

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Технология сельскохозяйственного машиностроения

Направление подготовки (специальность) 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль образовательной программы Технический сервис в АПК

Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	3
1.1 Лекция №1 Выбор заготовок и методов их изготовления.....	3
1.2 Лекция №2 Расчет операционных припусков.....	7
1.3 Лекция №3 Расчет операционных режимов резания.....	12
1.4 Лекция №4 Систематические и случайные погрешности механической обработки	18
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ	23
2.1 Лабораторная работа №ЛР-1 Составление схем технологических процессов изготовления типовых деталей (валы, зубчатые колеса, корпусные детали).....	23
2.2 Лабораторная работа №ЛР-2 Определение типа производства по исходным данным.....	25
2.3 Лабораторная работа №ЛР-3 Выбор исходных заготовок.....	26
2.4 Лабораторная работа №ЛР-4 Расчет операционных припусков.....	32
2.5 Лабораторная работа №ЛР-5 Определение норм времени при работе на металлорежущих станках.....	41
2.6 Лабораторная работа №ЛР-6 Определение жесткости токарного станка.....	43
2.7 Лабораторная работа №ЛР-7 Составление технологических схем сборки изделий сельскохозяйственного машиностроения.....	47
2.8 Лабораторная работа №ЛР-8 Расчет технико-экономических показателей технологического процесса(коэффициент загрузки станка, коэффициент использования оборудования по основному времени и др.....	49

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция №1 (2часа).

Тема: «Выбор заготовок и методов их изготовления»

1.1.1 Вопросы лекции

1.1 Выбор исходной заготовки и методов её изготовления

1.2 Виды заготовок: отливки, поковки, штамповки, сортовой металл.пластмассы

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1.1 Выбор исходной заготовки и методов её изготовления

При выборе заготовки необходимо решить следующие вопросы:

- установить способ получения заготовки;
- рассчитать припуски на обработку каждой поверхности;
- рассчитать размеры и указать допуски на заготовку;
- разработать чертеж заготовки.

Основными видами заготовок для деталей являются заготовки, полученные:

- литьем;
- обработкой давлением;
- резкой сортового и профильного проката;
- комбинированными методами;
- специальными методами.

Краткие характеристики основных методов получения заготовок представлены в табл. 1.11 и 1.12.

Согласно ГОСТ 26645-85 точность отливки характеризуется четырьмя показателями:

- классом размерной точности (22 класса);
- степенью коробления (11 степеней);
- степенью точности поверхностей (22 степени);
- классом точности массы (22 класса). Обязательному применению подлежат классы размерной точности и точности массы отливок.

Стандартом предусмотрено 18 рядов припуска отливок. В технических требованиях чертежа отливки должны быть указаны нормы точности отливки в следующем порядке:

- класс размерной точности;
- степень коробления;
- степень точности поверхностей;
- класс точности массы;

— допуск смещения отливки.

Пример условного обозначения точности отливки 8-го класса размерной точности, 5-й степени коробления, 4-й степени точности поверхностей, 7-го класса точности массы с допуском смещения 0.8 мм:

Точность отливки 8-5-4-7 См 0.8 ГОСТ 26645-85.

Допускается указывать сокращенную номенклатуру норм точности отливки, при этом указание классов размерной точности и массы отливки является обязательным; ненормируемые показатели точности заменяют нулями, а обозначение смещения опускают.

Точность отливки 8-0-0-7 ГОСТ 26645-85.

В технических требованиях чертежа отливки должны быть указаны в нижеприведенном порядке значения номинальных масс детали, припусков на обработку, технологических напусков и массы отливки.

Пример обозначения номинальных масс, равных для детали — 20.35 кг, для припусков на обработку — 3.15 кг, для технологических напусков — 1.35 кг, для отливки — 24.85 кг:

Масса 20.35-3.15-1.35-24.85 ГОСТ 26645-85.

Для необрабатываемых отливок или при отсутствии напусков соответствующие величины обозначают "0". Например:

Масса 20.35-0-0-20.35 ГОСТ 26645-85.

3.2 Виды заготовок: отливки, поковки, штамповки, сортовой металл, пластмассы

Отливки служат заготовками для фасонных деталей. Из чугуна отливают картеры, коробки, корпуса подшипников, кронштейны, маховики, шкивы, фланцы и т. п. При более высоких требованиях к механическим свойствам деталей аналогичные отливки выполняют из стали. Из алюминиевых сплавов отливают блоки Цилиндров, картеры, коробки, поршни.

Основные способы получения отливок: отливка в песчано-глинистые формы, отливка в оболочковые формы, отливка в металлические формы (кокили), литье под давлением, центробежное литье, литье по выплавляемым моделям.

Отливка в песчано-глинистые формы по деревянным моделям с ручной формовкой — наиболее простой и универсальный метод. К его недостаткам относятся: невысокая точность отливок, плохое качество поверхности, низкая производительность, большие отходы. Применение металлических моделей и машинной формовки увеличивает точность отливок.

Допуски на чугунные и стальные заготовки, отливаемые в песчаные формы, регламентируются ГОСТ 26645—85 «Отливки из металлов и сплавов». Согласно ГОСТу отливки разделяют на 22 класса точности (1...16 и 6 цифр с буквой «т») размеров и масс и 6 классов (1...6) рядов припусков.

Эти ряды классов точности и припусков охватывают основные способы литья: под давлением в механические формы, в керамические формы и по выплавляемым моделям, в кокиль, центробежное, в сырые и сухие песчано-глинистые формы.

Литье в песчаные формы — наиболее универсальный способ в отношении литейных материалов, а также масс и габаритов отливок. Другие способы литья (литье небольших деталей из цветных сплавов под давлением в металлические формы, литье по выплавляемым моделям) значительно удорожают стоимость отливок, хотя позволяют получать отливки с минимальными припусками на механическую обработку.

Для отливок из чугуна в песчано-глинистые формы с наибольшим габаритным размером 400...630 мм рекомендуется применять класс точности размеров и масс 7т—12, что соответствует допуску на размер отливки в пределах от $\pm 0,7$ до $\pm 4,5$ мм соответственно.

Припуски на механическую обработку отливок из цветных металлов, серого и ковкого чугуна, углеродистой стали регламентируются также ГОСТ 26645—85.

Отверстия в отливках выполняют при диаметре более 20 мм при массовом, 30 мм при серийном и 50 мм при единичном производствах.

Отливка в оболочковые формы — метод получения точных и качественных мелких и средних отливок (до 150 кг) из чугуна и стали. Точность отливки — до 0,2 мм на 100 мм длины. Отливки в оболочковые формы в некоторых случаях заменяют поковки для таких ответственных деталей, как, например, коленчатые валы автомобилей. Этот способ целесообразно применять в серийном и массовом производствах.

Отливка в металлические формы (кокили) обеспечивает получение отливок массой до 7 т со сравнительно высокой точностью и большой производительностью. Допускаемые отклонения по размерам заготовок из чугуна, отлитых в металлические формы, для номинальных размеров 63... 100 мм бывают в пределах $\pm 0,22$... $\pm 1,4$ мм, а припуск на сторону равен 0,8...2,8 мм (в зависимости от класса точности размеров отливок).

Литье под давлением применяют для получения мелких отливок из цветных сплавов при крупномасштабном производстве. Отливки выполняют с точностью 9... 11 квалитетов.

Центробежное литье применяют в основном для получения заготовок, имеющих форму тел вращения (цилиндров, стаканов, колец), путем заливки металла во

вращающиеся металлические формы. Отливки получаются качественные, с плотной структурой.

Отливку по выплавляемым моделям применяют для получения мелких отливок сложной конфигурации. Она обеспечивает высокую точность и высокий класс шероховатости поверхности (4...6-й классы). Поверхности отлитых деталей либо совсем не обрабатывают, либо только шлифуют.

Поковки и штампованные заготовки — основной вид заготовок для изготовления ответственных деталей из стали и некоторых цветных сплавов, так как они обладают повышенными механическими свойствами по сравнению с отливками. Получение заготовки методомковки применяют в основном в условиях индивидуального или мелкосерийного производства, когда экономически нецелесообразно изготавливать дорогие штампы.

Заготовки ответственных крупных деталей также изготавливают методомковки. Припуски и допуски на поковки, изготавливаемые на молотах, регламентируются ГОСТ 7829—70.

В условиях серийного и массового производства мелкие и средние стальные заготовки получают методомштамповки. Достоинства этого метода — значительная производительность, а также резкое уменьшение величины припусков по сравнению со свободной ковкой. Припуски и допуски на штампованные заготовки регламентируются ГОСТ 7505—89. Шероховатость поверхности штамповок — 1...3-й классы. Если после штамповки произвести чеканку, то можно выдержать точность отдельных размеров до 0,02...0,05 мм.

Сортовой металл используют непосредственно в качестве заготовок разных деталей. Для механической обработки применяют ^ сортовой металл следующих видов: прутки горячекатаные (круглого, квадратного, шестигранного сечений), прутки холодноотянутые (калиброванные), полосовой и профильный горячекатаный материал, трубы, проволока, листы.

Прутковые заготовки часто используют для изготовления деталей на револьверных станках и автоматах. При цанговом зажиме прутков и труб применяют холодноотянутые прутки из-за их большей точности по диаметру или горячекатаный прокат, который предварительно подвергают обточке по наружному диаметру на специальных станках. Круглый прокат обычной точности выпускают диаметром 5...250 мм, повышенной точности 5...150, калиброванный 3... 100, калиброванный повышенной точности с улучшенной отделкой поверхности 0,2...30 мм.

Штампосварные заготовки представляют собой заготовки, полученные в результате сварки штампованных, литых или прокатанных заготовок.

Во всех случаях штампосварные конструкции или конструкции сварные из проката являются наиболее целесообразными и экономичными.

Таблица 2.1. Выбор заготовки.

Показатели	Вариант	
	первый	второй
	штамповка	отливка
Квалитет		
Группа сложности		
Масса детали(q_m), кг		
Масса заготовки(q_n), кг		
Коэффициент использования материала, $K_{им}$		
Стоимость материала, ($\Pi_{ем}$)руб/кг		
Стоимость стружки, руб/кг. (Π_c)		
Средняя часовая заработная плата рабочих по тарифу, ($C_{зч}$)руб/чел.ч.		
Отличительные операции мех.обработки		
Основное время на отличительные операции, мин (T_o)		
Цеховые накладные расходы, C		
Стоимость заготовки, руб. (C_m)		

1.2 Лекция №2(2часа).

Тема: «Расчет операционных припусков»

1.2.1 Вопросы лекции

2.1 Классификация припусков на обработку

2.2 Методы определения припусков на механическую обработку

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Классификация припусков на обработку

Общим припуском на обработку называется слой материала, удаляемый с поверхности исходной заготовки в процессе механической обработки с целью получения готовой детали.

Установление правильных размеров припусков на обработку является ответственной технико-экономической задачей. Назначение чрезмерно больших припусков приводит к непроизводительным потерям материала, превращаемого в стружку; к увеличению трудоемкости механической обработки; к повышению расхода

режущего инструмента и электрической энергии; к увеличению потребности в оборудовании и рабочей силе. При этом затрудняется построение операций на настроенных станках, снижается точность обработки в связи с увеличением упругих отжаты в технологической системе и усложняется применение приспособлений.

Назначение недостаточно больших припусков не обеспечивает удаления дефектных слоев материала и достижения требуемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, а также вызывает повышение требований к точности исходных заготовок и приводит к их удорожанию, затрудняет разметку и выверку положения заготовок на станках при обработке по методу пробных ходов и увеличивает опасность появления брака.

Операционный припуск — это слой материала, удаляемый с заготовки при выполнении одной технологической операции (ГОСТ 3.1109—82).

Операционный припуск равняется сумме промежуточных припусков, т. е. припусков на отдельные переходы, входящие в данную операцию.

Номинальный (расчетный) операционный припуск $Z_{ном}$ — разность номинальных размеров изделия до и после обработки на данной операции.

$$Z_{min} = R_{Zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

где - R_{Zi-1} высота неровностей, полученных после предыдущей технологической операции, мкм

T_{i-1} - глубина дефектного слоя, мкм

ρ_{i-1} - пространственная погрешность, образованная при выполнении предыдущего перехода, мкм

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки из проката определяем из таблицы 2. При установке заготовки в трехкулачковом патроне расчет производится по формуле

$$\rho_D = \rho_{кор} = \kappa \cdot D \quad (3.2)$$

для сверления:

$$\rho = \sqrt{c_o^2 + y * l} \quad (3.3)$$

$$C_o = 10 \quad y = 2.1 \quad l = 6$$

Наименьшие предельные размеры вычисляются суммированием минимального размера на предыдущем переходе и величины минимального припуска

$$d_{pi} = d_{pi-1} + Z_{min}$$

Наибольшие предельные размеры вычисляются суммированием наименьшего размера и величины допуска:

$$d_{\max} = d_{\min} + \delta$$

Максимальные значения припусков определяют как разность наибольших предельных размеров:

$$Z_{\max} = d_{\max i} - d_{\max i-1}$$

Минимальные значения припусков определяет как разность наименьших предельных размеров:

$$Z_{\min} = d_{\max j} - d_{\min j-1}$$

Наименование технической операции или перехода берется из таблицы 1.1. Допуск δ берется из ГОСТа 27345-82.

В связи с этим при назначении операционных припусков и допусков должны быть решены следующие технико-экономические задачи:

операционный припуск должен быть не слишком большим, чтобы не удорожать данной операции снятием чрезмерно большого слоя металла, и не слишком малым, чтобы не удорожать предшествующей операции вследствие

повышения ее точности; операционный допуск должен быть достаточно широким, чтобы облегчить выполнение данной операции, и не слишком широким, чтобы не вызывать чрезмерного увеличения припуска для последующей операции соответствующего ее удорожания.

2. Методы определения припусков на механическую обработку

В промышленности применяют несколько методов назначения и вычисления припусков. Условно их разделяют на три группы: опытно-статистические, расчетно-аналитические и вероятностно-статистические. Четкой границы между ними провести нельзя, поэтому ниже приведены лишь основные характерные отличия.

Опытно-статистический метод начали применять раньше других; он дает наименее точный результат, так как основан на использовании данных, которые описывают прошлый, быстро стареющий опыт. При применении опытно-статистического метода чаще всего устанавливают общий припуск, т.е. припуск на всю совокупность технологических переходов механической и химико-термической обработки поверхности. Реже устанавливают промежуточный припуск, т.е. припуск на осуществление данного

технологического перехода обработки. Получают эти припуски обобщением результатов изготовления аналогичных деталей и, как правило, они не учитывают опыт внедрения новейших разработок технологии, оборудования и оснастки, специфические условия изготовления (точность конкретных заготовок, требования к точности обработки, конкретные условия установки заготовок в рабочей зоне станка и т.п.). Обычно рекомендуемые данные отражают условия изготовления, при которых припуск должен быть наибольшим. Отметим также, что методически часто бывает не ясно, как проведен анализ статистических данных, какое значение припуска рекомендовано (наименьшее, наибольшее или среднее) и как при этом были определены размеры заготовок. Отсутствие этих данных снижает практическую ценность рекомендаций по этому методу.

Стремление изыскать пути повышения эффективности металлообработки, экономии материальных, трудовых и энергетических ресурсов в результате обоснованного уменьшения припусков и конкретизации условий обработки привели к созданию расчетных методик, базирующихся на дифференцированном анализе и учете только тех факторов, которые действуют в данных конкретных условиях производства.

Этот метод является прогрессивным и позволяет смоделировать условия, близкие к имеющим место на производстве. Основоположителем расчетного метода является В. М. Кован. Расчетными являются и расчетно-аналитический, и вероятностно-статистический методы.

Расчетно-аналитический метод предполагает, что при анализе различных условий обработки установлены основные факторы, определяющие промежуточный припуск. Так, минимальный припуск на диаметр цилиндрической поверхности вычисляют по формуле

$$Z_{\min} = R_{Zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

где R_{Zi-1} - высота неровностей, полученных после предыдущей технологической операции, мкм

T_{i-1} - глубина дефектного слоя, мкм

ρ_{i-1} - пространственная погрешность, образованная при

При обработке поверхностей вращения векторы \mathbf{p}_{i-1} и \mathbf{e}_y могут принимать любое угловое положение, предвидеть которое заранее не представляется возможным. Поэтому в целях получения наиболее вероятного суммарного значения сложение векторов следует производить по правилу квадратного корня

Но при обработке плоскостей принимают, что векторы направлены перпендикулярно обрабатываемой плоскости.

Во всех случаях величина определяет фактически смещение в расположении поверхности заготовки в рабочей зоне. При этом учитывается как смещение, полученное на предшествующем переходе изготовления (на первом переходе это смещение заготовки), так и смещение при установке e_y , в рабочей зоне. Очевидно, что такое же смещение получают и другие поверхности, в том числе измерительная база. Поэтому e_y учитывают и в суммарной погрешности обрабатываемого размера, и в припуске на обработку.

Согласно расчетно-аналитическому методу расчетными являются минимальные (для наружных поверхностей) и максимальные (для внутренних поверхностей) размеры. Все значения факторов по этому методу определены по статистическим исследованиям и приведены в справочниках.

Исследования, проведенные в МГТУ им. Н. Э. Баумана, показали, что предпочтительнее делать расчеты по комбинированному вероятностно-статистическому методу.

Вероятностно-статистический метод определения припусков является дальнейшим развитием расчетно-аналитического метода, однако в основу исследования факторов и расчета припусков и размеров заготовок в нем положен вероятностный подход, что более оправдано теоретически и дает более близкий к практике результат. Как и ранее, статистические методы использованы при исследовании и обобщении результатов произведенного эксперимента в условиях производства. В отличие от предыдущего материала выводы содержат не только данные по факторам, определяющим припуски, но и значения средних промежуточных и общих припусков для оговоренных в нормативных материалах условий (в том числе по обеспечиваемой точности) изготовления как заготовок, так и деталей. Это существенным образом уточняет содержание технологического проектирования и делает более обоснованным определение размеров заготовки.

Разрабатывают маршрутное, операционное и маршрутно-операционное описание технологических процессов. В первом случае отсутствует четкая последовательность обработки поверхностей и поэтому здесь не вычисляют промежуточные и общие припуски, т.е. не определяют точно размеры заготовки.

С использованием вероятностно-статистического метода разработаны стандарты, в которых указаны значения средних припусков (ГОСТ 26645-85, ГОСТ 7505-89). Это позволяет назначать средние промежуточные и общие припуски с учетом геометрической точности заготовок и деталей, а также с учетом характеристики оборудования определять набор переходов, необходимых для получения из заготовки детали с требуемой точностью поверхностей. Таким образом, в этом случае можно уточнить результаты

технологического проектирования при всех его вариантах, так как во всех случаях ГОСТы содержат промежуточные и общие средние припуски и рекомендации по назначению переходов по данным об их точности.

1.3.Лекция №3 (2часа).

Тема: «Расчет операционных режимов резания»

1.3.1 Вопросы лекции

3.1 Правила оформления технологических карт.

Оформление маршрутных карт

3.2 Правила заполнения граф карт технологического процесса

3.3 Условные обозначения в графах КТП

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Правила оформления технологических карт.

Маршрутная карта — это документ, содержащий описание операций технологического процесса изготовления или восстановления детали изделия (включая контроль и перемещения) в их технологической последовательности. В маршрутной карте указывают данные об оборудовании, оснастке, материальных и трудовых затратах.

Наименование операции обработки резанием в маршрутной карте должно быть записано в соответствии с терминами группы операций, например, токарная, фрезерная, сверлильная. Рекомендуется и уточненная форма записи наименования операции, учитывающая особенности применяемого оборудования, например токарно-винторезная, вертикально-фрезерная, вертикально-сверлильная и т. п.

Запись содержания операции при маршрутном изложении технологического процесса может быть полной или сокращенной. ГОСТ 3.1702-79 определяет схему записи, которая начинается с ключевого слова — глагола в неопределенной форме, характеризующего метод обработки: точить, сверлить, фрезеровать и т. д. Далее в определенной последовательности указывается дополнительная и основная информация.

Первая дополнительная информация, записываемая сразу после ключевого слова, указывает на количество последовательно или одновременно обрабатываемых поверхностей: 2, 3, 4... Вторая дополнительная информация, приводимая при полной записи вслед за первой, характеризует обрабатываемую поверхность. При записи этой информации следует придерживаться определенных терминов, например, внутренняя, коническая, криволинейная, фасонная, ступенчатая, наружная (...поверхность); глухое, сквозное (...отверстие); шпоночный, Т-образный (...паз) и т. д. Наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей и конструктивных элементов (НПП) в записи содержания операции указывается после второй дополнительной информации.

Стандарт рекомендует термины, которые необходимо использовать при этом: заготовка, цилиндр, поверхность, резьба, ступень, сфера, торец, контур, конус, лыска, фаска, отверстие, галтели, буртик, выточка и т. д.

Условные обозначения размеров и конструктивных элементов с числовыми данными (УОР) приводятся после слов «выдерживая размер (размеры)», которые в записи содержания операции записываются после наименования предметов производства, обрабатываемых поверхностей или конструктивных элементов. Приняты следующие обозначения: $d(D)$ — диаметр; l — длина; b — ширина; Z — угол; t — шаг; h — глубина, высота; R — радиус поверхности. Размерность всех линейных величин (мм) при записи не указывается.

Дополнительная информация (Доп. инф. 5), приводимая после размеров, указывает фаски (с) и радиусы за- -круглений(r) на обрабатываемых поверхностях.

Завершает запись содержания операции дополнительная информация (Доп. инф. 6), определяющая характер обработки или количество одновременно (последовательно) обрабатываемых поверхностей.

Рекомендуемые при этом термины следующие: *окончательно, предварительно, с подрезкой торца, по копиру, по программе, согласно чертежу, согласно эскизу, одновременно, последовательно.*

Полная запись содержания операции или нескольких операций в маршрутной карте обычно делается при отсутствии (или недостатке) графических изображений, а также для комплексного отражения всех осуществляемых действий по обработке резанием заготовки.

Сокращенная запись делается при наличии графических изображений, достаточно полно отражающих всю необходимую информацию.

При маршрутном изложении технологического процесса в записи некоторых операций допускается указывать в одном предложении несколько ключевых слов, характеризующих последовательность обработки изделия в данной операции, например: *сверлить, зенкеровать и развернуть 2 сквозных отверстия с последующим зенкованием фасок, выдерживал...*

При заполнении графы сведений об оборудовании обычно указывают модель станка и его наименование. Режущий, вспомогательный и мерительный инструмент, используемые приспособления записываются в графе маршрутной карты в соответствии с принятыми обозначениями по действующим стандартам и нормам, а специальная оснастка — в соответствии с правилами действующих на предприятиях нормативных

документов. Универсальный мерительный инструмент в маршрутной карте, как правило, не указывается.

2. Правила заполнения граф карт технологического процесса

В настоящем параграфе рассмотрены правила заполнения отдельных граф карты технологического процесса (КТП) на операции, выполняемые с применением универсального оборудования.

Наименование технологической операции обработки резанием должно быть записано в соответствии с терминами, указанными в табл. 8.6.

Вспомогательные переходы записывают с использованием следующих ключевых слов: *установить, закрепить, переустановить, ослабить, снять, проверить, выверить*.

Порядок записи содержания технологического перехода условно можно выразить в записи, приведенной на рис.1 Любая технологическая операция начинается со вспомогательного перехода, связанного с установкой заготовки на станке, а заканчивается снятием заготовки со станка.

Допускается в записи объединение первого и последнего вспомогательных переходов.

При полной записи содержания переходов все размеры обрабатываемых поверхностей условно нумеруют арабскими цифрами. Номер размера обрабатываемой поверхности проставляют в окружность диаметром 6...8 мм, располагая ее на продолжении размерной линии. Нумерацию производят по часовой стрелке.

На эскизах к каждой данной операции нумерация размеров начинается с единицы (нумерация не является сквозной по всему технологическому процессу). При сокращенной записи переходов нумеруют не размеры, а обрабатываемые поверхности.

Для переходов, которым соответствуют размеры графических иллюстраций, форма записи будет следующей: «Точить поверхность, выдерживая размеры 1 и 2», т. е. указываются порядковые номера размеров, выдерживаемых на данном переходе.

Сокращенную запись переходов выполняют со ссылкой на условное (номерное) обозначение конструктивного элемента обрабатываемого изделия. При этом необходимо, чтобы на операционном эскизе обрабатываемые конструктивные элементы были обозначены номерами. В этом случае размеры, выдерживаемые на операции, не нумеруют. Сокращенная запись переходов целесообразна при сравнительно простых операциях и переходах и когда графическая иллюстрация является четкой и ясной.

3. Условные обозначения в графах КТП

Наименование (условное обозначение) графы, строки	Содержание граф карты технологического процесса (КТП)
Код	Код материала
ЕВ	Код единицы величины (массы, длины и т. п.)
мд	Масса
ЕН	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или времени (1,10,100)
Н.расх.	Норма расхода материала
КИМ	Коэффициент расхода материала
Код загот.	Вид заготовки (отливка, прокат и т. д.)
Профиль и размеры	Профиль и размеры заготовки. Допускается указывать размеры (длину, ширину, высоту), например: 300 x 60 x 60
кд	Количество деталей, заготовок, изготавливаемых из одной заготовки
мз	Масса заготовки
Цех	Номер цеха
Уч.	Номер участка
РМ	Номер рабочего места
Опер.	Номер операции
Код, наим. операции	Наименование операции
Код, наим. оборудования	Модель и краткое наименование оборудования
СМ	Степень механизации
ПРОФ.	Профессия
Р	Разряд работы, необходимый для выполнения операции
УТ	Условия труда
КР	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции
КОИД	Количество одновременно обрабатываемых деталей
ОП	Объем производственной партии в штуках
T_o	Основное (машинное) время
T_v	Вспомогательное время
$T_{пз}$	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию
$T_{шт}$	Норма штучного времени на операцию
ПИ	Номер позиции инструментальной наладки (для станков с ЧПУ)

В графе «Расчетные размеры» приводят размеры обрабатываемых поверхностей; расчетный диаметр (ширину) и расчетную длину обработки L , определяемую с учетом величин врезания и перебега. При этом учитывают наибольший диаметр, по которому рассчитывают скорость резания. При обработке сверлом, зенкером, разверткой, метчиком в графе «Диаметр, ширина» пишут диаметр инструмента.

Глубину резания при обработке t и число рабочих ходов i указывают в соответствии с условием обработки при переходе.

Подачу S_v операционной карте принимают в зависимости от вида обработки: для токарных работ — на один оборот заготовки (мм/об); для строгальных и долбежных — на один линейный ход стола или резца (мм/дв.ход); для сверлильных, расточных, резьбонарезных и других видов обработки отверстий с вращением инструмента — на один оборот шпинделя станка (мм/об).

При фрезерных работах в графе S записывают две подачи: в числителе — подачу в минуту (мм/мин), а в знаменателе — подачу на зуб (мм/зуб). При фрезеровании шпоночных пазов (с маятниковой подачей) двухзубыми фрезами указывают вертикальную и продольную подачи: в числителе — вертикальную на двойной ход фрезы (мм/дв.ход), а в знаменателе — продольную в минуту (мм/мин). При круглом наружном шлифовании с продольной подачей и при шлифовании отверстий подачу обозначают также дробью: в числителе — продольная в долях ширины шлифовального круга на один оборот заготовки или в мм/об, а в знаменателе — поперечная на двойной ход стола (мм/дв.ход).

При шлифовании методом врезания задается только поперечная подача на один оборот детали (мм/об), а при обработке плоскости торцом круга — вертикальная на оборот стола (при его вращении) или двойной ход стола (мм/об, мм/дв.ход).

ОГ 19		Пары																															
<p>Нормативные предельные отклонения для ст 19 для диаметров до 18 мм 0.01</p>																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Наименование операции</th> <th>Инструмент</th> <th>Способ</th> <th>Параметры</th> <th>Точность</th> <th>Скорость</th> <th>Питание</th> <th>Смазка</th> <th>Другое</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Токарная обработка</td> <td>Токарный станок</td> <td>Прямая</td> <td>Скорость 1000 об/мин</td> <td>0.01</td> <td>1000</td> <td>Водяной</td> <td>Смазка</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Шлифовальная обработка</td> <td>Шлифовальный станок</td> <td>Прямая</td> <td>Скорость 1000 об/мин</td> <td>0.01</td> <td>1000</td> <td>Водяной</td> <td>Смазка</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				№	Наименование операции	Инструмент	Способ	Параметры	Точность	Скорость	Питание	Смазка	Другое	1	Токарная обработка	Токарный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка		2	Шлифовальная обработка	Шлифовальный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка	
№	Наименование операции	Инструмент	Способ	Параметры	Точность	Скорость	Питание	Смазка	Другое																								
1	Токарная обработка	Токарный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка																									
2	Шлифовальная обработка	Шлифовальный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Наименование операции</th> <th>Инструмент</th> <th>Способ</th> <th>Параметры</th> <th>Точность</th> <th>Скорость</th> <th>Питание</th> <th>Смазка</th> <th>Другое</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Токарная обработка</td> <td>Токарный станок</td> <td>Прямая</td> <td>Скорость 1000 об/мин</td> <td>0.01</td> <td>1000</td> <td>Водяной</td> <td>Смазка</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Шлифовальная обработка</td> <td>Шлифовальный станок</td> <td>Прямая</td> <td>Скорость 1000 об/мин</td> <td>0.01</td> <td>1000</td> <td>Водяной</td> <td>Смазка</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				№	Наименование операции	Инструмент	Способ	Параметры	Точность	Скорость	Питание	Смазка	Другое	1	Токарная обработка	Токарный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка		2	Шлифовальная обработка	Шлифовальный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка	
№	Наименование операции	Инструмент	Способ	Параметры	Точность	Скорость	Питание	Смазка	Другое																								
1	Токарная обработка	Токарный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка																									
2	Шлифовальная обработка	Шлифовальный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Наименование операции</th> <th>Инструмент</th> <th>Способ</th> <th>Параметры</th> <th>Точность</th> <th>Скорость</th> <th>Питание</th> <th>Смазка</th> <th>Другое</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Токарная обработка</td> <td>Токарный станок</td> <td>Прямая</td> <td>Скорость 1000 об/мин</td> <td>0.01</td> <td>1000</td> <td>Водяной</td> <td>Смазка</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Шлифовальная обработка</td> <td>Шлифовальный станок</td> <td>Прямая</td> <td>Скорость 1000 об/мин</td> <td>0.01</td> <td>1000</td> <td>Водяной</td> <td>Смазка</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				№	Наименование операции	Инструмент	Способ	Параметры	Точность	Скорость	Питание	Смазка	Другое	1	Токарная обработка	Токарный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка		2	Шлифовальная обработка	Шлифовальный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка	
№	Наименование операции	Инструмент	Способ	Параметры	Точность	Скорость	Питание	Смазка	Другое																								
1	Токарная обработка	Токарный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка																									
2	Шлифовальная обработка	Шлифовальный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Наименование операции</th> <th>Инструмент</th> <th>Способ</th> <th>Параметры</th> <th>Точность</th> <th>Скорость</th> <th>Питание</th> <th>Смазка</th> <th>Другое</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Токарная обработка</td> <td>Токарный станок</td> <td>Прямая</td> <td>Скорость 1000 об/мин</td> <td>0.01</td> <td>1000</td> <td>Водяной</td> <td>Смазка</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Шлифовальная обработка</td> <td>Шлифовальный станок</td> <td>Прямая</td> <td>Скорость 1000 об/мин</td> <td>0.01</td> <td>1000</td> <td>Водяной</td> <td>Смазка</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				№	Наименование операции	Инструмент	Способ	Параметры	Точность	Скорость	Питание	Смазка	Другое	1	Токарная обработка	Токарный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка		2	Шлифовальная обработка	Шлифовальный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка	
№	Наименование операции	Инструмент	Способ	Параметры	Точность	Скорость	Питание	Смазка	Другое																								
1	Токарная обработка	Токарный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка																									
2	Шлифовальная обработка	Шлифовальный станок	Прямая	Скорость 1000 об/мин	0.01	1000	Водяной	Смазка																									

Рис.1 Пример заполнения карты технологической документации

При шлифовании плоскости периферией круга в графе *S* записывают три подачи: продольную (мм/об), вертикальную (мм/раб.ход) и поперечную, выражаемую в долях ширины круга (от 0,1 до 0,9 В) на дв.ход стола.

Для зубодолбежных станков в числителе приводят радиальную подачу на двойной ход долбяка — подачу врезания (мм/дв.ход), а в знаменателе — круговую подачу на двойной ход долбяка — подачу обкатки (мм/дв.ход). Для зубофрезерных станков при обработке червячными фрезами зубчатых колес указывают подачу на один оборот заготовки (мм/об).

При нарезании червячных колес методом радиальной подачи в графе *S* пишется радиальная подача стола на один его оборот (мм/об); при нарезании методом тангенциальной подачи — осевая подача фрезы на оборот стола (мм/об).

Частота вращения шпинделя *n* задается обычно для всех станков в оборотах в минуту (мин⁻¹). При круглом шлифовании записывают: в числителе — частоту вращения круга (мин⁻¹), в знаменателе — частоту вращения детали (мин⁻¹).

Скорость резания *v* рассчитывают по наибольшему диаметру обработки на данном переходе (м/мин). Для шлифовальных работ указывают скорость резания в м/с.

В графе *T₀* записывают основное (машинное) время на переход с учетом затрат времени на врезание и перебеги инструмента для всех видов обработки резанием и на обратный ход для обработки на станках с возвратно-поступательным движением инструмента (строгальный, протяжной и т. п.). В графе *T_в* записывают вспомогательное время на переход, связанное с управлением станком и выполнением вспомогательных переходов и контролем.

1.4 Лекция №4(2 часа).

Тема: «Систематические и случайные погрешности механической обработки»

1.4.1 Вопросы лекции

- 4.1 Методика назначения режима резания
- 4.2 Элементы процесса резания при фрезеровании
- 4.3 Элементы процесса резания при шлифовании

1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Методика назначения режима резания

Под режимами резания понимают следующие параметры: глубина резания, число проходов, подача и скорость резания. Режимы резания, исходя из свойств обрабатываемого и инструментального материалов, геометрических параметров режущей части инструментов и периода стойкости инструментов, качественных показателей

обрабатываемых поверхностей детали и технологических возможностей используемого оборудования.

Глубину резания следует брать равной припуску на обработку на данной операции. Если припуск нельзя снять за один проход, число проходов должно быть возможно меньшим. При чистовом точении (до 5-го класса шероховатости поверхности) глубину резания берут в пределах 0,5 . . 2 мм. Для получения при точении 6—7-го класса шероховатости поверхности глубина резания назначается в пределах 0,1 . . 0,4 мм.

После назначения глубины резания следует выбрать максимально технологически допустимую подачу (с учетом класса шероховатости обработанной поверхности, мощности и прочности станка, жесткости обрабатываемой детали и прочности резца). Работать с подачами, меньшими, чем максимально технологически допустимые, непроизводительно. При чистовой обработке подача обычно ограничивается классом шероховатости поверхности обработанной детали.

Назначение скорости резания производится после того, как выбраны глубина резания и подача. Скорость (м/мин) резания рассчитывают по формул

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \text{ м/мин}$$

или определяют по справочным таблицам с учетом всех необходимых поправочных коэффициентов. По полученной расчетом скорости резания определяют расчетную частоту вращения шпинделя станка (или обрабатываемой детали).

$$n = 1000 \cdot V / \pi \cdot D \text{ об/мин}$$

По расчетной частоте вращения n_p определяют ближайшую меньшую или равную частоту вращения шпинделя, имеющуюся в паспорте станка (фактическую частоту вращения). Затем вычисляют скорость резания (м/мин)

Выбранный режим резания проверяют по мощности.

$$N_p \leq N_{\text{шп}} = N_M \cdot \eta$$

Мощность, затрачиваемая на резание, должна быть меньше или равна мощности на шпинделе,

где N_M – мощность электродвигателя; .

Если расчетная мощность резания окажется больше мощности на шпинделе, то скорость резания должна быть уменьшена.

При проточке фаски работа проводится с ручной подачей и без изменения чисел оборотов предыдущей или последующей обработки.

Минутная подача определяется по формуле:

$$S_M = n \cdot S_o, \text{ мм/мин}$$

где S_o - подача на один оборот изделия или инструмента, мм/об

l - длина участка поверхности который обрабатывается, чертежный размер, мм

L - длина рабочего хода, с учетом врезания и перебега режущего инструмента, мм

T - стойкость инструмента

Число проходов зависит от глубины резания, если глубина резания более 2мм то число проходов возрастает до 2 и так далее.

Подача расчетная [4], а паспортная подача берется со станка

Скорость резания V_p [4]

n_p - находится по формуле:

$$n_p = \frac{V_p \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

n_n - паспортные обороты станка [4]

V_n - находится по формуле:

$$V_n = \frac{\pi D n_n}{1000}$$

$S_{мин}$ - считается по формуле:

$$S_{мин} = S_{пасп} \cdot n_{пасп}$$

T_o - считается по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_{пасп} \cdot S_{пасп}}$$

T_d - считается по формуле:

$$T_d = \frac{(T_o + T_e) \cdot k}{100}$$

$T_{шт}$ - считается по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_d$$

Крутящий момент резания должен быть меньше или равен крутящему моменту на шпинделе, т. е. $M \leq M_{шт}$. Кроме того, выбранный режим проверяют по прочности механизма подачи станка, пластинки твердого сплава и державки резца. При чистовой обработке режим проверяют по шероховатости обработанной поверхности.

Критерием производительности выбранного режима резания служит основное (машинное) время.

Применение ЭВМ для расчетов режимов резания повышает точность расчетов и ускоряет решение задачи (при наличии заранее отработанных алгоритмов расчета). В этом

случае решают задачу о наивыгоднейшем резании, в результате получают более экономичный режим. Глубину резания выбирают на основе ранее приведенных соображений. В ЭВМ вводят исходные данные и проводят расчет наибольшей допустимой подачи в соответствии с имеющимися ограничениями (по стойкости инструмента, мощности станка, прочности механизма подачи станка, прочности державки резца, прочности пластинки твердого сплава, шероховатости обработанной поверхности; выбор ограничений ведется с учетом характера обработки — черновая или чистовая), определяет наивыгоднейшую ступень, на которой произведение частоты вращения шпинделя на фактическую подачу (лвф) максимально, и соответствующую скорость резания, касательную силу резания, мощность резания и машинное время. При максимальном значении $tiSfr$ машинное время обработки будет минимально

2Элементы процесса резания при фрезеровании

Фрезерование цилиндрическими фрезами можно выполнять двумя способами: против подачи когда фреза вращается против направления подачи (встречное фрезерование), и по подаче, когда вращение фрезы и направление подачи совпадают (попутное фрезерование).

При встречном фрезеровании толщина снимаемого слоя материала и нагрузка на зуб фрезы возрастают постепенно. В первоначальный момент зуб фрезы вследствие наличия радиуса округления режущей кромки выполняет не резание, а сжатие. Это приводит к повышенному износу зуба фрезы по задней поверхности и вызывает дополнительный наклеп обработанной поверхности.

При попутном фрезеровании зуб фрезы начинает работать с максимальной толщиной среза и поэтому в первый же момент воспринимает наибольшую нагрузку. Исследованиями установлено, что при попутном фрезеровании затрачиваемая мощность на 10. . 15 % меньше, а класс шероховатости обработанной поверхности на 1—2 выше, чем при фрезеровании против подачи. Однако попутное фрезерование невозможно осуществить при наличии у заготовки твердой корки (например, в отливке или поковке) и требует применения специальных механизмов для предохранения ходового винта продольной подачи и маточной гайки от поломок. В связи с этим попутное фрезерование возможно только на специально приспособленных станках.

Глубина фрезерования, или глубина резания t , определяется толщиной срезаемого слоя материала, измеренной по перпендикуляру к обработанной поверхности (рис. 113). Подача — перемещение обрабатываемой детали относительно фрезы при вращении последней. Различают три вида подач: минутную подачу s_m , подачу на оборот s_0 и подачу на зуб s_z . Минутная подача есть перемещение обрабатываемой детали в миллиметрах за

одну минуту. Подача на оборот — перемещение обрабатываемой детали в миллиметрах за один оборот фрезы. Подача на зуб — подача обрабатываемой детали в миллиметрах, приходящаяся на один зуб фрезы. При этом

$$S_m = s_0 \cdot n = s_z Z_n,$$

где n — частота вращения фрезы, мин^{-1} ; z — число зубьев фрезы.

Подачей на зуб пользуются при расчете режимов резания. Ее определяют по справочным таблицам в зависимости от обрабатываемого материала, мощности станка, конструкции фрезы. Так, для цилиндрической фрезы при обработке конструкционной стали $s_r = 0,03 \dots 0,6$ мм на зуб.

3. Элементы процесса резания при шлифовании

Припуски на диаметр) на шлифование валов в зависимости от диаметра, длины детали, наличия или отсутствия термической обработки находятся в пределах $0,2 \dots 1,2$ мм. Элементами режима резания при круглом наружном шлифовании являются: глубина резания (поперечная подача), продольная подача, окружные скорости круга и детали.

Глубина резания t — толщина снимаемого слоя металла за один проход шлифовального круга. Глубина резания совпадает с величиной поперечной подачи круга, которая осуществляется в крайнем положении круга относительно обрабатываемой поверхности детали, когда круг по ширине частично выходит за пределы детали. При черновом шлифовании глубину резания (поперечную подачу) берут в пределах $0,01 \dots 0,08$ мм и при чистовом — $0,005 \dots 0,015$ мм.

Продольная подача s — это продольное перемещение обрабатываемой детали (или круга) в миллиметрах за один оборот детали (мм/об). Подачу берут в долях от ширины B шлифовального круга.

Так, при черновом шлифовании $s = (0,3 \dots 0,7) B$; при чистовом шлифовании $s = (0,2 \dots 0,4) B$, мм/об. Скорость резания (м/с) — окружная скорость шлифовального круга:

$$V = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}$$

D_k — диаметр круга, мм; n_k — частота вращения круга, мин^{-1} .

Окружную скорость кругов берут в пределах $30 \dots 35$ м/с. Для специальных высокоскоростных кругов окружная скорость может достигать до 70 м/с.

Скорость (м/мин) вращения детали

$$V = \frac{\pi \cdot D_d \cdot n_d}{1000}$$

где D_d — диаметр детали, мм; n_d — частота вращения детали, об/мин.

Обычно при шлифовании окружные скорости вращения обрабатываемой детали из стали и чугуна находятся в пределах 20. . 60 м/мин.

Силы резания и мощность при шлифовании. Силарезания $P_{\text{действующая}}$ на обрабатываемую деталь, рассчитывается по эмпирическим формулам.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).

Тема: «Составление схем технологических процессов изготовления типовых деталей (валы, зубчатые колеса, корпусные детали)»

2.1.1 Цель работы: Научиться проектировать технологические процессы на изготовление детали.

2.1.2 Задачи работы:

1. Выбор технологических баз.
2. План обработки поверхностей
3. Составление вариантов маршрута обработки

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Чертеж детали, калькулятор, ГОСТ 3.1109-82, ГОСТом 14.301-83, справочный материал по допускам и посадкам.

2.1.4 Описание (ход) работы:

1. Групповой технологический процесс – это технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками ГОСТ 3.1109-82

Выбор технологических баз:

Черновые базы

1. Базовые поверхности должны быть по возможности ровными и чистыми. Не следует брать за базы поверхности, на которых располагаются литники, выпоры, заусенцы и т. п.

2. Базовые поверхности должны стабильно располагаться относительно других поверхностей. Так, не следует брать за черновую базу поверхность отверстия, получаемого отливкой, так как расположение отверстия может изменяться из-за смещения стрелы.

3. За черновые базы рекомендуется брать поверхности с минимальными припусками или вообще не подвергаемые обработке. Это уменьшает опасность появления брака по черноте.

4. Черновые базы при переустановке заготовки заменяют чистовыми.

Чистовые базы

1. Обработка должна вестись при минимальном числе баз.

2. Необходимо соблюдать принцип совмещения баз, т. е. совмещать технологическую и измерительную базы. В этом случае погрешность базирования равна нулю.

3. При чистовой обработке желательно выбирать основные (для валов - центровые отверстия), а не вспомогательные базы, это обеспечивает большую точность обработки.

4. Технологическая база должна быть выбрана с учетом отсутствия деформаций заготовки; это достигается соответствующим расположением базовых поверхностей и приложением к детали силы зажима.

Правильно выбранные базы (черновые и чистовые) должны обеспечить простоту и дешевизну приспособлений, удобство установки детали.

2. При токарной обработке различают:

- а) черновое точение или обдирочное с точностью обработки — IT13...IT11 и шероховатость до $Ra = 6,3$ мкм;
- б) получистовое точение — IT10...IT9 и шероховатость до $Ra = 1,6$ мкм;
- в) чистовое точение — IT8... IT6 и шероховатость до $Ra = 0,4$ мкм.

При черновом обтачивании, как и при любой черновой обработке снимают до 70 % припуска. При этом назначаются максимально возможные глубина резания t , и подача S .

3. Черновое обтачивание заготовок из проката (поковки) может быть выполнено по трём схемам:

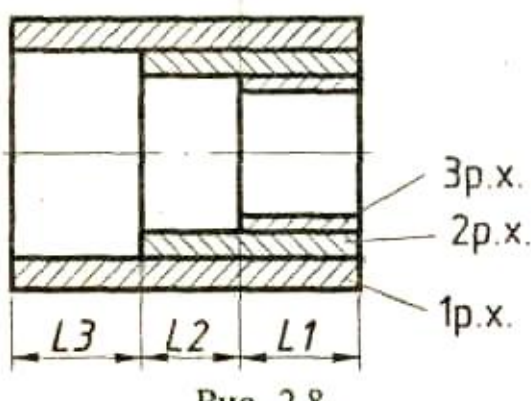


Рис.1 Схема черновой обработки от большого диаметра к меньшему

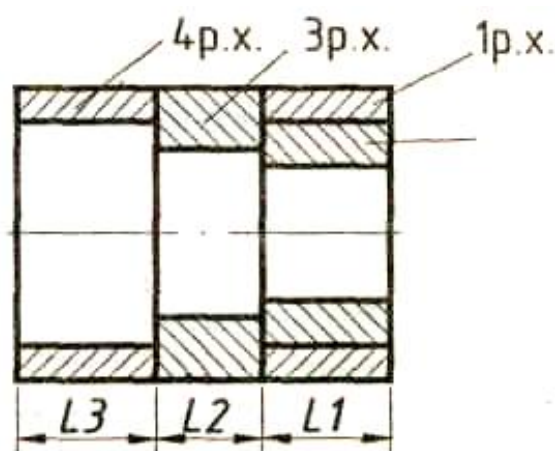


Схема черновой обработки от меньшего диаметра к большему

Число вариантов маршрута обработки рассматриваемой поверхности, удовлетворяющей техническому принципу, может быть весьма большим. Все варианты, однако, различны по эффективности производительности и рентабельности.

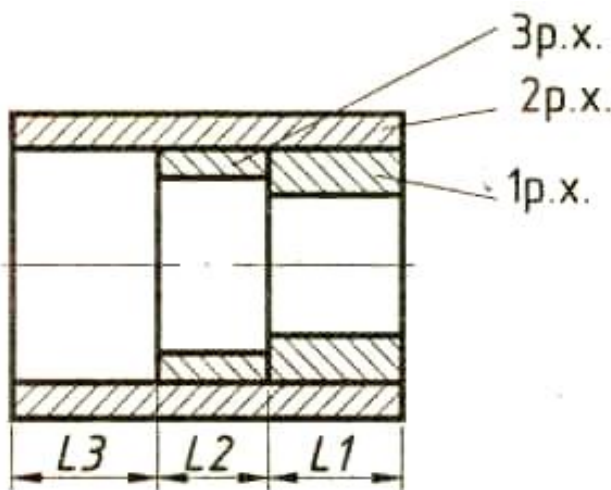


Рис.3 Схема черновой обработки для смешанного варианта

Например, случай построения вариантов маршрута обработки сквозного отверстия по 7-му качеству точности. Отверстие диаметром $42 \pm 0,32$, $R_z = 160$ мкм в заготовке из серого чугуна получено литьем по 6-му классу точности. В корпусной детали нужно получить сквозное отверстие $50 \pm 0,021$, $R_z = 0,63$ мкм. Для рассматриваемого случая (рис.4)

возможны 24 различных маршрута обработки отверстия.

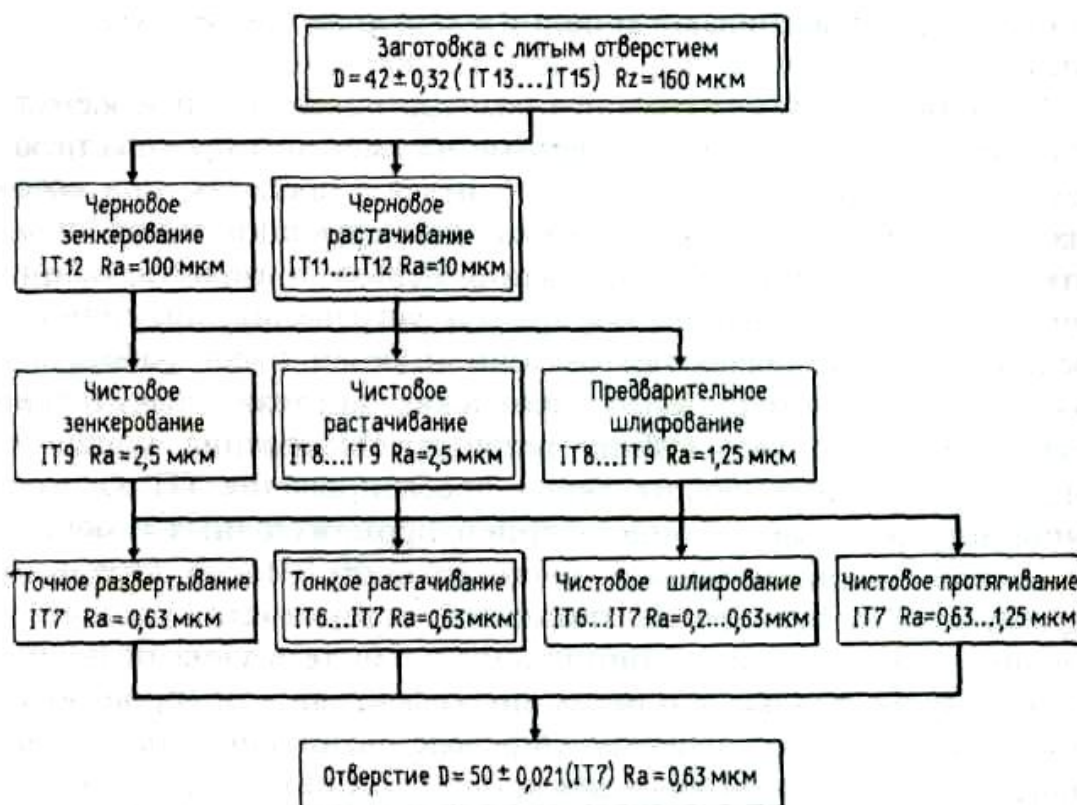


Рис. 4. Варианты построения маршрута обработки отверстия (двойной рамкой отмечены виды обработки в принятом маршруте).

2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа).

Тема: «Определение типа производства по исходным данным»

2.2.1 Цель работы: Научиться определять тип производства, на котором целесообразнее всего разместить заказ на изготовление детали в зависимости от её конструкции, назначения и исходных данных на проектирование.

2.2.2 Задачи работы:

1. Анализ исходных данных на проектирование
2. Выполнить расчеты для определения типа производства
3. Выбрать тип производства по критерию коэффициента серийности

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Чертеж детали, калькулятор, ГОСТ 3.1109-82, ГОСТом 14.301-83, справочный материал по допускам и посадкам.

2.2.4 Описание (ход) работы:

1. Исходные данные:

программа изделий	$N_1 = 2500$ шт;
количество деталей на изделие	$m = 4$ шт;
количество запасных частей	$\beta = 3$ %.

2. При проектировании технологического процесса можно считать, что тип производства зависит от двух факторов, а именно:

1. Заданной программы
2. Трудоёмкости изготовления изделия.

На основании исходных данных рассчитывается годовая программа

$$N = N_1 m (1 + \beta) \text{ (шт)}$$
$$N = 2500 * 4 (1 + 0.03) = 10300 \text{ шт.}$$

где N - годовая программа с учетом изготовления запасных частей и количества деталей в изделии.

Далее определяется такт выпуска деталей

$$t_B = \frac{F_o * 60 * R}{N} \text{ мин/шт}$$

где $F_o = 2070$ - действительный годовой фонд времени оборудования, час .

$$t_B = \frac{2070 * 60 * 1}{10300} = 12,058 \text{ мин/шт.}$$

Определяем среднее штучное время:

$$T_{шт.ср} = \frac{T_{шт}}{n} \text{ мин}$$

где $T_{шт}$ - штучное время на изготовление, мин;

n - число операций.

$$T_{шт.ср} = \frac{22,774}{13} = 1,752 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = T_0 \Phi_k \text{ мин}$$

где T_0 - основное время, определяемое по приближенным формулам данным в приложении 1. Расчет приведен в таблице 1.1

3. Определяется коэффициент серийности

$$K_c = \frac{t_B}{T_{шт.ср}}$$

$$K_c = \frac{12,058}{1,752} = 6,88$$

Приняты следующие коэффициенты серийности:

для массового производства $K_c = 1$

для крупносерийного $K_c = 2 \dots 10$

для среднесерийного $K_c = 1 \dots 20$

для мелкосерийного $K_c > 20$

Определяем тип производства как **-крупносерийный.**

2.3 Лабораторная работа № 3(2 часа).

Тема: «Выбор исходных заготовок»

2.3.1 Цель работы: Научиться выбирать заготовки для изготовления деталей.

2.3.2 Задачи работы:

1. Изучить варианты исходных заготовок
2. Выполнить расчеты альтернативных заготовок
3. Выбрать заготовку

2.3.3 Описание (ход) работы: *Заготовка* — это предмет производства, из которого изменением формы и размеров, свойств материала и шероховатости поверхности изготавливают деталь или неразъемную сборочную единицу — узел.

Выбор заготовки — это значит определить ее рациональный вид, определяющий конфигурацию заготовки, напуски, уклоны, толщину стенок, размеры отверстий, припуски на обработку, размеры заготовки, допуски на точность их выполнения, назначить технические условия на выполнение заготовки и выбрать оборудование.

Исходной заготовкой называется заготовка перед первой технологической операцией (ГОСТ 3.1109-82).

Конфигурация заготовки вытекает из конструкции детали и определяется ее размерами и материалом, условиями работы детали в машине с учетом статических, динамических, температурных и других нагрузок.

Конструктор назначает технические требования, предъявляемые к детали, часто задает метод изготовления заготовки для определенного вида производства. В настоящее время число этих методов для каждого вида производства (литья, обработки давлением, прокатки, порошковой металлургии и др.) исчисляется многими десятками.

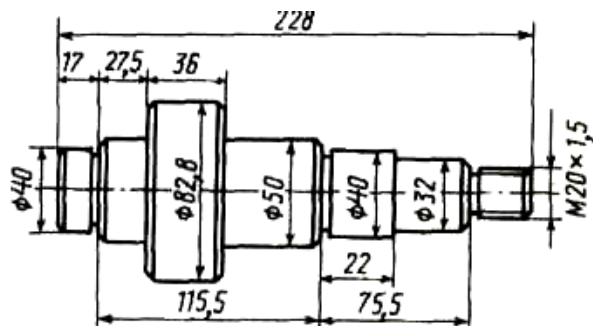
Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

При выборе заготовки необходимо решить следующие вопросы:

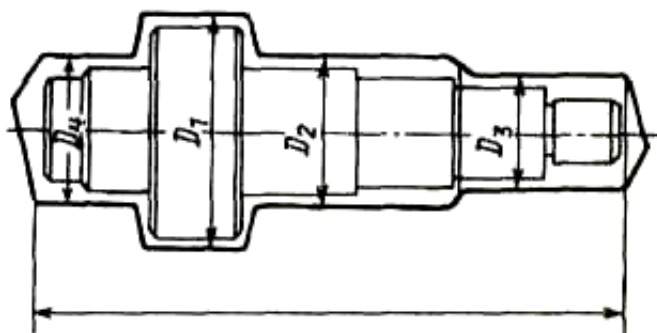
- установить способ получения заготовки;
- рассчитать припуски на обработку каждой поверхности;
- рассчитать размеры и указать допуски на заготовку;
- разработать чертеж заготовки.

Основными видами заготовок для деталей являются заготовки, полученные:

- литьем;
- обработкой давлением;
- резкой сортового и профильного проката;
- комбинированными методами;
- специальными методами.



— деталь



— заготовка,
полученная ковкой
 $K_{им} = g_D / g_H = 0,65 \dots 0,75$

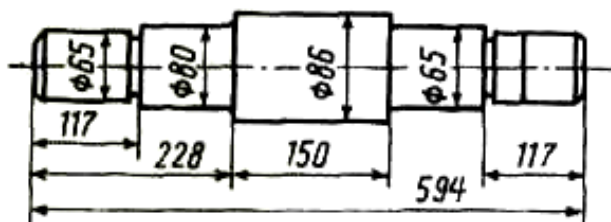


Рис. 7 Спо
собы

заготовки. Упрощенное сравнение возможных вариантов получения заготовки сводится в таблицу 1.

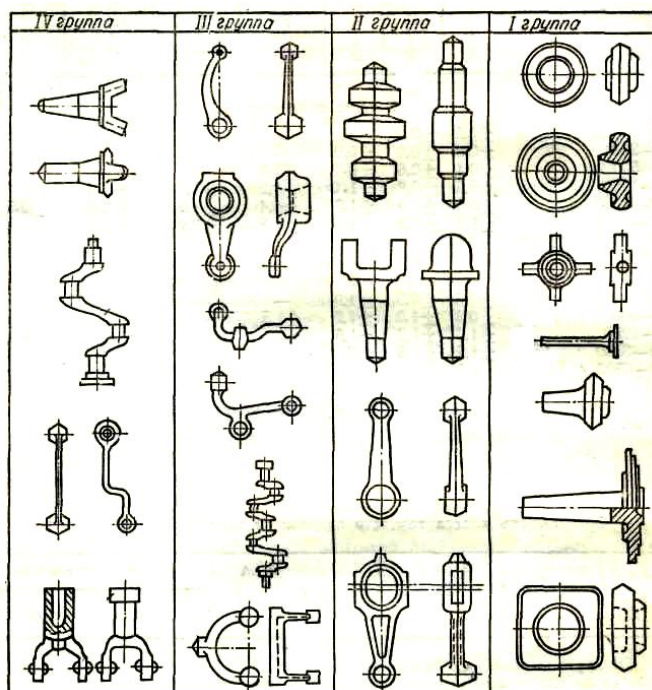
Сравнение методов получения заготовки по коэффициенту использования материала $K = g_i / g_n$, где g_i - масса детали, кг; g - норма расхода материала (т.е. материал перешедший в стружку), кг. При этом учитываются следующие рекомендации: в массовом и крупносерийном производстве $K > 0,85$; в среднесерийном и мелкосерийном производстве $K > 0,5$. . . 0,6;

2.

Таблица расчета стоимости заготовок при
различных способах их получения

Наименование показателей	варианты	
	первый	второй
Вид заготовки	штамповка	прокат
Квалитет	17...15	17...15
Группа сложности	1	1
Масса детали, кг (g_d)	1,313	1,313
Масса заготовки, кг (g_n)	1,694	2,626
Кэфф. использования материала, ($K_{им}$)	0,78	0,5
Стоимость материала, руб/кг (C_m)	0,395	0,095
Стоимость стружки, руб/кг (C_o)	0,0144	0,0144
Час. тариф..ставка рабочих, руб/час ($C_{зч}$)	0,415	0,415
Отличительные операции мех. обработки	—	токарная
Основное время отлич.операций, мин (T_o)	—	1,5232
Цеховые накладные расходы, (C_n)	0,7	0,7
Стоимость получения заготовки, руб (C_M)	1,37	1,97

Классификация заготовок по сложности их изготовления



Оптовые цены на штамповки, руб./т

Масса штампов ки, кг	Материал штамповки											
	Сталь 18ХГТ, 30ХГТ, 33ХС, 38ХС, 40ХС, 25ХГТ				Сталь 20ХН...45ХН и 20 ХНГР				Сталь 12ХН2			
	Группы сложности штамповок											
	простые	несложны е	сложные	особо сложные	простые	несложны е	сложные	особо сложные	простые	несложны е	сложные	особо сложные
До 0,25	655	710	775	850	715	775	830	900	750	810	870	940
0,25...0,6 3	525	580	645	710	570	630	685	745	605	665	725	785
0,63...1,6	415	465	515	585	465	520	570	630	500	555	610	670
1,6...2,5	365	405	460	520	395	450	500	555	420	480	534	590
2,5...4	310	350	400	455	345	390	435	470	375	420	465	510
4...10	275	315	355	395	315	350	390	430	345	380	420	460
10...25	250	280	315	355	300	325	355	395	320	345	375	415
25...63	240	265	295	330	285	310	340	370	310	330	355	395
63...160	235	255	285	315	280	300	330	360	300	320	345	380
160...400	230	250	275	305	275	295	320	350	295	315	340	370

ЛИТЕРАТУРА

Технология машиностроения. Часть II. Проектирование технологических процессов: Учеб. Пособие/Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, Б.Я. Розовский, В.В. Дегтярев, А.М. Соловейчик; Под ред. С.Л. Мурашкина. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 498с.

Оптовые цены на прокат, руб/т

Заготовки	Сталь			Цветные металлы и сплавы			
	Сталь 45	45ХНМ	95Х18	Алюминий	Бронза	Латунь	Медь
по выплавляемым моделям	3000	—	—	—	—	—	—
Горячештампованные	255	400	1250	—	1250	—	—
Холодноштампованные	430	700	2650	—	—	1500	1540
Сортовой горячекатаный прокат:							
мелкий до 19 мм	110	288	300	800	—	800	950
средний 20–110 мм	95	250	1200	600	—	700	900
крупный 120–150 мм	67	165	955	500	850	600	850

ЛИТЕРАТУРА

Технология машиностроения: В 2 т. Т 1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов/В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999.-564с., ил

Заготовительные цены на одну тонну стружки черных и цветных металлов, руб.

Тип отходов	Стоимость
Стальная и чугунная стружка для доменных печей.....	14,4
Лом и отходы легированной стали.....	29,8
Лом и отходы шарикоподшипниковой стали.....	38,0
Лом и отходы алюминиевых сплавов (стружка).....	146,0
Латунная стружка.....	319,0
Лом и отходы оловянной бронзы.....	443,0

ЛИТЕРАТУРА

Технология машиностроения. Часть II. Проектирование технологических процессов: Учеб. Пособие/Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, Б.Я. Розовский, В.В. Дегтярев, А.М. Соловейчик; Под ред. С.Л. Мурашкина. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 498с.

**Часовые тарифные ставки рабочих-станочников машиностроительных
и металлообрабатывающих предприятий**

Раз- ряд	Часовая тарифная ставка, руб./чел.-ч			
	на холодных работах		на работах с вредными условиями труда	
	Сдельщики	Повремен- щики	Сдельщики	Повремен- щики
I	0,415	0,399	0,436	0,419
II	0,438	0,426	0,460	0,447
III	0,479	0,438	0,503	0,460
IV	0,550	0,479	0,578	0,496
V	0,638	0,549	0,670	0,576
VI	0,742	0,638	0,779	0,670

ЛИТЕРАТУРА

Технология машиностроения. Часть II. Проектирование технологических процессов: Учеб. Пособие/Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, Б.Я. Розовский, В.В. Дегтярев, А.М. Соловейчик; Под ред. С.Л. Мурашкина. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. 498с.

**Оптовые цены на поковки, изготавливаемые свободной ковкой,
и на горячие штамповки, руб./т**

Масса поковки, кг	Материал поковки											
	Сталь 15Х-50Х				Углеродистая качественная сталь 08-85				Сталь 33ХС, 38ХС, 40ХС, 18ХГТ, 30ХГТ, 25ХГТ			
	Группы сложности поковок											
	простые	неслож- ные	сложные	особо сложные	простые	неслож- ные	сложные	особо сложные	простые	неслож- ные	сложные	особо сложные
До 2	395	445	500	585	350	400	450	510	420	470	525	610
2...10	350	395	445	505	310	350	400	450	375	420	470	530
10...25	315	355	400	445	275	310	360	410	340	380	425	470
25...70	290	325	365	410	250	275	325	375	315	350	390	435
70...180	270	300	335	375	235	255	300	345	295	325	360	400
180...320	255	280	310	345	225	240	280	320	280	305	335	370
320...700	245	265	290	320	215	225	260	295	265	285	310	340
700...1000	235	250	270	295	205	215	240	270	255	270	290	315

Масса отливки, кг	Серый чугун					Высокопрочный чугун					Углеродистая сталь				
	Группы сложности отливок														
	простые	несложные	средней сложности	сложные	особо сложные	простые	несложные	средней сложности	сложные	особо сложные	простые	несложные	средней сложности	сложные	Особо сложные
До 0,2	265	300	345	400	460	380	35	500	570	650	310	370	435	510	595
0,2...0,5	250	285	330	385	445	365	420	485	555	630	300	360	425	500	585
0,5...1,0	235	270	330	370	425	350	405	470	540	620	280	335	400	470	550
1,0...3,0	210	245	290	340	395	315	365	430	500	560	255	310	370	440	515
3,0...10	185	220	265	315	370	265	315	375	440	480	230	285	340	405	480
10...20	170	205	245	295	345	250	285	330	385	435	210	260	315	380	455
20...50	160	190	230	280	330	235	260	320	375	410	190	240	295	355	425
50...200	145	175	215	260	310	215	245	290	340	395	175	220	270	330	400
200...500	130	160	195	240	290	200	225	275	320	355	165	210	260	315	385
500...1000	125	155	190	230	275	195	215	265	310	335	155	200	250	305	370

3. Стоимость заготовки находится как, масса заготовки, умноженная на стоимость одного килограмма металла.

Рассчитаем стоимость заготовки.

$$C_m = q_m \cdot C_m - q_0 \cdot C_0 + C_{зч} \cdot T \cdot (1 + C_n).$$

Стоимость заготовки полученной литьем

$$C_m = 1,03 \cdot 0,465 - 0,83 \cdot 0,0298 + 0,438 \cdot 1 \cdot (1 + 0,7/100) = 0,663 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки полученной штамповкой

$$C_m = 1,10 \cdot 0,095 - 0,83 \cdot 0,0298 + 0,438 \cdot 1,38 \cdot (1 + 0,7/100) = 0,48 \text{ руб.}$$

Проанализировав таблицу 2.1 можно сделать следующие вывод: с учетом того, что стоимость штамповки меньше, чем стоимость литья с экономической точки зрения целесообразней выбрать в виде заготовки штамповку с целью снизить затраты на изготовление детали.

2.4 Лабораторная работа № 4 (2 часа).

Тема: «Расчет операционных припусков»

2.4.1 Цель работы: Научиться грамотно рассчитывать припуски на механическую обработку поверхностей при достижении требуемых техническими условиями качеств точности и шероховатости.

2.4.2 Задачи работы:

1. Освоить расчет припусков на механическую обработку вала и отверстия
2. Научиться пользоваться справочным материалом при расчете припусков
3. Рассчитать припуски вал или отверстия

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Чертеж детали, калькулятор, ГОСТ 3.1109-82, ГОСТом 14.301-83, справочный материал по допускам и посадкам.

2.4.4 Описание (ход) работы: Для определения минимального операционного припуска (на диаметр) используют следующую формулу для сверления:

$$Z_{\min.} = 2 \cdot (R_{z-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) - \text{для сверления}$$

$$Z_{\min.} = (R_{z-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) - \text{для фрезерования}$$

где R_{zi-1} - высота неровностей, полученных после предыдущей технологической операции, мкм

T_{i-1} - глубина дефектного слоя, мкм

ρ_{i-1} - пространственная погрешность, образованная при выполнении предыдущего перехода, мкм

Значения R_{zi-1} и T_{i-1} для штамповки выбираются из таблицы и заносятся в таблицу 3.1

Суммарное значение пространственных отклонений определяем по формуле

$$\rho_d = \sqrt{\rho_{\text{кор.}}^2 + \rho_{\text{см.}}^2}$$

Наименьшие предельные размеры вычисляются вычитанием из минимального размера на предыдущем переходе величины минимального припуска

$$d_{\min.i-1} = d_{\min.i} - z_{\min.}$$

Наибольшие предельные размеры вычисляются суммированием наименьшего размера и величины допуска:

$$d_{\max} = d_{\min} + \delta$$

Максимальные значения припусков определяют как разность наименьших предельных размеров:

$$Z_{\max.} = d_{\min.i} - d_{\min.i-1}$$

Минимальные значения припусков определяет как разность наименьших предельных размеров:

$$Z_{\min.} = d_{\max.i} - d_{\max.i-1}$$

Наименование технической операции или перехода берется из таблицы 1.1. Допуск δ берется из ГОСТа 27345-82.

2.

26. Расчетные формулы для определения величины припуска на обработку

Вид обработки	Расчетная формула
Последовательная обработка противоположных или отдельно расположенных поверхностей	$z_{i\min} = R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \epsilon_i$
Параллельная обработка противоположных плоскостей	$2z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \epsilon_i)$
Обработка наружных или внутренних поверхностей вращения	$2z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2})$
Обтачивание цилиндрической поверхности заготовки, установленной в центрах; бесцентровое шлифование	$2z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1})$
Развертывание плавающей разверткой, протягивание отверстий	$2z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1})$
Суперфиниш, полирование и раскатка (обкатка)	$2z_{i\min} = 2R_{z_{i-1}}$
Обработка лезвийным или абразивным инструментом без выдерживания размера (как чисто) черной поверхности	$z_\partial = R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + 0,25\delta_{i-1}$
Шлифование после термообработки:	
а) при наличии ϵ_i ,	$z_{i\min} = R_{z_{i-1}} + \rho_{i-1} + \epsilon_i$ $2z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + \rho_{i-1} + \epsilon_i)$
б) при отсутствии ϵ_i	$z_{i\min} = R_{z_{i-1}} + \rho_{i-1}$ $2z_{i\min} = 2(R_{z_{i-1}} + \rho_{i-1})$

Примечание: $\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2} \approx 0,96\rho_{i-1} + 0,4\epsilon_i$ при $\rho_{i-1} > \epsilon_i$; $\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2} \approx \rho_i$ при $\rho_{i-1} \geq 4\epsilon_i$; $\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2} \approx 0,4\rho_{i-1} + 0,96\epsilon_i$ при $\rho_{i-1} < \epsilon_i$; $\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2} \approx \epsilon_i$ при $\rho_{i-1} \leq 4\epsilon_i$

27. Качество поверхности различных видов заготовок

Вид заготовки	Класс точности	R_z	T
		мкм	
Отливки в земляные формы			
I класса	7—9		
наибольший габаритный размер отливки, мм:			
< 1250			600
1250—3150			800
то же II класса	8—9		
наибольший габаритный размер отливки, мм:			
< 1250			700
1250—3150			900

Продолжение табл. 27

Еид заготовки	Класс точности	R_z	T
		мкм	
Отливки в кокиль	5—7	200	300
Литье в оболочковые формы	5—7	40	260
Литье под давлением	3—5	20	140
Литье по выплавляемым моделям	2—5	80	170
Штампованные заготовки			
Масса, кг:			
≤ 0,25		150	150
0,25—2,5		150	200
2,5—25		150	250
25—100		200	300
100—200		300	300
Прокат			
горячекатаный диаметр, мм:			
5—25		150	150
26—75		150	250
80—150		200	300
160—250		300	400
калиброванный гладкотянутый	2а—5	60	60
калиброванный шлифованный	2—3	10	20

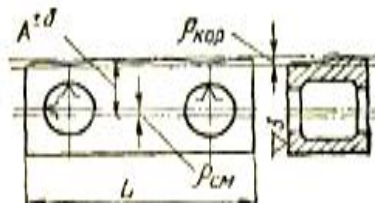
Примечание. Для отливок в земляные формы указано суммарное значение $R_z + T$.

31. Суммарное значение пространственных отклонений для различных видов заготовок и механической обработки

Тип детали и метод базирования	Эскиз	Расчетные формулы
--------------------------------	-------	-------------------

I. Литые заготовки

Корпусные детали, по отверстиям с параллельными осями и перпендикулярной к ним плоскости



$$\rho = \sqrt{\rho_{kop}^2 + \rho_{cm}^2}$$

$$\rho = \rho_{kop} + \rho_{cm}$$

$$\rho_{cm} = \delta$$

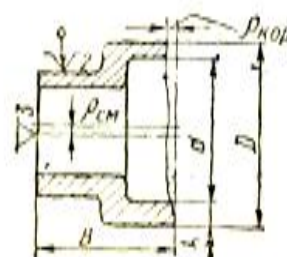
$$\rho_{kop} = \Delta_k L$$

То же, по плоскости, противоположной обрабатываемой



$$\rho = \rho_{kop}$$

Детали — тела вращения, в самоцентрирующих патронах по наружному диаметру с прижимом к торцевой поверхности



$$\rho_D = \rho_{kop} = \Delta_k D$$

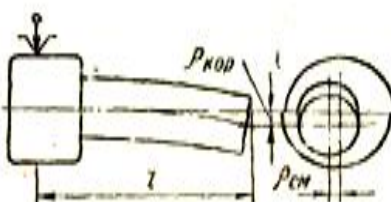
$$\rho_d = \sqrt{\rho_{kop}^2 + \rho_{cm}^2}$$

$$\rho_{cm} = \delta_v$$

$$\rho_k = \Delta_k B$$

II. Штампованные заготовки

Стержневые детали (валы ступенчатые, рычаги и т. п.) с базированием по крайней ступеци (поверхности)



$$\rho = \sqrt{\rho_{cm}^2 + \rho_{kop}^2}$$

$$\rho_{kop} = \Delta_k l$$

Стержневые детали при обработке в центрах



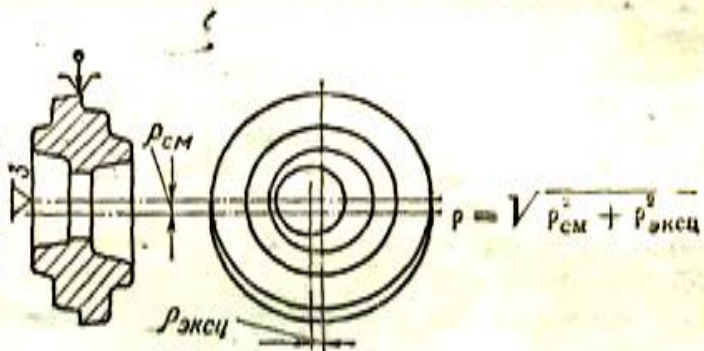
$$\rho = \sqrt{\rho_{cm}^2 + \rho_{kop}^2 + \rho_{ц}^2}$$

$$\rho_{kop} = \Delta_k l$$

при $l \leq \frac{L}{2}$

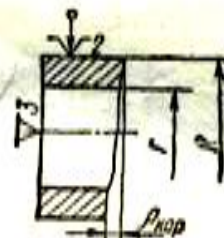
Тип детали и метод базирования	Эскиз	Расчетные формулы
--------------------------------	-------	-------------------

Детали типа дисков с прошиваемым центральным отверстием (шестерни, диски и т. п.) с установкой по наружному диаметру и торцу



$$r = \sqrt{R_{см}^2 + R_{аксц}^2}$$

То же, при обработке торцевых поверхностей

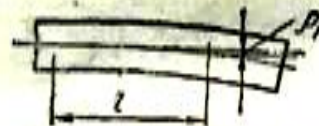


$$R = R_{кор}$$

$$R_{кор} = \Delta_k D = \Delta_k 2R$$

III. Заготовки из сортового проката

При консольном закреплении в самоцентрирующих патронах



$$R_k = \Delta_k l$$

При обработке в центрах



$$r = \sqrt{R_k^2 + R_a^2}$$

$$R_k = \Delta_k l$$

при $l \leq \frac{L}{2}$

IV. Зацентровка заготовок

При установке в самоцентрирующих зажимных устройствах



$$R_a = 0,25 \text{ мм}$$

и пространственных отклонений

32. Удельная кривизна заготовок Δ_k в $\mu\text{м}$ на 1 мм длины

Материал и состояние	Диаметр заготовки, мм					
	5—25	25—50	50—75	75—120	120—150	> 150
1. Прокат калиброванный:						
2-й класс точности	0,50	0,50				
3-й » »	1	0,75	0,5			
3а—4-й » »	2	1	1			
5-й » »	3	2	1			
Прокат калиброванный после термообработки	2	1,3	0,6			
Горячекатаный прокат:						
после правки на прессе	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05
после термообработки	2,0	1,3		0,6		0,3
2. Штампованные заготовки:						
после правки	2,0		1,5		1,0	
после термообработки	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	
3. Отливки плиты корпуса				2—3 0,7—1		

33. Погрешности штампованных заготовок по эксцентricности $\rho_{\text{эксц}}$ и короблению $\rho_{\text{кор}}$, получаемых на прессах и ГKM, мм

Толщина, (высота) длина или ширина штампован- ных заготовок, мм	По эксцентricности отверстий для группы точности			По кривизне (стреле прогиба) и короблению для группы точности		
	1	2	3	1	2	3
≤ 50	0,5	0,8	1,0	0,25	0,5	0,5
50—120	0,63	1,4	1,5	0,25	0,5	0,5
120—180	0,8	2,0	2,5	0,32	0,5	0,7
180—260	1,0	2,8	3,5	0,32	0,6	0,9
260—360	1,5	3,2	4,5	0,4	0,7	1,0
360—500	2,5	3,6	5,5	0,5	0,8	1,1

34. Погрешности заготовок, штампованных на прессах и ГKM, по смещению $\rho_{\text{см}}$, мм

Масса заготовок, кг	Для групп точности		
	1	2	3
$\leq 0,25$	0,2	0,3	0,5
0,25—0,63	0,25	0,4	0,6
0,63—1,6	0,3	0,5	0,7
1,6—2,5	0,35	0,6	0,8
2,5—4,0	0,4	0,7	0,9
4,0—6,3	0,5	0,8	1,0
6,3—10,0	0,6	0,9	1,2
10,0—16,0	0,6	1,0	1,3
16,0—25,0	0,7	1,1	1,4
25,0—40,0	0,7	1,2	1,6

35. Удельный увод Δ_K и смещение C_0 оси отверстий при сверлении

Диаметр отверстия, мм	Сверление спиральными сверлами		Глубокое сверление	
	Δ_K , мкм/мм	C_0 , мкм	Δ_K , мкм/мм	C_0 , мкм
3—6	2,1	10	1,6	10
6—10	1,7	15	1,3	15
10—18	1,3	20	1,0	20
18—30	0,9	25	0,7	25
30—50	0,7	30		

ТО и ТП	№ пов-ти.	К в - л и - т е т .	Элементы припуска, мкм			Расчетный припуск, мкм.	d _{p,м} расчетный размер	Пол е доп уска, мкм	мм		мкм	
			R _z	T	ρ _I				d _{min}	d _{max}	Z _{min}	Z _{max}
Заготовка	1;1 0	1 5	150	150	642	-	321,04	230 0	321,04	323,34	-	-
Торцевание черновое	1;1 0	1 1	10 0	100	38,5	94 2,6	320	360	320	320,43	942, 6	2,8
Торцевание чистовое	1;1 0	9	50	50	32,1	23 8	319,8	140	319,8	320	238	0,45
Заготовка	3;5; 7	1 5	150	150	642	-	22,31	840	22,31	23,15	-	-
Точение обдирочное	3;5; 7	1 1	10 0	100	38,5	18 85	20,425	130	20,425	20,55	188 5	2,59
Точение чистовое	3;5; 7	9	50	50	32,1	47 7	19,948	52	19,948	20	477	0,55
Заготовка	4;8		-	-	-	-	-	480	-	-	-	-
Сверление	4;8	1 1	40	60	44	0,9 7	2,005	60	1,945	2,005	0,97	1,00 2
Развертование	4;8	9	10	25	24,6	10 20	3,025	25	3	1,025	102 0	1,05
Заготовка	6	1 5	15 0	150	642	-	24,673	840	24,673	25,513	-	-
Точение обдирочное	6	1 1	10 0	100	38,5	18 85	22,788	130	22,788	22,918	188 5	2,59
Точение чистовое	6	9	50	50	32,1	47 7	22,311	52	22,311	22,363	477	0,55
Шлиование предварительное	6	7	10	20	-	26 4	20,047	21	22,047	22,068	264	0,29 5
Шлифование тонкое	6	6	5	15	-	60	21,987	13	22,987	22	60	0,06

2.5 Лабораторная работа № 5 (2 часа).

Тема: «Определение норм времени при работе на металлорежущих станках»

2.5.1 Цель работы: Научиться оформлять технологическую документацию.

2.5.2 Задачи работы:

1. Правила оформления технологических карт
2. Условные обозначения в графах КТП

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Чертеж детали, калькулятор, ГОСТ 3.1109-82, ГОСТом 14.301-83, справочный материал по допускам и посадкам.

2.5.4 Описание (ход) работы:

1. В настоящем параграфе рассмотрены правила заполнения отдельных граф карты технологического процесса (КТП) на операции, выполняемые с применением универсального оборудования.

Наименование технологической операции обработки резанием должно быть записано в соответствии с терминами, указанными в табл. 8.6.

Вспомогательные переходы записывают с использованием следующих ключевых слов: *установить, закрепить, переустановить, ослабить, снять, проверить, выверить*.

Порядок записи содержания технологического перехода условно можно выразить в записи, приведенной на рис.1 Любая технологическая операция начинается со вспомогательного перехода, связанного с установкой заготовки на станке, а заканчивается снятием заготовки со станка.

Допускается в записи объединение первого и последнего вспомогательных переходов.

При полной записи содержания переходов все размеры обрабатываемых поверхностей условно нумеруют арабскими цифрами. Номер размера обрабатываемой поверхности проставляют в окружность диаметром 6...8 мм, располагая ее на продолжении размерной линии. Нумерацию производят по часовой стрелке.

На эскизах к каждой данной операции нумерация размеров начинается с единицы (нумерация не является сквозной по всему технологическому процессу). При сокращенной записи переходов нумеруют не размеры, а обрабатываемые поверхности.

Для переходов, которым соответствуют размеры графических иллюстраций, форма записи будет следующей: «Точить поверхность, выдерживая размеры 1 и 2», т. е. указываются порядковые номера размеров, выдерживаемых на данном переходе.

Сокращенную запись переходов выполняют со ссылкой на условное (номерное) обозначение конструктивного элемента обрабатываемого изделия. При этом необходимо, чтобы на операционном эскизе обрабатываемые конструктивные элементы были обозначены номерами. В этом случае размеры, выдерживаемые на операции, не нумеруют. Сокращенная запись переходов целесообразна при сравнительно простых операциях и переходах и когда графическая иллюстрация является четкой и ясной.

2. Условные обозначения в графах КТП

Наименование (условное обозначение) графы, строки	Содержание граф карты технологического процесса (КТП)
Код	Код материала
ЕВ	Код единицы величины (массы, длины и т. п.)
мд	Масса

ЕН	Единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала или времени (1,10,100)
Н.расх.	Норма расхода материала
КИМ	Коэффициент расхода материала
Код загот.	Вид заготовки (отливка, прокат и т. д.)
Профиль и размеры	Профиль и размеры заготовки. Допускается указывать размеры (длину, ширину, высоту), например: 300 x 60 x 60
кд	Количество деталей, заготовок, изготавливаемых из одной заготовки
мз	Масса заготовки
Цех	Номер цеха
Уч.	Номер участка
РМ	Номер рабочего места
Опер.	Номер операции
Код, наим. операции	Наименование операции
Код, наим. оборудования	Модель и краткое наименование оборудования
СМ	Степень механизации
ПРОФ.	Профессия
Р	Разряд работы, необходимый для выполнения операции
УТ	Условия труда
КР	Количество исполнителей, занятых при выполнении операции
КОИД	Количество одновременно обрабатываемых деталей
ОП	Объем производственной партии в штуках
T_o	Основное (машинное) время
T_v	Вспомогательное время
$T_{пз}$	Норма подготовительно-заключительного времени на операцию
$T_{шт}$	Норма штучного времени на операцию
ПИ	Номер позиции инструментальной наладки (для станков с ЧПУ)

В графе «Расчетные размеры» приводят размеры обрабатываемых поверхностей; расчетный диаметр (ширину) и расчетную длину обработки L , определяемую с учетом величин врезания и перебега. При этом учитывают наибольший диаметр, по которому рассчитывают скорость резания. При обработке сверлом, зенкером, разверткой, метчиком в графе «Диаметр, ширина» пишут диаметр инструмента.

Глубину резания при обработке t и число рабочих ходов i указывают в соответствии с условием обработки при переходе.

Подачу S_v операционной карте принимают в зависимости от вида обработки: для токарных работ — на один оборот заготовки (мм/об); для строгальных и долбежных — на один линейный ход стола или резца (мм/дв.ход); для сверлильных, расточных, резбонарезных и других видов обработки отверстий с вращением инструмента — на один оборот шпинделя станка (мм/об).

При фрезерных работах в графе S записывают две подачи: в числителе — подачу в минуту (мм/мин), а в знаменателе — подачу на зуб (мм/зуб). При фрезеровании шпоночных пазов (с маятниковой подачей) двухзубыми фрезами указывают вертикальную и продольную подачи: в числителе — вертикальную на двойной ход фрезы (мм/дв.ход), а в знаменателе — продольную в минуту (мм/мин). При круглом наружном шлифовании с продольной подачей и при шлифовании отверстий подачу обозначают также дробью: в

числителе — продольная в долях ширины шлифовального круга на один оборот заготовки или в мм/об, а в знаменателе — поперечная на двойной ход стола (мм/дв.ход).

При шлифовании методом врезания задается только поперечная подача на один оборот детали (мм/об), а при обработке плоскости торцом круга — вертикальная на оборот стола (при его вращении) или двойной ход стола (мм/об, мм/дв.ход).

2.6 Лабораторная работа № 6 (2 часа).

Тема: «Определение жесткости токарного станка»

2.6.1 Цель работы: Научиться определять категорию предприятия.

2.6.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с методикой определения жесткости токарного станка
2. Установить влияние нагрузки на упругие деформации в узлах станка
3. Установить влияние жесткости узлов станка на точность обработки

2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Чертеж детали, калькулятор, ГОСТ 3.1109-82, ГОСТом 14.301-83, справочный материал по допускам и посадкам. Измерительный инструмент

2.6.4 Описание (ход) работы:

Максимальная высота конуса

$$X = \frac{73+11}{2} \cdot \operatorname{tg} 3^\circ = 37 \cdot 0,0524 \approx 1,9 \text{ мм.}$$

Тогда максимальный диаметр заготовки D_{\max} равен: $157 + 2 \times 1,9 \approx 160,8 \text{ мм}$. С учетом допуска размер будет $160,8^{+1,2}_{-1,2} \text{ мм}$. Тогда возможный максимальный припуск по наружному диаметру на обработку (на стону) равен $\frac{160,8^{+1,2}_{-1,2} - 150}{2} = 5,4 + 0,6 = 6 \text{ мм}$.

Содержание отчета. Чертеж (эскиз) отливки.

1.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ УЗЛОВ ТОКАРНОГО СТАНКА (СТАТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ)

Цели работы

1. Ознакомиться с методикой определения жесткости токарного станка.
2. Установить влияние нагрузки (сила P_y) на упругие деформации в узлах станка (передняя и задняя бабки, суппорт).
3. Установить влияние жесткости узлов станка на точность обработки.

Методические положения

Жесткость j (Н/мм) — способность системы противостоять деформации. Она выражается силой, отнесенной к возникшей деформации в направлении действия силы. Наибольшую деформацию при обработке деталей резанием вызывает радиальная составляющая силы резания P_y .

$$\text{Поэтому } j = \frac{P_y}{y},$$

где y — деформация системы в направлении действия силы P_y , мм.

У токарного станка определяют жесткость передней, задней бабок и суппорта.

При увеличении жесткости станка точность обработки возрастает.

Оборудование и принадлежности для проведения испытаний:

- а) станок модели 1К62 с высотой центров 200 мм;
- б) вал-оправка диаметром 100 мм, длиной $l = 400 \text{ мм}$. В центре вала лунка под шарик диаметром 10 мм;
- в) державка с шариковым наконечником;
- г) кольцевой динамометр от 0 до 5 кН;
- д) три индикатора со стойками для измерения перемещений в узлах станка.

Схема нагружения узлов станка и замера деформаций приведена на рис. 1.9.

В процессе точения валика наличие силы P_y и ее реакции (рис. 1.10) как бы раздвигает деталь и резец и ведет к уменьшению фактической глубины резания t_ϕ . При этом получается погрешность обработки Δ , равная разнице заданной и фактической глубин резания:

$$\Delta = t - t_\phi = y_1 + y_2 + y_c,$$

где t — заданная глубина резания, мм; t_ϕ — фактическая глубина резания, мм; y_1 — упругая деформация передней бабки, мм; y_2 — упругая деформация задней бабки, мм; y_c — упругая деформация суппорта, мм.

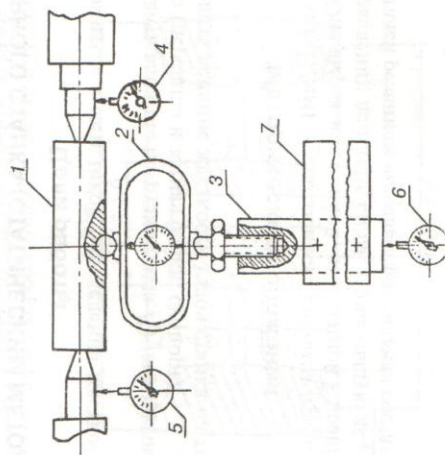


Рис. 1.9. Схема нагружения станка:
1 — вал; 2 — динамометр; 3 — нагружающая державка; 4, 5, 6 — индикаторы;
7 — резцедержатель станка

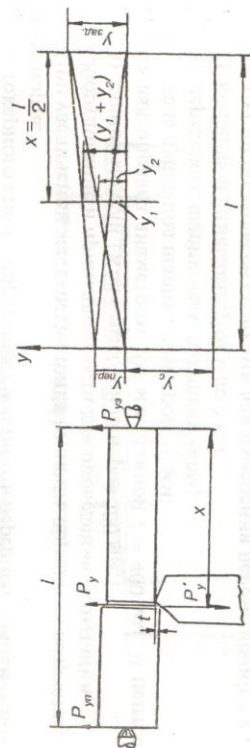


Рис. 1.10. Схема упругих деформаций узлов токарного станка

При приложении силы P_y в середине валика ($x = \frac{l}{2}$) на переднюю бабку действует сила $P_{yn} = \frac{P_y}{2}$ и на заднюю бабку $P_{yz} = \frac{P_y}{2}$ (см. рис. 1.10). Зная значение силы P_y и соответствующие значения деформации y_1 и y_2 , можно определить жесткость передней и задней бабок, Н/мм:

$$j_{пер} = \frac{P_y}{2y_1};$$

$$j_{зад} = \frac{P_y}{2y_2};$$

жесткость суппорта, Н/мм:

$$j_c = \frac{P_y}{2y_c}.$$

Значение диаметра обработанного валика различно по его длине из-за разной жесткости передней и задней бабок. Жесткость задней бабки обычно меньше, и поэтому деформация у задней бабки больше. На рис. 1.10 графически представлены деформации y_1 ; y_2 ; y_c при различных положениях резца (различном положении силы P_y), т. е. при различной величине x . Поскольку деформации y_1 и y_2 упругие, то характер их изменения принят по закону прямой линии. При приложении силы P_y у передней бабки деформация $y_1 = y_{пер}$ и равна нулю у задней бабки.

При приложении силы P_y у задней бабки деформация $y_2 = y_{зад}$ и равна нулю у передней бабки. При $x = \frac{l}{2}$

$$y_1 = \frac{y_{пер}}{2} \text{ и } y_2 = \frac{y_{зад}}{2}.$$

Разность $2(y_{зад} - y_{пер})$ должна дать величину возможной конусности Δ_x обработанного валика из-за различной жесткости передней и задней бабок.

Порядок выполнения

1. Установить в центрах станка вал. При этом расстояние от корпуса задней бабки до торца вала должно соответствовать величине, приведенной ниже.

Станки с наибольшим диаметром обрабатываемой детали D , мм	100	125	160	200	250	320	400	500
Расстояние от торца корпуса задней бабки до торца вала, мм	50	60	70	80	95	115	140	170
Предельная нагрузка P_y , Н	300	500	700	1000	1400	2000	2800	4000

Центр углубления на поверхности вала должен располагаться в горизонтальной плоскости, проходящей через ось вала.

2. Установить по центру и закрепить с левой стороны резцедержателя державку с шаровым наконечником.

3. Установить между валом и шаровой поверхностью державки кольцевой динамометр так, чтобы передаваемая нагрузка на узлы станка совпадала с направлением действия радиальной составляющей P_r силы резания. Между углублениями динамометра и вала поместить шарик.

4. На станине станка установить три стойки для индикаторов таким образом, чтобы одним из индикаторов можно было измерять перемещение шпинделя передней бабки, вторым — суппорта, третьим — задней бабки.

5. Установить индикаторы в гнезде стоек так, чтобы их наконечники соответственно касались:

- центра передней бабки;
- торца державки с шаровым наконечником;
- центра задней бабки.

6. Предварительно нагрузить систему до максимальной нагрузки (для станка модели 1K62 — 1600 Н) 1–2 раза и снять нагрузку.

7. Установить все индикаторы на ноль при натяге индикаторов, равном 0,5–2 мм.

8. Произвести ступенчатые нагружения системы до предельной нагрузки при интервале нагружения 0,4 кН. Нагружение системы осуществлять путем вывинчивания гаечным ключом винта с шаровым наконечником из державки.

9. В обратной последовательности произвести полную разгрузку станка. При этом кривые разгрузки не совпадают с кривыми нагружки.

10. Перемещения, возникающие в узлах станка под действием нагрузки, определяют по соответствующим индикаторам и заносят в протокол наблюдений.

11. Начертить схему нагружения системы.

12. Построить диаграммы нагрузки — перемещение для передней бабки, суппорта и задней бабки (рис. 1.11). Определить жесткость каждого узла токарного станка.

13. Подсчитать упругие деформации $y_{пер}$ и $y_{зад}$ передней и задней бабок, суппорта y_c . Построить схему упругих деформаций узлов токарного станка.

Протокол наблюдений

Жесткость суппорта $j_c = 10 \text{ Н/мм}$.

Жесткость передней бабки $j_{пер} = 10 \text{ Н/мм}$.

Жесткость задней бабки $j_{зад} = 10 \text{ Н/мм}$.

Упругие деформации передней бабки $y_{пер} = 10 \text{ мкм}$.

№ п/п	Показания индикатора динамометра, мкм	Цена деления индикатора динамометра	Нагрузка P_r , Н		Упругие деформации узлов, мкм						
			суппорт	задняя и передняя бабки	передняя бабка		суппорт		задняя бабка		
					нагрузка	разгрузка	нагрузка	разгрузка	нагрузка	разгрузка	
1	0		0	0	0		0		0		разгрузка
2			400	200							нагрузка
3			800	400							разгрузка
4			1200	600							нагрузка
5			1600	800							разгрузка

Упругие деформации задней бабки $y_{зад} = 10 \text{ мкм}$.

Упругие деформации суппорта $y_c = 10 \text{ мкм}$.

Конусность обрабатываемого валика из-за различной жесткости передней и задней бабок $\Delta_k = \text{мкм}$.

Содержание отчета. В отчет необходимо включить схему измерения и схемы деформаций передней, задней бабок и суппорта токарного станка в зависимости от нагрузки; протокол наблюдений; графики зависимости упругих деформаций передней, задней бабок и суппорта от нагрузки и в зависимости от положения резца. В выводе указать величину конусности обрабатываемой детали, исходя из различной жесткости передней и задней бабок.

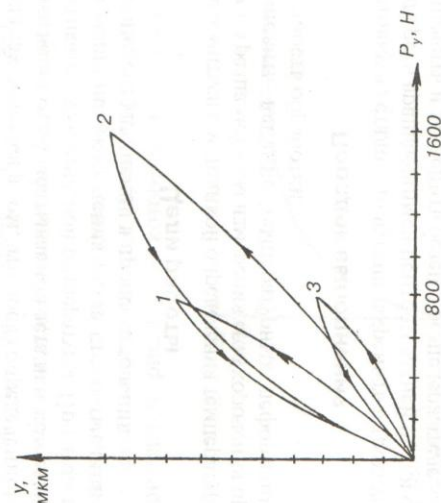


Рис. 1.11. Зависимость перемещений в узлах станка от нагрузки: 1 — задняя бабка; 2 — суппорт; 3 — передняя бабка

2.7 Лабораторная работа № 7 (2 часа).

Тема: «Составление технологических схем сборки изделий сельскохозяйственного машиностроения»

2.7.1 Цель работы: Научиться составлять технологические схемы сборки узлов с.х. машин

2.7.2 Задачи работы:

1. Изучить последовательность сборки машин, узла или подузла из элементов

2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Чертеж детали, калькулятор, ГОСТ 3.1109-82, ГОСТом 14.301-83, справочный материал по допускам и посадкам. Измерительный инструмент

2.7.4 Описание (ход) работы: Технологические схемы сборки составляют при разработке технологических процессов сборки машин, узлов (групп), подузлов (подгрупп). Эти *схемы отражают последовательность сборки машины, узла или подузла из элементов.*

Исходным материалом для составления схемы сборки служит чертеж изделия (узла, подузла) со спецификацией составляющих элементов (деталей, узлов, подузлов).

Каждую деталь (подузел, узел) на схеме сборки изображают в виде прямоугольника, разделенного на три части, в которых указывают номер детали (подузла, узла) по спецификации, наименование детали (подузла, узла) и число собираемых деталей (подузлов, узлов).

При разработке схемы сборки вначале выбирают так называемую *базовую деталь* или *базовый узел (подузел)*. Таким базовым элементом является элемент собираемого узла (машины), на который устанавливают остальные детали и подузлы (узлы).

От базового элемента проводят прямую линию, к которой подводят прямоугольники, обозначающие сборочные элементы в порядке их присоединения. В конце линии прямоугольником обозначают узел (подузел, изделие) в сборе.

Для облегчения распознавания на схеме сборки подузлов и узлов от деталей прямоугольники, обозначающие подузлы и узлы, обводят двойной линией. Например,

Иногда детали от узлов (подузлов) отличают другим способом. Детали располагают сверху линии, соединяющей базовый элемент с собираемым узлом (подузлом, изделием), а подузлы (узлы) — снизу этой линии.

В технологических схемах сборки указывают методы осуществления соединений, если они не определены типом собираемых деталей. Так, пишут «приварить», «запрессовать», но не пишут «сболтить», «заклепать», если указана постановка болтов и заклепок.

На рис. 2 приведен сборочный чертеж «Шестерня ведущая главной передачи заднего моста с картером подшипников», а на рис.2 — технологическая схема сборки этой

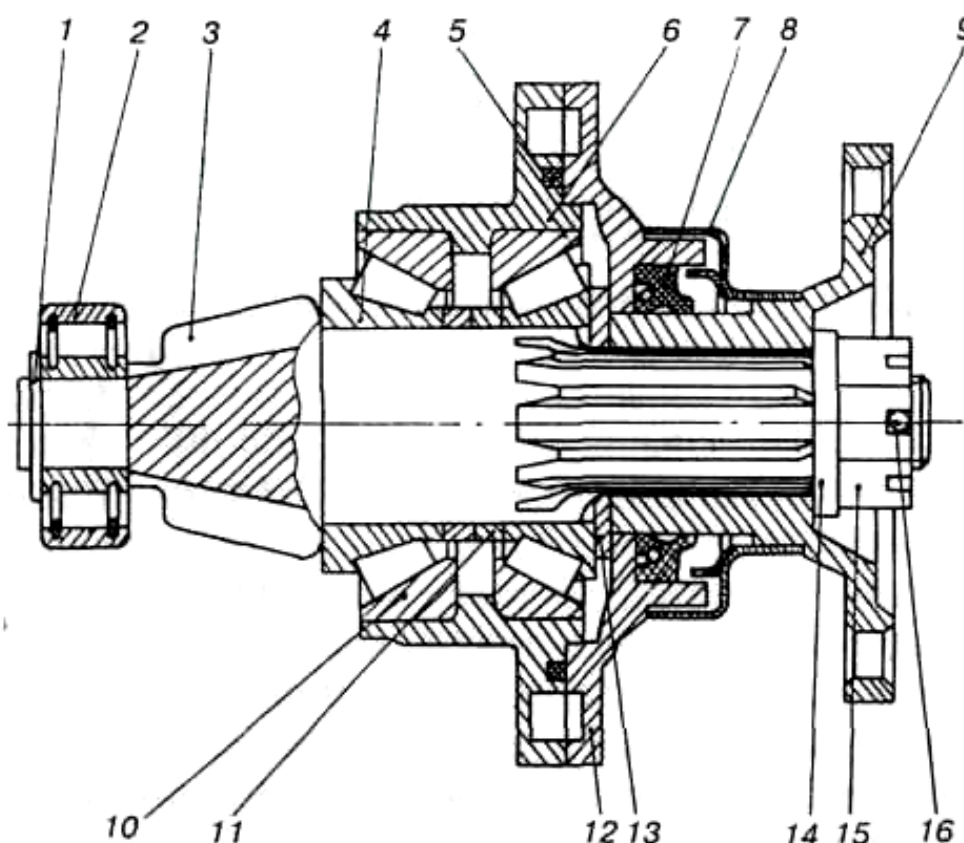


Рис. 5. Шестерня ведущая главной передачи

заднего мостас картером подшипников: где, 7 — кольцо стопорное; 2 — подшипник роликовый; 3 — вал-шестерня ведущий; 4 — кольцо подшипника внутреннее в сборе с сепаратором; 5 — пробковая прокладка; 6 — картер подшипников; 7— манжета; 8 — пыльник; 9 — фланец; 10 — кольцо подшипниковое наружное; 11 — кольцо упорное; 12 — крышка; 13, 14 — шайба; 15 — гайка; 16 — шплинт.

На основании технологических схем сборки подузлов, узлов и изделия можно судить о технологичности изделия с точки зрения удовлетворения требованиям сборки.

Условие технологичности сборки — возможность расчленения изделия на большое число узлов и подузлов и параллельной сборки (одновременно в нескольких местах) узлов (подузлов) с уменьшением цикла сборки изделия.

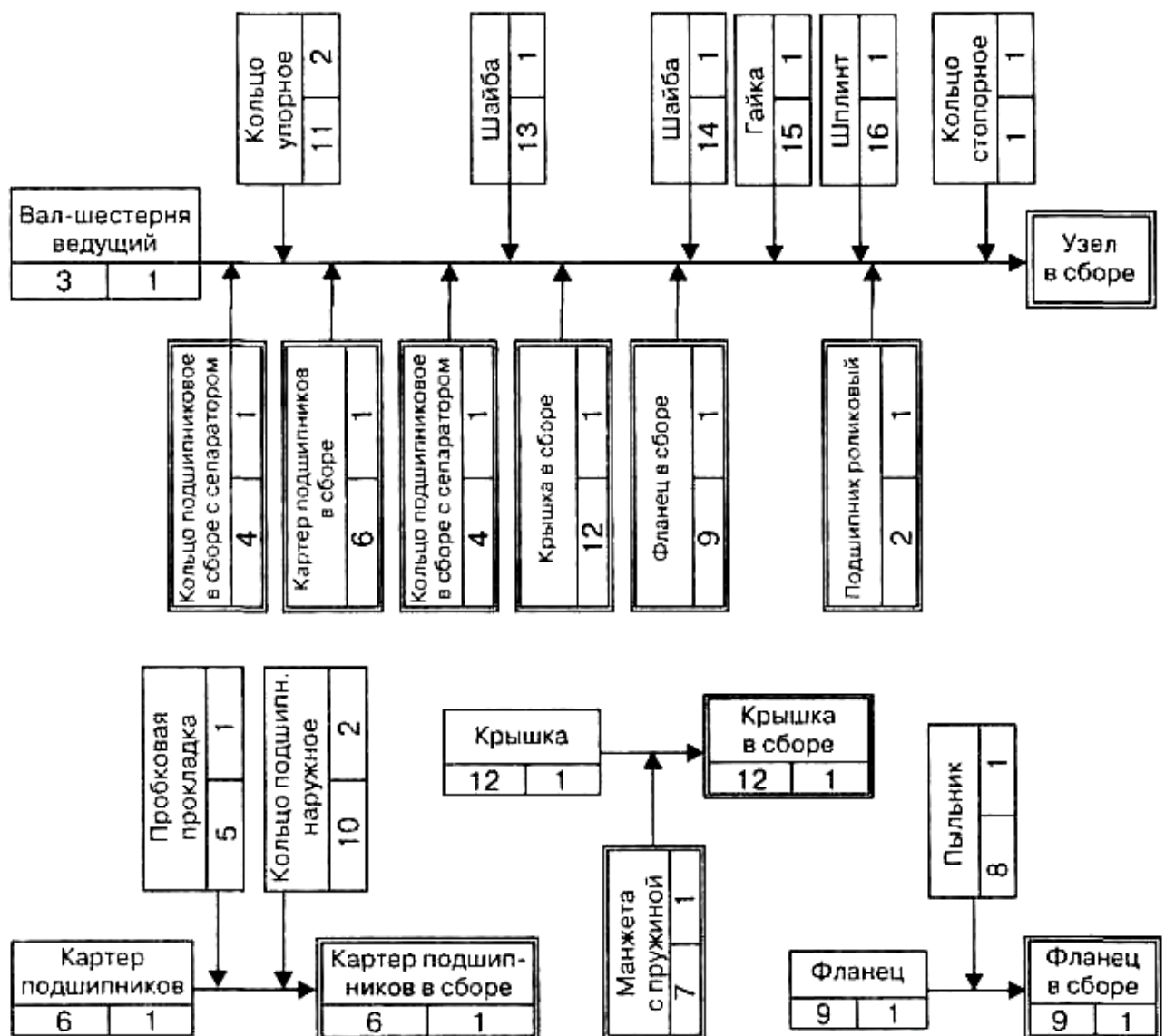


Рис.6 Схема технологического процесса сборки

2.8 Лабораторная работа № 8(2 часа).

Тема: «Расчет технико-экономических показателей технологического процесса (коэффициент загрузки станка, коэффициент использования оборудования по основному времени и др)»

2.8.1 Цель работы: Ознакомится с методикой расчета технико-экономических показателей технологического процесса

2.8.2 Задачи работы: Научится определять коэффициент загрузки станка, коэффициент использования оборудования по основному времени и др

2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Чертеж детали, калькулятор, ГОСТ 3.1109-82, ГОСТом 14.301-83, справочный материал по допускам и посадкам. Измерительный инструмент

2.8.4 Описание (ход) работы:

1. Определение потребного количества оборудования и построение графиков загрузки

Правильный выбор оборудования определяет его рациональное использование во времени, т.е. необходимо выбрать станки по их производительности таким образом, чтобы исключить их простой. С этой целью определяют критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности и всех вместе по разработанному технологическому процессу.

Расчетное количество станков определяется как отношение штучного времени на данную операцию $T_{шт}$ к такту выпуска t_b :

$$m_p = \frac{T_{шт}}{t_b}$$
$$t_b = 1,65$$

Для токарной обработки $T_{шт} = 7,67$ мин

$$m_p = \frac{7,67}{1,65} = 4,65$$

Принимаем 5 токарно-винторезных станков 1А616.

Для шлифовальной обработки $T_{шт} = 0,87$ мин

$$m_p = \frac{0,87}{1,65} = 0,53$$

Принимаем 1 шлифовальный станок 3Б153.

Подсчитываем коэффициент загрузки станка:

$$\eta_z = \frac{m_p}{m_n}$$

Использование станка при точении: $\eta_z = 0,93$

Использование станка при шлифовании: $\eta_z = 0,53$

Определяем коэффициент использования станка по основному времени:

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{шт}}$$

Для токарного станка $T_o = 1,87$ мин; $\eta_o = 0,24$.

Для шлифовального станка $T_o = 0,049$ мин; $\eta_o = 0,06$.

η_o свидетельствует о доле машинного времени в общем времени работы станка.

Коэффициент использования оборудования по мощности привода η_M представляет собой отношение необходимой мощности на приводе станка к мощности установленного электрооборудования, электродвигателя

$$\eta_M = \frac{N_p}{N_n}$$

Для токарной обработки $N_p = 4,4$ кВт, $N_n = 4,5$ кВт; $\eta_M = 0,98$.

Для шлифовальной обработки $N_p = 3,9$ кВт, $N_n = 5,5$ кВт, $\eta_M = 0,71$.

Графики служат наиболее наглядным способом оценки технико-экономической эффективности разработанного технологического процесса.

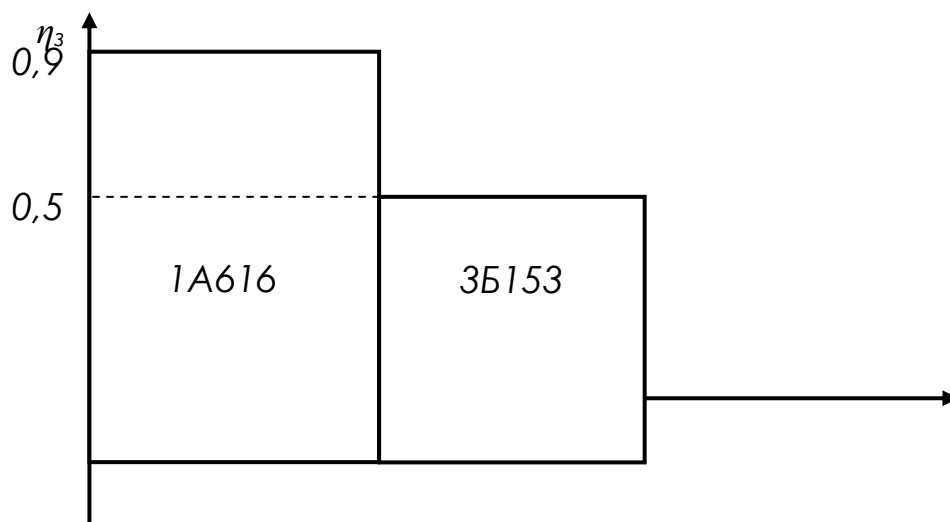


Рисунок 1. График загрузки станков.

Из графика следует, что шлифовальный станок 3Б153 загружен всего на 53% . Поэтому его можно применять также для других работ не связанных с изготовлением данной детали.

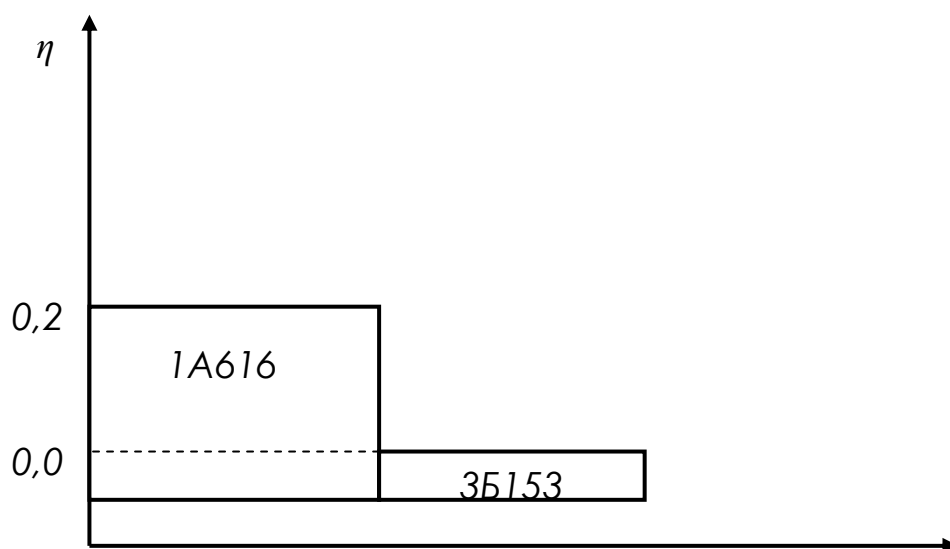


Рисунок 2. График использования станков по основному времени.

Из графика видно, что использование токарно-винторезного станка 1A616 по основному времени в 4 раза больше чем шлифовального станка 3Б153.

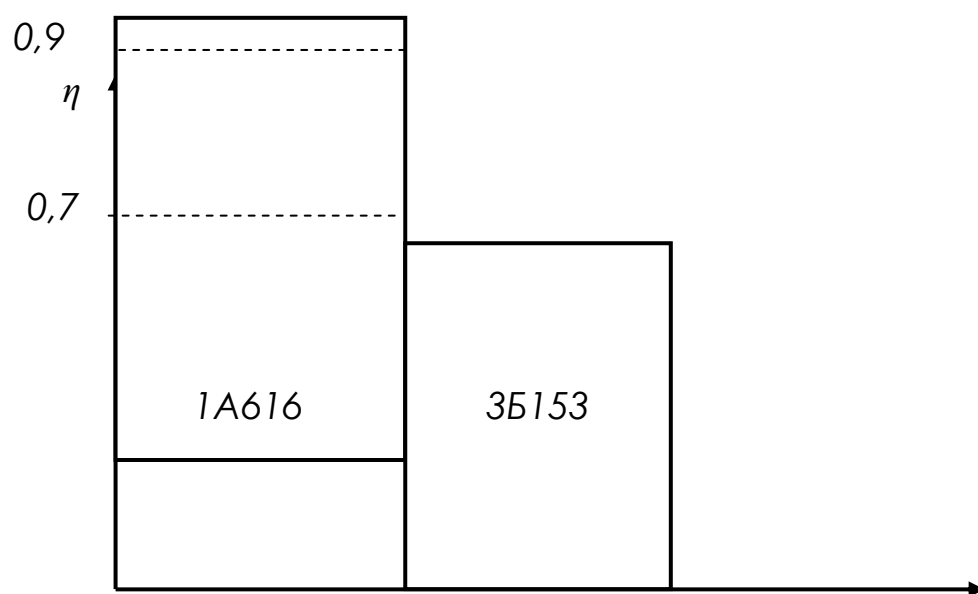


Рисунок 3. График использования станков по мощности.

Из графика видно, что предполагается практически полностью использовать мощность станков.