автотракторной.

Принцип работы станка показан на рис. 28

Шпиндель шлифовального круга имеет осевое возвратно-поступательное движение и, кроме этого, вертикальную подачу, которая в известный момент автоматически включается. Кольца загружаются в магазин, откуда через некоторый промежуток времени верхним медным кругом подаются на круглый магнитный стол, находящийся под шлифовальным камнем.

По окончании шлифовки медный круг автоматически поворачивается и снимает с магнитного стола деталь и выбрасывает ее по специальному желобку наружу.

Назначение рабочего состоит в том, чтобы установить кольца в магазин и протереть детали после шлифовки. При предварительной шлифовке снимаемый припуск равен 0,2 мм на сторону, при второй шлифовке 0,075 мм на сторону. Вторая шлифовка вводится для того, чтобы избежать коробление детали, которое возникает после резки и грубой шлифовки.

Разрезка замка производится на небольшом горизонтально-фрезерном станке с ручной подачей. Деталь зажимается в приспособление, показанное на рис. 29.

Угольник (1) крепится на стол станка. На угольнике имеется пластина (2). На эту пластинку и устанавливается поршневое кольцо (4). Затжим кольца происходит с помощью (5), при повороте рукоятки (3) влево. Головка рукоятки представляет собой гайку с левой резьбой и при поворачивании нажимает на рычаг (7), который тянет стержень с кулачками (5), при этом происходит прижатие кольца к плите.

После затжима кольца фрезеровка производится одновременно двумя фрезами, фрезы применяются нормальные шлицевые диаметром до 80 мм и толщиной 1,5-2 мм.

Обточка поверху. происходит на токарных станках победитовыми резцами (рис. 30). Кольца предварительно набираются целой партией на оправку (а), затем собранные детали стягиваются с помощью специального приспособления (рис. 31) - барабана, состоящего из двух половинок (б), шарнирно соединенных между собой. При этом поршневые кольца центрируются по своим наружным поверхностям и становятся строго концентрично оси оправки. Собранные кольца стягиваются шайбами в и г с помощью гайки д.

После этого наружное центрирующее приспособление снимается с колец и оправку ставят на станок.

Расточка внутреннего диаметра колец (рис. 32)

Кольца устанавливаются в специальный барабан (1), укрепленный на шпинделе токарного станка. Затум детали происходит с помощью съемного диска (2) и гаек (3).

При небольшом ослаблении гаек (3), диск поворачивается от руки на некоторый угол до тех пор, пока отверстие а не станет против гаек, после этого диск свободно снимается с приспособления.

Калибровка замка. Если после вырезки вставки сверти кольцо, то торцы замка будут соприкасаться в сжатом положении только по линии. Для того, чтобы эти торцы прилегли по всей плоскости применяют калибровку замка (рис. 33).

Кольцо при калибровке устанавливается в сжатом положении в специальное приспособление, где и закрепляется. За-

тем с помощью тонкой шлицевой фрезы - делает прорез в стыке торцов замка, при этом оставляется припуск на окончательную калибровку.

Окончательная шлифовка торцов производится на плоскошлифовальных станках типа Артер. При этом снимаемый припуск на сторону обычно равен 0,025 мм.

Шлифовка колец по наружному диаметру на круглошлифовальном станке (рис. 34).

Кольца набираются на оправку несколькими секциями. Секции разделены дисками, сидящими на стержне оправки. Сборка колец производится в приспособлении, аналогичном тому, какое применялось при токарной обточке.

Снятие фасок. Кольцо при этом устанавливается в приспособление по наружному диаметру (рис. 35).

Приспособление вместе с кольцом вручную надвигается на конусный шлифовальный круг. После снятия фаски с одной стороны, кольцо переворачивается и фаска снимается с другой стороны.

Снятие конуса по наружному диаметру производится двумя способами.

1. Способ. Обработка производится на токарном станке (рис. 36). Деталь крепится на планшайбе, имеющей выточку глубиной 0,2 мм и диаметром, равным диаметру кольца в рабочем положении. Затжим происходит с помощью шайбы (1) и гайки (2).

2 способ. Кольцо в рабочем состоянии зажимается между двумя шайбами (рис. 37) и устанавливается на центра круглошлифовального станка.

Второй способ более точный и более производительный, чем первый

Слесарная зачистка. В данной операции зачищаются заусенцы, полученные после механической обработки, окончательно опиливаются и калибруются заготовок

Оксидировка применяется для предохранения детали от коррозии, при этом на всех поверхностях появляется защитная пленка. Предварительно кольца очищаются от грязи, масла и жиров (обезжириваются) в специальных ваннах, в которых находится раствор кальцинированной соды. Раустики и других веществ. После обезжиривания детали промываются в проточной воде.

Затем кольца проходят травление в антикоррозийном растворе серной кислоты и хлорного олова. По окончании травления снова происходит промывка в проточной воде. При оксидации детали погружаются в кипящую смесь (температура $135^{\circ} - 140^{\circ} \text{C}$), состоящую из едкого натра (NaOH), азотно-кислого натрия (NaNO_2). Время выдержки 1,5 часа. После оксидации кольца промываются в проточной воде, смываются маслом, нагревают до температуры $120 - 130^{\circ}$ и хорошо протираются.

Готовые детали собираются в стопки по 50 штук, заворачиваются в пергаментную бумагу и отправляются в склад готовых деталей.

Термический метод изготовления поршневых колец
авиационных моторов

При этом методе обработки отрезанная кольцо из маслота
разрезается тонкой шлицевой фрезой, затем деталь разподуется
и устанавливается в специальную оправку (рис. 38). Оправки
с набранными кольцами загружаются в печь, где подвергаются
термообработке в течение 1-1,5 часа, при температуре в
610°С. При этом способе количество операций получается ми-
нимальным и в то же время кольцо получается с хорошим рас-
пределением давления на стенки цилиндра.

Весьма совершенным является технологический процесс,
применяемый французской фирмой Амодэ Болле. Фирма Болле вы-
пускает на европейский рынок одни из самых высококачествен-
ных колец. Она поставляет свои кольца моторостроительным
заводам Гном-Рон, Ромео, Потез, Испано-Сюиза и др.

Материал колец фирмы Болле.

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni
2,80 - 3,10	2,20 - 2,60	0,75 - 0,85	0,20 - 0,35	0,05 - 0,08	0,35 - 0,55	0,16 - - 0,24

Отливка производится в виде маслота в землю.

Порядок операций технологического процесса фирмы Болле
(рис. 39)

1. Подрезка бурта. Подрезки бурта необходимо проводить
для плотного прилегания маслота к пленшайбе при последую-
щих операциях.

2. Предварительная обточка наружного диаметра и расточ-
ка внутреннего отверстия.

3. Чистовая обточка наружного диаметра с оставлением припуска на шлифовку. Расточка внутреннего диаметра на окончательный размер. Отрезка колец с одновременной подрезкой одного торца.

4. Подрезка второго торца на токарном станке. Деталь крепится на магнитном патроне.

5. Снятие шлифовальным камнем фаски по внутреннему диаметру.

6. Разрезка кольца фрезой.

7. Фиксация замка в термическом цехе.

8. Притирка плоскостей на окончательный размер между двумя шлифовальными камнями.

9. Шлифовка цилиндрической части рабочей поверхности и снятие конуса.

10. Калибровка замка

11. Оксидировка.

Иногда, после отрезки колец из маслоти, производят предварительную шлифовку торцов кольца; после фиксации замка в термическом цехе происходит уже окончательная шлифовка.

Достоинства термического метода изготовления поршневых колец перед первым способом будут заключаться в следующем:

1. Количество операций получается минимальным
2. Обточка детали по наружному диаметру и расточка по внутреннему отверстию производятся в самой маслоте, до ее разрезки на отдельные кольца. Вследствие этого деформация

колец, получается минимальной, что, в свою очередь, уменьшает возможность коробления поверхностей.

3. Весьма рациональным является замена многократной шлифовки торцов колец (от 4 до 6 раз) - притиркой мелкозернистыми кругами на специальных станках фирмы ВСА. Микрофотографические исследования показали, что качество притертой поверхности значительно лучше, чем шлифованной.

Обработка поршневых колец, полученных индивидуальной отливкой

Этот метод особенно широко распространен в автотракторной промышленности и применяется так же в авиационной.

Достоинства этого способа заключаются в следующем:

1. Структура металла получается более ровная и мелкозернистая.

Материал имеет хорошие механические качества.

2. Припуски на механическую обработку получаются небольшие, благодаря чему уменьшается расход режущего инструмента и удешевляется механическая обработка.

3. Корыто получается с более равномерным давлением по окружности на стенке цилиндра.

Основной крупный недостаток этого метода заключается в более сложном технологическом процессе изготовления заготовок, чем при предыдущих способах.

Порядок операций:

1. Обдирка литейной корки по внутреннему диаметру
2. Обдирка литейной корки по наружному диаметру

3. Обдирка торцов колец
4. Предварительная (двойная) шлифовка торцов
5. Фрезеровка замка
6. Проточки наружных поверхностей
7. Первая расточка внутренних поверхностей
8. Первая калибровка замка
9. Окончательная шлифовка торцов
10. Шлифовка наружного диаметра
11. Окончательная расточка внутреннего диаметра
12. Снятие фасок по внутреннему диаметру
13. Окончательная калибровка замка
14. Проточка конуса
15. Слесарная обработка
16. Оксидировка.

Обдирка литейной корки по внутреннему диаметру производится на специальном бесцентрово-шлифовальном станке Леман (рис. 40). На стержень (1) навешивается партия колец (2). Кольца прижимаются к вращающимся резиновым роликам (4, 5) шлифовальным кругом. Резиновые ролики, как это видно из кинематической схемы станка, имеют самостоятельный привод. С помощью этих роликов осуществляется круговая подача кольца. Шлифовка производится до полного удаления корки. Диаметр камня берется равным примерно $1/3$ внутреннего диаметра кольца. Станок обрабатывает до 800 колец в час.

Обдирка литейной корки по наружному диаметру (рис. 41). Для данной операции применяется также станок Леман. Кольца набираются на валик (1), который их прижимает к роликам (2 и 4).

Шлифовка производится до полного удаления корки.

3. Обдирка торцов колец происходит на специальном шлифовальном станке типа Гарднер (рис. 43). Детали закладываются в магазин (1), откуда они транспортерной лентой (2) подаются к роликам (3). Эти ролики, захватывая деталь, проталкивают ее дальше, между двух шлифовальных камней (5, 4), вращающихся в разные стороны. Обслуживание станка, как это видно из схемы работы, весьма простое. Снимаемый слой с обоих торцов за один проход до 0,3 мм. Поддача кольца между камнями до 10 м/мин.

Производительность станка - 500 колец в час.

Дальнейшая обработка колец совершенно такая же, как это было при первом способе.

Обработка маслосборочных поршневых колец

Изготовление маслосборочных колец идет по такому же порядку, по которому производится обработка уплотнительных колец, за исключением нескольких дополнительных операций.

Прорезка канавки происходит после первой калибровки замки.

Детали устанавливаются на специальную оправку (рис. 43).

Для того, чтобы не получился недопустимый снос канавки, от середины кольца прорезные резцы и прокладки между ними должны быть изготовлены с точностью до 0,01. Торцы же колец должны быть прошлифованы с точностью до 0,02 мм.

Сверловка смазочных отверстий

Данную операцию можно осуществить двумя способами:

1 способ: Сверловка на вертикально-сверлильном настольном станке.

2 способ: Сверловка на многошпиндельных специальных сверлильных станках.

При сверловке на одношпиндельном вертикально-сверлильном станке наиболее рациональной будет следующая схема работы, показанная на рис. 44.

Деталь устаниавливается в поворотный диск (1), где и закрепляется диском (2), разрезной шайбой (3) и барашком (4).

На хвостовике поворотного диска насажено храповое колесо (6), имеющее столько зубьев, сколько отверстий расположено по окружности кольца. На втулке шпинделя закрепляется рычаг (7), на нижнем конце которого имеется собачка (8).

При опускании шпинделя вниз (происходит сверловка отверстия), собачка (8) скользит по затрубкам зубьев храпового колеса. При перемещении шпинделя вверх, собачка (8) захватывает зуб храповика и поворачивает его на одно деление.

Контроль поршневых колец

По окончании механической обработки у поршневых колец проверяется твердость, упругость, форма, геометрические размеры.

1. Проверка твердости происходит на приборе Роквелл

2. Упругость (сила, которую необходимо приложить к кольцу для сведения его концов в рабочее положение) измеряется специальным приспособлением. Поршневое кольцо охватывается стяжной лентой, один конец которой соединяется с динамометром, другой с натяжной рукояткой. При сведении концов поршневого кольца динамометр покажет силу упругости

3. Для проверки наружной цилиндрической поверхности кольца (формы) применяют специальный световой прибор Деталь помещают в калиброванное кольцо, диаметр которого равен диаметру гильзы цилиндра. Позади кольца устанавливается белый экран, за экраном же помещается электролампочка.

В местах неплотного соединения поршневого кольца со стенкой отверстия будет получаться просвет, который измеряется щупом. Обычно просвет не должен превышать 0,03 мм.

4. При контроле геометрических размеров проверяются:

а) коробление кольца,

б) величина зазора в замке в рабочем состоянии (проверка производится щупом),

в) радиальная толщина кольца (контроль производится предельной скобой или специальным прибором),

г) толщины кольца по образующей (контроль производится предельной скобой).

Кроме перечисленных выше проверок производится так же внешний осмотр качества поверхностей

Часть III

Изготовление шатунов

По своей конструкции шатуны авиационных моторов в основном делятся на следующие группы:

1. Боковые шатуны звездообразных моторов и моторов с водяным охлаждением.

2. Главные шатуны звездообразных моторов

3. Главные шатуны моторов с водяным охлаждением.

Боковые шатуны, в свою очередь, разделяются на две подгруппы:

1) шатуны с тавровым стержнем

2) " " с круглым пустотелым стержнем (моторы Испано-Сюиза).

Обработка боковых шатунов с тавровым стержнем

Требования, предъявляемые к шатунам отдельных моторов сведены в таблицу.

№ по пор.	Наименование поверхности	Наименование мотора:				Примечание
		Гном-Рон		Раут-Циклон		
		Чистота обраб. поверх.	точн. (допуск)	Чистота обраб. поверх.	точн. (допуск)	
1	Торцевые поверхности головок	▽▽▽ ▽▽	0,025 0,20	▽▽▽ ▽▽	0,05 0,26	Поршневая головка обрабатывается с меньшей точностью, чем прицепная
2	Внутренние поверхности головок	▽▽▽	0,025 0,022	▽▽▽	0,025 0,025	
3	Наружные поверхности ребер шатуна		0,2		0,1	Все эти поверхности полируются
4	Боковые поверхности твердого стержня		0,2		0,2	
5	Внутренние поверхности твердых канавок		0,2		0,2	
6	Внешние поверхности головок шатуна		0,2		0,26	

Оси отверстий должны быть строго перпендикулярны торцам головок (особенно для кривошипной). Непараллельность осей не должна превышать 0,04 на 100 мм длины.

Материалом для шатунов служат хромоникелевые высококачественные стали. Заготовки обычно штампованные, причем волом на металле следуют согласно контуру детали.

На рис. 48 показана конструкция бокового шатуна мотора К-14 фирмы Гном и Рон.

Выбор баз для шатунов с твердым стержнем

Как уже указывалось выше (см. выпуск 1), за основные базирующие поверхности принимаются отверстия в головках шатуна.

Опорными поверхностями служат торцы головок.
Базирующие поверхности показаны на рис. 49.

I. Обдирочные работы

Высота головок делается одинаковой, благодаря чему установка детали получается более точной. Кроме этого, конструкция приспособлений упрощается, так как отпадает необходимость устанавливать деталь на две параллельных плоскости.

II чистовые работы после термической операции.

а) После термообработки торцы у головок снова шлифуются на одинаковую высоту. Отверстия растачиваются с точностью до 0,05

Эти поверхности служат базами при обработке таврового стержня и внешнего контура.

б) Базирующими поверхностями при окончательной подрезке торцов головок и доводки отверстий служат шлифованные ребра.

Технологический процесс

Изготовление шатунов производится по двум способам:

I-й способ (наиболее распространенный на авиационных заводах):

- 1) грубая обдирка всех поверхностей шатуна. При этом оставляются припуски на окончательную обработку,
- 2) термообработка (калка, отпуск),
- 3) окончательная обработка

II-й способ:

- 1) термообработка,
- 2) обдирка и окончательная обработка.

Достоинства первого варианта:

1. Излишки металла снимаются до термической операции, что позволяет применять более высокие режимы резания.

2. Во время галки и отпуска уничтожаются внутренние напряжения, получившиеся после механической обработки.

Недостатки: Усложняется технологический процесс.

Достоинства второго варианта: Упрощается технологический процесс. Недостатком же является применение невысоких режимов резания при обдирочных работах.

Припуски, оставляемые под термическую операцию, показаны в таблице.

№/п	Наименование поверхностей	Припуск на сторону		Примечания
		максим.	миним.	
1	Поверхности торцов головок (кривошипной)	0,375	0,325	
2	Отверстия в головках	0,8	0,727	
3	Верхние поверхности ребер стержня	1,15	0,95	
4	Боковые поверхности стержня шатуна	1,1	0,85	
5	Внутренние поверхности тавровых канавок	1,55	1,40	На ребрах канавки
		1,25	0,82	По дну канавки
6	Внешние поверхности головок шатуна	1,4	1,15	

Примерный порядок операций технологического процесса по изготовлению шатуна с двухтавровым сечением стержня:

1. Фрезеровка торцов головок
2. Шлифовка торцов головок
3. Сверловка, зенковка и развертка отверстий в головках.

4. Предварительная фрезеровка наружных поверхностей стержня, ребер стержня, наружных поверхностей головок.

5. Термообработка (калка, отпуск) и проверки на твердость.

6. Шлифовка торцов головок

7. Расточка отверстий

8. Чистовая фрезеровка наружных поверхностей стержня, ребер стержня), наружных поверхностей головок.

9. Шлифовка наружных поверхностей стержня, ребер стержня, наружных поверхностей головок.

10. Подрезка торцов головок

11. Предварительная полировка

12. Окончательная доводка отверстий в головках

13. Шлифовка торцов кривошипной головки

14. Запрессовка втулок

15. Мелкие операции по сверлению смазочных и стопорных отверстий, постановки стопоров

16. Шлифовка торцов кривошипной головки

17. Расточки отверстий во втулках

18. Подгонка шатуна по весу

19. Окончательная полировка шатуна

20. Окончательный контроль.

Фрезеровка торцов шатуна

Данную операцию можно осуществлять несколькими способами.

1-й способ - фрезеровка на горизонтально-фрезерном станке (рис. 50).

Ряд деталей устанавливается в приспособление, закрепленное на столе горизонтально-фрезерного станка. Одновременно фрезеруются два торца. Приспособление по своей конструкции довольно простое.

2-й способ - фрезеровка на горизонтально-фрезерном станке (рис. 51).

Шатуны устанавливаются в поворотное приспособление. Одновременно фрезеруются четыре поверхности.

Для уменьшения вспомогательного времени, некоторые заводы работают с двумя приспособлениями. Снятие и установка деталей происходит во время фрезеровки.

Вспомогательное время затрачивается только на подвод приспособления к фрезам и на отвод стола в исходное положение.

Как это видно из схемы, второй способ значительно производительнее первого. Недостатком же данного метода является более дорогое и сложное приспособление, а так же возможность получения непараллельных торцов головок при неисправном фиксаторе. На рис. 52 показано приспособление, применяемое для этой операции.

Основная плита (1) закрепляется на столе горизонтально-фрезерного станка. На этой плите имеется поворотный круг (2), на котором устанавливаются два шатуна. Зажим шатунов происходит с помощью щек (6), рычагов (5) и винтов (3). Как видно из чертежа, щеки (6) имеют сферическое основание, вследствие чего они имеют возможность самоустанавливаться во время зажима. Фиксация поворотного

круга производится фиксатором (7). Для закрепления круга (2) во время работы предусмотрено специальное устройство. Вращая боковой винт заставляют сжиматься хомут (10). Хомут (10), действуя своей конической частью на шайбу (11), заставляют ее перемещаться вниз вместе со втулкой (12) и поворотным кругом. Это перемещение будет происходить до тех пор, пока деталь (2) не прижмется наелуху к основной плите (1).

3-й способ. Этот метод очень часто применяется при крупносерийном и массовом производствах.

Деталь устанавливается в поворотном приспособлении закрепленном на столе 4-х шпиндельного станка Дуплекс (рис. 53).

Одновременно фрезеруются четыре плоскости. Во время работы рабочий снимает деталь и устанавливает заготовку. Вспомогательное время затрачивается на подвод приспособления к фрезам, включение подачи, отвод приспособления в исходное положение и поворот его.

4-й способ. Фрезеровка на продольном двухшпиндельном станке четырех шатунов, закрепленных в специальном приспособлении (рис. 53а).

Одновременно фрезеруются две головки (4-торцевых плоскости).

На стол станка закрепляется угловой массивный угольник (1). На оси (2) этого угольника посажен поворотный круг (3). На торцевой поверхности круга устанавливаются четыре шатуна. Детали ложатся на пластинки (4) и закли-

манутся с помощью планок (5) и гаек (6). В продольном направлении головки шатунов соприкасаются с упорными пластинками (9). Ориентировка круга производится фиксатором (8), закреплен же - рукояткой (7).

Для уменьшения вспомогательного времени обработку можно проводить с двумя приспособлениями, установленными по обе стороны шпинделя.

Шлифовка торцов головок производится на плоскошлифовальном станке торцевым камнем. Детали устанавливаются на магнитную плиту.

Сверловка, зенковка и развертка отверстий

1-й способ. Сверловка производится по кондуктору на вертикально-сверлильном станке и расточка на токарном. Данный метод применяется при мелкосерийном производстве.

2-й способ (рис. 54). Обработка производится на 6-ти шпиндельных станках типа Кигенд Вайд, Гебер-Занг и друг.

Эти станки высокопроизводительные. Вспомогательное время затрачивается на поворот стола, быстрый подвод и отвод многошпиндельной головки.

Обработка канавок таврового стержня

1. Первоначально в заготовке основную массу металла удаляют на горизонтально-фрезерном станке дисковыми фрезами (рис. 55). В приспособление устанавливается один или несколько шатунов, в зависимости от характера производства.

Фирма Гном и Рон в этой операции производит так же фрезеровку ребер (рис. 56).

Приспособление, применяемое для этой операции, показано на рис. 56а.

Основная плита (1) закрепляется на столе горизонтально фрезерного станка. Для уменьшения вспомогательного времени предусмотрена установка шести шатунов (три детали обрабатываются, три устанавливаются). Затжим быстросействующий. Достаточно отжать немного гайку на болте (3), тотчас же получается возможность ввинуть обе разрезные шайбы (4) и свободно снять деталь. Закрепление детали происходит также быстро. Шатуны устанавливаются на пальцы (5), затем вкладывают разрезные шайбы и после этого затягивают гайку на одном болте.

6 - коромысло затжима

7 - вилка коромысла затжима.

Обработав три детали, стол станка опускают, затем его переводят и фрезеруют вторую партию шатунов. Во время работы рабочий снимает в первой половине приспособления фрезерованные изделия и устанавливает заготовки.

Оставшийся металл у головок шатуна удаляется торцевой фрезой на вертикально-фрезерном станке (рис. 57). Применяя двухшпindelную головку можно одновременно обработать два шатуна.

В последнее время для этой операции начали применяться 2-х шпindelные станки определенного назначения. Два шатуна устанавливаются на горизонтальные пальцы, входящие в отверстия головок (рис. 58).

Стол станка имеет поступательно-возвратное движение. При каждом обратном ходе шпindelные головки автоматически подаются на изделие на определенную глубину. Специальные

Упоры автоматически выключают подачу, когда достигнута надлежущая глубина врезки

После термической операции обработка канавки происходит следующим способом:

I-й способ: фрезеровать тавровую канавку два раза торцевой фрезой на вертикально-фрезерном станке. Полировать тавровую канавку.

Недостатками этого способа являются:

- 1) малая производительность при фрезеровке (на станок устанавливается только один шатун),
- 2) малая производительность при полировке (трудно выводит следы механической обработки, оставшиеся после фрезь).

Этот метод применяется при мелкосерийном производстве.

II-й способ

- 1) фрезеровать дно и бока канавки дисковой фрезой,
- 2) фрезеровать закругления торцевой фрезой,
- 3) шлифовать дно и бока канавки дисковым шлиф камнем,
- 4) " закругления канавки,
- 5) полировать тавровую канавку.

Достоинства этого способа:

1. Высокая производительность при фрезеровке (применение дисковой фрезь),
2. Высокая производительность при полировке (хорошо удаляются следы механической обработки, оставшиеся после шлифовки).

Этот метод применяется при крупносерийном производстве.

Иногда, вместо первых двух фрезерных операций, обработку производят на горизонтальном двухшпиндельном станке определенного назначения.

Обработка наружной поверхности головок (рис. 59)

До термической обработки обдирка производится на вертикально-фрезерном станке торцевой фрезой. Шатун устанавливается в приспособление, закрепленное на поворотном круглом столе. После термической операции обработка наружных поверхностей головок может происходить по следующим способам:

I-й способ

- 1) фрезеровать наружную поверхность головок два раза.
- 2) Полировать наружную поверхность головок.

Недостатком данного метода является малая производительность при полировке, так как трудно удалять следы механической обработки, оставшиеся после фреззы.

II-й способ

- 1) фрезеровать наружную поверхность головок
- 2) Шлифовать " " "
- 3) Полировать " " "

Время, затрачиваемое на полировку, значительно меньше, чем в первом способе, вследствие легкости удаления следов механической обработки, оставшихся после шлифовального камня.

Этот метод применяется при серийном и крупносерийном производствах.

Обработка ребер стержня

Фрезеровку ребер до термической операции можно осуществлять несколькими способами.

I-й способ (рис. 60). Фрезеровка на горизонтально-фрезерном станке.

Один или несколько шатунов устанавливаются в приспособление, закрепленное на столе горизонтального станка. Рабочий первоначально поднимает стол вверх, фрезы врезаются на требуемую глубину и после этого дается продольная подача.

II-й способ Фрезеровка на вертикально-фрезерном станке.

В приспособление, закрепленное на столе вертикально-фрезерного станка, устанавливается несколько деталей. Положение фрезы показано на рис. 61.

Достоинствами данного способа являются:

1. Большая, чем в первом случае, производительность.
2. Небольшое количество металла, оставшееся около головок шатуна.

III-й способ Фрезеровка на продольном двухшпиндельном станке.

Положение деталей и фрез показано на рис. 62.

Если же на станке установить два приспособления, расположенных по обе стороны от шпинделей, то вспомогательное время будет затрачиваться только на подвод приспособления к фрезам, включение подачи, отвод приспособления в исходное положение.

Этот метод должен применяться при крупносерийном и массовом производствах.

После термической операции ребра на чисто фрезеруются, шлифуются, а затем полируются.

Обработка боковых поверхностей стержня

Фрезеровку боковых поверхностей стержней до термической операции можно проводить несколькими способами.

1-й способ (рис. 63). Один или два шатуна устанавливаются в специальное приспособление, закрепленное на столе горизонтально-фрезерного станка. В начале операции рабочий поднимает стол до тех пор, пока фрезы не врежутся на требуемую глубину. После этого дается продольный самоход.

2-й способ. Фрезеровка на продольном двухшпиндельном станке. Положение шатунов и фрез показано на рис. 64.

Детали устанавливаются на пальцы и зажимаются разрезными шайбами и гайками. Если на станке установить два приспособления, расположенные по обе стороны от шпинделей, то вспомогательное время будет затрачиваться только на подвод приспособления, включение подачи, отвод приспособления в исходное положение.

Обработка отверстий после термической операции

Как уже указывалось выше, после термообработки торцы головок вновь шлифуются, а затем отверстия растачиваются. Таким образом в первых же двух операциях происходит исправление базиса.

Вследствие того, что отверстия являются базисными поверхностями, необходимо при расточке поддерживать параллельность осей и перпендикулярность их к торцам головок. После этой операции оставляется припуск на окончательную доводку.

Расточку отверстий можно проводить следующими способами:

I способ - Деталь устанавливается на планшайбу токарного станка. Расточка производится резцом.

Данный метод широко распространен в авиапромышленности. К недостаткам его следует отнести малую производительность.

II способ - Деталь устанавливается в приспособление алмазно-расточного станка. Расточка производится в два прохода резцами из сверхтвердых сплавов.

Достоинства этого способа:

1. Высокая производительность (одновременно обрабатываются два отверстия).

2. Высокая точность

3. Для обслуживания станка требуется рабочий невысокой квалификации.

Данный способ должен употребляться при крупносерийном производстве.

Окончательная доводка отверстий

Окончательную доводку отверстий можно проводить несколькими способами.

1. Развертка

2. Шлифовка

3. Алмазная расточка

4. Протяжка

Развертка применяется только при мелкосерийном производстве. О достоинствах и недостатках этого метода было указано выше в разделе - точная обработка отверстий.

Наибольшее распространение в авиационном производстве получила шлифовка.

Достоинства этого метода:

1. Высокая точность
2. Высокое качество поверхности
3. Выдерживается параллельность осей головок шатуна.

Недостатки:

1. Не особенно высокая производительность
2. Требуется рабочий довольно высокой квалификации.

На рис. 65 показано закрепление шатуна, устанавливаемого в планшайбе шлицевого ступка. Планшайба (1) сидит на фланце (2), закрепленном на шпинделе станка. Деталь ориентируется по пальцу (5) и фиксатору (8). Затим шатуны производятся с помощью планки (7). После закрепления детали конический фиксирующий штафт вынимается из отверстия направляющей втулки.

Алмазная расточка только что начинает применяться для окончательной доводки отверстий в головках шатуна.

Достоинства этого метода:

1. Высокая точность и хорошее качество поверхности
2. Выдерживается параллельность осей отверстий головок шатуна.
3. Высокая производительность
4. Для обслуживания станка требуется рабочий не особенно высокой квалификации.

Протяжка в авиамоторостроении почти не применяется, несмотря на то, что этот метод был бы наиболее производительным из всех вышеописанных. Основным недостатком является то обстоятельство, что при протяжке нельзя выдержать параллель-

ность осей отверстий головок согласно техническим условиям.

Запрессовка втулок в головки шатуна

В авиамоторостроении существует два метода постановки втулок в головку шатуна:

1-й способ. Втулку вытачивают из литой бронзовой болванки. По отверстию оставляется припуск на обработку в собранном виде. Перед запрессовкой производят подбор втулок к отверстиям. Перед постановкой втулок шатун иногда нагревается в масле до температуры $180-200^{\circ}$ в течение 10-15 минут.

2-й способ. Втулки изготавливаются из листовой бронзы, которая разрезается на куски и сворачивается в цилиндрики. Эти цилиндрики вставляют в отверстия головок шатунов, после чего уплотнительной протяжкой на протяжном станке плотно прижимают металл к стенкам отверстия. По окончании протяжки деталь поступает на алмазно-расточный станок.

Достоинства этого способа:

1. Упрощается технологический процесс изготовления втулки.

2. Хорошее прилегание металла втулки к поверхностям отверстий головок.

Полировка шатунов

Полировка шатунов проходит в две операции (предварительную и окончательную). К сожалению, этот вид обработки не механизирован и обычно полировка производится вручную.

На предварительной операции в качестве полирующих средств применяют фетровые круги с наклеенным абразивным

порошком (корунд - 1/2 минутник). На окончательной операции применяются фетровые круги с нанесенным корундовым порошком (10-ти минутник). В качестве смазывающей жидкости применяется животное сало. По окончании полировки поверхности шатуна приобретают зеркальный блеск.

На рис. 65а и 65б показана ручная шлифовка и полировка боковых шатунов моторов Райт-Циклон.

Изготовление прицепного шатуна мотора с водяным охлаждением

Механическая обработка прицепного вальчатого шатуна почти такая же, как и для бокового шатуна мотора с воздушным охлаждением, за исключением некоторых дополнительных операций, затрачиваемых на изготовление развилки кривошипной головки.

Обработка прорези кривошипной головки

До термической операции производится фрезеровка дисковыми фрезами на горизонтально или продольно-фрезерных станках. Шатуны закрепляются попарно рычажными зажимами.

Шлифовка прорези производится на продольно-шлифовальном станке с горизонтальным шпинделем. В приспособление устанавливается одновременно несколько деталей.

Сверление смазочных отверстий показано на рис. 66.

В корпусе приспособления (1) находится палец (2), на который насаживается деталь (3). На этот же палец надевается кондукторная плита (4), которая верхним своим концом входит в тавровую канавку стержня и таким образом ориентирует деталь. Затем всей системе осуществляется разрезной шавбой (5) и гайкой (6).

Изготовление прицепных шатунов с круглым стержнем

На рис. 67 показан рабочий чертеж такого шатуна.

Прицепной шатун присоединяется к главному при помощи пальца, входящего в кривошипную головку. В этой головке сделан вырез, позволяющий пальцу опираться в средней своей части на выступ пружины главного шатуна. Круглый стержень изготавливается полым, вследствие чего шатун становится более легким и в то же время по этому отверстию поступает смазка в верхнюю головку.

Требования, предъявляемые к качеству и точности обрабатываемых поверхностей, сведены в таблицу

№№ п/п	Наименование поверхностей	Точность обработки (допуск)	Чистота обработ. поверхн.	Примечание
1	Торцевые поверхности кривошипной головки	0,04		Эти поверхности должны быть строго перпендикулярны отверстиям в головках
2	Торцевые поверхности поршневой головки	0,04		
3	Отверстие в кривошипной головке	0,02		Оси отверстий в головках должны быть строго параллельные между собой
4	Отверстие в шатунной головке	0,02		
5	Внешняя поверхность стержня	0,3		Внешняя поверхность должна быть концентрична внутренней
6	Внутренняя поверхность стержня	0,3		
7	Прорезь в кривошипной головке	0,05		Боковые поверхности прорези должны быть параллельны торцам кривошипной головки

Все поверхности шатуна, за исключением торцов головок отверстий в головках и прорези, полируются.

Заготовка трубчатого шатуна поступает в механический цех обычно штампованная (рис. 58).

Технические условия на материал, идущий на изготовление прицепного шатуна мотора Испано-Сюиза.

Шатун изготавливается из хромоникелевой стали следующего химического состава:

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	W	Mo
0,15	0,25	0,17	≤	≤	1,35	4,1	0,8	0,25
0,22	0,35	0,37	0,03	0,035	1,65	4,6	1,2	0,45

Механические качества материала шатунов в термически обработанном состоянии должны быть следующими:

Направление волокон	Времен. сопротив. разрыву	Предел текучести	Относит. удлинен. в %	Коэффициент сужения	Сопротив. удару кг/см ²	Твердость по Бринеллю
Продольное	105	80	12	50	12	363 302
По хорде	100	75	8	35	9	363 302

1. Механические качества: - твердость материала шатунов определяется перед запуском в производство на двух поковках от каждой плавки.

После окончательной термообработки шатунов, в производстве, каждая деталь подвергается контролю на твердость по Бринеллю. В дополнение к этому, от каждой одновременно термически обработанной партии шатунов, в количестве не более 70 штук одной плавки, отбирается один шатун со средней твердостью, для данной партии, из которого вырезаются образцы, подвергающиеся испытаниям на растяжение, удар и твердость.

При получении удовлетворительных механических качеств, контролируемая партия деталей допускается в дальнейшую обработку.

II. Внешний вид и размеры

1. На поверхности уже готовых шатунов не должно быть грубых волосовин, трещин различного происхождения, а также следов грубой механической обработки (укусов).

2. Вся поверхности шатунов полируются, кроме внутренней полости и врыточки проушины.

3. Отступление от размеров и допусков чертежа, поскольку они могут сказаться на менее важных местах, могут быть допущены по согласованию с заказчиком.

III. Шлаковые включения и волосовины допускаются в количестве:

1. На верхних головках шатунов не более 2-х и протяженность не более 2-х мм каждая.

2. Шлаковые включения длиной не свыше 0,5 мм каждая считаются точечными и при условии их равномерного расположения (не более 1 шт. на см^2) допускаются и в общий счет не включаются.

3. Шлаковые включения, расположенные по одной линии, рассматриваются как одно включение в том случае, если промежуток между ними меньше 1 мм.

4. На ушках прицепного шатуна никакие дефекты материалов не допускаются.

5. На нижней головке бокового шатуна допускаются шлаковые включения в количестве не более 2-х и протяженностью не более 2 мм каждая.

6. Максимально допустимое число учитываемых шлаковых включений на боковом шатуна не более 3 шт.

7. Шлаковые включения по ширине не должны превышать 0,3 мм.

8. Поверхности штока, как главного, так и бокового шатуна, допускаются волосовины длиной не более 2-х или в количестве не свыше 3-х штук на весь шток.

9. В отдельных случаях, по согласованию с заказчиком, допускаются отдельные включения длиной до 3 мм, если их характер известен, а сумма длин не превышает норму.

IV. Клеймение

После окончательной механической обработки на верхних головках шатунов ставится клеймо окончательной приемки и общий вес шатуна.

Термическая обработка прицепного шатуна

Поковка прицепного шатуна проходит следующую термообработку:

а) Закалка I-я.

Загрузить в камеру подогрева печи 10-12 шатунов при температуре не выше 700°C . Периодически продвигая шатуны в камеру окончательного подогрева, прогреть шатуны до $t = 950^{\pm 15^{\circ}}\text{C}$ в течение 1,5-2 час. Выдержать шатуны при $t = 950^{\pm 15^{\circ}}\text{C}$ в течение 45-60 минут, после чего выдать их на воздух.

б) Закалка 2-я

Загрузить в печь не более 140 шт. шатунов одной плавки, помещая их на подине, печи в один ряд. Температура в печи при загрузке деталей должна быть не выше 800°C .

Прогреть шатуны до $t = 850^{\circ}\text{C}$ в течение 1,0-1,5 часа, после чего выдержать их при $t = 850^{+15^{\circ}}\text{C}$ в течение 45-60 минут, выдать их из печи и охладить в масле.

в) Отпуск

Загрузить в печь не более 1/40 шт. шатунов одной плавки, размещая их на подине печи в один ряд. Температура в печи при загрузке деталей должна быть не выше 550°C . Прогреть шатуны до $t = 570^{+30^{\circ}}\text{C}$ в течение 1,0-1,5 часа и выдержать их при $t = 570^{+30^{\circ}}\text{C}$ в течение 45-75 минут. После этого шатуны выдать из печи и охладить в масле.

г) Обезжиривание

Погрузить шатуны в щелочную ванну следующего состава:

- 1. Сода кальцинированная 10-15 гр.
- 2. Сода каустической 10-20 " на
1 литр
воды
- 3. Хромлика 0,2-0,25 гр.

Выдержать шатуны в ванне при $t = 80 \pm 10^{\circ}\text{C}$ в течение 8-10 минут.

д) Обдувка

Врынутые из щелочной ванны шатуны обдуть в пескоструичном аппарате (в барабане).

е) Зачистка

Каждый шатун зачистить в местах, указанных на эскизе, наждачным и войлочным кругами. Глубина зачистки должна быть не более 1 мм.

ж) Контроль

- 1. Протереть на зачищенных местах твердость по Бринеллю; диаметр отпечатка должен быть в пределах 3,2-3,45.

2. Один шатун от партии одновременно термически обработанных, одной плавки в количестве не более 70 штук, подвергнуть механическим испытаниям.

Контроль механических качеств в лаборатории

После контроля шатунов на твердость от каждой партии шатунов одной плавки в количестве не более 70 штук, одновременно термически обработанных, отбирается один шатун со средней твердостью для данной партии. Контрольный шатун поступает в лабораторию для вырезки образцов (рис. 69).

Выбор баз для шатунов с круглым стержнем (рис. 70).

Порядок операций при изготовлении баз.

1. Фрезеровка торцов шатуна
2. Изготовление глубокого отверстия
3. Зацентровка второго конца
4. Обточка стержня шатуна.
5. Фрезеровка торцов головок
6. Шлифовка торцов головок
7. Сверловка, зенковка, развертка отверстий.

Порядок операций технологического процесса

Заготовка проходит калку и отпуск в начале механической обработки.

1. Фрезеровка торцов шатуна
2. Сверловка отверстия в стержне
3. Зацентровка второго конца
4. Обточка стержня (начерно и начисто)
5. Фрезеровка торцов головок

6. Шлифовка торцов головок
7. Сверловка, зенкование и развертка отверстий
8. Шлифовка стержня
9. Фрезеровка головок и мест переходов к стержню (на-
черно и начисто)
10. Фрезеровка шлица в кривошипной головке
11. Предварительная полировка
12. Шлифовка торцев головок
13. Доводка отверстий
14. Запрессовки втулок
15. Сверловка отверстий для стопоров и смазки
16. Слесарные операции
17. Шлифовка торцов головок
18. Алмазная расточка втулок
19. Слесарные операции
20. Окончательная полировка
21. Окончательный контроль.

Из технологического процесса видно, что торцы головок шатунов шлифуются три раза.

Первая шлифовка происходит перед обдирочными работами. После этой шлифовки происходит относительно большое снятие металла. Деталь несколько деформируется в процессе обработки и поэтому перед окончательной доводкой отверстий происходит вторая шлифовка. В этой операции исправляются опорные поверхности, на которые деталь ложится при окончательной доводке отверстий в головках.

Третья шлифовка происходит уже после запрессовки втулок; перед алмазной расточкой (опять исправляются опорные поверхности).

Обработка торцов головок, отверстий в этих головках и их наружных поверхностей происходит так же, как и для шатуна с титровым стержнем.

Обработки отверстия в круглом стержне шатуна (рис. 71)

I-й способ - обработка на револьверном станке.

I позиция - зацентровка

II " - сверловка на глубину 40-50 мм

III " - расточка на глубину 40-50 мм.

(отверстие растачивается для направления длинного сверла)

IV позиция - сверловка на полную глубину

V " - развертка на глубину 80-120 мм.

Отверстие разворачивается для лучшей ориентировки детали в следующей операции.

Иногда, вместо обычного спирального сверла и развертки в IV и V позициях применяют ружейное сверло. Деталь закрепляется в приспособление, показанное на рис. 72.

1 - корпус, 2 - призмы, 3 - откидной болт для зажима.

II-й способ - Порядок переходов остается такой же, как и в I-м способе. Для увеличения производительности на направляющие револьверного станка устанавливается трехшпильная головка (рис. 73). Одновременно может обрабатываться три шатуна. На револьверной головке в специальных кронштейнах устанавливается тройной комплект режущего инструмента.

Обработки наружной поверхности стержня

При наиболее рациональном методе механической обработки будет следующий порядок операций:

1. Грубая обдирка поверху на токарном станке
2. Чистовая обточка поверху на токарном станке
3. Шлифовка на бесцентровошлифовальном станке
- 4) Предварительная полировка
5. Окончательная полировка.

Контроль боковых шатунов

Боковые шатуны контролируются как во время изготовления, так и после механической обработки.

В процессе контроля проверяются геометрические размеры шатуна, симметричность расположения поверхностей и осмотр качества поверхности и выявление трещин на специальном приборе Магнотлокс.

Диаметры отверстий в обоих головках шатуна проверяются оброчным способом при помощи предельных калибров (пробок).

Ширина головок, толщина ребер, ширина полок титрового стержня, диаметры головок и ряд других поверхностей контролируются предельными скобами.

Фасонные поверхности, канавки, выемки промеряются специальными шаблонами. Расстояние между отверстиями головок проверяется шаблоном или же в специальном приспособлении, состоящем из плиты с двумя параллельными пальцами, на которые надевается деталь. Удобно, если один из этих штырей сделан подвижным, тогда при помощи индикатора можно с легкостью

установить величину отклонения от заданного размера.

Проверку перпендикулярности торцов кривошипной головки в отношении отверстия можно проводить двумя способами.

I-й метод (рис. 74). Контроль производится с помощью специальной пробки. Торцы буртика пробки покрывают берлинской лазурью. Направляющий хвостовик пробки входит в отверстие до тех пор, пока буртик не коснется торца головки. Поворачивая пробку заставляя краску ложиться на торец. При перекосе осей торец головки будет частично покрыт берлинской лазурью.

II-й метод (рис. 75). На поверхности чугунной плиты (6) имеется палец (5) с коническим хвостовиком. На этот хвостовик надета разжимная втулка (3). Цилиндрическая поверхность втулки строго перпендикулярна плоскости плиты. Зажим детали происходит с помощью штурвала (4) и болта (2). В отверстие кривошипной головки устанавливается диск (1), с поверхностью которого соприкасается индикатор. Проведя диаметральные замеры индикатором можно определить перекос торцов кривошипной головки по отношению к обоим отверстиям головок.

Контроль параллельности осей головок происходит с помощью специального приспособления. На рис. 76 показана проверка шатуна мотора Испано-Стойза.

I - Приспособление (1) представляет собою массивный чугунный корпус, наверху которого имеются две закаленные пластины (2) с горизонтальными поверхностями.

Для установки валика (4) в определенном положении имеются два ограничивающих вертикальных штифта (3). Нижний валик (5), находится в другой головке шатуна. Индикатором про-

изводится замер с одной стороны детали, затем с другой стороны. Расстояние между точками замера 200 мм. Допускаемая разница в замерах 0,04-0,05 мм.

Слева показана проверка шатуна в горизонтальном положении (на скручивание). Конструкция приспособления и метод проверки: такой же, что и для первого случая. Необходимо только отметить, что величины допуска на скручивание обычно берется несколько большая, чем на непараллельность. При массовом и крупносерийном производствах замер производится не одним индикатором, а двумя одновременно с обеих сторон детали. Предварительно индикаторы настраиваются по эталону.

Проверка на Магнотоксе проводится для выявления мельчайших трещин на поверхности шатуна. Деталь покрывается слоем смеси керосина и железного порошка, после чего через нее пропускается постоянный ток весьма низкого напряжения (4-6 вольт) и большой силы (400-500 ампер). Во время прохождения тока возле трещин будут собираться железные опилки, которые и укажут на наличие дефекта.

Изготовление главных шатунов моторов с воздушным охлаждением

По своей конструкции главные шатуны различных моторов мало разнятся друг от друга. На рис. 77 показан шатун мотора Гном и Рон К-14. Деталь имеет двухтавровый стержень с фасонными канавками. Верхняя головка соединяется с поршневым пальцем, нижняя с шейкой коленчатого вала. В нижней большой головке имеется шесть отверстий для боковых шатунов.

Требования в отношении качества и точности обрабатываемых поверхностей сведены в таблицу

№ п/п	Наименование поверхности	Точн. изгот. (допуск)	Чистота обработ. поверхн.	Примечания
1	Торцевые поверхности поршневой головки	0,2	∇∇	
2	Отверстие в поршневой головке	0,025	∇∇∇	1. Овальность и конусность не более 0,01. 2. Разностенность по отношению наружного диаметра допускается не более 0,1
3	Торцевые поверхности кривошипной головки	0,05	∇∇∇	1. Снос торца кривошипной головки относительно торца поршневой головки не более 0,15
4	Отверстие в кривошипной головке	0,035	∇∇∇	1. Овальность и конусность не более 0,01. 2. Допуск на расстояние между осями отверстий в кривошипной и поршневой головках равен 0,1
5	Наружная поверхность фланца большой головки	-	∇∇	
6	Отверстия под боковые шатуны	0,02	∇∇∇	1. Овальность и конусность не более 0,01. 2. Поверхность не должна иметь гранености и лысок. 3. Разностенность по отношению наружного диаметра допускается не более 0,1. 4. Расстояния между осями двух соседних отверстий не должны отличаться более чем на 0,07 от теоретического размера 5. Непараллельность осей в отношении отверстия кривошипной головки не должна превышать 0,1 на расстоянии 200 мм.

1	2	3	4	5
7	Внутренние поверхности фланцев большой головки	0,025	▽▽▽	1. Непараллельность внутренних поверхностей фланцев относительно торцов кривошипной головки на длине 38 мм не должна превышать 0,05 2. Снос внутренних поверхностей фланца относительно торцов кривошипной головки должен быть не более 0,1

Остальные поверхности детали (ребра стержня), тавровая канавка, боковые поверхности стержня, головок, фланцев) должны быть чисто обработаны, а затем отполированы.

Вес шатуна 4,4 кг $+0,045$

Заготовка

Шатуны обычно изготавливаются из высококачественной хромоникелевой стали, причем волокна располагаются согласно конфигурации детали.

На рис. 78 показана заготовка, у которой с боков стержня имеются уширения А. Эти уширения предназначены для вырезки лабораторных образцов.

Технологический процесс

Технологический процесс механической обработки главных шатунов разбивается на два этапа:

I этап - обработка до термической операции (калка, отпуск)

II " - обработка после термической операции.

Таблица припусков, оставляемых под термическую обработку

№№ по пор.	Наименование поверхности	М О Т О Р Ы			
		Гном и рон		Ради-циклон	
		Припуск на сторону в мм			
		Максимум.	Минимум.	Максимум	Минимум
1	Торцы поршневой головки	2,05	1,85	1,6	1,35
2	Отверстие в поршневой головке	2,0125	1,95	1,35	1,29
3	Торцы кривошипной головки	1,8	1,6	1,6	1,55
4	Отверстие в кривошипной головке	1,335	1,2	1,6	1,55
5	Наружная поверхность фланца большой головки	1,75	1,6	0,62	0,55
6	Внутренние поверхности фланцев большой головки	2,275	1,5	1,75	1,35
7	Боковые поверхности стержня	1,55	1,25	2,15	1,90
8	Наружная поверхность ревер стержня	1,55	1,28	2,15	1,80
9	Кантур большой головки	1,55	1,25	2,1	1,7
10	Наружная поверхность малой головки	1,6	1,4	1,45	1,15
11	Дно тавровой канавки	1,55	1,35	2,45	1,80

Выбор баз (рис. 79)

I-й этап. При черновой обработке основной базой является отверстие в большой и малой головках. Опорными поверхностями - торцы фланцев большой головки.

II-й этап

Большое отверстие растачивается начисто, затем предварительно шлифуется. Малое отверстие растачивается, затем разворачивается. Опорная поверхность шлифуется.

Ориентируясь на эти базирующие поверхности фрезеруют начисто, следующие поверхности:

1. Торцы малой головки
2. Боковые поверхности стержня
3. Ребра стержня
4. Тавровую канавку
5. Контур малой головки
6. Контур большой головки.

После этих операций приходится исправлять базу, так как деталь во время фрезерных операций несколько деформируется.

Исправление базы: 1. Шлифуются наружные поверхности фланцев окончательно

2. Шлифуется отверстие в кривошипной головке

3. Шлифуются торцы в кривошипной головке

Ориентируясь на исправленную базу обрабатывают следующие поверхности:

1. Впадину между фланцами большой головки

2. Отверстия под прицепные шатунны.

При окончательной шлифовке большого отверстия в кривошипной головке, а так же при алмазной расточке втулки в этой же головке, в отверстия прицепных шатунов запрессовываются монтажные пальцы. Натяг, получаемый

при посадке пальцев в головку, такой же, какой необходим при сборке кривошипно-шатунного механизма.

Деталь при этом несколько деформируется и по существу находится в таком положении, в котором она должна быть в работающем моторе. Поэтому шлифованное по этому методу отверстие в большой головке шатуна сохранит свою геометрическую форму и при монтаже мотора.

Порядок операций технологического процесса

1. Расточки отверстия кривошипной головки, подрезка торца фланца с одной стороны
2. Подрезка торца фланца кривошипной головки с другой стороны
3. Фрезеровка торцов поршневой головки
4. Сверловка и расточки отверстия поршневой головки
5. Фрезеровка выемки между фланцами
6. Фрезеровка поршневой головки по окружности
7. Фрезеровка боков стержня
8. Фрезеровка контура кривошипной головки
9. Фрезеровка ребер стержня
10. Фрезеровка кольцевых выступов поршневой головки
11. Фрезеровка тавровой канавки
12. Термообработка (жалка, отпуск)
13. Шлифовка фланца с обеих сторон
14. Чистовая расточки отверстия, подрезка торца с одной стороны

15. Подрезка торца с другой стороны

16. Фрезеровка на окончательный размер торцов поршневой головки

17. Расточка отверстия поршневой головки

18. Фрезеровка ребер стержня

19. Фрезеровка кольцевых выступов поршневой головки

20. Фрезеровка боковых поверхностей стержня

21. Фрезеровка тапровой канавки

22. Шлифовка фланцев окончательно

23. Шлифовка торца и отверстия кривошипной головки

24. Шлифовка торца кривошипной головки с другой стороны

25. Фрезеровка выемки между фланцами.

26. Сверловка отверстий под боковые шатуны

27. Фрезеровка наружного контура фланцев большой головки

28. Предварительная фрезеровка выемок между фланцами подготовки прицепных шатунов

29. Фрезеровка площадок для замков прицепных пальцев

30. Сверловка смазочных отверстий и отверстий для крепления замков.

31. Шлифовка торцов кривошипной головки с обеих сторон

32. Шлифовка отверстия в малой головке

33. Снятие фасок в малой головке

34. Шлифовка внутренних поверхностей фланцев кривошипной головки

35. Развертка отверстий под пальцы прицепных шатунов
36. Фрезеровка выемок под головки прицепных шатунов
37. Фрезеровка входа в паз между фланцами
38. Фрезеровка выхода в паз между фланцами
39. Полировка паза между фланцами
40. Притирка торцов кривошипной головки
41. Шлифовка отверстий под прицепные шатуны окончательно
42. Полировка тавровой канавки
43. Полировка наружной поверхности
44. Запрессовка пальцев в отверстия прицепных шатунов
45. Шлифовка отверстия кривошипной головки
46. Хонингование отверстия кривошипной головки
47. Выпрессовка пальцев
48. Хромирование отверстия кривошипной головки
49. Подгонка веса кривошипной головки
50. Подгонка веса поршневой головки
51. Полировка после подгонки веса
52. Испытание на магнофлоксе
53. Промывка и контроль
54. Запрессовка втулок
55. Протяжка втулки поршневой головки
56. Вальцовка втулки кривошипной головки
57. Запрессовка пальцев в отверстия прицепных шатунов
58. Алмазная расточка отверстий во втулках поршневой и кривошипной головок
59. Подрезка втулки поршневой головки
60. Фрезеровка смазочных канавок
61. Полировка

62. Притирки торца втулки кривошипной головки

63. Промывки и контроль.

Обработка большого отверстия в кривошипной головке, торцов головки, наружных поверхностей фланцев

Сверловку, затем расточку отверстия в большой головке, подрезку торцов и фланцев можно производить на токарно-лобовом или на карусельном станке. Наиболее удобной будет обработка на карусельном станке. Достоинства этого метода будут следующие:

1. Легче и удобнее закреплять деталь на столе карусельного станка, чем на планшайбе токарно-лобового.
2. Благодаря наличию револьверной головки и поперечного суппорта на карусельном станке имеется возможность совмещать переходы.
3. Более быстрая установка режущего инструмента в рабочее положение.

Порядок обработки на карусельном станке показан на рис. 80-81.

I позиция. Сверловка отверстия (если в заготовке имеется прошитое отверстие, то сверловку можно заменить грубой расточкой)

II позиция. Расточка отверстия и одновременная подрезка фланца.

III позиция. Подрезка торца.

После термической операции шлифовка торцов и фланцев производится на плоскошлифовальных станках, а доводка большого отверстия на внутр. шлифовальном.

Таблица межоперационных припусков и допусков при обработке отверстия в кривошипной головке моторов Райт-Циклон и Гном-Рон

Мотор	№ п/п	Наименование операции	Этап	Диаметр отверстия	Оставленный припуск
Райт-Циклон	1	Расточка отверстия	I	$\phi 84,8^{+0,1}$	1,6 - 1,55
	2	Расточки отверстия	II	$\phi 87,25^{+0,1}$	0,375 - 0,325
	3	Шлифовка отверстия	"	$\phi 87,60^{+0,025}$	0,2
	4	Шлифовка отверстия	"	$\phi 87,99^{+0,01}$	0,04 - 0,02
	5	Хонингование отверстия	"	$\phi 88,02^{+0,01}$	окончательно
	6	Хромирование			
	7	Хонингование отверстия			
Гном-Рон	1	Расточка отверстия	I	$\phi 92,3^{+0,2}$	1,85 - 1,75
	2	Чистовая расточка отверстия	II	$\phi 95,0^{+0,10}$	-
	3	Шлифовка отверстия	"	$\phi 95,5^{+0,07}$	0,25
	4	Окончательная шлифовка отверстия	"	$\phi 96^{+0,035}$	окончательно

В последнее время передовые авиационные фирмы начали применять первый способ обработки. После окончательной шлифовки отверстие в главном шатуне хонингуется, затем оно хромируется и снова хонингуется.

Хонингование необходимо для повышения предела усталости металла. Кроме этого, в хонингованном отверстии толщина хромированного слоя получается более равномерной. Хромирование же вводится для того, чтобы предохранить внутреннюю поверхность отверстия от всякого рода задиров,

которые могут получиться при смене подшипников.
Эти задиры понижают бы сопротивление детали в отношении
усталости.

Данные фирмы Райт-Циклон относительно производительности
хонингования отверстий в кривошипной головке.

1. Первое хонингование - 33 минуты

2. Второе хонингование (после хромирования) 40 минут.

Допуск на изготовление равен 0,005.

Обработка торцов малой головки

На рис. 82 показан один из наиболее производительных
способов обработки торцов. На стол горизонтально-фрезер-
ного станка закрепляется приспособление, на которое уста-
навливается два шатуна. Большое отверстие кривошипной го-
ловки насаживается на палец и сама головка закрепляется
разрезной шайбой и гайкой. Поршневая головка опирается
внешней своей поверхностью на закаленный штифт.

Кроме этого предусмотрен дополнительный затжим стержня
шатунa. Одновременно таким образом фрезеруется четыре
плоскости.

Сверловка отверстия в малой головке производится на
объемном вертикально-сверлильном станке. Деталь устанавли-
вается в кондуктор.

Обработка выемки между фланцами

До термической операции производится грубая фрезерсвка
выемки.

В авиаторостроении эту операцию обычно проводят на
вертикально-фрезерном станке (рис 83).

Шатун устанавливается на два пальца и опирается на фланец кривошипной головки и торец поршневой. Приспособление помещается на поворотном круглом столе.

II способ (рис. 84). Два шатуна закрепляются в специальном приспособлении, которое установлено на столе продольно-фрезерного станка.

Внутри корпуса приспособления (1) вращается валик (4), на обоих концах которого закреплены плиты (2). На этих плитах устанавливаются шатуны. Зажим деталей происходит с помощью шайбы (5) и гайки (6). Вращательное движение валик получает от червячного колеса (7) и червяка (8).

Такой метод значительно производительнее, чем первый способ. Единственным большим недостатком является то, что здесь требуется громоздкое, дорогостоящее приспособление.

Операции после термообработки.

Предварительная фрезеровка после калки происходит так же, как и до термообработки.

Шлифовка внутренних поверхностей фланцев кривошипной головки

На рис. 85 показано весьма простое приспособление для шлифовки внутренних поверхностей фланцев. Деталь закрепляется на поворотном валике приспособления, установленном на столе круглошлифовального станка. Круговая подача происходит вручную с помощью маховичка С, червяка и червячного колеса В. Для ограничения вращения червячной шестерни В (и изделия) установлены - упоры Д.

Обработка внешней поверхности поршневой головки, ребер стержня, боков стержня производится так же, как в боковом шатуне. Во всех этих операциях детали ориентируются по отверстиям кривошипной и поршневой головок, опорными поверхностями служат фланцы большой головки и торцы малой.

Обработка тавровой канавки

Как видно из рабочих чертежей, тавровые канавки главных шатунов имеют фасонную конфигурацию, поэтому их обработка более затруднительная, чем для боковых шатунов.

Операции до калки. Первоначально основную массу металла удаляют на горизонтально-фрезерном станке дисковыми фрезами. В приспособление устанавливают один или несколько шатунов, в зависимости от характера производства. Как видно из эскиза обработки, канавка после фрезеровки имеет трапецевидный контур (рис. 86). Для этого первоначально фрезеруется одна сторона, затем деталь перемещается и фрезеруется вторая.

На рис. 87 показана конструкция приспособления, применяемого для данной операции. На основной плите (1), прикрепленной к столу горизонтально-фрезерного станка (при работе дисковой фрезой) или вертикально-фрезерного (при работе торцевой фрезой), помещается подвижный сектор (4). Сектор может поворачиваться на некоторый угол вокруг пальца (17). Шатун устанавливается по наружному фланцу кривошипной головки на закаленное стальное кольцо (13) и ориентируется по пальцам (12) и (6). После установки детали, кривошипная головка зажимается разрезной шайбой (10) и гайкой. Для того, что-бы

создать дополнительную жесткость закреплённому шатуну в приспособлении имеются опорный штифт (9), соприкасающийся с дном тавровой канавки, и опорное кольцо (7), подводимое под торец поршневой головки.

Как видно из чертежа, на установочные пальцы надеваются втулки (11) и (8), по которым собственно и ориентируется шатун. Это сделано благодаря следующим соображениям: в случае износа наружных фиксирующих поверхностей легче сменить втулку, чем палец. Для уменьшения износа между основной плитой и сектором, к этим деталям по соприкасающимся поверхностям прикрепляются стальные закаленные пластины (2) и (3).

Работа с этим приспособлением происходит следующим образом: установив деталь отжимают гайки шпилек (5) и (14) которые прикрепляют сектор к основной плите маховиком (18) с помощью червяка (16) и рейки (15) поворачивают верхнюю часть приспособления до соприкосновения с упором (19). При этом боковая поверхность тавровой канавки будет строго перпендикулярна оси шпинделя станка. После этого зажимают гайки шпилек (5) и (14). Профрезеровав один бок канавки, поворачивают сектор до другого упора и обрабатывают вторую половину. Таким приспособлением можно изготовить на обработку двух шатунов одновременно.

Фрезеровка закруглений производится с помощью накладного копирки на вертикально-фрезерном станке торцевой фрезой (рис. 88).

Ролик, сидящий на одной оправке с фрезой, катится по на-

ружному контуру копира. Фреза при этом обрабатывает заданную фасонную поверхность.

Приспособление для полуавтоматического фрезерования наружного контура было описано выше в выпуске 1 раздела - обработка фасонных поверхностей.

Обработка отверстий под прицепные шатуны

I-й способ (фирма Бристол). Отверстие в бдном фланце цилиндрические, в другом конические. До термической операции эти отверстия сверлятся, затем три раза разворачиваются (рис. 89). Оставляемые припуски равны для цилиндрического отверстия 0,75 мм на диаметр, для конического 0,635 мм на диаметр. После термической обработки отверстия развертываются окончательно, при этом остается припуск 0,0127 мм на диаметр. Для того, чтобы выдержать параллельность осей отверстий развертки имеют направление и сверху и снизу изделия. Оставшийся припуск в 0,0127 мм снимается хонной. Хонны имеют по три абразивных бруска, удерживаемых пружинными кольцами и раздвигающихся посредством конусов. Предварительно хонингуются цилиндрические отверстия, а затем конусные. Для цилиндрической хонны число оборотов шпинделя в минуту равно 161, число двойных ходов - 54.

Для конической хонны число оборотов шпинделя в минуту 242. Число двойных ходов 67.

При хонинговании цилиндрических отверстий хона направляется отверстием в плите кондуктора. Коническая хона направляется специальным кольцом, входящим в доведенное

цилиндрическое отверстие. Хонингованное отверстие лучше сопротивляется износу, происходящему при запрессовке и выпрессовке пальцев под боковые шатуны.

Сверловка отверстий под причепные шатуны

Сверловку отверстий под причепные шатуны можно проводить двумя способами:

I способ. Деталь устанавливается в кондуктор и сверловка производится на радиально-сверлильном станке.

II способ. Сверловка производится на вертикально-сверлильном станке, оснащенном многошпиндельной головкой.

Второй способ значительно производительнее, чем первый (одновременно сверлятся все отверстия). Кроме этого, не требуется дорогостоящего радиально-сверлильного станка.

Конструкция кондуктора для этой операции показана на рис. 89а. В кондуктор ящичного типа (1) устанавливается шатун, который ориентируется штифтом (3) и кольцом (7). Штифт (3) нижним своим хвостовиком свободно входит в стальную втулку (2). Кольцо (7) центрируется валиком (5), который входит нижним концом во втулку (10) и может навинчиваться на болт (11).

Закрепление детали в кондуктор происходит следующим образом: вложив в отверстие кривошипной головки кольцо (7) устанавливают шатун в кондуктор. Затем валиком (5) и штифтом (3) ориентируются обе головки. Навинчиваясь на болт валик (5) своим буртиком зажимает кривошипную головку. Сверло направляется кондукторными втулками (6). Это же

приспособление служит и для развертки. Нижний твосторик развертки, во время работы, направляется втулкой (9).

(обработка шатуна мотора Гном-Рон)

II способ. Сверловка отверстий производится после термической операции. Порядок операций при изготовлении этих отверстий будет следующий:

1. Сверловка отверстий
2. Развертка отверстий
3. Шлифовка отверстий окончательно.

III способ (обработка шатуна мотора Райт-Циклон).

Сверловка отверстий производится после термической операции. Порядок операций при изготовлении этих отверстий будет следующий:

1. Сверловка отверстий на $\phi 25,5$.
2. Зенковка отверстий на $\phi 26,2^{+0,1}$
3. Развертка отверстий на $\phi 26,5^{+0,05}$
4. Шлифовка отверстий на $\phi 26,9^{+0,027}$

IV способ

1. Сверловка отверстий
2. Развертка отверстий
3. Шлифовка отверстий
4. Хонингование "
5. Хромирование "
6. Хонингование "

Этот метод будет наилучшим. Сверловку необходимо проводить с помощью многошпиндельной головки. Предварительную развертку нужно делать для того, чтобы оставить минимальные

припуски на шлифовку, являющиеся наиболее трудоемкой операцией. Развертку так же необходимо делать многошпиндельной головкой.

Окончательная шлифовка производится обычно на внутришлифовальных станках Бриант (рис. 90).

Причина применения Хонинг процесса и хромирования была уже объяснена выше - при описании методов обработки большого отверстия.

На рис. 90а показано приспособление для шлифовки поршневой головки шатуна. Кривошипная головка детали центрируется по диску (1), поршневая головка - по вставному фиксатору, который после закрепления шатуна удаляется. Зажим осуществляется болтом (8), разрезной шайбой (7) и гайкой (6). Для того, чтобы изделие не прогибалось во время работы, в приспособлении предусмотрена регулируемая опора (5).

2 - опорное кольцо, с которым соприкасается большой фланец головки шатуна.

3 - основная плита приспособления, прикрепляемая к планшайбе шлифовального станка.

После термической операции производится чистовая фрезеровка тавровой канавки. Очень часто для этой цели применяется накладной копир. На рис. 91 показана фотография обработки тавровой канавки главного шатуна мотора Бристол.

Деталь устанавливается в приспособление, которое закрепляется на столе вертикально-фрезерного станка. Сверху детали ложится накладной копир А. Ролик В, соединенный со шпинделем

станка, катясь по контуру копира, дает возможность фрезе выбрать тавровую канавку фасонной конфигурации.

Фрезеровка фасонного контура кривошипной головки

Фрезеровка наружного контура производится в два прохода:

I - предварительная обдирка до термической операции.

II - окончательная обработка после термической операции.

Эту операцию, вообще говоря, можно осуществить несколькими способами:

1. Обработка по разметке.
2. " " с помощью накладного копира.
3. Полуавтоматическое фрезерование со специальным копиром.

Достоинства и недостатки этих методов уже были рассмотрены в разделе - обработка фасонных поверхностей. (Выпуск I)

На рис. 92 показана конструкция приспособления с накладным копиром. Деталь ориентируясь по двум установочным пальцам (2) и (5), закрепляется в специальном приспособлении. Плита (1) фиксируется на поворотном столе вертикально-фрезерного станка хвостовиком α . Сверху кривошипной головки устанавливается накладной копир (3). С внутренней стороны копира имеется кольцевой выступ и палец, входящие в большое отверстие кривошипной головки и отверстие под прицепной шатун. Закрепление копира производится откидной планкой (4) и гайкой.

Фрезеровка ребер шатуна обычно происходит на горизонтально-фрезерном станке. На стол станка устанавливается одна или несколько деталей. На рис. 93 показана конструкция приспособления для этой операции. На основной плите (5) находятся две пары установочных пальцев (4) и (8). По этим пальцам и ориентируется шатун во время установки.

Как видно из чертежа, зажим быстросействующий. Давление от гайки (1) передается на разрезную шайбу (3) и, кроме этого, через болт (2), коромысло (6) на болт (7). Болт (7), в свою очередь, с помощью разрезной шайбы (10), притжимает поршневую головку к регулируемым опорам (9).

Для того, чтобы снять деталь достаточно только несколько отжать гайку (1), при этом разрезные шайбы (3) и (10) свободно вынимаются. Для того, чтобы ребра были строго горизонтальны необходимо предусмотреть соответствующий наклон подошвы основной плиты (5).

Сверловка стопорных отверстий производится в специальном кондукторе (рис. 94).

I - угольник 2 и 7 - пальцы для ориентировки шатуна,
3 - кондукторная втулка, 4 - разрезная шайба, 5 - вороток для зажима и 6 - шатун.

Контроль главных шатунов

Главные шатуны контролируются в процессе и после механической обработки. В процессе контроля проверяются геометрические размеры шатуна, симметричность расположения поверхностей и, кроме этого, производится внешний осмотр качества поверхности и выявление трещин на специальном приборе Магнофлюкса.

Главный шатун с ответной крышкой мотора водяного охлаждения. Главные шатуны рядных моторов обычно состоят из корпуса и крышки. На рис. 95 показана конструкция главного шатуна мотора Испано-Сюиза.

Требования в отношении точности и качества наиболее важных поверхностей сведены в таблицу

№ п/п	Наименование поверхностей	Точность обработки	Чистота обраб. поверхн.	Примечания
1	Торцы поршневой головки	0,1	▽▽	
2	Отверстие в поршневой головке	0,02	▽▽▽	Овальность и конусность не более 0,01
3	Торцевые поверхности кривошипной головки	0,1	▽▽▽	
4	Отверстие в кривошипной головке	0,03	▽▽▽	Овальность не более 0,02 Конусность не более 0,01
5	Отверстие пальца прицепного шатуна	0,015	▽▽▽	Овальность и конусность не более 0,01
6	Выемка между проушинами пальца бокового шатуна	0,1	▽▽	
7	Поверхность замка в большом отверстии	0,02	▽▽▽	
8	Поверхность шлицов	0,02 0,05	▽▽▽	
9	Наружные поверхности шатуна	0,1	-	Наружные поверхности шатуна полируются

Параллельность осей головок шатуна:

1. Горизонтальный перекосяк 0,05 на длине 200 мм
2. Вертикальный перекосяк 0,05 на длине 200 мм.

Шатун изготавливается из хромоникелевой стали, химический состав которой и механические качества сведены в таблицу.

Химический состав		Механич. качества после термообработки:													
C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	вре- мен. со- про- тис- лен	пре- дел теку- че- сти	дли- нение в % %	пло- щадь су- жен в % %	диа- метр отпе- чат- ка	чис- ло бри- вел- ля	чис- ло рок- вел- ля	сопро- тивлен. на изгиб
0,28	0,32	≤	≤	≤	1,17	4,2	0,4	100	7190	12	50	3,25	302	33	712
0,32	0,45	0,25	0,03	0,03	1,35	4,6	0,6					3,5	352	38	

№ опера-ции	Наименование переходов	№ агрегата	Эолит. дет.		Тепловой режим:				Охлажд. среда	При-меча-ние
			в группе	в агрегате	темпл. загрузки	время подогрева	Темпер. оконч. подогрев.	время выдержки		
а)	Закалка I			6-8	не более 700°	1,5-2,4	950	+15°	45-60м	воздух
б)	Закалка II			не более 70	не более 800°	1,0-1,5ч	850	+15°	45-60м	масло
в)	Отпуск			не более 70	не более 550°	1,0-1,5ч	570	+30°	45-75м	масло или зашце-рин
г)	Обезжирив.									
д)	Обдувка									
е)	Зачистка									
ж)	Контроль									
з)	Контроль									

В щелочной ванне 8 м при $t = 80 \pm 10^\circ$

В пескоструйном аппарате

Места зачистки см. эскиз

На твердость по Бринеллю, норма Ф атп. 3, 2-3, 45 при 10 (3000)

механических качеств в лаборатории

Перехо-ды

а) Закалка I-я

Загрузить в камеру подогрети печи 6-8 шатунов при температуре выше 700°C . Периодически продвигая шатуны в камеру окончательного нагрева, прогреть шатуны до температуры $950 \pm 15^{\circ}\text{C}$ в течение 45-60 м, после чего выдать их на воздух.

б) Закалка II-я

Загрузить в печь не более 70 шатунов одной плавки, помещая их на подине печи в один раз.

Температура печи при загрузке деталей должна быть не выше 800°C . Прогреть шатуны до $850 \pm 15^{\circ}\text{C}$ в течение 1,0-1,5 ч. после чего выдержать их при $850 \pm 15^{\circ}\text{C}$ в течение 45-60 мин. Выдать из печи и охладить в масле.

в) Отпуск

Загрузить в печь не более 70 шатунов одной плавки, размещая их на подине печи в один ряд.

Температура в печи при загрузке деталей должна быть не выше 550°C . Прогреть шатун до 550°C в течение 1,0-1,5 ч. и выдержать их при $570 \pm 30^{\circ}\text{C}$ в течение 45-75 мин. После этого шатуны выдать из печи и охладить в масле или глицерине.

г) Обезжиривание

Погрузить шатуны в щелочную ванну следующего состава:

- | | | |
|--------------------------|--------------|------------------|
| 1. Сода кальцинированная | 10-15 гр. | } На 1 литр воды |
| 2. Сода каустическая | 10-20 " | |
| 3. Хромпика | 0,2-0,25 гр. | |

Выдержать шатуны в ванне при $80 \pm 10^{\circ}\text{C}$ в течение 8-10 минут.

д) Обдувка

Шатуны из щелочной ванны обдувать в пескоструйном аппарате под шлангом.

е) Зачистка

Каждый шатун зачистить в местах, указанных на эскизе, наждачным и войлочным кругом. Глубина зачистки должна быть не более 0,5 мм.

ж) Контроль

Промерить на зачищенных местах твердость по Бринеллю. Диаметр отпечатка должен быть в пределах 3/2-3,45 10/3000/30

з) Контроль

Один шатун от партии, одновременно термически обработанных одной плавки в количестве не более 70 шт., подвергнуть механическим испытаниям.

Заготовки применяется штампованная при этом волокнистая структура согласно конфигурации детали. Для того, чтобы облегчить установку детали и упростить приспособления, высоты головок в заготовке делаются на одинаковый размер.

Технологический процесс механической обработки главных шатунов разбивается на три этапа:

Ⅰ. Обработка до термической операции (калка, отпуск)

Ⅱ. " после термической операции

Ⅲ. " в собранном виде (шатун с крышкой).

Выбор баз (рис. 96).

При обработке внешнего контура шатуна в качестве основной базы принимаются отверстия в поршневой и боковой головках или же в поршневой и кривошипной. Опорными поверхностями яз-

ляются торцы кривошипной и малой головок. Эти головки первоначально обрабатываются на одинаковую высоту для того, чтобы упростить конструкцию приспособлений и увеличить точность установки детали.

Порядок операций технологического процесса изготовления главных шатунов.

1. Фрезеровка торцов кривошипной и поршневой головок
2. Шлифовка торцевых поверхностей головок
3. Сверловка, зенковка, развертка в поршневой и боковой головке.
4. Обработка отверстия кривошипной головке
5. Фрезеровка наружных поверхностей стержня
6. Фрезеровка контуров канавок
7. " " тавровых "
8. Термообработка
9. Шлифовка торцов кривошипной и поршневой головок
10. Расточка отверстий в поршневой и боковой головках
11. Фрезеровка наружных контуров стержня и головок (предварительная и окончательная)
12. Фрезеровка фасонных выемок в кривошипной головке (предварительная и окончательная)
13. Фрезеровка тавровой канавки (предварит. и окончат.)
14. " и шлифовка шлицов соединения с крышкой кривошипной головки
15. Сверловка стазочных отверстий
16. Сборка шатуна с отъемной крышкой
17. Сверловка и развертка отверстий под штифты крепления кривошипной головки с отъемной крышкой.

18. Шлифовка торцов кривошипной головки
19. Поврезка торцов поршневой головки
20. Расточка отверстия в кривошипной головке
21. Расточки выемки между проушинами боковой головки
22. Разборка шатуна
23. Предварительная полировка
24. Сборка шатуна
25. Шлифовка торцов кривошипной головки
26. Шлифовка отверстия поршневой головки
27. Шлифовка отверстия кривошипной головки
28. " " боковой головки
29. Запрессовка втулок
30. Разборка шатуна
31. Сверловка слесарных и стопорных отверстий в шатуне и крышке
32. Сборка шатуна
33. Алмазная расточка втулок
34. Контроль параллельности осей
35. Окончательная полировка
36. Балансировка
37. Сборка главного шатуна с прицепным
38. Окончательный контроль.

Фрезеровка торцевых поверхностей головок, сверловка, зеньковка, развертка отверстий в поршневой и боковой головках проводят по тем же методам, какие применяются для обработки головок боковых шатунов. На рисунках 96а, 96б показана фрезеровка торцов автомобильных шатунов на продольно-фрезерных станках Дуплекс.

Обработка отверстия в кривошипной головке

I этап (до тертической операции). Обработку отверстия в кривошипной головке можно осуществить двумя способами:

I-й способ. Деталь устанавливается на планшайбу токарно-лобового станка, ориентируясь при этом по отверстиям поршневой и боковой головок. Затем расточным резцом производится снятие стружки.

В целях увеличения производительности, в данном случае, можно было бы вместо резца применить зенкер или резцовую головку, но имеется опасность, что этим инструментом нельзя будет выдержать направление оси.

2-й способ. Деталь устанавливается в приспособление, закрепленное на протяжном станке (рис. 97).

К основному диску приспособления (1) привинчивается плита (2), на которой чтеются два пальца, ориентирующие деталь при ее установке. Для направления протяжки имеется выступ а на угольнике (5).

Этот способ значительно производительнее, чем первый, и его необходимо применять при крупносерийном производстве.

После тертической операции исправляется база, затем уже обрабатывается большое отверстие в кривошипной головке с оставлением припусков на расточку и шлифовку в собранном виде.

Способы работ такие же, как и для черновой обдирки. Собрав крышку с шатуном, первоначально шлифуют торцы кривошипной головки, затем шатун устанавливается на планшайбу токарно-лобового станка. Отверстие растачивается начисто с оставлением припусков на окончательную шлифовку.

Обработка наружного контура кривошипной головки
и стержня шатуна

1-й способ (применяемый во французском авиадвигателестроении) (рис. 98 и 99).

1. Фрезеровка боков стержня на продольно-фрезерном станке.

Детали устанавливаются на поворотное приспособление. Одновременно обрабатывается четыре шатуна (по два шатуна с каждой стороны). Во время фрезерования рабочий снимает обработанные детали и устанавливает новые заготовки.

Вспомогательное время затрачивается только на отвод приспособления в исходное положение, поворот приспособления и подвод его к фрезам.

2. Фрезеровка фасонного профиля кривошипной и поршневой головок производится так же на продольно-фрезерном станке фасонными фрезами (рис. 100 и 101).

Детали устанавливаются на поворотное приспособление. Фиксирование происходит по пальцам, которые входят в отверстия поршневой и кривошипной головок. Затжим осуществляется разрезными шайбами и головками. Точно таким же образом фрезеруется обратная сторона.

Как уже указывалось выше, приспособления устанавливались на стандартный поворотный стол конструкции фирмы Цинцинати (рис. 102). Основной корпус (2) прикрепляется наглухо к столу фрезерного станка. Верхняя плита (5), может поворачиваться вокруг втулки (12), которая наглухо соединена с основным корпусом.

Прижим верхней плиты к корпусу и ее отжим происходит с помощью рукоятки (17).

Перемещая рукоятку по направлению стола, заставляют передвигаться серию планок (18), (3) (4, 9), соединенных шарнирно между собою. Планка (9) соединяется с поперечной пластинкой (20), на крайних концах которой расположены клинья (13). При своем передвижении клинья приподнимают один конец планки (14), заставляют ее поворачиваться вокруг оси (15). Другой конец, нажимая на головку болта (16) заставит прижаться поворотную плиту (5) к основному корпусу. Одновременно с крайним зажимом действует так же центральный зажим. При своем передвижении планки (9) заставляют так же поворачиваться эксцентриковый кулачек (7). Этот кулачек насажен на ось (6), которая закреплена в полой валике (11). На верхнем конце этого валика находится круглая гайка. Эксцентриковый кулачек упираясь в сухарь (8), который находится в соприкосновении с внутренним буртиком втулки (12), заставляют полый валик (7) подаваться вниз. Верхняя круглая гайка при этом прижмет поворотную плиту к основному корпусу.

Фиксирование поворотной плиты производится стержнем (10), конец которого входит в прямоугольный паз планок (1), прикрепленных к обим сторонам плиты. В целях ускорения попадания стержня (10) в паз детали (1) предусмотрен специальный механизм, состоящий из двух упоров (21) в поворотной плите и одного дружинащего упора (22). Этот механизм помогает предварительной ориентировке плиты (5), поэтому ранее, чем зажимать рукоятку (17), следует плиту (5) повернуть против часовой

стрелки до взаимного соприкосновения двух деталей (21 и 22). Пружинящий упор (22) позволяет второму упору (21) занять соответствующее ему положение при повороте стола на 180° . Благодаря пружине и скосу на упоре (21) деталь (22) легко перескакивает через него и занимает надлежащее положение. На поверхности стола приспособления устанавливаются по центральному шпоночному пазу и закрепляются болтами, которые завинчиваются в резьбовые отверстия.

II способ. Обработка производится на продольно-фрезерном станке с помощью специального копира (этот метод описан в выпуске I - обработка фасонных поверхностей). На стол станка устанавливается один или два шатона. Первый способ более производительный, чем второй. Кроме этого, благодаря применению поворотного приспособления значительно сокращается вспомогательное время.

Обработка шлицов в замке

Наиболее распространенный способ изготовления этих шлицов происходит по следующей схеме:

1. Первоначально все шлицы фрезеруются комплектом фрез, насатканных на оправку горизонтального или продольно-фрезерного станка (рис. 103). При этом иногда применяют поворотный стол для сокращения вспомогательного времени (рис. 104). Обычно фрезеровка производится в две операции, после чего каждая прорезь отдельно шлифуется.

Обработка пазов под крышку

I способ

Первоначально паз фрезеруется комплектом фрез, после этого шлифуется.

II способ. Деталь устанавливается в приспособление, закрепленное на протяжном станке. С помощью специальной протяжки паз обрабатывается сразу начисто.

Обработка тавровой канавки производится так же, как и для главного шатуна звездообразного мотора. На рис. 105 показана конструкция приспособления для фрезеровки тавровой канавки на вертикально-фрезерном станке, 1 - основная плита, 2 - палец кривошипной головки, 5 - подвижной палец поршневой головки, установив шатун на пальцы, прижимают его к упорной планке (8). Затем закрепляют его с помощью разрезных шайб и гаек.

Как видно из рисунка, боковая поверхность тавровой канавки будет параллельна оси продольного стола станка. Обработав одну боковую сторону тавровой канавки отжимают гайки и перемещают палец (5) вместе с пластинкой (7) до тех пор, пока стержень шатуна не коснется противоположной упорной пластинки (4). После этого в его систему снова закрепляют и обрабатывают оставшуюся часть канавки.

Данное приспособление весьма простое по своей конструкции.

Обработка канавок между проушинами для пальца бокового шатуна показана на рис. 105а. Два шатуна (1) закреп-

лены на качающейся рамке (2). Сборку рамки имеется копир (3). В процессе работы ролик, закрепленный на станине станка, благодаря копиру заставляет рамку подниматься и опускаться и четыре дисковых фрезы производят обработку четырех канавок, согласно рабочей чертежи детали.

Обработка контура кривошипной головки со стороны стержня

Обычно эту операцию осуществляют на вертикально-фрезерном станке с помощью специального копира. Деталь устанавливается в приспособление (рис. 106). Корпус приспособления (2) закрепляется на продольный стол. На этом корпусе находятся установочные пальцы (3 и 7), по которым ориентируется деталь. Затжим шатунов происходит благодаря разрезным шайбам (4 и 6) и гайкам. Для установки режущих кромок торца фрезы при наладке станка на определенном уровне имеется палец (5). Копир (1), имеющий фасонный профиль, присоединен к нижней плоскости приспособления. В фасонную канавку входит ролик (8). Этот ролик вместе с осью (9) находится на кронштейне (10), который прикрепляется к вертикальным или горизонтальным направляющим. Для того, чтобы при обратном быстром ходе режущие кромки фрезы не терлись об обработанную поверхность и не зуются отводные рычаги (11 и 12). Эти рычаги работают следующим образом: как только кончится фрезерование и ролик выйдет на прямую поверхность копира, пружина (13) заставит тотчас же конец обводного рычага соприкоснуться с копиром. При обратном же быстром ходе ролик будет катиться по наружному контуру обводного рычага и по внешней кромке

копира. Приспособление вместе с закрепленными на нем шатунами отойдет от фрезы.

Прижим копира к ролику производится с помощью гребца или пружины. Поперечные салазки соединяются с винтовым валиком подачи.

Как видно из описания, назначение рабочего состоит только в том, чтобы снимать и устанавливать детали и включать продольную подачу.

Сборка шатуна с крышкой

Во время сборки крышку пригоняют к кривошипной головке шатуна. Пригонка делается под краску с точной выдержкой зазора. Это весьма трудоемкая операция, требующая рабочего высокой квалификации. После этого производится сверловка отверстий под соединительные шпильки, а так же их развертка на конусе. Разворачивание происходит вручную. При этом применяется специальная смазывающая жидкость следующего состава:

1. Скипидар 10%	Все эти составные части смешиваются в холодном состоянии до получения однородной жидкости. Обработанная поверхность имеет весьма хорошее качество.
2. Парафиновое масло 40%	
3. Льняное масло 40%	
4. Сера (серный цвет) 5%	
5. Свинцовые белила 5%	

После развертки отверстие продувается воздухом. Перед постановкой шпилька слегка смазывается бараньим салом, затем ее слегка заколачивают деревянным молотком. После этого шатун ставят под копер и грузом весом 2580 грамм - первый

раз с высоты 200 мм, второй раз с высоты 300 мм забивают шпильку. В случае, если шпилька после второго удара с высоты 300 мм не дойдет до места, ее нужно выпрессовать, отверстие в кривошипной головке развернуть и снова повторить запрессовку.

Перед постановкой вкладышей проверить зазоры в замке сочленения шатуна с крышкой:

1. В пазах крышки зазор от 0,05 до 0,1 мм

2. В средних пазах крышки зазор от 0,1 до 0,25 мм.

Без зазоров в средних пазах шатуна сборке не допускается, потому что в замке возникают перенапряжения, вследствие чего происходит отломки углек.

Полировка шатуна

Главный шатун и крышка после механической обработки поступают в слесарную бригаду, где снимаются заусенцы по всему контуру.

Полировка обычно производится в две операции:

1. Предварительную

2. Окончательную.

Предварительная полировка осуществляется мелкозернистым мягким шлифовальным кругом, надетым на ось моторчика, имеющего 2400 оборотов в минуту. Снятие металла происходит от кривошипной головки к поршневой. Тавровая канавка вначале обрабатывается специальным напильником или шабером до тех пор, пока по всем ее поверхностям не будут удалены следы механической обработки. Кроме этого, специальным шабером снимается фаска по всем острым углам стержня.

По окончании предварительной полировки шатун направляется в слесарную бригаду, где его собирают окончательно (ставят вкладыш в кривошипную головку, запрессовывают втулку в поршневую головку, пригоняют боковой шатун и т.д.). Затем деталь направляется на окончательную полировку.

Окончательная полировка производится фетровыми кругами с наклеенным абразивным порошком. Наклеивание фетровых кругов производится следующим образом: обыкновенный столярный клей дробится, заливается водой и в таком положении находится в течение 24 часов. После этого железная банка с размоченным клеем ставится в кипящую воду. Обезжиренный фетровый круг покрывается слоем жидкого столярного клея, а затем просушивается в течение 12 часов.

Просушенный круг снова покрывается клеем, осыпается наждачной пылью и направляется в сушильную печь, где выдерживается 12 часов.

Получение зеркального блеска происходит от мастики, имеющей такие составные части.

- | | |
|--------------------------|------------------|
| 1. Окись хрома 40 гр; | 4. Керосин 3 гр; |
| 2. Окись алюминия 35 гр; | 5. Вазелин 5 гр. |
| 3. Парафин 55 гр; | |

В собранном комплекте главного шатуна с прицепным проверяется зазор щупом между торцами кривошипной головки бокового шатуна с проушиной главного. Нормальный зазор считается 0,15, максимальный 0,2. Параллельность осей отверстия в кривошипной головке главного шатуна и поршневой прицепного контролируется так же, как и у отдельной детали.

Балансировка шатунов

Для того, чтобы кривошипно-шатунный механизм мотора был динамически уравновешен, необходимо провести балансировку шатунов, которая состоит в подборе деталей с головками одинакового веса. Балансировка происходит после расточки вкладышей в кривошипной головке и втулки в поршневой на специальных весах с точностью - 1-2 грамма.

Вес нижней головки 2235 грамма.

Допуск в пределах одного комплекта (комплект 6 шатунов) - 2 грамма

и между комплектами 30 грамм;

Вес верхней головки 765 грамм;

Допуск в пределах одного комплекта 2 грамма;

Допуск между комплектами 10 грамм;

Общий вес главного шатуна 3010 грамм.

Допуск на вес между шатунами комплекта 4 гр.

Допуск на вес между шатунами разных комплектов 40 гр.

При подгонке веса материал снимается в кривошипной головке главного шатуна с ребер крышки, а в поршневой головке и головке прицепного шатуна на переходах от головок к стержню. При балансировке в отверстия головок вставляются конуса, имеющие на концах призмы. Эти призмы при взвешивании вставляются в отверстия специальных крючков, соединенных с рычагами весов.

Контроль шатуна

Контроль главного шатуна разделяется на предварительный и окончательный.

Предварительный контроль производится после всех стачных работ, при этом промеряются размеры головок, стержней, ребер, тавра и т.д. Особое внимание обращается на поверхности замка кривошипной головки, где контролируются все пазы и выступы в отдельности, затем в различных сочетаниях друг с другом и, наконец, совместно. Для всех этих промеров применяется большое количество различных шаблонов, скоб, калибров, специальных штангелей и других мерительных инструментов.

Во время слесарных работ главный шатун проходит так называемый контроль подгонки, во время которого проверяется пригонка крышки к кривошипной головке. На окончательном контроле, до постановки вкладыша и запрессовки втулки в верхнюю головку, проверяют:

1. Диаметры отверстий поршневой, кривошипной и боковой головок
2. Ушки для прицепного шатуна
3. Параллельность осей отверстий кривошипной и поршневой головок
4. Параллельность осей отверстий боковой и поршневой головок.

Диаметр отверстия поршневой головки предельным калибром, отверстие кривошипной и боковой головок - индикатором.

Ширины проушин боковой головки замеряются микрометром, а выемку между ушками - спец. шаблоном.

Проверки параллельности осей отверстий головок производится на таких же приспособлениях, которые применялись

для боковых шатунов (описание этих приспособлений см. выше)
После запрессовки втулки и постановки вкладышей и последующих механических операций (алмазная расточка и др.), шатун снова проходит контрольную операцию, где проверяется отверстие втулки и вкладышей, а так же параллельность их осей.

Часть IV

Изготовление гильз цилиндров

Гильзы цилиндров авиационных двигателей по своей конструкции разбиваются на две группы.

1. Гильзы рядных моторов
2. Гильзы моторов с воздушным охлаждением.

Гильзы рядных моторов конструктивно так же отличаются друг от друга.

Имеются детали со специальной резьбой для завинчивания их в блоки (мотор Испано-Сюзэ) и детали без специальной резьбы. На рис. 107 показаны разновидности этих цилиндров.

Описание конструкции гильзы мотора Испано-Сюзэ

Деталь представляет собою тонкостенный, открытый с обеих сторон цилиндр с толщиной стенок 3,1 мм. На наружной имеют ребра жесткости, которые необходимы для устойчивости гильзы не только при работе мотора, но и при механическом изготовлении. В верхней части имеется резьба, с помощью которой гильза завинчивается в блок. Верхний буртик служит опорной поверхностью для уплотнительного стального эластичного кольца, который не дает возможности горячим газам из камеры сгорания прорваться в пространство водяной рубашки.

В нижней части гильзы так же имеется резьба, на которую навинчивается гайка, сжимающие уплотнительные резиновые кольца. Этим устраняется возможность просачивания жидкости из пространства водяной рубашки в картер. Наружная поверхность цилиндра в местах, омываемых охлаждающей жидкостью, нитрируется для предохранения от коррозии. Внутренняя поверхность азотирована на глубину 0,4-0,6 мм. Твердость азотированного слоя по Роквеллу равна 82 - 85.

Фаски на верхнем и нижнем концах гильзы, снятые с внутренней стороны, служат для облегчения одевания гильзы на оправку при обработке. Фаска на нижнем конце, кроме того, облегчает ввод поршневых колец при сборке поршня и цилиндра.

Допускаемый эллипс - 0,02

Допускаемый конус - 0,02.

Внешний вид:

1. На внутренней и наружной поверхностях гильзы не должно быть никаких следов поковочных дефектов, трещин и выкрашиваний нитрированного слоя.

2. На зеркале гильзы не допускаются шлаковые включения, превышающие по своим размерам точечные.

3. Никакие дефекты на резьбе гильзы не допускаются.

Заготовка

Заготовка в механический цех поступает в ободранном виде и термически обработанная. Термическая обработка заключается в калке и отпуске.

Калка - нагрев до 900°-950°С. Время нагрева 2 часа, выдержка 1 час. Охлаждение в масле.

Отпуск - 650° - 700° . Время нагрева 1 час, выдержка 3,3-4 часа. Охлаждение на воздухе. Механические качества определяются путем испытания отдельных образцов из того же материала, термически обработанных заодно с гильзой.

После термической операции механические качества будут следующие:

1. Временное сопротивление разрыву - 95 кг/мм^2
2. Относительное удлинение - 10%
3. Твердость по Бринеллю - 285-341

Материалом гильзы служит хромомолибденовая алюминцевая сталь.

Химический состав данной стали в процентах

C	Mn	Si	S	P	Cr	Al	Mo
0,35-0,45	0,8	0,5	0,03	0,03	1,25-1,85	0,8-1,25	0,15-0,3

Алюминий и хром способствуют улучшению процесса фазотрициции внутренней поверхности.

Таблица припусков на механическую обработку поверхностей

№/п/п	Наименование поверхностей	Припуск на сторону в мм:	
		минимальн.	максимальн.
1	Короткий пояс	10	8,75
2	Упорная резьба	6,7	6,45
3	Второй пояс	6,7	6,45
4	Поверхность буртика	2,76	2,51
5	Стенки гильзы	6,15	5,9
6	Ребра жесткости	4,15	3,9
7	Поверхность буртика	2,76	2,51
8	резьба	5,5	5,0
9	Длинный пояс	6,35	6,1
10	Внутренняя поверхность	3,75	3,25

Технологический процесс изготовления гильзы

Весь технологический процесс можно разбить на три этапа.

I этап. Обдирки наружных и внутренних поверхностей.
Стабилизация (нагрев до температуры 550° . Выдержка 8 часов.
Охлаждение с печью до 300° - 350°).

Оставленные припуски на сторону по внутренней поверхности - $0,6$ мм, по наружной поверхности (пояски между ребрами жесткости) $4,9$ мм.

II этап. Расточка и шлифовка внутренней поверхности и лужение наружной и торцов гильзы (для предохранения от азотизации).

Оставляемый припуск на сторону по внутренней поверхности колеблется от $0,145$ до $0,11$. Отверстие шлифуется с точностью до $0,03$. Азотизация (нагрев до температуры 500° - 510° . Выдержка 96 часов. Охлаждать с печью до температуры 160° - 200° . Толщина азотированного слоя равна $0,5$ - $0,8$ мм). Твердость по Роквеллу 82 при $P = 60$ кг. Эллипс в отверстии после азотизации не должен быть более $0,07$.

III этап. Окончательная обработка гильзы.

Выбор баз

I этап. Обработка наружной поверхности - база - отверстие
" " внутренней " - база - наружная поверхность.

Для того, чтобы деталь во время механической обточки и расточки меньше деформировалась, на концах цилиндра оставляются буртики жесткости (рис. 108).

II этап. Исправляется наружная база (подрезаются торцы и обтачиваются буртики жесткости).

III этап. При токарной обработке наружных поверхностей деталь ориентируется по отверстию.

При наружной предварительной шлифовке и нарезке резьбы на резьбо-фрезерном станке, гильза ориентируется по фаскам, расположенных по отверстию.

При предварительной и окончательной внутренней шлифовке ориентировка происходит по буртикам.

При окончательной внутренней шлифовке нарезка резьбы для соединения блока-базой служит внутренней шлифованная поверхность, которая в данном случае обеспечивает лучшую устойчивость детали при обработке, чем при ориентировке гильзы на фаски.

Порядок операций технологического процесса изготовления гильзы цилиндра

1. Термообработка (калка, отпуск)
2. Обточка поверху
3. Расточка внутреннего отверстия
4. Стабилизация
5. Исправление наружной базы (подрезка торцов гильзы и обточка буртиков жесткости)
6. Лужение наружной поверхности и торцов гильзы
7. Расточка внутренней поверхности
8. Шлифовка
9. Азотизация
10. Снятие фасок по отверстию
11. Предварительная и окончательная обработка наруж-

ной поверхности

12. Радирование наружной поверхности
13. Шлифовка средних буртиков и торцов гильзы (исправление наружной базы)
14. Шлифовка фасок по отверстию (изготовление базы для предварительной, наружной шлифовки и фрезеровки резьбы)
15. Предварительная наружная шлифовка
16. Фрезеровка резьбы
17. Предварительная шлифовка отверстия
18. Окончательная наружная шлифовка
19. Нарезка резьбы для соединения с блоком
20. Подрезка торцов буртиков
21. Окончательная шлифовка отверстия
22. Хонингование отверстия
23. Полировка наружных концов гильзы
24. Окончательный контроль.

Обработка наружной поверхности

Вследствие малой жесткости детали, токарная обработка наружных поверхностей производится в несколько проходов

I этап. Обточка наружной поверхности (рис. 109). Данную операцию лучше всего проводить на многорезцовом токарном станке. На заднем суппорте устанавливаются подрезные резцы для обработки торцов, на переднем - проходные резцы для обточки буртиков жесткости и выемки между ними. Так как заготовка гильзы имеет достаточно жесткие стенки и работа происходит со значительным снятием стружки, то деталь закреп-

ляют на разжимную оправку. Затжим и отжатие лучше всего делать пневматическими.

II этап. Исправление базы (подрезка торцов и обточка буртиков) производится на токарном многолезцовом станке. Деталь устанавливается на разжимную оправку (рис. 110).

III этап. I Первая обточка поверху с оставлением средних буртиков.

2. Вторая обточка поверху с оставлением средних буртиков (рис. 111).

3. Предварительная обточка поясов между ребрами жесткости.

4. Окончательная обточка поясов между ребрами жесткости и изготовление этих ребер (рис. 112).

5. Обточка поясов под резьбу с оставлением припусков под шлифовку.

Как видно из технологического процесса, наружная токарная обработка в III-м этапе производилась в пять операций. Такое большое количество операций вызвано малой жесткостью детали, благодаря чему нельзя было брать больших глубин резания. Деталь устанавливалась в первых четырех операциях на гладкую цилиндрическую оправку и закреплялась по торцам с помощью разрезной шайбы и гайки. Таким образом усилия затжима имеют направление вдоль образующей цилиндра, вследствие чего мало деформируют деталь. Разжимную оправку здесь применить нельзя, так как при нежесткой гильзе радиальные зажимные усилия будут сильно искажать конфигурацию детали. После же обработки, в результате упругих сил, произойдет восстановление

прежней формы и гильзы при этом получат недопускаемые эллиптичность и конусность.

Токарная обточка посадочных мест (места под резьбу и др.) производится уже с более точной базы (шлифованные фаски по отверстию). При предварительной шлифовке поясков под резьбы деталь ориентируется по фаскам, а при окончательной - по внутреннему отверстию (рис. 113, 114). При шлифовке же отверстия в обоих случаях (предварительной и окончательной) деталь устанавливается по наружным поверхностям буртиков и зажимается по торцу (рис. 115).

Таблица межоперационных припусков и допусков при обработке наружных поверхностей гильзы мотора Ислано-Сюиза
(см таблицу на стр. 109а)

Обработка внутреннего отверстия

I этап. Первая расточка отверстия. В этой операции расточка производится в два прохода.

I-й способ обработки (рис. 116). Деталь закрепляют в специальном приспособлении, установленном на шпинделе револьверного или токарного станка. Ориентировка гильзы происходит по буртикам жесткости, затем - по торцу, сплотившись с емного диска (а). Иногда для расточки применяют оправку с двумя резцами.

II-й способ обработки (рис. 117). Деталь закрепляют в специальное приспособление, установленное на стол 4-х шпиндельного расточного станка.

Чистовая расточка после стабилизации происходит уже одним резцом. Станок применяется токарный или специальный. Деталь ориентируется по буртикам жесткости и зажимается по торцам.

Предварительная и окончательная шлифовка производятся на внутришлифовальных станках. Установка и крепление детали показано на рис. 117 а.

Хонинг-процесс обычно осуществляется на одношпиндельных станках фирм Маер Шмидт или Барнес Дрилл. На рис. 118 показано хонингование гильзы. Деталь устанавливается в специальное приспособление (1), имеющее два центрирующие кольца (2 и 3). Эти кольца ориентируют гильзу при ее установке. Затжим производится с помощью корончатой гайки (4). Затжимные усилия, как это видно из чертежа, направлены по образующей цилиндра, благодаря чему закрепленная деталь не деформируется. 5 - головки управления хонры, для разжима и сжатия абразивных брусков.

Таблица межоперационных припусков и допусков при обработке отверстия в гильзе мотора, Цепано - Стюиза
(см. таблицу на стр. 111)

№ п/п	Наименование операции	Этап техноло- гич. процесса	Оставляемый припуск на сторону (макс. и миним) мм	Примечания
1	Первая расточка отверстия.....	<u>I</u>	0,65 - 0,55	
2	Вторая расточка отверстия.....	<u>II</u>	0,32 - 0,275	Допуск на диаметр 0,05
3	Первая шлифовка	<u>II</u>	0,145 - 0,11	Допуск на диаметр 0,03 Шлиф. камень Алунд. Керамич. 46 SM ₁
4	Вторая шлифовка	<u>III</u>	0,085 - 0,05	Допуск на диаметр 0,03 Шлиф. камень Карбо- рунд Керамич. 60 M ₁ (шлифуется азотири- ванная поверхность)
5	Окончательная шлифовка	"	Окончательный размер	Допуск - 0,03 Шлиф. камень Карбо- рунд
6	Хонингование	"	Окончательный размер	

Нарезка резьбы на внешней поверхности

На внешней поверхности гильзы цилиндра имеется две резьбы: на нижней части гильзы находится обычная метрическая резьба, на которую при монтаже навинчивается корончатая гайка, сжимающая резиновые кольца. Эту резьбу выполняют на резьбофрезерном станке. Деталь укрепляется на оправке, на которой находятся конусные центрирующие диски (рис. 119). Затим осуществляется разрезной шайбой и гайкой.

На верхней части находится специальная трапецевидная резьба с помощью которой гильза завинчивается в блок (рис. 120). При вворачивании гильзы в блок особенно важно избежать перекоса гильзы. Самым незначительный перекос неблагоприятно отразится на работе парашня, шатона и коленчатого вала; при этом износ цилиндра будет неравномерный. Правильная установка гильзы по отношению оси коленчатого вала и, кроме того, герметичность стыка, ввернутой детали зависят от выполнения верхней резьбы.

Изготовление такой резьбы происходит на токарном станке с помощью резьбовой гребенки. Гребенка имеет четыре зуба, три режущих и один калибрующий. Каждый из этих зубьев снимает стружку определенной глубины (порядка 0,01), поэтому число проходов для полной нарезки значительно меньше, чем при выполнении такой же операции резцом. Деталь закрепляется на специальной оправке, которая в свою очередь устанавливается на центра.

Базирующей поверхностью служит шлифованное отверстие. При установке наружная поверхность гильзы выверяется индикатором (биение не более 0,02). Первоначально резьба нарезается предварительно, затем гребенка меняется на чистовую, с помощью которой происходит окончательная обработка резьбовой поверхности. Нарезанная резьба затем зачищается шкуркой.

Более производительный способ нарезки резьбы с помощью резьбы здесь применить нельзя из-за специального профиля витков. Зубья обычной фрезы с трапецевидным профилем во время работы задевали бы нарезанную резьбу, вследствие чего она оказалась бы неправильно изготовленной. Обычно резьбофрезерование применяют только тогда, когда наклон боковой поверхности витка, в отношении перпендикулярной к оси резьбы линии, превышает 7° .

Окончательный контроль

1. Проверяются размеры наружных поясков
2. " " опорная резьба по трем диаметрам (наружный, средний, внутренний)
3. Проверяется расстояние между буртиками
4. Проверяется внутренний диаметр
5. " " твердость отверстия в нижнем конце гильзы в 4-х точках
6. " " торец буртика под уплотнительное эластичное кольцо на краску по кольцу
7. " " чистота зеркала (рисок не должно быть)
8. Проверка качества кадмирования
9. Измерение электрографом на нижнем конце твердость гильзы, ее номер, наружный и средний диаметры опорной резьбы и внутренний диаметр гильзы.

Изготовление головок цилиндров звездообразных моторов

Головки цилиндров отливаются из легких алюминиевых сплавов и соединяются с гильзой цилиндра по резьбе.

На рис. 121 показан разрез головки мотора Райт-Циклон, а на рис. 122 - разрез головки мотора K-14 фирмы Гном-Рон.

Наиболее важными поверхностями в головках являются следующие поверхности:

1) упорная резьба для соединения с гильзой цилиндра. Резьба, как это видно из чертежа, изготавливается весьма точно (допуск 0,05 для головки мотора Райт-Циклон). Вследствие разных коэффициентов линейного расширения, при работе мотора в резьбовом соединении головки с цилиндром вместо натяга может получиться зазор. Для предупреждения прорыва газов в гильзе цилиндра K-14 предусмотрено специальное стальное кольцо с двумя ребрами охлаждения. Это кольцо плотно прижимается к торцу головки и таким образом создает надежное уплотнение. В моторе Райт-Циклон уплотнение создает сама конструкция упорной резьбы.

2) Поверхность камеры сгорания должна быть тщательно изготовляться и не должна иметь рисок и других следов механической обработки. Несоблюдение этого условия привело бы к быстрой порче головки.

3) Гнезда седел клапанов

4) Отверстия под направляющие втулки клапанов

5) Отверстия для свечей и пусковых клапанов

6) Клапанные коробки

7) Отверстий для установки суппорта керомысла.

Все эти поверхности должны быть симметричны между собою. В патрубках всасывания и выпуска должен быть плавный переход от обработанных поверхностей к необрабатываемым.

На необрабатываемых поверхностях снимаются все неровности.

Перед механической обработкой эти поверхности обдуваются песком. Острые подрезы у корня ребер в головке не допускаются, так как это способствует разрыву головки. Поверхность ребер в доброкачественных головках должна быть гладкой.

По характеру изготовления заготовки могут быть отлиты в землю и в кокиль. В кокильных отливках поверхности заготовок получаются лучшего качества и большей точности, чем при отливках в землю. Для уничтожения внутренних напряжений, полученных после литья, заготовка проходит термическую обработку.

Закалка; нагрев $t = 510^{\circ} - 520^{\circ}C$. Выдержка 12 часов.

Охлаждение - кипящая вода.

Отпуск: нагрев $t = 280^{\circ}C$

выдержка 4 часа. Охлаждение на воздухе.

После термической обработки сплав должен обладать нормальными механическими качествами, предусмотренными техническими условиями. Механические качества определяются на образцах, вырезанных непосредственно из детали. Опиловки не должны иметь шлаковых включений, газовых раковин, усадочных рыхлот, пористости. Допускаются незначительные дефекты, которые могут быть устранены заваркой или зачеканкой в местах, специально оговоренных в инструкции.

Выбор баз

Головка мотора Райт-Циклон (рис. 123). Основной базой является поверхность торца головки и отверстие под направляющие втулки клапанов.

2. Головка мотора К-14 фирмы Гном-Рон.

Основной базой являются поверхности торца головки и отверстие, изготовленное в специально отлитой бабышке. В конце технологического процесса она отрезается (рис. 124).

Порядок операций технологического процесса изготовления головки мотора К-14:

1. Подрезка и обточка торца головки
2. Сверловка и развертка установочного отверстия
3. Расточка камеры скатия
4. Сверловка, зенковка и развертка отверстий под направляющие втулки клапанов
5. Фрезеровка верхних плоскостей клапанных коробок
6. Зенковка кольцевых выточек, расположенных по торцам отверстий направляющих втулок в клапанных коробках
7. Подрезка торцов бабышек отверстий направляющих втулок и расточка гнезд седел клапанов
8. Сверловка свечных отверстий, нарезка резьбы в этих отверстиях
9. Фрезеровка пазов под суппорта коромысел
10. Сверловка, зенковка и развертка отверстий под суппорт коромысла
11. Расточка отверстий в всасывающих и выхлопных патрубках и нарезка в них резьбы

12. Фрезеровка внутреннего и наружного контура клапанных коробок

13. Фрезеровка плоскости тяги клапанных коробок всасывания и вихлопа

14. Фрезеровка отверстий для тяги коромысла в клапанных коробках

15. Фрезеровка боковых поверхностей клапанных коробок для прохода головки коромысла

16. Фрезеровка мест посадок осей коромысла в коробке всасывания

17. Подрезка сержи впускного и вихлопного клапанов

18. Расточка с внутренней стороны свечевых отверстий

19. Сверловка мелких отверстий в клапанных коробках

20. Ручная развертка отверстий под направляющие втулки и запрессовка двух нижних втулок суппортов коромысел.

21. Обрубка и зачистка всех необрабатываемых поверхностей

22. Фрезеровка шарашкой и зачистка канала всасывающего патрубка

23. Зачистка внутренних поверхностей клапанных коробок

24. Расточки отверстия резьбового пояса и нарезка резьбы

25. Подрезка торца головки окончательно

26. Расточки гнезд под седла клапанов

27. Окончательный контроль

Порядок операций технологического процесса при изготовлении головки цилиндра мотора Райт-Циклон.

1. Обточка и подрезка фланца основания
2. Расточка камеры сгорания и нарезка резьбы
3. Гидроиспытание
4. Разметка (проверка симметричности контура головки)
5. Сверловка, зенковка и нарезка резьбы в переднем свечевом отверстии
6. Постановка заглушки в свечевое отверстие
7. Зенковка отверстий под направляющие втулки впуска
8. " " " " " " " впуска
9. Зенковка гнезда, отверстия и торца бобышки впуска
10. Зенковка гнезда, отверстия и торца бобышки выпуска
11. Фрезеровка фланца впускного отверстия
12. Фрезеровка фланца выпускного отверстия
13. Фрезеровка фланцев коробок коромысел
14. Расточка гнезда под седла и отверстия под направляющие клапана впуска
15. Расточка гнезда под седла и отверстия под направляющие клапана выпуска
16. Контроль
17. Фрезеровка бобышек внутри коробки коромысла
18. Зенковка впускных и выпускных окон
19. Сверловка и зенковка отверстия под кожух тяги
20. Сверловка 7 отверстий во фланце. Снятие фасок по этим отверстиям
21. Сверловка, зенковка и нарезка резьбы в заднем свечевом отверстии

22. Фрезеровка выемки в заднем свечевом отверстии

23. Сверловка отверстий для крепления капота в приливах коробки коромысел

24. Сверловка отверстия под валик коромысла (выпускной клапан)

25. Сверловка отверстия под валик коромысла (впускной клапан)

26. Сверловка отверстий для тарелочек и для шпилек крышек коробок коромысел

27. Сверловка боковых отверстий коробок коромысел

28. Сверловка отверстий под шпильку провода термопары

29. Сверловка бобышки коробки коромысла (впуска)

30. Сверловка бобышки для крепления дефлектора в коробке выпуска

31. Зенковка мест под шайбы для валика коромысла

32. Фрезеровка приливов коробок коромысла впуска и выпуска

33. Слесарная

34. Контроль

35. Сверловка отверстий в приливах для воздуха

36. Слесарная зачистка поверхностей

37. Промывка детали и обдувка сжатым воздухом

38. Калибровка резьбы у сферы

39. Окончательный контроль

Обработка камеры сжатия

Обработку камеры сжатия можно проводить двумя способами:

I-й способ. Расточка производится на револьверном станке. Обычно все поверхности обрабатываются в два прохода (первоначальный и окончательный). Резьба нарезается резьбовым резцом.

II-й способ. Расточка производится на шестишпindelном станке Булард. На рис. 125 показан порядок обработки на этом станке.

Снятие обработанной головки и установка заготовки.

1 позиция. Деталь устанавливается в приспособление (1), ориентировка производится по цилиндрической поверхности торца.

2 - центрирующее кольцо приспособления

3 - зажимной стержень

4 - шестерня, насаженная на валик. На одном конце валика имеется замок типа Севик, благодаря чему происходит быстрый зажим и отжим головки.

II позиция. Черновая расточка пояски под резьбу. Расточка производится многолезцовой головкой.

III позиция. Черновая расточка сферы камеры сжатия.

IV позиция. Черновая расточка пояски под резьбу

V позиция. Чистовая расточка камеры сжатия

VI позиция. Нарезка резьбы специальной резьбовой головкой с самосжимающимися пружинами.

Этот способ более производительный, так как в этом случае одновременно обрабатывается пять деталей. Вспомогательное время затрачивается только на быстрый подвод и отвод резцовых головок и на поворот стола. Станок Булард необходимо применять при крупносерийном и массовом производстве.

После расточки камера сжатия подвергается гидроиспытанию водой под давлением 4,5 атмосферы в течение 2-х минут.

Обработка отверстий под направляющие втулки клапанов

Обработка отверстий направляющих втулок обычно производится в две операции (I - предварительную и II - окончательную). Существует два варианта обработки:

I вариант.

1 операция. Сверловка (заготовка не имеет лутых отверстий), зенковка и развертка отверстий. При этом оставляется припуск на окончательную доводку. Операция проходит в начале технологического процесса. Станок вертикально-сверлильный.

2 операция. Окончательная ручная развертка отверстий в конце технологического процесса.

II вариант.

1 операция. Предварительная зенковка отверстий (заготовка имеет лутые отверстия). При этом оставляется припуск на окончательную доводку. Операция проходит в самом начале технологического процесса. Станок вертикально-сверлильный.

2 операция. Окончательная расточка на горизонтально-расточном станке эксцентро гнезд под седла клапанов и отверстий под направляющие втулки.

Второй вариант является более совершенным, так как при изготовлении отверстий под направляющие втулки и гнезд седел в одной операции имеется лучшая возможность выдержать concentricity этих поверхностей.

Обработка гнезд седел клапанов. Обработку гнезд седел клапанов обычно проводят в две операции:

I операция (в начале технологического процесса).

Отверстие зенкуется на вертикально-сверлильном станке.

II операция (в середине или конце технологического процесса).

Отверстие растачивается начисто на токарном станке или на горизонтально-расточном типа эксцелло.

Окончательный контроль

1. Проверка качества сферической поверхности (на этой поверхности не должно быть раковин и грубых следов механической обработки).
2. Проверка упорной резьбы предельными калибрами
3. " длины резьбы камеры
4. " качества поверхности резьбы (на резьбе не должно быть грубых следов режущего инструмента и задири)
5. Проверка глубины камеры сжатия от плоскости фланца
6. Проверка радиуса сферы в камере сжатия
7. Проверка диаметров гнезд под пружины в клапанных коробках
8. " глубин гнезд под пружины в клапанных коробках
9. " предельными калибрами отверстий направляющих втулок
10. " качества поверхности отверстий направляющих втулок
11. " диаметров гнезд седел клапанов
12. " диаметров каналов - впуска и выпуска со стороны гнезд
13. " глубин гнезд седел клапанов

14. Проверка концентричности поверхностей гнезд седел клапанов по отношению к отверстиям направляющих втулок
15. Проверка высоты бобышек отверстий направляющих втулок
16. Проверка качества поверхности гнезд седел
17. " " " резьбы в свечевых отверстиях
18. " " диаметра резьбы в свечевых отверстиях
19. " " длины резьбы под втулки свечей
20. " " внутренних поверхностей клапанных коробок по рычагу клапана и калибру
21. Проверка высоты клапанных коробок
22. " " расстояния между бобышками отверстий под валик коромысла
23. Проверка симметричности бобышек коромысел по отношению оси отверстий направляющих втулок клапанов
24. Проверка диаметра отверстия под валик коромысла
25. " " угла развала отверстий направляющих втулок клапанов
26. " " высоты фланцев окон впуска и выпуска
27. " " симметричности расположения отверстий под ось коромысел в отношении центральных осей и внутреннего контура клапанных коробок
28. Проверка диаметров отверстий окон фланцев впуска и выпуска
29. Проверка резьбы в малых отверстиях
30. " " толщины стенок бобышек отверстий под направляющие втулки.

Часть VIИзготовление гильз цилиндров моторов с воздушным охлаждением

Описание конструкции гильзы цилиндра звездообразного мотора (рис. 126). Гильза представляет собою открытый с обеих сторон цилиндр, на наружной поверхности которого расположены охлаждающие ребра. В верхней своей части деталь имеет резьбу, с помощью которой она соединяется с головкой цилиндра. В нижней же части находится фланец для крепления к картеру мотора. В работающем моторе гильза подвергается действию очень больших, изменяющихся по величине и направлению, сил. Эти силы газов стремятся оторвать цилиндр от картера, а боковые давления поршня вызывают деформацию детали. Кроме этого, при работе двигателя гильза испытывает значительный нагрев, достигающий в верхней части температуры $300^{\circ} - 350^{\circ}$.

Благодаря этим обстоятельствам внутренняя поверхность гильзы очень часто азотируется

Заготовка обычно поступает на завод в обдранном виде. Химический состав и механические качества заготовки для азотированных гильз

Химический состав									Механич. качества после термообработки на контрольном образце			
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	Времени согрот.	Относит. удлинение %	Поперечное сжатие %	Число бракуемых
0,30	0,30	0,17	макс	макс	1,35	0,30	0,40	0,75	100	15	50	285-321
0,38	0,60	0,37	0,035	0,03	1,65	-	0,60	1,25				

Термообработка контрольных образцов:

1. Закалка $925^{\circ} - 950^{\circ}C$ в масло или в воду
2. Отпуск $600^{\circ} - 650^{\circ}C$.

Технологический процесс изготовления гильзы

Технологический процесс изготовления гильз цилиндров с неазотированной внутренней поверхностью разбивается на два этапа:

I. Обработка гильзы цилиндра до сборки

II. Обработка гильзы цилиндра совместно с головкой (изготовление в собранном виде).

I-й этап. В течение первого этапа окончательно обрабатываются следующие поверхности:

1. Резьба для соединения с головкой цилиндра

2. Ребра охлаждения.

По всем остальным поверхностям оставляются припуски.

В собранном виде происходит окончательная обработка юбки цилиндра, сверловка отверстий во фланце, фрезеровка фланца, шлифовка и хонингование внутренних поверхностей.

Несколько усложняется изготовление гильз с азотированным отверстием. Технологический процесс разбивается в данном случае на три этапа:

I этап - обработка гильзы до азотизации

II " - " " " после азотизации

III " - изготовление гильзы в собранном виде.

Порядок обработки поверхностей вообще же остается таким же, как и для неазотированных деталей.

Порядок операций технологического процесса изготовления азотированных гильз

I этап

1. Расточка внутреннего отверстия и обточка юбки

2. Обточка наружной поверхности

3. Первая шлифовка внутренней поверхности

4. Проверка детали на Магнофлюксе.

5. Лужение наружных поверхностей. Азотирование.

II этап

6. Хонингование внутренней поверхности
7. Шлифовка торцов
8. Обточка поверху
9. Снятие фасок по отверстию
10. Прорезка ребер
11. Чистовая обточка пояса под резьбу
12. Шлифовка пояса под резьбу
13. Фрезеровка резьбы для соединения с головкой
14. Шлифовка резьбы для соединения с головкой
15. Контроль.

III этап

1. Постановка направляющих втулок клапанов, седел, свечевых втулок и втулок под самопуск, калибровка упорной резьбы. Постановка гильзы цилиндра.
2. Развальцовка свечевых втулок. Подрезка торцов свечевых втулок.
3. Гидроиспытание внутренней поверхности цилиндра
4. Калибровка отверстий в свечевых втулках
5. Шарошка седел
6. Чистовая обточка юбки
7. Сверловка отверстий во фланце
8. Фрезеровки выемок в ребрах под шпильки крепления цилиндра
9. Зенковка гнезд под шайбы гаек крепления гильз цилиндров
10. Фрезеровка кромок фланца
11. Фрезеровка выемок в юбки для прохода шатуна
12. Опиловка фланца и снятие фасок по отверстию
13. Шлифовка юбки поверху
14. Шлифовка внутренней поверхности
15. Хонингование внутренней поверхности
16. Лапнигование " "
17. Окончательный контроль.

Обработка внутренних поверхностей

1-й этап. Расточка отверстий проводится двумя способами:

1-й способ. Расточка на револьверном станке (рис. 127)

- 1 - чистовая расточная борштанга с двумя проходными резцами и одним фасонным (фаска снимается по отверстию)
- 2 - черновая расточная борштанга с двумя проходными резцами
- 3 - оправка с резцом для снятия фаски по отверстию на заднем торце
- 4 - резцы для подрезки переднего торца и снятия наружной фаски.

2-й способ. Расточки на многошпиндельном станке Булард.

Более производительной является работа на многошпиндельном станке Булард. На этом станке одновременно может обрабатываться несколько деталей, благодаря чему сильно сокращается машинное время. Кроме этого снятие и установка детали происходит во время работы. Вспомогательное время затрачивается только на быстрый подвод и отвод многошпиндельной головки, а так же на поворот стола. На рис. 128 показан порядок обработки гильзы цилиндра на станке Булард.

I позиция. Черновая расточка половины цилиндра, обточка юбки и фланца.

II позиция. Подрезка торца юбки и торца фланца.

III позиция. Черновая расточка половины цилиндра.

IV позиция. Чистовая расточка гильзы.

До сборки деталь предварительно шлифуется, а затем хонингуется. Хонинг процесс введен для того, чтобы обнаружить все дефекты материала гильзы в самом начале технологического процесса.

После сборки головки с гильзой в местах соединения получается большой натяг (равный - 0,5-0,6 мм на диаметр).

Такой большой натяг вызывает выпучивание внутренней поверхности гильзы. Искажение отверстия резьбового пояса весьма нежелательно по двум причинам:

1. Трудно будет исправлять азотированное отверстие при шлифовке в собранном виде.

2. Так как азотированный слой имеет небольшую толщину, то при удалении выпученной части снимется наиболее твердая корка. Между тем отверстие резьбового пояса находится в более тяжелых условиях, при работе мотора, чем все части гильзы цилиндра.

Учитывая все эти обстоятельства при предварительной шлифовке по отверстию резьбового пояса гильзы цилиндра, специальным фасонным абразивным камнем делают сферическую поверхность. Шлифовальный станок имеет специальный копир.

На рис. 129 показан эскиз гильзы цилиндра мотора Райт-Циклон, прошедшей предварительную шлифовку. После сборки с головкой, сферическая часть, под влиянием больших усилий, возникнувших от натяга, примет цилиндрическую форму. Размеры сферы выбраны на основании экспериментальных данных.

Обработка наружных поверхностей. Токарную обработку наружных поверхностей лучше всего производить на многолезцовых станках типа фей (рис. 130 и 130а). На переднем суппорте находятся резцы, с помощью которых преследуют обточка юбки и

наружной поверхности ребер, задние же резцы подрезают торцы и вытачивают канавку между фланцами и ребрами. Деталь при этом устанавливается на разжимную оправку. Достоинства этого метода будут таковы.

1. Высокая производительность, вследствие одновременной работы несколькими режущими инструментами

2. Для обслуживания станка требуется рабочий невысокой квалификации.

Нарезка ребер производится в одну операцию и эту работу лучше всего проводить на многолезцовом станке типа Фей (рис. 131 и 131а). На данном станке устанавливается три суппорта:

1. Передний - с этого суппорта производится прорезка канавок предварительно;

2. Задний - снятие металла с одного бока ребер;

3. Верхний - снятие металла с другого бока ребер.

Нарезка резьбы. Нарезка резьбы производится двумя способами:

I-й способ. Резьба фрезеруется на резьбофрезерном станке, а затем полируется наждачной бумагой.

II-й способ. Резьба предварительно фрезеруется, а затем шлифуется на резьбошлифовальном станке.

Бесспорно второй способ имеет целый ряд преимуществ перед первым, так как резьба после шлифовки получается более точная и лучшего качества.

Сборка гильзы с головкой

Алюминиевую головку с поставленными патрубками и втулками свечей устанавливают в электропечи, где прогревают

3 часа при температуре 420° . После этого головку устанавливают в приспособление и ввертывают цилиндр. При этом необходимо заметить, что натяг между этими двумя деталями в холодном состоянии колеблется от $0,35$ до $0,50$ мм на диаметр. Затем запрессовываются седла клапанов.

По окончании сборки и охлаждения гильза испытывается водой на давлении в 50 атмосфер в течение двух минут. После этого проводятся еще слесарные операции по калибровке резьбы и постановка втулок коромысел.

Сверловка отверстий во фланце. Данную операцию можно осуществить двумя способами:

I способ. Сверловка отверстий на радиально-сверлильном станке.

Деталь устанавливается в специальный кондуктор (1) (рис. 132). Кондукторная крышка (4) с помощью откидных зажимов (2) прижимает фланец цилиндра к опорной плоскости корпуса (1). Фиксирование кондукторной крышки происходит по двум штифтам (3).

Для того, чтобы оси клапанных гнезд и направляющих втулок были строго симметричны отверстиям во фланце, деталь ориентируется по двум штифтам, входящим в отверстия направляющих втулок. После установки и зажима детали происходит последовательная сверловка отверстий.

II способ. Сверловка происходит на вертикально-сверлильном станке, снабженном многошпиндельной головкой.

Второй способ является более производительным и он должен применяться при крупносерийном производстве.

Фрезеровка фланцев

Фрезеровку контура фланца лучше всего проводить на продольно-фрезерном станке (рис. 132а). Деталь устанавли-

вается вертикально, фланцем вниз, на поворотное приспособление. Одновременно с двух сторон фрезеруются две грани.

Обточка юбки цилиндра поверху производится на токарном станке. Приспособление, применяемое при этом, показано на рис. 133. Деталь устанавливается на режущую цанговую гильзу (2). Один конец цанги соприкасается с коническим хвостовиком фланца (1), другой - с передвижным стаканом (3). В продольном направлении гильзу ориентирует упор (4). Затим происходит с помощью маховичка (6), который при своем вращении перемещает влево тягу (5) и стакан (3). Цанга при этом закрепит гильзу цилиндра.

Шлифовка юбки цилиндра поверху производится на круглошлифовальном станке (рис. 134). К планшайбе станка прикрепляется полый хвостовик (1), который на своей поверхности имеет центрирующую коническую втулку (4) и цанговую зажимную гильзу (6). В продольном направлении деталь ограничивает упор (8). Кольцо (2) при своем вращении, благодаря винтовой резьбе, может перемещаться в продольном направлении и соприкасаясь боковыми сторонами внутренней выточки с пальцем (3), заставит последний тоже перемещаться вдоль оси. При движении влево палец (3) будет тянуть тягу (9), которая посредством сухарей (7) надвинет цангу (6) на конус (5) и гильза при этом будет затята. Ключ (10) служит для поворота кольца (2).

Шлифовка отверстия (рис. 135). Базой при этой операции служит наружная поверхность юбки гильзы цилиндра. Деталь устанавливается в корытообразное приспособ-

собление (I), прикрепленное к планшайбе внутри шлифовального станка.

2 - зажимные прихваты, 3 - центрирующие кольца.

Хонингование отверстия. До сих пор для окончательной отделки внутренней поверхности гильзы цилиндра применяли только хонинг-процесс. В последнее же время некоторые авиационные заводы после хонинг-процесса начали применять лапинг-процесс. Таким образом тщательно обработанная поверхность, имеющая зеркальный блеск, проходит дополнительное лапингование, в результате чего происходит увеличение срока службы детали.

Причину, побуждившую принять такой метод доводки отверстий в гильзах цилиндра, в первую очередь необходимо искать в физических явлениях, возникающих при хонинг и лапинг процессах.

Известно, что при окончательной обработке поверхности методом расточки, шлифовки, хонинг процесса, при снятии даже малых слоев металла возникает высокая температура, достигающая до 830°C . Вследствие этого, металл, ~~при~~ пластическое состояние, частично удаляется в виде стружки, частично застывает на поверхности изделия. Застывший поверхностный слой имеет иную структуру и пониженные механические качества, чем остальной материал детали. Этот слой подвергается быстрому износу в процессе работы, в результате чего увеличиваются посадочные зазоры.

Кроме этого, при своем разрушении, поверхностный слой
дает начало трещинам и рискам, вызывающим местные напря-

жения и таким образом понижаящим предел усталости металла.

Интересны в этом отношении данные фирмы Крейслер в отношении средних усилий резания, температур, возникающих при различных способах обработки поверхностей стальных деталей и глубины поверхностного слоя обработанного материала (стали).

№№ п/п.	Наименование метода обработки	Усилия резания в кг.	Средняя темпе- ратура по С, воз- никающая в про- цессе резания	Средняя глуби- на разрушаемо- го поверхност- ного слоя обра- батываемого изделия
1	Обточка	45-450	330° - 830°	0,012-0,12
2	Шлифовка	45-450	330° - 550°	0,012-0,07
3	Хонинг процесс	25-90	55° - 170°	0,0024-0,024
4	Лапинг процесс	0,5-25	5° - 50°	0,00024-0,0024
5	Супер-финиш	0,45-8	до 1°	до 0,00024

Как видно из этой таблицы, величина поверхностного слоя при лапинг процессе в среднем в десять раз меньше, чем при хонинг процессе.

Выводы: Учитывая то обстоятельство, что гильза цилиндра современного мощного быстроходного авиационного двигателя находится во время работы мотора исключительно в тяжелых условиях вследствие высокой температуры и большого трения поршневых колец и поршня о стенки цилиндра, — необходимо предусмотреть такую обработку, которая свела бы к минимуму вредные последствия механических факторов (трение) и химических (воздействие газов и смазки). Ясно, что поверхностный слой, который содействует преждевременному разрушению

трущихся поверхностей должен быть весьма ничтожным по своей толщине и не иметь практического значения.

На основании всего вышеизложенного можно сказать, что при окончательной доводке гильзы цилиндра должны применяться также методы доводки.

I-я операция - хонинг процесс

II-я операция - лапинг процесс

III-я " - суперфиниш

Окончательный контроль

При окончательном контроле порядок проверки гильзы цилиндра будет приблизительно проходить по такой схеме:

1. Провести общий осмотр цилиндра для выявления законченности механической обработки
2. Провести общий осмотр для выявления внешних дефектов цилиндра
3. Проверить окраску цилиндра
4. Тщательно осмотреть зеркало цилиндра, сферу камеры сгорания - для выявления забин, шлаковых включений и следов механической обработки.
5. Проверить размер внутреннего диаметра цилиндра (индикатором).
6. Проверить на краску concentricность фасок седел клапанов к отверстиям под направляющие втулки
7. Проверить наружный диаметр юбки
8. Проверить резьбу свечевых отверстий
9. Проверить качество поверхностей отверстий направляющих втулок клапанов, внутренние поверхности окон впуска и выпуска

10. Произвести наружный осмотр ребер гильзы цилиндра и проверить наличие № плавки гильзы.
11. Осмотреть полости коробок коромысла
12. Проверить чистоту механической обработки плоскостей и резьбовых отверстий.
13. Осмотреть ребра головки цилиндра и проверить наличие № плавки на фланце головки.
14. Проверить внутренний диаметр направляющих втулок клапанов впуска и выпуска.
15. Проверить диаметр отверстий под оси коромысел.
16. Проверить паз для коромысла в клапанных коробках впуска и выпуска.
17. Проверить расположение паза к оси направляющих клапанов впуска и выпуска.
18. Проверить высоту и расположение шпичек на коробках коромысел для крепления крышек
19. Проверить средний диаметр резьбы: втулок свечи, втулок фланца, впуска и выпуска.
20. Проверить высоту свечевых втулок

Часть VII

Изготовление коленчатых валов рядных моторов

Коленчатый вал является одной из наиболее ответственных и сильно нагруженных деталей авиационного двигателя. Обычно эти валы имеют шесть колен с круглыми или овальными щеками, расположенными под углом в 120° .

На рис. 136 показан рабочий чертеж коленчатого вала мотора Испано-Стойза.

Требования, предъявляемые к наиболее важным посадочным поверхностям, указаны в таблице.

(см. табл. на стр. 136).

№№ по пор.	Наименование поверхностей	Точность обработки (допуск)	Чистота поверхности	Примечание
1	Коренная шейка	0,02	▽▽▽	1. Овальность не более 0,02 2. Конусность не более 0,01 3. Длина 75,98-76,02
2	Шатунная шейка	0,02	▽▽▽	1. Овальность не более 0,02 2. Конусн. 0,01 3. Длина 75,98-76,02
3	Поясок на переднем хвостовике для посадки шестерни редуктора	0,01	▽▽▽	
4	Наружная поверхность переднего хвостовика	0,02	▽▽▽	
5	Внутренняя поверхность в переднем хвостовике	0,04	▽▽▽	
6	Внутренняя поверхность в заднем хвостовике	0,02	▽▽▽	

Допустимое отклонение углов расположения колен равно $\pm 18'$. Биелие средней коренной шейки, переднего и заднего хвостовиков в свободном положении должно быть не более 0,05 мм. Проверка на биелие производится при установке вала на второй и седьмой коренных шейках. Перекос шатунных щек не больше 0,03 мм.

Окончательно обработанный вал должен пройти статическую и динамическую балансировку.

Заготовки коленчатых валов изготавливаются из хромоникелевой стали путемковки и штамповки. Волокнистые стали обычно следуют по конфигурации детали.

Химический состав материала

C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo
0,28	0,35	≤	≤	≤	1,17	4,2	0,4
0,32	0,45	0,25	0,03	0,03	1,35	4,6	0,6

Механические качества после термообработки

Временное сопротивление	Предел текучести	Относительное удлинение в %	Сужение шейки в %	Число Бринелля
170	95	12	50	321-388

Испытание на твердость производится по первой и двенадцатой щеке. Очень часто в механические цеха заготовка поступает в ободранном виде.

Технологический процесс изготовления колончатого вала разбивается на два этапа:

I этап - обработка до термической операции (калка, отпуск),

II этап - обработка после термической операции.

Припуски, оставляемые под термическую операцию, будут следующие:

№ п/п	Наименование поверхностей	Припуски на сторону:	
		максималн.	минималн.
1	Коренные шейки	4,32	4,21
2	Шатунные шейки	6,02	5,91
3	Фланец крепления шестерни редуктора	5,00	4,73
4	Торцы щеки	4,35	3,80
5	Наружные поверхности щеки	6,6	6,25
6	Внутренние поверхности коренных шеек	12,25	12,10

Выбор баз

Вал поступив в механический цех сразу же подается на токарный станок, где производится отрезка образцов для испытаний. Для того, чтобы все поверхности заготовки были симметричны в отношении оси детали вводится специальная разметка. Благодаря этому обстоятельству, при последующей механической обработке металл снимается равномерными слоями, что значительно уменьшает возможность получения искаженных поверхностей.

Разметка вала происходит на контрольной плите. При этом на концы хвостовиков надеваются специальные втулки (рис. 137). Первоначально деталь размечается по длине, затем проверяются контуры щек, припуски на коренных и шатунных шейках и намечаются места для центровых отверстий. Центровочные отверстия являются переходной базой при обточке переднего и заднего хвостовика, наружных щек первого и последнего колена. При обработке коренных и шатунных шеек центровочные углубления уже не годятся в качестве базизирующих поверхностей, так как в этом случае возникло бы сильное скручивание детали. Поэтому, при выборе переходных баз необходимо придерживаться следующего правила:

закрепление и ориентировку детали производить по тем поверхностям, которые ближе всего расположены к обработанным шейкам.

Для того, чтобы выдержать параллельность осей шатунных шеек при их обточке, в отношении коренных шеек и хвостовиков, а так же взаимную симметричность этих наиболее важных поверхностей коленчатого вала, вводится предварительная шлифовка коренных шеек и концов. В результате всего вышесказанного порядок изменения переходных баз при обра-

ботке коленчатого вала будет следующий

№№ п/п	Обрабатываемая поверхность	Базирующая поверхность
1	Длинный хвостовик и наружные поверхности крайних щек	Центровые отверстия
2	III и VII коренные шейки и короткий хвостовик	" "
3	IV-V-VI коренные шейки	III и VII коренные шейки
4	Шатунные шейки и щеки I-го и VI-го колена	Хвостовики (шлифованные поверхности)
5	II и V шатунные шейки	Коренные шейки (шлифованная поверхность)
6	III и IV шатунные шейки	Коренные шейки
7	Наружные поверхности щек	Хвостовики
8	Отверстия в шейках	Шейки (коренные или шатунные)

После термической операции, в первую очередь растачиваются отверстия в хвостовиках коленчатого вала, куда вставляются разжимные центры. Последующий выбор переходных баз происходит так же, как и со термообработки.

Перед обточкой шатунных шеек в I-ом и II-ом этапах технологического процесса производится специальная разметка для выдерживания симметричности расположения этих поверхностей при последующей обработке.

Порядок операций технологического процесса изготовления коленчатого вала с нецементируемыми шейками

1. Отрезка концов коленчатого вала
2. Разметка
3. Зацентровка хвостовиков
4. Обточка хвостовиков
5. Обточка коренных шеек
6. Первая шлифовка коренных шеек
7. Разметка шатунных шеек

8. Обточка шатунных шеек
9. Обточка щек
10. Сверловка отверстий в коренных шейках
11. Контроль
12. Термообработка (калка, отпуск)
13. Испытание образца, контроль детали
14. Расточка отверстий в хвостовиках
15. Подрезка внутренних поверхностей щек, чистовая обточка коренных шеек и хвостовиков
16. Вторая шлифовка коренных шеек и хвостовиков
17. Подрезка щек начисто
18. Разметка шатунных шеек
19. Чистовая обточка шатунных шеек
20. Чистовая обточка щек
21. Третья шлифовка коренных шеек
22. Чистовая обточка переднего хвостовика
23. Предварительная расточка отверстий в коренных шейках
24. Первая шлифовка шатунных шеек
25. Сверловка отверстий в шатунных шейках
26. Расточка отверстий в шатунных шейках
27. Окончательная расточка отверстий в коренных шейках
28. Обточка скосов на щеках
29. Сверловка смазочных отверстий
30. Полировка отверстий в коренных и шатунных шейках
31. Нарезка резьбы в коренных шейках
32. Расточка отверстия в переднем хвостовике предварительно
33. Расточка отверстия в заднем хвостовике окончательно
34. Шлифовка торцов щек
35. Четвертая шлифовка коренных шеек коленчатого вала и шлифовка переднего хвостовика
36. Шлифовка наружной поверхности щеки
37. Окончательная шлифовка (вторая) шатунных шеек
38. Окончательная расточка отверстия в переднем хвостовике коленчатого вала

39. Окончательная расточка отверстия в заднем хвостовике коленчатого вала
40. Окончательная шлифовка (пятая) коренных шеек коленчатого вала
41. Окончательная шлифовка переднего хвостовика
42. Шлифовки отверстий в переднем и заднем хвостовиках
43. Долбежка зубьев в заднем хвостовике
44. Сверловка мелких отверстий и фрезеровка канавок
45. Статическая балансировка
46. Динамическая балансировка
47. Полировка шеек
48. Полировка наружных поверхностей коленчатого вала
49. Окончательный контроль.

Обработка хвостовиков коренных и шатунных шеек

Как видно из технологического процесса, коренные шейки два раза обтачиваются на токарных станках и пять раз шлифуются. Применение многократной шлифовки вызвано следующим обстоятельством: коленчатый вал, благодаря сложной своей конфигурации, после каждого снятия металла с какой-либо поверхности, несколько деформируется. Между тем, как это видно из предыдущего, наиболее острыми базирующими поверхностями являются коренные шейки. Поэтому, после каждого цикла работ, связанных с удалением стружки, происходит деформация детали, благодаря чему является необходимость вводить исправление базы т. е. шлифовку коренных шеек

Величины межоперационных припусков и допусков на коренные и шатунные шейки даны в таблице

(см. табл. на стр. 142)

№№ по пор.	Наименование операции	Этап техн. процесса	Точность изготовления (допуск)	Остаточные припуски на сторону в мм:		Примечания
				максим.	миним.	
Между второй, и третьей шлифовкой происходили следующие операции:						
I	Коренные шейки	I				
1	Обдирка		0,4	5	4,8	1. Подрезка торцов щеки, чистовая обточка шатунных шеек, чистовая обточка щеки.
2	Первая шлифовка	"	0,2	4,3	4,2	После третьей шлифовки прочистить чистовая обточка хвостовика, расточка отверстий в коренных шейках, преобразительная шлифовка шатунных шеек, сверловка и расточка отверстий в этих шейках, снятие скосов со щеки, сверловка смазочных отверстий, расточка переднего хвостовика, шлифовка щеки.
3	Чистовая обточка поверхности	II	0,4	2,25	2,05	После четвертой шлифовки производят следующие операции: шлифовка щеки поверху, окончательная шлифовка шатунных шеек, окончательная расточка отверстий в хвостовиках.
4	Вторая шлифовка	"	0,1	1,5	1,45	После пятой шлифовки производится окончательная обработка отверстий в хвостовиках.
5	Третья шлифовка	"	0,1	1,0	0,95	
6	Четвертая шлифовка	"	0,05	0,25	0,225	
7	Пятая шлифовка	"	0,02	Окончательный размер		
8	Поліровка	"				
II	Шатунные шейки	I				
1	Обдирка		0,2	6	5,9	
2	Чистовая обточка	II	0,2	1,5	1,4	
3	Первая шлифовка		0,05	0,35	0,325	
4	Вторая шлифовка		0,02	Окончательный размер		

У поступившей в цех заготовки первоначально отрезается длинный конец с припуском 2,5 мм против рабочего чертежа, затем вал поворачивается и отрезается длинный конец (рис. 138). Как видно из рисунка, работа производится на обычном токарном станке. Один конец вала зажимается в самоцентрирующийся патрон, другой в люнетной втулке.

Для сохранения симметричного расположения припусков по всем поверхностям детали в процессе механической обработки - коленчатый вал проходит несколько разметок. Первая из них делается после отрезки концов. Деталь устанавливается на разметочной в регулируемых втулках, после чего проверяются контуры щек, припуски на коренных и шатунных шейках и намечаются места для центровых отверстий. Далее вал центрируется на центральном станке.

Обточка хвостовиков производится тотчас же после центровки. Данную операцию можно осуществить двумя способами:

I способ. Деталь устанавливают на токарный станок и проходным резцом ведут последовательную обработку хвостовиков (рис. 139). Способ мало производительный, должен применяться при индивидуальном и мелкосерийном производстве.

II способ. Деталь устанавливают на многолезцовый токарный станок определенного назначения (рис. 140). Передний суппорт имеет проходные резцы, предназначенные для продольной обточки хвостовиков. На заднем суппорте установлены подрезные и галтельные резцы. Вращение детали осуществляется через центральный привод. Как видно из рисунка

деталь получает жесткое и надежное закрепление, вследствие чего можно с успехом применить многорезцовое резание. Способ этот должен применяться при крупносерийном производстве.

После обточки хвостовиков производят обдирку коренных шеек (первоначально две крайних, затем три средних). Наиболее рациональными станками для выполнения этой операции будут станки английской фирмы Викас и станки типа ТС 91875 з-да „Красный Пролетарий“.

На рис. 141 показана наладка этих станков на обдирку трех коренных шеек коленчатого вала. На станке находятся два суппорта (передний и задний). Эти суппорта имеют только поперечную подачу. На переднем располагаются широкие резцы для проточки шеек почти по всей ширине, на заднем - резцы для подрезки внутренних плоскостей щеки и подрезки галтелей. Деталь устанавливается в два корытообразных приспособления, имеющих каждый самостоятельный привод. Ориентировка и зажим производится по хвостовикам.

На рис. 142 показан поперечный разрез установки резцов на станке Викас. Резец зажимается винтами (4) в резцедержателе (1), который в свою очередь закрепляется с помощью болтов (2). Болты (3 и 5) служат для установки резца по центру и диаметру при наладке станка. Так как коренные шейки служат в дальнейшем базирующей поверхностью, то непосредственно после обточки этих шеек производят их шлифовку. Операция эта проводится на круглошлифовальных станках Харьковского станкостроительного завода (мод. ЗД16) или фирмы Черчилль. Шлифовка шеек происходит в три пере-

хода (рис. 143).

I переход. Шлифовальный камень врезается с одной стороны.

II переход. Шлифовальный камень врезается с другой стороны.

III переход. Зачистка шейки методом продольной подачи.

Кроме шеек в этой операции шлифуются также и хвостовики. Биение коренных шеек после шлифовки не должно превышать 0,2 мм. После этого вал поступает на разметку углов развала шатунных шеек.

Данная операция необходима для выдерживания симметричного расположения поверхностей и сохранения равномерного припуска. Размеченный коленчатый вал поступает на много-резцовый токарный станок типа Вилес, где в три операции производят обдирку всех трех пар шатунных шеек (в каждой операции по одной паре).

На рис. 144 показана наладка станка на обточку средних шатунных шеек. Корытообразные приспособления имеют эксцентрично расположенные гнезда. Деталь ориентируется и зажимается по шатунным шейкам. Места обработки приближены к месту передачи детали крутящего момента.

Обработка наружных поверхностей щек

По своей конструкции щеки коленчатых валов бывают круглые и овальные. Круглые щеки можно с успехом обрабатывать на станках типа Вилес в три операции (в каждой операции по две пары щек). Более затруднительная обработка овальных щек. На рис. 145 показана схема обработки такого рода деталей. В приспособление зажимается одновременно по три коленчатых вала. Щеки обтачиваются по-

парно, начиная с крайних. После обточки каждой пары вал переворачивается и те же щеки обтачиваются с другой стороны. Фрезеровка контура щек показана на рис. 146.

Сверловка отверстий в коренных шейках производится на горизонтально-сверлильном станке. Обычно деталь зажимается одним концом в патрон, другим в люнет. Сверло устанавливается в приспособлении, закрепленном на продольных салазках. Для направления режущего инструмента предусмотрена направляющая втулка.

Обработка коренных и шатунных шеек после термической операции

После термообработки производится многократная шлифовка коренных шеек, чистовая обточки и шлифовка шатунных шеек. На рис. 147 показана установка детали при окончательной шлифовке. Сквозь отверстия коренных шеек проходит оправка, имеющая на торцах закаленные центровочные углубления. На концах этой оправки находятся цанговые зажимы, служащие для ориентировки и зажима коренчатого вала. Установив оправку вместе с изделием на центра производят выверку шеек на биение. Последовательность шлифовки шеек будет такова: первоначально шлифуют шейку (7), при этом оставляется незначительный припуск. Затем под нее устанавливают люнет и переходят к пятой и третьей шейкам, с которыми проделывают ту же процедуру, что и для седьмой. Установив три люнета приступают к шлифовке остальных шеек. После этого шлифуют окончательно третью, пятую и седьмую.

Окончив операцию снимают все люнеты и перевернув вал приступают к шлифовке шейки (1). Последовательность переходов

при окончательной шлифовке таква: коленчатый вал устанавливается в центрирующее приспособление, после чего по индикатору проверяется биение каждой шейки, которое не должно превышать нормального припуска на шлифовку. Шлифовка шеек начинается с третьей и четвертой, затем переходит на вторую и пятую и заканчивается на первой и шестой. При шлифовке шатунных шеек применяются только регулирующие люнеты, устанавливаемые под ту шейку, которая шлифуется.

На рис. 148 показана установка коленчатого вала на круглошлифовальном станке Черчилль. Каждый из двух корытообразных приспособлений имеет самостоятельный привод. Деталь ориентируется по коренным шейкам и зажимается с помощью рычага (3) и болта (4).

Для предохранения детали от порчи во время зажима, прокладка (5) сделана из меди. Центрирующий диск (6) имеет три паза, оси которых совпадают с осями шатунных шеек. По окончании шлифовки одной пары шеек, коленчатый вал поворачивается на 120° . Фиксация нового положения происходит штифтом (7), который входит в паз диска.

Чистовая расточка отверстия в коренных шейках

I способ. Деталь устанавливается в приспособление, закрепленное на продольных салазках горизонтально-сверлильного станка (рис. 149). В отверстие вводится расточная скалка, передний конец которой входит в направляющую втулку. После этого, перед каждой коренной шейкой, устанавливается резец. Затем скалке дают вращательное движение, детали - поступательное. По окончании работы резцы вынимаются из своих гнезд и скалка выводится из вала. В данном случае много времени затрачивается на установку и снятие резцов, благодаря чему этот метод нельзя считать производительным.

2 способ. Деталь устанавливается в приспособление, закрепленное на продольных салазках горизонтально сверлильного станка. В отверстие вводится специальная расточная скалка (рис. 150). Оправка состоит из полого вала (1), имеющего эксцентрично расположенное отверстие, и стержня (2). В этом стержне закрепляются расточные резцы.

I - резцы находятся в нерабочем положении

II - " " " в рабочем положении. Поворот стержня (2) производится с помощью торцевого ключа (3). Вообще же такую скалку можно сделать с гидравлическим выдвиганием резца. Вторым способом гораздо производительнее первого и он должен применяться при крупносерийном производстве.

Сверление и расточка отверстий в шатунных шейках

I способ. Деталь устанавливается на стол горизонтально-сверлильного станка. Сверло или расточная скалка устанавливается в шпинделе. Обработка отверстий в шатунных шейках производится потарно.

II способ. Деталь устанавливается на стол специального шестишпиндельного двухстороннего горизонтально-сверлильного станка (рис. 151). Шпиндельные бабки имеют гидравлическую подачу.

Этот метод является более производительным и должен применяться при крупносерийном производстве.

Подобным же образом производится так же и расточка этих шеек. Расточка кольцевых канавок производится с помощью специальной расточной оправки, закрепленной в шпинделе горизонтально-сверлильного станка (рис. 152). Работа этой оправки производится следующим образом: резцы (3) имеют на своей поверхности выступы, которыми они входят в накрюнные пазы

стержня (2). Стержень (2) может перемещаться в продольном направлении внутри пустотелого вала (1), благодаря тяги (4), штифта (6) и маховичка (5).

Для выдвигания резцов (3) необходимо только повернуть этот маховик, который при этом благодаря винтовой резьбе начнет перемещаться в осевом направлении. Вместе с этим будут перемещаться тяга (4) и стержень (2), резцы при этом движении врезются в изделие. Конический хвостовик (8) закрепляется в шпинделе станка. Для повышения предела усталости материала необходимо отверстия коренных и шатунных шеек полировать.

Полировка производится вручную гибким валиком, приводимым от электромотора. В качестве полировальных средств применяется маждачное полотно, войлочные круги и крокусная мастика.

Обработка скосов на щеках коленчатого вала

На рис. 152 изображены скосы на боковых поверхностях щек. I способ. Деталь закрепляется на центрах обычного токарного станка. Верхние резцовые салазки поворачиваются на требуемый угол и съёмка металла производится ручной подачей. По окончании подрезки одной стороны щеки производится подрезка другой стороны.

Недостатками данного способа является малая производительность, а так же то, что трудно получить при неравномерной подаче достаточно чистую поверхность.

II способ. Деталь закрепляется на центрах обычного токарного станка (рис. 153). На поперечных салазках устанавливаются два резцедержателя, которые за один оборот коленчатого вала смогут обработать оба скоса. Поперечные салазки соединяются с ползуном, который передвигается по копуру,

установленному на направляющих станка. Установив резцы в исходное положение (как это указано на рисунке), поперечным салазкам дают автоматический самоход.

Балансировка коленчатых валов

По окончании механической обработки коленчатый вал проходит статическую и динамическую балансировку.

Статическая балансировка. Предположим, что центр тяжести не совпадает с осью вращения детали. Тогда на опоры, в которых вращается вал, будет действовать центробежная сила, пропорциональная квадрату числа оборотов, массе детали и величине смещения центра тяжести. При значительной величине этой силы на подшипники коленчатого вала будет действовать дополнительная, меняющаяся по знаку, нагрузка, которая вызовет нежелательную вибрацию всей установки.

На рис. 154 показано положение статически неуравновешенного цилиндра. На рис. 155 — статически уравновешенного.

Для того, чтобы статически сбалансировать неуравновешенное тело, нужно поместить соответствующий контргруз на легкой стороне в любом месте по длине его, или снять требуемое по весу количество металла где-нибудь по длине тела на тяжелой стороне.

На рис. 156 показано тело статически сбалансированное. Если же дать этому телу вращение, то каждый грузик вызовет действие центробежной силы. Эти силы по величине равны друг другу, но действуют в различных плоскостях, в результате чего получается пара сил, которая будет стремиться вывернуть тело, чтобы уничтожить вибрацию необходимо плечо L сделать равным нулю.

Динамическая балансировка методом Гишольта

С помощью этого метода определяется величина неуравновешенности и места, в которые следует внести поправки.

Единицей измерения при балансировке принят унц-дюйм (унция = 28,35 гр.), который является эквивалентом центробежной силы тела весом в одну унцию при расстоянии центра тяжести его в один дюйм от оси вращения.

Предположим на наружной поверхности цилиндра имеется неуравновешенная масса Q_1 (рис. 157), тогда для статической балансировки необходимо с противоположной стороны поместить контргрузы Q_2 и Q_3 .

Для того, чтобы статически уравновесить необходимо, чтобы $Q_1 = Q_2 + Q_3$. Для того, чтобы динамически уравновесить деталь необходимо такое равенство: $Q_2 \cdot a + Q_3 \cdot b$. В процессе вращения на тело будут действовать две пары сил.

Описание станка Гишольт (рис. 158)

На основной станине (1) устанавливается рама (7) с двумя опорами (6 и 9) для балансируемого коленчатого вала. Рама опирается средней своей частью на две призмы (8) стоек, левый же конец тягой (4) соединяется с плоской пружиной (3). Правый конец этой пружины соединен со станиной станка. Указатель (5) в нормальном положении должен совпадать с нулевым делением вертикальной шкалы. В передней бабке (11) помещается шпиндель с диском (13). По диаметру диска (13) прорезан паз, по которому ходит сухарь (14). На станках Гишольт противовес обычно весит 10 унций. Передача движения от шпинделя к коленчатому валу происходит

через поводковую муфту (10). Первоначально детали дают свыше ста оборотов в минуту, после чего выключают привод станка. Вращаясь по инерции, коленчатый вал теряет скорость и при этом проходит критическое число оборотов (около 100 в минуту), при которых амплитуда колебаний рамы станет максимальной.

Неуравновешенность, полученная в шейке б, не выводит раму из равновесия, так как она воспринимается призматической опорой (8). Неуравновешенная же шейка а, действуя на раму, дает ей колебательное движение.

Вследствие этих причин балансировку необходимо проводить в два приема, при которых шейки а и б будут меняться своими местами.

Порядок проведения балансировки будет таков: I этап - коленчатый вал, подлежащий испытанию, устанавливается по двум своим шейкам на опоры. Сухарь (14) находится на нулевом делении диска (13), так что на раму (7) будет действовать только одна неуравновешенность коленчатого вала. После этого деталь приводится во вращение. После выключения привода станка при падении числа оборотов коленчатый вал пройдет критическую скорость и стрелка специального прибора отметит максимальную амплитуду колебаний.

Переменная вес груза (14) на длину амплитуды, находят ве-

личину неуравновешенности, выраженную в унцодюймах.

II этап. Определение точного местонахождения груза на шейках, который необходимо снять для динамической уравновешенности коленчатого вала. Для этого предварительно на диске (13) создают момент (передвижением груза 14), равный величине неуравновешенности детали. При этом диск (13) поворачивается на некоторый угол относительно шпинделя станка, с таким расчетом, чтобы искусственный момент полностью уравновесил деталь. По углу поворота диска определяют место, с которого требуется снять излишки металла. После этого коленчатый вал переворачивается на 180° и уравновешивается вторая половина детали.

Окончательный контроль

1. Проверка качества поверхностей вала (наружный осмотр) с целью выявления следующих дефектов:

- а) Коррозия (проверяется не вооруженным глазом),
- б) Плохая полировка (проверяется не вооруженным глазом),
- в) Трещины (проверяется на Магнэфлоксе),
- г) Заусенцы (проверяется не вооруженным глазом).

Деталь при внешнем осмотре устанавливается на призмы по трем коренным шейкам (второй, пятой и седьмой). На поверхности этих призм ложатся бумажные прокладки, смазанные салом или тивотом. Это необходимо делать для избежания получения

царапин на шейках вала при поворачивании коленчатого вала.

2. Проверка биения коренных шеек, точных отверстий в переднем и заднем конце коленчатого вала производится индикатором.

3. Проверка диаметров коренной и шатунной шейки производится микрометром.

4. Расстояние от первой щеки до фланца крепления малой редукторной шестерни проверяется лекалом.

5. Толщина щек проверяется микрометром или скобой.

6. Ширина колен проверяется скобой.

7. Диаметры отверстий в хвостовиках проверяются индикатором.

8. Резьба проверяется резьбовыми калибрами.

9. Шлицы проверяются шлицевыми специальными калибрами.

10. Проверка углов между осями шатунных шеек

Вал очень точно устанавливается на призму контрольной плиты.

Допуск на непараллельность шеек по отношению к плоскости плиты не должен превышать 0,015. После этого вал устанавливается в положение 1 (рис. 159). Колена (1, 6 и 3, 4) занимают верхнее положение. Затем по индикатору устанавливаются на одну высоту шейки 1-го и 3-го колена (допуск $\pm 0,01$).

Далее сравниваются высоты колен (6 и 4) с высотой первого колена и полученная разница записывается.

По окончании установки вал поворачивается и занимает положение II. Колено первое снова устанавливается с помощью индикатора на прежнюю высоту. После этого проверяют высоты колен (2 и 5). Разница, полученная в результате измерений, не должна превышать определенной величины, предусмотренной техническими условиями. Для коленчатого вала мотора Испано-Сюиза эта разница не должна быть больше $\pm 0,4$ мм, что соответствует углу в $\pm 18'$!

17. Для выявления трещин коленчатый вал проходит испытание на магнофлюксе.

Часть VIII

Изготовление коленчатых валов звездообразных моторов

В конструктивном отношении эти детали можно разбить на две группы:

1. Коленчатые валы одинарных звездообразных моторов. Эти валы состоят из двух частей.
2. Коленчатые валы двурядных звездообразных моторов. Эти валы состоят из трех частей.

На рис. 160 показан рабочий чертеж коленчатого вала мотора K-14. Деталь изготовлена из высококачественной хромоникелевой стали и состоит из трех частей.

1. Передней части, несущей переднюю шатунную шейку
2. Задней части, несущей заднюю шатунную шейку и
3. Средней щеки, соединяющей обе шатунные шейки.

Наиболее важными поверхностями будут следующие:

1. Шейка под роликоподшипник. Эта шейка изготавливается очень точно (допуск $0,015$). Допускаемая овальность $0,01$. Конусность $0,01$.

2. Шатунная шейка. Допуск на изготовление $0,0125$. Допускаемая овальность $0,01$. Допускаемая конусность $0,01$.

Шатунная шейка является трущейся поверхностью, а потому она должна кроме шлифовки проходить также полировку. Перекос шатунной шейки относительно шейки под роликоподшипник на длине 76 мм должен быть не более $0,02$. Измерение должно производиться в двух перпендикулярных плоскостях. Отклонение оси шатунной шейки задней части коленчатого вала от плоскости, проведенной через оси шеек шатунной и роликового подшипника, не должно превышать $0,2$.

3. Цилиндрическая поверхность, на которой находится передний шарикоподшипник, ведущая шестерня газораспределения, распорная втулка шарикоподшипника кулачковой шайбы, затем втулка кулачковой шайбы.

Обе эти втулки сидят на общей шпонке. Как видно из всего вышеизложенного, на данной поверхности закрепляется целый ряд ответственных деталей, а потому она обрабатывается с большой точностью (допуск $0,015$). Биение этой поверхности относительно шейки под роликоподшипник не должно быть более $0,03$.

4. Наклонные шлицы. На этих шлицах сидит соединительная муфта, которая ведет подвижной венце редуктора. Биение сто-

рон конических шлицев относительно шейки под роликподшипник должно быть не более 0,03. Перекос сторон конических шлицев относительно шейки под шарикоподшипник должен быть не более 0,03.

5. Отверстие под подшипник хвостовика вала редуктора. Это отверстие должно быть строго концентрично наружной поверхности и шейки под роликподшипник. Допуск на изготовление равен 0,045.

6-7. Отверстия в щеке передней части и в шатунной шейке задней половины. Эти отверстия предназначаются для фиксирующего штифта, который ориентирует все части коленчатого вала при сборке. Обработка производится весьма точно с допуском 0,025.

8. Отверстия под шатунные шейки в средней щеке изготавливаются весьма точно. Допуск 0,015. Перекос осей в двух взаимно перпендикулярных плоскостях допускается на расстоянии 79,8 не более 0,03.

9. Шатунная шейка на задней части.

10. Шейка под задний роликподшипник.

11. Отверстие под установочную втулку вала нагнетателя. Биение этого отверстия относительно шейки роликподшипника не должно быть более 0,015.

Наличие целого ряда весьма точных и симметрично расположенных поверхностей сильно усложнило технологический процесс изготовления коленчатого вала.

Таблица межоперационных припусков и допусков при обработке наружных поверхностей гильзы мотора Испано-Стойца

№ п/п	Наименование операции	Этап техн. процес.	Наименование поверхностей						Нижний пояс	Торцы гильзы
			наружн. по-верхн. спеч. резьбы	Буртик под эластичное кольцо	Поясок между ребрами жесткости	Поясок под резиновые кольца	Нижний пояс	Торцы гильзы		
Остатляемый припуск максим. с каждой стороны в мм										
1	Обточка поверху	I	5,2-4,95	1,75-1,5	5,25-4,90	4,25-4,0	5,35-5,1	0,65-0,45		
2	Исправление базы	II	-	-	-	-	-	-	0,25-0,3	
3	Первая обточка поверху	III	2,2-2,0	-	3,0-2,65	2,0-1,75	3,1-2,85	-		
4	Вторая обточка поверху	"	0,95-0,70	0,75-0,50	2,25-1,95	0,65-0,40	1,75-1,5	-		
5	Обточка поясков между ребер	"	-	-	0,40-0,15	-	-	-		
6	Обточка поясков между ребер и из-готовление ребер жесткости	"	-	-	изготовлен окончательно	-	-	-		
7	Обточка поясков под резьбу, нижнего пояска, буртиков	"	0,35-0,25	0,35-0,25	-	0,35-0,25	0,35-0,25	-		
8	Шлифовка торцов гильзы и буртиков	"	-	0,275-0,225	-	-	-	0,05	окончат.	
9	Предварительная шлифовка поясков и буртиков	"	0,075	Допуск на диаметр 0,05	-	Допуск на диаметр 0,10	Допуск на диаметр 0,05	-		
10	Окончательная шлифовка поясков и буртиков	"	окончат.	окончат.	-	окончат.	окончат.	окончат.		

механической обработки проходит поверхностную закалку.

II способ. Технологический процесс разбивается на три этапа:

- а) Обработка до термической операции (калка, отпуск)
- б) " " сборки
- в) " в собранном виде.

При первом способе технологический процесс получается более простой, так как в процессе механической обработки деталь не нужно направлять в термический цех. Благодаря поверхностной закалке шатунной шейки можно будет при начальной термической операции (калка, отпуск) сталь детали получить повышенной твердости, а это в свою очередь создает лучшие условия для производительного резания металла.

Поверхности коленчатого вала мотора Райт-Циклон, по которым оставляются припуски на обработку в собранном виде.

Передняя часть коленчатого вала

1. Шейка под шарикоподшипник
2. Отверстие под фиксирующий штифт в щеке
3. Отверстие под заклепки противовесов

Задняя часть коленчатого вала

1. Шейка под шарикоподшипник
2. Отверстие в хвостовике
3. Отверстие под фиксирующий штифт в щеке
4. Отверстия под заклепки противовесов
5. Зубчатое зацепление в отверстии хвостовика.

Поверхности коленчатого вала мотора K-14, по которым

оставляются припуски на обработку в собранном виде:

I. Передняя часть коленчатого вала:

1. Шейка под шарикоподшипник
2. Поверхность под посадку деталей распределения
3. Шатунная шейка
4. Торец шатунной шейки
5. Центровочное отверстие в шатунной шейке
6. " " " в щеке
7. Отверстие под подшипник вала редуктора
8. Резьба на хвостовике
9. Конические шлицы
10. Шпоночные канавки на хвостовике
11. Отверстия под заклепки противовесов
12. Боковые поверхности щеки

II. Задняя часть:

1. Шейка под шарикоподшипник
2. Шатунная шейка
3. Центрирующее отверстие в шатунной шейке
4. Центрирующее отверстие в щеке
5. Отверстие под установочную втулку вала нагнетателя
6. Резьба
7. Пазы
8. Боковые поверхности щеки
9. Задняя плоскость щеки
10. Отверстия под заклепки противовесов
11. Зубчатое зацепление в отверстии хвостовика.

III. Противовесы.

1. Отверстия для крепления противовеса
2. Цилиндрическая часть противовесов.

Выбор баз при обработке коленвала мотора Райт-Циклон

I этап

Первоначально заготовка центруется, затем устанавливается на центра, обдирается поверху, а затем шлифуется. Эти шлифовальные пояски на хвостовике и будут служить базами при последующей механической обработке (рис. 162).

После чистовой обработки отверстий в хвостовиках, в последние устанавливаются специальные пробки с центровочными углублениями. Эти углубления служат основной базой при механической обработке внешнего контура (рис. 163).

При обработке в собранном виде задняя часть ориентируется по передней.

Порядок операций технологического процесса изготовления коленчатых валов мотора Райт-Циклон

Передняя часть

1. Отрезка конца хвостовика
2. Термообработка (калка, отпуск)
3. Контрольная
4. Зацентровка хвостовика и щеки
5. Обточка хвостовика и подрезка передней плоскости щеки
6. Первая шлифовка хвостовика и передней плоскости щеки
7. Фрезеровка задней плоскости щеки
8. Фрезеровка торца шатунной шейки
9. Обточка шатунной шейки
10. Сверловка и зенковка отверстия в хвостовике со стороны задней плоскости щеки
11. Сверловка отверстия с переднего торца хвостовика
12. Расточка отверстия в хвостовике со стороны задней плоскости щеки
13. Получровка отверстия
14. Расточка отверстия под резьбу, нарезка резьбы, постановка пробки, изготовление центровочного отверстия в пробке в задней плоскости щеки

15. Расточка отверстия по копиру в переднем конце хвостовика
16. Постановка пробки в носке вала
17. Вторая шлифовка хвостовика
18. Сверловка, зенковка, развертка отверстия под центрирующий штифт
19. Сверловка отверстий крепления противовесов
20. Шлифовка шатунной шейки и задней плоскости щеки
21. Сверловка отверстия в шатунной шейке
22. Зенковка и развертка отверстий в шатунной шейке
23. Фрезеровка боковых поверхностей щек
24. Фрезеровка торца щеки
25. Фрезеровка закругления щеки у шатунной шейки
26. Фрезеровка скоса щеки
27. Фрезеровка паза крепления противовесов
28. Протяжка паза крепления противовесов
29. Снятие фасок в пазе крепления противовесов
30. Постановка прокладок в паз крепления противовесов
31. Подрезка передней плоскости щеки
32. Подрезка задней плоскости щеки
33. Фрезеровка шпоночных канавок
34. Сверловка смазочного отверстия в шатунной шейке
35. Сверловки отверстий под масляные трубки и пробки
36. Сверловка отверстий в переднем конце хвостовика коленчатого вала
37. Изготовление сферической выемки в шатунной шейке и сверловка отверстия
38. Прорезка кольцевых канавок на хвостовике
39. Третья шлифовка хвостовика
40. Закалка поверхности шатунной шейки
41. Шлифовка шатунной шейки и задней плоскости щеки
42. Шлифовка боковых поверхностей щек

43. Четвертая шлифовка хвостовика
 44. Полировка щеки
 45. Фрезеровка шлиц на хвостовике
 46. Шлифовка шлиц на хвостовике
 47. Нарезка резьбы на хвостовиках
 48. Проверка коленвала на магнофлюксе
 49. Контрольная
 50. Сборка половинок колен вала
 51. Обточка шейки в задней части коленвала и расточка отверстия
 52. Шлифовка шеек на хвостовиках передней и задней частях коленчатого вала
 53. Разборка вала
 54. Доводление зубьев внутреннего зацепления в задней части коленчатого вала
 55. Фрезеровка резьбы на хвостовике задней части
 56. Сборка противовесов с передней и задней частями коленчатого вала
 57. Рассверловка, зенковка, развертка отверстий под заклепки крепления противовесов
 58. Вальцовка заклепок крепления противовесов
 59. Фрезеровка торцов заклепок заподлицо с противовесами
 60. Постановка маслопроводных трубок и пробок
 61. Сборка коленчатого вала.
- Провести виверку передней части относительно задней.
62. Рассверловка, зенковка, развертки отверстий под фиксирующий штифт
 63. Обточка противовесов по цилиндрической поверхности
 64. Статическая балансировка коленчатого вала
 65. Зачистка и полировка плоскостей коленчатого вала
 66. Окончательная доводка шатунной шейки
 67. Полировка шеек хвостовиков
 68. Контрольная.

Выбор баз при обработке коленчатого вала мотора К-14

Передняя часть - I этап

При обточке хвостовика базой служат центровочные отверстия (рис. 164).

При обдирке задней плоскости щеки, наружной и внутренней поверхности шатунной шейки, торца шатунной шейки, боковых поверхностей шеек - базой служат наружная часть хвостовика и передняя плоскость щеки.

При сверловке отверстия в хвостовике, базой служат хвостовик и шатунная шейка.

II этап

После термообработки, в первой же операции производится изготовление центровочного отверстия в хвостовике. Коленчатый вал центрируется по хвостовику. Ось центровочного отверстия получается концентрично внешней поверхности (рис. 165).

После этого производится обточка хвостовика.

При чистовой обработке внешнего контура щеки, пальца кривошипа-базирующей поверхность является шлифованный хвостовик и шлифованная передняя плоскость щеки.

При обработке в собранном виде базирующими поверхностями служат хвостовик в передней части и центровочное отверстие в задней части (рис. 166).

Порядок технологического процесса обработки коленчатого вала мотора К-14

I этап

Передняя часть

Средняя часть

Задняя часть

Грубая обдирка всех поверхностей наружных и внутренних

Грубая обдирка всех поверхностей наружных и внутренних

Грубая обдирка всех поверхностей наружных и внутренних

(Термообработка (калка, отпуск))

II этап

Передняя часть

Средняя часть

Задняя часть

Окончательная обработка следующих поверхностей:

1. Конца кривошипной шейки для соединения со средней частью
2. Верхняя и нижняя поверхности - щеки
3. Передней и задней поверхностей щеки

По остальным поверхностям оставляются припуски

Окончательная обработка средней части

Окончательная обработка следующих поверхностей:

1. Конца кривошипной шейки для соединения со средней частью
2. Верхняя и нижняя поверхности щеки
3. Передняя сторона щеки.

По остальным поверхностям оставляются припуски.

III этап

Сборка и обработка в собранном виде

1. Расточка центрирующего отверстия
2. Расточка отверстия в задней части
3. Обточка хвостовика и подрезка задней стороны щеки
4. Шлифовка хвостовика и задней стороны щеки
5. Предварительная обработка чашки в задней части коленвала
6. Фрезеровка шпоночных канавок в передней и задней части коленвала.

Разборка вала

Передняя часть

Задняя часть

1. Опиловка и шлифовка контура щеки
2. Сверловка и развертка отверстий под противовесы

1. Опиловка и шлифовка контура щеки
2. Сверловка и развертка отверстий под противовесы

Сборка и обработка в собранном виде

1. Окончательная шлифовка коренных и шатунных шеек, полировка шатунных шеек.

II этап

Передняя часть

Средняя часть

Задняя часть

Окончательная обработка следующих поверхностей:

1. Конца кривошипной шейки для соединения со средней частью
2. Верхняя и нижняя поверхности - щеки
3. Передней и задней поверхностей щеки

По остальным поверхностям оставляются припуски

Окончательная обработка средней части

Окончательная обработка следующих поверхностей:

1. Конца кривошипной шейки для соединения со средней частью
2. Верхняя и нижняя поверхности щеки
3. Передняя сторона щеки.

По остальным поверхностям оставляются припуски.

III этап

Сборка и обработка в собранном виде

1. Расточка центрирующего отверстия
2. Расточка отверстия в задней части
3. Обточка хвостовика и подрезка задней стороны щеки
4. Шлифовка хвостовика и задней стороны щеки
5. Предварительная обработка чашки в задней части коленвала
6. Фрезеровка шпоночных канавок в передней и задней части коленвала.

Разборка вала

Передняя часть

Задняя часть

1. Опиловка и шлифовка контура щеки
2. Сверловка и развертка отверстий под противовесы

1. Опиловка и шлифовка контура щеки
2. Сверловка и развертка отверстий под противовесы

Сборка и обработка в собранном виде

1. Окончательная шлифовка коренных и шатунных шеек, полировка шатунных шеек.

2. Прорезка канавок и нарезка резьбы в переднем и заднем хвостовиках

3. Окончательная обработка чашки в заднем хвостовике

4. Окончательная обработка передней части отверстия хвостовика в передней половине коленчатого вала

разборка вала

передняя часть

задняя часть

Сборка противовесов и изготовление отверстий под пробки

Сборка противовесов и долбление зубьев во внутренней поверхности хвостовика, изготовление отверстий под пробки

сборка коленчатого вала

1. Окончательная обработка отверстий под центрирующие штифты.

2. Запрессовки втулки в хвостовик передней части и развертка отверстия во втулке

окончательный контроль

Методы обработки отдельных поверхностей.

I этап. Обработка передней части

1. Обработка торцов хвостовика и торца шатунной шейки.

Подрезку торцов лучше всего проводить на продольно-фрезерном станке (рис. 167). Деталь устанавливается на поворотный стол конструкции фирмы Цинцинати. Вспомогательное время при этом затрачивается только на быстрый отвод приспособления в исходное положение, поворот стола и быстрый подвод детали в рабочее положение.

2. Зацентровка торцов производится на обычном двухстороннем центровочном станке.

2. Прорезка канавок и нарезка резьбы в переднем и заднем хвостовиках

3. Окончательная обработка чашки в заднем хвостовике

4. Окончательная обработка передней части отверстия хвостовика в передней половине коленчатого вала

разборка вала

передняя часть

задняя часть

Сборка противовесов и изготовление отверстий под пробки

Сборка противовесов и долбление зубьев во внутренней поверхности хвостовика, изготовление отверстий под пробки

сборка коленчатого вала

1. Окончательная обработка отверстий под центрирующие штифты.

2. Запрессовки втулки в хвостовик передней части и развертка отверстия во втулке

окончательный контроль

Методы обработки отдельных поверхностей.

I этап. Обработка передней части

1. Обработка торцов хвостовика и торца шатунной шейки.

Подрезку торцов лучше всего проводить на продольно-фрезерном станке (рис. 167). Деталь устанавливается на поворотный стол конструкции фирмы Цинцинати. Вспомогательное время при этом затрачивается только на быстрый отвод приспособления в исходное положение, поворот стола и быстрый подвод детали в рабочее положение.

2. Зацентровка торцов производится на обычном двухстороннем центровочном станке.

3. Обдирка хвостовика и подрезка передней плоскости щеки. Данную операцию можно проводить по двум способам.

I способ. Деталь устанавливается на центра обычного токарного станка (рис. 168). Поводком служат шатунная шейка. Проходным резцом первоначально обтачивается хвостовик, затем подрезается передняя плоскость щеки. Способ малопродуктивный и более пригоден для индивидуального и мелкосерийного производства.

II способ. Деталь устанавливается на центра многолезцового станка типа Фей (рис. 169). В данном случае происходит одновременная обработка несколькими резцами хвостовика и передней плоскости щеки. Единственным неудобством этого метода является то, что для резцов, подрезающих щеку и резцов, обтачивающих хвостовик, для того, чтобы выдержать одинаковую стойкость, требуются разные числа оборотов. Расчетное число оборотов, исходящее из нормального режима резания, принятое для обточки хвостовика, будет велико для подрезных резцов щеки, вследствие чего стойкость последних резко упадет. Для предупреждения этого явления необходимо несколько снизить число оборотов и, кроме того, уменьшить толщину стружки, снимаемой подрезными резцами. В самой же конструкции резцедержателя заднего суппорта предусмотреть устройство, обеспечивающее быструю смену резцов. Поэтому, если и крайние подрезные резцы будут иметь пониженную стойкость, то их придется чаще менять, что не представляет трудности при применении специального резцедержателя. Можно было бы так же применить комбинацию резцов из различных материалов (для обточки хвостовика - режущий инструмент из быстрорежущей стали), для подрезки щеки - резцы из сверхтвердых

3. Обдирка хвостовика и подрезка передней плоскости щеки. Данную операцию можно проводить по двум способам.

I способ. Деталь устанавливается на центра обычного токарного станка (рис. 168). Поводком служат шатунная шейка. Проходным резцом первоначально обтачивается хвостовик, затем подрезается передняя плоскость щеки. Способ малопродуктивный и более пригоден для индивидуального и мелкосерийного производства.

II способ. Деталь устанавливается на центра многолезцового станка типа Фей (рис. 169). В данном случае происходит одновременная обработка несколькими резцами хвостовика и передней плоскости щеки. Единственным неудобством этого метода является то, что для резцов, подрезающих щеку и резцов, обтачивающих хвостовик, для того, чтобы выдержать одинаковую стойкость, требуются разные числа оборотов. Расчетное число оборотов, исходящее из нормального режима резания, принятое для обточки хвостовика, будет велико для подрезных резцов щеки, вследствие чего стойкость последних резко упадет. Для предупреждения этого явления необходимо несколько снизить число оборотов и, кроме того, уменьшить толщину стружки, снимаемой подрезными резцами. В самой же конструкции резцедержателя заднего суппорта предусмотреть устройство, обеспечивающее быструю смену резцов. Поэтому, если и крайние подрезные резцы будут иметь пониженную стойкость, то их придется чаще менять, что не представляет трудности при применении специального резцедержателя. Можно было бы так же применить комбинацию резцов из различных материалов (для обточки хвостовика - режущий инструмент из быстрорежущей стали), для подрезки щеки - резцы из сверхтвердых

справов). Но этот вопрос требует экспериментальной проверки, так как необходимо предварительное испытание победитовых резцов (в данном случае они будут работать на удар).

Обдирка шатунной шейки, задней плоскости щеки и сверловка отверстия в шейке.

I-й способ. Деталь устанавливается в приспособление токарного станка (рис. 170). Проходным резцом первоначально производится обточка шатунной шейки, а затем подрезка торца шейки и задней плоскости щеки. Сверловка отверстия производится на вертикально-сверлильном станке.

Этот способ малопродуктивный и должен применяться при индивидуальном и мелкосерийном производствах.

II-й способ. Деталь устанавливается в приспособление револьверного станка (рис. 171).

1. Сверловка отверстия
2. Обточка шейки поверху и одновременная подрезка торца шейки
3. Подрезка несколькими резцами, закрепленными в специальном резцедержателе переднего суппорта задней плоскости щеки.

Этот метод имеет следующие достоинства:

1. Совмещаются две операции (сверловка отверстия и проточка шейки, торца шейки и щеки), благодаря чему уменьшается вспомогательное время
2. Уменьшается машинное время вследствие одновременной подрезки торцов шейки с обточкой и применением многорезцового резцедержателя при подрезке задней плоскости щеки. Способ этот должен применяться при серийном и крупносерийном производствах.

справов). Но этот вопрос требует экспериментальной проверки, так как необходимо предварительное испытание победитовых резцов (в данном случае они будут работать на удар).

Обдирка шатунной шейки, задней плоскости щеки и сверловка отверстия в шейке.

I-й способ. Деталь устанавливается в приспособление токарного станка (рис. 170). Проходным резцом первоначально производится обточка шатунной шейки, а затем подрезка торца шейки и задней плоскости щеки. Сверловка отверстия производится на вертикально-сверлильном станке.

Этот способ малопродуктивный и должен применяться при индивидуальном и мелкосерийном производствах.

II-й способ. Деталь устанавливается в приспособление револьверного станка (рис. 171).

1. Сверловка отверстия
2. Обточка шейки поверху и одновременная подрезка торца шейки

3. Подрезка несколькими резцами, закрепленными в специальном резцедержателе переднего суппорта задней плоскости щеки.

Этот метод имеет следующие достоинства:

1. Совмещаются две операции (сверловка отверстия и проточка шейки, торца шейки и щеки), благодаря чему уменьшается вспомогательное время

2. Уменьшается машинное время вследствие одновременной подрезки торцов шейки с обточкой и применением многорезцового резцедержателя при подрезке задней плоскости щеки. Способ этот должен применяться при серийном и крупносерийном производствах.

III-й способ. 1 операция. Подрезка задней плоскости щеки производится на горизонтально-фрезерном станке торцевой фрезой (рис. 172). Деталь устанавливается на поворотный стол конструкции фирмы Цинцинати. Снятие и установка детали происходит во время работы.

Во второй операции производится сверловка отверстия, обточка шатунной шейки, подрезка торцов шейки и удаление остатков металла с задней плоскости щеки. Карта наладки будет такая же, что и во втором способе, только на переднем суппорте будет установлен один подрезной резец в нормальной четырехгранной головке. Метод этот высокопроизводительный и его необходимо применять при крупносерийном производстве.

Фрезеровка боковых поверхностей щек

Наиболее рациональным способом обработки боковых поверхностей щек будет фрезеровка этих поверхностей специальными и фасонными фрезами.

На рис. 173 показана фрезеровка боковых поверхностей щек на горизонтальном или продольно-фрезерном станке. Фреза составная. Для уменьшения вспомогательного времени деталь необходимо устанавливать на поворотном столе конструкции фирмы Цинцинати.

На рис. 174 показана фрезеровка цилиндрических поверхностей щек фасонными фрезами. Для уменьшения машинного времени необходимо одновременно обрабатывать две детали. Детали устанавливаются на поворотном столе конструкции фирмы Цинцинати.

Обработав щеки приступают к сверлению вала. Обратный порядок этих операций приводит к некоторому короблению щеки при фрезеровании.

III-й способ. 1 операция. Подрезка задней плоскости щеки производится на горизонтально-фрезерном станке торцевой фрезой (рис. 172). Деталь устанавливается на поворотный стол конструкции фирмы Цинцинати. Снятие и установка детали происходит во время работы.

Во второй операции производится сверловка отверстия, обточка шатунной шейки, подрезка торцов шейки и удаление остатков металла с задней плоскости щеки. Карта наладки будет такая же, что и во втором способе, только на переднем суппорте будет установлен один подрезной резец в нормальной четырехгранной головке. Метод этот высокопроизводительный и его необходимо применять при крупносерийном производстве.

Фрезеровка боковых поверхностей щек

Наиболее рациональным способом обработки боковых поверхностей щек будет фрезеровка этих поверхностей специальными и фасонными фрезами.

На рис. 173 показана фрезеровка боковых поверхностей щек на горизонтальном или продольно-фрезерном станке. Фреза составная. Для уменьшения вспомогательного времени деталь необходимо устанавливать на поворотном столе конструкции фирмы Цинцинати.

На рис. 174 показана фрезеровка цилиндрических поверхностей щек фасонными фрезами. Для уменьшения машинного времени необходимо одновременно обрабатывать две детали. Детали устанавливаются на поворотном столе конструкции фирмы Цинцинати.

Обработав щеки приступают к сверлению вала. Обратный порядок этих операций приводит к некоторому короблению щеки при фрезеровании.

Окончательная обработка отверстия в хвостовике происходит согласно карте наладки, показанной на рис. 177.

1 позиция - расточка отверстия для направления зенкера

2 " - первая зенковка отверстия

3 " - вторая " " "

4 " - развертка отверстия

5 " - полировка отверстия войлочным кругом

6 " - снятие фаски.

Чистовая токарная обработка шатунной шейки и окончательная обработка отверстия производится на револьверном станке. Для повышения предела усталости металла отверстие необходимо полировать или хонинговать.

Обработка шлицевых канавок на хвостовике

Шлицевые канавки на хвостовиках коленчатых валов бывают расположены на цилиндрической поверхности (мотор Райт-Циклон) или на конической (мотор Гном-Рон, R-14). В первом случае канавки обрабатываются в две операции.

I операция. Деталь устанавливается на стол зубофрезерного станка. Специальной червячной фрезой прорезаются шлицевые канавки. При этом оставляются припуски на шлифовку.

II операция. Деталь устанавливается на стол шлифовального станка. Специальным фасонным абразивным камнем канавки шлифуются.

Во втором случае часто применяют такой вариант: первоначально канавки прорезаются на горизонтально-фрезерном станке, затем вручную они доводятся слесарями до требуемых размеров. На рис. 178 показано приспособление, приме-

Окончательная обработка отверстия в хвостовике происходит согласно карте наладки, показанной на рис. 177.

1 позиция - расточка отверстия для направления зенкера

2 " - первая зенковка отверстия

3 " - вторая " " "

4 " - развертка отверстия

5 " - полировка отверстия войлочным кругом

6 " - снятие фаски.

Чистовая токарная обработка шатунной шейки и окончательная обработка отверстия производится на револьверном станке. Для повышения предела усталости металла отверстие необходимо полировать или хонинговать.

Обработка шлицевых канавок на хвостовике

Шлицевые канавки на хвостовиках коленчатых валов бывают расположены на цилиндрической поверхности (мотор Райт-Циклон) или на конической (мотор Гном-Рон, R-14). В первом случае канавки обрабатываются в две операции.

I операция. Деталь устанавливается на стол зубофрезерного станка. Специальной червячной фрезой прорезаются шлицевые канавки. При этом оставляются припуски на шлифовку.

II операция. Деталь устанавливается на стол шлифовального станка. Специальным фасонным абразивным камнем канавки шлифуются.

Во втором случае часто применяют такой вариант: первоначально канавки прорезаются на горизонтально-фрезерном станке, затем вручную они доводятся слесарями до требуемых размеров. На рис. 178 показано приспособление, приме-

няемое для фрезерной операции при обработке коленчатых валов моторов К-14 и К-9. На основной плите (1), закрепленной на столе горизонтально-фрезерного станка, справа имеется прилив, внутри которого может вращаться делительный диск (9) вместе со втулкой (13). В эту втулку входит коленчатый вал своим хвостовиком. Конец вала поддерживает выдвигной центр (5), находящийся внутри бабки (2). Перемещение центра происходит маховичком (3) с помощью стержня (4). Штифт (7) предохраняет центр от проворачивания. Для установки фрезы по отношению коленчатого вала служат сухарь (7). Закрепление щеки производится откидной планкой (10) и болтами уступов (11). Положение делительного диска, а вместе с тем и детали, фиксируется штифтом (12). После поворота делительный диск благодаря маховичку (8) наглухо закрепляется в приспособлении. Таким образом усилия резания уже не могут быть переданы на фиксирующий штифт.

Сверловка смазочных отверстий производится в специальных кондукторах. На рис. 179 показан кондуктор для обесверливания передней половины коленчатого вала. В основном корпусе приспособления (1) имеется прилив, внутри которого может поворачиваться деталь (2) вместе с закрепленным в ней коленчатым валом (5 и 6 - кондукторные втулки). Закрепление детали (2) происходит крышкой (3) и откидным болтом (4).

Для того, чтобы кондукторные втулки (6) приняли строго вертикальное положение необходимо в отверстия 9 и 10 вставить специальный фиксирующий штифт. Зажим коленчатого вала производится с помощью откидной планки и винта (7).

Чтобы просверлить отверстие в плоске шатунной шей.

няемое для фрезерной операции при обработке коленчатых валов моторов К-14 и К-9. На основной плите (1), закрепленной на столе горизонтально-фрезерного станка, справа имеется прилив, внутри которого может вращаться делительный диск (9) вместе со втулкой (13). В эту втулку входит коленчатый вал своим хвостовиком. Конец вала поддерживает выдвигной центр (5), находящийся внутри бабки (2). Перемещение центра происходит маховичком (3) с помощью стержня (4). Штифт (7) предохраняет центр от проворачивания. Для установки фрезы по отношению коленчатого вала служат сухарь (7). Закрепление щеки производится откидной планкой (10) и болтами уступов (11). Положение делительного диска, а вместе с тем и детали, фиксируется штифтом (12). После поворота делительный диск благодаря маховичку (8) наглухо закрепляется в приспособлении. Таким образом усилия резания уже не могут быть переданы на фиксирующий штифт.

Сверловка смазочных отверстий производится в специальных кондукторах. На рис. 179 показан кондуктор для обесверливания передней половины коленчатого вала. В основном корпусе приспособления (1) имеется прилив, внутри которого может поворачиваться деталь (2) вместе с закрепленным в ней коленчатым валом (5 и 6 - кондукторные втулки). Закрепление детали (2) происходит крышкой (3) и откидным болтом (4).

Для того, чтобы кондукторные втулки (6) приняли строго вертикальное положение необходимо в отверстия 9 и 10 вставить специальный фиксирующий штифт. Зажим коленчатого вала производится с помощью откидной планки и винта (7).

Чтобы просверлить отверстие в плоске шатунной шей.

ки, кондукторный вал поворачивают, при этом шейка устанавливается под кондукторной втулкой (8).

Нарезка резьбы по наружным и внутренним поверхностям обычно производится на резьбофрезерных станках (рис. 180).

Обработка задней части

I этап

Основной базой в задней части является поверхность хвостовика и отверстие под шатунную шейку (мотор Райт-Циклон) или хвостовик и палец кривошипа (мотор R-14). Первоначально изделие зацентровывается на центровальном станке, затем устанавливается на центра токарного или много-резцового станка. Фрезеровка передней плоскости щеки лучше всего проводится на горизонтально-фрезерном или продольно-фрезерном станках цилиндрическими фрезами.

На рис. 181 показана такая схема обработки. Две задние половинки устанавливаются в приспособление (1), закрепленное на столе фрезерного станка, закрепляются эксцентриком (2).

Фрезеровка боковых поверхностей щек происходит фасонной фрезой сразу по всему периметру (рис. 182). Для повышения производительности в приспособлении устанавливаются две детали, сложенных по передней плоскости.

Фрезеровка цилиндрических поверхностей щеки происходит фасонными фрезами. При этом в приспособление обычно устанавливаются две детали (рис. 183 и 184).

Так как длина отверстий в хвостовиках сравнительно невелика, то предварительную сверловку можно уже проводить на вертикально-сверлильных станках (рис. 185). Деталь при этом устанавливается в кондуктор.

ки, кондукторный вал поворачивают, при этом шейка устанавливается под кондукторной втулкой (8).

Нарезка резьбы по наружным и внутренним поверхностям обычно производится на резьбофрезерных станках (рис. 180).

Обработка задней части

I этап

Основной базой в задней части является поверхность хвостовика и отверстие под шатунную шейку (мотор Райт-Циклон) или хвостовик и палец кривошипа (мотор R-14). Первоначально изделие зацентровывается на центровальном станке, затем устанавливается на центра токарного или много-резцового станка. Фрезеровка передней плоскости щеки лучше всего проводится на горизонтально-фрезерном или продольно-фрезерном станках цилиндрическими фрезами.

На рис. 181 показана такая схема обработки. Две задние половинки устанавливаются в приспособление (1), закрепленное на столе фрезерного станка, закрепляются эксцентриком (2).

Фрезеровка боковых поверхностей щек происходит фасонной фрезой сразу по всему периметру (рис. 182). Для повышения производительности в приспособлении устанавливаются две детали, сложенные по передней плоскости.

Фрезеровка цилиндрических поверхностей щеки происходит фасонными фрезами. При этом в приспособление обычно устанавливаются две детали (рис. 183 и 184).

Так как длина отверстий в хвостовиках сравнительно невелика, то предварительную сверловку можно уже проводить на вертикально-сверлильных станках (рис. 185). Деталь при этом устанавливается в кондуктор.

На рисунке 186 показана сверловка смазочных отверстий в задней половинке. Деталь ориентируется по хвостовику, входящему во втулку (3), и отверстию под центрирующий штифт, в которое входит палец (2). Корпус приспособления (1) прикрепляется к столу вертикально-сверлильного станка.

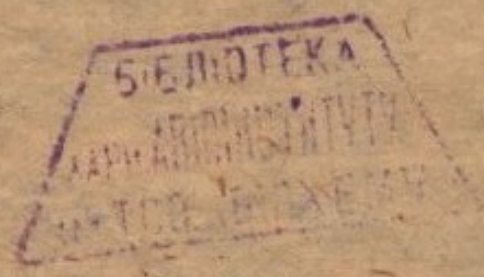
4-стенная кондукторная втулка.

Зажим детали производится планкой (5) с помощью гайки (6).

После обработки в собранном виде коленчатый вал проходит статическую и динамическую балансировку.

Окончательный контроль коленчатого вала

По окончании механической обработки проверяется качество поверхности - первоначально при помощи внешнего осмотра, а затем на приборе Магнофлюкс (иногда испытание на приборе Магнофлюкс производится в процессе механической обработки - см. Технологический процесс коленчатого вала мотора Райт-Циклон). После этого проверяются геометрические размеры поверхностей и симметричное их расположение.



На рисунке 186 показана сверловка смазочных отверстий в задней половинке. Деталь ориентируется по хвостовику, входящему во втулку (3), и отверстию под центрирующий штифт, в которое входит палец (2). Корпус приспособления (1) прикрепляется к столу вертикально-сверлильного станка.

4-стенная кондукторная втулка.

Зажим детали производится планкой (5) с помощью гайки (6).

После обработки в собранном виде коленчатый вал проходит статическую и динамическую балансировку.

Окончательный контроль коленчатого вала

По окончании механической обработки проверяется качество поверхности - первоначально при помощи внешнего осмотра, а затем на приборе Магнофлюкс (иногда испытание на приборе Магнофлюкс производится в процессе механической обработки - см. Технологический процесс коленчатого вала мотора Райт-Циклон). После этого проверяются геометрические размеры поверхностей и симметричное их расположение.

