

Диапазон колебаний параметров: $l — 0,01 … 25 \text{ мм}$, Rz и $R_{\max} — 0,25 … 1\,600 \text{ мкм}$, $Ra — 0,008 … 100 \text{ мкм}$, Sm и $S — 0,002 … 12,5 \text{ мкм}$, $t_p — 10 … 90 \%$.

Величины Sm и t_p характеризуют форму микронеровностей и определяют износостойкость и контактную деформацию сопряженных деталей. Иногда шероховатость регламентируют направлением неровностей, которое влияет на контакт сопряженных поверхностей. Например, для поверхностей скольжения совпадение направления неровностей обработки с направлением движения уменьшает износ.

Шероховатость поверхности чаще всего оценивают параметром Rz или Ra .

Волнистостью поверхности называют совокупность периодически чередующихся неровностей с относительно большим шагом, превышающим базовую длину, принимаемую при измерении шероховатости. Различием понятий шероховатости и волнистости является отношение шага к высоте неровностей: для шероховатости менее 50, а для волнистости — 50... 1 000.

$$\eta = \sum_{i=1}^n b_i.$$

Волнистость в зависимости от расположения волн на поверхности детали бывает продольная и поперечная, волны которых расположены в перпендикулярных направлениях. Продольная волнистость обычно возникает в результате вибрации технологической системы, а поперечная вызывается неравномерностью подачи, неправильной правкой шлифовального круга, неравномерностью его износа и др.

Физико-механические свойства поверхностного слоя характеризуют его структура, твердость, значение и знак остаточных напряжений. В процессе обработки резанием наблюдаются пластические деформации и нагревание поверхностного слоя, которые изменяют состояние металла в этом слое по сравнению с основным металлом. При химико-термической обработке происходит изменение химического состава поверхностного слоя заготовки.

6.2. Способы определения качества поверхности

Шероховатость поверхности образуется в направлении главного движения — движения резания (продольная шероховатость) и в направлении поперечной подачи (поперечная шероховатость). Форма, размер и расположение неровностей зависят от

способа обработки. Шероховатости поверхности оценивают измерением ее в направлении наибольшего значения, т. е. поперечной шероховатости, которая обычно в 2 — 3 раза превышает продольную.
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Шероховатость оценивают количественно и качественно. Количественная оценка состоит в определении высоты шероховатости по параметру ***Ra*** или ***Rz*** приборами. Качественная оценка заключается в сравнении шероховатости с образцами. Приборы для определения шероховатости по ***Ra*** или ***Rz*** подразделяют на контактные (профилографы и профилометры) и бесконтактные (оптические).

Работа профилографов основана на фотозаписи луча света, очерчивающего в увеличенном виде профиль неровности проверяемой поверхности при скольжении по ней алмазной иглы. Наиболее часто используют оптико-механические профилографы (рис. 6.2).

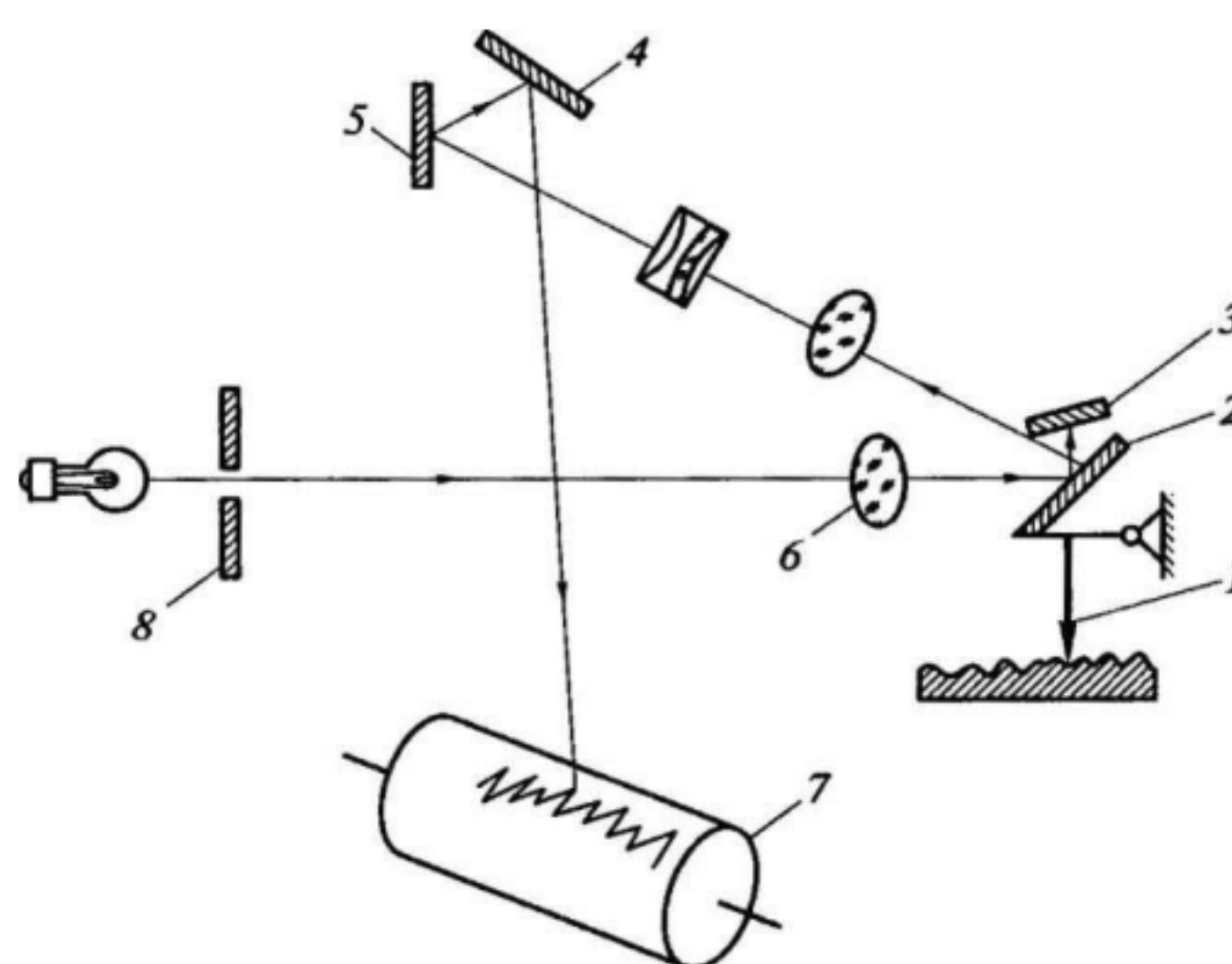


Рис. 6.2. Схема оптико-механического профилографа: 1 — алмазная игла; 2—5 — зеркала; 6— линза; 7— барабан; 8— диафрагма

Алмазная игла 1, скользящая по проверяемой поверхности, связана с зеркалом 2, на которое попадает от лампы луч света, проходящий через диафрагму 8 и линзу 6. Колебания алмазной иглы изменяют направление отраженного от зеркала луча света, и он через систему зеркал 3—5 попадает на вращающийся барабан 7 со светочувствительной бумагой. На бумаге остается след отраженного зеркалами луча света, очерчивающего микропрофиль шероховатой поверхности, — профилограмма.

Профилометры, являющиеся электродинамическими или индукционными приборами, служат для определения численных значений средних квадратичных отклонений σ высоты шероховатостей по шкале прибора. Для получения среднего

Оптические микроскопы позволяют дать количественную оценку параметрам шероховатости. Схема двойного микроскопа представлена на рис. 6.3. Луч света из источника 1, пройдя диафрагму 2 и линзу 3, падает на контролируемую поверхность под углом 45° и создает как бы световое сечение ее профиля. Так как поверхность неровная, то изображение щели, наблюдаемое в микроскоп через линзы 4, 6 и 7, смещается из положения *a* в положение *б* на сетке 8, находящейся в тубусе 5 микроскопа. Из-за шероховатости контролируемой поверхности изображение светящейся щели будет искривленным, а смещение изображения щели пропорционально высоте шероховатости. Для измерения искривления в микроскопе имеется шкала, нанесенная на стекло.

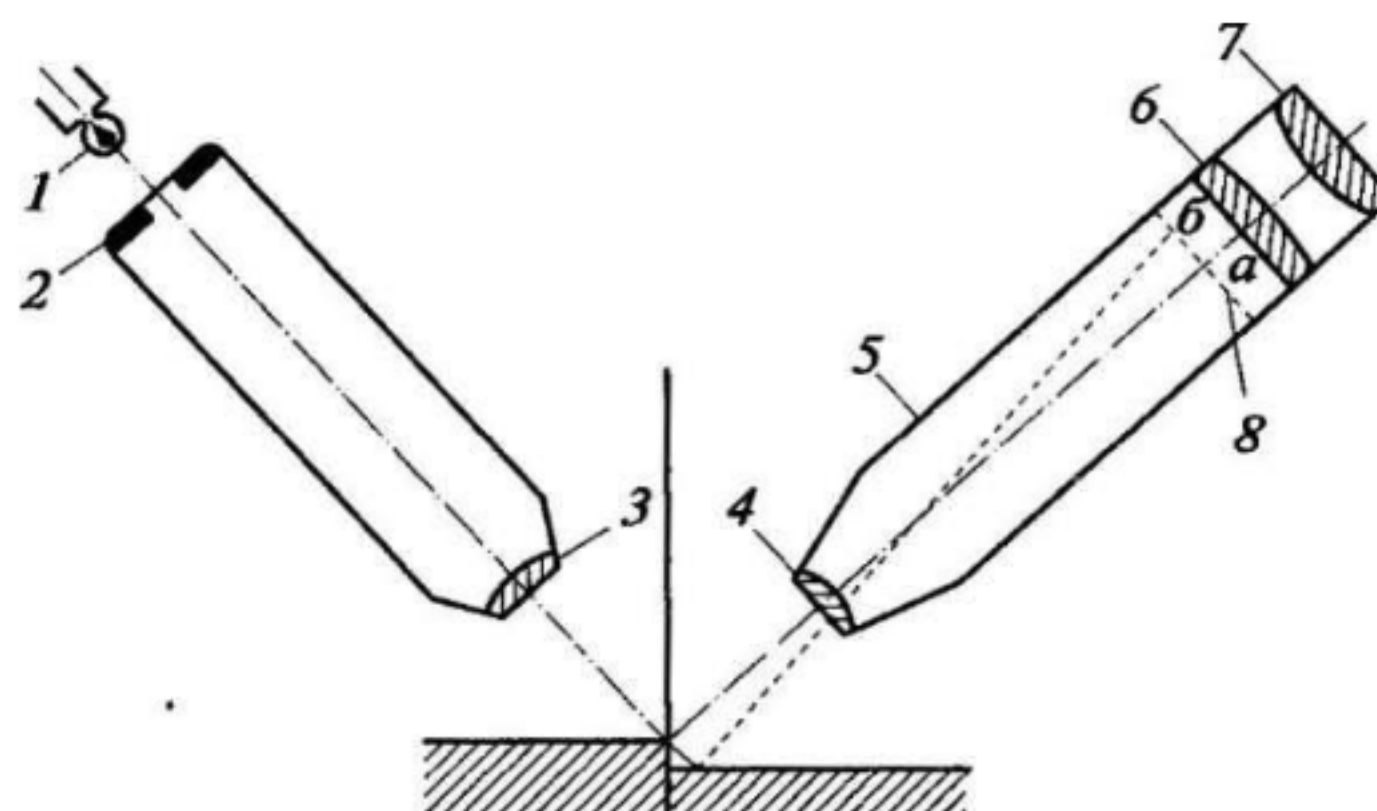


Рис. 6.3. Схема двойного микроскопа МИС-11:

1 — источник света; 2 — диафрагма; 3, 4, 6 и 7 — линзы; 5 — тубус микроскопа; 8 — сетка; *a*, *б* — положения изображения щели из-за неровностей

Глубину и степень наклепа поверхности определяют методом косого среза. На образце делают срез под углом $\alpha = 0^\circ 30' \dots 2^\circ$ (рис. 6.4).

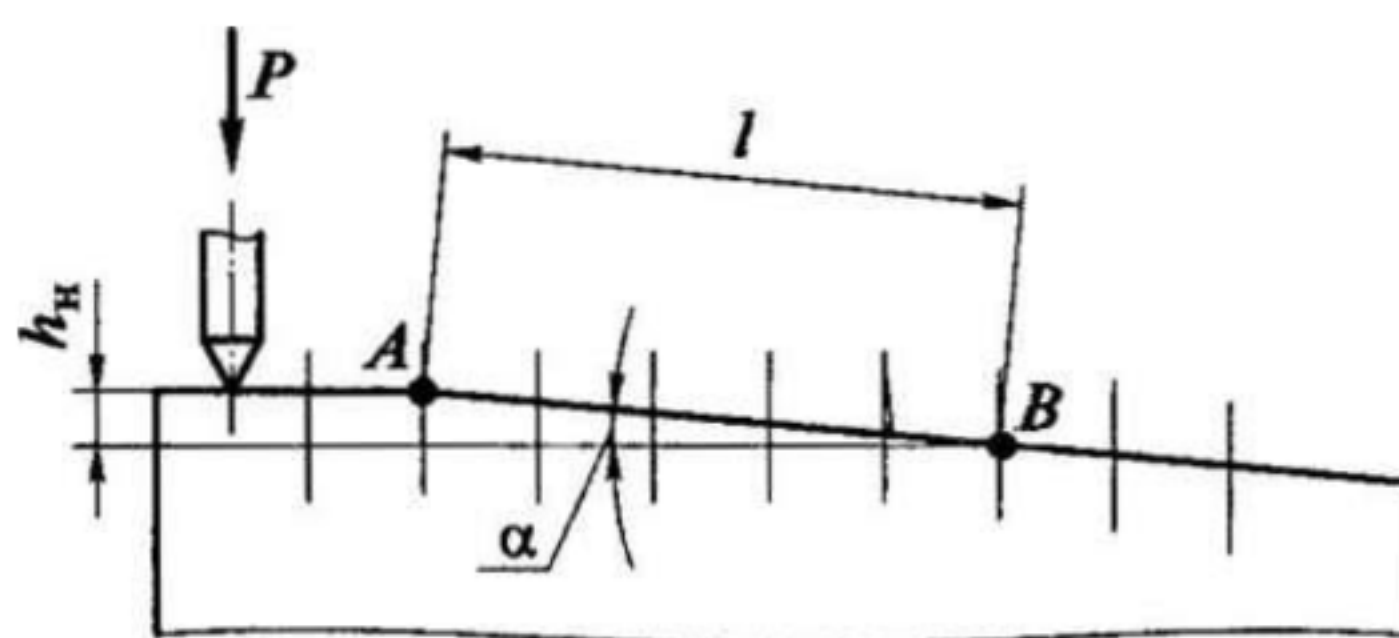


Рис. 6.4. Определение глубины и степени наклепа поверхности методом косого среза

Определяя с помощью прибора твердость по длине среза, находят расстояние от начала среза до точки, после которой твердость перестает изменяться (точка *B*).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

$$h_n = l \sin \alpha.$$

Степень наклепа, %: $C_n = 100(H_n -$

$-H_o)/H_o$, где H_n — наибольшая твердость поверхностного слоя; H_o — твердость основного металла.

Для изучения глубины наклепанного слоя применяют также метод стравливания и рентгеновский метод. Метод стравливания основан на том, что наклепанный слой стравливается быстрее, чем основной металл. Зная размер слоя при каждом последовательном стравливании, определяют глубину наклепа. Рентгеновский метод применяют для изучения поверхностных слоев размером более 3... 10 мкм.

Остаточные напряжения определяют бесконтактным методом посредством голографической интерферометрии.

6.3. Формирование качества поверхности методами технологического воздействия

Шероховатость поверхности зависит от метода и режима обработки, качества режущего инструмента, жесткости и вибраций технологической системы, свойств обрабатываемого материала, вида смазывающе-охлаждающей жидкости и др.

Каждому методу обработки (точение, шлифование и др.) соответствует свое качество поверхности. В табл. 6.1 приведены параметры шероховатости и точности поверхности при различных методах обработки стали и серого чугуна.

При обработке заготовок *лезвийным инструментом* шероховатость поверхности значительно зависит от скорости резания и подачи. На рис. 6.5, *a* показано влияние скорости резания *u* на шероховатость поверхности *Rz* при точении стали (кривая 1) и чугуна (кривая 2). После обтачивания стальной заготовки со скоростью резания около 20 м/мин наблюдается наибольшая шероховатость, вызванная активным образованием нароста на режущей части резца. При скорости более 80 м/мин образование нароста практически прекращается. Кроме того, при высоких скоростях уменьшается глубина пластически деформированного слоя, что также снижает шероховатость.

Таблица 6.1

Качество поверхности при различных методах обработки деталей

Метод обработки	Соответствующий класс точности	Шероховатость поверхности <i>Ra</i> , мкм
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022		

Точение: черновое чистовое тонкое, алмазное	12-13 10-11 6-7	12,5 2,5...1,25 0,63...0,32
Фрезерование: черновое чистовое тонкое (торцевыми фрезами)	11-12 8-10 6-7	12,5 2,5...1,25 0,63-0,32
Сверление	11-12	6,3.-2,5
Зенкерование: черновое чистовое	11- 12	2,5-1,25 6,3- 2,5
Развертывание: предварительное чистовое тонкое	8-9 7-8 6-7	2,5-1,25 1,25-0,63 0,63-0,32
Шлифование: предварительное чистовое тонкое	8-10 7-8 6-7	1,25-0,63 0,63-0,32 0,32-0,08
Хонингование отверстий диаметром до 80 мм	6-7	0,32-0,08
Полирование	—	0,032-0,012

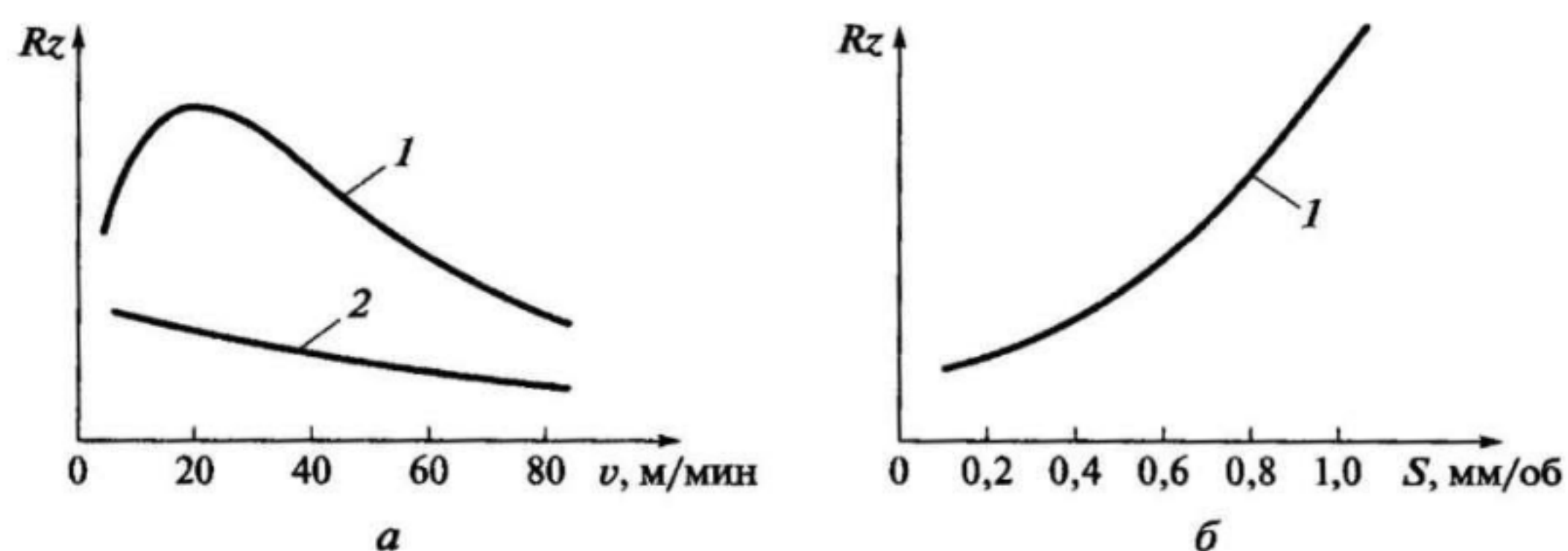


Рис. 6.5. Изменение шероховатости поверхности обрабатываемой детали: а — при изменении скорости резания; б — при изменении подачи; 1 — сталь; 2 — чугун

На рис. 6.5, б дана зависимость шероховатости поверхности от подачи S при точении заготовки из стали 45 резцом с радиусом закругления вершины 2,5 мм.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Изменение подачи S в мм/об незначительно влияет на шероховатость поверхности, а

при изменении подач более 0,2 мм/об микронеровности обработанной поверхности возрастают.

С увеличением глубины резания шероховатость поверхности возрастает незначительно и практически это можно не учитывать.

Состояние режущей части инструмента оказывает значительное влияние на шероховатость. Микронеровности режущей кромки инструмента, вызванные его затуплением, приводят к увеличению шероховатости обработанной поверхности.

Жесткость технологической системы также влияет на шероховатость и волнистость. Например, при точении нежесткого вала с установкой в центрах наибольшая шероховатость получается в средней части по длине вала. Недостаточная жесткость системы может быть причиной появления вибраций при резании и, как следствие, образования волнистой поверхности.

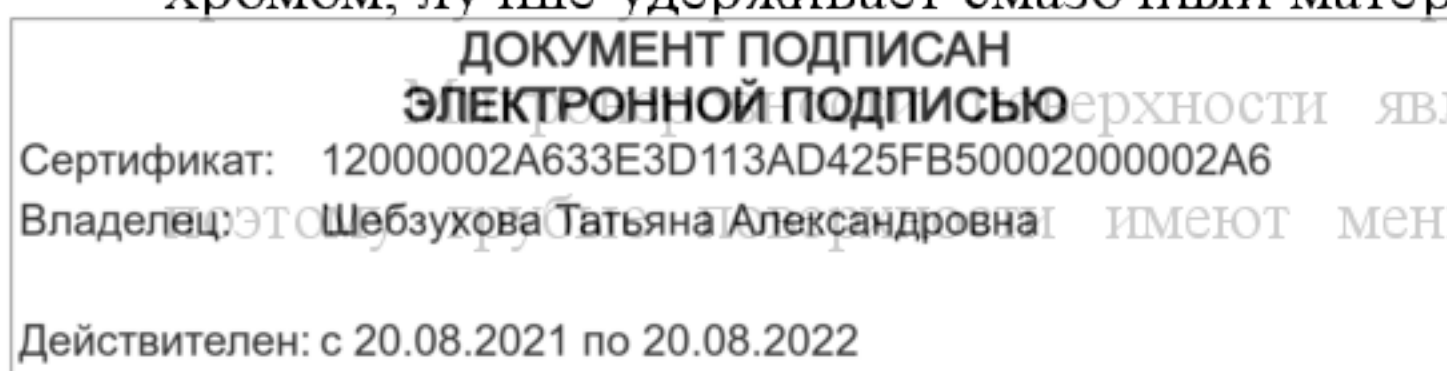
При обработке **абразивным инструментом** шероховатость поверхности снижается с уменьшением зернистости и повышением твердости шлифовального круга, повышением скорости резания, уменьшением продольной и поперечной подач.

При шлифовании основным фактором является тепловой, обуславливающий появление в поверхностном слое детали растягивающих напряжений, которые вызваны быстрым нагреванием поверхности в зоне контакта детали с кругом. После прохождения круга поверхностный слой, охлаждаясь, стремится сжаться, вызывая растягивающие напряжения. При шлифовании с выхаживанием, т. е. последующим выключением продольной подачи, уменьшаются напряжения растяжения и увеличиваются напряжения сжатия. Применение смазывающе-охлаждающей жидкости уменьшает шероховатость обработанной поверхности.

6.4. Влияние качества поверхности на эксплуатационные свойства деталей

Качество поверхности детали значительно влияет на ее эксплуатационные свойства: износостойкость, коррозионную стойкость, усталостную прочность, стабильность посадок, герметичность соединений и др.

Снижать шероховатость поверхности в каждом конкретном случае следует до определенного предела. Большое снижение шероховатости приводит к ухудшению условий смазывания, так как на гладких поверхностях плохо удерживается смазочный слой. Например, поверхность поршневых компрессионных колец, покрытая пористым хромом, лучше удерживает смазочный материал, чем с гладким покрытием.



поверхности являются местом концентрации напряжений, имеют меньшую усталостную прочность в условиях

циклической нагрузки. Особенно сильно шероховатость влияет на предел выносливости детали в местах концентрации напряжений. Коэффициент концентрации напряжений поверхностей, обработанных резанием, составляет 1,5...2,5. В условиях знакопеременной нагрузки прочность стальных деталей, обработанных резанием, по сравнению с полированными составляет 40...50 %.

Грубо обработанные поверхности сильнее подвержены коррозии, особенно в атмосферных условиях, так как коррозия наиболее интенсивно протекает на дне микронеровностей и мелких надрезов.

От шероховатости поверхности зависит и стабильность неподвижных посадок. При запрессовке детали наблюдается сглаживание микронеровностей, приводящее к уменьшению натяга. В связи с этим уменьшение прочности соединения деталей обнаруживается при более шероховатых поверхностях.

Шероховатость и волнистость поверхности сильно влияют на контактную жесткость стыков сопрягаемых деталей. При уменьшении шероховатости и волнистости путем тонкого шлифования, шабрения или притирки несущая способность детали увеличивается до 80...90 % и тем самым повышается контактная жесткость. Эксплуатационные свойства детали зависят и от состояния ее поверхностного слоя. Создание в поверхностном слое наклепа и остаточных напряжений сжатия повышают усталостную прочность и износостойкость, но одновременно в 1,5—2 раза снижают коррозионную стойкость деталей. В зависимости от характера наклепа поверхности детали предел усталости повышается на 30... 80 %, а износостойкость поверхности металла — в 2 — 3 раза.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа № 7

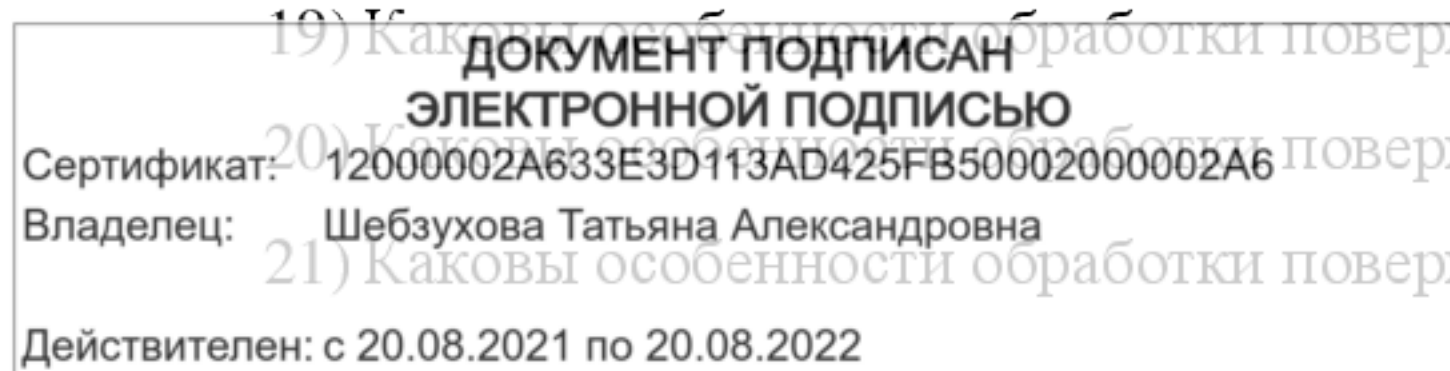
Цель занятия – изучить припуски на механическую обработку, заготовки и технологические способы их обработки

Содержание занятия:

- 1) Общие сведения о припусках на обработку
- 2) **Методы определения припуска на обработку**
- 3) Определение размеров заготовки
- 4) Заготовки и их виды
- 5) Механическая обработка заготовок
- 6) Методы получения зубьев и шлицов на деталях

Контрольные вопросы:

- 1) Для чего на исходной оставляют припуск?
- 2) Какие виды припусков используют при механической обработке?
- 3) Охарактеризуйте факторы, влияющие на величину припуска
- 4) Каковы особенности определения припусков опытно – Статистическим методом?
- 5) Какие параметры учитывают при определении припуска расчетно-аналитическим методом?
- 6) Какие параметры учитывают при определении минимального промежуточного припуска?
- 7) Какие параметры учитывают при определении максимального промежуточного припуска?
- 8) Какова последовательность расчета размеров исходной заготовки?
- 9) Что такое исходные заготовки и какими способами их получают?
- 10) Что служит технологической характеристикой исходной заготовки?
- 11) Охарактеризуйте способы получения исходных заготовок литьем.
- 12) Охарактеризуйте способы получения исходных заготовок давлением.
- 13) Охарактеризуйте виды проката, используемого в качестве заготовок.
- 14) В каких случаях используют штамповочные заготовки?
- 15) Каковы особенности изготовления деталей из пластмасс и спеченных материалов?
- 16) Каковы особенности подготовки исходных заготовок к механической обработке?
- 17) Охарактеризуйте способы механической обработки заготовок.
- 18) Каковы особенности обработки поверхностей точением?
- 19) Каковы особенности обработки поверхностей фрезерованием?
- 20) Каковы особенности обработки поверхностей строганием?
- 21) Каковы особенности обработки поверхностей сверлением?



- 22) Каковы особенности обработки поверхностей шлифованием?
- 23) Охарактеризуйте отделочные виды обработки поверхностей.
- 24) Какие методы используют для получения цилиндрических зубчатых колес?
- 25) Какие методы используют для получения конических зубчатых колес?
- 26) Каковы особенности обработки червячных колес?
- 27) Какие работы предусматривает отделка зубчатых зацеплений?

ПРИПУСКИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ. ЗАГОТОВКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ИХ ОБРАБОТКИ.

7.1. Общие сведения о припусках на обработку

Припуском на обработку называется слой материала, удаляемый с поверхности заготовки для достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности. К свойствам обрабатываемой поверхности относятся размеры, формы, твердость, шероховатость и др.

Виды припусков. Припуски бывают общие, операционные и промежуточные.

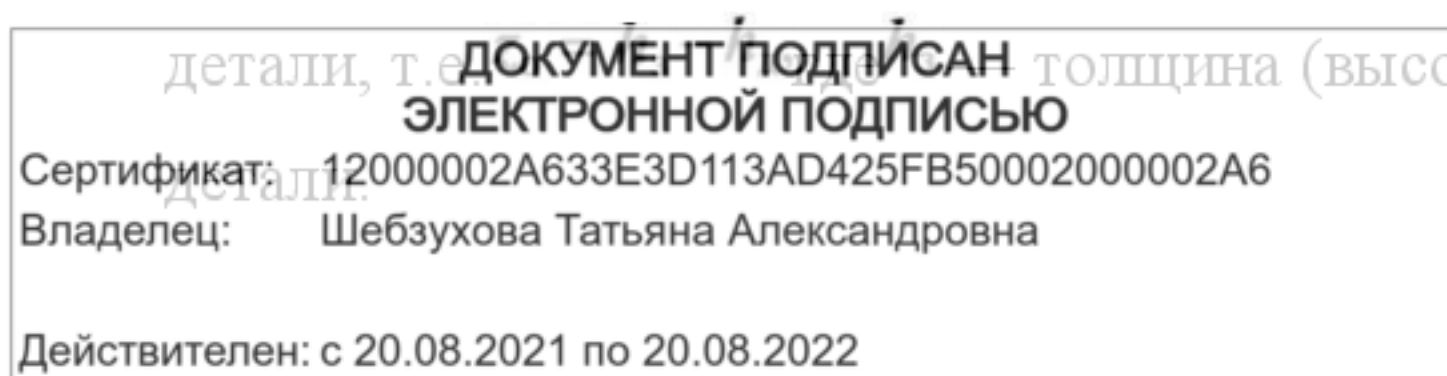
Промежуточным припуском называют слой материала, удаляемый при выполнении одного технологического перехода. *Операционный припуск* — слой материала, удаляемый при выполнении одной технологической операции. *Общий припуск* — слой материала, необходимый для выполнения всей совокупности технологических воздействий, т. е. всего процесса обработки данной поверхности от исходной заготовки до готовой детали. Общий припуск на обработку z_o равен сумме

промежуточных припусков: $z_o = \sum_{i=1}^n z_i$, где z_i — промежуточные припуски, n — число технологических переходов.

Припуски бывают симметричные и асимметричные. *Симметричные припуски* назначают для наружных и внутренних поверхностей вращения и при параллельной обработке противоположных плоских поверхностей, а *асимметричные* — при обработке противоположных поверхностей независимо друг от друга. Примером асимметричного припуска служит односторонний припуск, т.е. когда одну из противоположных поверхностей не обрабатывают.

Припуски измеряют по нормали к обрабатываемой поверхности. При обработке плоских поверхностей припуск определяют как разность толщины заготовки и готовой

детали, т.е. $h_d = z_o - h_d$, где h_d — размер готовой



При обточке поверхностей вращения или обработке параллельных поверхностей припуски задают на диаметр или толщину, т. е. указывают его удвоенное значение:

- при обработке наружных поверхностей вращения $2z_o = D_3 - D_n$;
- при обработке внутренних поверхностей вращения $2z_o = D_n - D_3$, где D_3 —

диаметр исходной заготовки, D_n — диаметр готовой детали.

Факторы, влияющие на величину припуска. Общий припуск на обработку зависит от размеров и конфигурации детали, ее материала и точности изготовления, способа получения заготовки и др.

Назначение правильного припуска на заготовку имеет большое значение. Припуски назначают оптимальными с учетом конкретных условий обработки. Завышенные припуски приводят к потерям металла в стружку, увеличению трудоемкости обработки и себестоимости изготовления детали. Снижают припуски применением прогрессивных способов получения исходных заготовок и их обработки. Однако низкие припуски не обеспечивают удаления поверхностного дефектного слоя, требуемую точность и шероховатость поверхности, увеличивают брак.

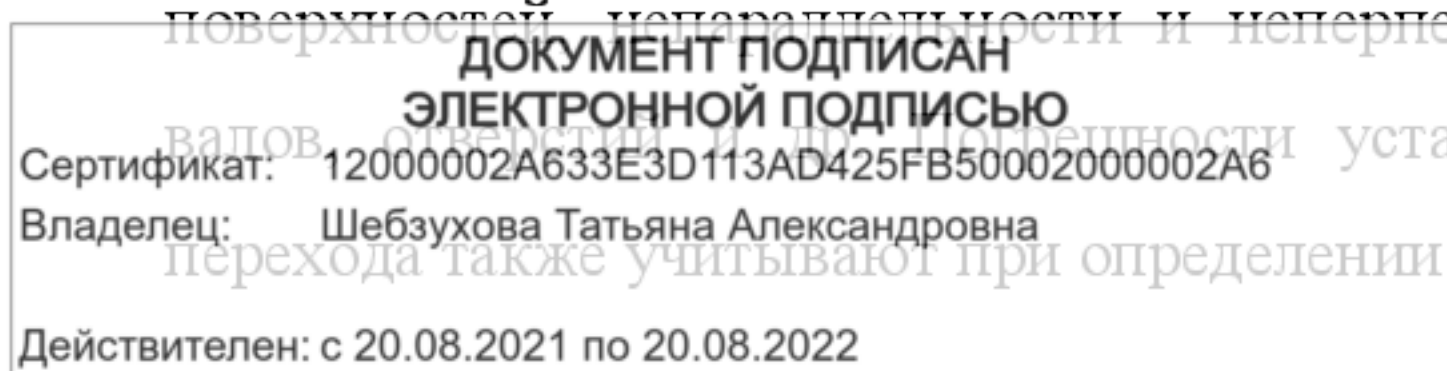
7.2. Методы определения припуска на обработку

Определение припусков осуществляют двумя методами: опытно-статистическим и расчетно-аналитическим, разработанным В. М. Кованом.

Опытно-статистический метод предусматривает назначение суммарного припуска на всю обработку, без расчета припуска по отдельным стадиям обработки. Статистические данные составляют в виде нормативных таблиц, в которых приводят значения припусков на механическую обработку различными методами.

Нормативные таблицы, приводимые в справочной литературе для определения припусков, используются при изготовлении и восстановлении деталей в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Расчетно-аналитический метод позволяет рассчитать величину припуска с учетом всех элементов, составляющих припуск, как на предшествующем, так и на выполняемом технологическом переходах. Погрешностями, возникающими на предшествующих переходах, могут быть высота неровностей поверхности, глубина дефектного поверхностного слоя, пространственные отклонения в виде коробления поверхностей, непараллельности и перпендикулярности осей, несоосности ступеней



установки заготовки при выполнении данного минимального промежуточного припуска. Перехода также учитывают при определении

Минимальный промежуточный припуск при обработке плоскости $z_{i \min} = (Rz_{i-1} + T_{i-1}) + (\rho_{i-1} + E_i)$, где Rz_{i-1} — высота неровностей поверхности, полученная на предшествующем $i-1$ переходе; T_{i-1} — глубина дефектного поверхностного слоя в результате выполнения $i-1$ перехода; ρ_{i-1} — суммарное значение пространственных отклонений для элементарной поверхности на предшествующем $i-1$ переходе; E_i — погрешность установки заготовки при выполнении данного i -го перехода.

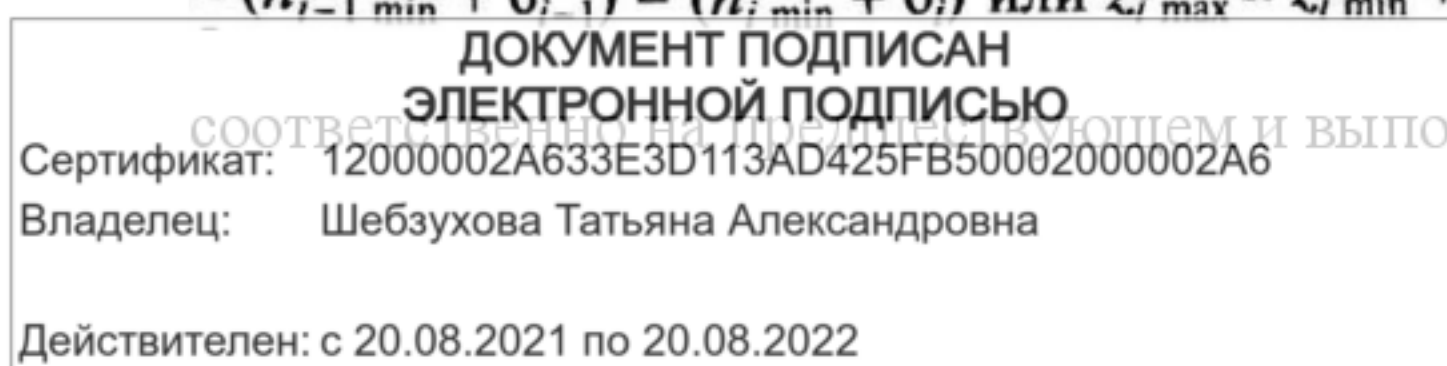
При обработке двух противоположащих плоскостей одноименными методами припуск на две стороны $2z_{i \min} = 2[(Rz_{i-1} + T_{i-1}) + (\rho_{i-1} + E_i)]$.

При обработке поверхностей вращения векторы $\bar{\rho}_{i-1}$ и $\bar{E}_i$ могут принимать любое угловое положение, и поэтому их суммирование выполняют по правилу квадратного корня: $\bar{\rho}_{i-1} + \bar{E}_i = \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2}$. Тогда припуск на диаметр при обработке поверхностей вращения составит $2z_{i \min} = 2[(Rz_{i-1} + T_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2}]$.

Значения составляющих расчетных формул приведены в справочной литературе. Конкретные значения этих составляющих зависят от точности выполнения предшествующего $i-1$ перехода, точности установки заготовки на выполняемом i -м переходе, материала заготовки и других факторов. При анализе конкретных переходов некоторые составляющие могут быть исключены. Например, при обтачивании или шлифовании заготовки, установленной в центрах станка, погрешность установки $E_i = 0$ и тогда $2z_{i \min} = 2[(Rz_{i-1} + T_{i-1}) + \rho_{i-1}]$.

Максимальный промежуточный припуск рассчитывают из условия, что при обработке резанием из-за упругих деформаций элементов технологической системы имеет место копирование погрешностей, полученных на предшествующем переходе. Это значит, что в процессе обработки партии заготовок методом автоматического получения заданного размера при наибольшем предельном размере заготовки $h_{i \max}$ (рис. 7.1) получаемый размер оказывается также наибольшим, т. е. $h_{i \max}$, а при наименьшем предельном размере $h_{i-1 \min}$ полученный размер оказывается наименьшим, т. е. $h_{i \min}$. Разность $h_{i-1 \min} - h_{i \min}$ представляет собой полученное ранее значение минимального припуска $z_{i \min}$, а наибольшее значение припуска $z_{i \max} = h_{i-1 \max} - h_{i \max}$.

Так как $h_{i-1 \max} = h_{i-1 \min} + \delta_{i-1}$, а $h_{i \max} = h_{i \min} + \delta_i$, то $z_{i \max} = (h_{i-1 \min} + \delta_{i-1}) - (h_{i \min} + \delta_i)$ или $z_{i \max} = z_{i \min} + \delta_{i-1} - \delta_i$, где δ_{i-1} и δ_i — допуски на размер выполняемом переходе.



Тогда при обработке поверхностей вращения максимальное значение промежуточного припуска на диаметр $2z_{i \max} = 2z_{i \min} + \delta_{Di-1} - \delta_{Di}$, где δ_{Di-1} и δ_{Di} — допуски на диаметр на предшествующем и выполняемом переходах.

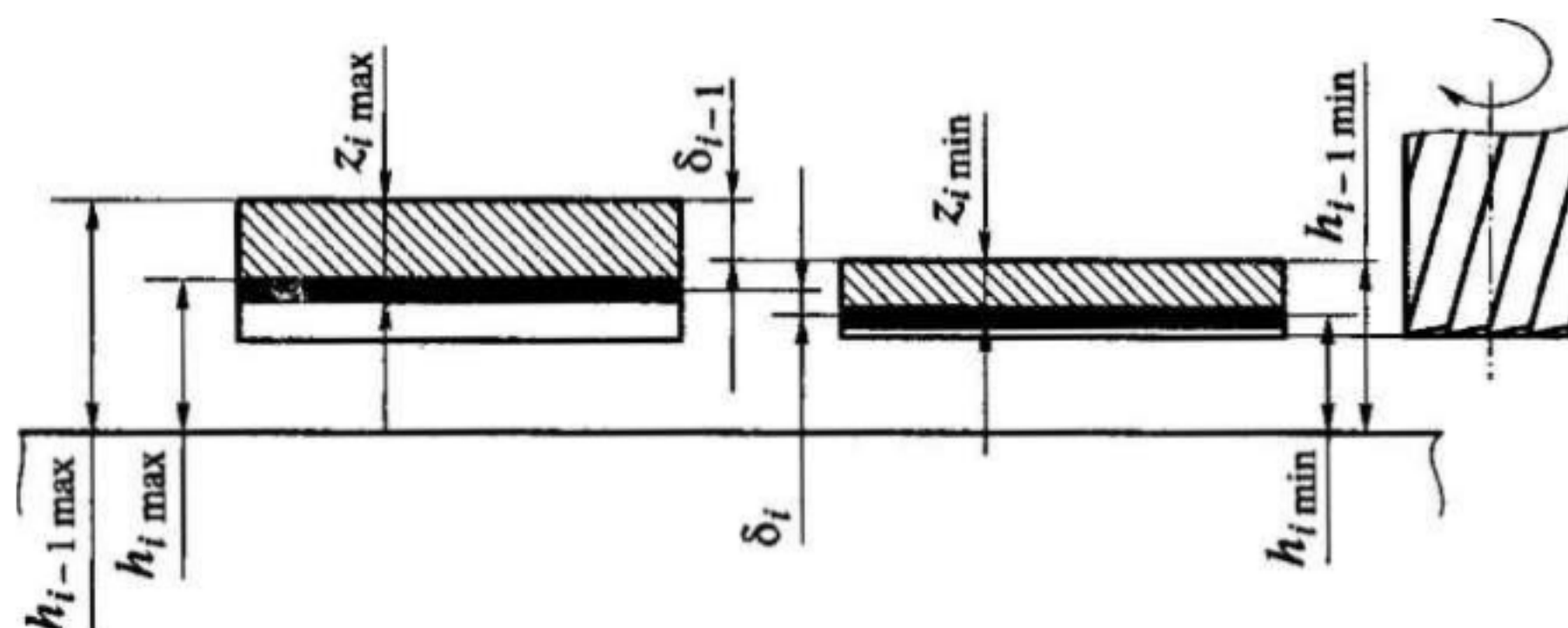


Рис. 7.1. Схема расположения размеров и допусков для расчета максимального значения промежуточного припуска

Значение максимального припуска принимают, когда определяют максимальную силу резания и мощность при резании, необходимую силу закрепления заготовки в приспособлении. По среднему значению припуска определяют режимы обработки, стойкость режущего инструмента.

Расчетно-аналитический метод применим для массового, крупно- и среднесерийного производства. В единичном и мелкосерийном производстве припуски устанавливают по нормативным таблицам.

7.3. Определение размеров заготовки

Определение предельных промежуточных и исходных размеров заготовок производят на основе расчета промежуточных припусков. На рис. 7.2, а показаны предельные припуски и допуски, а также предельные значения размеров заготовки при черновом и чистовом точении наружной поверхности вращения.

Построение схемы начинают с наименьшего предельного размера, который должен быть получен после окончательной обработки, в данном случае чистового точения, т.е. размера $d_{\text{чис min}}$. К этому размеру прибавляют минимальный припуск на

$z_{\text{чер min}}$ и получают наименьший предельный размер исходной заготовки $d_{\text{заг min}}$. Таким образом, $d_{\text{заг min}} = d_{\text{чис min}} + z_{\text{чис min}} + z_{\text{чер min}}$.

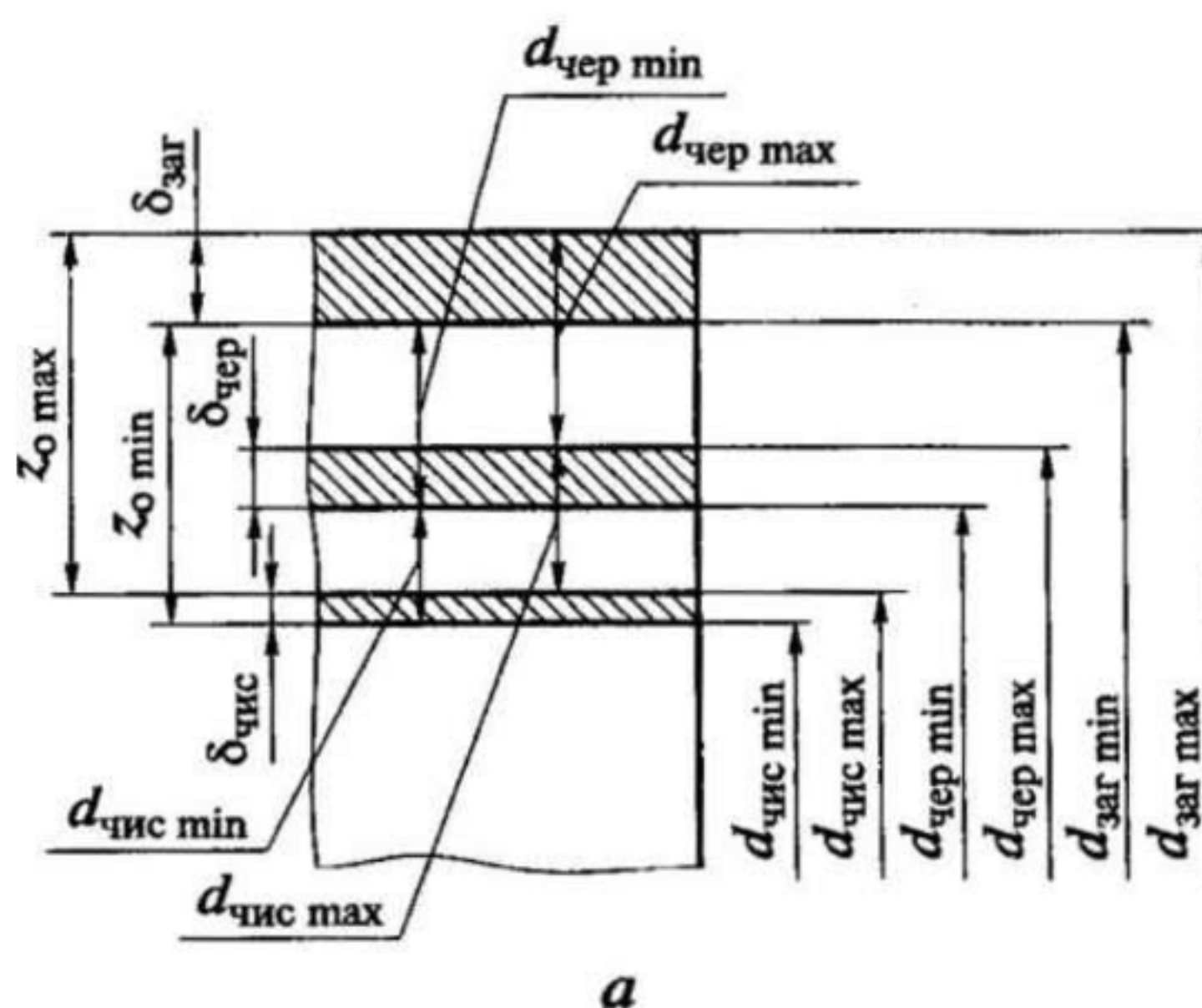
Наибольшие предельные размеры заготовок получают прибавлением к наименьшим размерам диаметра значений технологических допусков на чистовое точение $\delta_{\text{чис}}$, черновое точение $\delta_{\text{чер}}$ и допуска на размер исходной заготовки $\delta_{\text{заг}}$:

$$d_{\text{чис max}} = d_{\text{чис min}} + \delta_{\text{чис}}; d_{\text{чер max}} = d_{\text{чер min}} + \delta_{\text{чер}} \text{ и } d_{\text{заг max}} = d_{\text{заг min}} + \delta_{\text{заг}}.$$

Наибольшие припуски получают путем вычитания наибольших предельных размеров заготовки на предшествующем и выполняемом переходах.

Из схемы видно, что общие минимальный $z_{0 \text{ min}}$ и максимальный $z_{0 \text{ max}}$ припуски получают суммированием соответствующих минимальных и максимальных припусков, т.е. $z_{0 \text{ min}} = z_{\text{чис min}} + z_{\text{чер min}}$ и $z_{0 \text{ max}} = z_{\text{чис max}} + z_{\text{чер max}}$.

Или в общем виде $z_{0 \text{ min}} = \sum_{i=1}^n z_{i \text{ min}}$ и $z_{0 \text{ max}} = \sum_{i=1}^n z_{i \text{ max}}$, где $z_{i \text{ min}}$ и



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

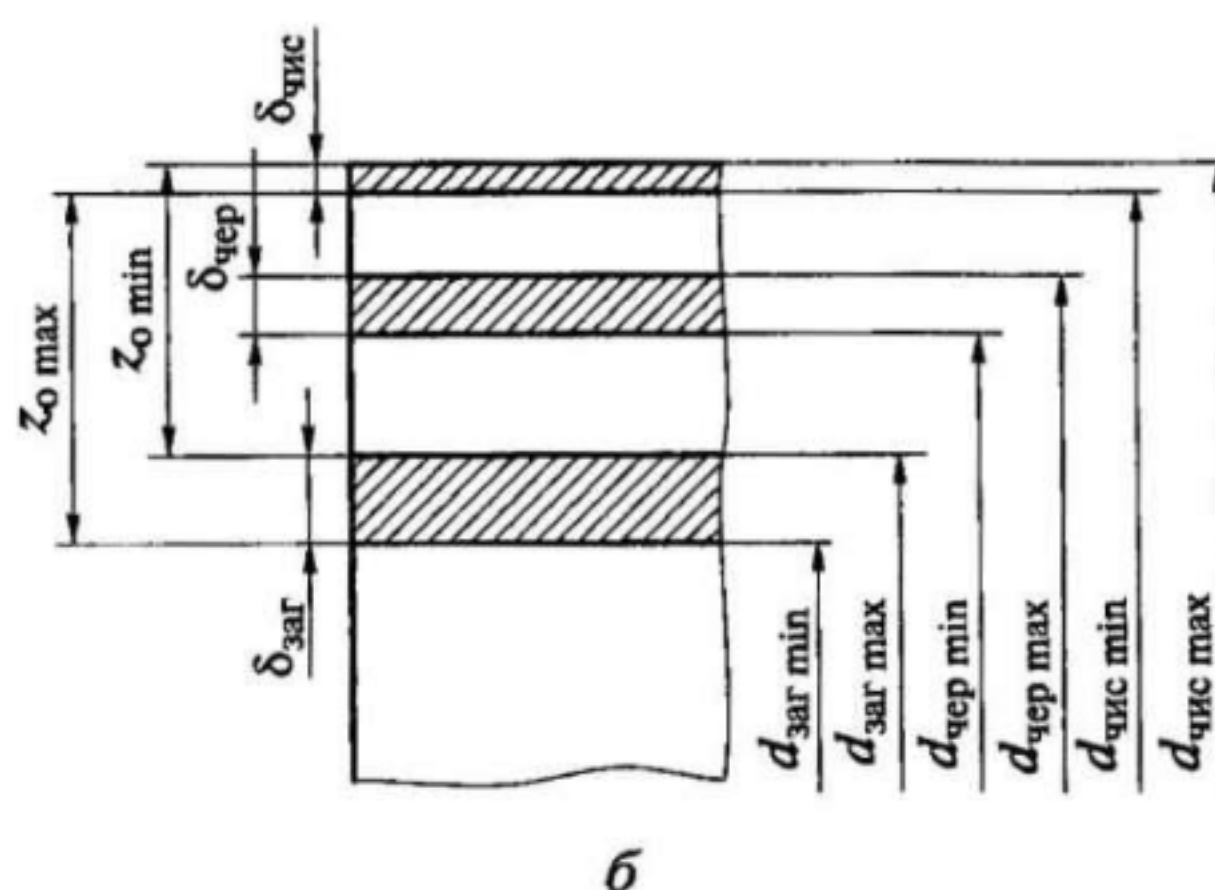


Рис. 7.2. Схемы расположения предельных припусков, допусков и предельных размеров заготовки при черновой и чистовой обработке наружной (а) и внутренней (б) поверхностей вращения $z_{i \max}$ — минимальный и максимальный припуски на Γ' -м переходе;
 n — число переходов.

Расположение предельных припусков, допусков и предельных размеров заготовки при черновом и чистовом растачивании отверстия показано на рис. 7.2, б.

Приведенные на рис. 7.2 схемы соответствуют случаю, когда каждый переход выполняется за один рабочий ход. Если же заданный размер достигается последовательной обработкой шлифованием (хонингованием, притиркой и др.), то для такого перехода минимальный припуск отсчитывают от наибольшего предельного размера $d_{ш \max}$ при обработке наружных поверхностей (рис. 7.3, а) и соответственно от наименьшего предельного размера $d_{ш \min}$ при обработке внутренних поверхностей (рис. 7.3, б). Это объясняется тем, что при отделочной обработке упругие деформации незначительны, а обработка при выполнении таких операций производится по размеру проходной стороны калибра, т.е. наибольшего при обработке наружной поверхности и наименьшего при обработке внутренней поверхности. Из схемы, приведенной на рис. 7.3, видно, что общий минимальный припуск уменьшается на размер допуска на шлифование $\delta_{ш}$ (хонингование).

Порядок расчета минимальных припусков и предельных размеров на обработку наружных (внутренних) поверхностей по технологическим переходам следующий:

- пользуясь рабочим чертежом детали и картой технологического процесса обработки, записывают в расчетную карту обрабатываемые элементарные поверхности

заготовки и технологические

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

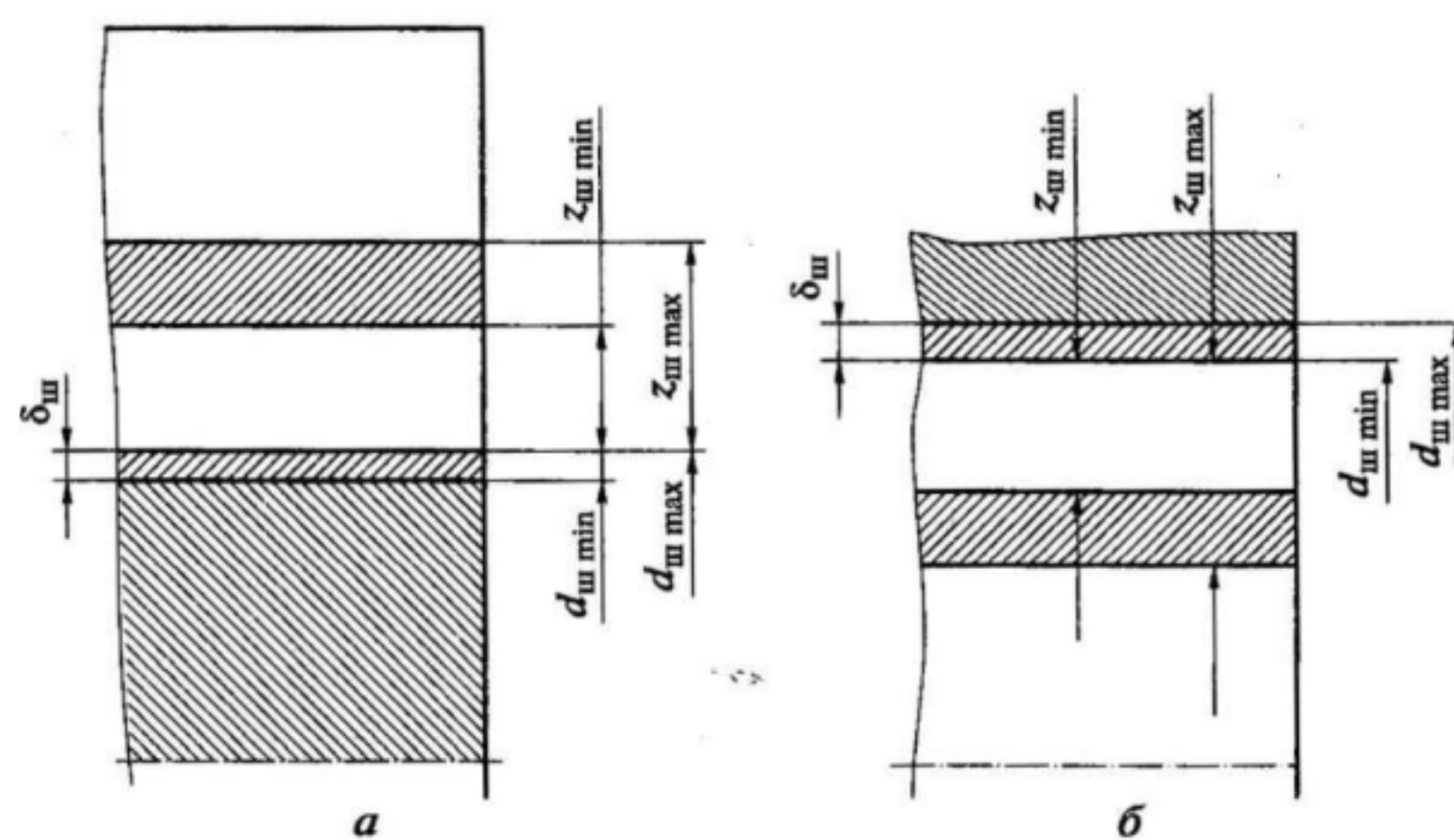


Рис. 7.3. Схемы расположения предельных припусков и допусков при чистовом шлифовании наружной (а) и внутренней (б) поверхностей вращения

переходы в последовательности их выполнения при обработке по каждой элементарной поверхности от исходной заготовки до окончательной обработки;

- записывают значения Rz, T, ρ, E и δ ;
- определяют расчетные значения минимальных припусков на обработку $z_{\min}$ по всем технологическим переходам;
- записывают для конечного перехода наименьший (наибольший) предельный размер детали по чертежу;
- для перехода, предшествующего конечному, определяют расчетный размер путем прибавления к наименьшему предельному размеру по чертежу (вычитания из наибольшего предельного размера по чертежу) расчетного припуска $z_{\min}$;
- последовательно определяют расчетные размеры для каждого предшествующего перехода путем прибавления к расчетному размеру (вычитания из расчетного размера) следующего за ним смежного перехода расчетного припуска $z_{\min}$;
- записывают наименьшие (наибольшие) предельные размеры по всем технологическим переходам, округляя их увеличением (уменьшением) расчетных размеров до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода;
- определяют наибольшие (наименьшие) предельные размеры путем прибавления (вычитания) допуска к округленному наименьшему (наибольшему)

предельных размеров предшествующего и выполняемого (выполняемого и предшествующего) переходов;

- определяют общие припуски $z_{o \max}$ и $z_{o \min}$, суммируя промежуточные припуски на обработку;

- проверяют правильность расчетов по формулам $z_{i \max} - z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i$; $2z_{i \max} - 2z_{i \min} = \delta_{D_{i-1}} - \delta_{D_i}$; $z_{o \max} - z_{o \min} = \delta_{\text{заг}} - \delta_{\text{д}}$; $2z_{o \max} - 2z_{o \min} = \delta_{D_{\text{заг}}} - \delta_{D_{\text{д}}}$.

Допуски и качество поверхности на конечных технологических переходах принимают по чертежу детали, проверяя по нормативам возможность получения их проектируемым способом обработки.

7.4. Заготовки и их виды

Технологическая себестоимость изготовления деталей существенно зависит от способа получения заготовки и затрат на ее последующую обработку.

Заготовкой называют предмет труда, из которого изменением формы, размеров, свойств поверхности и материала изготавливают деталь.

Исходной заготовкой при изготовлении деталей является продукт перед первой технологической операцией. При изготовлении деталей используют следующие виды исходных заготовок: отливки из черных и цветных металлов, поковки и штамповки из стали и цветных металлов, штамповые заготовки из стального проката и других материалов, заготовки из профильного проката, штамповки и отливки из пластмасс и резины, металлургические заготовки и др.

Для получения исходных заготовок используют различные технологические процессы и их сочетания. При выборе вида заготовки учитывают материал, из которого должна быть изготовлена деталь, ее размеры, конструктивную форму и вид производства. От правильного выбора способа получения исходной заготовки зависит технология изготовления деталей, так как себестоимость детали составляют затраты на получение заготовки и на ее последующую механическую обработку.

Технологической характеристикой исходной заготовки без оценки ее точности и физических свойств металла является коэффициент использования материала K_m , определяемый по формуле $K_m = m_d / m_{\text{заг}}$, где m_d — масса детали; $m_{\text{заг}}$ — масса заготовки.

Рациональность выбора исходной заготовки в условиях массового производства характеризуется большим коэффициентом использования материала.

деталей является изношенная деталь, счет реализации которой можно получить

Литые заготовки отливают в разовые, постоянные и полупостоянные формы.

К методам *получения исходных заготовок обработкой давлением* относят свободную ковку, горячую и холодную штамповку.

В качестве заготовок *из проката* используют сортовые прутковые и листовые материалы, размеры, точность и форма которых регламентированы стандартами.

Из пластмасс изготавливают различные некрупные детали (крыльчатки насосов, шкивы, втулки, детали интерьера и др.).

Прессование и литье под давлением позволяют получать заготовки и детали из пластмасс сложной формы с точными размерами и хорошим качеством поверхностей, требующие незначительной механической обработки. Способы получения деталей из пластмасс позволяют изготавливать их комбинированными, на металлическом основании из стали, чугуна, сплавов алюминия и др.

Заготовки и детали из спеченных материалов получают путем прессования смесей металлических порошков в пресс-формах под давлением с последующим спеканием.

7.5. Механическая обработка заготовок

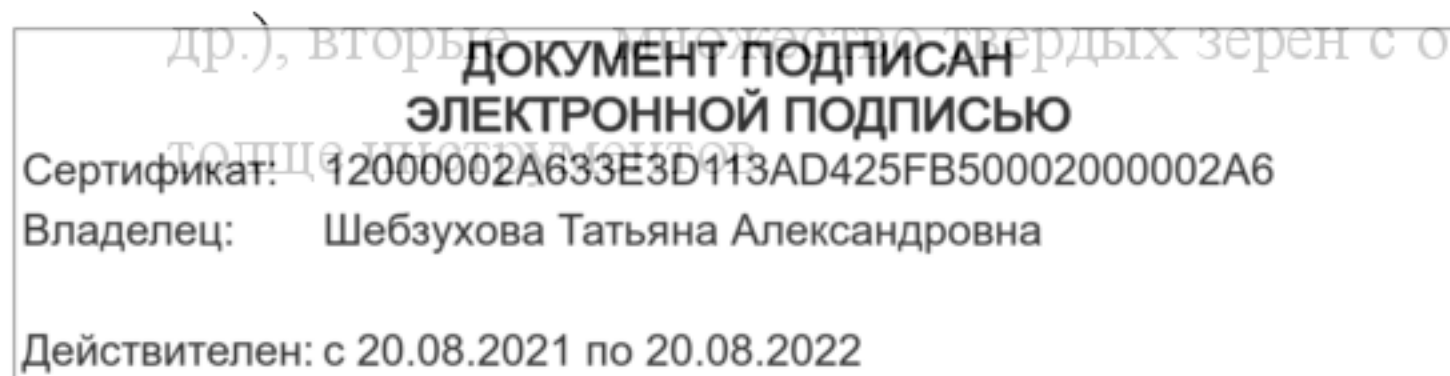
Для обеспечения требуемых точности размеров, формы и шероховатости поверхности детали подвергаются механической обработке давлением или резанием. После этого с ними могут проводиться отделочно-доводочные и отделочные операции.

Обработка давлением. Заключается в пластическом деформировании или разделении материала давлением без образования стружки. Обработка давлением основана на использовании пластичности металлов, т. е. на их способности в определенных условиях воспринимать под действием внешних сил остаточные деформации без нарушения целостности материала заготовки, и поэтому она применима лишь к достаточно пластичным металлам и неприменима к хрупким.

Основные виды обработки металлов давлением: прокатка, штамповка, ковка, прессование и волочение.

Обработка резанием. Заключается в образовании новых поверхностей отделением поверхностных слоев материала с образованием стружки.

Стружку снимают с заготовки различными металлическими или абразивными инструментами. Первые имеют специально заточенные режущие кромки (резцы, сверла и др.), вторые – множество твердых зерен с острыми гранями и углами на поверхности и в



Обрабатываемые поверхности бывают плоские, цилиндрические, конические, фасонные и сложной криволинейной формы (зубья колес, кулачки, резьбы и т.п.).

Для получения рабочей поверхности деталей нужной формы исходные заготовки и инструменты закрепляют на станках, рабочие органы которых сообщают им необходимые движения с установленной скоростью и силой. Движения рабочих органов металлообрабатывающих станков подразделяют на основные, при которых с заготовки снимается стружка, и вспомогательные, необходимые для перемещения инструмента. Основное движение подразделяют в свою очередь на главное движение и движение подачи. Главным называют то движение, скорость которого является наибольшей. Снятие стружки осуществляется при сочетании этих движений.

Известны следующие виды обработки резанием с использованием металлических (лезвийных) инструментов: точение, фрезерование, сверление, строгание и протягивание. Абразивные инструменты применяют в ходе отделочно-доводочных работ при шлифовании, хонинговании, полировании, суперфинишировании и др.

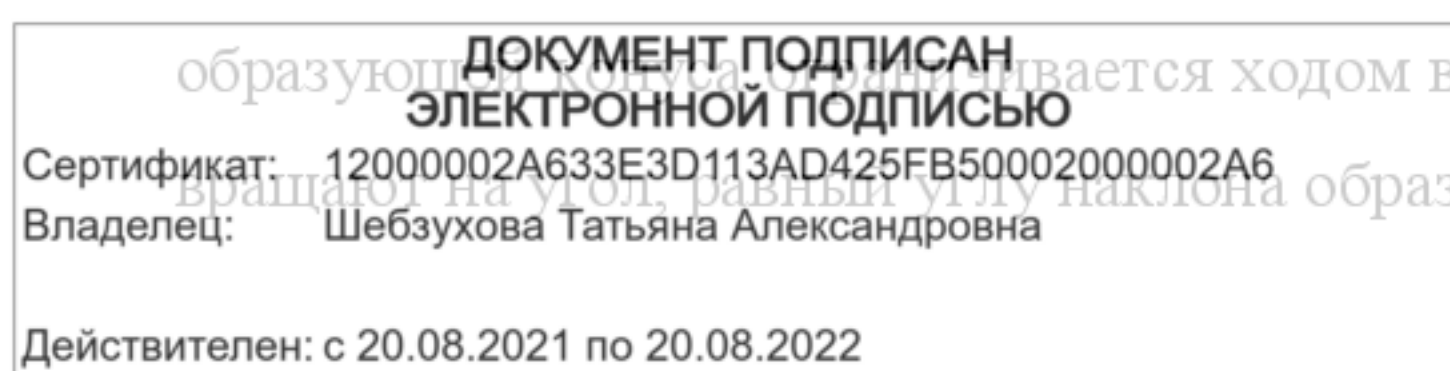
В основных видах обработки металлов резанием подача происходит непрерывно за исключением подачи при строгании, протягивании и поперечной подачи при плоском шлифовании, выполняемой прерывисто.

Точение объединяет следующие виды работ: обтачивание цилиндрических, конических и фасонных поверхностей; подрезание торцевых поверхностей; отрезание; растачивание цилиндрических, конических и фасонных отверстий.

Обтачивание цилиндрических поверхностей выполняют проходными резцами, которые бывают правые и левые, отогнутые и др. При обтачивании торцевых поверхностей, установленных в центрах, применяют подрезные резцы. Отрезание заготовок и протачивание кольцевых канавок производят отрезными резцами. Растачивание отверстий выполняют расточными резцами или резцами с закругленной режущей кромкой. Фасонные резцы бывают круглые, призматические, резьбовые.

Обтачивание конических поверхностей выполняют широким резцом при повернутых верхних салазках суппортов или сдвинутой задней бабке, с применением копировальной линейки и при совмещении продольной и поперечной подач. Широким резцом получают конические поверхности длиной не более 15 мм.

При обтачивании поверхностей поворотом верхних салазок нижние салазки остаются неподвижными, а подачу осуществляют верхними салазками. Длина образующей конуса определяется углом поворота верхних салазок. Поворотную часть суппорта вращают на угол, равный углу наклона образующей конуса к его оси.



При сдвинутой задней бабке обтачивают конусы с небольшими углами, так как сдвиг бабки в поперечном направлении небольшой. Сдвиг задней бабки h относительно оси центров определяют по формуле $h = L(D - d)/(2l)$, где L — межцентровое расстояние между передней и задней бабками, мм; D и d — соответственно наибольший и наименьший диаметры конусной поверхности детали, мм; l — длина обрабатываемой поверхности, мм.

Обтачивание конусов с помощью копировальной линейки является универсальным и обеспечивает возможность получения более высокой точности углов.

При обработке крупногабаритных деталей обтачивание конусов производят совмещением продольной и поперечной или наклонной подач, обеспечивая последнюю за счет поворота верхних салазок, имеющих механическую подачу.

Фрезерованием получают плоские или профильные (фасонные) гладкие и рифленые поверхности, пазы, канавки, профили зубьев зубчатых колес и др.

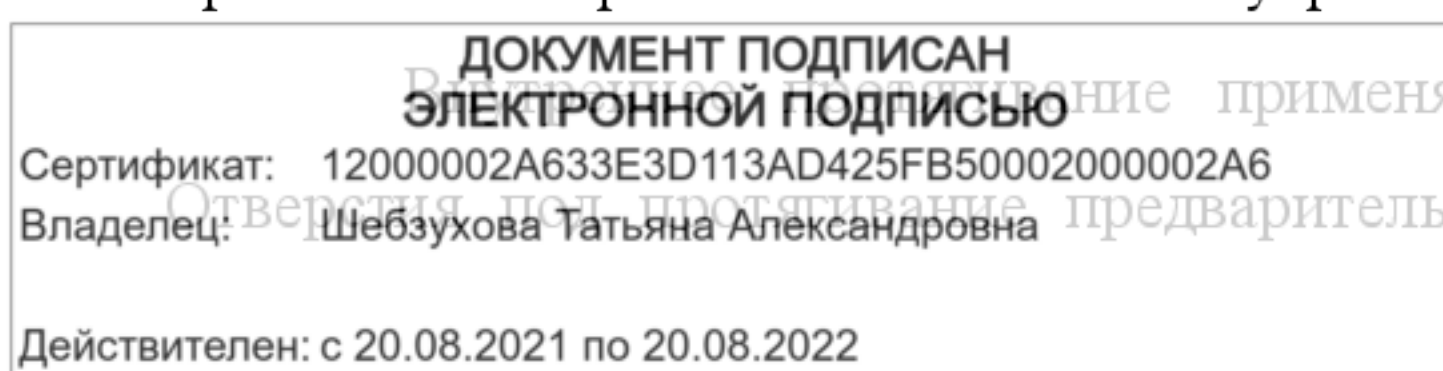
Различают цилиндрическое и торцовое фрезерование. При цилиндрическом фрезеровании ось фрезы параллельна обрабатываемой поверхности, а при торцовом — перпендикулярна этой поверхности. При цилиндрическом фрезеровании движение подачи может быть направлено против вращения фрезы (встречное фрезерование) или в направлении вращения фрезы (попутное фрезерование).

Фрезы по назначению различают следующие: цилиндрические и торцовые (обработка поверхностей); дисковые, пальцевые, концевые, одноугловые, двуугловые, Т-образные (получение пазов и шлицов); фасонные, дисковые, модульные, червячные (получение фасонных поверхностей); круглые пилы (резка металлов). По форме зуба различают фрезы с прямыми и винтовыми зубьями, а по форме задней поверхности зуба — затылованные и остроконечные.

Строгание выполняют резцами при возвратно-поступательном главном движении и прерывистом движении подачи, которое осуществляется в конце холостого хода. Функции главного движения подачи распределяются между заготовкой и резцом в зависимости от типа станка (продольно- или поперечно-строгальный, долбежный). При долблении направление главного движения — вертикальное. Характеристики строгальных и долбежных резцов те же, что и у токарных.

Протягивание выполняют многолезвийным режущим инструментом — протяжками. Протягивание бывает внутреннее и наружное.

В сверлении применяют для отверстий размером 3... 300 мм. Отверстия под протягивание предварительно высверливают или растачивают. Форма



отверстий, полученных протягиванием, бывает цилиндрической, квадратной, многогранной, овальной, фасонной, с канавками различных профилей и др.

Наружные поверхности протягивают без предварительной обработки резанием. Наружным протягиванием получают прямые и спиральные зубья на зубчатых колесах и секторах, прямые и винтовые канавки, плоские, кривые и рифленые поверхности.

Сверление, зенкерование и развертывание выполняют на сверлильных, токарных, расточных и агрегатных станках или с использованием дрели.

Главное движение при сверлении — вращательное, движение подачи — поступательное. На сверлильных и расточных станках главное движение имеет сверло, на токарных и специальных станках для глубокого сверления сверло имеет только поступательное движение, а заготовка — вращательное.

Сверлением получают отверстия в сплошном металле, используя сверла как режущий инструмент. Сверла бывают спиральные, центровочные, перовые, с пластинами из твердых сплавов и для обработки глубоких отверстий.

Зенкерованием обрабатывают стенки или входную часть имеющегося отверстия для получения более точных его размеров и положения осей, а также торцовую или входную части отверстия под головку винта и т. п.

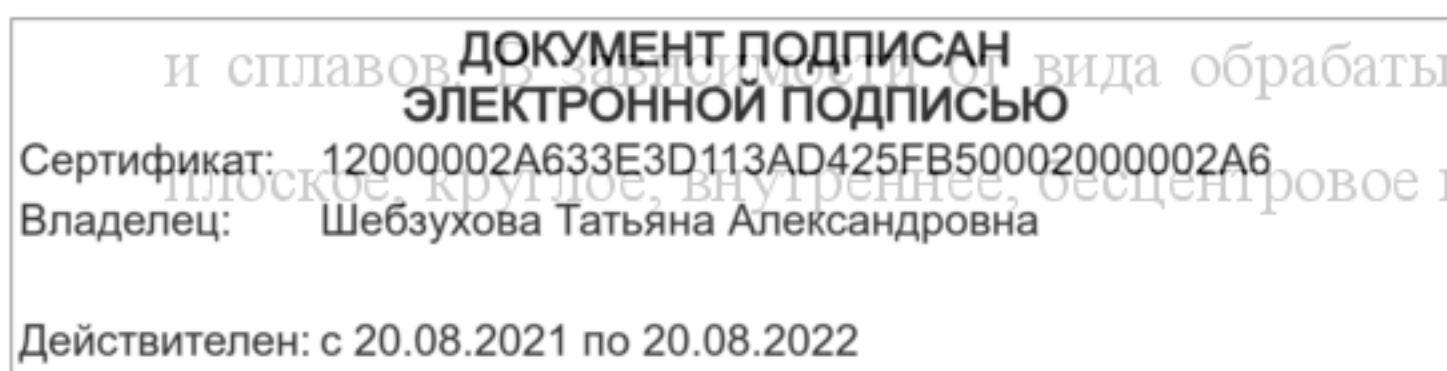
Обработку зенкерами проводят для увеличения диаметров отверстий, получения цилиндрических углублений отверстий под головки болтов и конических углублений под головки винтов и шурупов, а также для зачистки торцовых поверхностей отверстий.

Развертыванием обрабатывают отверстия для получения высокой точности и снижения шероховатости поверхности. При развертывании со стенок отверстий, обработанных сверлением или зенкерованием, снимается тонкий слой металла. По форме отверстия развертки бывают цилиндрические и конические, по способу применения — машинные и ручные, по конструкции — цельные и со вставными ножами.

Шлифованием называют обработку поверхностей абразивными материалами в форме кругов, брусков и др. При вращении шлифовального круга и подаче заготовки или круга абразив срезает материал с образованием мельчайшей стружки. Шлифование, как правило, является отделочно-доводочной операцией, обеспечивающей высокую точность и низкую шероховатость.

Шлифование применяют при обработке наружных и внутренних, цилиндрических и конических, плоских и криволинейных поверхностей любых металлов

и сплавов. По виду обрабатываемой поверхности шлифование различают плоское, круглое, внутреннее, бесцентровое и специальное (зубчатых колес, резьбы и др.).



Отделочные виды обработки. Отделочные и доводочные виды обработки металлов обеспечивают минимальную шероховатость и получение точности размеров высших квалитетов. Эти работы необходимы для уменьшения зазоров сопрягаемых деталей. К числу отделочно-доводочных видов обработки относят хонингование, суперфиниширование, притирку, полирование и др.

Хонингование снижает отклонения формы и повышает точность детали, уменьшает шероховатость, сохраняет микротвердость и структуру поверхностного слоя. При обработке абразивным бруском совершаются возвратно-поступательные и вращательные движения, в результате которых на поверхности образуются царапины.

Хонингованием обрабатывают детали из стали, чугуна и цветных металлов, причем в основном отверстия любой формы (сквозные и глухие, с гладкой и прерывистой поверхностью, цилиндрические и конические, круглые и некруглые).

Суперфиниширование — отделочный вид обработки, при котором абразивные бруски совершают продольное поступательно-возвратное движение, а заготовка вращается. При этом обеспечиваются постоянная сила прижатия бруска к детали и малое давление в зоне резания. Данная обработка существенно не изменяет размеры и макрогеометрию поверхности.

Суперфинишированием обрабатывают наружные цилиндрические, конические, плоские и сферические поверхности из закаленной стали, чугуна и бронзы.

Притирка — это метод окончательной обработки деталей, обеспечивающий высокое качество поверхностного слоя. Она производится абразивными пастами или порошками, смешанными со смазочным материалом и нанесенными на поверхность притира.

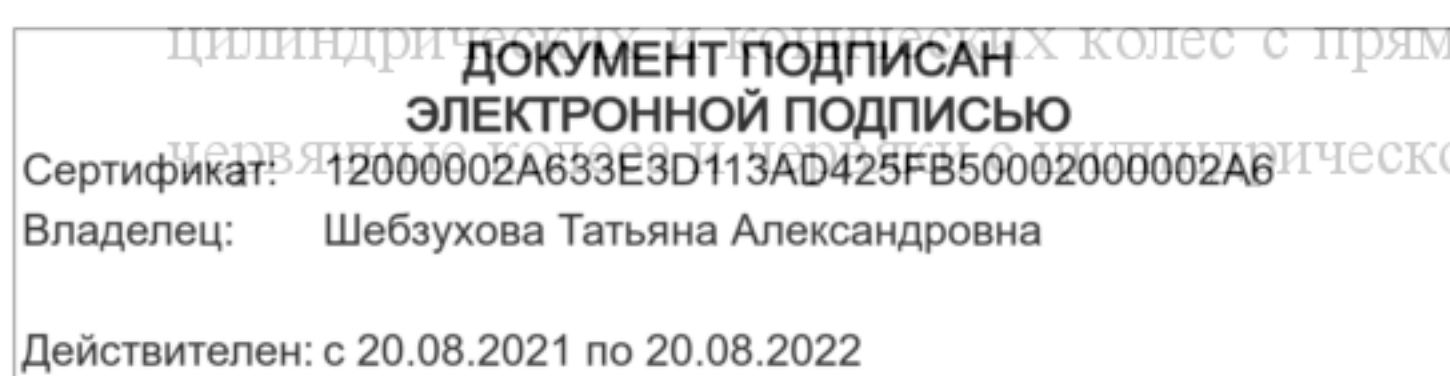
Полирование снижает шероховатость поверхности без устранения отклонений формы деталей. Наибольшее применение полирование имеет для декоративной отделки и чистовой обработки поверхностей.

В качестве абразивного инструмента применяют эластичные крути и шкурки из электрокорунда и карбида кремния на тканевой и бумажной основах, которая обеспечивает малые давления резания независимо от формы поверхности.

7.6. Методы получения зубьев и шлицов на деталях

Наиболее часто в автомобилях используются зубчатые зацепления

цилиндрических и конических колес с прямыми, косыми и круговыми зубьями, а также червячно-колесных передач с цилиндрической и глобоидальной формами зубьев.



Обработка цилиндрических колес. Зубья цилиндрических колес нарезают методами обкатки и копирования.

Обкатку червячной фрезой с осевой подачей применяют для фрезерования цилиндрических колес с прямыми и косыми зубьями, шлицевых валов и др. Нарезание зубьев с радиально-осевой или диагональной подачей фрезы при изготовлении шестерен применяется ограниченно.

Зубодолбление обкаткой круглыми долбьями более универсально, чем нарезка червячной фрезой. Его применяют для зубчатых колес внешнего и внутреннего зацепления с прямыми и косыми зубьями бочкообразной и конической форм.

Нарезание *косозубых колес* отличается от нарезания прямозубых колес тем, что при возвратно-поступательном движении долбья получает еще дополнительный поворот от специального копира с винтовыми направляющими.

Для нарезания косозубых колес внешнего зацепления долбяк должен быть также косозубым с тем же углом наклона, но с противоположным направлением. Колеса с правым направлением зубьев нарезают левым долбяком, а колеса с левым направлением зубьев — правым. При обкатке долбяк и заготовка вращаются в разных направлениях. Направление винтовых направляющих совпадает с направлением зубьев долбяка, а угол наклона должен быть таким, как у зубьев нарезаемого колеса.

Одновременное нарезание всех зубьев резцовыми головками осуществляют на специальных зубодолбежных станках для обработки прямозубых цилиндрических колес внешнего и внутреннего зацепления, шлицов, зубчатых муфт и копиров сложной формы методом копирования.

Затылованные резцы в головке расположены радиально, их число равно числу зубьев нарезаемого колеса. Профиль режущей кромки резцов соответствует форме впадины зуба колеса.

Обработка конических колес. Для нарезания конических колес с прямыми зубьями используют фрезерование, строгание и протягивание.

Зубофрезерование дисковыми модульными фрезами проводят методом врезания. Черновое нарезание зубьев модульными фрезами проводят в делительной головке на фрезерном станке.

Зубострогание проводят на станках методом обкатки. При нарезании зубьев на этих станках имеется связь обрабатываемого колеса с воображаемым производящим

колесом, зубья которого выполняют резцы. При обработке резцы, установленные в резцедержателях ползунов станка, получают возвратно-поступательное движение, необходимое для резания. Совместно с обрабатываемым колесом резцам сообщают

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

движение обкатки. В результате последовательных огибающих резов прямолинейные режущие кромки резцов формируют профиль зубьев обрабатываемого колеса.

Зубопротягивание применяют для обработки конических колес дифференциала автомобилей. Так как профиль зубьев колес круговой, то форма заготовки для кругового протягивания — специальная. При протягивании заготовка неподвижна, а режущий инструмент вращается с постоянной угловой скоростью и совершает возвратно-поступательное движение параллельно образующей конуса впадин конического колеса. За один оборот инструмента полностью обрабатывается впадина зуба колеса. Инструментом служит резцовая головка-протяжка с радиально расположенными резцами, объединенными в блоки.

Обработка червячных колес. Зубья червячных колес нарезают на универсальных зубофрезерных станках методом обкатки или на специальных мастер-станках. Фреза и колесо вращаются при нарезании зубьев так же, как червяк и червячное колесо в собранном агрегате.

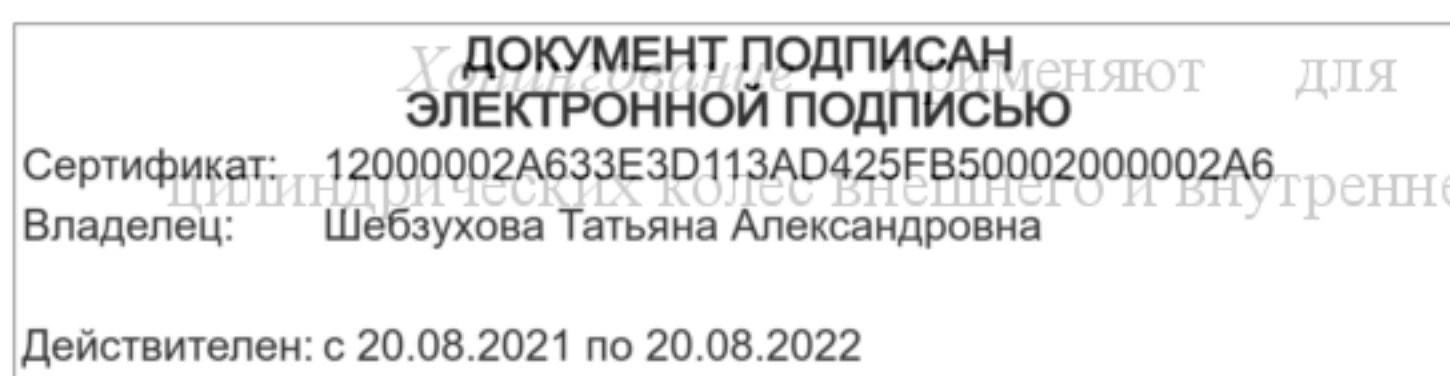
Выбор метода обработки зависит от требуемого качества зацепления червячной передачи. Червячные колеса с углом подъема винтовой линии червяка до 8° обрабатывают методом радиальной подачи. Червячные передачи повышенной точности и передачи, имеющие большие углы подъема, нарезают с тангенциальной подачей червячными фрезами с заборными конусами.

Нарезание с *радиальной подачей* осуществляется на зубофрезерных станках цилиндрической фрезой, ось которой устанавливают горизонтально и симметрично оси колеса. В процессе резания фреза подается радиально на глубину зуба. Чтобы зубья колеса были нарезаны полностью по всей окружности, после достижения полной высоты и выключения радиальной подачи необходим еще один полный оборот детали.

Нарезание с *тангенциальной подачей* выполняют на зубофрезерных станках с протяжным суппортом, который сообщает фрезе осевую подачу.

Отделка зубчатых зацеплений. Окончательная отделка зубчатых зацеплений включает в себя операции закругления, шлифования, хонингования и шевингования зубьев.

Закругление торцов зубьев выполняют фасонными пальцевыми фрезами. Метод обладает универсальностью, обеспечивает разнообразную форму закругления и хорошее качество обработки.



чистовой отделки зубьев закаленных цилиндрических колес внешнего и внутреннего зацепления на специальных станках.

Закаленное обрабатываемое колесо вращается в зацеплении с абразивным зубчатым хонем, пружина прижимает деталь к хону при угле скрещивания осей $10...15^\circ$. Зубчатое колесо кроме вращения, совершает возвратно-поступательное движение вдоль оси. Направление вращения хона меняется при каждом ходе стола.

Шевингование применяют для повышения точности зубчатого зацепления, снижения шероховатости поверхности на профилях зубьев незакаленных прямозубых и косозубых цилиндрических колес с внешним и внутренним зацеплением. Эту операцию проводят после зубофрезерования или зубодолбления.

Методы шевингования (параллельное, диагональное, тангенциальное, врезное и их разновидности) различаются направлением подачи, конструкцией шевера и временем обработки. В процессе шевингования шевер и обрабатываемое колесо находятся в плотном зацеплении, а оси их расположены под углом скрещивания. На профилях зубьев шевера имеются мелкие зубцы, грани которых образуют режущие кромки. В результате прижима шевера к обрабатываемому колесу с помощью подачи стола и относительного скольжения, возникающего при пересечении осей, режущие кромки зубцов шевера при перемещении по поверхности зуба колеса врезаются в нее и снимают тонкую стружку с профиля зуба.

Шевингование зубьев червячных колес выполняют с радиальной подачей посредством сближения инструмента с деталью до достижения номинального межосевого расстояния или с осевой подачей на номинальном межосевом расстоянии. В обоих методах ведущим элементом является червячный шевер, а колесо свободно вращается на своей оси.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Цель занятия – Изучить проектирование технологических процессов

Содержание занятия

- 1) **Виды технологических процессов**
- 2) Типизация и стандартизация технологических процессов
- 3) Технологические процессы изготовления основных деталей двигателя
- 4) Особенности проектирования технологических процессов сборки
- 5) **Оформление документации технологических процессов**

Контрольные вопросы:

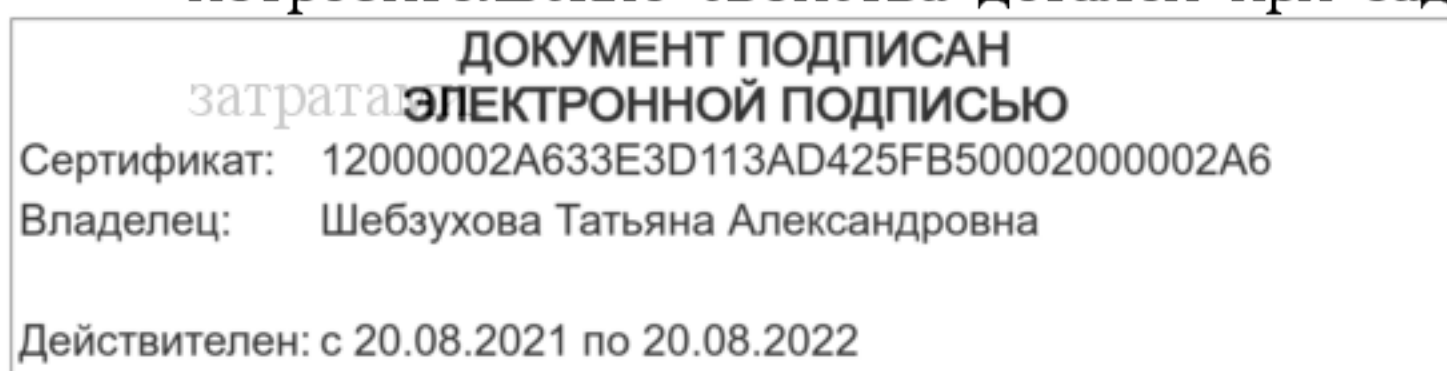
- 1) **Назовите виды технологических процессов и их признаки.**
- 2) **Охарактеризуйте сущность типизации технологических процессов.**
- 3) **Какова последовательность разработки типовых технологических процессов изготовления деталей?**
- 4) **В чем состоит сущность стандартизации типовых технологических процессов?**
- 5) **В чем заключается сущность группового метода обработки?**
- 6) **Какова последовательность обработки блока цилиндра двигателя?**
- 7) **Какова последовательность обработки гильзы цилиндра двигателя?**
- 8) **Какова последовательность обработки коленчатого вала двигателя?**
- 9) **Каковы особенности проектирования технологических процессов сборки?**
- 10) **Какие документы используют при проектировании технологических процессов?**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

8.1. Виды технологических процессов

Проектирование технологического процесса имеет целью установление оптимальной последовательности и способов обработки отдельных поверхностей и детали в целом, подбор нужного оборудования, оснастки и инструмента для обработки и контроля, определение оптимальных режимов обработки и норм времени выполнения работ при учете закономерностей и особенностей производства.

Восстановительные технологии должны обеспечить необходимые потребительские свойства деталей при заданной производительности с наименьшими



Стандартом установлены два вида технологических процессов производства и восстановления деталей: единичный и типовой. *Единичный* технологический процесс имеет место при производстве изделий одного наименования, типоразмера и исполнения независимо от типа производства. *Типовой* процесс характеризуется единством содержания и последовательности большинства технологических операций и переходов для групп изделий с общими конструктивными признаками.

Каждый вид технологического процесса характеризуется следующими признаками:

- *основным назначением* — рабочий и перспективный. Рабочий технологический процесс выполняется по рабочей и (или) конструкторской документации. Перспективный процесс соответствует современным достижениям науки и техники, методы и средства которого предстоит освоить на предприятии;
- *степенью детализации* содержания процесса — маршрутный, операционный, маршрутно-операционный. Маршрутный технологический процесс выполняется по документации, в которой содержание операций излагается без указания переходов и режимов обработки. Операционный технологический процесс выполняется по документации, в которой содержание операций излагается с указанием переходов и режимов обработки. Маршрутно-операционный технологический процесс выполняется по документации, в которой содержание отдельных операций излагается без указания переходов и режимов обработки.

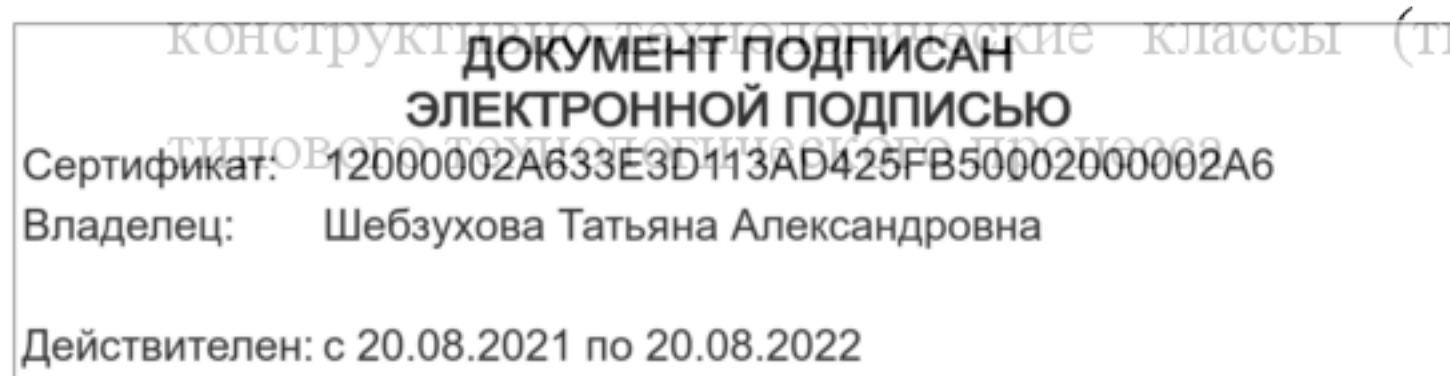
Подсистема проектирования технологических процессов является составной частью системы технологической подготовки производства.

8.2. Типизация и стандартизация технологических процессов

Одним из путей повышения эффективности проектирования технологических процессов является проведение технологической унификации процессов, которая позволяет сократить сроки технологической подготовки производства и выполнить ее на высоком организационно-техническом уровне.

Основными направлениями технологической унификации являются типизация технологических процессов, стандартизация технологических процессов и групповой метод обработки деталей.

Под *типизацией технологических процессов* понимается разбивка деталей на конструктивно-технологические классы (типы) и составление для каждого из них



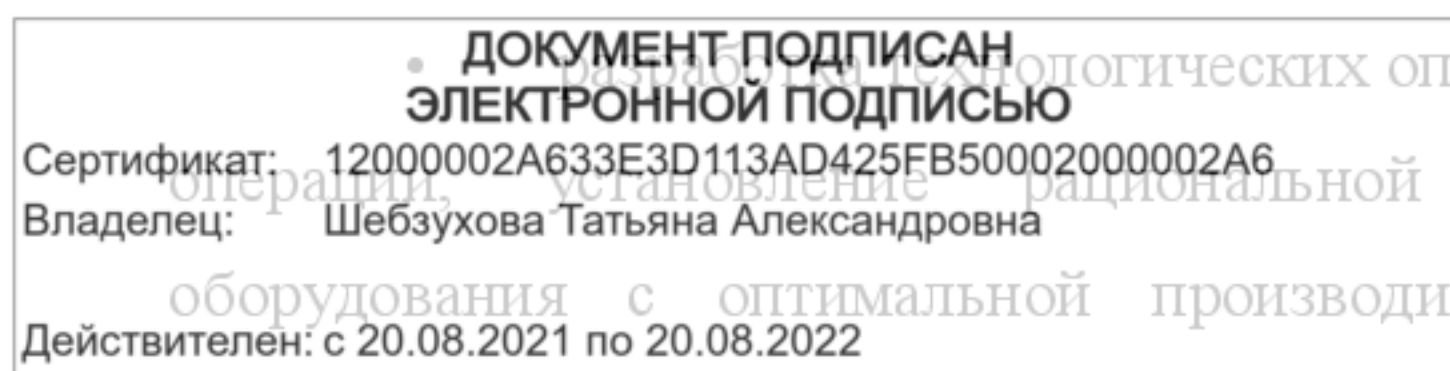
Сущность метода типизации процессов состоит в следующем: детали различных изделий группируют в классы, подклассы и типы в зависимости от формы, размеров, точности и качества поверхности (см. подразд. 1.2); для каждого класса технологически похожих деталей разрабатывают типовой процесс, который применяют при обработке каждой детали, входящей в класс. Типовой процесс содержит общие указания о методах обработки деталей данного класса, план операций обработки деталей определенного подкласса или типа, полную последовательность операций и переходов обработки деталей определенного типа.

Типизация технологических процессов строится на базе классификации и типизации объектов производства, которые представлены в Технологическом классификаторе деталей машиностроения.

При разработке типовых технологических процессов используются базовая, руководящая и справочная информация. Базовая информация включает в себя сведения, имеющиеся в конструкторской документации и программу выпуска изделий. Руководящая информация включает в себя сведения о технологических процессах, методах управления ими, оборудовании и оснастке, содержащихся в стандартах, документации и производственных инструкциях. Справочная информация содержит сведения о методах и режимах обработки, припусках, нормах расхода материалов и др.

Последовательность разработки типовых технологических процессов изготовления деталей следующая:

- классификация деталей, предусматривающая создание групп деталей, обладающих общностью конструкторско-технологических характеристик, и выбор типовых представителей групп;
- количественная оценка групп деталей для определения типа производства для каждого представителя групп;
- анализ типовых представителей групп по чертежам и ТУ, программам выпуска и типу производства;
- выбор технологических баз с учетом оценки точности базирования;
- выбор методов обработки поверхностей деталей на основе их технико-экономических показателей;
- составление вариантов технологических маршрутов обработки, определяемых последовательностью операций, и подбор оборудования по операциям;



операций, включающая в себя выбор структуры последовательности переходов, выбор оборудования с оптимальной производительностью при обеспечении требуемого

качества, расчет загрузки оборудования, выбор конструкции оснастки и установление принадлежности ее к стандартным системам оснастки, установление исходных данных и расчет припусков на обработку, установление исходных данных и расчет режимов обработки, установление норм времени и квалификационных разрядов исполнителей;

- расчет точности, производительности и экономической эффективности вариантов типовых технологических процессов для выбора оптимального варианта типового технологического процесса изготовления деталей;
- оформление типовых технологических процессов, предусматривающее разработку, согласование и утверждение необходимых технологических документов в соответствии с требованиями ЕСТД.

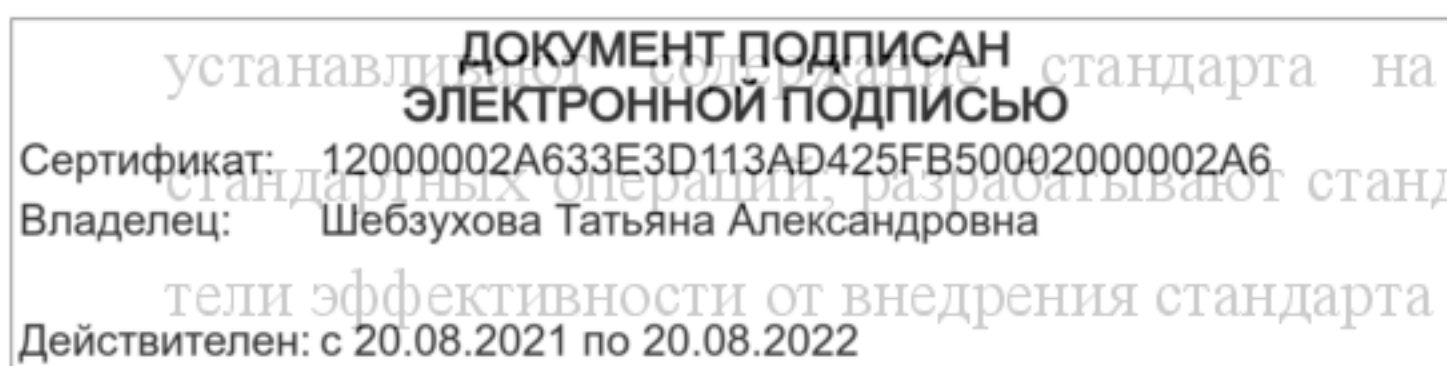
Стандартизацию типовых технологических процессов выполняют для установления правовой формы типизации, устранения различий в технологии изготовления однотипных изделий, сокращения объема разрабатываемой документации, сокращения трудоемкости при разработке технологических процессов.

К элементам технологии, подлежащим стандартизации, относят состав и последовательность операций (типовая схема обработки), межоперационные требования, технологические операции, схемы базирования, средства технологического оснащения, режимы обработки, технологическую документацию и др.

В стандарте на типовой процесс устанавливают требования к операциям, оборудованию, технологической оснастке, режимам обработки, материалам в зависимости от основного параметра изделия (толщина материала, механические свойства, форма, толщина покрытия и др.). Кроме того, в стандартах на типовые процессы (операции) могут быть приведены справочные данные, необходимые для пояснения и дополнения содержания стандарта: перечень рекомендуемых средств технологического оснащения, чертежи оригинальных средств технологического оснащения, типовые схемы расположения рабочих мест и оборудования, предложения по модернизации оборудования и применяемой оснастки.

Работы по стандартизации технологических процессов выполняют в следующем порядке: по Технологическому классификатору деталей машиностроения устанавливают подходящие технологические процессы; изучают имеющиеся технологические процессы и выбирают из них типовые или разрабатывают специальный типовой процесс; устанавливают основные элементы процесса, подлежащие стандартизации;

устанавливают типовой процесс, состоящий только из стандартных операций, разрабатывают стандарт на типовой процесс; определяют показатели эффективности от внедрения стандарта на типовой процесс.



Групповой метод обработки деталей представляет собой унификацию технологии обработки для групп деталей, однородных по конструкторско-технологическим признакам. Он предусматривает высокопроизводительные методы обработки с использованием быстроперенастраиваемой оснастки. Задачи, решаемые групповым методом обработки, сводятся к специализации, технологической концентрации, совмещению времени основных и вспомогательных элементов операций.

Групповым технологическим процессом называется совокупность групповых операций, обеспечивающих обработку деталей группы или нескольких групп по общему технологическому маршруту. При групповом маршруте возможно прохождение некоторых деталей или их групп с пропуском отдельных операций.

Групповой операцией называют совокупность методов обработки деталей, характеризующихся общностью оборудования, оснастки и наладки. При создании групп учитывают габаритные размеры деталей, так как они определяют типаж оборудования и размеры оснастки. Также учитывают геометрическую форму, общность базирования поверхностей, подлежащих обработке, точность и шероховатость обрабатываемых поверхностей, однородность заготовок, серийность, экономичность процесса.

8.3. Технологические процессы изготовления основных деталей двигателя

К основным деталям двигателя относят блок цилиндров, коленчатый и распределительный валы, головку блока цилиндров, гильзы и др.

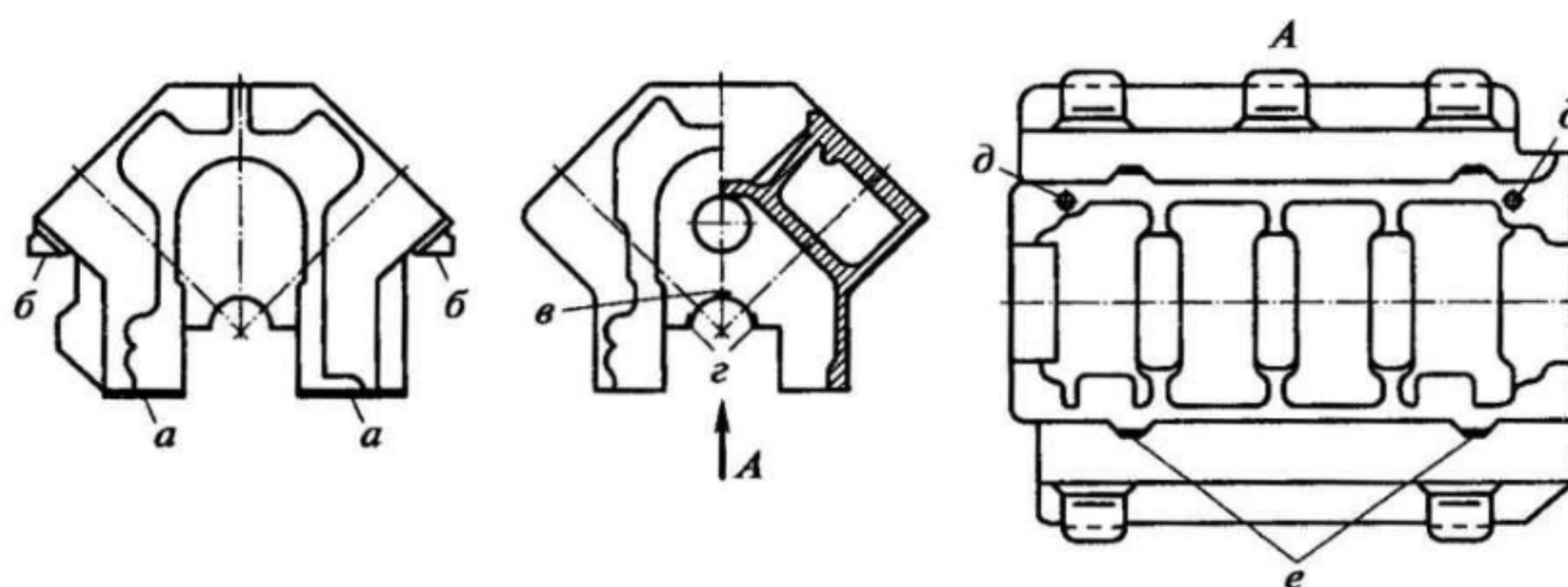


Рис. 9.1. Расположение установочных поверхностей (а—е) на заготовке V-образного блока цилиндров

Особенностью обработки блоков цилиндров резанием, как и других корпусных деталей, является обеспечение высокой точности и взаимного расположения плоскостей и посадочных отверстий, обрабатываемых с двух сторон при одном положении блока (например, точности размеров и формы внутреннего диаметра цилиндров и отверстия под коренные подшипники, точности положения плоскости под головку блока цилиндров к оси коренных подшипников, а для двигателей с мокрыми гильзами — точности размеров и формы посадочных поясков под гильзы).

Для обработки резанием применяют комплекс автоматических линий с многократным поворотом блока цилиндров в процессе обработки вокруг горизонтальной и вертикальной осей.

При обработке на автоматической линии используют постоянные чистовые базы: нижнюю плоскость прилегания масляного картера и два установочных отверстия. Например, блок с V-образным расположением цилиндров базируется по плоскостям а и двум установочным отверстиям д (рис. 9.1). Эти поверхности обрабатывают, используя в качестве черновой базы плоскости б технологических платиков и поверхности *в и г* отверстий коренных подшипников.

Технологический маршрут обработки резанием заготовок блока цилиндров V-образного двигателя представлен в табл. 9.1.

Гильзы цилиндров. Для обработки резанием гильз цилиндров применяют комплекс автоматических линий. Технологический маршрут обработки резанием заготовок гильз цилиндров двигателя представлен в табл. 9.2.

Коленчатый вал. Для обработки резанием коленчатых валов применяют комплекс автоматических линий. При обработке заготовки вала на автоматической линии в качестве чистовой базы используют вспомогательные технологические постоянные центровые отверстия, угловая фиксация вала осуществляется по опорным технологическим площадкам на кривошипах (рис. 9.3). Эти поверхности обрабатывают, используя в качестве черновой базы крайние коренные шейки.

Технологический маршрут обработки блока цилиндров V-образного двигателя

Содержание операции	Оборудование
Контроль формы и размеров заготовок	Контрольное устройство
Предварительное и окончательное фрезерование нижней плоскости	Продольно-фрезерные 2-позиционные 4-шпиндельные агрегатные станки

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Фрезерование установочных платиков с двух сторон блока, сверление и зенкерование двух установочных отверстий в нижней плоскости	Сверлильно- фрезерные станки
Поворот блока на 180° вокруг горизонтальной оси	Поворотный барабан маятникового типа
Предварительное и окончательное фрезерование верхней плоскости блока	Продольно-фрезерные 2-шпиндельные 2-сторонние станки
Предварительное и окончательное фрезерование торцов блока	То же
Поворот блока на 90° вокруг вертикальной оси	Поворотный стол
Предварительное и окончательное фрезерование двух верхних наклонных плоскостей под головки цилиндров	Продольно-фрезерные 2-сторонние станки
Протягивание поверхностей под вкладыши и крышки коренных подшипников	Горизонтально-протяжные станки
Поворот блока на 90° вокруг горизонтальной оси	Поворотный стол
Предварительное и окончательное фрезерование торцов коренных подшипников и замков под вкладыши	Горизонтально-фрезерные 2-шпиндельные станки
Поворот блока на 90° вокруг горизонтальной оси	Поворотный стол
Предварительное и окончательное фрезерование площадок под масляный насос и привод механизма газораспределения	Горизонтально-фрезерные 2-шпиндельные 2-сторонние станки
Содержание операции	Оборудование
Предварительное и окончательное растачивание выточки, верхней и нижней направляющих под гильзы	Расточные 8-шпиндельные станки
Поворот блока на 90° вокруг вертикальной оси	Поворотный стол
Сверление продольных масляных каналов с обоих торцов; зенкерование и цекование отверстий под заглушки; растачивание и шлифование отверстий привода топливного насоса и других отверстий	Сверлильные 2- и 3-сторонние 2-позиционные агрегатные станки

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Контроль глубины продольных масляных каналов	Контрольное устройство
Поворот на 90° вокруг горизонтальной и вертикальной осей	Кантователь
Сверление наклонного масляного канала, отверстий под масляный насос, под привод распределителя зажигания и др.	Сверлильные агрегатные многопозиционные станки
Зенкерование отверстий под масляный насос и привод распределителя зажигания	Сверлильные 4-шпиндель-ные станки
Поворот блока на 90° вокруг горизонтальной оси нижней плоскостью вверх	Поворотный барабан
Сверление всех отверстий со стороны нижней плоскости	Сверлильные многошпиндельные 2-сторонние агрегатные станки
Контроль наличия и глубины отверстий	Контрольное устройство
Поворот блока на 180° вокруг горизонтальной оси	Поворотный стол
Сверление отверстий масляных каналов в подшипниках распределительного вала, под резьбу, под установочные штифты головки блока, сверление и зенкерование отверстий под толкатели клапанов, предварительное растачивание отверстий под гильзы	Сверлильные и расточные многошпиндельные 2-сторонние станки
Содержание операции	Оборудование
Контроль отверстий под резьбу	Контрольное устройство
Срезание технологических пластинок	Фрезерные 2-сторонние станки
Зенкерование отверстий под резьбу для крепления головки блока цилиндров и развертывание двух отверстий под установочные штифты	Сверлильные многошпиндельные 2-сторонние станки
Поворот блока на 90° вокруг горизонтальной оси	Поворотный стол
Зенкерование отверстий под резьбу для крепления картера, крышек коренных подшипников и других отверстий	Сверлильные многошпиндельные станки
Нарезание резьбы в отверстиях для крепления картера, крышек коренных подшипников и в других отверстиях	Резьбонарезные многошпиндельные станки

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Поворот блока на 180° вокруг горизонтальной оси	Поворотный стол
Нарезание резьбы в отверстиях для крепления головок цилиндров, привода распределителя зажигания и в других отверстиях	Резьбонарезные многошпиндельные станки
Поворот блока на 90° вокруг горизонтальной оси	Поворотный стол
Нарезание резьбы в отверстиях для крепления крышки распределительных зубчатых колес, картера сцепления и в других отверстиях	Вертикально-резьбонарезные многошпиндельные станки
Мойка, сушка и продувка блока	Моечный агрегат
Сборка блока с крышками коренных подшипников и завертывание болтов вручную	Агрегат для сборки на транспортере
Завертывание и затягивание болтов ., крышек коренных подшипников	Многошпиндельные автоматические установки
Предварительное растачивание отверстий под вкладыши коренных подшипников и втулки опор распределительного вала	Расточные 4-шпиндельные 2- и 1-позиционные станки
Содержание операции	Оборудование
Развертывание отверстий под втулки опор распределительного вала	Сверлильные 1-шпиндельные станки
Контроль отверстий под втулки	Контрольный автомат
Запрессовывание втулок опор распределительного вала	Специальная установка
Окончательное растачивание отверстий под вкладыши коренных подшипников и втулки опор распределительного вала, развертывание отверстий под штифты с обоих торцов блока	Сверлильно-расточные горизонтальные станки
Контроль	Контрольная установка
Растачивание канавок под уплотнительные кольца и подрезание торцов с двух сторон в отверстиях под коленчатый вал	Расточные горизонтальные 4-шпиндельные 2-сторонние станки
Поворот блока на 90° вокруг горизонтальной оси	Поворотный стол
Нарезание резьбы в отверстиях для крепления вкладышей коренных подшипников	Вертикально-хонинговальный станок

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Поворот блока на 90° вокруг горизонтальной оси	Поворотный стол
Мойка, сушка, продувка и охлаждение блока до 20°C	Моечный агрегат
Окончательное последовательное фрезерование двух наклонных плоскостей под головки блока цилиндров	Продольно -фрезерные 2-шпиндельные станки
Поворот блока на 90° вокруг горизонтальной оси	Поворотный стол
Окончательное фрезерование площадок под привод масляного насоса и распределителя зажигания	Горизонтально-фрезерные 2-шпиндельные 2-сторон-ние станки
Окончательное растачивание и развертывание отверстий под привод масляного насоса и распределителя зажигания	Расточные горизонтальные 2-шпиндельные станки
Продувка отверстий сжатым воздухом	Специальный агрегат
Содержание операции	Оборудование
Контроль отверстий	Контрольный автомат
Цекование отверстия под привод распределителя зажигания	Сверлильный горизонтальный 2-шпиндельный станок
Поворот блока на 90° вокруг горизонтальной оси	Поворотный стол
Окончательное растачивание отверстий в блоке под буртики гильз с одновременным подрезанием торцов	Специальные многошпиндельные расточные станки
Окончательное растачивание отверстий в блоке под гильзы цилиндров	То же
Последовательное растачивание и развертывание отверстий под толкатели клапанов	Расточные 16-шпиндельные 2-сторонние станки
Контроль отверстий под толкатели	Контрольный автомат
Мойка, продувка сжатым воздухом и сушка блока	Моечный агрегат
Установка на два штифта и привертывание картера сцепления, установка пробок и заглушек в систему охлаждения	Стенд сборки
Растачивание отверстий в картере сцепления	Специальный горизонтально-расточной станок

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Мойка, сушка, продувка и охлаждение блока до 20 °С	Моечный агрегат
Окончательный контроль	Контрольный пункт

Маршрут обработки резанием заготовок коленчатого вала 4-цилиндрового двигателя с расположением кривошипов под углом 180° представлен в табл. 9.3.

Технологический маршрут обработки гильз цилиндров

Содержание операции	Оборудование
Контроль формы и размеров заготовок	Контрольное устройство
Предварительное и окончательное обтачивание наружной поверхности и растачивание отверстия (рис. 9.2, а)	Горизонтальный 6-шпиндельный полуавтомат
Снятие фаски и подрезание торца (рис. 9.2, б)	
Отрезка заготовки гильзы (рис. 9.2, в)	
Переустановка заготовки при базировании по внутреннему диаметру	
Подрезание торца, прорезание конической канавки со стороны буртика и канавки перехода к средней части гильзы, протачивание торца буртика с наружной стороны (рис. 9.2, г)	
Окончательное обтачивание наружных поверхностей под буртик и под посадочные пояски (рис. 9.2, д)	
Обтачивание средней части гильзы по копиру и подрезание внутреннего торца буртика (рис. 9.2, е)	
Окончательное обтачивание средней части гильзы и переходного конуса (рис. 9.2, ж)	
Прорезание канавки для образования внутреннего торца буртика, канавок для уплотнительных колец с подрезанием внутреннего торца (рис. 9.2, з)	
Окончательное обтачивание по наружным	

поверхностям буртика и посадочных поясков,

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Тонкое растачивание отверстия гильзы	Вертикальный 6-позицион-ный полуавтомат
Хонингование отверстия гильзы	Вертикальный 4-шпиндель-ный полуавтомат
Контроль	Контрольный стенд

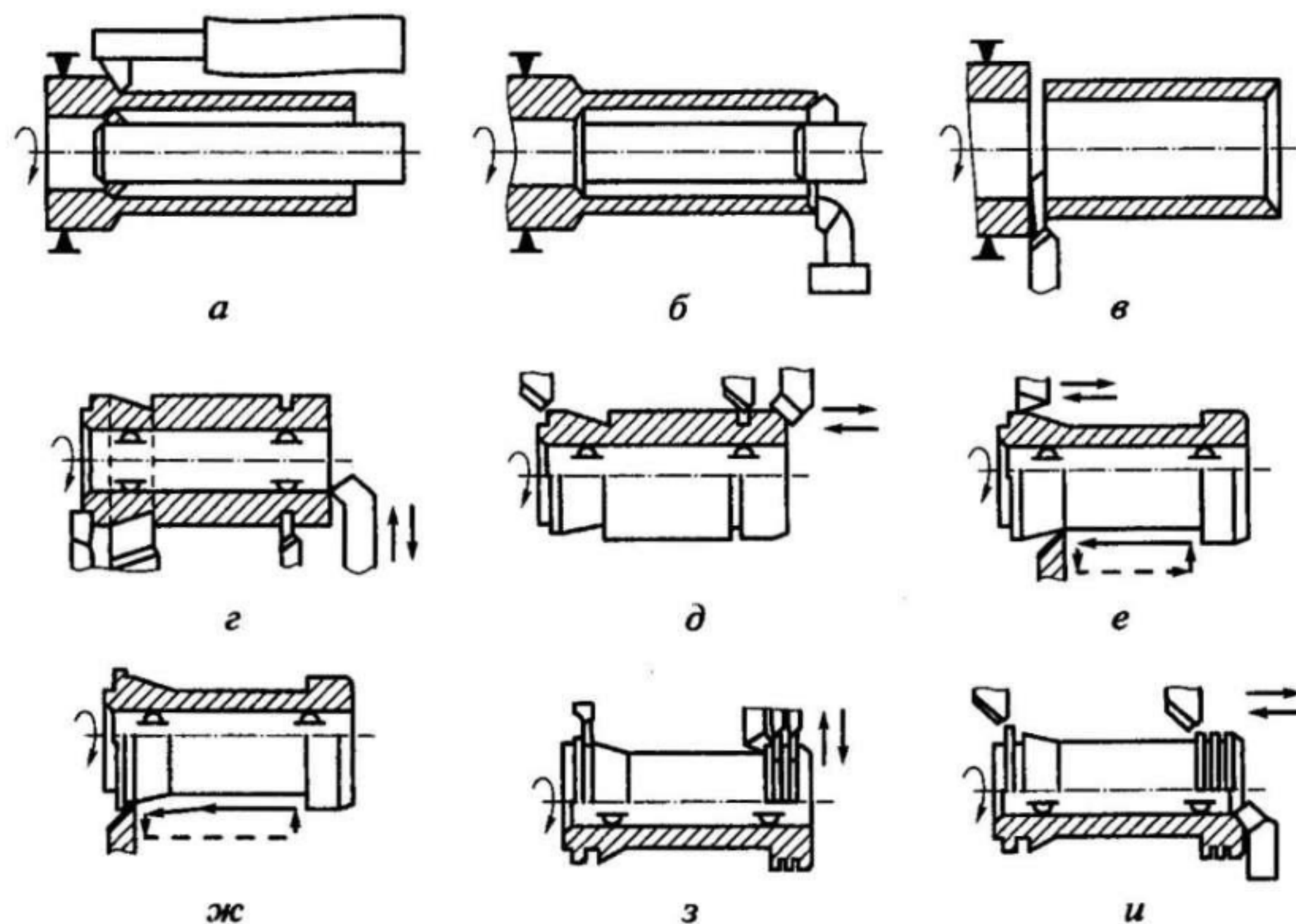
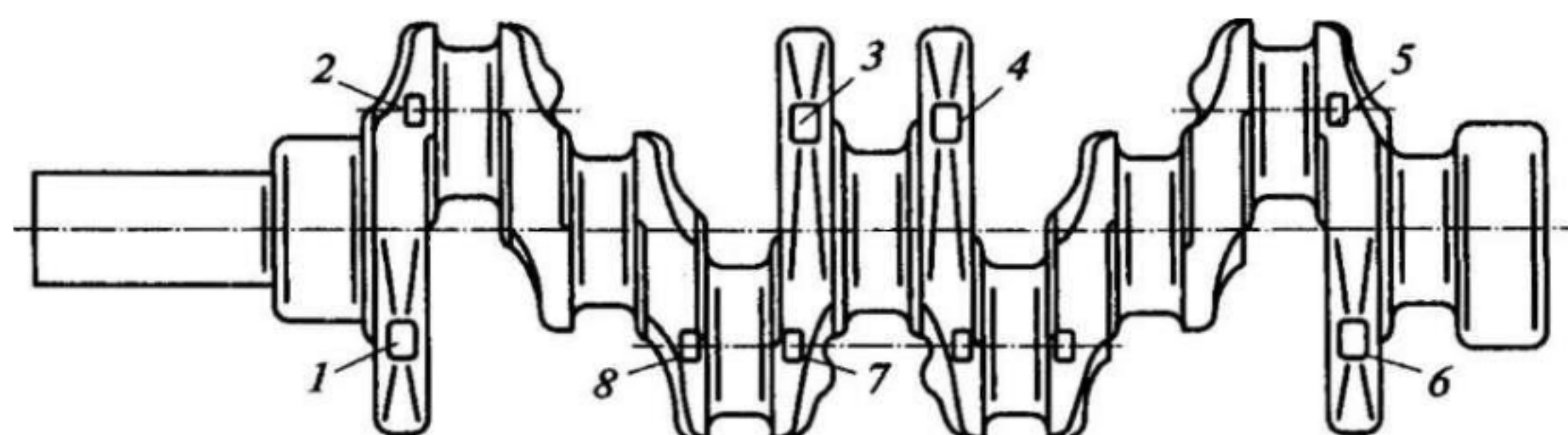


Рис. 9.2. Последовательность (*a — u*) обработки гильзы на горизонтально-токарных полуавтоматах



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Подготовка коленчатого вала двигателя: 1—8 — опорные
технологические площадки

Таблица 9.3

Технологический маршрут обработки коленчатого вала

Содержание операции	Оборудование
Контроль формы и размеров заготовок	Контрольное устройство
Фрезерование торцов, сверление центровочных отверстий, растачивание выточки на фланце	Фрезерно-центровальный станок
Содержание операции	Оборудование
Фрезерование опорных технологических площадок на кривошипах	Специальный фрезерный станок
Установка заготовки при базировании по центровочным отверстиям	Специальный многорезцовый автомат
Предварительное обтачивание коренных шеек, переднего конца вала, поверхности под сальник и маслосгонные канавки, снятие фасок	
Предварительное шлифование коренных шеек и поверхности под сальник	Автоматическая линия из круглошлифовальных станков
Переустановка заготовки при базировании по крайним коренным шейкам, заднему торцу вала и опорным технологическим площадкам на кривошипах	Токарный 2-позиционный станок
Последовательное предварительное обтачивание шатунных шеек и поверхности под сальник	
Сверление наклонного смазочного канала в шатунной шейке 3-го кривошипа и цекование отверстия под заглушку	Автоматическая линия
Сверление, зенкерование и развертывание отверстия под подшипник; сверление и цекование наклонного смазочного канала в шатунной шейке 2-го кривошипа	
Поворот вала на 180° вокруг горизонтальной оси	
Фрезерование лысок с двух сторон на переднем	

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

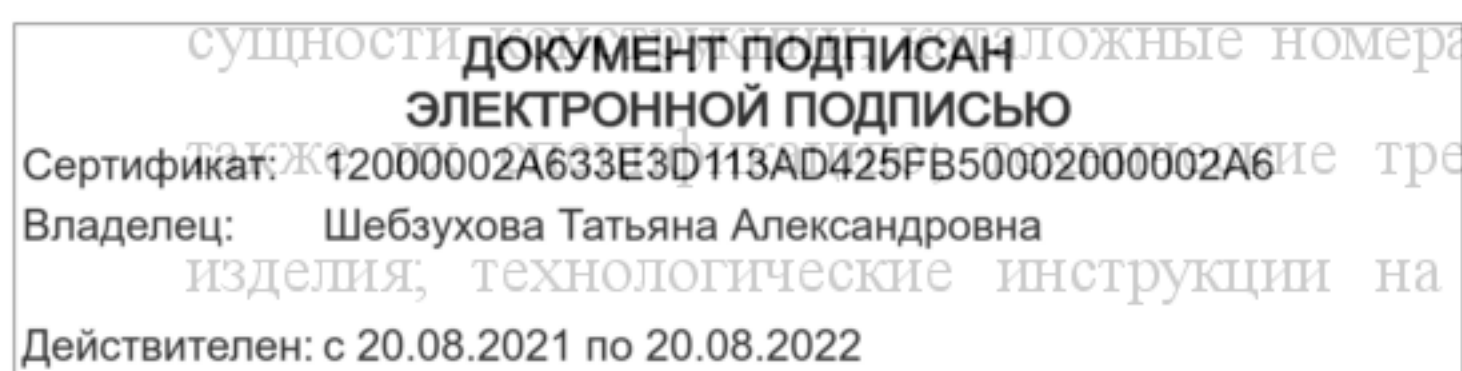
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

кривошипа	
Сверление, зенкерование и нарезка резьбы в отверстиях во фланце; сверление и цекование наклонного смазочного канала в шатунной шейке 1-го кривошипа	
Поворот вала на 90° вокруг горизонтальной оси	
Содержание операции	Оборудование
Сверление смазочных отверстий в коренных и шатунных шейках	Автоматическая линия
Мойка вала	Моечный агрегат
Закалка коренных и шатунных шеек и поверхности под сальник	Установка ТВЧ
Окончательное шлифование коренных шеек и поверхности под сальник	Автоматическая линия из круглошлифовальных станков
Окончательное шлифование опорного торца фланца под маховик, диаметров под ведущую звездочку и шкив	Угловой круглошлифовальный станок
Последовательное окончательное шлифование цилиндрической поверхности, торцов и галтелей четырех шатунных шеек	Автоматическая линия из круглошпиндельных шлифовальных станков
Контроль вала на отсутствие трещин	Магнитный дефектоскоп
Динамическая балансировка вала	Автоматическая линия
Полирование коренных и шатунных шеек вала, поверхности под сальник	Ленточно-полировальный станок
Мойка вала	Моечный агрегат
Контроль вала	Контрольный пункт

8.4. Особенности проектирования технологических процессов сборки

Исходными данными для разработки процесса сборки являются число собираемых изделий и объем кооперирования; сборочный чертеж изделия для понимания



сущности, кооперирования, каталожные номера деталей и узлов, составляющих изделие, а также требования на сборку, испытания и приемку изделия, технологические инструкции на подбор деталей, контроль и регулировку

сопряжений и сборочных единиц; сведения об изменении размеров рабочих поверхностей сопрягаемых деталей; образец изделия и его масса; каталоги и справочники по используемому при сборке оборудованию и оснастке.

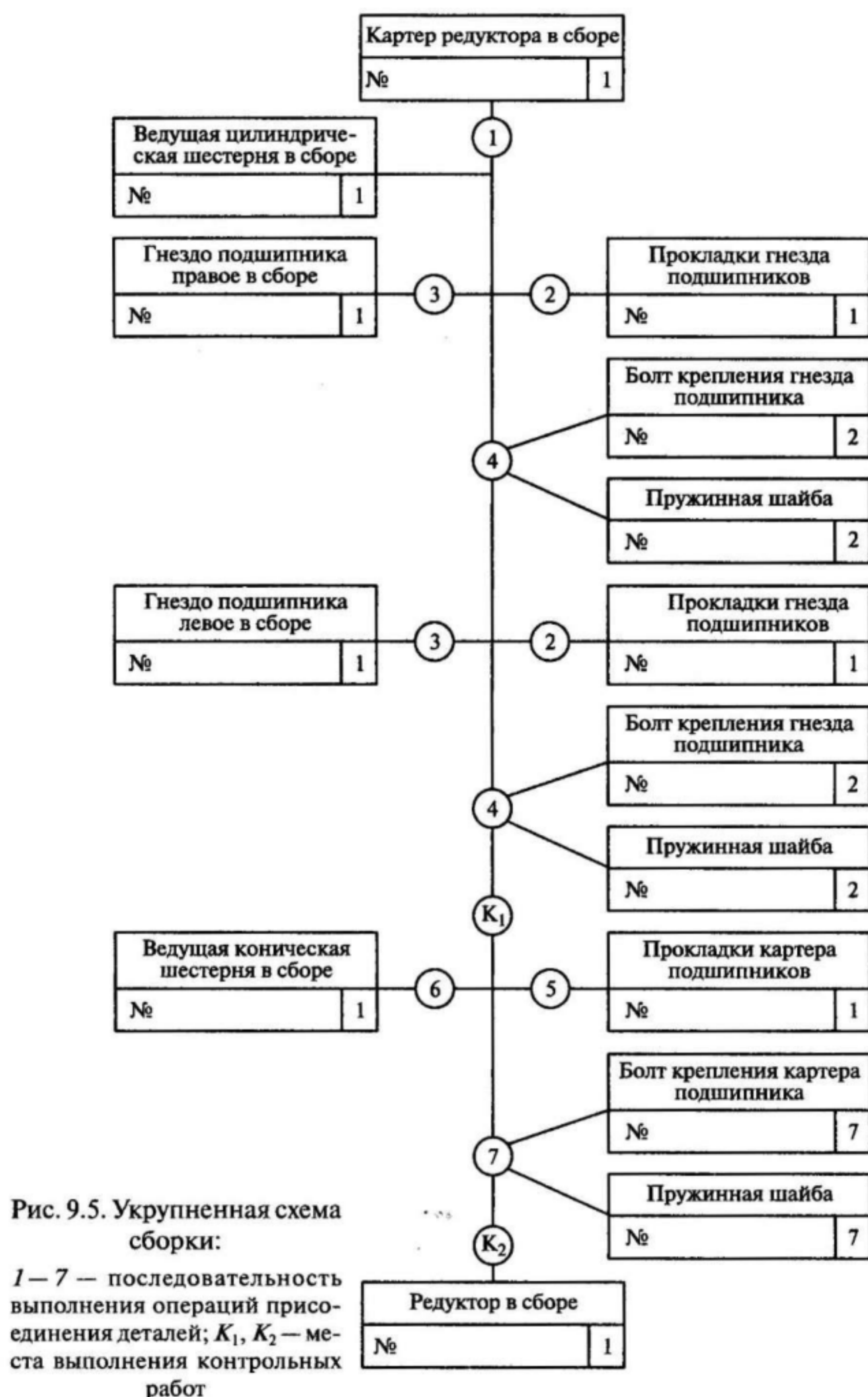
Комплекс работ по разработке технологического процесса сборки выполняется в следующем порядке: проведение технологического анализа сборочного чертежа и разбивка изделия на сборочные единицы; составление комплектовочной карты; размерный анализ основных сопряжений, выбор методов сборки и их сочетаний с учетом специфики производства; разработка технологических инструкций на сборку соединений и сборочных единиц, а также на контроль, регулировку и испытание сборочных единиц и изделия в целом; разработка схем процесса сборки изделия и сборочных единиц; определение состава и рациональной последовательности технологических и контрольных операций; нормирование процесса, определение профессий и квалификации исполнителей; определение характеристик процесса сборки изделия и выбор его организационных форм; определение и выбор оборудования и оснастки; определение состава и числа подъемно-транспортного оборудования и разработка операций перемещения изделия и его элементов; составление планировки участка сборки; технико-экономический анализ и обоснование принятого варианта процесса; оформление технологической документации.

Различают следующие виды сборки по признаку организации сборочного производства: типовая поточная с использованием и без использования транспортных средств; групповая поточная с использованием и без использования транспортных средств; групповая непоточная; единичная.

Для наглядного представления процесса сборки изделия составляется схема сборки, т. е. графическое изображение технологического процесса сборки, иллюстрирующее состав частей изделия



Рис. 9.4. Схема сборочных единиц



и последовательность их установки в процессе сборки. Схема также содержит контрольные и дополнительные операции, выполняемые при сборке.

Составление схемы сборки начинают с изображения базовой детали (базовой сборочной единицы), затем на схему наносят составные части изделия в установленной последовательности. Базовой деталью (сборочной единицей) называют деталь (сборочную единицу), с которой начинается процесс сборки изделия и которая определяет положение и характер соединения всех остальных деталей (узлов, механизмов, агрегатов) входящих в собираемое изделие (блок цилиндров, картер коробки передач, ре-

дуктор заднего моста, балка переднего моста, корпус масляного насоса, рама грузового автомобиля, кузов легкового автомобиля и т. п.).

Различают две схемы сборки: схему сборочных единиц (рис. 9.4) и укрупненную схему сборки (рис. 9.5).

Улучшение технико-экономических показателей сборочного процесса и качества труда сборщиков достигается за счет роста уровня оснащенности их труда.

8.5. Оформление документации технологических процессов

Единая система технологической документации (ЕСТД) предусматривает стадии разработки технологической документации в соответствии со стадиями конструкторской разработки изделия.

Стандарт предусматривает 14 наименований технологических документов, среди которых наиболее важные следующие:

- *маршрутная карта* (МК), которая предназначена для описания технологического процесса, включая контроль и перемещение по всем операциям в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, оснастке, трудовых и других нормативах в соответствии с установленными формами, и используется для планирования производства;
- *операционная карта* (ОК), в которой описывается операция технологического процесса изготовления или восстановления изделий с расчленением ее на переходы, с указанием режимов обработки, данных о средствах оснащения, расчетных норм и трудовых нормативов. Формы операционных карт определяются видом выполняемых работ. Существуют отдельные формы операционных карт для механической обработки, газо-, электросварочных, окрасочных, гальванических, сборочных и других работ. Для контроля производства заполняют операционную карту контроля и ведомость технического контроля; *карта эскизов* (КЭ), предназначенная для графической иллюстрации технологического процесса и его элементов. На ней выполняют эскизы и схемы, дополняющие или поясняющие содержание операций, включая контроль и перемещения;
- *технологическая инструкция* (ТИ), в которой описываются приемы работ, методы контроля, правила пользования оборудованием и приборами, меры безопасности, а также физико-химические явления, происходящие при выполнении процесса;
- *ведомость оснастки* (ВО), которую составляют на специальные и стандартные приспособления и инструменты, необходимые для оснащения

технологический процесс (операции) восстановления изделия или изготовления запасных частей. Ведомость составляют на основании карт технологического процесса.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Наименования разделов записывают в виде заголовков. Внутри каждого раздела записывают вначале специальную оснастку, а затем стандартную;

- *комплектовочная карта* (КК), которая содержит данные о деталях и составных частях, входящих в комплект собираемого изделия.

Технологические карты являются формой разработки технологического процесса по выполнению всего комплекса работ, связанных с изготовлением или восстановлением деталей в соответствии с требованиями чертежа, ТУ и технико-экономическими показателями. Технологические карты являются первичными документами, на базе которых строится вся организация производства.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Цель занятия – изучить техническое нормирование

Содержание занятия:

- 1) Задачи и методы технического нормирования
- 2) Классификация затрат рабочего времени и состав норм времени
- 3) Нормирование станочных работ
- 4) Нормирование слесарных и сборочно-разборочных работ
- 5) Нормирование сварочных, гальванических и окрасочных работ

Контрольные вопросы:

- 1) **Каковы задачи и методы технического нормирования?**
- 2) **Какие затраты времени учитываются при техническом нормировании работ?**
- 3) **Что входит в штучно-калькуляционную, штучную и оперативную нормы времени?**
- 4) **Какова последовательность нормирования станочных работ?**
- 5) **Охарактеризуйте особенности технического нормирования токарных работ.**
- 6) **Охарактеризуйте особенности технического нормирования фрезерных работ**
- 7) **Охарактеризуйте особенности нормирования сверлильных и расточных работ**
- 8) **Охарактеризуйте особенности нормирования шлифовальных работ.**
- 9) **Охарактеризуйте особенности нормирования хонинговальных работ.**
- 10) **Охарактеризуйте особенности нормирования слесарных работ**
- 11) **Охарактеризуйте особенности нормирования сборочно-разборочных работ.**
- 12) **Охарактеризуйте особенности работ по склеиванию деталей.**
- 13) **Охарактеризуйте особенности нормирования сварочных и наплавочных работ.**
- 14) **Охарактеризуйте особенности нормирования гальванических работ.**
- 15) **Охарактеризуйте особенности нормирования окрасочных работ.**

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

9.1. Задачи и методы технического нормирования

Задача технического нормирования заключается в установлении норм времени

на выполнение		ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН		изучения технологических процессов, организации рабочих	
		ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ			
Сертификат:	Т 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6	ОВ	ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И УМЕНЬШЕНИЯ		
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна				
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022					

затрат на единицу продукции. Таким образом, нормирование — это одно из важнейших средств ускорения темпов производства.

Обоснование технических норм времени осуществляют следующими методами: изучением затрат рабочего времени наблюдением, по нормативам, сравнением и расчетом по типовым нормам.

Метод изучения затрат рабочего времени предусматривает установление норм времени путем регистрации продолжительности работ непосредственно на рабочих местах, его используют для разработки нормативов времени. Нормативы длительности выполнения отдельных элементов работ используют при расчете продолжительности операции. Метод сравнения и расчета по типовым нормам позволяет приближенно нормировать технологические операции. Первые два метода нормирования применяют в массовом и серийном производстве, а третий — в мелкосерийном и единичном.

Непосредственным объектом технического нормирования является технологический процесс и его основная часть — операция.

9.2. Классификация затрат рабочего времени и состав норм времени

Классификация затрат рабочего времени. В нормируемое время входят все затраты рабочего времени, включаемые в состав технически обоснованной нормы времени на операцию, и требуемое время для выполнения работ, входящих в технологический процесс. Нормируемое время состоит из подготовительно-заключительного, оперативного и дополнительного времени.

Подготовительно-заключительное время затрачивается рабочим на ознакомление с выполняемой работой, на подготовку к ней и выполнение действий, связанных с ее окончанием. Это время затрачивается в начале и конце рабочей смены и не повторяется в течение рабочего дня по мере изготовления каждой детали. Продолжительность данного времени зависит от количества деталей в обрабатываемой партии, на которое влияет тип производства. При единичном и мелкосерийном производстве это время значительное, а в крупносерийном и массовом производстве его доля в пересчете на одну деталь мала, и поэтому в расчетах не учитывается.

Оперативное время, затрачиваемое на выполнение конкретной операции, состоит из основного и вспомогательного времени.

Основное (технологическое) — это время, в течение которого происходит

изменение формы, размеров и свойств изделия в результате каких-либо воздействий (при
1
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022
стружки, при наплавке — время плавления
электродов и др.). Основное время бывает машинным — деталь обрабатывают на станке с

механической подачей; машинно-ручным — деталь обрабатывают на станке с ручной подачей; ручным — операции выполняют без применения каких-либо механизмов (слесарные работы).

Вспомогательное — это время, которое затрачивает рабочий на определенные действия для обеспечения выполнения основных работ. К таким действиям относятся установка, крепление и снятие детали, наладка оборудования и управление при работе, перестановка инструмента, замена электродов, обмер детали и взятие пробных стружек, поворот детали при сварке, очистка шва от шлака, навешивание детали в ванну при гальванических покрытиях, подача детали к месту сборки и др.

Дополнительное время состоит из времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места и времени на отдых и личные надобности рабочего.

Организационно-техническое обслуживание включает в себя регулировку инструмента и оборудования, смену и заточку инструмента, правку шлифовального круга, смазывание станка и очистку его от стружки, оборудование рабочего места, прием и сдачу оборудования сменщику и др.

Время на отдых и личные потребности включает в себя время на физиологически необходимый отдых, естественные надобности и т. п.

Состав норм времени. Технически обоснованная норма времени — это определенное расчетом время на выполнение операций технологического процесса в конкретных организационно-технических условиях. Технически обоснованной нормой времени может быть штучно-калькуляционное время (при единичном, мелко- и среднесерийном производстве) или штучное время (при крупносерийном или массовом производстве).

Штучно-калькуляционное время складывается из затрат времени на выполнение каждой операции технологического процесса (рис. 10.1) и в общем случае определяется по формуле

$$t_{ш-к} = t_{шт} + t_{п-з} / n_p, \quad (10.1)$$

где $t_{ш-к}$ — штучно-калькуляционное время, необходимое для обработки одного изделия при выполнении одной операции, мин; $t_{шт}$ — штучное время, нужное для непосредственного воздействия на одно изделие при данной операции, мин; $t_{п-з}$ — подготовительно-заключительное время, мин; n_p — количество деталей в партии, шт.

Количество деталей в партии определяется по формуле

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН	
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

$$n_{\text{п}} = \sum_{i=1}^n t_{\text{п-з}} / k \sum_{i=1}^n t_{\text{шт}}, \quad \text{где } \sum_{i=1}^n t_{\text{п-з}} \text{ — сумма подготовительно-заключительного}$$

времени на партию деталей по всем операциям процесса, мин; $\sum_{i=1}^n t_{\text{шт}}$ — сумма штучного времени на деталь по всем операциям процесса, мин; k — коэффициент, учитывающий потери времени на подготовительно-заключительные работы и зависящий от типа производства; n — число операций технологического процесса.

Таким образом, штучно-калькуляционное время определяют после определения штучного и подготовительно-заключительного времени по всем операциям процесса и расчета оптимального количества деталей в партии.

Штучное время определяют по формуле

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{о.р.м}} + t_{\text{л.п.}} \quad (10.2)$$

Оперативное время представляет собой сумму основного и вспомогательного времени, т.е.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}} \quad (10.3)$$

Время обслуживания рабочего места и время на личные потребности составляют дополнительные затраты времени и определяют в процентах к оперативному времени.

Вспомогательное время $t_{\text{в}}$, затрачиваемое на различные действия, обеспечивающие выполнение элементов работы, относят к основному времени и определяют по формуле

$$t_{\text{в}} = t_{\text{в.у}} + t_{\text{в.п}} + t_{\text{з}},$$

где $t_{\text{в.у}}$ — вспомогательное время, затрачиваемое на установку и снятие детали, мин; $t_{\text{в.п}}$ — вспомогательное время, связанное с переходом, мин; $t_{\text{з}}$ — время, связанное с замерами обрабатываемого изделия в процессе выполнения операции, мин.

Вспомогательное время на установку и снятие детали зависит от массы и формы изделия, конструкции приспособления, характера и точности установки детали на станке. Вспомогательное время, связанное с переходом, затрачивается рабочим на подвод и отвод режущего инструмента, включение и выключение станка, переключение подач и скоростей. Оно зависит также от технической характеристики станка, длины обработки, точности и шероховатости обрабатываемой поверхности, конструкции режущего и

Вспомогательное время может быть неперекрываемым и перекрываемым. Если вспомогательные работы выполняют не в процессе обработки, например снятие обработанной детали и установка заготовки, то затрачиваемое на них вспомогательное время называют неперекрываемым. Вспомогательное время, затрачиваемое на часть работ, производимых в процессе выполнения основной работы, называют перекрываемым. При расчете нормы времени учитывают только неперекрываемое время.



Рис. 10.1. Структура технической нормы времени на операцию

Из всех составляющих штучно-калькуляционного времени рассчитывают основное время, время обслуживания рабочего места и время на личные потребности. Вспомогательные и подготовительно-заключительные виды времени назначают по таблицам нормативов. Полученные результаты определения штучного и подготовительно-заключительного времени записывают в маршрутную карту, основное и вспомогательное — в операционные карты.

Структура технической нормы времени схематично показана на рис. 10.1.

9.3. Нормирование станочных работ

К станочным работам относят токарные, фрезерные, сверлильные, шлифовальные, протяжные и долбежные.

Нормирование станочных работ производят в следующем порядке:

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

- определяют диаметр d обрабатываемой поверхности и операционный припуск Z . Значение диаметров для валов принимают до обработки, а отверстий — после обработки;

- определяют глубину резания t , которую задают равной припуску на сторону;
- рассчитывают число рабочих ходов $i = Z/(2t)$;
- выбирают по нормативам значение подачи S в зависимости от вида обработки, сопоставляют ее с имеющимися подачами по паспорту станка и принимают для последующих расчетов ближайшее фактическое значение S_{ϕ} ;

- определяют скорость резания v , м/мин, значение которой зависит от механических свойств обрабатываемого материала и режущего инструмента, глубины резания t , подачи S_{ϕ} , геометрии инструмента;

- рассчитывают частоту вращения детали, мин^{-1} :

$$n = 1000v/(\pi d), \quad (10.4)$$

где d — наибольший диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Частоту двойных ходов при совершении инструментом или изделием возвратно-поступательного движения определяют по формуле $n_{д.х} = 1000v_{в-п}/(2L_p)$, где $v_{в-п}$ — скорость возвратно-поступательного движения, м/мин; L_p — длина рабочего хода, мм.

Рассчитанную частоту вращения или двойных ходов сопоставляют со значениями соответствующих параметров оборудования и принимают ближайшее большее (фактическое) значение n_{ϕ} или $n_{\phi.д.х}$;

- рассчитывают фактическую скорость резания (возвратно-поступательного движения), м/мин: $v_{\phi} = \pi d n_{\phi} / 1000$;

- для определения правильно ли выбрано оборудование и его оптимальная загрузка рассчитывают по наиболее загруженному переходу для каждой операции

коэффициент использования оборудования по мощности: $\eta_N = N_{н.э} / N_{д.э}$, где $N_{н.э}$ и $N_{д.э}$ — соответственно необходимая и действительная мощность главного электродвигателя выбранного станка, кВт.

Необходимую мощность станка определяют по формуле $N_{н.э} = Pv_{\phi} / (60000\eta_m)$, где P — сила резания, Н; η_m — механический коэффициент полезного действия.

Силу резания P определяют расчетом или по нормативным данным.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Коэффициент использования оборудования по мощности η_N близок к единице, значит станок выбран правильно, при меньших значениях коэффициента выбирают станок с меньшей мощностью главного двигателя;

- определяют для каждого перехода основное время, мин:

$$t_o = L_p i / (S_\phi n_\phi), \quad (10.5)$$

где L_p — расчетная длина обработки, мм; S_ϕ — фактическая подача изделия или инструмента, мм/об; n_ϕ — фактическая частота вращения детали или инструмента, мин^{-1} ; i — число ходов инструмента.

Расчетную длину обработки L_p определяют по формуле

$$L_p = l + l_x, \quad (10.6)$$

где l — действительная длина обработки поверхности, определяемая по чертежу детали, мм; l_x — величина врезания и схода (перебега) инструмента (для каждого вида обработки имеет особенности в определении), мм;

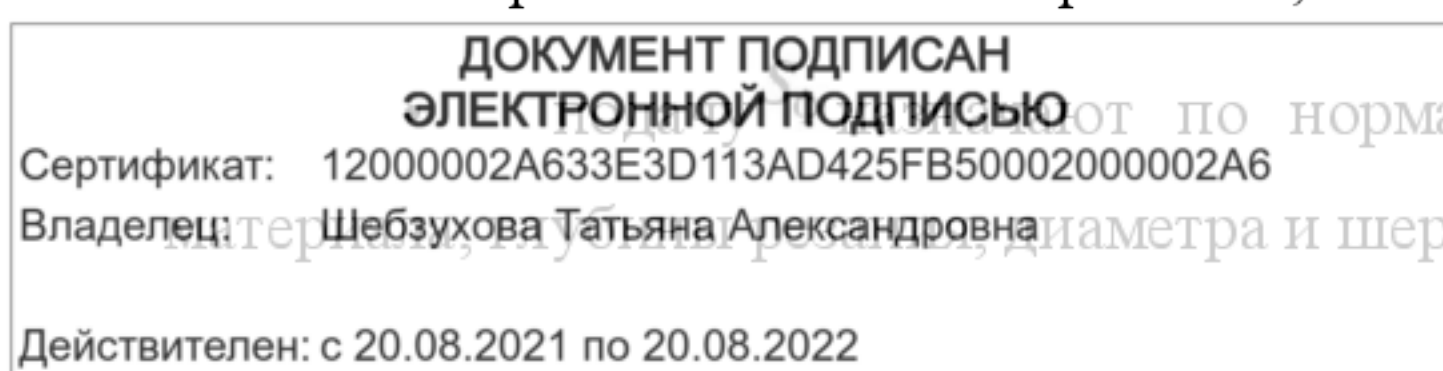
- по нормативам выбирают вспомогательное время на все переходы операции и определяют их сумму. При назначении этих составляющих учитывают, что на вспомогательные переходы берут время, связанное с установкой детали; на технологические переходы — вспомогательное время, связанное с переходом; на переходы, после которых необходимо производить замеры обрабатываемой поверхности, — время, связанное с замерами;

- определяют оперативное время $t_{оп}$ по формуле (10.3);
- определяют время, затрачиваемое на обслуживание рабочего места $t_{о.р.м}$ и личные потребности $t_{л.п}$, которое составляет 6... 7 % от оперативного времени $t_{оп}$;
- определяют штучное время $t_{шт}$ по формуле (10.2);
- принимают по нормативам подготовительно-заключительное время $t_{п-з}$;
- определяют штучно-калькуляционное время $t_{ш-к}$ по формуле (10.1).

Последовательность определения штучно-калькуляционного времени $t_{ш-к}$ для всех видов станочных работ одинаковая. Особенностью для каждого вида обработки является определение основного (машинного) времени.

Определение элементов технической нормы времени для токарных работ. В основе расчета основного времени t_o лежит обработка *наружной цилиндрической поверхности* (рис. 10.2,а), необходимые технологические параметры которой определяются с учетом следующих положений:

- глубину резания t выбирают в зависимости от припуска, шероховатости и точности обрабатываемой поверхности;



...по нормативам в зависимости от обрабатываемого материала, глубины резания, диаметра и шероховатости обрабатываемой поверхности;

$$v = \frac{C_v}{t^{X_v} S^{Y_v}} K_T K_M K_H K_\Phi,$$

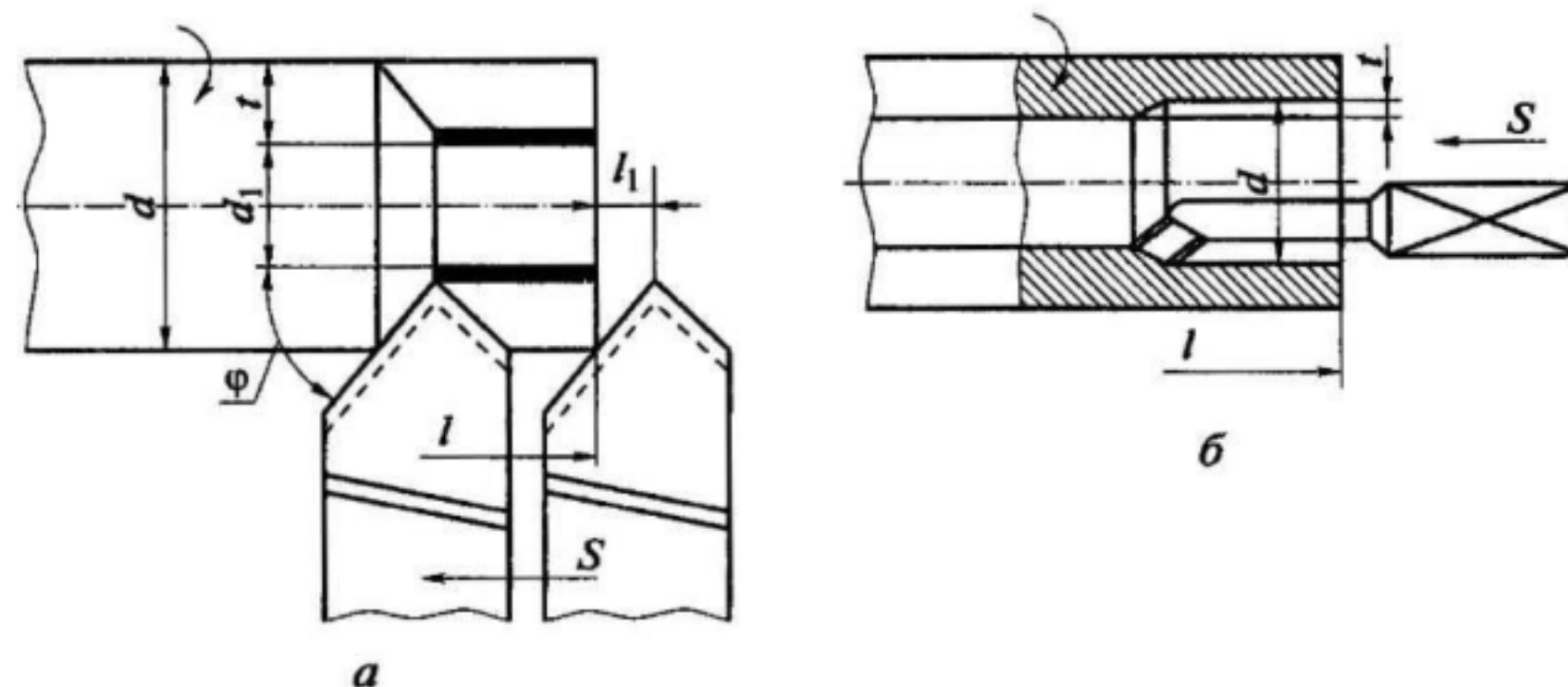


Рис. 10.2. Основные схемы резания при токарной обработке: а — обтачивание наружных поверхностей; б — растачивание отверстий

- скорость резания v , м/мин, назначают по нормативам или рассчитывают по формуле где C_v , X_v и Y_v — коэффициент и показатели степени, зависящие соответственно от механических свойств обрабатываемого материала, инструмента и условий работы, которые определяются по нормативам; t — глубина резания, мм; S — подача, мм/об; K_T — коэффициент, зависящий от стойкости резца; K_M , K_H и K_Φ — коэффициенты, определяемые соответственно механическими свойствами обрабатываемого материала, стойкостью режущей части инструмента и значением главного угла в плане резца; (Значения коэффициентов K_T , K_M , K_H и K_Φ принимают по нормативам.)
- силу резания P назначают по нормативам;
- основное время определяют для каждого перехода по формуле (10.5).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

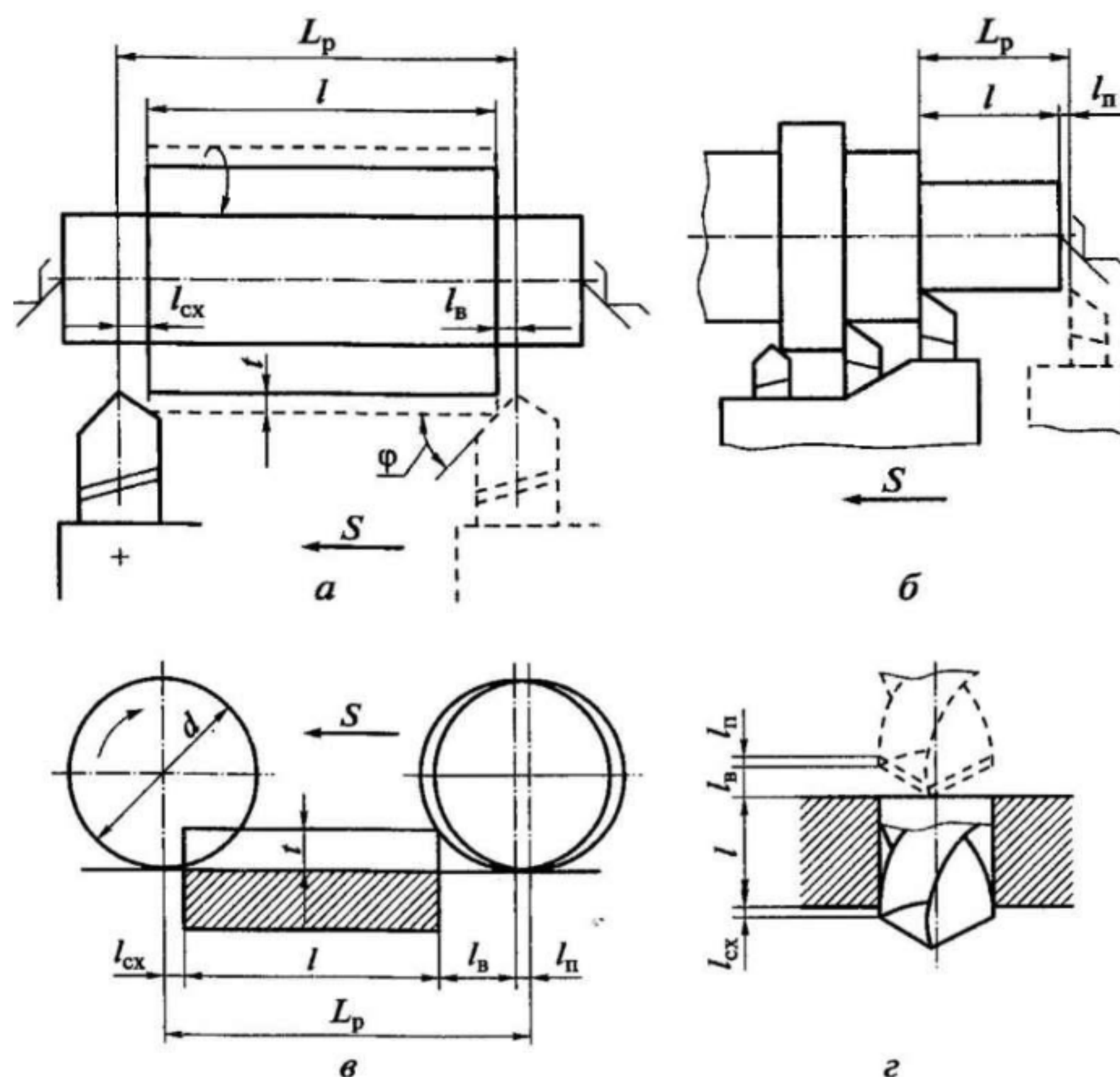


Рис. 10.3. Схемы определения расчетной длины обработки для продольного точения при ручном подводе инструмента (а) и при использовании многорезцового полуавтомата (б), для продольного фрезерования (в) и сверления (г)

Расчетную длину обработки L_p определяют по формуле (10.6). При ручном подводе инструмента (рис. 10.3, а) величина врезания и схода l_x равна сумме размера врезания инструмента l_b и размера схода инструмента l_{cx} . При автоматической обработке на многорезцовом полуавтомате (рис. 10.3, б) учитывают путь холостого подхода l_n инструмента к заготовке для облегчения его работы в начале резания. Значения l_b , l_{cx} и l_n принимают по нормативам или определяют расчетным способом.

Остальные параметры рассчитывают.

При *расточивании отверстий* (см. рис. 10.2, б) условия работы инструмента ухудшаются из-за повышенного нагрева (вследствие затруднительного подвода охлаждающей жидкости, увеличения деформации стружки и др.). Все расчеты производят, как для обтачивания наружных поверхностей с последующим введением поправочного коэффициента на скорость резания, который зависит от диаметра растачиваемого отверстия.

При *обтачивании торцовых поверхностей* расчет ведут так же, как и для обтачивания торцов. При *обтачивании торцов* длину обработки определяют для сплошной поверхности торца

$l = d/2$, а для кольцевой поверхности $l = d - d_1 / 2$. Так как при торцовой обработке по мере перемещения резца изменяется диаметр, то изменяется и скорость резания, что приводит к изменению стойкости инструмента. Для определения частоты вращения по скорости принимают средний диаметр обрабатываемой поверхности.

Отрезание детали и прорезание канавок производят отрезным резцом. Глубиной резания при этом является ширина отрезного резца, равная $b = 0,6\sqrt{d}$, где b — ширина режущей кромки резца, мм; d — диаметр отрезаемой детали, мм.

Нарезание внешней и внутренней резьбы производят резцами, заточенными по профилю создаваемой резьбы, за счет осуществления черновых и чистовых проходов общим числом около 10. При нарезании внутренней резьбы число проходов увеличивают на 25 %. Подачу определяют шагом нарезаемой резьбы. Скорость резания назначают по нормативам, как для обтачивания, а при нарезании внутренней резьбы ее снижают на 20 %. Частоту вращения определяют по формуле (10.4), основное время — по формуле (10.5) с увеличением его в два раза из-за времени, затрачиваемого на возврат инструмента в исходное положение.

Определение элементов технической нормы времени для фрезерных работ.

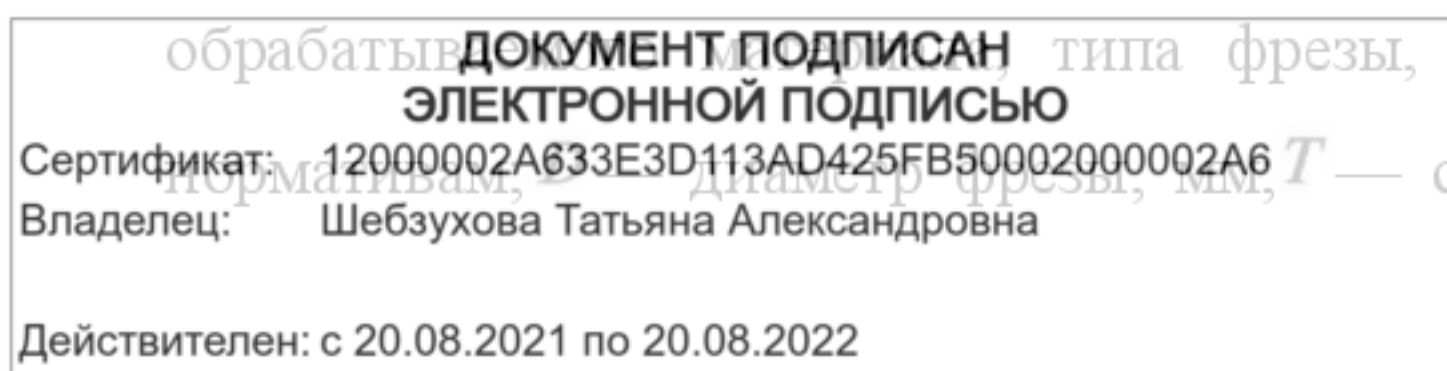
Фрезерные работы (рис. 10.4) нормируют с учетом следующих особенностей:

- глубину фрезерования t определяют как толщину металла, срезаемого за один проход инструмента;
- число рабочих ходов $i = h/t$, где h — припуск, мм; t — глубина фрезерования, мм;
- подачу на зуб S_z назначают по нормативам с учетом свойств обрабатываемого материала и его твердости, типа фрезы и ее материала, а для отдельных фрез в зависимости от глубины резания, ширины фрезерования и диаметра фрезы;
- минутная подача, мм/мин, $S_m = S_z z n_{\phi} = S_o n_{\phi}$, где S_z — подача на один зуб, мм/зуб; z — число зубьев фрезы; n_{ϕ} — фактическая частота вращения фрезы, мин^{-1} ; S_o — подача на один оборот фрезы, мм/об. После выполнения расчетов значение минутной подачи, S_m уточняют по паспортным данным станка;

- скорость резания, м/мин,
$$v = \frac{AD^{Z_v}}{T^m t^{X_v} S_z^{Y_v} B^{P_v} Z^{K_v}} K_m$$
, где A, Z_v, m, X_v, Y_v, P_v и K_v —

коэффициент и показатели степени, зависящие соответственно от механических свойств

обрабатываемого материала и типа фрезы, подачи на один зуб S_z и определяемые по нормативам, T — стойкость фрезы, мин; t — глубина резания,



мм; B — ширина фрезерования, мм; K_m — коэффициент, зависящий от механических свойств обрабатываемого материала;

- средняя ширина фрезерования, мм, $B = F/l$, где F — площадь фрезеруемой поверхности, мм²; l — длина фрезерования, мм.

Ширину фрезерования измеряют в направлении, параллельном оси фрезы, глубину — в перпендикулярном, а при обработке торцовыми фрезами, наоборот;

- частоту вращения фрезы n рассчитывают по формуле (10.4) и уточняют по паспорту станка;

- основное время, мин, $t_o = L_p i / S_m$.

При определении расчетной длины обработки L_p по формуле (10.6) величину l_x , связанную с врезанием и сходом фрезы (см. рис.10.3, **в**) определяют по выражению $l_x = l_b + l_{cx} + l_n$. Значения

l_b , l_{cx} и l_n принимают по нормативам или рассчитывают.

Величина врезания фрезы l_b , мм, зависит от вида фрезерования: при фрезеровании цилиндрической фрезой $l_b = \sqrt{Dt - t^2}$; при фрезеровании торцовой фрезой $l_b = 0,5(D - \sqrt{D^2 - B^2})$, где D — диаметр фрезы, мм; t — глубина резания, мм; B — ширина резания, мм.

Величина схода фрезы, мм, $l_{cx} = (0,03 \dots 0,05)D$.

Определение элементов технической нормы времени для сверлильных и расточных работ. **Указанные работы (рис. 10.5) нормируют с учетом следующих особенностей:**

- глубина резания, мм, при сверлении отверстий в сплошном материале $t = d/2$, а при обработке отверстий $t = (d - d_1)/2$, где d и d_1 — диаметры отверстия соответственно после и до обработки, мм.

При развертывании и зенковании конических отверстий глубину резания не определяют. При нарезании резьбы глубиной

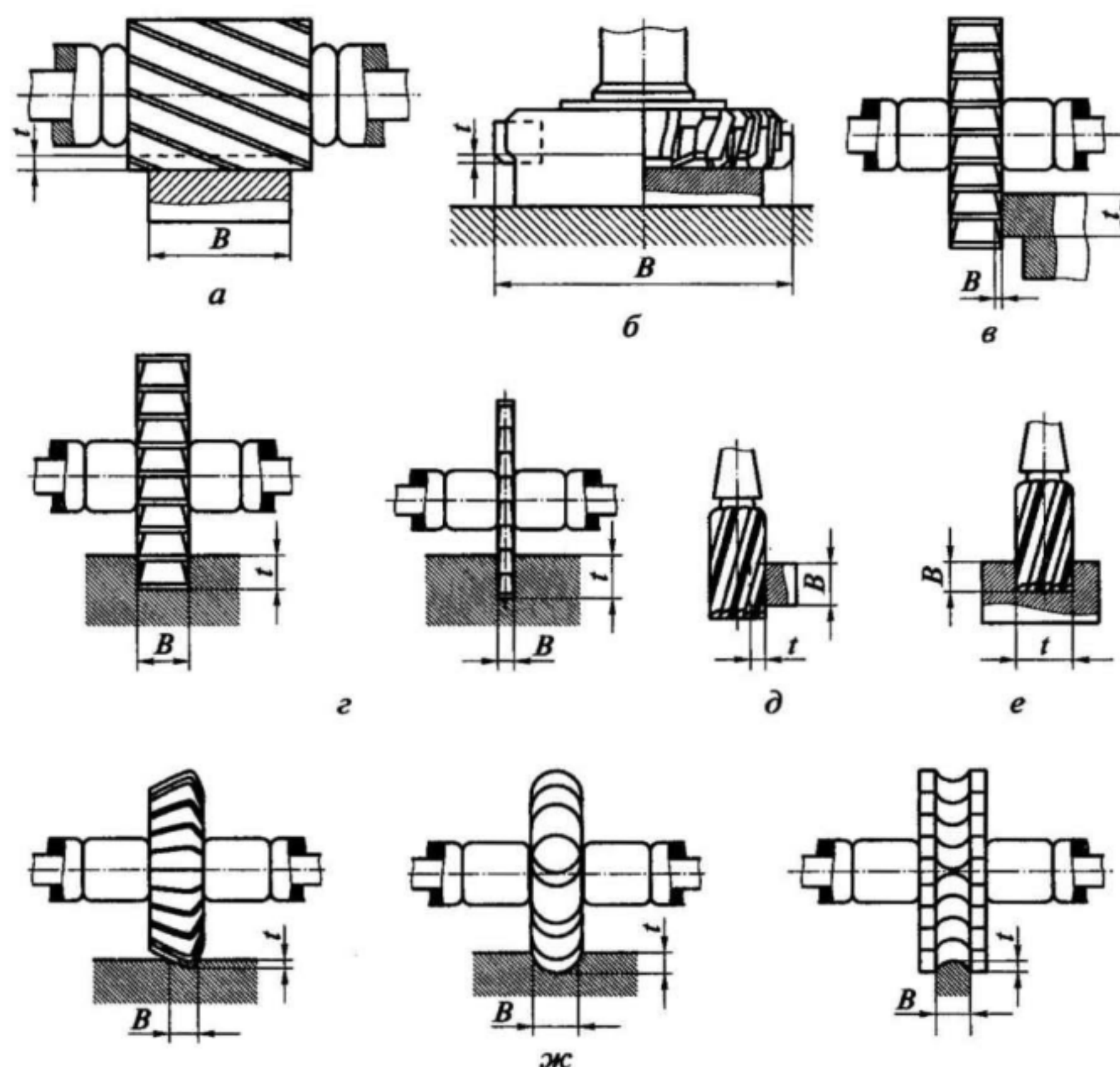


Рис. 10.4. Основные схемы резания при фрезерных работах:

а — обработка плоскости цилиндрической фрезой; б — обработка плоскости торцевой фрезой; в — обработка плоскости дисковой фрезой; г — фрезерование пазов дисковой фрезой; д — обработка плоскости концевой фрезой; е — фрезерование пазов концевой фрезой; ж — фрезерование фасонными фрезами

резания является длина резьбы. При цилиндрическом зенковании и цековании глубиной резания является ширина обработки. При расточных работах глубину резания составляет толщина снимаемого слоя за один проход инструмента;

- подачу S назначают по нормативам, а затем уточняют по данным станка S_{ϕ} . Она зависит от условий и вида обработки, обрабатываемого материала, диаметра и точности обработки, а также от отношения длины отверстия к диаметру;

- скорость резания, м/мин, определяют по следующим формулам:

$$v = \frac{C_v D^{Z_v}}{T^m S^{Y_v}} K_m K_i K_h;$$

при сверлении

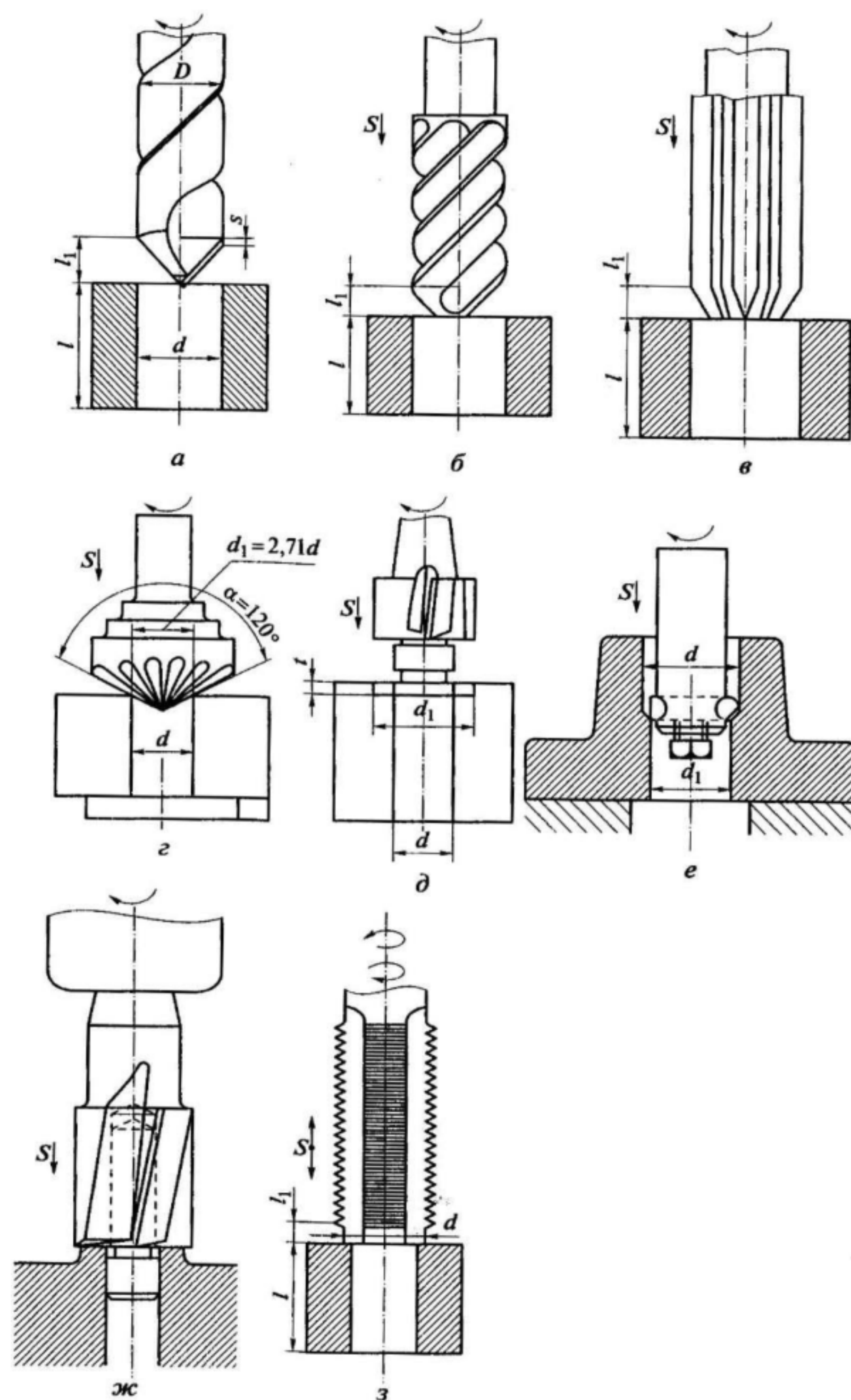


Рис. 10.5. Основные схемы резания при сверлильных и расточных работах: **а** — сверление; **б** — зенкерование; **в** — развертывание; **г** — зенкерование конической зенковкой; **д** — зенкерование цилиндрической зенковкой; **е** — растачивание отверстия резцом; **ж** — цекование поверхности; **з** — нарезание резьбы в отверстии

$$v = \frac{C_v D^{Z_v}}{T^m t^{X_v} S^{Y_v}} K_m K_n K_h,$$

где C_v , m , X_v , Y_v и Z_v —

коэффициенты, определяемые по нормативам; D — диаметр отверстия после обработки, мм; T — стойкость инструмента, мин; S — подача, мм/об; K_m , K_n и K_h —

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

коэффициенты, зависящие соответственно от механических свойств обрабатываемого материала, материала режущей части инструмента и глубины сверления и определяемые по нормативам;

- частоту вращения инструмента n рассчитывают по формуле (10.4) и уточняют по паспорту станка;
- основное время t_0 рассчитывают по формуле (10.5). При определении расчетной длины обработки L_p величину l_x , связанную с врезанием и перебегом инструмента, определяют по выражению

$l_x = l_b + l_{cx}$, где l_b — величина врезания инструмента, мм; l_{cx} — выход инструмента (при обработке сквозного отверстия $l_{cx} = 3S$), мм.

Величина врезания сверла, $l_b = 0,5d \operatorname{ctg} 0,5\varphi$, где d — диаметр сверла, мм; φ — угол заточки сверла, ...°;

Врезание зенкера и развертки, $l_b = 0,5(d - d_1) \operatorname{ctg}(90^\circ - \varphi)$, где d и d_1 — диаметры отверстий соответственно до и после обработки, мм; φ — угол наклона приемной части режущей грани,

Определение технической нормы времени для шлифовальных работ. В зависимости от вида шлифования нормирование работ имеет свои особенности.

Круглое наружное шлифование цилиндрических поверхностей (рис. 10.6, а) выполняют с продольной подачей $S_{пр}$ (изделие перемещается вдоль своей оси) и с поперечной подачей $S_{поп}$ (круг перемещается перпендикулярно детали). Поэтому при нормировании работ рассчитывают:

- глубину резания t (поперечную подачу $S_{поп}$) определяют на одинарный или двойной ход стола и назначают по нормативам в зависимости от диаметра и длины обработки, свойств материала, шероховатости поверхности;
- продольную подачу на один оборот детали, мм/об, определяют в долях ширины шлифовального круга по формуле $S_{пр} = \beta B$, где β — коэффициент продольных подач, определяющий долю ширины шлифовального круга и принимаемый по нормативам;

B — ширина круга, мм; скорость вращения детали рассчитывают по формуле $v_d =$

$$= \frac{C_v d^{K_m}}{T^m t^{X_v} \beta^{Y_v}}, \text{ где } C_v, K_m, m, X_v \text{ и } Y_v \text{ — коэффициент и показатели степени, зависящие}$$

- частоту вращения детали n_d рассчитывают по формуле (10.4) и уточняют по паспорту станка. Скорость вращения круга $v_{кр}$ принимают 30... 35 м/с. Частоту вращения круга $n_{кр}$ рассчитывают по формуле (10.4) и уточняют по паспорту станка. Характеристики шлифовального круга и его выбор производят по нормативам в зависимости от вида обработки, шероховатости, точности обработки, свойств обрабатываемого материала и скорости вращения круга;
- основное время при шлифовании с *продольной подачей* определяют по следующим формулам:

$$t_o = \frac{L_p Z}{n_d S_{пр} S_t} K;$$

при поперечной подаче на каждый ход стола

$$t_o = 2 \frac{L_p Z}{n_d S_{пр} S_t} K,$$

при поперечной подаче на двойной ход стола

где L_p — длина хода стола расчетная (или шлифовального круга), мм; Z — припуск на обработку на сторону, мм; n_d — частота вращения детали, мин^{-1} ; $S_{пр}$ — продольная подача на один оборот детали, мм/об; S_t — поперечная подача (глубина резания), мм; K — коэффициент, зависящий от точности шлифования и износа круга.

При этом длина хода стола (или шлифовального круга) L_p определяется следующим образом: при шлифовании с выходом круга в обе стороны $L_p = l + B$; при шлифовании с выходом круга

в одну сторону $L_p = l + B/2$; при шлифовании без выхода круга $L_p = l - B$, где l — длина обрабатываемой поверхности, мм; B — ширина круга, мм.

Основное время, мин, можно также определить через скорость вращения детали:

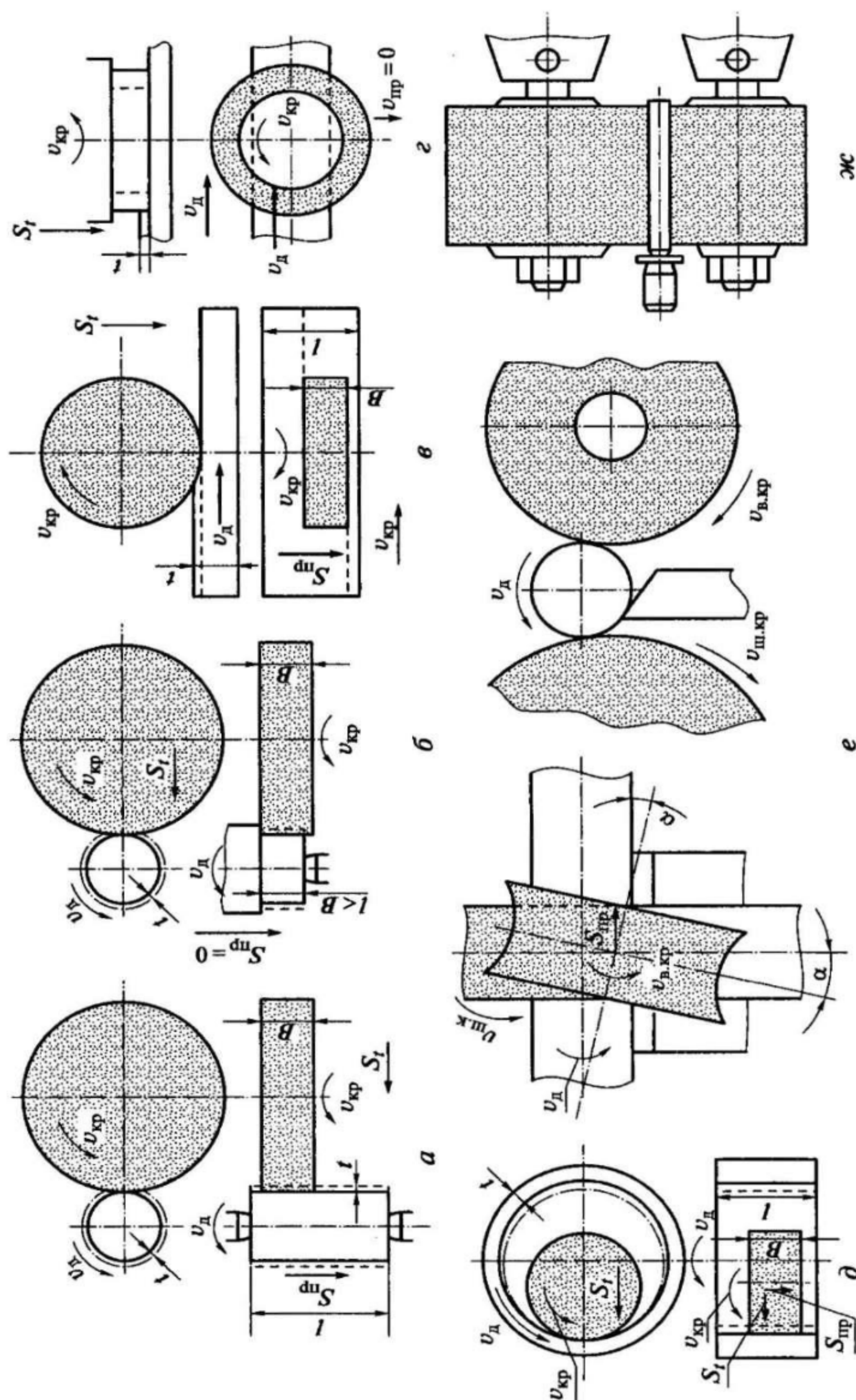
$$t_o = \frac{2\pi d L_p Z}{1000 v_d S_{пр} S_t} K,$$

где d — диаметр шлифуемой поверхности, мм; S_t — поперечная подача (глубина шлифования за один двойной ход стола), мм;

- основное время, мин, при шлифовании *методом врезания*

$$t_o = \frac{Z}{n_d S_t} K.$$

(только с поперечной подачей, см. рис. 10.6, б)



Плоское шлифование периферией (рис. 10.6, в) или торцом (рис. 10.6, г) круга выполняют на станках с прямоугольным или круглым столами. Последовательность определения режимов резания и норм времени при плоском шлифовании деталей остается прежней, однако имеются некоторые особенности:

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

- вертикальную подачу круга S_v , мм, назначают по нормативам в зависимости от обрабатываемого материала, ширины круга, припуска на обработку (на сторону), точности обработки, скорости круга и уточняют по паспорту станка;
- поперечную подачу круга $S_{п.п}$ (мм/дв. ход стола) определяют в долях ширины шлифовального круга;
- скорость вращения круга $v_{кр}$ принимают 30...35 м/с (при шлифовании периферией круга) и 25...30 м/с (при шлифовании торцом круга), а частоту вращения круга $n_{кр}$ рассчитывают по формуле (10.4);
- скорость движения стола (детали) $v_{ст}$ принимают по нормативам;
- характеристику и ширину шлифовального круга выбирают по нормативам с учетом материала, шероховатости, точности обработки, скорости вращения круга;
- основное время, мин, при шлифовании периферией круга на станках с *прямоугольным столом* определяют по следующим формулам:

$$t_o = \frac{HL_p z}{1000 v_d S_{п.п} S_t m};$$

при поперечной подаче на каждый ход стола

$$t_o = 2 \frac{HL_p z}{1000 v_d S_{п.п} S_t m} K,$$

поперечной подаче на двойной ход стола

где $H = B_d + B_{кр} + 5$ — значение поперечного хода круга, мм;

B_d — ширина шлифуемой поверхности, мм; $B_{кр}$ — ширина круга, мм; L_p — расчетная длина обработки, мм; z — припуск на обработку на сторону, мм; v_d — скорость движения детали (стола

$v_{ст}$), м/мин; $S_{п.п}$ — поперечная подача, мм/дв. ход; S_t — вертикальная подача круга (глубина шлифования); m — число деталей, одновременно шлифуемых на станке; K — коэффициент, зависящий от точности шлифования и износа круга;

- основное время, мин, при шлифовании торцом круга на станках с *прямоугольным столом* и вертикальным шпинделе

$$t_o = \frac{L_p Z}{1000 v_d S_t m} K,$$

где $L_p = l + D_{кр} + l_x$ — расчетная длина хода стола, мм; l —

длина шлифуемой поверхности, мм; $D_{кр}$ — диаметр круга, мм; l_x — значение перебега круга; K — коэффициент, зависящий от точности шлифования и износа круга.

Круглое внутреннее шлифование цилиндрических поверхностей (рис. 10.6, д).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

резания и норм времени при внутреннем
обработки наружных поверхностей, но при

- поперечную подачу круга S_r (глубину шлифования) на один двойной ход назначают по нормативам и уточняют по паспортным данным станка;
- продольную подачу, $S_{пр}$ определяют в долях ширины круга по формуле $S_{пр} = \beta B$, где β — коэффициент продольных подач;
- скорость вращения детали v_d рассчитывают как при круглом наружном шлифовании с учетом поправочного коэффициента на стойкость круга K_T . Значения величин, входящих в расчетную формулу, и коэффициента K_T определяют по нормативам;
- частоту вращения детали n_d рассчитывают по формуле (10.4) и уточняют по паспорту станка; скорость вращения круга $v_{кр}$ принимают 30... 35 м/с; частоту вращения круга $n_{кр}$ рассчитывают по формуле (10.4) и уточняют по паспорту станка; характеристику круга выбирают в зависимости от обрабатываемого материала, типа отверстия (сквозное, глухое), шероховатости, точности обработки и скорости вращения круга; размеры круга выбирают в зависимости от диаметра обрабатываемого отверстия, длины шлифования и в соответствии с паспортными данными станка;
- основное время t_o при шлифовании методом продольной подачи определяют как при круглом наружном шлифовании.

Основное время можно определить через скорость вращения детали или через скорость продольного хода стола $t_o = \frac{2L_p Z \mu}{1000 v_{ст} S_r} K$, где $v_{ст}$ — скорость продольного хода стола, м/мин; μ — поправочный коэффициент на реверсирование стола; $S_{поп}$ — поперечная подача (глубина шлифования за один двойной ход стола), мм. Все указанные значения определяют по нормативам.

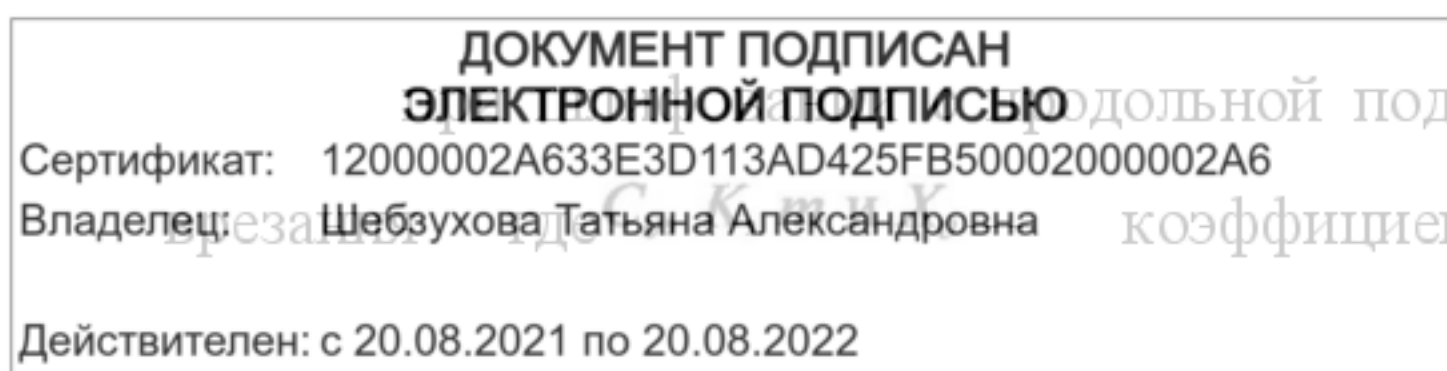
Бесцентровое шлифование производят с продольной подачей (рис. 10.6, *е*) при сквозной обработке гладких наружных поверхностей или способом врезания (рис. 10.6, *ж*) при обработке наружных поверхностей деталей с выступами и буртиками.

Последовательность расчета режимов резания и норм времени следующая:

- удвоенную глубину шлифования $2t$ и угол поворота ведущего круга α при обработке с продольной подачей находят по нормативам;
- скорость вращения детали v_d , м/мин, определяют по следующим формулам:

$$v_d = \frac{C_v d^K}{T^m (2t)^{X_v}},$$

$$v_d = \frac{C_v d^K}{T^m 2t S_o};$$



при шлифовании способом врезания $S_{пр}$ — коэффициент и показатели степени, зависящие

соответственно от состояния обрабатываемой стали, характеристик круга, способа шлифования и определяемые по нормативам; d — диаметр шлифуемой поверхности, мм; T — стойкость круга, мин; t — глубина шлифования, мм; S_o — подача на оборот детали, мм/об;

- частоту вращения детали n_d рассчитывают по формуле (10.4) и уточняют по характеристикам станка;

- частота вращения ведущего круга, мин^{-1} , $n_{в.кр} = \frac{1000v_d}{\pi D_{в.кр} \eta}$, где $D_{в.кр}$ — диаметр ведущего круга, мм; η — коэффициент на проскальзывание между деталью и ведущим кругом, $\eta = 0,90 \dots 0,95$;

- основное время t_o , мин, определяют по следующим формулам: при

шлифовании с продольной подачей $t_o = \frac{l+B}{S_{пр}} i K$, где l — длина шлифуемой поверхности, мм; B — ширина круга, мм;

$S_{пр} = \pi D_{в.кр} n_{в.кр} \sin \alpha \eta$ — продольная подача, мм/мин; α — угол поворота ведущего круга, град.); $i = h/(2t)$ — число проходов, осуществляемых без изменения режимов резания; h — припуск на шлифование на диаметр, мм; K — коэффициент, зависящий от износа круга; при шлифовании способом врезания

где h — припуск на шлифование на сторону, мм; S — радиальная подача, мм/об; n' — частота вращения детали без подачи, мин^{-1} , $n' = 12 \text{ мин}^{-1}$.

Определение элементов технической нормы времени при хонинговании.

Особенности нормирования работ при хонинговании отверстий (рис. 10.7) абразивным инструментом следующие:

- величину припуска ZH на каждый переход и скорость вращения головки назначают в зависимости от точности формы и шероховатости рабочей поверхности;

- длина брусков $l_6 = (0,33 \dots 0,75) l_x$, где l_x — длина хонингования, мм;

- выход, мм, брусков за торцы обрабатываемой поверхности

$$y = (0,2 \dots 0,4) l_6;$$

- длина, мм, рабочего хода бруска $l_p = l_x + 2y - l_6$;

- частоту вращения хонинговальной головки n_{ϕ} рассчитывают по формуле (10.4) и уточняют по паспортным данным станка;

- скорость возвратно-поступательного движения и $v_{в-п}$ хонинговальной головки

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

портным данным станка;

- частота двойных ходов головки хона $n_{д.х} = 1000v_{в-п}/(2L_p)$;

- давление брусков P , МПа, назначают по нормативам;
- усилие пружины, Н, разжима брусков $P = pl_6 Bz_6 \operatorname{tg}(\varphi + \theta)$,

где l_6 — длина брусков, см; B — ширина брусков, см; z_6 — число брусков; φ — угол конуса разжима, θ — угол трения,

$$t_o = \frac{d}{n_{в.кр} D_{в.кр} \eta} \left(\frac{h}{S} + n' \right),$$

- основное время $t_o = n_{п}/n_{д.х}$, где $n_{п}$ — полное число двойных ходов хона для снятия припуска; $n_{д.х}$ — частота двойных ходов головки в минуту.

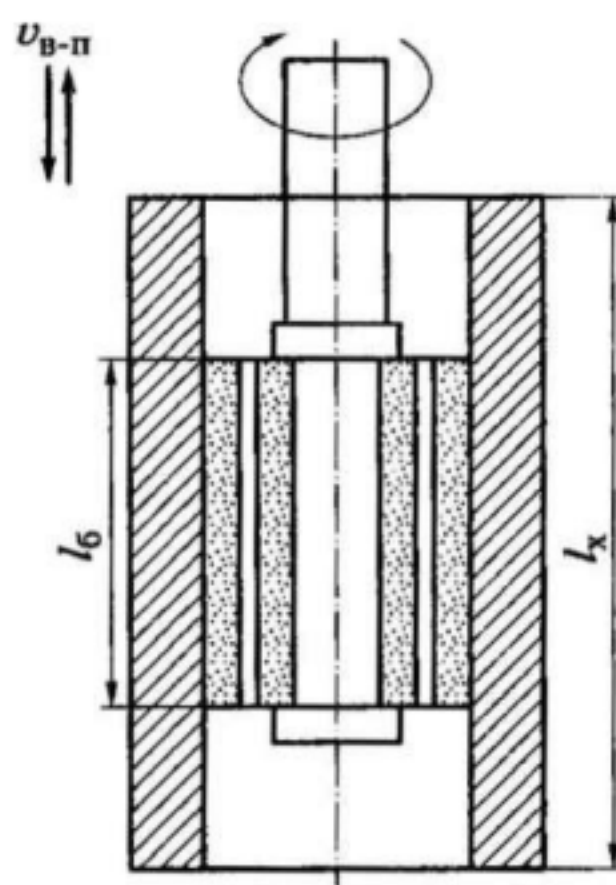


Рис. 10.7. Схема процесса хонингования

Полное число двойных ходов хона $n_{п} = Z/b$, где Z — припуск на диаметр, мм; b — толщина слоя металла, снимаемая за двойной ход головки, мм.

9.4. Нормирование слесарных и сборочно-разборочных работ

Нормирование слесарных работ. Методика определения штучно-калькуляционного времени в основном аналогична определению этого времени для станочных работ. Трудности нормирования этих работ заключаются в том, что основные и вспомогательные работы тесно взаимосвязаны. Поэтому при нормировании основное и вспомогательное время находят совместно в виде неполного оперативного времени, равного сумме основного и части вспомогательного времени, связанного с переходом. Вспомогательное время на установку заготовки и замеры определяют отдельно по нормативам.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	назначают на единицу обрабатываемой поверхности (площадь обработки, число воз- действий, число отверстий, длина сварки и
--	---

др.) в виде неполного оперативного времени и сводят в таблицы на каждый вид работ (резка ножовками, рубка зубилом, опилование, сверление и др.).

Нормативы неполного оперативного времени на комплекс приемов слесарных работ назначают для определенных условий. Всякие отклонения от этих условий учитываются поправочными коэффициентами.

Подготовительно-заключительное время принимают для партии деталей в укрупненном виде на комплекс приемов выполняемой работы также по нормативам.

Норма штучного времени $t_{шт} = (t_{вы} + t'_{оп})(1 + K/100)$, где $t'_{оп}$ — неполное оперативное время, мин; K — коэффициент, учитывающий время $t_{орм}$ и $t_{л.п}$ (принимается равным 6...8 % от времени $t_{оп}$ в зависимости от характера работы).

Неполное оперативное время $t'_{оп} = \sum T'_{оп} Q k$, где $T'_{оп}$ — удельное неполное оперативное время комплекса приемов работ на единицу параметра, определяемое для каждого вида работ по нормативам в зависимости от специфики обработки, мин; Q — значение основного параметра выполняемой работы; k — общий поправочный коэффициент, учитывающий конкретные условия обработки.

Прочие виды слесарных работ нормируются аналогично.

Нормирование сборочно-разборочных работ. Эти работы включают в себя операции, комплексы приемов и отдельные приемы, в основе которых лежат сборочные единицы.

При нормировании за основу принимают первичную сборочную единицу, образуемую при соединении только двух деталей, для которых и назначают по нормативам неполное оперативное время. Нормативы установлены для каждого вида сборочно-разборочных работ (завертывание гаек, болтов и шпилек; запрессовка подшипников качения; промывка или обтирка деталей перед сборкой и др.).

Вспомогательное время $t_{в}$ включает в себя время на установку, крепление изделия в тисках, изменение его положения при работе и снятие изделия $t_{в.у}$, а также время на контрольные замеры $t_{в.з}$.

9.5. Нормирование сварочных, гальванических и окрасочных работ

Техническое нормирование сварочных, гальванических и окрасочных работ существенно отличается от ранее рассмотренных процессов.

Нормирование сварочных и наплавочных работ. При изготовлении и

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ВОССТАНОВЛЕН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: ЗОВ Шибзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

меняются следующие виды сварки и наплавки: ручная дуговая сварка в среде флюса, в среде защитных газов и др.

Оперативное время, мин, на *ручные* работы определяют по формуле $t_{оп} = t_{в.у} + (t_o + t_{в.п})L$, где $t_{оп}$ — оперативное время на одно

изделие, мин; $t_{в.у}$ — вспомогательное время на установку, повороты и снятие детали вручную, принимаемое по нормативам, мин; t_o — основное время, в течение которого происходит разогрев и плавление основного и присадочного металлов для образования одного метра сварного шва, мин; $t_{в.п}$ — вспомогательное время, связанное с переходом (с длиной свариваемого шва на один метр шва), мин; L — длина шва или валика, м.

Вспомогательное время, мин, связанное с переходом, определяют по формуле $t_{в.п} = t'_{в.п} + t''_{в.п}$, где $t'_{в.п}$ — время на осмотр и очистку свариваемых кромок и на осмотр, очистку и измерение 1 м сварного шва, принимаемое по справочнику, мин; $t''_{в.п}$ — время, необходимое на смену присадочного прутка, определяемое исходя из объема наплавленного металла, мин.

Основное время, мин, для газосварочных работ зависит от толщины металла, вида соединения, подготовки свариваемых кромок, режима, вида сварки. Для сварки одного метра шва $t_o =$

$= F\gamma/\alpha_n + t_{ол}n_p$, где F — площадь поперечного сечения шва или валика, см^2 ; γ — плотность наплавленного металла, г/см^3 ; α_n — коэффициент наплавки или минутный расход присадочной проволоки, принимаемый по нормативам, г/мин ; $t_{ол}$ — основное время на разогрев кромок, принимаемое по нормативам, мин; n_p — число разогревов, определяемое количеством отдельных участков сварки и длиной сварочного шва.

Основное время, мин/м, при электродуговой сварке затрачивается на образование сварного шва, т.е. это время непосредственного горения дуги. Для сварки одного метра шва $t_o = 60F\gamma/$

$(\alpha_n I)$, где α_n — коэффициент наплавки, зависящий от типа электродов и их покрытия и принимаемый по нормативам, г/(Ач) ;

I — сила сварочного тока, зависящая от диаметра электрода, который выбирают по толщине свариваемого металла с учетом способа и размеров разделки кромок под сварку согласно нормативам, А.

Вспомогательное время $t_{в.у}$ определяют по нормативам, время обслуживания рабочего места $t_{орм}$ и время на личные потребности $t_{л.п}$ составляет 11... 15 % от времени $t_{оп}$,

отнесенное к детали, равно 2... 4 % от времени $t_{оп}$, определяют по формуле (10.1).

Основное время, мин, для автоматической сварки и наплавки определяют по следующим формулам: для сварки и наплавки тел вращения $t_o = Li/(nS)$; для сварки и наплавки продольным способом шлицов и пазов $t_o = Li/v_n$, где L — длина наплавки, мм; i — число слоев наплавки; n — частота вращения детали, мин^{-1} ; S — шаг наплавки (подача), мм/об; v_n — скорость наплавки, м/мин.

Скорость, м/мин, сварки и наплавки $v_n = \frac{0,785dv_{np}}{tS} k_1 k_2$, где d — диаметр электродной проволоки, мм; v_{np} — скорость подачи проволоки, м/мин; t — толщина наплавленного слоя, мм; S — шаг наплавки (подача), ориентировочно равный $(1,2 \dots 2)d$, мм/об; k_1 и k_2 — коэффициенты соответственно перехода металла на поверхность и неполноты наплавленного слоя, определяемые по нормативам.

Скорость, м/мин, подачи проволоки $v_{np} = D_{с.т} \alpha_n / (60\gamma)$, где $D_{с.т}$ — плотность сварочного тока, принимаемая по нормативам, А/мм^2 ;

α_n — коэффициент наплавки, принимаемый по нормативам, $\text{г/(А} \cdot \text{ч)}$; γ — плотность наплавленного металла, принимаемая равной плотности расплавляемого металла, $\text{г/см}^3 \cdot \text{мин}^{-1}$

Частота вращения, мин^{-1} , детали $n = 1000v_n/(\pi d)$, где v_n — скорость наплавки, м/мин; d — диаметр наплавленной поверхности, мм.

Нормирование гальванических работ. Особенности этих работ являются длительность основного времени, при котором происходит осаждение наращиваемого металла и большое число вспомогательных работ перед загрузкой и после выгрузки деталей из ванны. Поэтому вспомогательное время при этих работах подразделяют на перекрываемое и неперекрываемое.

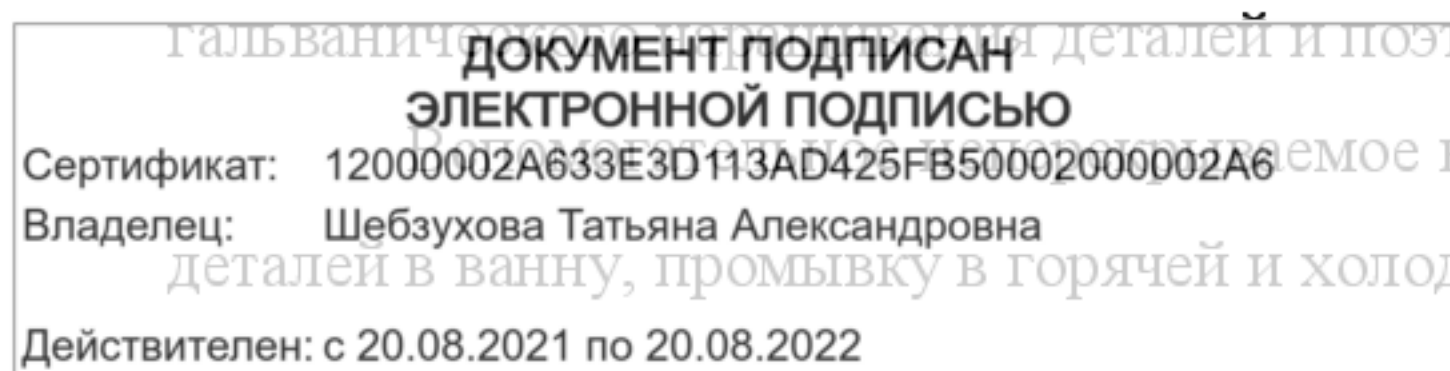
Основным временем, мин, при гальванических процессах является время выдержки детали в ванне, в течение которого на поверхности осаждается металлическое покрытие: $t_o = 6 \cdot 10^4 h \gamma / (D_k \eta)$, где h — толщина наносимого слоя на сторону, мм; γ — плотность металла покрытия, г/см^3 ; D_k — плотность тока на катоде, А/дм^2 ; c — электрохимический эквивалент, $\text{г/(А} \cdot \text{ч)}$; η — выход металла по току, %.

Для расчета основного времени используют нормативные данные.

Вспомогательное перекрываемое время затрачивается на подготовку деталей к покрытию и на обработку после покрытия. Эти работы выполняются в процессе

гальванического покрытия деталей и поэтому в норму времени не входят.

Вспомогательное неперекрываемое время включает в себя время на навешивание деталей в ванну, промывку в горячей и холодной воде, извлечение деталей из ванны и т.п.



В это время гальванический процесс не осуществляется. Вспомогательное неперекрываемое время включают в норму штучно-калькуляционного времени.

Штучно-калькуляционное время при обслуживании одной

ванны $t_{ш-к} = \frac{t_o + t'_в}{n_d K_{и}} K$, где $t'_в$ — вспомогательное неперекрываемое время на одну загрузку деталей в ванну, мин; n_d — число деталей на одну загрузку в ванну (зависит от размеров и формы деталей); $K_{и}$ — коэффициент использования ванны за смену; K — коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное и дополнительное время.

Нормирование окрасочных работ. Техническую норму штучно-калькуляционного времени $t_{ш-к}$ на операцию определяют по формуле (10.1), подготовительно-заключительное время $t_{п-з}$ при окраске распылителями принимают равным 15... 20 мин на партию изделий. Норму штучного времени, мин, определяют на основе нормативов неполного оперативного времени $t'_{оп}$ на 100 м^2 площади окрашиваемой поверхности: $t_{шт} = t'_{оп} F K_{\Sigma} + t_{в.у} + t_d$, где $t'_{оп}$ — неполное оперативное время на окраску 100 м^2 площади поверхности, принимаемое по нормативам, мин; F — площадь обрабатываемой поверхности окрашиваемого изделия, м^2 ; K — коэффициент, учитывающий форму изделия; t_d — дополнительное время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности рабочего, принимаемое равным 8... 14 % от оперативного времени $t_{оп}$.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Перечень основной литературы

1. Синельников, А. Ф. Основы технологии производства и ремонт автомобилей : учеб.пособие / А.Ф. Синельников. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2013. - 320 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование.Транспорт). - На учебнике гриф: Доп.УМО. - Библиогр.: с. 316. - ISBN 978-5-7695-9762-6

Перечень дополнительной литературы:

1. Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов / сост. Н.И. Ющенко, А.С. Волчкова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь : СКФУ, 2015. – 331 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458199>. – Библиогр. в кн. – Текст : электронный

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по организации самостоятельной работы
по дисциплине «**Основы технологии производства и ремонта автомобилей**»
для студентов направления подготовки /специальности

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск, 2022

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

Введение	108
1. Общая характеристика самостоятельной работы студента	109
2. План - график выполнения самостоятельной работы	110
3. Методические рекомендации по изучению теоретического материала	110
3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы	110
3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям	111
4. Методические указания	111
5. Методические указания по подготовке к экзамену	111
Список рекомендуемой литературы	112

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Методические указания и задания для выполнения самостоятельной работы студентами по дисциплине «Основы технологии производства и ремонта автомобилей» по направлению подготовки бакалавров: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Методическое пособие содержит весь необходимый материал для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Основы технологии производства и ремонта автомобилей».

В данном методическом пособии приведены темы и вопросы для самостоятельного изучения.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1.Общая характеристика самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, выполняемый учащимся без непосредственного контакта с преподавателем или управляемый преподавателем опосредовано через специальные учебные материалы; неотъемлемое обязательное звено процесса обучения, предусматривающее прежде всего индивидуальную работу учащихся в соответствии с установкой преподавателя или учебника, программы обучения.

На современном этапе самостоятельную работу студента следует разделить на работу с бумажными источниками информации, т.е. учебниками, методическими пособиями, монографиями, журналами и т.д. и электронными источниками информации, т.е. доступ к электронным ресурсам через Интернет.

Сегодня самостоятельную работу студента невозможно представить без использования информационной сети – Интернет. Необходимость использования Интернета возникает не только при подготовке к практическим и семинарским занятиям, но, в большей степени, при написании различных исследовательских и творческих работ. Многие современные монографии, периодические журналы изданы только в электронном виде и с ними можно познакомиться только в Интернете.

Цели и задачи самостоятельной работы: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Наименование компетенции		
Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 готовность к руководству выполнением работ по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств и их компонентов	ИД-1 _{ПК-1} Владеет методами организации работ по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств и их компонентов в соответствии с требованиями организаций изготовителей	Готовность к руководству выполнением работ по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств и их компонентов
	ИД-2 _{ПК-1} Определяет рациональные методы рационального обеспечения процесса технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств и их	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

2. План - график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр					
ПК-1	Самостоятельное изучение литературы по темам № 1-4	Собеседование	38,88	4,32	43,2
ПК-1	Подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт (письменный)	1,62	0,18	1,8
Итого за 5 семестр			40,5	4,5	45
3 семестр					
ПК-1	Самостоятельное изучение литературы по темам № 5-8	Собеседование	57,105	6,345	63,45
ПК-1	Подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт (письменный)	1,62	0,18	1,8
Итого за 3 семестр			58,725	6,525	65,25
Итого			99,225	11,025	110,25

3. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы

Изучать учебную дисциплину «Основы технологии производства и ремонта автомобилей» рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них в программе дисциплины. При теоретическом изучении дисциплины студент должен пользоваться соответствующей литературой. Примерный перечень литературы приведен в рабочей программе

Для более полного освоения учебного материала студентам читаются лекции по важнейшим разделам и темам учебной дисциплины. На лекциях излагаются и детально рассматриваются наиболее важные вопросы, составляющие теоретический и практический фундамент дисциплины.

Итоговый продукт: конспект лекций

Средства и технологии оценки: Собеседование

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Темы для самостоятельного изучения:

1. Автомобиль как сложная техническая система.
2. Старение и надежность автомобилей.
3. Организационно-технологические основы
4. производства автомобилей.
5. Базирование деталей.
6. Точность обработки.
7. Качество поверхности.
8. Заготовки и припуски на механическую обработку.
9. Проектирование технологических процессов производства.

3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям

Итоговый продукт: отчет по лабораторной работе

Средства и технологии оценки: защита отчета

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно, если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине

4. Методические указания

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы технологии производства и ремонта автомобилей», направления подготовки 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

5. Методические указания по подготовке к экзамену

Процедура проведения **экзамена** осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются три вопроса (один вопрос для проверки знаний и два вопроса для проверки умений и навыков студента).

Для подготовки по билету отводится 30 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования справочными таблицами

При проверке лабораторного задания, оцениваются:

- знание параметра;
- последовательность и рациональность выполнения.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Синельников, А. Ф. Основы технологии производства и ремонт автомобилей : учеб.пособие / А.Ф. Синельников. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2013. - 320 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование.Транспорт). - На учебнике гриф: Доп.УМО. - Библиогр.: с. 316. - ISBN 978-5-7695-9762-6

Перечень дополнительной литературы:

1. Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов / сост. Н.И. Ющенко, А.С. Волчкова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь : СКФУ, 2015. – 331 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458199>. – Библиогр. в кн. – Текст : электронный

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022