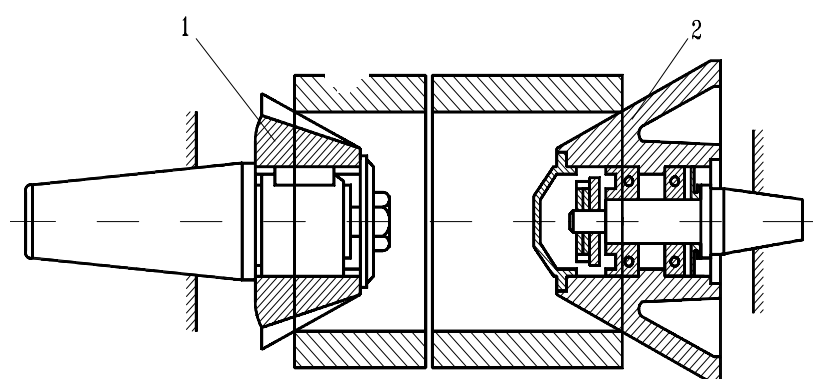


В.В. Черный, В.А. Богуш

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Часть II

**ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ПИЩЕВОГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ**



• ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ •

Министерство образования и науки Российской Федерации
Тамбовский государственный технический университет

В.В. Черный, В.А. Богуш

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Часть II

**ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ПИЩЕВОГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Лекции к курсу

Тамбов
• ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ •
2004

УДК 621.0.512.002
ББК К5я73
Ч49

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
В.А. Ванин

Кандидат технических наук, зам. директора
Тамбовского инновационно-технологического
центра машиностроения
И.И. Тарасов

Черный В.В., Богуш В.А.

Ч49 Технологические процессы в машиностроении. Ч. II: Технология изготовления типовых деталей пищевого машиностроения. Лекции к курсу. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 64 с.

Изложены особенности технологии изготовления типовых деталей машин и оборудования пищевой, мясной и молочной промышленности, а также основы специализированных технологий изготовления машин и аппаратов этих отраслей. Рассматриваются подходы к построению технологических процессов и выбору требуемого варианта с учетом технических условий, особенностей конструктивного решения изделий и характера производства.

Предназначены для студентов всех форм обучения специальности 170600.

УДК 621.0.512.002
ББК К5я73

ISBN 5-8265-0153-7

- © Тамбовский государственный
технический университет (ТГТУ),
2004
- © Черный В.В., Богуш В.А., 2004

Учебное издание

ЧЕРНЫЙ Виталий Васильевич,
БОГУШ Владимир Анатольевич

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

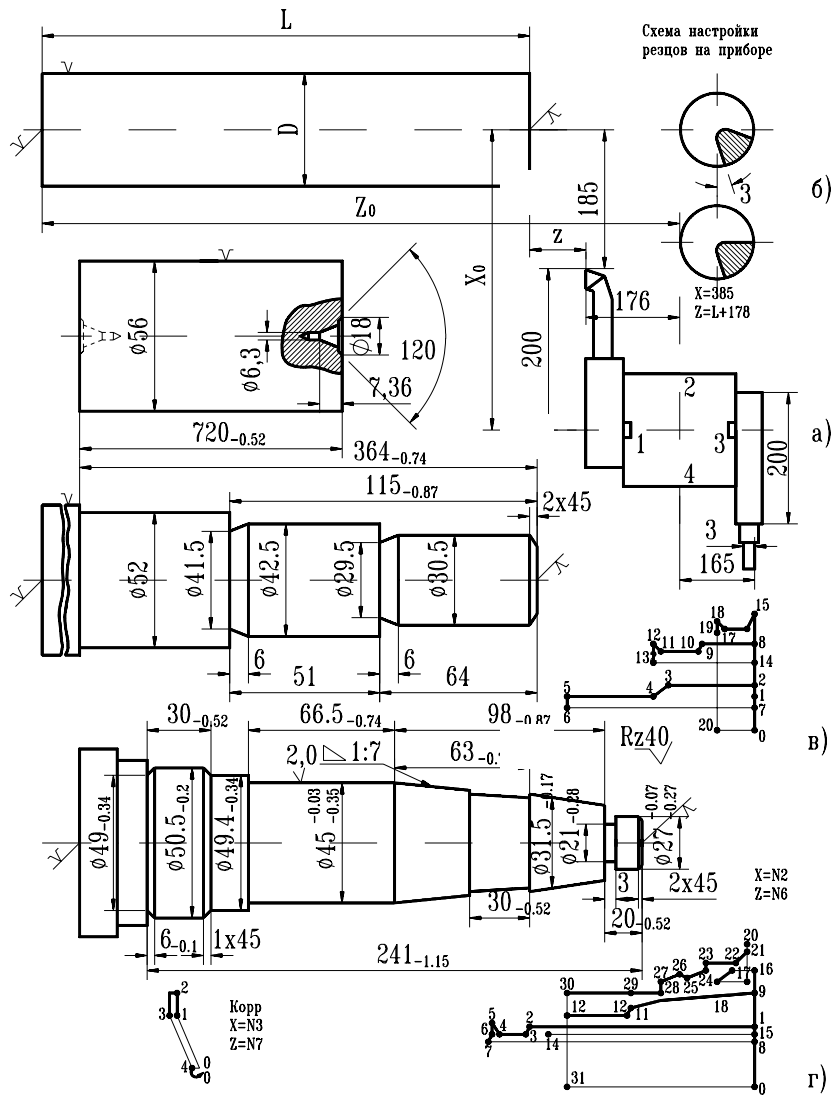
Часть II

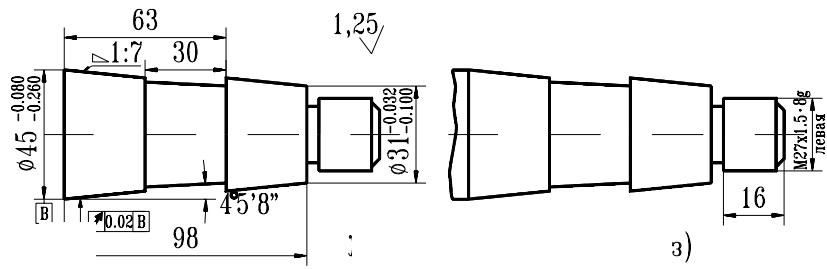
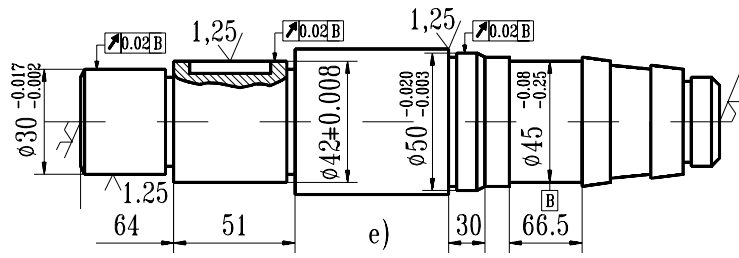
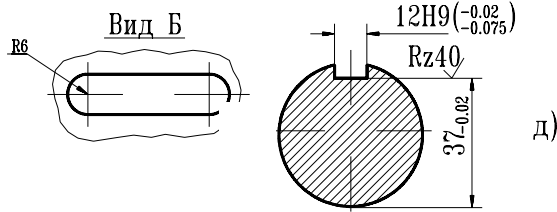
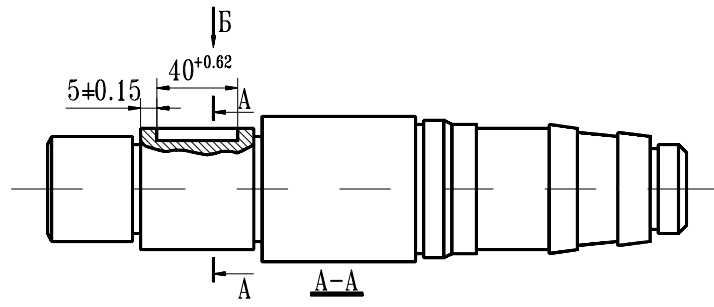
**ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ
ПИЩЕВОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Лекции к курсу

Подписано в печать 30.04.04
Формат 60 × 84 / 16. Бумага офсетная. Печать офсетная
Гарнитура Times New Roman. Объем: 3,72 усл. печ. л.; 3,65 уч.-изд. л.
Тираж 50 экз. С. 326^М

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета,
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14





Глава 9 ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ КЛАССА «КРУГЛЫЕ СТЕРЖНИ»

9.1 КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВАЛОВ ПИЩЕВЫХ МАШИН

В пищевых машинах применяют валы и оси разнообразных конструктивных форм и размеров: гладкие, ступенчатые с двусторонним и односторонним расположением ступеней, коленчатые, фланцевые, кривошипные, кулачковые, эксцентриковые, рифленые. Некоторые валы, как, например, валы эмульсаторов и агрегатов тонкого измельчения мяса, изготавливают полыми из стальных труб. Широко используют полые валы сборной конструкции (сварные); технология их изготовления во многом подобна технологии изготовления ступенчатых валов.

Указанные выше виды валов различаются между собой точностью обработки (по квалитетам) наиболее ответственных поверхностей, главным образом, поверхностей опорных и посадочных шеек. Существенной характеристикой детали является жесткость, определяемая отношением длины вала к его диаметру. Для жестких валов $\frac{L}{D} \leq 12$.

Наиболее простую геометрическую форму имеют прямые гладкие валы постоянного диаметра (например, обрешиненные валы мездрильной машины, связи, тяги и т.п.). Однако их применение ограничено. Наиболее распространены в пищевом машиностроении ступенчатые валы (веретено сепаратора, ножевой вал куттера и др.), основными технологическими параметрами которых являются общая длина вала, число ступеней, неравномерность их перепада по диаметрам, диаметр наибольшей ступени, наличие шлицев и их форма и др.

В пищевом машиностроении применяют тяжелые валы (например, вал с лопастями горизонтально-вакуумных котлов), масса которых составляет 700...1000 кг.

Наиболее технологичными являются валы с возрастающими или убывающими диаметрами ступеней, причем должны быть соблюдены стандартные размеры диаметров. Участки вала, имеющие один и тот же номинальный размер, но различные посадки, должны быть разделены канавками, четко разграничивающими обрабатываемые поверхности, причем желательно, чтобы обрабатываемые участки вала имели равную или кратную длину, а перепады ступеней были бы невелики. Вал должен быть выполнен так, чтобы возможна была обработка ступеней на проход и обеспечен удобный подход и выход инструмента.

Технические требования к валам пищевых машин обычно предусматриваются в рабочих и сборочных чертежах. Однако имеются требования, которые можно считать общими и наиболее важными для всех видов валов.

- 1 Диаметральные размеры посадочных шеек должны быть выдержаны по 6...9-му квалитетам.
- 2 Отклонения формы – овальность, конусообразность, бочкообразность, седлообразность цилиндрических гладких валов и цилиндрических шеек ступенчатых валов - должны находиться в пределах допусков на диаметральные размеры.
- 3 Биение посадочных шеек не должно превышать 10...30 мкм.
- 4 Шероховатость поверхности посадочных шеек должна находиться в пределах $Ra = 1,25...0,16$ мкм (ГОСТ 2789–73).
- 5 Материал для валов не должен иметь раковин, трещин, закатов, волосовин и других дефектов.

9.2 МАТЕРИАЛЫ И ВЫБОР ЗАГОТОВОК ДЛЯ ВАЛОВ

Материалом для деталей типа валов, применяемых в пищевом машиностроении, в основном служит сталь, марки которой выбирают в зависимости от условий эксплуатации, от конструктивных углеродистых сталей (ГОСТ 1050–74) до высоколегированных хромистых, хромоникелевых, хромомолибденовых и других сталей (ГОСТ 4543–71), удовлетворяющих особо высоким требованиям (когда валы передают большие нагрузки или подвергаются повышенному износу и т.п.).

В отдельных случаях валы выполняют из модифицированного или специального чугуна (износостойкий легированный или отбеленный чугун).

Заготовками стальных валов могут быть отрезки проката, поковки, горячие штамповки и отливки. Выбор вида заготовки зависит от сложности конфигурации и размеров деталей, объема производства, а также от требований к прочности. Для гладких валов в крупносерийном и массовом производстве при-

меняют калиброванные прутки круглого сечения. Так как прутки изготавливают с высокой точностью (от 12 до 7-го квалитетов с соответствующей шероховатостью поверхности), то во многих случаях отпадает необходимость в обработке наружной цилиндрической поверхности.

Ступенчатые валы с небольшой разницей между диаметрами ступеней изготавливают обычно из прутков горячекатаной стали, стоимость которой меньше стоимости калиброванной стали вследствие использования проката меньшей точности.

Заготовки для ступенчатых, фланцевых, коленчатых, эксцентриковых и кулачковых валов с большой разницей между диаметрами ступеней получают свободной ковкой. Заготовки, полученные горячей штамповкой, реже используют для валов, так как это связано с изготовлением дорогостоящих штампов, что экономически оправдывается лишь при значительных партиях деталей. При использовании методов пластической деформации коэффициент использования материала составляет не более 0,9. В результатековки улучшается структура и механические свойства металла, поэтому для ответственных и тяжелонагруженных валов в качестве заготовок применяют поковки и штамповки даже тогда, когда конфигурация деталей допускает применение проката (например, для валов высокоскоростных сепараторов и центрифуг).

Заготовками для чугунных валов являются отливки, что позволяет в значительной мере приблизить конфигурацию и размеры заготовки к конфигурации и размерам готовой детали и, следовательно, уменьшить количество снимаемой стружки.

Получение заготовок валов из проката обычно состоит из двух этапов: правки прутков и разрезки.

9.3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ГЛАДКИХ И СТУПЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Механической обработке поверхностей вала предшествует образование единой базы для установки обрабатываемой заготовки вала на всех операциях. Основными базами вала являются торцовые поверхности и центровые отверстия, от точности выполнения которых зависит и точность последующих операций.

К центровым отверстиям предъявляют следующие основные требования: конусность отверстий и центров станка должны совпадать; оба отверстия должны иметь общую осевую линию; во всех деталях партии заготовок глубина центровых отверстий должна быть одинаковой, что имеет важное значение при обработке на настроенных станках; оси отверстий и центров должны совпадать.

При неодинаковой глубине центровых отверстий наблюдается «просадка» центров, что является причиной погрешности базирования при установке на жесткий передний центр.

Центрование валов производят на токарных, токарно-револьверных и вертикально-сверлильных станках центровочными или спиральными сверлами с последующей раззенковкой конусов коническими зенковками с углами 60 и 120°.

Наиболее производительным методом подрезки торцов и центрования является метод обработки на односторонних или двухсторонних фрезерно-центровальных станках.

Гладкие валы пищевых машин. Такие гладкие валы пищевых машин, как трансмиссионные, связи и другие, изготавливают из проката обычной точности. Механическая обработка таких валов большой длины состоит из чернового и чистового обтачивания наружных поверхностей для удаления основной части припуска, нарезания резьбы, проточки канавок, галтелей и сверления отверстий.

Для некоторых валов предусматривается термическая обработка. Окончательная точность обработки валов должна находиться в пределах 6...9-го квалитета и завершаться шлифованием наружной поверхности или опорных шеек.

Обтачивание выполняют на универсальных токарных станках с установкой вала в центрах с поводковым устройством.

Жесткие валы $\left(\frac{L}{D} \leq 12\right)$ обтачиваются без дополнительных опор (люнетов), а нежесткие – с подвиж-

ным или неподвижным люнетом, а иногда и с применением виброгасящих устройств. Наличие люнетов и виброгасителей повышает жесткость системы и позволяет проводить обработку с большей точностью.

В пищевом машиностроении часто применяют гладкие обрезиненные валы. На рис. 34 показан прижимной вал мездрильной машины для обработки шкур с облицовкой из эбонита или резины марки 426П.

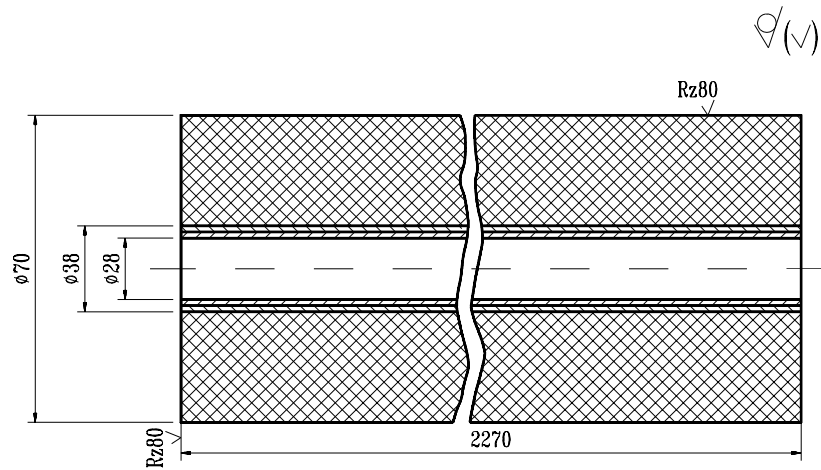


Рис. 34 Прижимной вал мездрильной машины

Прижимной вал изготавливают полым из бесшовной горячекатаной трубы, выполненной из стали 35 (ГОСТ 8732–78), диаметром 38...5 и длиной 2370 мм.

Использование трубной заготовки позволяет значительно снизить массу детали. Отрезанную трубную заготовку правят, используя ручные и фрикционные прессы или правильно-калибровочные станки, так чтобы кривизна не превышала 0,5 мм. Затем на токарно-винторезном станке подрезают торцы и нарезают резьбу на участке длиной 2270 мм (глубина резьбы 1 мм, шаг 1,5 мм) для лучшего сцепления резинового покрытия (гуммирование) с поверхностью металла.

Нарезание резьбы по наружному диаметру после подрезки торцов производят при установке заготовки на рифленом 1 и вращающемся 2 центрах крупного размера (рис. 35). Рифленый центр, расположенный в шпинделе токарного станка, врезается в заготовку и вращает ее. Этот рифленый центр заменяет поводковый патрон и хомутик, что позволяет вести обработку за один установ.

Гуммированием называют процесс обкладки поверхностей деталей и аппаратов резиной или эбонитом. Чаще всего при гуммировании используют сырую каландрированную резину толщиной не более 2 мм. По химической стойкости она уступает эбониту, но обладает лучшей эластичностью и механическими свойствами.

Технология гуммирования состоит из следующих операций: подготовки поверхности изделия, подготовки резины, гуммирования, вулканизации, проверки качества покрытия.

Перед гуммированием поверхности изделий подвергают пескоструйной очистке и промывке бензином (для обезжиривания).

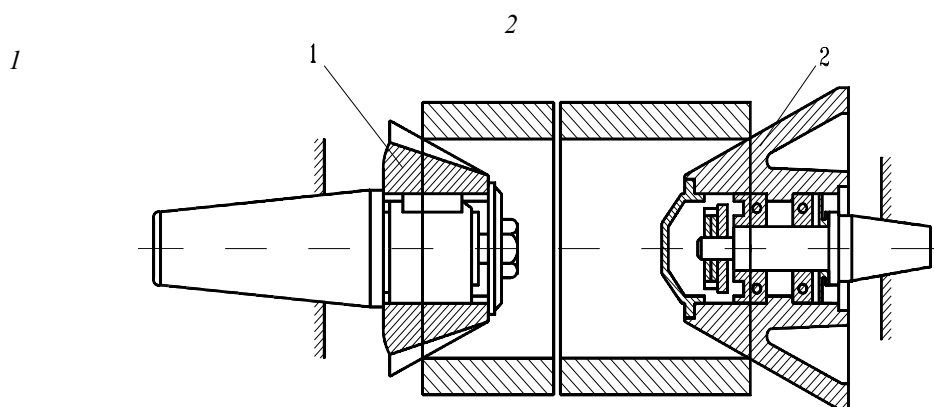
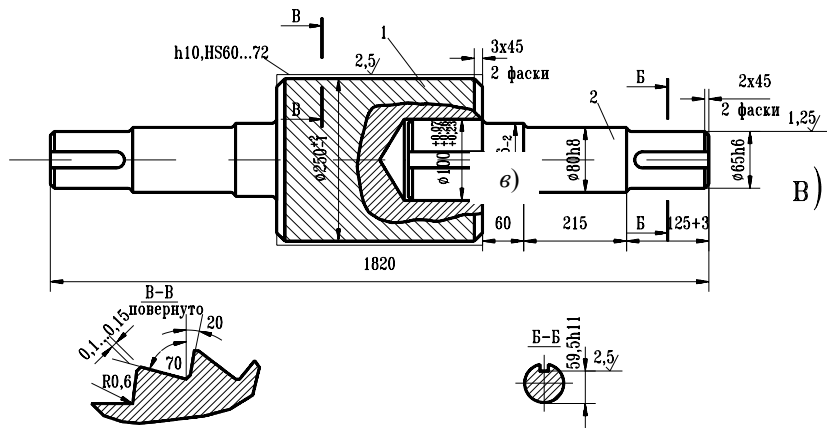
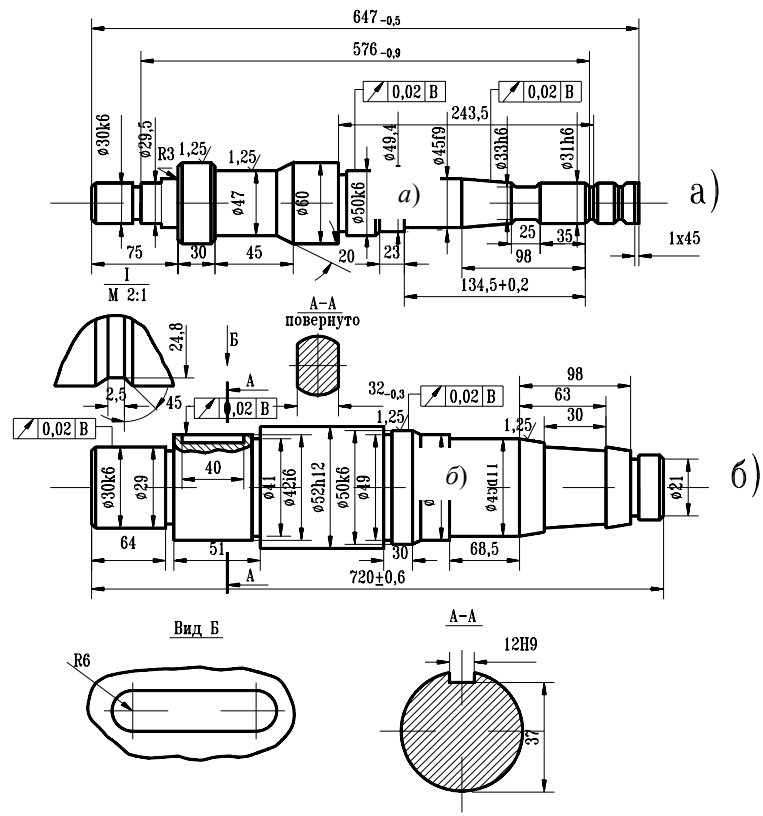


Рис. 35 Установка трубной заготовки:
1, 2 – соответственно рифленый и вращающийся центры



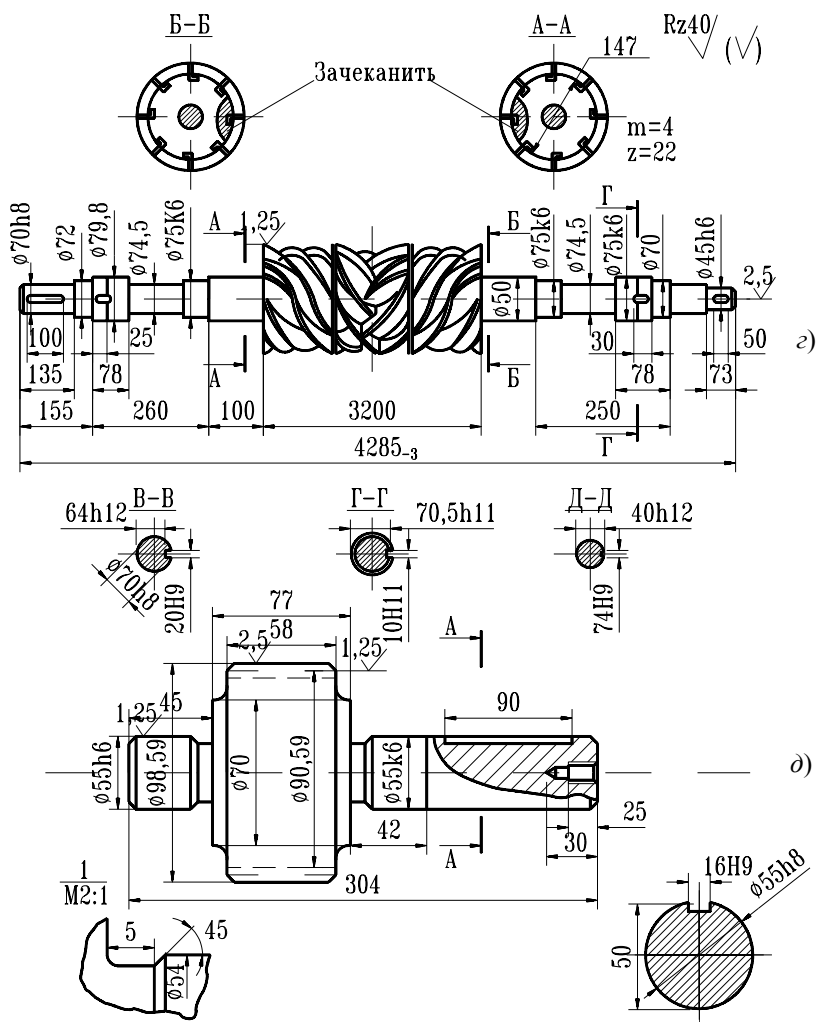


Рис. 36 Ступенчатые валы пищевых машин:

- a* – вертикальный вал (веретено) сепаратора Г9-ОЦМ-Б;
- б* – веретено сепаратора ВСЖ-2; *в* – рельефный валок вальцового мукомольного станка; *г* – ножевой вал мездрильной машины;
- д* – вал-шестерня волчка Кб-ФВЗП-200

После гуммирования отрезают концы трубы длиной 50 мм с обеих сторон для удаления дефектных участков (не полностью обрешиненных), протачивают наружный диаметр, по покрытию и контролируют твердость резинового покрытия.

Ступенчатые валы. В пищевых машинах используют ступенчатые валы, выполненные различными по форме, расположению ступеней и точности изготовления. На рис. 36 показаны некоторые виды ступенчатых валов.

Заготовками для валов (рис. 36, *a, б*) служат стальной круглый прутковый прокат обычной точности (сталь 35, 45, 40Х и др.) или поковки для вала, показанного на рис. 36, *д*.

Основной технологической задачей, решаемой при механической обработке ступенчатых валов, является обеспечение расположения осей обработанных ступеней вала на одной геометрической линии для уменьшения радиального биения.

Технологический процесс механической обработки ступенчатых валов сложнее, чем процесс обработки гладких.

Веретено сепаратора. Веретено, являющееся ответственной деталью сепаратора, представляет собой стальной вертикальный вал, вращающийся в подшипниках с частотой 5000 об/мин и более.

На рис. 36 показаны две основные конструктивные разновидности веретен сепараторов: вал, изготовленный за одно целое с шестерней (рис. 36, *a*), и вал с насадной шестерней – сборный (рис. 36, *б*).

Технологическая схема обработки веретена ВСЖ-2 показана на рис. 37, *a – з*.

Первая операция – фрезерно-центровочная (рис. 37, а) – одновременно фрезеруются оба торца до размера $720_{-0,52}$, а затем обрабатываются центровые отверстия, выполняется на фрезерно-центровальном станке мод. МР-73Б.

Вторая и третья операции – токарные (рис. 37, б – г) – предназначены для обточки всех поверхностей по наружному диаметру в соответствии с управляющей программой сначала с одного конца (рис. 37, в), а затем после переустановки заготовки с другого конца, включая обработку конуса (рис. 37, г), производятся на токарном полуавтомате мод. РТ705Ф312 с ЧПУ. Заготовку устанавливают в центрах и крепят в поводковом патроне. Предварительная настройка станка на нулевую точку показана на рис. 37, б. На одном станке с ЧПУ обрабатываются веретена различных сепараторов. Настройка станка на другой вид веретена производится только при замене управляющей программы.

Четвертая операция – шпоночно-фрезерная (рис. 37, д) – фрезеруется шпоночный паз шириной 12Z9 на длину $40^{+0,62}$. Веретено устанавливают на столе вертикально-фрезерного станка 6Н13П в тисках со специальной наладкой.

Пятая операция – шлифовальная (рис. 37, е) – последовательно шлифуются наружные цилиндрические поверхности с диаметрами 30k6, 42l6, 50k6 и 45d11, причем радиальное биение наружных поверхностей должно быть не более 0,02 мм. Заготовку устанавливают в центрах с хомутиком.

Шестая операция – шлифовальная (рис. 37, ж) предназначена для шлифования конуса 1:7 до шероховатости $Ra = 1,25$ мкм. Заготовку устанавливают в центрах круглошлифовального станка мод. 3А151; применяют шлифовальные круги ПП 600 × 50 × 305; характеристика круга: 25А-40СМ2-1КС (ГОСТ 2424–75).

Седьмая операция – токарная (рис. 37, з) – предназначена для нарезания левой резьбы М27 × 1,5-8g. Заготовку устанавливают в патроне токарно-винторезного станка и поджимают задним центром. После обработки деталь промывают и протирают. Контрольные операции выполняют универсальным и предельным измерительным инструментом (скобы для проверки диаметров 30k6, 42l6, 50k6, 45d11); размер конуса проверяют калибром, а резьбу М27 × 1,5-8g – кольцом.

При обработке веретена, снабженного зубчатым участком, кроме указанных операций, предусматривается дополнительная зубофрезерная операция. Заготовку устанавливают в приспособлении на зубофрезерном станке мод. 5К310. Зубья с модулем от $m = 2,5$ нарезаются червячной фрезой.

Зубья с модулем $m \leq 1,5$ могут быть получены накатыванием на веретенах. Более подробно способы обработки и контроля зубчатых деталей рассмотрены в гл. 16.

Рифленые валки вальцовых станков. Валки (рис. 37, в) являются основным рабочим органом вальцовых мукомольных станков и изготавливаются сборными: бочка – из износостойкого отбеленного чугуна, а цапфы – из стали 45. Бочку изготавливают, как правило, центробежным литьем. Сложный химический состав чугуна, легированного хромом, никелем и марганцем, предопределяет получение в поверхностных слоях отливки на глубину 10...25 мм особой карбидобейнитной структуры и, как следствие, обеспечивает высокую твердость (62–75 по Шору) и повышенную износостойкость наружной поверхности вала.

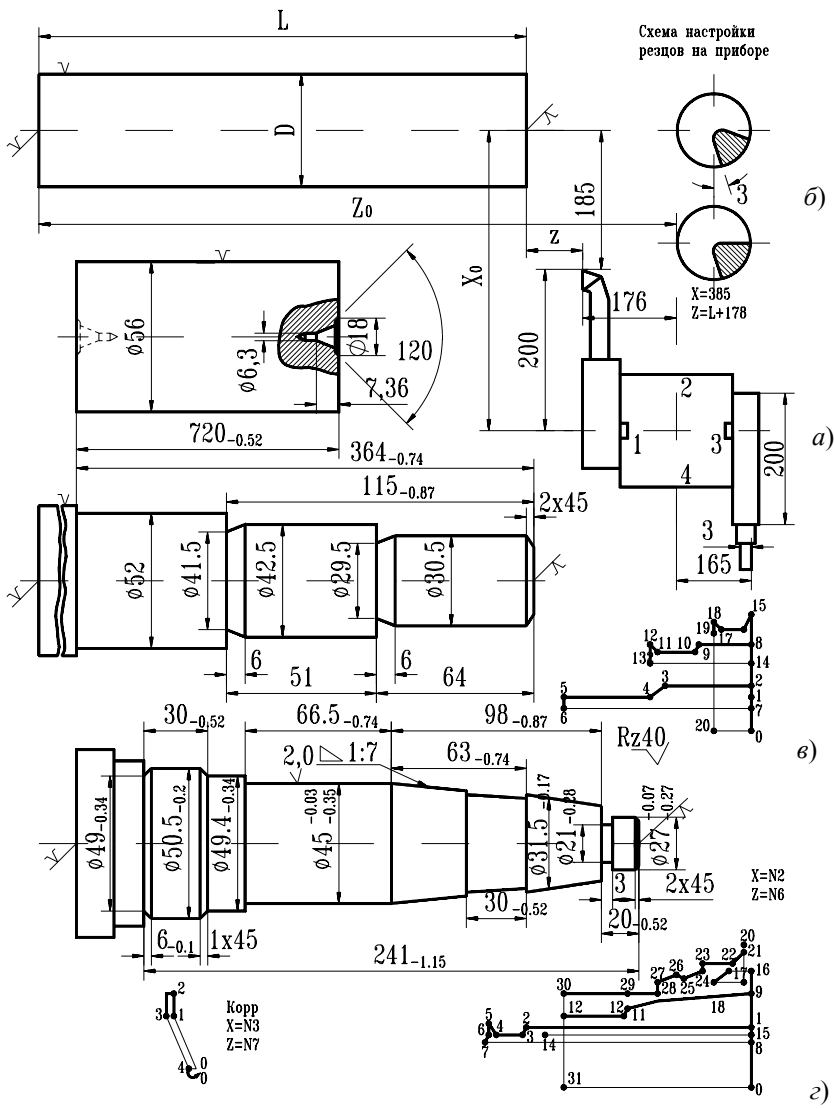


Рис. 37 Технологические операции обработки веретена

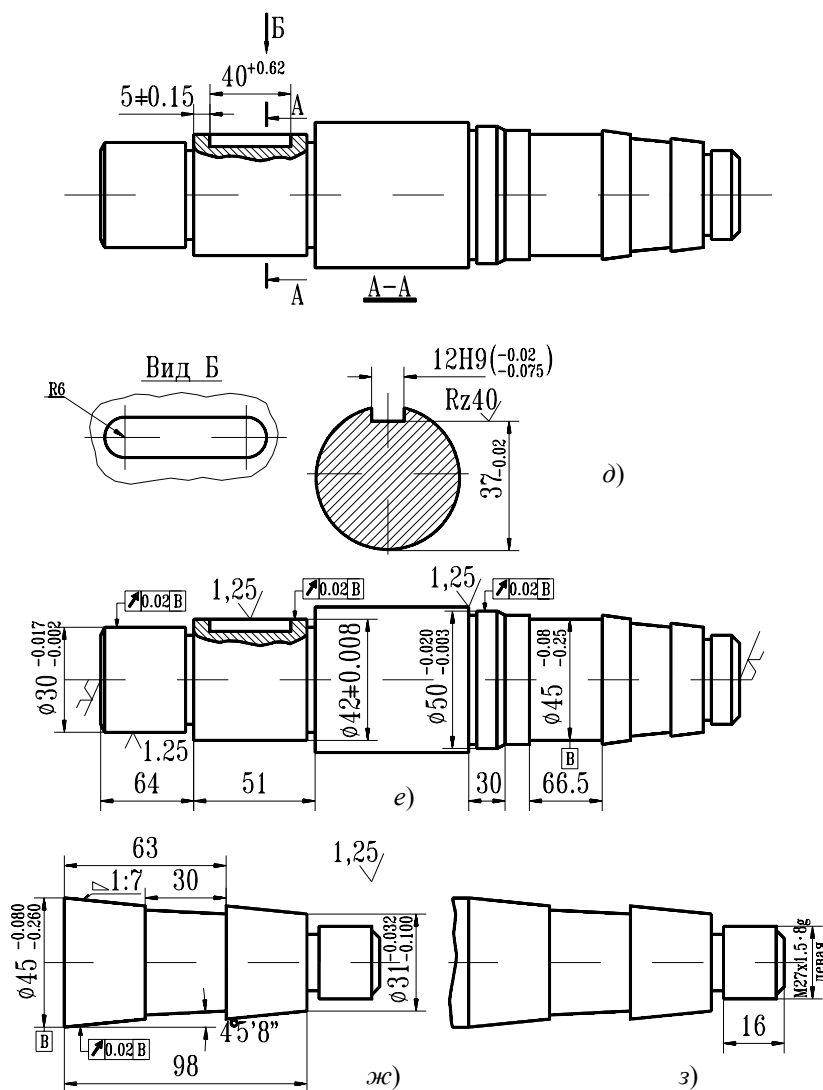


Рис. 37 Продолжение

Бочку предварительно обрабатывают по наружному диаметру, затем сверлят и растачивают центральные отверстия диаметром $100H8$ под запрессовку цапф, а также под посадочную поверхность цапф до диаметра $100^{+0.26}_{+0.23}$ на длине 205 мм и центровые отверстия.

Предварительно обработанную цилиндрическую поверхность бочки вала используют как базу при обработке отверстий под запрессовку цапф. Расточка центральных отверстий представляет собой ответственную операцию, обеспечивающую точность расположения отверстий (соосность), точность размеров в пределах 6...9-го квалитетов и шероховатость поверхностей $Ra = 2,5...1,25$ мкм. От выполнения этих технологических требований зависит точность и надежность прессового соединения цапф с бочкой вала.

Цапфы в бочку вала запрессовываются на горизонтальном гидравлическом прессе с номинальным усилием 1300 кН.

Дальнейшая механическая обработка вала выполняется в сборе.

Технологическая схема обработки рифленого вала вальцевого мукомольного станка показана на рис. 38, а – ж.

Первая операция – токарная (рис. 38, а) – предназначена для обработки торца бочки за две установки, выполняется на токарно-винторезном станке мод. 1М63. Заготовку закрепляют в центрах. При разделении припуска на каждый торец учитывают вогнутость.

Вторая операция – токарная (рис. 38, б) – предназначена для подрезки торцов цапфы и окончательной обработки центровых отверстий. Заготовку закрепляют в центрах токарно-винторезного станка и четырехкулачковом патроне, благодаря чему создается большая жесткость и возможность применения высоких режимов резания. Затем отводят задний центр и подводят люнет к бочке. В процессе обработки заготовку устанавливают в патроне и люнете. К данной операции предъявляются высокие требования, так как создается база для нарезки рифлей вала.

Третья операция – токарная (рис. 38, в) – обрабатывают наружные диаметры цапф, выдерживая радиусы галтелей, за две установки. Заготовку зажимают в центрах и четырехручачковом патроне. Для получения большей жесткости системы СПИД при обработке используют люнет.

Четвертая операция – шлифовальная (рис. 38, з) – шлифованию подвергают базовые диаметры цапф $80h8$ и $65h6$ на кругло-шлифовальном станке за две установки. Валок закрепляют в центрах станка. Проверяют радиальное биение поверхности диаметром $65h6$ относительно поверхности диаметром $80h8$. Максимально допустимое биение составляет $0,025$ мм.

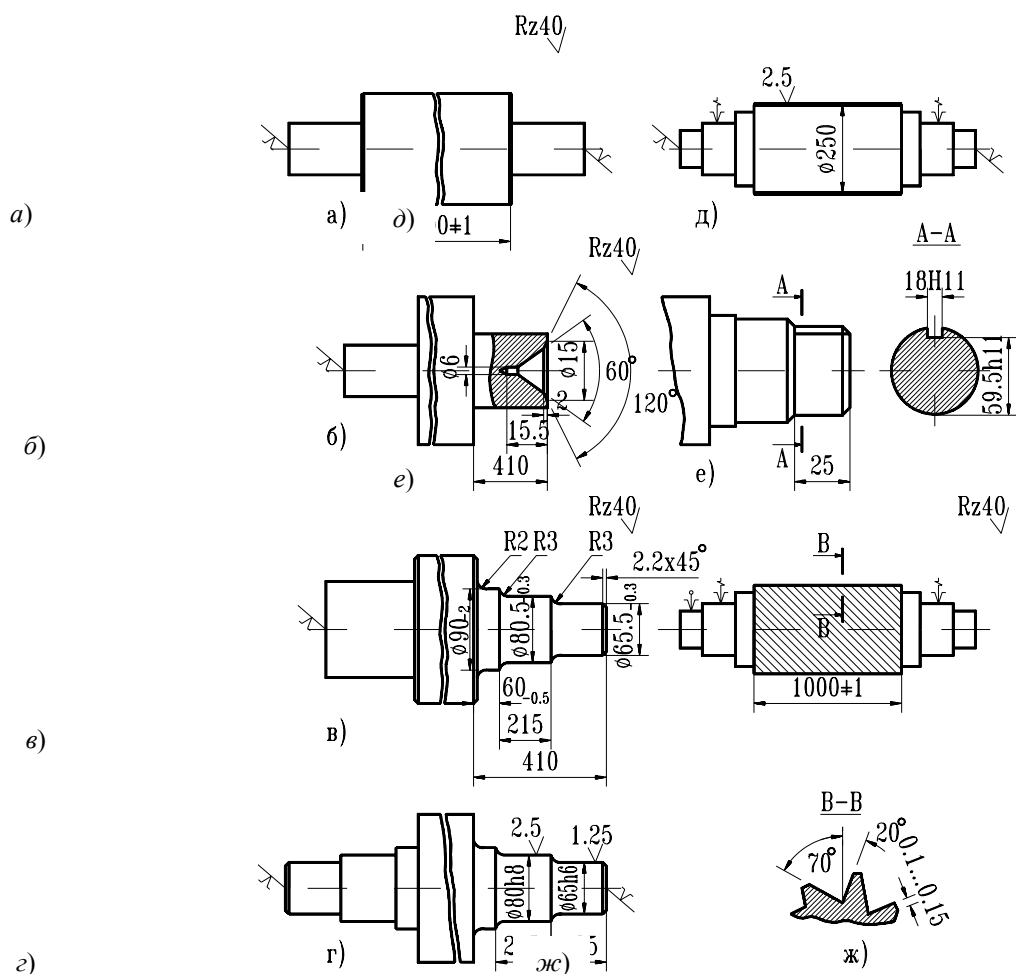


Рис. 38 Технологическая схема обработки вала вальцового мукомольного станка

Пятая операция – шлифовальная – предварительно шлифуют бочку вала до диаметра 251. Деталь устанавливают в люнет и поджимают грибковым центром.

Шестая операция – шлифовальная – предназначена для окончательного шлифования бочки вала до диаметра 250^{+2}_{-1} (рис. 38, д); радиальное биение наружной поверхности бочки должно быть не более $0,015$ мм; отклонение от прямолинейности не более $0,016$ мм и отклонение профиля продольного сечения бочки не более $0,125$ мм на длине 1000 мм.

Седьмая операция – токарная – предназначена для обтачивания галтелей $R3$ радиусным резцом окончательно за две установки. Валок устанавливают в центрах.

Восьмая операция – шпоночно-фрезерная (рис. 38, е) – фрезерованию подвергают одновременно два паза, выполняется на шпоночно-фрезерном станке. Заготовку устанавливают на призмах и закрепляют прихватами.

Девятая операция – балансировочная – предназначена для определения угла и неуравновешенности, производится на специальном станке для динамической балансировки мукомольных валков мод. М-903-30. Балансируемый валок укладывается опорными шейками диаметром $80h8$ в тщательно пришабранные вкладыши, закрепленные на корпусах подвесок станка. Валку массой 390 кг сообщается вращение с частотой $550...700$ об/мин. Если значения неуравновешенности будут больше допустимых значений (750 г · см), то производят удаление лишней массы металла в требуемом месте высверливанием металла с торца бочки вала. Диаметр и глубина балансировочного отверстия, а также их число выбираются в

зависимости от полученного при измерении дисбаланса. Максимальная глубина сверления 80 мм, максимальное число отверстий на одном торце вала не более трех.

Десятая операция – шлифовально-рифельная (рис. 38, ж) – является наиболее ответственной операцией, определяющей качество изделия и его выходные параметры, так как от точности и шероховатости поверхностей рифлей зависят степень размола и качество муки. Выполняется на специальном шлифовально-рифельном станке мод. ТТ43.

9.4 ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ КУЛАЧКОВЫХ, ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ И КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

Кулачковые и эксцентриковые валы пищевых машин выполняют цельными и сборными. Сборными валы изготовляют тогда, когда размеры кулачков и эксцентриков резко отличаются от размеров вала. Кроме того, выполнять валы в этом случае цельными было бы сопряжено с большими затратами металла и времени на обработку резанием. В этом случае, кулачки и эксцентрики целесообразнее изготовлять отдельно от вала, закрепляя их затем на валу различными способами. Технология изготовления кулачков приведена в гл. 15.

Цельными кулачковые и эксцентриковые валы изготовляют при малом эксцентриситете с одним, двумя и более эксцентриками (рис. 39). При небольших сериях выпуска заготовки для таких валов получают из круглого проката, диаметр которого устанавливают с учетом припуска на обработку и вписывания размеров всех эксцентриков в окружность заготовки.

Существенными операциями технологического процесса изготовления эксцентриковых валов являются обтачивание и шлифование образующих поверхностей эксцентриков. Для этой цели на торцах предварительно выправленной и подрезанной заготовки засверливают столько пар центровых отверстий, сколько эксцентриков (или пар эксцентриков) расположено на валу. Расстояние центровых отверстий эксцентриков от оси вала определяется эксцентриситетом. Точность эксцентриситета зависит от точности центрования, которое выполняется по разметке или с большей точностью по кондуктору. После обработки опорных шеек вала обрабатывают наружные поверхности эксцентриков, переставляя заготовку на соответствующие центровые отверстия.

Обработку можно выполнить также и при помощи трехкулачкового самоцентрирующего патрона, подкладывая под один из кулачков пластинки определенной толщины T , которая определяется по эмпирической формуле:

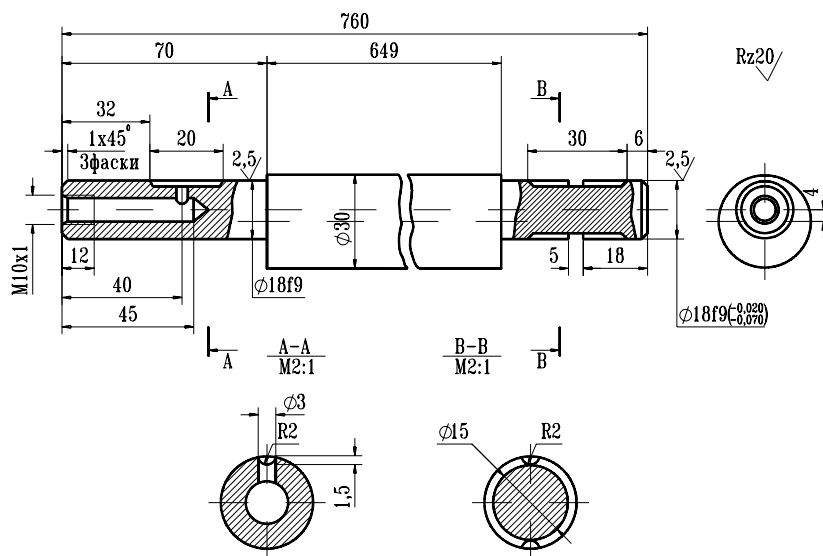


Рис. 39 Эксцентриковый валик машины К6-ФОК2

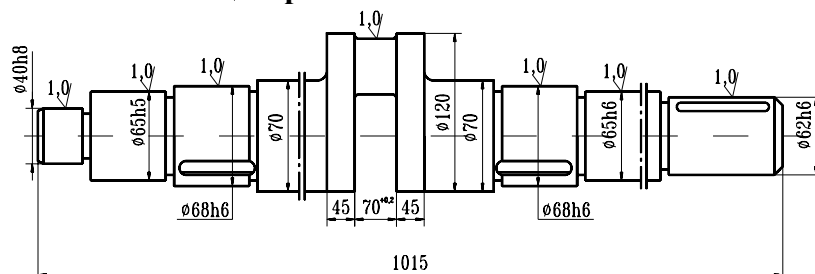


Рис. 40 Коленчатый вал мездрильной машины

$$T = 1,5e \left(1 + \frac{e}{2d} \right),$$

где e – эксцентриситет, мм; d – диаметр детали, закрепляемой в патроне, мм.

Коленчатые валы пищевых машин имеют обычно простые конструктивные формы (одноколенные). На рис. 40 показан коленчатый вал мездрильной машины. Заготовку получают свободной ковкой из круглого проката (сталь 50), затем ее подвергают нормализации и производят правку на прессе.

Наиболее существенное требование заключается в обеспечении параллельности шатунной и коренных шеек (допускаемое отклонение составляет 0,02 мм) и точности расположения обеих коренных шеек. Радиальное биение коренных шеек относительно оси коленчатого вала должно быть не более 0,03 мм.

Обработка коленчатого вала при таких высоких требованиях к точности, шероховатости поверхности и уравниваемости коренных и шатунных шеек производится обычно на специальных токарных станках. Станок имеет две приводные бабки, снабженные делительными механизмами для установки любой шейки вала по оси шпинделей.

Если щеки коленчатых валов очерчиваются каким-либо криволинейным контуром, то их обработка производится на специальных многосуппортных копировальных полуавтоматах. Для шлифования шатунных шеек коленчатых валов применяют шлифовальные станки с такими же патронами и делительными устройствами.

При отсутствии специального оборудования обработка коленчатых валов осуществляется на универсальных токарных и шлифовальных станках с применением приспособлений.

Обработка щек коленчатых валов по контуру, как, например, вала мездрильной машины, производится строганием, фрезерованием фасонными фрезами (в обоих случаях с предварительной разметкой контура).

Глава 10 ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ТИПА ВТУЛОК, БАРАБАНОВ И ДИСКОВ

10.1 КЛАССИФИКАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ВТУЛОК, БАРАБАНОВ И ДИСКОВ

Детали типа втулок, барабанов и дисков находят широкое применение в пищевом машиностроении. Основной конструктивной и технологической особенностью деталей этого типа является то, что они имеют общую ось наружных и внутренних поверхностей (рис. 41).

Втулки изготовляют из чугунов, оловянной бронзы, латуни и сталей различных марок в зависимости от назначения и условий их работы, фланцы - из серого чугуна СЧ 15 или конструкционных сталей 35 и 40, шкивы и маховики - из серого чугуна. Втулки и фланцы выполняют из штучных заготовок (поковок, штамповок) или из калиброванных и горячекатаных прутков, труб и полых заготовок, полученных литьем в песчаные или металлические формы. Используют также центробежное литье и литье под давлением. Выбор способа получения заготовки зависит от типа производства, материала детали и ее конструктивных форм (рис. 41, а – в).

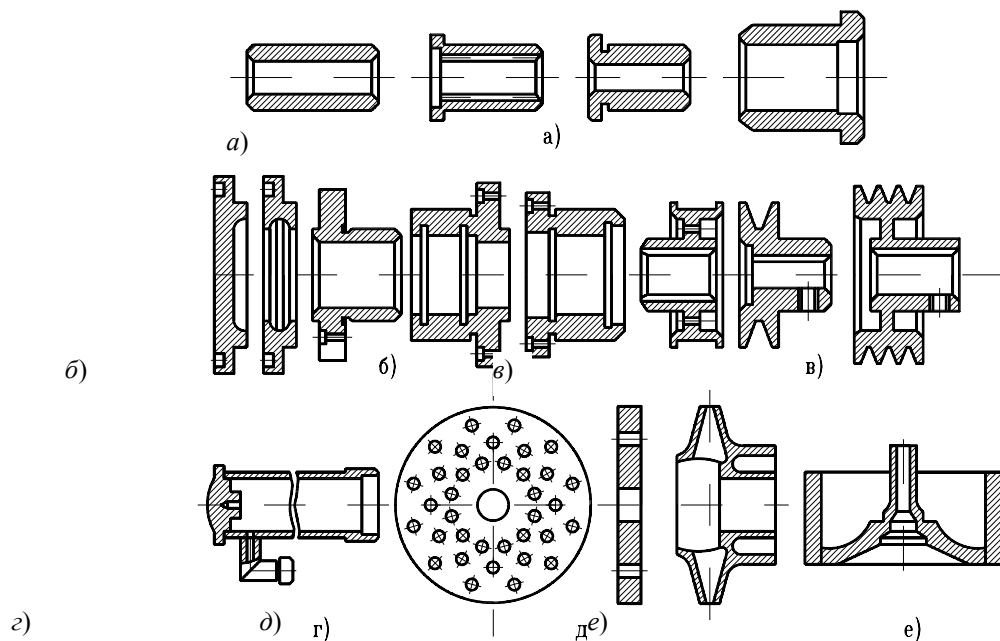


Рис. 41 Разновидности деталей типа втулок, барабанов, дисков

Цилиндры (рис. 41, а), в основном, изготавливают из цельнотянутых, бесшовных труб. Материал выбирают из условий эксплуатации детали для цилиндров, непосредственно соприкасающихся с пищевыми продуктами (формовка ветчинных изделий, колбасные шприцы, прессы для сыра и др.), применяют нержавеющие стали типа 12Х18Н10Т, а в других случаях обычные конструкционные углеродистые и малолегированные стали. Перфорированные решетки измельчителей (рис. 41, д) изготавливают из инструментальных сталей, закаливаемых на высокую твердость (HRC 58-64), марок У8А, У10, ХВГ, ШХ15 и ШХ15СГ и др. В качестве заготовок для решеток применяют поковки или точные штамповки.

Заготовки для трубных решеток чаще всего получают газовой или плазменной резкой из листового материала. Технология изготовления трубных решеток рассматривается в гл. 11.

Барабаны, вращающиеся с большой скоростью (например, в сепараторах), изготавливают из высококачественных легированных сталей из поковок (рис. 41, е).

10.2 МАРШРУТ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ВТУЛОК И ДИСКОВ

Основная технологическая задача при обработке втулок и дисков заключается в достижении концентричности наружных поверхностей отверстию и перпендикулярности торцов к оси отверстия, а при обработке тонкостенных втулок – в закреплении их без ощутимых деформаций.

Существуют три схемы получения концентричности наружных поверхностей отверстию и перпендикулярности торцов к его оси при обработке втулок и дисков: 1) обработка наружных поверхностей отверстия и торца за один установ; 2) первоначальная обработка внутренней поверхности и базирование по ней на оправке при обработке наружной поверхности и торцов; 3) первоначальная обработка наружной поверхности и базирование по ней при обработке внутренней поверхности и торцов.

По первой схеме втулки изготавливают из прутка или трубы с отрезкой обработанной заготовки в конце выполненной операции. При изготовлении втулок из штучных заготовок (отливка, штамповка) поверхности, которые находятся под кулачками патрона, не могут быть обработаны, а поэтому необходимо предусмотреть по длине припуск на зажатие в кулачках или специальный технологический прилив, который идет в отход.

По второй схеме наружные поверхности обрабатывают на оправках различного типа, т.е. соблюдается правило единства баз, так как база конструкторская (отверстие) и база технологическая совпадают. При использовании оправок достигается высокая степень концентрации обработки. Детали с отверстием, длина которого больше его диаметра, обычно обрабатывают по второй схеме.

Третью схему используют, главным образом, при изготовлении деталей, длина отверстия которых меньше половины его диаметра.

В серийном производстве втулки и фланцы обрабатывают на токарных, револьверных, карусельных и шлифовальных станках.

Механическая обработка втулок из штучной заготовки производится по следующему маршруту: 1) подрезание торцов, обтачивание части наружных поверхностей, растачивание отверстия и канавок, развертывание отверстия; 2) обтачивание наружных поверхностей с припуском под шлифование и подрезание торцов; 3) обработка шпоночной или смазочной канавки или шлицев. 4) сверление отверстий; 5) шлифование наружной поверхности, если втулка закаленная, то термическая обработка выполняется после сверления, а затем наружное и внутреннее шлифование по второй или третьей схеме.

Первую и вторую операции в единичном производстве выполняют на токарных или карусельных станках. В серийном и крупносерийном производстве первую операцию выполняют на револьверных станках, а вторую – на многорезцовых. При изготовлении втулок из прутка первую и вторую операции объединяют и выполняют на револьверных станках; последовательность остальных операций такая же.

10.3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ОСНОВАНИЯ БАРАБАНА СЕПАРАТОРА

Барaban является основным рабочим органом сепараторов, которые широко используют в различных отраслях пищевой и мясомолочной промышленности для разделения жидких фракций и реже для выделения из жидкости твердого осадка.

Особенностями конструкции основания барабана (рис. 42) являются малая толщина стенок, наличие точно обработанного посадочного отверстия конической формы для установки барабана на вертикальный вал сепаратора. Высокие требования к точности и шероховатости предъявляются при обработке наружных и внутренних поверхностей основания барабана.

Обычно заготовками для основания барабана являются штамповки, однако, более рационально использование штампованных заготовок,

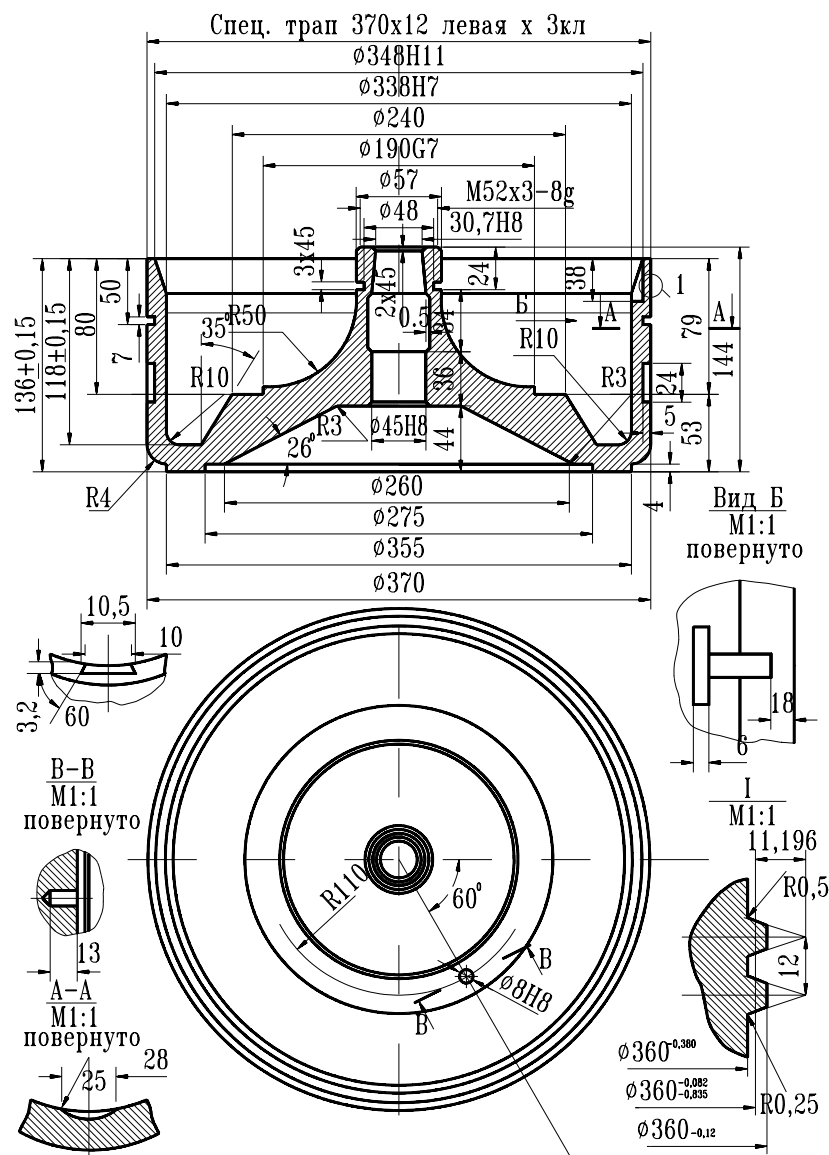


Рис. 42 Основание барабана сепаратора Г9-ОСН

когда ступица изготавливается методом штамповки, а цилиндрическая часть из трубы. Сварное соединение должно быть выполнено прецизионной сваркой (диффузионной или электронно-лучевой), так как деталь испытывает при работе высокие нагрузки от действия центробежных сил, возникающих при вращении барабана с большой скоростью.

Технологическая схема обработки основания барабана (рис. 43, *а – ж*) следующая.

Первая операция – токарная (рис. 43, *а*) – является предварительной обработкой. Заготовку устанавливают в четырехкулачковом патроне. Сверлят сквозное отверстие диаметром 24 мм, подрезают торцы А и Б, прорезают канавку на длине $118^{+0,5}$ мм, выдерживая диаметры $291_{-1,0}$ и $332^{+1,0}$ мм. Затем обтачивают наружную поверхность ступицы, выдерживая диаметры $63_{-1,0}$ и $197_{-1,0}$ мм, конус под углом $35^\circ \pm 15'$, радиус $R50$ мм. Растачивают внутреннюю поверхность до диаметра $332^{+1,0}$ мм с образованием радиуса $R10$ мм в месте сопряжения со ступицей. Обтачивают фаски.

Вторая операция – токарная (рис. 43, *б*) – выполняется на вертикальном шестишпиндельном полуавтомате 1Б284. Первая позиция – загрузочная. На второй позиции двумя резцами подрезаются торцы до размера $142 \pm 0,5$ и $37 \pm 0,25$ мм; на третьей позиции двумя резцами подрезается торец до размера $43 \pm 0,25$ мм и обтачивается фаска $3 \times 45^\circ$.

На четвертой позиции обтачивается наружная поверхность до диаметра $378_{-1,0}$ мм и рассверливается при помощи комбинированного трехступенчатого сверла центральное отверстие.

Третья операция – термическая – заготовки подвергают закалке при 1000°C в масле и отпуску при $600 \dots 650^\circ\text{C}$ в течение 3 ч в масле. Вместе с заготовками в печь загружают кольцо-свидетель, которое идет на изготовление образцов для механических испытаний. Кольцо и детали должны быть одной плавки.

Пятая позиция служит для обтачивания наружной поверхности до диаметра $376_{-1,0}$ мм. На шестой позиции растачивается конус под углом 26° на длине $41 \pm 0,5$ мм и выдерживается диаметр $275^{+1,0}$ мм. Заготовку устанавливают в трехкулачковом патроне с базированием по торцу.

Четвертая операция – контрольная – предназначена для проверки механических свойств материала, которые должны удовлетворять следующим требованиям: предел текучести $\sigma_T \geq 600$ МПа; предел прочности на разрыв $\sigma_n \geq 800$ МПа; ударная вязкость $a_n \geq 0,4$ МДж/м²; твердость НВ 240...270.

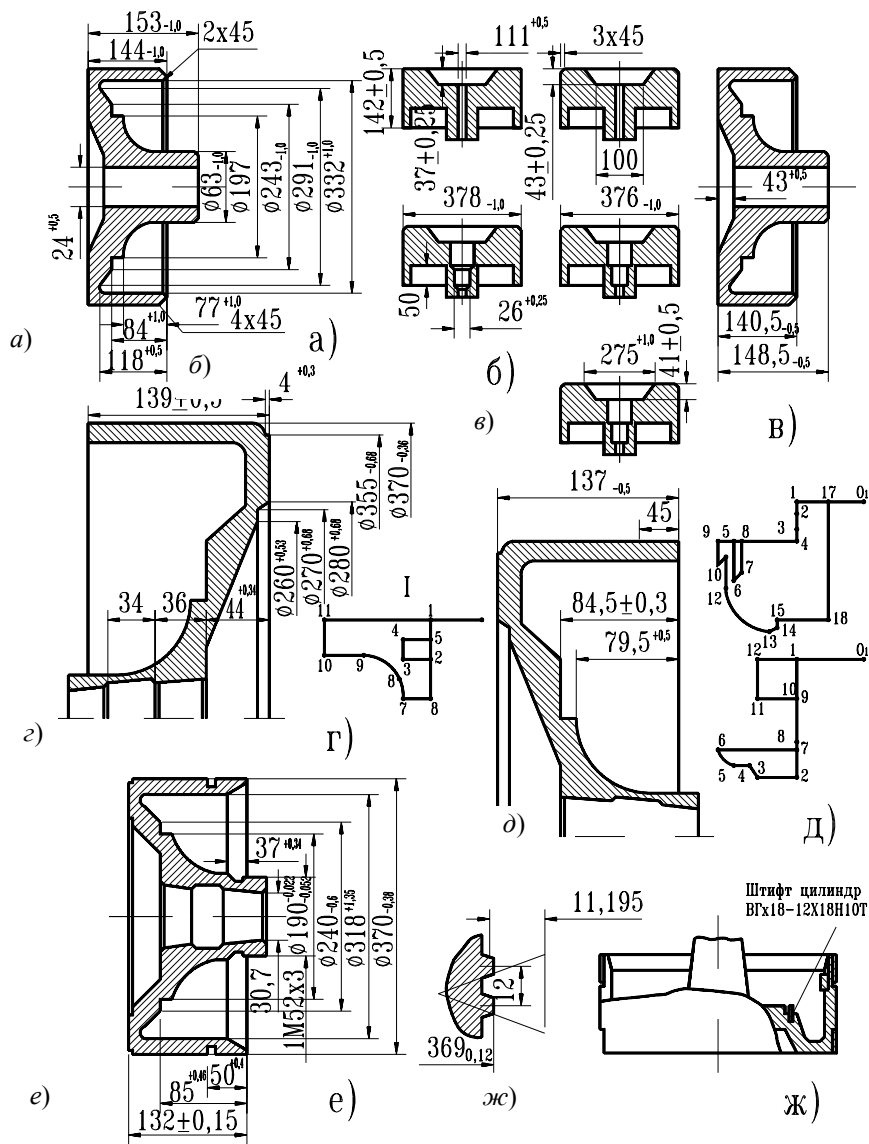


РИС. 43 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБРАБОТКИ ОСНОВАНИЯ БАРАБАНА СЕПАРАТОРА Г9-ОСП

Пятая операция – токарная (рис. 43, в) – предназначена для подрезания торцов основания и ступицы с двух сторон. Эта операция выполняется только для 5 % обработанных деталей, так как предназначена для проведения выборочного контроля (дефектоскопии).

Шестая операция – контрольная – детали подвергаются дефектоскопии на отсутствие внутренних и наружных пороков металла, волосовые трещины не допускаются.

Седьмая операция – токарная (рис. 43, г) – обтачивается наружный контур детали и растачивается ступенчатое коническое отверстие, выдерживаются размеры наибольшего диаметра 45Н7 и угол конуса 4° 5' 8". Операция выполняется на токарном патронном обрабатывающем центре мод. 1П7Э2Ф4АМ с ЧПУ, оснащенный системами автоматической загрузки и выгрузки деталей и автоматической сменой инструмента. Эта операция может выполняться также на токарном полуавтомате РТ-725 с ЧПУ.

Восьмая операция – токарная (рис. 43, д) – предназначена для обтачивания по контуру наружной поверхности ступицы и дна основания барабана. Операция выполняется на токарном обрабатывающем центре мод. 1П732Ф4АМ, оснащенный манипулятором и магазином для заготовок. Детали переставляются для обработки с другой стороны благодаря повороту на 180° стола магазина.

Девятая операция – токарная (рис. 43, е) – предназначена для окончательной обработки внутренней цилиндрической поверхности, конуса и радиусной выемки, прорезания канавок на наружной поверхности и ступице, нарезания резьбы. Заготовку устанавливают на специальной оправке в шпинделе токарного станка, биение допускается не более 0,05 мм. Подрезается торец до размера $132 \pm 0,15$ мм. Окончательно обтачивается наружная поверхность диаметром $370_{-0,38}$ мм и контур дна. Растачивается поверхность цилиндра диаметром $338^{+0,05}$ и обтачивается конус под углом 13°. При расточке выемки по радиусу R10 получают плавный переход от отверстия диаметром $338^{+0,05}$ мм к дну основания барабана.

Затем прорезается канавка шириной $6^{+0,9}$ мм на ступице и нарезается резьба 1М52×3-8g до выхода в канавку. Резьбу нарезают резьбовым резцом с пластиной твердого сплава Т15К6, а затем калибруют плашкой.

Десятая операция – токарная (рис. 43, е) – предназначена для нарезания специальной трапецидальной резьбы 370 × 12 (левая). Деталь устанавливается на специальной оправке, выверяется биение, которое не должно превышать 0,05 мм. Обтачивается цилиндрическая поверхность диаметром $369_{-0,12}$, на длине 50 мм от торца под резьбу прорезается канавка шириной 7 мм для выхода резьбы. Трапецидальная резьба нарезается двумя специальными резцами (предварительным и чистовым). Параметры резьбы контролируют шаблоном, допустимый зазор по боковому профилю не более 0,09 мм. Профиль резцов и установку их на станке проверяют шаблонами.

Одиннадцатая операция – фрезерная – фрезеруются два отверстия диаметром $24^{+0,28}$ под стопор на расстоянии 53 мм от торца с поворотом стола на 180° . Деталь устанавливают в приспособлении.

Двенадцатая операция – фрезерная – фрезеруется лунка R25 мм шириной $28^{+0,28}$ мм; обрабатываются заходы и выходы резьбы.

Тринадцатая операция – долбежная – предназначена для обработки шпоночного паза в виде ласточкина хвоста на длине $38^{+0,34}$ мм.

Четырнадцатая операция – сверлильная – сверлению и развертыванию подвергают отверстия диаметром $8^{+0,022}$ мм на глубину 13 мм.

Пятнадцатая операция – слесарно-сборочная (рис. 43, ж) – в отверстие диаметром 8 мм запрессовывают цилиндрический штифт 8Г × 18 из нержавеющей стали 12Х18Н10Т и шпонку, выдерживая размер 18 мм от торца основания.

Шестнадцатая операция – гальваническая – все поверхности детали, кроме конуса, покрывают оловом марки 02. Детали из стали 14Х17Н2 лужению не подвергают, в этом случае только запаивают шпонку.

10.4 ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕШЕТОК ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ МЯСА

Перфорированная решетка является одним из основных рабочих элементов режущего механизма измельчителей мяса и других продуктов. Решетки работают совместно с вращающимися крестовыми ножами.

Материал решетки должен быть таким, чтобы обеспечивалась максимальная износостойкость и долговечность в эксплуатации, а также хорошая обрабатываемость резанием в отоженном состоянии.

Для изготовления решеток измельчителей применяют различные материалы: инструментальные углеродистые стали У7, У8А, инструментальные легированные стали 9ХС, ХВГ, конструкционные углеродистые и легированные стали 65Г, 30ХН3А, 40Х13, Х12М и др.

Большой интерес представляет группа износостойких (шарикоподшипниковых) сталей типа ХШ15 и ЦХ15СГ.

Износостойкость решеток из сталей ШХ15 и ШХ15СГ в 3,5...4 раза превышает износостойкость решеток из сталей У8 и У8А и в 2...2,5 раза износостойкость решеток из дефицитной стали ХВГ.

Заготовки для решеток измельчителей. Решетки с отверстиями диаметром более 6 мм получают литьем по выплавляемым моделям. В этом случае механической обработке подвергаются лишь торцовые поверхности и наружный и внутренний диаметр, отверстия не обрабатываются. После термической обработки (закалка с последующим отпуском) решетки шлифуются с двух сторон на плоскошлифовальных станках. Более производительным является обработка решеток торцом круга на плоскошлифовальных станках мод. 3754 (с круглым столом и вертикальным шпинделем).

Для решеток, отверстия в которых сверлятся (т.е. диаметром менее 5 мм), используют поковки, а также штучные заготовки, полученные резкой листового материала. Более экономичными являются заготовки в виде точных штамповок со сквозным центральным отверстием. Применение таких заготовок в 1,5 – 2 раза повышает коэффициент использования материала вследствие уменьшения припусков на механическую обработку. Кроме того, упрощается и базирование детали на первой токарной операции.

По данным Первого Государственного подшипникового завода (ГПЗ-1), технология изготовления заготовок для решеток измельчителей ФФЗМ и ФФГ из стали ШХ15СГ состоит в следующем.

1 Осадку заготовок производят при температуре 1050 °С до диаметра 255^{+2} и толщины 16^{+2} мм на паровоздушном молоте с массой падающих частей 3 т.

2 Прошивку центрального отверстия диаметром 112_{-2} мм осуществляют на кривошипном прессе типа «Эмуко» с массой падающих частей 400 т.

Операции осадки и прошивки производят с одного нагрева.

Изготовленные заготовки подвергаются отжигу для улучшения обрабатываемости резанием в электропечи типа ДТА-600.

Ниже приводится типовой технологический процесс механической обработки решеток измельчителей.

Первая операция – токарно-сверлильная. Заготовка устанавливается в трехлапчатом патроне. Черновой базой служат наружная цилиндрическая поверхность и торец. Обтачивается торец, сверлится (если в заготовке нет прошеного при штамповке отверстия) центральное отверстие. Затем заготовка переставляется и поджимается центром, обтачивается начерно наружный диаметр. Обтачивается второй торец, затем рассверливается и растачивается центральное отверстие с припуском под окончательное растачивание после термической обработки в пределах 0,3 мм на диаметр. При этом необходимо точно выдержать параллельность торцовых поверхностей (отклонение от параллельности не должно превышать 0,05 мм), так как несоблюдение этих требований затрудняет сверление отверстий и способствует увеличению числа поломок инструмента.

Вторая операция – токарная – предназначена для обтачивания наружного диаметра и фаски. На оправку устанавливают одновременно 10 заготовок.

Третья операция – фрезерная – фрезеруется шпоночная канавка на горизонтально-фрезерном станке.

Четвертая операция – сверлильная – является наиболее трудоемкой. В мелкосерийном производстве (например, в условиях ремонтно-механических предприятий при производстве решеток для запасных частей) сверление производится на настольно-сверлильных станках типа НС-12 с ручной подачей. Разметка производится по накладному кондуктору. Для решеток с большим числом отверстий малого диаметра процесс сверления занимает много времени и связан со значительным расходом сверл из-за их поломок при ручной подаче. Так как точность станка значительно влияет на работоспособность сверл малого диаметра и число их поломок, то необходимо периодически проверять биение шпинделя и своевременно производить затяжку регулировочных гаек, целесообразно использовать вертикально-сверлильные станки повышенной точности мод. 2А106 и С-155. Рекомендуется применять сверла с укороченной рабочей частью ($l_0 \geq 15$ мм) для повышения жесткости и устойчивости при продольном изгибе. По возможности вылет сверл следует уменьшить.

После термической обработки (для сталей типа ШХ15СГ предусматривается закалка с 830 ± 10 °С в масло и отпуск в камерной электрической печи при температуре 160...175 °С в течение 3 ч) решетки шлифуют с двух сторон, выдерживая размер по толщине, а затем окончательно растачивают посадочное отверстие гексанитовым или эльборовым резцом, так как после закалки твердость решеток HRC 60–64.

Глава 11 ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ТИПА ШНЕКОВ

11.1 КЛАССИФИКАЦИЯ, КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ШНЕКОВ

В пищевых машинах широко используют шнеки различных типов и размеров. Основными общими конструктивными и технологическими признаками деталей этого типа является наличие витков, расположенных по винтовой поверхности в продольном направлении с большим шагом.

В машинах для перемешивания сыпучих пищевых продуктов, мясного фарша, для транспортирования кусковых грузов используют ленточные шнеки (правые и левые) с витками из полосовой стали (рис. 44, а).

Шнеки со сплошной винтовой поверхностью (рис. 44, б – д) применяют в различных транспортирующих механизмах для перемещения сухих сыпучих продуктов, перемешивания пластичных (тестообразных) продуктов, в машинах для измельчения и прессования пищевых и кормовых продуктов и т.п. По направлению витков различают шнеки

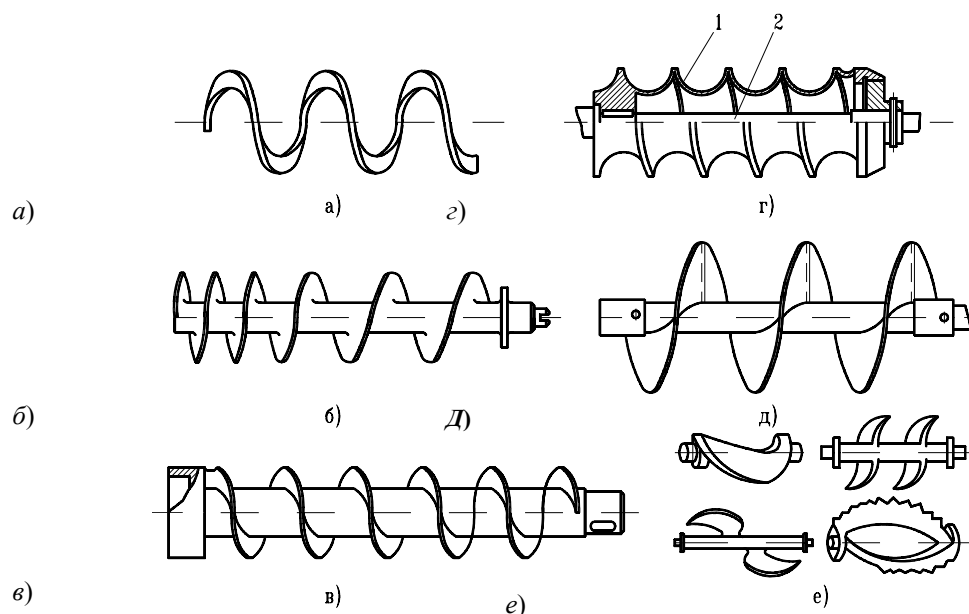


Рис. 44 типы шнеков:

а – ленточный; б – цельнолитой; в – цельный точеный; г – сборный;
 д – сборный сварной; е – лопасти роторных смесителей

правые и левые, с постоянным или переменным шагом. По конструктивному признаку они бывают цельными, когда витки шнеков выполнены за одно целое с валом, сборными и сборно-сварными. В цельных шнеках витки можно изготавливать литьем или обрабатывать на токарных станках (рис. 44, б).

Примером сборной конструкции может служить винт томатно-сокового агрегата КТСА-30/3 (рис. 44, г). Литой винт 1 из бронзы БрА9Мц2Л установлен на валу 2 при помощи шпонки и штифта.

Наиболее распространены сборно-сварные шнеки, в которых винтообразная лента приварена ручной или автоматической сваркой к цельному или пустому валу (трубе).

Применяемый материал и вид заготовок. Шнеки изготавливают из конструкционных и нержавеющей сталей в зависимости от назначения и условия работы, например, литые шнеки – из серого чугуна СЧ20, стали 45Л, цветных сплавов (бронза БрА9Мц2Л, алюминиевые сплавы и др.).

Для экономии нержавеющей стали на рабочие поверхности шнеков, применяемых для транспортирования, смешивания или прессования влажных и тестообразных пищевых продуктов, наносят коррозионностойкие покрытия [лужение пищевым оловом 01 и 02 (ГОСТ 860–75) или твердое хромирование Х60 и др.].

Заготовки для Z-образных лопастей получают обычно ковкой.

Цельные механически обрабатываемые шнеки изготавливают из прутка соответствующего размера. В качестве заготовок сварных шнеков используют трубы и прутки (для стержней) и листовые материалы и стальные горячекатаные ленты (для отдельных перьев и спирали).

Литой шнек. На рис. 45 показан литой шнек волчка МП-160, предназначенный для подачи кускового мяса к режущему механизму. Он изготовлен из серого чугуна СЧ 20 (ГОСТ 1412–79). Так как витки шнека получают в отливке, то механической обработке подвергаются посадочные отверстия вала, паз шириной $22^{+0,3}$ мм и наружный диаметр шнека. В отливке предусматривается технологическая прибыль на длину 46 мм со стороны резьбового отверстия для создания базовых центровых отверстий, которая затем удаляется при токарной обработке. Для снятия внутренних напряжений отливку подвергают искусственному старению, а затем дробеструйной обработке.

Первая операция – токарная черновая (рис. 46, а) – заготовку устанавливают прибылью в трехкулачковый патрон. Обрабатывают торец и центровое отверстие. Затем обтачивают предварительно ступенчатые цилиндрические поверхности вала (диаметром 68, 78 и 108 мм). Заготовку переставляют, закрепляют в патроне за предварительно

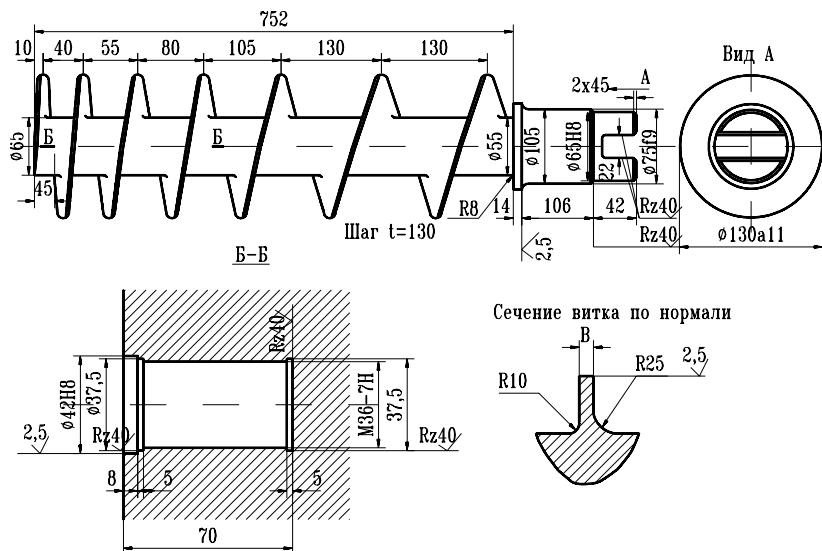


Рис. 45 Шнек волчка МП-160

обработанную поверхность (диаметром 78 мм) и поджимают центром. Подрезают торец и обтачивают прибыль по наружному диаметру. Обтачивают шнек по наружному диаметру витков предварительно, выдерживая диаметр 134 мм (рис. 46, б).

Вторая операция – токарная (рис. 46, в) – заготовку устанавливают в центрах и поддерживают люнетом за прибыль. Сверлят и растачивают отверстие под резьбу, растачивают канавки диаметром 37,5 мм, шириной 8 мм и отверстие диаметром 42HS. Нарезают резьбу М36-7Я в отверстии. В отверстие шнека вворачивается специальная оправка с центровым отверстием.

Третья операция – токарная (рис. 46, г, д). Заготовку устанавливают в центрах. Отрезают прибыль, выдерживая размер 752 мм. Обтачивают шнек по наружному диаметру окончательно до диаметра 130a11. Переставляют заготовку в центрах и обтачивают ступенчатые цилиндрические поверхности вала и фаску с другой стороны.

Четвертая операция – фрезерная – на горизонтально-фрезерном станке фрезеруют паз $22^{+0,3}$ на глубину 38 мм, выдерживая радиус 5 мм.

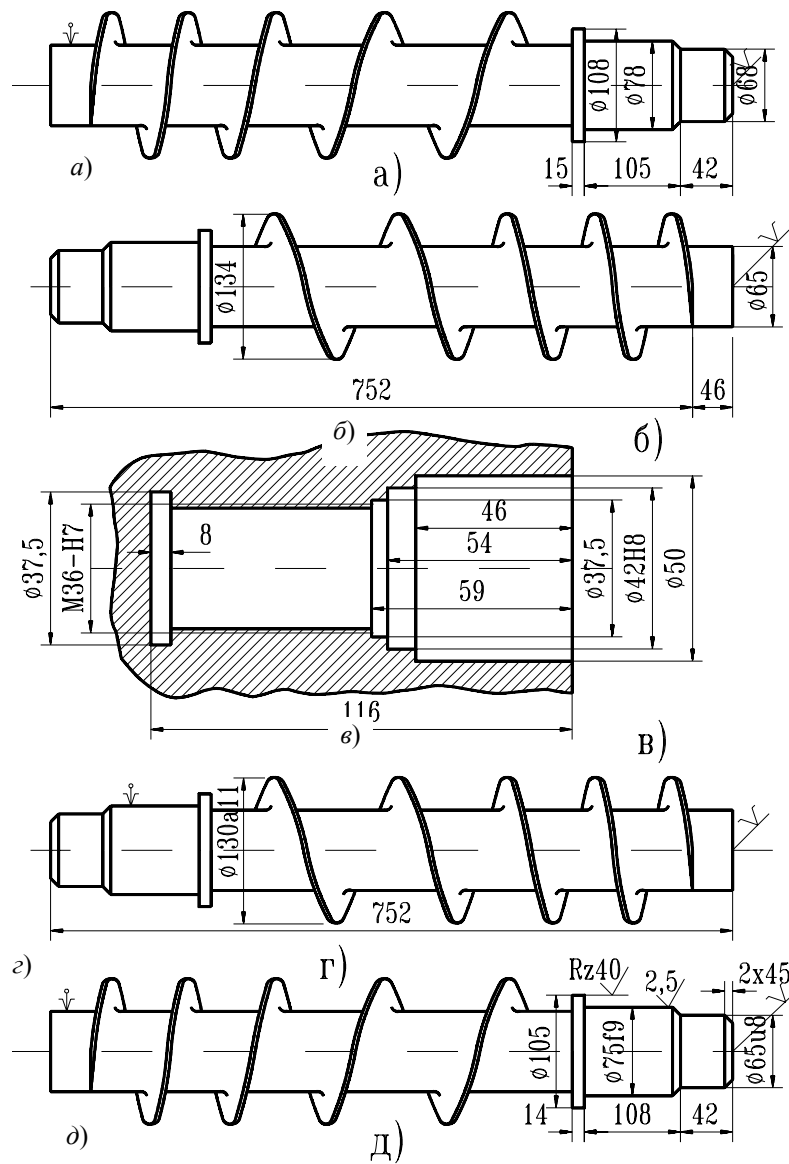


Рис. 46 Технологическая схема обработки шнека волчка МП-160
Глава 12 ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ ТИПА РЫЧАГОВ,
ШАТУНОВ И ВИЛОК

12.1 ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА РЫЧАГИ, ШАТУНЫ И ВИЛКИ

Рычаги и вилки применяют в механизмах управления пищевых машин и автоматов. Основное их назначение состоит в перемещении, включении или выключении отдельных механизмов. К рычагам относятся вилки, тяги, серьги, переводки и рукоятки.

По конструктивным признакам их подразделяют на два основных типа: рычаги и вилки с двумя или несколькими основными взаимосвязанными отверстиями, расположенными на параллельных или перпендикулярных осях, и рычаги с одним основным отверстием (рис. 47, а, б).

В деталях типа рычагов обрабатываются основные отверстия, торцовые поверхности, шпоночные пазы, шлицевые отверстия, пазы и уступы и крепежные отверстия. Остальные поверхности механической обработке не подвергаются.

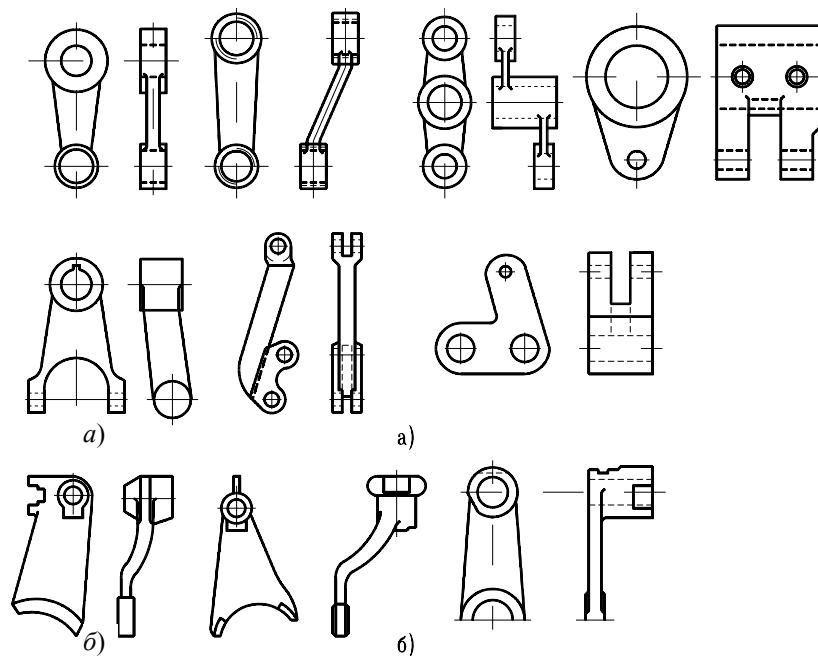


Рис. 47 Конструктивные разновидности рычагов, вилок и шатунов

Заготовку для рычагов изготавливают в единичном и серийном производстве свободной ковкой, литьем по деревянным моделям и сваркой, в крупносерийном производстве – штамповкой на штамповочных молотах, вертикальных ковочных прессах. Стальные и чугунные рычаги отливаются в кокиль, оболочковые формы или по выплавляемым моделям. Для удобства обработки заготовки литых рычагов с одним основным отверстием (рис. 47, б) выполняют по парным моделям и разрезают только после полной механической обработки. Стальные штампованные и сварные заготовки подвергают правке до механической обработки и при необходимости – в процессе механической обработки. Сварные заготовки после сварки должны подвергаться отжигу.

Обработку рычагов рационально начинать с торцовых поверхностей.

1 Фрезерованием на горизонтально- или вертикально-фрезерных станках. В единичном производстве обработка производится без приспособлений по разметке, в серийном и крупносерийном – с применением многоместных приспособлений и поворотных столов.

2 Шлифованием на обдирочно-шлифовальных станках. Этот метод применяют при обработке торцов бобышек, расположенных в одной плоскости и имеющих небольшой припуск 1,5...2 мм на сторону. Производительность шлифования при этом примерно в 2 раза выше фрезерования.

3 Цекованием на сверлильных станках с применением комбинированного инструмента (сверло-цековка) или набора нормального инструмента, закрепляемого в быстросменном патроне.

4 Точением на токарных или револьверных станках. Этот способ применяют в том случае, если среднее отверстие значительно отличается по размерам от других отверстий. Рычаг зажимают в двухлачковом самоцентрирующем патроне, при этом растачивают отверстие с одновременным подрезанием торцов.

Фрезерование пазов, гребней и других поверхностей производят на вертикально- или горизонтально-фрезерных станках с применением приспособлений. Окончательная обработка основных отверстий в рычагах может осуществляться зенкерованием, развертыванием, растачиванием и протягиванием.

Обработку шлицев и шпоночных пазов в отверстиях в крупносерийном производстве выполняют на протяжных станках. В мелкосерийном производстве шпоночные пазы обрабатывают на долбежных станках.

Обработка шатунов характеризуется рядом особенностей. Сначала так же, как и при обработке рычагов и вилок, фрезеруют, а затем предварительно шлифуют торцы головок шатуна с двух сторон; на агрегатно-сверлильном станке сверлят и зенкеруют отверстия в большой и малой головке. После этого на фрезерном станке разрезают большую головку и обрабатывают поверхности разъема и заплечики в крышке и теле шатуна; сверлят и зенкеруют отверстия под шатунные болты. Производят сборку тела шатуна с крышкой на технологические болты.

Дальнейшую механическую обработку шатуна выполняют в сборе: шлифуют торцы до окончательного размера, растачивают отверстия в большой и малой головках предварительно зенкером и оконча-

тельно на алмазно-расточном станке одновременно двумя резцами с пластинками твердого сплава ТЗОК4.

Затем шатун разбирают, запрессовывают на пневмопрессе втулку в отверстие малой головки и ставят вкладыш в отверстия тела и крышки шатуна; собирают их с прокладками и болтами. Гайки затягивают динамометрическим ключом с регулируемым крутящим моментом. Собранный шатун закрепляют в приспособлении и растачивают одновременно отверстия во вкладыше большой головки шатуна и втулке малой головки на алмазно-расточном станке типа 2А715.

При обработке деталей типа рычагов целесообразно применять групповые технологические процессы при большой номенклатуре рычагов и вилок в мелкосерийном и серийном производстве.

ГЛАВА 13 ОБРАБОТКА КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПИЩЕВЫХ МАШИН

13.1 КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПИЩЕВЫХ МАШИН

Корпусные детали – наиболее сложные и ответственные детали в современных машинах пищевых производств различного назначения. Базовые поверхности этих деталей в виде направляющих, пазов, выточек определяют положение собранного узла относительно других узлов машины, а основные отверстия – заданное положение деталей и отдельных механизмов внутри корпуса.

Конструкция корпусных деталей зависит от их назначений и типа машины. Эти конструкции очень разнообразны по конфигурации и размерам.

Отверстия корпусных деталей в зависимости от их назначения можно разделить на основные, поверхности которых служат опорами для установки валов, и вспомогательные для крепежных и смазочных устройств.

При изготовлении корпусных деталей наиболее ответственными и трудоемкими операциями являются расточные, влияющие на точность работы машины и срок ее службы.

Основные отверстия с точным расстоянием между осями могут быть расположены в стенках и перегородках корпусной детали и иметь постепенно уменьшающиеся диаметры или по мере удаления от наружных стенок увеличивающиеся диаметры.

Высокие требования к размерам корпусных деталей объясняются тем, что от их точности часто зависит общая точность изделия.

13.2 МАТЕРИАЛЫ И ВИДЫ ЗАГОТОВОК ДЛЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

В качестве основного материала для корпусных деталей применяют серый перлитный чугун марок СЧ 15, СЧ 20 и СЧ 30 или модифицированный чугун. Реже используют стальные и алюминиевые отливки.

Заготовки для корпусных деталей в единичном производстве иногда выполняют сварными из листовой стали. Сварные конструкции имеют, как правило, меньшую массу, а в некоторых случаях и меньшую стоимость по сравнению со стоимостью литых конструкций.

13.3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ СТАНИНЫ СЕПАРАТОРА

Станина жидкостного сепаратора (рис. 48) служит для размещения приводного механизма и основных сборочных единиц сепаратора.

В ней предусмотрены гнезда для установки горизонтального и вертикального валов и полость для масляной ванны. В станине имеется люк для осмотра зубчатой пары, закрываемый крышкой, на которой монтируют тахометрическое устройство. В нижней части станины имеется отверстие для спуска отработанного масла и конденсата, закрываемое пробкой. В опорных лапах предусмотрены отверстия под фундаментные болты.

Схема технологического процесса станины жидкостного сепаратора приведена на рис. 49, а – з.

Перед механической обработкой отливка должна быть очищена от пригара песка и наплывов, особенно масляная ванна и чаша. Целесообразно произвести испытания отливки на непроницаемость керосином с выдержкой не менее 8 ч.

Первая операция – черновая обработка лап и торца бобышки (рис. 49, а) – выполняется на токарно-карусельном или продольно-фрезерном станке. Отливку устанавливают чашей в приспособление, выверяют и размечают положение плоскости лап в размер 245 мм от горизонтальной оси. Затем обтачивают или фрезеруют плоскости лап по разметке. Подрезают торец бобышки в размер 53 мм.

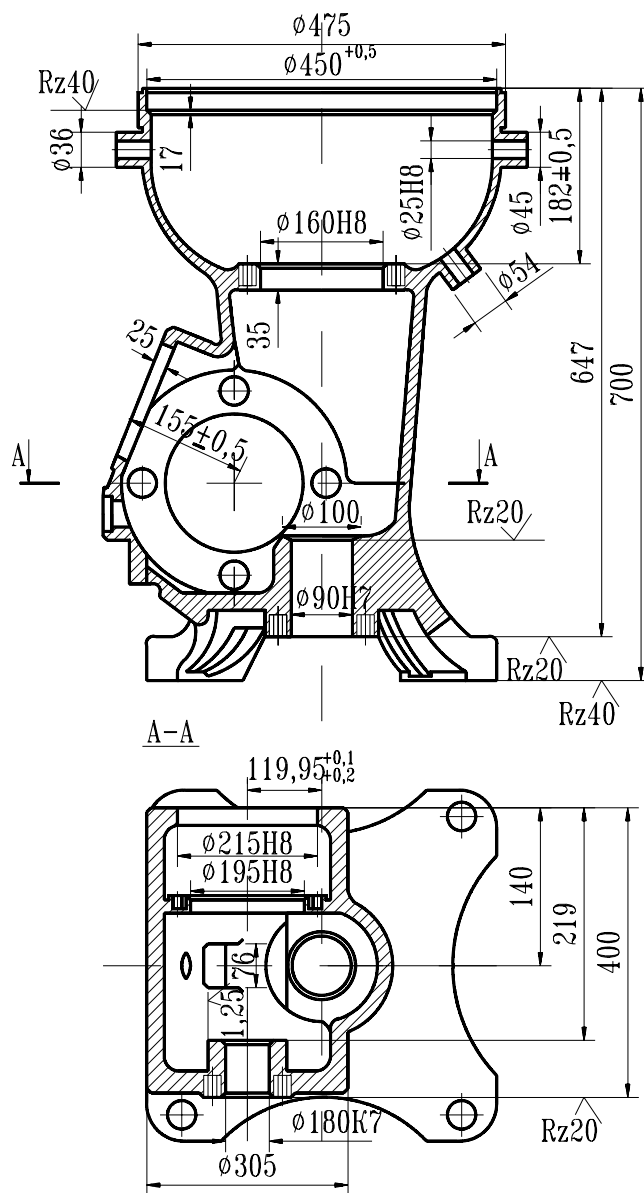


Рис. 48 Станина жидкостного сепаратора

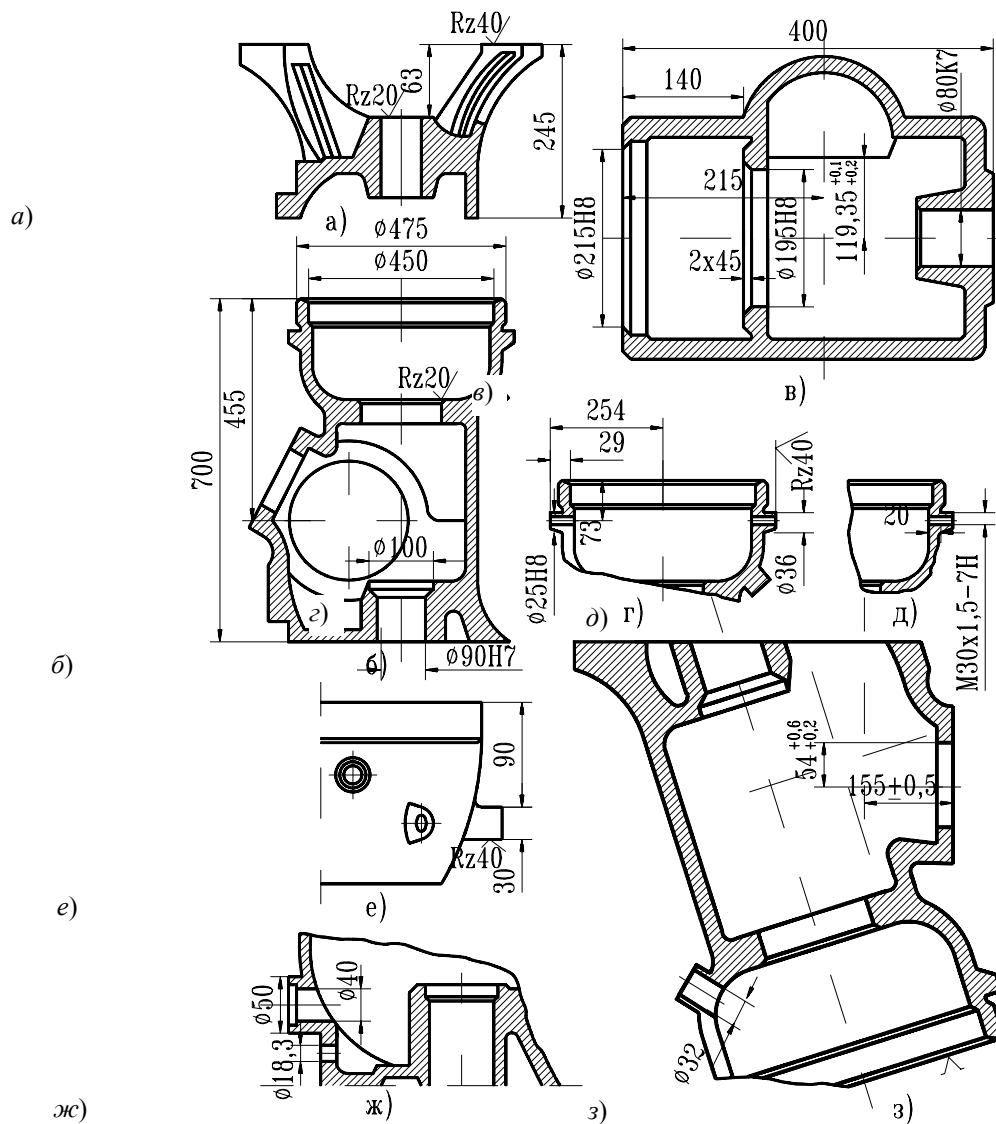


РИС. 49 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАНИНЫ СЕПАРАТОРА

Вторая операция – расточная (рис. 49, б) – обработка чаши, горловой опоры и отверстия под обойму подпятника, подрезка торцов чаши и горловой опоры. Обработку производят на токарно-карусельном станке. Станину устанавливают на плоскость лап, выверяют по наружному диаметру чаши и крепят прижимными планками. Отверстие диаметром 160Н8 под корпус горловой опоры растачивают, а отверстие диаметром 90Н7 под обойму подпятника растачивают, а затем развертывают в два перехода. Калибрование отверстия диаметром 90Н7 можно также производить на прошивочном станке.

Третья операция – расточная (рис. 49, в) – обработка отверстий под электродвигатель, фланец и подшипники горизонтального вала, подрезка торцов. Обработку производят на горизонтально-расточном станке. При установке станины в приспособлении, принимая за базу плоскость лап и отверстие под обойму подпятника, выверяется положение детали по наружному контуру литья во избежание смещения отверстий относительно бобышек. Межосевое расстояние устанавливают при помощи индикаторного устройства. Растачивают отверстия диаметром 79,5; 195Н7 и 215Н8 и подрезают торцы, выдерживая размеры 215, 140 и 400 мм. Окончательную обработку отверстия под подшипник горизонтального вала диаметром 80К7 производят развертыванием или калиброванием на прошивочном станке.

Вторая и третья операции могут быть разделены на черновую и чистовую. После черновых операций предусматривают искусственное старение для снятия внутренних напряжений после литья и предварительной механической обработки. Затем производят очистку наружных и внутренних поверхностей станины до появления металлического блеска и грунтуют поверхности, подлежащие окраске. После этого выполняют чистовое подрезание нижней плоскости лап и чистовые операции по расточке и калиброванию основных отверстий и подрезке торцов чаши, горловой опоры, под фланец электродвигателя и подшипников. Отклонение от плоскостности лап не должно превышать 0,05 мм по всей плоскости. При расточке отверстий горловой опоры и обоймы подпятника должен быть

обеспечен допуск соосности 0,02 мм, а при подрезке торца горловой опоры – перпендикулярность 0,05 мм. Для этого станок должен периодически проверяться на технологическую точность.

Четвертая операция – расточная (рис. 49, *г – ж*) – станину устанавливают на поворотном столе расточного станка в приспособлении, с базированием по плоскости лап и отверстию под обожму подпятника. Сверлят, зенкеруют и развертывают отверстие диаметром 25Н8, цекуют бобышку до размера 29 мм и обтачивают бобышку диаметром 36 (рис. 48, *г*); после проведенной обработки стол с деталью поворачивают на 180° и обрабатывают те же поверхности в других бобышках.

Затем обрабатывают две бобышки под втулки стопора (рис. 49, *д*): сверлят, зенкеруют и нарезают резьбу М30×1,5-7Н в отверстии; цекуют бобышку до размера 20 мм. Вторую бобышку обрабатывают после поворота стола на 180°.

Фрезеруют плоскость под стяжку в размер 30 мм (рис. 49, *е*). Затем устанавливают шпиндель станка на размер 130 мм от горизонтальной оси. Сверлят отверстия диаметром 8 и 18,3 мм; цекуют бобышку до размера 20 мм; сверлят и зенкеруют при помощи комбинированного зенкера ступенчатое отверстие диаметром 40 мм с углублением диаметром 50 и глубиной 7 мм; торцуют бобышку до размера 8 мм (рис. 49, *ж*).

Пятая операция – расточная (рис. 49, *з*) – выполняется на расточном станке. Устанавливают деталь на поворотном столе в призме с базированием по торцу чаши. Фрезеруют площадку 205 × 200 мм, выдерживая размер 155...0,5 мм. Затем стол поворачивают на 130° и сверлят сквозное отверстие диаметром 32 мм.

Шестая операция – сверлильная – станину устанавливают на кантователь чашей вниз. Сверлят четыре отверстия диаметром 20 мм в лапах по разметке, а также сверлят четыре отверстия диаметром 6,7 мм под нижнюю крышку по кондуктору. Переустанавливают деталь с базированием на лапы. Сверлят два сквозных отверстия диаметром 13 мм в проушинах по разметке и крепежные отверстия под корпус горловой опоры и тахометра, смотровое стекло, фланец и другие элементы по кондуктору.

Седьмая операция – резбонарезная – нарезают резьбу в крепежных отверстиях метчиками.

Сверление и нарезание резьбы в крепежных отверстиях может производиться на агрегатно-сверлильном станке с многошпиндельными силовыми головками. Это позволяет вести одновременно обработку нескольких поверхностей, применять комбинированные инструменты, что значительно сокращает время на операцию, повышает производительность обработки и уменьшает долю ручного труда.

Заключительными операциями являются слесарная (зачистка острых кромок и линий разъема), промывка, контроль размеров и окраска станины.

ГЛАВА 14 ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПИЩЕВЫХ МАШИН

14.1 ВИДЫ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

В пищевых машинах и автоматах наиболее часто используют детали с фасонными поверхностями вращения (например, фасонная рукоятка) и с прямолинейными фасонными поверхностями (например, кулачковая шайба). Реже встречаются детали с объемными криволинейно-фасонными поверхностями (например, роторы сушилок, рабочие колеса центробежных лопастных насосов, винты мешалок и др.).

В пищевых машинах, работающих по автоматическому или полуавтоматическому рабочему циклу, широко применяют кулачковые механизмы, являющиеся ответственными исполнительными и распределительными устройствами.

Технологический маршрут изготовления кулачков может быть различным в зависимости от типа производства и конструкции кулачка. Заготовками для кулачков обычно служат прокат, штамповки и отливки. В пищевых автоматах часто встречаются сварные дисковые кулачки.

В таблице приведен технологический маршрут обработки дискового пазового кулачка (рис. 50) тестоделительной машины А2-ХТН, применяемой в серийном производстве. Технологические схемы

Маршрутный технологический процесс обработки дискового пазового кулачка

№	Операции и переходы	Оборудование и оснастка
1	Токарная, черновое подрезание торцов ступицы и диска	Токарно-карусельный станок, планшайба
2	Разметочная; разметка посадочного отверстия диаметром 48H8	Разметочная плита
3	Токарная, черновое подрезание торца в размер 40,5±0,5 мм; сверление и растачивание отверстия диаметром 48Я8; растачивание выточки диаметром 140Я12	Токарно-винторезный станок, четырехкулачковый патрон
4	Токарная, чистовое подрезание торцов ступицы и диска; обтачивание ступицы диаметром 85; обтачивание фасок	Токарно-винторезный станок, оправка

Продолжение табл. 5

№	Операции и переходы	Оборудование и оснастка
5	Разметочная, разметка технологической риски и шпоночного паза 14Z8	
6	Протяжная, протягивание шпоночного паза с выверкой заготовки по риске	Горизонтально-протяжный станок; оправка
7	Копировально-фрезерная, черновое фрезерование криволинейной поверхности паза до размера 43 мм	Копировально-фрезерный станок мод. 6441; оправка специальная
8	Копировально-фрезерная; чистовое фрезерование криволинейной поверхности паза в размер 44Z12 мм	То же
9	Сверлильная, сверление шести отверстий и нарезание резьбы М6-7H	Вертикально-сверлильный станок, кондуктор
10	Термическая; закалка до HRC 40-45	Копировально-шлифовальный станок
11	Профильно-шлифовальная, шлифование криволинейной поверхности паза до размера 45Я8	Оправка специальная

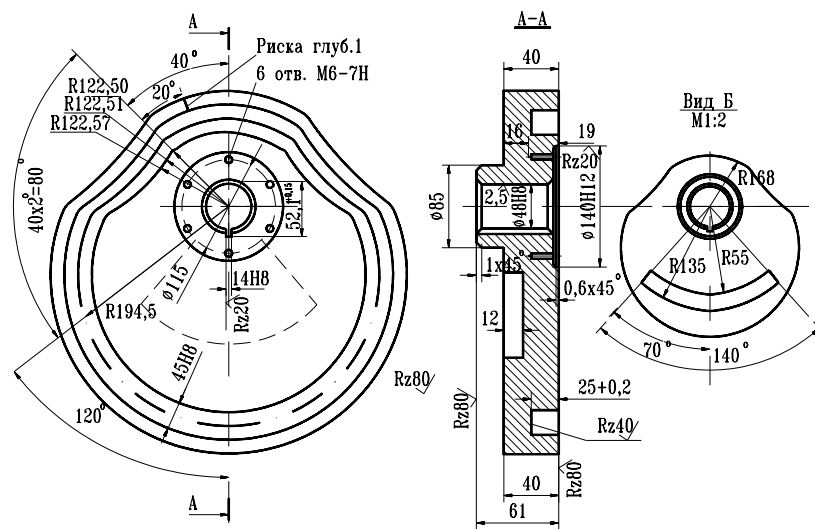


РИС. 50 ДИСКОВЫЙ ПАЗОВЫЙ КУЛАЧОК ТЕСТОДЕЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ А2-ХТН

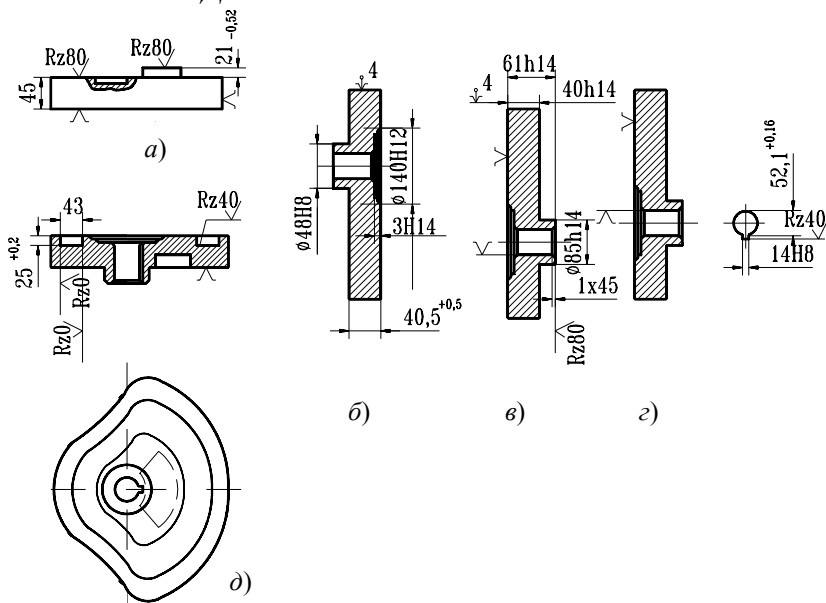


Рис. 51 Технологическая схема обработки кулачка

обработки показаны на рис. 51. Заготовкой кулачка является отливка из стали 45Л (ГОСТ 977–75).

При выполнении технологических операций обработки кулачков до фрезерования криволинейного профиля создается точная база (центральное отверстие), используемая при дальнейшей обработке, контроле и сборке кулачков. Чистовую обработку производят на токарном станке (операция 4), где осуществляют подрезку торцов. Обтачивание наружной поверхности и фасок выполняют обычно на оправках.

Обработку профильной поверхности кулачков в серийном производстве производят на универсальных копировально-фрезерных и копировально-шлифовальных станках.

ГЛАВА 15 ОБРАБОТКА ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС В ПИЩЕВОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

15.1 КЛАССИФИКАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ

В механизмах современного технологического и транспортирующего оборудования пищевых производств применяют разнообразные зубчатые колеса: одновенцовые цилиндрические с прямыми и косыми

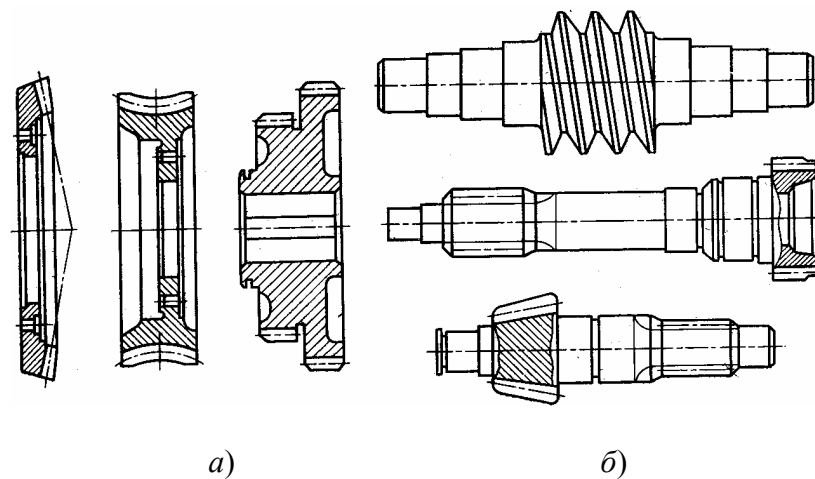


Рис. 52 Зубчатые колеса:
а – типа «диски»; *б* – типа «валы»

зубьями, цилиндрические с внутренним зацеплением, конические с прямыми и криволинейными зубьями, червячные; многовенцовые цилиндрические; шестерни-валы цилиндрические и конические. Кроме того, используют зубчатые рейки, зубчатые секторы и звездочки цепных передач. Основные требования к зубчатым колесам пищевого машиностроения предъявляются по точности геометрических параметров, шероховатости поверхностей зубьев, износостойкости и коррозионной стойкости.

Основными критериями при назначении материала и вида термической обработки для зубчатых колес являются условия нагружения, характер среды, необходимая точность и габаритные размеры.

15.2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАРШРУТЫ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ, КОНИЧЕСКИХ И ЧЕРВЯЧНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Технологический процесс обработки зубчатых колес состоит из следующих основных этапов: обработки заготовки до операции нарезания зубьев, нарезания зубьев, термической обработки, отделочной обработки.

Технологический процесс обработки заготовки до нарезания зубьев для зубчатых колес с отверстием идентичен процессу изготовления втулок. Этот технологический процесс может быть выполнен двумя вариантами. По первому варианту в заготовке сверлят (зенкеруют) и протягивают отверстие (шлицы), на оправке обрабатывают наружные поверхности, снимают фаски в отверстии, калибруют отверстие и обрабатывают окончательно наружные поверхности. По второму варианту в заготовке обрабатывают наружные поверхности, торец, сверлят (зенкеруют) отверстие, снимают фаски с одной стороны, затем заготовку переворачивают и обрабатывают с другой стороны; после этого протягивают отверстие (шлицы) и окончательно обрабатывают наружную поверхность. Таким образом, по второму варианту хорошо подготавливается база (торец) и отверстие под протягивание, что позволяет исключить операцию калибрования шлицев после токарной обработки.

Существуют два основных метода образования зубьев: метод копирования и метод обкатки (огибания).

По методу копирования нарезание зубьев производят инструментом, профиль зубьев которого должен соответствовать профилю впадин между зубьями. Таким образом, профиль инструмента копируется на обрабатываемой поверхности. Метод копирования является неточным и малопродуктивным, вследствие чего его применяют в мелкосерийном и единичном производстве при отсутствии специальных зубообрабатывающих станков.

Современным и производительным методом нарезания зубьев, обеспечивающим высокую точность изготовления, является метод обкатки червячными фрезами, долбяками, гребенками, зубострогальными резцами и резцовыми головками.

Зубья цилиндрических колес с прямыми и винтовыми зубьями можно нарезать методом копирования дисковыми модульными фрезами на универсально-фрезерных станках. Обработку зубьев колес с

большим модулем (более 15) производят пальцевыми модульными фрезами на вертикально-фрезерных станках. Для поворота заготовки используют делительную головку.

Зубофрезерование червячными модульными фрезами из-за их высокой производительности и точности обработки в пределах 7 – 8-й степеней получило в пищевом машиностроении наиболее широкое применение.

Для увеличения производительности производят фрезерование зубьев одновременно на нескольких заготовках, установленных на одну оправку (пакетом). Для этого необходимо, чтобы на предшествующей обработке была выдержана требуемая параллельность торцов в заготовках и перпендикулярность их к оси отверстия. Машинное время уменьшается благодаря сокращению пути врезания и выходу фрезы.

Зубодолбление применяют для цилиндрических колес с наружными и внутренними прямыми и косыми зубьями, а также для нарезания зубчатых секторов и реек.

Данный метод имеет преимущества по сравнению с зубофрезерованием, так как дает возможность получить более высокую точность и малую шероховатость поверхностей зубьев. Этот метод является единственным методом нарезания многовенцовых зубчатых колес и зубчатых колес с внутренним зацеплением.

Обработка многовенцовых колес с близко расположенными венцами фрезерованием невозможна, так как фреза не имеет выхода; для долбяка достаточно иметь канавку 5 мм.

Накатывание зубьев холодной и горячей накаткой является высокопроизводительным методом изготовления зубчатых колес. Зубчатые колеса с модулем $m < 2,5$ мм при использовании специальных приспособлений накатывают в холодном состоянии; с модулем $m > 2,5$ мм – в горячем.

Горячее накатывание производят на специальном зубонакатном станке. Заготовка предварительно нагревается токами высокой частоты от установки, вмонтированной в станок.

Накатывание зубьев в холодном состоянии можно производить на резбонакатных станках. Таким способом получают зубья с модулем до 2,5 мм на веретенах жидкостных сепараторов.

Процесс зубонарезания конических колес с прямыми зубьями в целом не отличается от рассмотренных методов изготовления цилиндрических колес. Предварительное нарезание конических колес с прямым зубом и малоточных колес (ниже 9 – 10-й степени точности) производят на фрезерных станках, оснащенных делительной головкой, дисковыми модульными фрезами.

Для фрезерования прямых зубьев точных конических зубчатых колес в пищевом машиностроении применяют метод обкатки на зубострогальных станках одновременно двумя резцами или двумя дисковыми фрезами.

Конические зубчатые колеса с винтовым зубом нарезают при помощи односторонних или двусторонних резцовых головок на зуборезных станках 528С или 5А250.

Формообразование зубьев червячных колес осуществляется обычно червячными фрезами по схеме, приведенной на рис. 53. Этот способ является наиболее распространенным в пищевом машиностроении в серийном производстве.

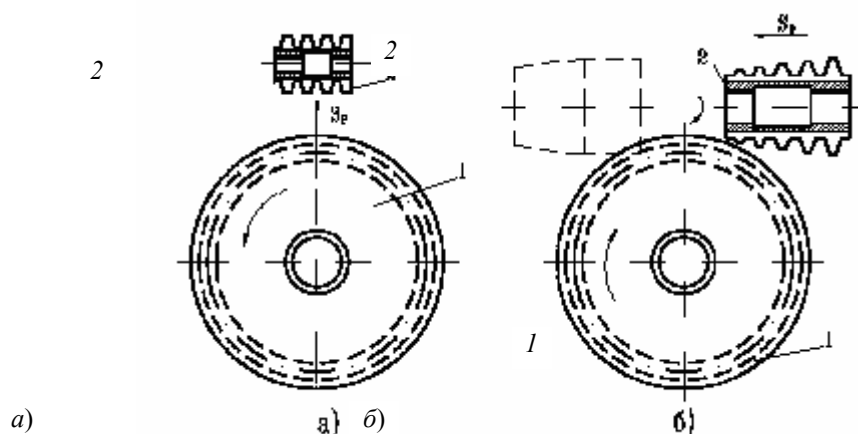


РИС. 53 СХЕМА НАРЕЗАНИЯ ЗУБЬЕВ ЧЕРВЯЧНЫХ КОЛЕС:

1 – нарезаемое червячное колесо; 2 – фреза;

а – способ радиальной подачи; б – способ тангенциальной подачи

ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗУБЬЕВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОЛЕС

В связи с повышением требований к эксплуатационным показателям зубчатых передач (бесшумности и плавности работы, износостойкости, прочности и надежности) в пищевом машиностроении применяют отделочные операции для зубьев цилиндрических колес. Основными видами отделочных работ со снятием стружки являются шевингование, шлифование и притирка.

Шевингованием называется процесс тонкой отделки (исправление ошибок в шаге, угла подъема винтовой линии, профиля эвольвенты, эксцентриситета окружности) незакаленных зубьев зубчатого колеса, осуществляемой специальным инструментом (шевером).

Для шевингования прямозубых колес применяют дисковый шевер с косыми зубьями, наклоненными к оси под углом $10...15^\circ$, а для обработки косозубых колес – прямозубые и косозубые шеверы с углом скрещивания осей зубчатого колеса и шевера в пределах $10...15^\circ$. Это необходимо для создания скольжения зубьев шевера вдоль зубьев колеса и соскабливания шевером тонкой стружки (толщиной $0,001...0,005$ мм). Направление вращения шевера периодически изменяют для обработки зубьев с двух сторон. Для шевингования достаточно в качестве предварительной обработки ограничиться полустовым нарезанием зубьев на зубофрезерном станке с оставлением припуска $0,1...0,2$ мм на сторону. Шевингование – высокопроизводительный способ чистовой обработки зубчатых колес 6-й и 7-й степени точности, который примерно в 10 раз дешевле зубошлифования.

Шлифование зубьев применяют для получения особо высокой точности (5...6-я степень) закаленных зубчатых колес. После термической обработки перед шлифованием зубьев в зубчатых колесах производят шлифование базового центрального отверстия и торца с базированием по делительной окружности при помощи специальных патронов. При необходимости второй торец шлифуют на плоскошлифовальном станке. Шлицевые отверстия с центрированием по наружному диаметру калибруют прошивками на прессе. После обработки отверстия производится шлифование зубьев копированием (рис. 54, а) и обкаткой двумя (рис. 54, б) или одним (рис. 54, в) шлифовальным кругом. Припуск на шлифование оставляют $0,1...0,3$ мм на толщину зуба (в зависимости от модуля и требуемой точности). Шлифовальные круги периодически правят специальным автоматическим устройством.

Существует также способ шлифования зубьев методом обкатки червячным шлифовальным кругом (рис. 54, г), который производит шлифование профиля зуба. Для этого способа характерна высокая производительность. Работа ведется на отечественных зубошлифовальных станках мод. 5832 и 5833.

Притирку зубьев производят в тех случаях, когда конструкция зубчатых колес не позволяет осуществить шлифования. Иногда притирку применяют после шлифования, в основном для устранения дефектов, полученных при шлифовании (прижогов, внутренних напряжений и т.п.). Притираемое колесо вращается в зацеплении с шестерней-притиром, имеющим тот же модуль (рис. 55, а). Притир обычно выполняют по 5-й степени точности из мелкозернистого серого чугуна и

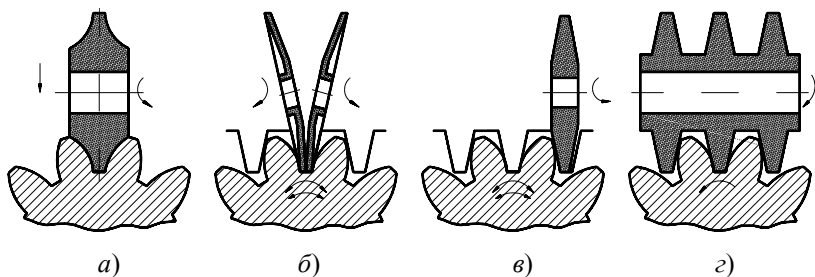


Рис. 54 Методы шлифования зубьев цилиндрических колес

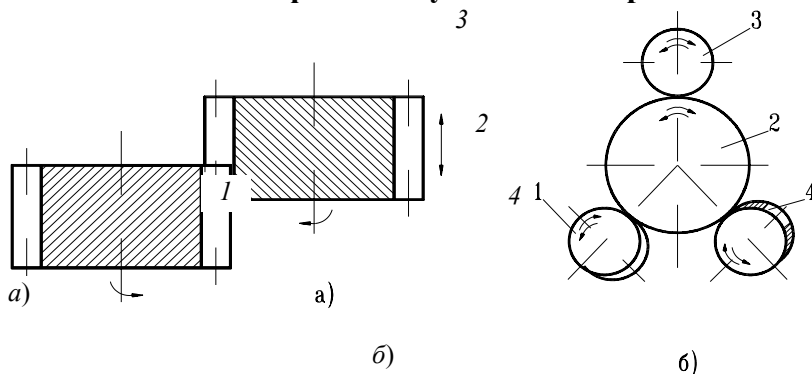


Рис. 55 Схемы притирки зубьев зубчатых колес:

a – одним притиром; *б* – тремя притирами

перед работой смазывают пастой, состоящей из абразивного порошка и масла. Направление вращения периодически изменяется специальным механизмом для того, чтобы были обработаны обе стороны зуба.

На зубопритирочном станке мод. 573 обрабатываемое зубчатое колесо 2 находится в зацеплении с тремя притирами 1, 3 и 4. Ось одного притира параллельна оси обрабатываемого колеса. Оси притиров 1 и 4 расположены относительно оси обрабатываемого колеса под углом 3...4, что увеличивает скольжение зубьев притира относительно зубьев колеса. Кроме вращения зубчатого колеса и притиров, обрабатываемое зубчатое колесо имеет возвратно-поступательное движение вдоль своей оси.

Приработка – это процесс взаимного сглаживания шероховатостей парных зубчатых колес, главным образом, закаленных. Находящиеся в зацеплении зубчатые колеса попеременно вращаются в оба направления. Поверхности зубьев смазывают абразивной пастой. Кроме того, имеется осевое перемещение. Поверхность зубьев получается гладкая и почти зеркального блеска. Приработка является как бы ускоренным искусственным износом зубьев для получения большей площади пятна контакта.

15.4 ОБРАБОТКА ЗВЕЗДОЧЕК ЦЕПНЫХ ПИЩЕВЫХ МАШИН И КОНВЕЙЕРОВ СЫРЬЕВЫХ ЦЕХОВ

Цепные передачи широко применяют в приводах пищевых машин и особенно в транспортирующих устройствах и конвейерах. Звездочки втулочно-роликовых пластинчатых цепей обычно изготавливают из серого

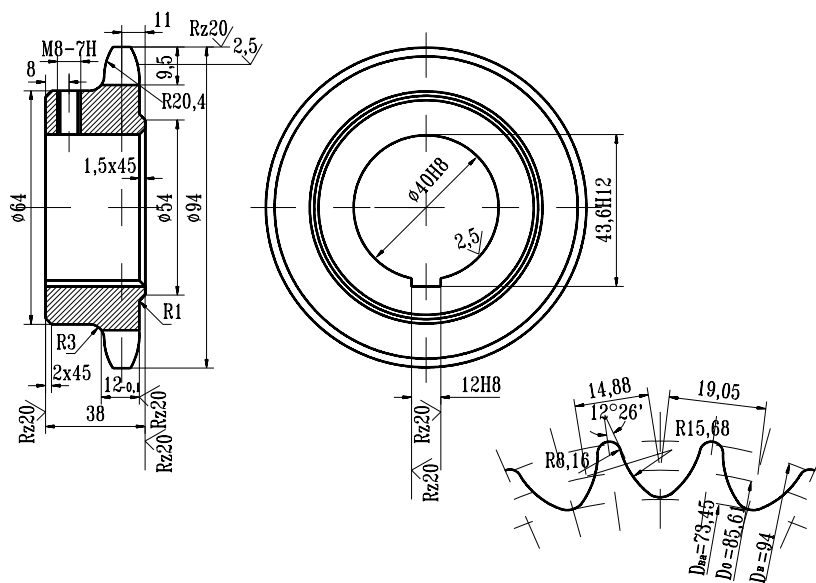


Рис. 56 Звездочка автомата для разлива молока в бумажные пакеты

чугуна марки не ниже СЧ15, из модифицированного и высокопрочного чугуна с глобулярным графитом твердостью не менее HB220. Натяжные звездочки небольших размеров могут быть изготовлены из конструкционных углеродистых сталей 45, 40X и др.

Ниже приведен маршрутный технологический процесс обработки звездочки автомата для разлива молока в бумажные пакеты, АП1Н (рис. 56). В качестве заготовок применяют штамповки с прошитым центральным отверстием.

1 *Токарная обработка.* Заготовку устанавливают в трехкулачковом патроне за ступицу. Обтачивают по наружному диаметру, подрезают торец, растачивают и развертывают отверстие диаметром 40H8.

Затем заготовку устанавливают на оправке. Подрезают торец с другой стороны, обтачивают ступицу диаметром 64 с подрезкой торца в размер $12_{-0,1}$ мм. Обтачивают фасонный профиль венца.

2 *Зубофрезерная операция.* На центральной оправке одновременно устанавливают пять заготовок. Нарезают зубья звездочки ($z = 14$) методом обкатки на зубофрезерном станке червячной фрезой.

3 *Протяжная операция.* На горизонтально-протяжном станке протягивается шпоночный паз, который должен располагаться напротив впадин зуба.

4 *Сверлильная операция.* На вертикально-сверлильном станке сверлится отверстие по кондуктору под резьбу и нарезается резьба $M8 \times 1,25-7H$ на проход.

15.5 ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗУБОНАРЕЗАНИЯ

Прогрессивные методы зубонарезания – высокопроизводительные методы нарезки дисковыми фрезами путем последовательного фрезерования впадин при использовании делительного многоместного приспособления (рис. 57, а); нарезание несколькими (2 – 3) дисковыми специальными фрезами на одной оправке (рис. 57, б); одновременным строганием всех впадин профильными резцами с радиальной подачей на специальных станках (рис. 57, в); протягиванием несколькими зубьев (3 – 5) с последующим поворотом на определенный угол (рис. 57, г).

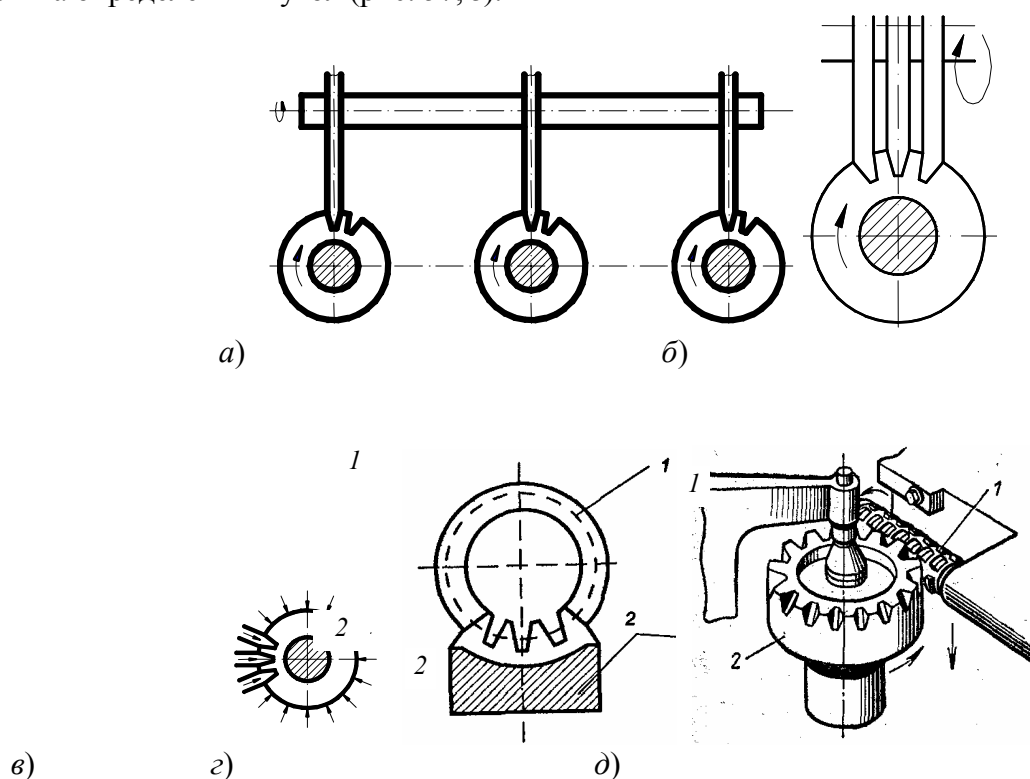


Рис. 57 Схемы обработки зубьев

Колеса малого диаметра с небольшой длиной зуба нарезают гребенчатой фрезой в многоместном приспособлении методом обката. Применение червячных фрез при нарезании червячных колес методом радиальной или тангенциальной подачи с твердосплавными пластинами (рис. 57, д) позволяет достигать высоких скоростей резания. Производительность также увеличивается установкой нескольких заготовок пакетом.

Зубья также получают методом горячего и холодного (колеса модуля 1 мм) накатывания. Горячее накатывание ведут на специальных станках, получая 9 степень точности. Накатниками служат шестерни из быстрорежущей стали. Метод в 5 раз производительнее зубофрезерования. Повышается прочность и износостойчивость зубьев. В массовом производстве используют высокопроизводительные станки с загрузочными автоматами ротационного типа с запасом заготовок на 1/2 или смену. При программном управлении достигается полная автоматизация.

15.6 СРЕДСТВА И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Точность изготовления зубчатых колес может проверяться поэлементным или комплексным методами.

При поэлементном методе измеряют отклонения шага, изменение толщины зуба, отклонения в профиле зуба и угле наклона, а также радиальное биение зубчатого венца.

Комплексную проверку производят для определения суммарной ошибки элементов зубчатого колеса на специальных приборах типа БВ-608К, УКМ-3, МЦМ-400С и др. При выборе средств и методов измерения учитывается степень точности зубчатых колес и их назначение.

Глава 16 СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ОТДЕЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

16.1 ОБРАБОТКА ПЛОСКОСТЕЙ

Точение плоскостей обычно осуществляют в одной операции с обтачиванием или растачиванием поверхностей, примыкающих к плоскости детали. Как самостоятельную операцию точение плоскости проводят редко.

При больших диаметрах обрабатываемых поверхностей используют токарно-лобовые и токарно-карусельные станки, применяя проходные прямые или отогнутые резцы; для чистовой обработки применяют также подрезные резцы с большим главным углом.

Строгание и долбление. Стругание ведут на станках общего назначения, достигая высокой производительности при малом соотношении ширины плоскости к ее длине. При других отношениях себестоимость строгания и фрезерования одинакова. Необходимо учитывать факторы, ограничивающие производительность – наличие холостых ходов; ограничение скорости резания; значительное вспомогательное время и др. К достоинствам строгания относятся малые затраты; простота режущего инструмента; высокая точность и т.д. Область применения долбежных станков уже (лишь для внутренних поверхностей – шпоночные канавки и т.д.), при этом учитываются экономические соображения.

Фрезерование осуществляется на горизонтально-, вертикально- и продольно-фрезерных станках цилиндрическими и торцовыми фрезами. Последние более производительны при больших программах выпуска. Плоскости значительных размеров при больших программах обрабатывают на мощных и жестких продольно- и барабанно-фрезерных станках непрерывного действия.

Протягивание – наиболее производительный способ при значительных программах выпуска. Инструмент дорогостоящий – составные протяжки. Протягивание не требует предварительной обработки, т.е. снимается припуск в несколько миллиметров.

Шлифование – производительный способ отделки точных поверхностей периферией или торцом шлифовального круга на кругло-, внутри-, плоскошлифовальных станках.

Отделка плоскостей производится притиркой, суперфинишированием на особых станках, а также полированием.

В массовом и серийном производстве обрабатывают рычаги в специальных приспособлениях, обеспечивающих взаимное положение поверхностей рычага; расстояний между осями его основных отверстий и торцами бобышек. Точность выполнения основных отверстий достигается использованием мерного режущего инструмента, а торцевые поверхности фрезеруют (возможно шлифование).

Обработку ведут по следующему плану:

1) последовательная или одновременная обработка торцов бобышек (на горизонтально-фрезерном станке).

2) обработка основных отверстий. В массовом и крупносерийном производстве ведут обработку на агрегатных многошпиндельных одно- и многопозиционных станках; на вертикально-сверлильных станках с применением многошпиндельных головок, а также на протяжных станках.

3) обработка шпоночных пазов или шлицевых поверхностей в основном отверстии.

4) обработка вспомогательных отверстий (нарезание в них резьб).

Применяют некоторые другие маршруты. Например: операции 1 и 2 меняют местами или объединяют. В массовом и крупносерийном производстве рычаги контролируют с помощью универсальных измерительных средств.

16.2 ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ

Сверление применяют для выполнения отверстий в сплошном металле с использованием чаще всего спиральных сверл на сверлильных, токарных, токарно-револьверных станках и на токарных автоматах. Для получения отверстий $d > 30$ мм вначале производят сверление $d < 16$ мм, а затем рас-сверливание с использованием направляющих втулок, кондукторов.

Глубокое отверстие (с отношением длины к диаметру более 5) сверлят на станках для глубокого сверления, придавая вращение заготовке. Сверление отверстий на станках токарной группы проводят в одной операции с обтачиванием или нарезанием резьбы.

Растачивание проводят для отверстий, имеющих в заготовке (отливке, поковке). Растачивание производят резцами или многолезвийными инструментами (зенкер, расточная головка) при вращении инструмента (на сверлильных и расточных станках) или при вращении заготовки расточным резцом на станках токарной группы.

Чистовым растачиванием достигают точности 8...9 квалитета и шероховатости $Ra = 2,5...1,25$ мкм, тонкое растачивание дает 5...6 квалитет и $Ra = 0,13...0,32$ мкм.

Развертывание ведут для придания окончательной точной формы и размеров. Обработку ведут многолезвийным инструментом разверткой, отличающейся от зенкера большим числом зубьев. Снимаются малые припуски (0,02...0,4 мм) и достигают черновой и чистовой (предварительная и окончательная) точности 6 квалитета и $Ra = 1,25...0,63$ мкм. Ручным (тонким) развертыванием достигают точности 5 квалитета и $Ra < 0,32$ мкм.

Протягивание и прошивание. В первом случае многолезвийный инструмент протяжка работает на растяжение, во втором – прошивка – на сжатие. Во всех протяжках, кроме режущей части, имеется и калибрующая. Способ применяется для обработки круглых отверстий в крупносерийном и массовом производстве.

Шлифование. Различают внутреннее шлифование при вращении обрабатываемой заготовки и при отсутствии этого вращения. Более точный и производительный – первый способ. Достигается высокая точность и $Ra = 0,32...0,08$ мкм.

Хонингование – окончательная обработка точных отверстий (5 квалитет и $Ra \leq 0,16$ мкм) несколькими хонинговальными брусками, помещенными в пластмассовую колодку, совершающую возвратно-поступательное и вращательное движения.

Притирка дает возможность достигать наивысшей точности (≈ 5 квалитет) и шероховатости $Ra = 0,16...0,04$ мкм. Обработку ведут чугунами или бронзовыми притирами, которым сообщается вращательное и возвратно-поступательное движение с добавлением абразивной жидкости.

Обработка отверстий без снятия стружки. Различают: проглаживание уплотнительной протяжкой или прошивкой; раскатывание (многороликовые раскатки); калибровка шариком. Методы улучшают качество, но вносят увеличение диаметра $\sim 0,04...0,1$ мм.

16.3 ОБРАБОТКА ШЛИЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Шлицы служат для передачи крутящего момента с охватываемой детали (вал) на охватывающую (зубчатое колесо). Шлицевые соединения подобны многошпоночным.

Различают шлицы следующих видов: прямобочные (рис. 58, а), эвольвентные (рис. 58, б), треугольные (рис. 58, в). В первом случае центрирование охватываемой поверхности проводят по периферии выступов или по дну впадин шлиц. При эвольвентных и треугольных центрирующими являются боковые поверхности. Более точное центрирование осуществляется для прямобочных шлиц, которые чаще применяют.

Шлицы на валах образуют путем холодного накатывания на шлиценкатных станках (подобно зубонакатным) или могут нарезаться фрезерованием дисковыми или червячными фрезами. Операция выполняется на шлицефрезерных станках (подобно зубофрезерным). Этот способ более точен и более производительный. Обычно выполняется на горизонтально-фрезерных станках с использованием делительных головок. Точные шлицы после нарезания шлифуют на шлицешлифовальных станках.

Возможны варианты шлифования боковых плоскостей (рис. 59, а), боковых плоскостей и дна впадин тремя кругами (рис. 59, б) и шлифование профильным кругом (рис. 59, в).

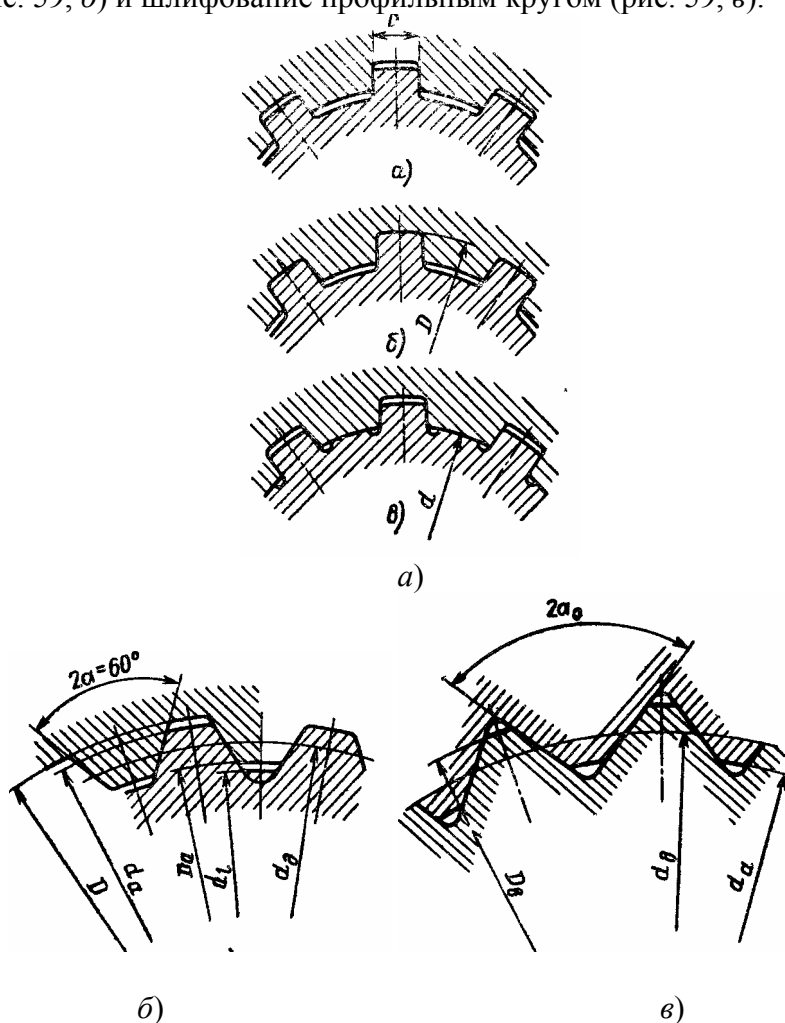


РИС. 58 ВИДЫ ШЛИЦЕВ:

а – прямоугольные; б – эвольвентные; в – треугольные

Обработка шлиц в отверстиях обхватывающих деталей (ступица зубчатого колеса) производится путем протягивания на горизонтально-протяжных станках. В зависимости от диаметра и длины шлицевого отверстия, а также материала заготовки протягивание ведут одной, двумя, тремя протяжками. Несквозные шлицы в отверстиях обрабатывают долблением на зубодолбежных станках круглыми долбяками.

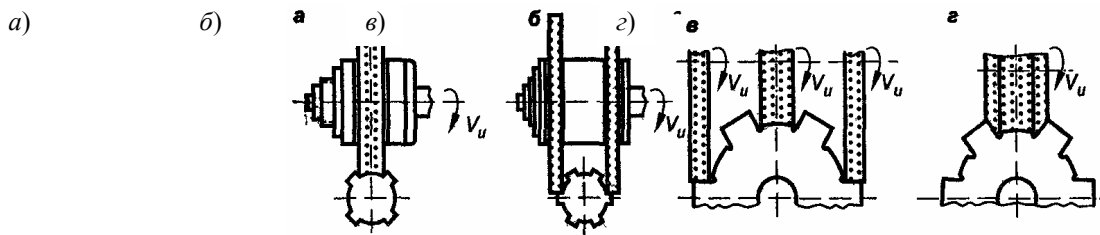


РИС. 59 СХЕМЫ ШЛИФОВАНИЯ ШЛИЦЕВ:

а – одним профильным кругом; б – двумя кругами;
в – тремя кругами; г – фасонным кругом

16.4 РЕЗЬБОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

В машиностроении применяются крепежные (метрические и дюймовые) и ходовые (прямоугольные, трапецеидальные), а также конические резьбы. Крепежные резьбы стандартизованы (СТ СЭВ 640–77). Кроме степеней точности стандарт предусматривает возможность производственной резки тремя классами точности (точный, средний, грубый). Дюймовые резьбы применяются ограниченно.

Способы обработки подразделяют на два вида: обработка резанием (резцами, плашками, фрезами, шлифовальными кругами) и без снятия стружки (накатыванием).

Нарезание резьб резцами на токарно-винторезных станках – способ малопроизводительный, требующий значительных затрат, поэтому для больших программ выпуска не применяется. Этот способ оправдан для обработки ходовых точных, а также нестандартных резьб. Увеличение производительности достигается уменьшением числа проходов, применяя резьбовые гребенки при нарезании крепежных резьб. Наружные крупные ходовые резьбы могут быть выполнены на токарно-винторезном станке резцами или вихревым способом. При вихревом методе обработку ведут 2 или 4-мя твердосплавными резцами, помещенными в быстровращающуюся резцовую головку, совершающую осевое перемещение на величину шага резьбы за оборот детали. Этот метод обработки позволяет достичь точно резьб среднего класса и достаточно высокой чистоты обработки до $Ra = 1,25$ мкм (рис. 60).

Нарезание резьб плашками и метчиками. При нарезании наружных резьб применяют круглые лерки, призматические или круглые плашки для резьбонарезных головок. Для нарезания резьб в отверстиях используют метчики слесарные, машинные, гаечные и специальные.

Исполнение резьб лерками – малопроизводительный и неточный способ. Более точный способ нарезания резьб – круглыми или особыми гребенками, помещенными в самораскрывающиеся головки токарно-револьверных станков, болторезных станков, токарных автоматов. При этом достигается средний класс точности и чистоты поверхности $Ra = 2,5 \dots 1,25$ мкм.

Крепежные резьбы в отверстиях выполняют метчиками. Резьбы диаметром до 24 мм при длине отверстия меньшей, чем его диаметр, нарезают одним машинным метчиком. В несквозных отверстиях (глухие резьбы), а также при резьбах больших диаметров осуществляют последовательно нарезание двумя, тремя метчиками. При диаметре более 30 мм применяют резьбонарезные головки с выдвигающимися плашками. Нарезание метчиками производят на станках токарной и сверлильной групп. Существуют также резьбонарезные одно- и многошпиндельные станки и гайконарезные автоматы. Нарезание резьб метчиками

дает точность среднего класса. Для достижения точного класса применяются особые шлифовальные метчики.

Фрезерование резьб. Внешние и внутренние резьбы в отверстиях большого диаметра при значительных программах выпуска выполняют фрезерованием на резьбофрезерных станках, используя два способа: дисковой резьбовой фрезой и гребенчатой фрезой.

Первый способ применяют для предварительного нарезания наружных резьб с большим шагом. Профиль фрезы соответствует профилю резьбы. Этот способ неточный и поэтому после фрезерования резьбы ее обрабатывают резцом в 2 – 3 прохода на токарно-винторезных станках. Второй способ применяют для коротких резьб (ширина фрезы на два-три шага больше длины).

Шлифование резьб. Шлифование наружных резьб применяют для точных винтов, резьбовых инструментов после термообработки. Мелкие точные резьбы (с шагом до 1,5 мм) могут быть обработаны только шлифованием без нарезания лезвийным инструментом до закалки. Шлифование ведут дисковыми одноточными или многоточными шлифкругами на резьбошлифовальных станках. Обработка одноточными кругами дает более высокую точность.

Накатывание резьб. Накатывание резьб осуществляется путем пластического деформирования, т.е. без снятия стружки на болтах и шпильках (крепежные резьбы). Накатывают резьбы с остроугольным профилем при диаметре от 0,3 до 150 мм и твердостью НВ 120...340. Прочность накатанных резьб выше, чем нарезных. Этот способ – высокопроизводительный процесс. Существуют два метода накатывания резьб плоскими плашками и роликами. В первом случае заготовка помещается между подвижной и неподвижной плашками. Подвижная совершает возвратно-поступательное движение. На плашках нарезают канавки в виде развертки винтовой поверхности с профилем, соответствующим профилю резьбы. В результате прокатывания выдавливается резьба. При накатывании роликами заготовка помещается между двумя резьбовыми роликами на опорной планке, причем один ролик получает радиальное перемещение. Роликам придается принудительное вращение.

Накатывание роликами менее производительно, но более точно; получается точный, средний класс точности. При его использовании возможна обработка заготовок разнообразных по конфигурации.

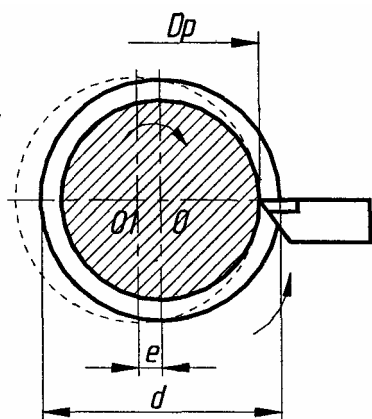


РИС. 60 ВИХРЕВОЙ МЕТОД НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

Контроль обеспечивается комплексными методами – резьбовыми калибрами (рабочие калибры для гаек – пробки; предельными резьбовыми роликами скобами). В некоторых случаях ведут контроль отдельных параметров. Так, например, контроль наружной резьбы ведут резьбовыми микрометрами. Для измерения внутреннего диаметра наружной резьбы, шага половины угла профиля применяют малый и большой инструментальные микроскопы ММИ и БМИ, а также универсальные микроскопы УИМ.

Резьбовые детали в виде гаек, болтов, шпилек и т.д. обычно выпускают большими партиями, поэтому ручной способ контроля весьма трудоемок. Промышленность располагает отечественными автоматами для контроля гаек от 5 до 10 мм.

16.5 ОБРАБОТКА ОБЪЕМНО-ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В большинстве случаев поверхности, подлежащие обработке, у различных деталей просты по форме. Например: плоскости, наружные и внутренние цилиндрические и конические поверхности. В предыдущих параграфах рассматривали способы обработки сложных поверхностей, формы и размеры которых стандартизованы (резьбы, шлицы, зубья и т.д.). Однако у некоторых деталей машин имеются фасонные поверхности, формы и размеры которых не стандартизованы и не нормализованы. К таким поверхностям относят поверхности вращения и разделяют их на два вида: расположенные по периферии детали и с торца детали. Поверхности первого вида обрабатывают точением, шлифованием, т.е. как наружные цилиндрические, применяя при этом фасонный режущий инструмент и обработку по копирам.

Точение фасонных поверхностей протяженностью 40...50 мм производят врезанием фасонных резцов на обычных токарных станках. При большей протяженности возникают значительные силы резания, что требует применения жестких и мощных станков. Такие поверхности вращения обрабатывают по копирам, которые обеспечивают создание движения инструмента перпендикулярно к направлению основной подачи. Складываясь, эти движения определяют траекторию пути режущего инструмента, соответствующего профилю поверхности. Обработку по копиру ведут на токарно-центровых станках с применением механических копировальных устройств или гидравлических копировальных суппортов, а также обрабатывают на особых токарно-копировальных станках.

Применение гидросуппорта позволяет проводить обработку, например, ступенчатого вала с цилиндрическими и коническими поверхностями по всей длине за один проход. При обработке ступенчатых валов используют также электрокопировальные токарные станки (для значительных программ выпуска). Недостатком этого способа обработки является наличие ступеней на обработанной поверхности. Шлифование фасонных поверхностей вращения производят фасонным шлифованием кругами, а при большой протяженности поверхностей шлифованием по копиру.

Обработку незамкнутых фасонных поверхностей, образующие которых прямые линии, производят фрезерованием или протягиванием. При обработке незамкнутых поверхностей применяют фасонные фрезы или фасонные протяжки, если протяженность невелика.

При значительной протяженности профиля и малой длине образующей (прямой линии) применяют фрезерование по копиру на особых копировально-фрезерных станках с механическими, гидравлическими и электрическими копировальными устройствами.

Например, принцип действия копировально-фрезерного станка с механическим копировальным устройством (рис. 61) заключается в следующем. На качающийся стол станка 3 помещена заготовка 1. Стол опирается на ролик 5, связанный с копиром 6. При подаче стола, находящегося под действием груза или пружины, расстояние от фрезы до него изменяется в соответствии с профилем копира. Этим обеспечивается положение нужного профиля обрабатываемой поверхности. Обработку линейных фасонных поверхностей замкнутого контура производят фрезерованием или точением.

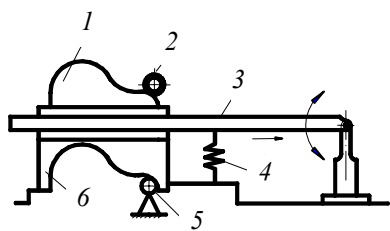


РИС. 61 СХЕМА ФРЕЗЕРОВАНИЯ С МЕХАНИЧЕСКИМ КОПИРОВАЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Горбачевич А.Ф., Шкред В.Л. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск, 1985.
- 2 Гусев А.А. Технология машиностроения. М.: Машиностроение, 1986.
- 3 Данилевский В.В. Технология машиностроения. М., 1984.
- 4 Казаков Н.Ф., Мартынов Г.А. Технология пищевого машиностроения: Учебник для вузов по специальности «Машины и аппараты пищевых производств». М.: Машиностроение, 1985. 296 с.
- 5 Ковшов А.Н. Технология машиностроения: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. М.: Машиностроение, 1987. 320 с.
- 6 Колев К.С. Технология машиностроения: Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. школа, 1977. 256 с.
- 7 Маталин А.А. Технология машиностроения. М., 1985.
- 8 Никифоров А.Д. и др. Типовые технологические процессы изготовления аппаратов химических производств: Атлас. М., 1974.
- 9 Основы технологии машиностроения / Под ред. В.С. Корсакова. М.: Машиностроение, 1977.
- 10 Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой. М.: Машиностроение, 1973. Т. 1 – 2.
- 11 Колесов И.М. Основы технологии машиностроения. М.: Высш. школа, 2001.
- 12 Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения. М.: Машиностроение, 1990.