



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технология машиностроения»

Практикум
по дисциплине

**«Технология
машиностроения»**

Авторы

Тамаркин М. А., Прокопец Г. А.,
Давыдова И. В., Тищенко Э. Э.,
Попов М. Е., Мельников А. С.,
Берберов С. А.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», профиль «Технология машиностроения»

Авторы

д.т.н., проф., зав. каф. «Технология машиностроения»

Тамаркин М. А.,

к.т.н, доц. каф. «Технология машиностроения»

Прокопец Г. А.,

к.т.н, доц. каф. «Технология машиностроения»

Давыдова И. В.,

к.т.н, доц. каф. «Технология машиностроения»

Тищенко Э. Э.,

д.т.н., проф. каф. «Технология машиностроения»

Попов М. Е.,

к.т.н, проф. каф. «Технология машиностроения»

Мельников А. С.,

к.т.н, доц. каф. «Технология машиностроения»

Берберов С. А.



Оглавление

Практическое занятие №1	4
Проектирование маршрутных технологических процессов механической обработки.....	4
Список литературы.....	12
Практическое занятие №2	13
Анализ и оценка технологичности конструкции изделий машиностроительного производства.....	13
Список рекомендуемой литературы.....	17
Приложение.....	17
Практическое занятие №3	29
«Экономическое обоснование выбора заготовок при проектировании технологических процессов механической обработки».....	30
Список используемой литературы.....	53
Практическое занятие №4	53
«Порядок расчета припусков и размеров заготовок по технологическим переходам».....	53
Список использованной литературы.....	70
Практическое занятие №5	71
«Методика выбора технологической базы на первой операции».....	71
Список использованной литературы.....	77
Практическое занятие №6	77
«Выбор и обоснование единой технологической базы».....	77
Список использованной литературы.....	83

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Проектирование маршрутных технологических процессов механической обработки

Технологические процессы (ТП) разрабатываются при проектировании новых и реконструкции существующих заводов, а также при организации производства новых объектов на действующих заводах.

В соответствии с ГОСТ 14.301-83 ТП подразделяют на единичные и унифицированные, типовые и групповые:

Общие правила разработки ТП определяет ГОСТ 14.301-83. Разрабатываемый ТП должен быть прогрессивным и обеспечивать выполнение всех требований чертежа и технических условий, повышение производительности труда и качества изделий, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду.

1. Исходные данные для проектирования

1.1. Сборочные и рабочие чертежи изделия и детали.

1.2. Технические условия, нормы точности и другие данные, характеризующие служебное назначение детали в работающей машине, требования к детали, выявленные при разработке ТП сборки.

1.3. Количество деталей, подлежащих изготовлению в единицу времени.

1.4. Условия, в которых должен осуществляться ТП (вновь проектируемый или действующий завод), состав оборудования (наличие и перспектива обновления путем модернизации, получение нового), наличие производственных площадей (перспективы расширения), наличие и перспективы получения кадров.

1.5. Стандарты и нормативы по полуфабрикатам.

1.6. Типовые, групповые и рабочие ТП на основные виды деталей.

1.7. Технологические характеристики оборудования, рабочего и измерительного инструмента.

1.8. Справочная литература, руководящие материалы, инструкции, нормативы.

2. Последовательность разработки маршрутного ТП механической обработки.

- 2.1. Анализ исходных данных.
- 2.2. Установление типа производства.
- 2.3. Анализ технологичности конструкции детали.
- 2.4. Выбор действующего группового, типового ТП или поиск аналогичного единого ТП.
- 2.5. Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.
- 2.6. Разработка вариантов технологического маршрута обработки типовых поверхностей.
- 2.7. Выбор вариантов схем базирования.
- 2.8. Синтез маршрута обработки заготовки.
- 2.9. Выбор типов и определение технических характеристик оборудования.
- 2.10. Оформление технологической документации.

3. Установление типа производства.

Тип производства и соответствующая ему форма организации работы определяют характер ТП и его построение и предшествуют разработке маршрутного ТП /2/.

Знание типа производства используют для принятия следующих предварительных решений: о степени детализации проектирования ТП, о структуре ТП (операции), о видах применяемого оборудования и оснастки, о методах обеспечения точности, о возможности кооперирования и т.д.

4. Анализ исходных данных. Отработка конструкции детали на технологичность.

Необходимо изучить чертеж детали (и при наличии – чертеж заготовки) и технологические требования к ним.

Провести анализ технологичности конструкции детали /1/. Отработка конструкции изделия на технологичность должна обеспечивать снижение трудоемкости и себестоимости изготовления, снижения расхода металла и топливно-энергетических ре-

сурсов. В случае выявления нетехнологичности конструкции детали технологу следует вернуть конструкторскую документацию на доработку.

Необходимо проанализировать чертеж заготовки. Следует обратить внимание на материал детали, её габаритные размеры и массу, способ получения заготовки, точность размеров, шероховатость поверхности, конструктивные особенности заготовки, плоскость разъема (формы или штампа).

При анализе чертежа заготовки необходимо учитывать точность и качество необрабатываемых поверхностей детали, а также общие припуски на обработку.

Особое внимание следует обратить на плоскость разъема формы или штампа, так как та поверхность, через которую она проходит, не должна использоваться в качестве черновой технологической базы.

Далее следует проанализировать чертеж детали, обратить внимание на форму детали, габаритные размеры, на точность и качество поверхностей, подлежащих механической обработке (как правило, на этих поверхностях стоят значки шероховатости).

5. Поиск аналогов существующих ТП.

Следует ознакомиться и проанализировать имеющиеся типовые или групповые ТП в справочной литературе, руководящих материалах и т.п. /3,4,5/. Найденные аналогичные ТП должны являться основой для разработки новых ТП. В случае их отсутствия в качестве такой основы принимают ранее принятые прогрессивные решения в действующих единичных ТП изготовления аналогичных изделий.

6. Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.

Методы изготовления заготовок деталей машин определяются технологическими свойствами их материала, эксплуатационной нагруженностью детали в СЕ, конструктивными особенностями, точностью размеров, качеством поверхности и типом производства.

В единичном и мелкосерийном производствах следует стре-

миться к применению заготовок из проката, не дорогостоящих способов литья. При этом припуски на обработку будут значительными, точность не высокой, шероховатость поверхности значительной.

В крупносерийном и массовом производстве целесообразнее назначать более точные заготовки с меньшими припусками, более высокой точностью поверхностей и меньшей шероховатостью поверхности. Такие заготовки, как правило, получают литьем под давлением, по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, в кокиль, штамповкой жидкого металла, штамповкой в закрытых штампах или штампах выдавливания, КГШП, ГКМ и т.п. /6/.

Выбор исходной заготовки заканчивается проектированием чертежа или эскиза заготовки.

7. Разработка вариантов технологического маршрута обработки типовых поверхностей.

Промежуточное или окончательное состояние обрабатываемой поверхности достигается в результате выполнения технологических переходов. Изменение состояния поверхности от исходного до конечного, как правило, осуществляется за несколько технологических переходов, по мере выполнения которых постепенно повышается качество поверхности (точность размеров и формы; точность положения, качество поверхностного слоя и т.д.).

Механическую обработку детали любого типа можно осуществлять за 13 этапов обработки, где исходная заготовка 16-12 качества точности с Ra 120 мкм может достичь 5-4 качества точности детали с Ra < 0,1 мкм. Этапы обработки включают: заготовительный, черновой, два получистовых, два чистовых, два доводочных, три термических, гальванический и контрольный.

Для разрабатываемого ТП рекомендуется вычертить эскиз детали и пронумеровать все поверхности, подлежащие механической обработке.

Для алгоритмизированного проектирования ТП следует определить направление доступа инструмента к обрабатываемым поверхностям. Каждая деталь имеет 6 основных направлений: В

(верх); П (право); Л (лево); Ф (фасад); Н (низ); Т (тыл). При нумерации поверхностей сложные элементы деталей (канавки, резьбы), представляющие собой сочетание поверхностей, могут обозначаться одним номером, если они получаются одним инструментом.

Далее следует по чертежу детали выявить технологические комплексы. Технологическим комплексом называется совокупность поверхностей, на которые чертежом установлены жесткие допуски на взаимное расположение или на координатную связь. Наличие таких требований обуславливают применение специальных технологических мероприятий.

После проведенного анализа следует заполнить карту проектирования ТП (Таблица 1), группируя поверхности по направлению доступа инструмента и отмечая технологические комплексы.

8. Выбор вариантов схем базирования.

В соответствии с выбранным маршрутом обработки поверхностей выбирают схему базирования заготовки в приспособлении, которая должна в первую очередь обеспечить требуемую точность взаимного расположения (параллельность, перпендикулярность и т.п.), а только потом – заданную точность линейных размеров.

В качестве технологических баз следует использовать доступные поверхности достаточных габаритных размеров, при установке на которые погрешность базирования не будет превышать одной четвертой допуска на соответствующий размер.

В качестве технологических баз следует использовать конструкторские базы, от которых задан обрабатываемый размер, в соответствии с принципом совмещения баз.

Для создания возможности повышения уровня концентрации обработки в операции и снижения разнообразия технологической оснастки лучше принять в качестве базы для обработки всех поверхностей детали одну и ту же базу – так называемую, единую технологическую базу (в соответствии с принципом единства баз) /11/.

9. Синтез маршрута обработки заготовки.

Каждое изменение состояния поверхности может осуществляться разными способами и на различном оборудовании.

Синтез маршрута обработки типовых поверхностей можно осуществить одним из двух методов: 1) методом последовательных уточнений; 2) методом типовых маршрутов.

Для реализации первого метода необходим массив локальных типовых решений, оформленный в виде таблицы, которая содержит необходимую для принятия решения информацию.

Метод типовых маршрутов также можно использовать при наличии соответствующего массива, оформленного в виде таблиц, в которых в зависимости от конечного состояния типовой поверхности и материала задаются маршруты ее обработки (/3/, с.404-445).

Заданные точность и качество типовых поверхностей, размеры, масса и форма детали дают возможность определить необходимые методы окончательной обработки этих поверхностей (/7/, с.29). Каждому методу окончательной обработки предшествуют промежуточные методы, которые назначают исходя из того, что каждый последующий метод должен быть точнее предыдущего. Для назначения плана обработки поверхности пользуются составленными на основании опытных данных таблиц средних величин экономической точности различных методов обработки (/8/, с.79-80), таблицами этапов обработки (/7/, с.89) и расчетом уточнений (/9/).

В последнем случае определяется требуемая величина уточнения, которую необходимо обеспечить в результате обработки, как отношение погрешности (допуска) заготовки к погрешности (допуску) детали. Затем определяется уточнение за каждый назначенный переход, обеспечивающий получение требуемых точности и шероховатости. Уточнение редко бывает более 5, для большинства методов обработки уточнение находится в пределах 2-3 /11/. В результате определяется общее уточнение как произведение уточнений за каждый переход. Полученное значение сравнивается с требуемой величиной. Общее уточнение должно быть большим, или равным требуемому. В противном случае следует увеличить количество переходов обработки.

Этапы механической обработки заносятся в карту проектирования ТП.

Первый шаг синтеза маршрута обработки заготовки – распределение отобранных переходов обработки типовых поверхностей заготовки по этапам типовой схемы изготовления деталей соответствующего класса (или подкласса). Типовая схема обработки является вариантом полного типового решения. Главный признак этапа типовой схемы – уровень точности, достигаемой по его завершении.

Наращивание точности формы, размеров и относительного расположения поверхностей детали, повышение качества её поверхностей, должно осуществляться одновременно по всем основным элементам заготовки. Для этого сначала следует достигнуть одного уровня точности заготовки для основных поверхностей, затем начать их повторную обработку, стремясь к следующему уровню точности, и так до тех пор, пока не будут обеспечены точностные требования, заданные чертежом детали.

Причиной разделения ТП изготовления детали на этапы служит необходимость включения внестаночных операций – химико-термической обработки и нанесения покрытий. В зависимости от целей и назначения внестаночных операций определяются их место в ТП, и требования к обработке, предшествующей этим операциям.

Количество этапов и их содержание зависят от конструктивной особенности той группы деталей, для которой разработана типовая схема изготовления. Это уровень жесткости, возможность базирования и закрепления заготовки без повреждения уже обработанных поверхностей, требования к уровню и виду внутренних остаточных напряжений.

Поскольку количество этапов зависит от точности заготовки, типовая схема обработки должна учитывать тип производства. В массовом производстве стремятся уменьшить количество этапов и если это позволяет конструкция и требования к точности детали, совмещать в одной операции обработку поверхностей с существенно разными уровнями точности.

При установлении последовательности операций следует руководствоваться следующими соображениями:

1. В первую очередь надо обрабатывать поверхности дета-

ли, которые являются базами для дальнейшей обработки. (Например, для деталей типа «тело вращения» это может быть наружная или внутренняя цилиндрическая поверхность, либо торцы с центровочными отверстиями, для корпусных деталей это может быть плоскость и отверстия в ней и т.д.).

2.Затем следует обрабатывать поверхности, с которых снимается наиболее толстый слой металла, так как при этом удаляются внутренние дефекты заготовки (раковины, включения, трещины и т.п.).

3.Операции, где существует вероятность брака из-за дефектов в материале или сложности механической обработки.

4.Далее последовательность операций устанавливается в зависимости от требуемой точности поверхности: чем точнее должна быть поверхность, тем позднее она должна обрабатываться, так как обработка каждой последующей поверхности может вызвать искажение ранее обработанной. Это происходит из-за перераспределения внутренних напряжений при снятии каждого слоя.

5.Поверхности, которые должны быть наиболее точными и гладкими должны обрабатываться последними; этим уменьшается возможность их повреждения.

6.Совмещение черновой и чистовой обработки на одном и том же станке может привести к снижению точности обработанной поверхности вследствие влияния значительных сил резания и сил зажима при черновой обработке и большого износа деталей станка.

7.Сначала следует обрабатывать поверхности составляющие основной контур детали, затем поверхности типа уступов, пазов, отверстий и т.п., в последнюю очередь – легко повреждаемые поверхности (наружные резьбы, шлифование, полирование, доводка и т.д.).

8.В заготовке детали, не являющейся телом вращения, перед обработкой отверстий должны быть обработаны плоскости.

9.Порядок обработки пересекающихся поверхностей устанавливается таким, чтобы уменьшить увод инструмента и вероятность его поломки.

10.Следует стремиться к минимизации затрат времени на каждый маршрут и минимально возможного ассортимента оборо-

дования, приспособлений и инструмента.

11. При необходимости в конце маршрута обработки можно включать слесарные, моечные, сушильные и т.п. операции.

12. Каждый маршрутный ТП должна завершать контрольная операция, на которой производится контроль всех обрабатываемых поверхностей согласно чертежу детали и техническим требованиям на нее.

10. Оформление технической документации.

На основании проведенного проектирования заполняются маршрутные карты ТП обработки детали, в которых приводятся номера операций и применяемое оборудование без раскрытия содержания переходов и не приводятся режимы резания, применяемая оснастка /10/.

Список литературы

1. Безжон В.И. Технологичность конструкций машин: Учеб. пособие. Ростов-на-Дону: Изд. центр ДГТУ, 2000. 28 с.
2. Методические указания к дипломному проектированию по разделу «Расчет производственной программы и определение типа производства» / ДГТУ, Ростов-на-Дону, 1994, 17 с.
3. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аничкин, Н.Г. Бойм и др. Под общей ред. А.А. Панова – М.: Машиностроение, 1988, 736 с.
4. Беспалов Б.Л. и др. Технология машиностроения (специальная часть). – М.: Машиностроение, 1973, 448 с.
5. Демьянюк Ф.С. Технологические основы поточно-автоматизированного производства. – М.: «Высшая школа», 1968, 700 с.
6. Попов М.Е., Самадуров В.А., Сибирский В.В. Проектирование и производство заготовок: Учеб. пособие / РИСХМ. Ростов н/Д, 1989, 81 с.
7. Справочник технолога – машиностроителя в 2-х т. / Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К.; т.1. М.: Машиностроение, 1985.
8. СТП РИСХМ 019-87, 107 с.

9. Выбор плана обработки поверхностей: Методические указания по проведению практического занятия по курсу «Технология машиностроения и технологическая подготовка производства». / Ростов –на-Дону. Изд. центр ДГТУ, 1997. 12 с.

10. Методические указания по заполнению технологических документов. Механическая обработка. / ДГТУ. Ростов-на-Дону, 1993, 111 с.

11. Мельников А.С. Технология машиностроения: основы достижения точности детали: Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Изд. центр ДГТУ, 1995, 128 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Анализ и оценка технологичности конструкции изделий машиностроительного производства

1. Цель работы

1. Повторение и закрепление теоретического материала по разделу «Технологичность конструкций».

2. Приобретение навыков по оценке технологичности конструкций изделий на стадиях проектирования и технологической подготовки производства с помощью технологических требований, нормативов и количественных показателей технологичности.

3. Развитие навыков пользования нормативной и справочной литературой, проведения анализа результатов расчетов, принятия конструктивных решений, направленных на улучшение технологичности.

2. Задачи работы

1. Выполнить качественную оценку технологичности конструкций СЕ и входящих в нее деталей на основе технологических требований и нормативов. Сделать заключение об уровне технологичности СЕ, наметить возможные пути улучшения ее технологичности.

2. Выполнить количественную оценку технологичности конструкции, выбрав лучший ее вариант путем расчета и сравнения количественных показателей. Анализируя результаты расчета, определить рациональные направления по улучшению количественных показателей технологичности.

3. Общие понятия и положения теории технологичности конструкции

Согласно ГОСТ 18831-73, технологичность рассматривается как совокупность свойств конструкции изделия; проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении изделий, эксплуатации и ремонте.

Отработка конструкций изделий и их составных частей на технологичность представляет также первую стадию технологической подготовки производства.

Под отработкой конструкции изделия на технологичность понимается комплекс мероприятий по обеспечению необходимого уровня технологичности конструкции изделия по установленным показателям.

Основной задачей отработки конструкции на технологичность является придание изделию требуемого комплекса свойств. В соответствии с возможными областями проявления тех или иных свойств, составляющих технологичность конструкции изделия, следует различать два вида технологичности – производственную и эксплуатационную.

Предметом нашего рассмотрения является производственная технологичность.

Производственная технологичность проявляется в сокращении затрат средств и времени на конструкторскую и технологическую подготовку производства, а также на изготовление изделия.

Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП), предусматривают качественную и количественную оценку технологичности, для чего устанавливается определенная система технологических требований и количественных показателей.

1. Качественная оценка технологичности конструкции.

Качественная оценка технологичности ведется на основании установления степени соответствия конструкции СЕ или детали технологическим требованиям, основанные из которых приведены в справочной литературе [1, 2, 3, 4].

2. Количественная оценка технологичности конструкции.

Количественная оценка технологичности конструкции основана на определении количественных показателей технологичности и выборе лучшего ее варианта путем сравнения с показателями изделия другого конструктивного исполнения или с базовыми показателями. [1, 3]

3. Этапы обработки конструкции изделия на технологичность.

При обработке конструкции изделия на технологичности предлагается следующая последовательность выполнения работ.

3.1. Качественная оценка технологичности конструкции сборочной единицы и ее деталей. [1, 3, 4]

1. Оценка выполнения общих требований, предъявляемых к СЕ.

2. Оценка выполнения требований, предъявляемых к составу СЕ.

3. Требования к конструкции соединений СЕ.

4. Требования, предъявляемые к деталям с точки зрения сборки и возможности ее автоматизации.

5. Требования, предъявляемые к деталям с точки зрения механической обработки.

6. Требования, предъявляемые к простановке размеров.

7. Требования, предъявляемые к конструкции холодноштампованных деталей из листа, литых, кованных и т.д.

8. Рекомендации по повышению уровня технологичности конструкции изделия.

3.2. Количественная оценка технологичности конструкции СЕ и ее деталей. [1,3] .

1. Определение основных показателей технологичности вариантов разрабатываемой конструкции.

2. Определение дополнительных показателей технологичности конструкции.

3. Сравнение вариантов конструкции по количественным показателям и выявлению наилучшего.

4. Анализ структуры количественных показателей лучшего варианта.

5. Разработка рекомендаций и определения направлений в повышении уровня технологичности выбранного варианта конструкции.

4. Указание по организации проведения практического занятия

¹ Оценке подвергаются 3 детали-представители основных технологических переделов.

Вариант задания для выполнения практического занятия выдается преподавателем каждому студенту или группе студентов и содержит (см. приложение):

- служебное назначение СЕ;
- программу выпуска и масштаб производства изделия;
- чертеж СЕ, предусматривающий разновариантность конструктивного исполнения СЕ ;
- спецификации;
- чертежи необходимых деталей, входящих в СЕ2.

Студент в ходе подготовки к практическому занятию должен:

1. Изучать настоящие методические указания.
2. Получить в библиотеке: 1) "Технологические нормативы и методические указания по их использованию для качественной оценки технологичности конструкции [1, 3, 4]; 2) "Нормативы и методические указания по их использованию для количественной оценки технологичности конструкции" [1, 3]. Изучить эти материалы и разобрать примеры, приведенные в них.

Студент, не выполнивший одного из указаний, изложенных выше, считается к выполнению работы не подготовленным и к занятию не допускается.

По окончании практического занятия работа оценивается преподавателем. Она содержит:

1. Материалы задания, полученные у преподавателя.
2. Результаты качественной оценки технологичности конструкции (достоинства, недостатки, предпочтительный вариант).
3. Результаты расчета количественных показателей, сведенные в таблицы (см. приложение).
4. Результаты анализа количественных показателей по переделам, видам затрат и т.д.
5. Выбор лучшего варианта конструкции по количественным показателям.

6. Рекомендации по улучшению технологичности конструкции выбранного варианта.

Список рекомендуемой литературы

1. Безжон В.И. Технологичность конструкций машин: Уч. пособие / В.И. Безжон. – Ростов н/Д: Изд. центр ДГТУ, 2000.

2. Технология конструкционных материалов. Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / Под ред. А.М. Дальский. – М.: Машиностроение. 2004.

3. Шатуновский Г.М. Технологичность конструкции и экономическая эффективность сельскохозяйственных машин. - М.: Машиностроение, 1962.

4. Безжон В.И. Методические указания и нормативы качественной оценки технологичности изделий механосборочного производства: Метод. указания. – Ростов н/Д: Изд. центр ДГТУ, 1998.

² Возможность разнвариантности конструктивного исполнения изделия не обязательно должна быть задана соответствующим чертежом. Она может быть задана словесно. Так, для нашего примера (см. приложение) можно принять, что СЕ "звездочка клепаная" может быть выполнена как единая деталь.

Приложение

Пример задания для выполнения практического занятия на тему:

"Анализ и оценка технологичности конструкции изделий машиностроительного производства"

На стр. 8 дается первый вариант возможного конструктивного исполнения разрабатываемой конструкции СЕ.

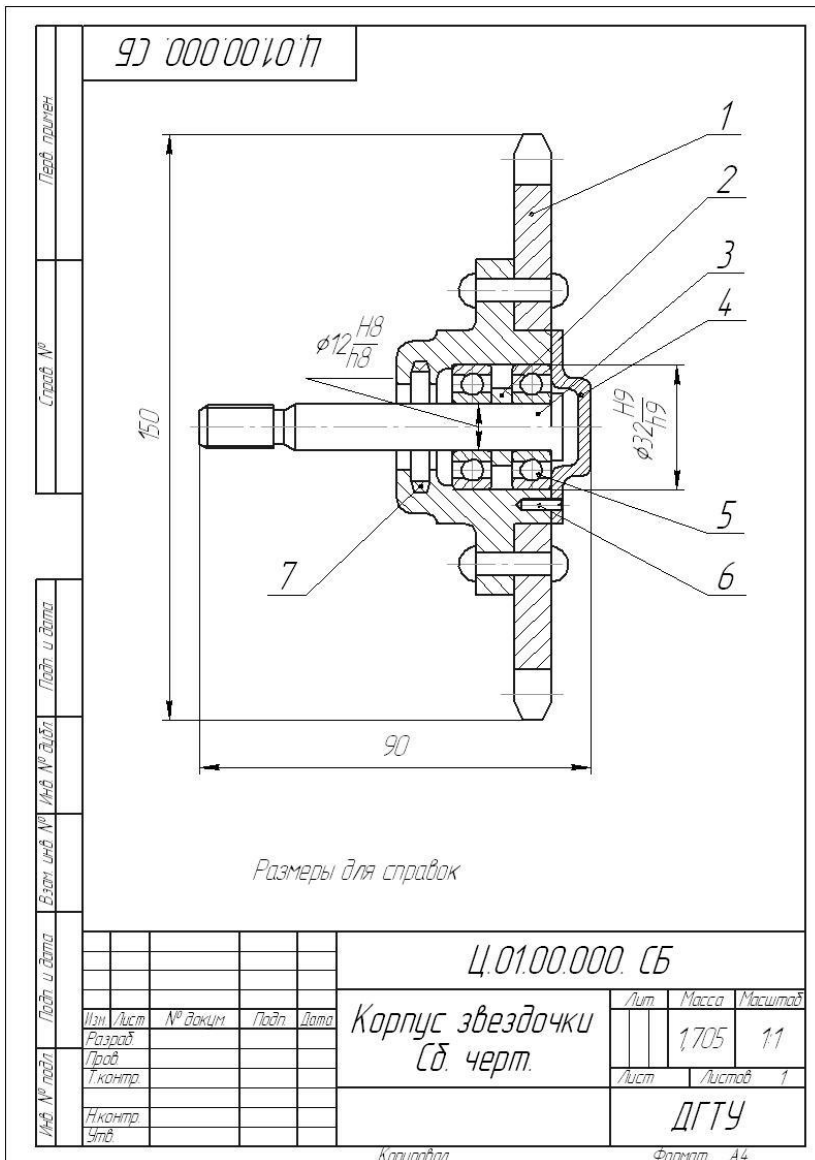
1. Сборочная единица Ц.00.00.000 СБ используется как "натяжная звездочка" в ряде машин, где для передачи крутящего момента используются цепные передачи.

2. Программа выпуска этой СЕ на конкретном предприятии составляет 40 000 шт. в год. Вид производства – серийное.

3. На стр. 9-16, 18 представлены чертежи детали и спецификации двух вариантов возможного конструктивного исполнения звездочки.

На стр. 17 представлен второй вариант конструктивного исполнения разрабатываемой конструкции СЕ .

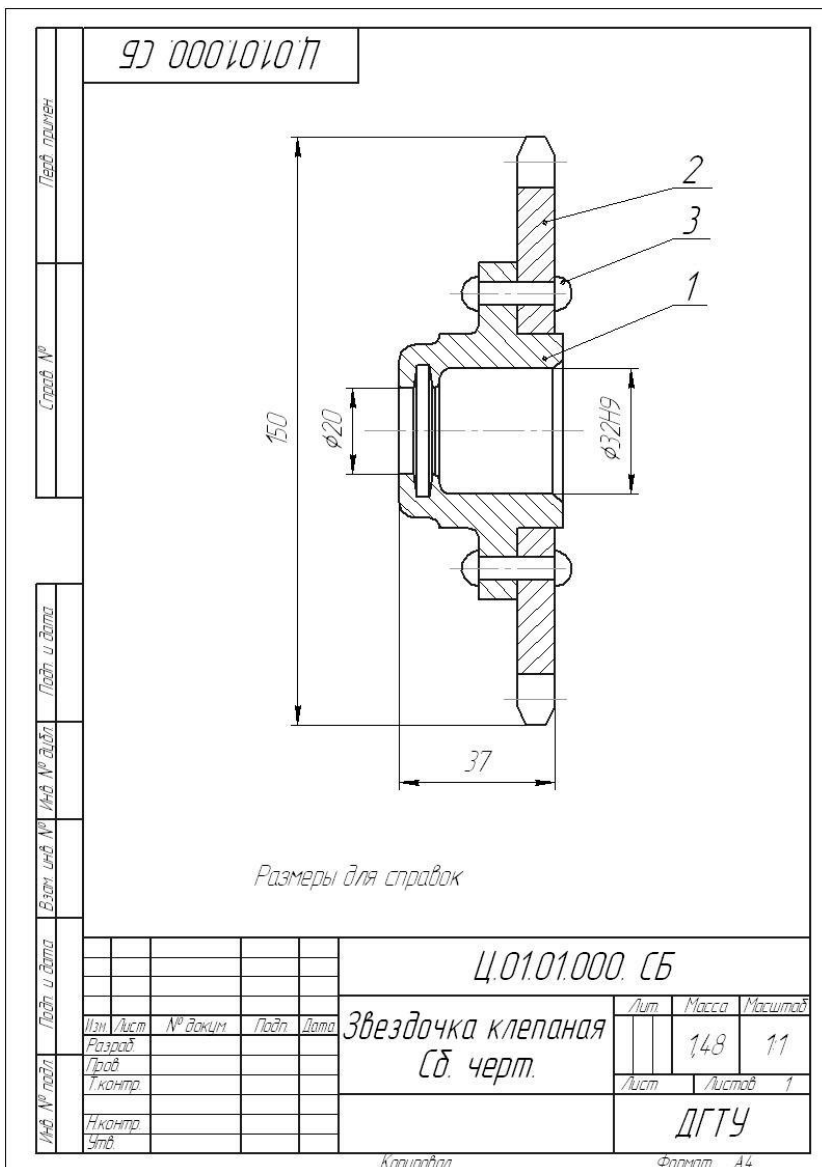
³ Недостающую информацию для оценки второго варианта конструкции можно взять из материалов первого варианта.

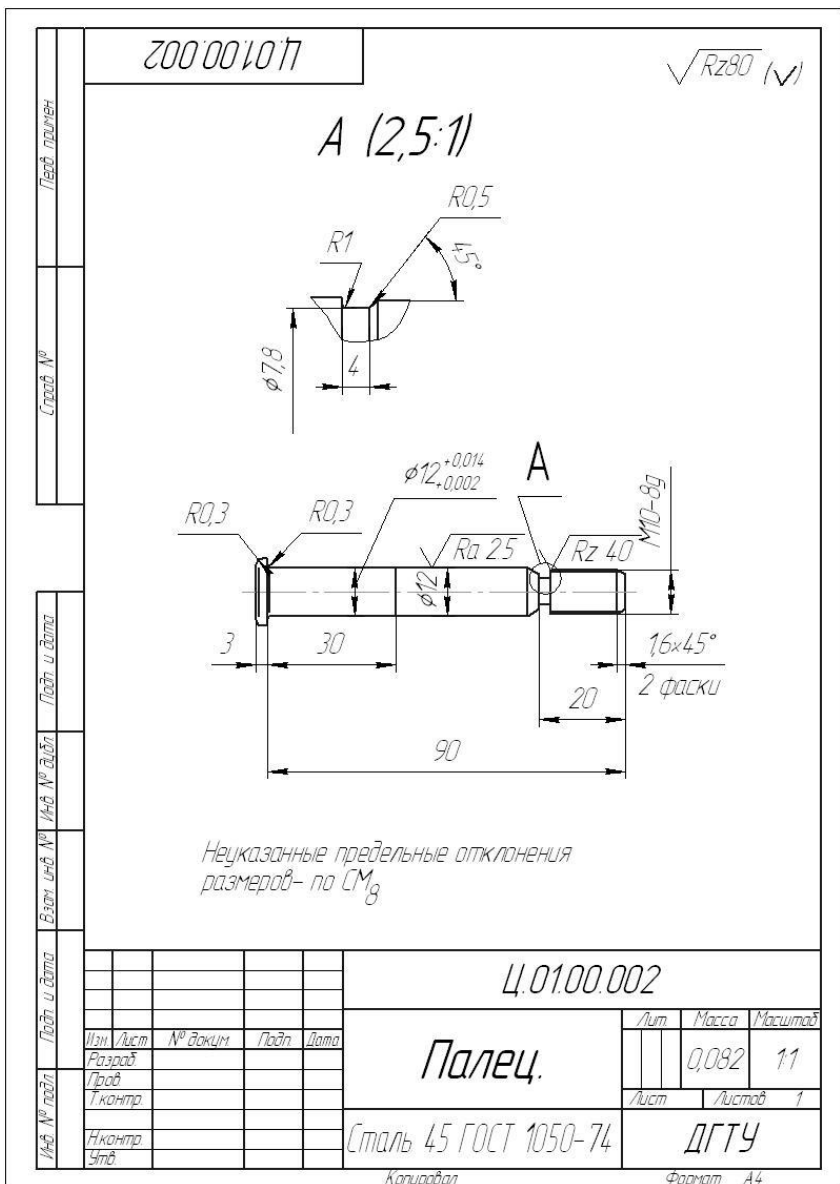


Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание																													
Лист	11	1	Ц.01.00.000СБ	Сборочный чертеж																															
							Сборочные единицы																												
								Ц.01.01.000	Звездочка клепанная	1																									
												Детали																							
													Ц.01.00.001	Втулка	1																				
																	Ц.01.00.002	Палец	1																
																					Ц.01.00.003	Крышка	1												
																									Стандартные изделия										
																										7	Подшипник 201 ГОСТ 8338-75	2							
																														6	Винт МЗ412.58.019 ГОСТ 17475-72	3			
7	Кольцо СГ30-19-3,5 ГОСТ 6418-67	1																																	
				Ц.01.00.000																															
				Изм	Лист	№ докум	Подл	Дата	Лит		Лист																							Листов	
				Разраб																															
				Проб					ДГТУ Кафедра "ТМС"																										
				Н контр																															
				Утв					Корпус звездочки																										

Копировал

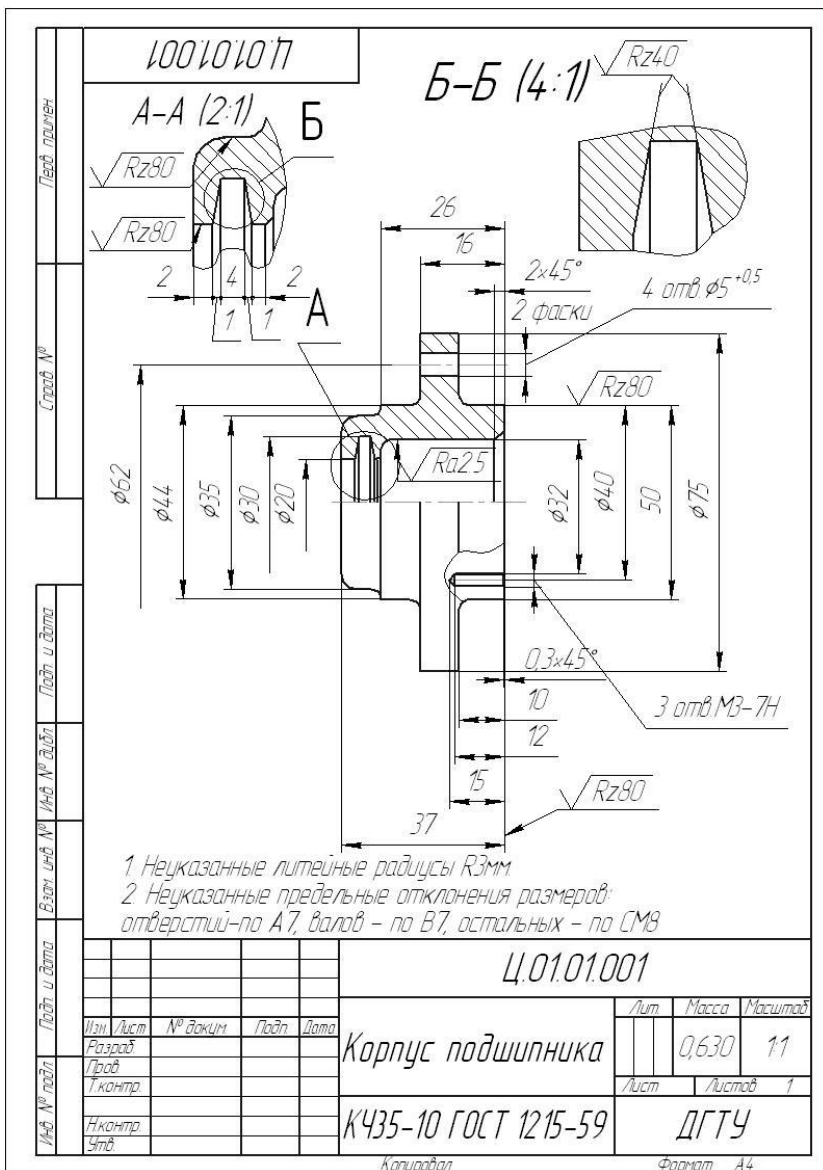
Формат А4





Лист	№	Лист	№	Лист	№	Лист	№	Лист	№	Лист	№	Лист	№	Лист	№	Лист	№	Лист	№	Лист	№		
700.001.017												$\sqrt{Rz\ 80}$ (✓)											
1 Неуказанные радиусы гуда R2мм 2 Предельные отклонения размеров: отверстий – по А7, валов – по В7, остальные – по СМ8																							
Ц.01.00.004																							
Крышка												Лит			Масса			Масштаб					
В1,0 ГОСТ 19903-74												0,021			2:1								
3-III ст. ГОСТ 16523-70												Лист			Листов			1					
Копировал												ДГТУ											
Формат А4																							

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
Перв. элмен.				Документация		
			Ц.01.01.000СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
	11	1	Ц.01.01.001	Корпус подшипника	1	
	11	2	Ц.01.01.002	Звездочка Z=28, t=15,875	1	
				Стандартные изделия		
		4		Заклепка 5×25-001 ГОСТ 22034-76	4	
Ц.01.01.000						
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус звездочки		
Разраб.						
Проб.				Лит	Лист	Листов
Исполн.						1
Утв.				ДГТУ Кафедра "ТМС"		
Копировал				Формат А4		



Лист 1 из 1

100101011

\checkmark (V)

Цель ПР-15,875-2300 по ГОСТ 10947-64

<i>Число зубьев</i>	<i>z</i>	28
<i>Величина смещения центров дуг впадин</i>	<i>l</i>	$l_{min}=0.16$
<i>Радиус впадин зубьев</i>	<i>r</i>	$r_{max}=0.79$
<i>Радиус закрепления головки зуба</i>	<i>r₁</i>	5,08
<i>Высота прямой поверхности зуба</i>	<i>h</i>	-
<i>Угол впадины</i>	<i>β</i>	-
<i>Профиль зуба</i>		по ГОСТ 592-75
<i>Степень точности</i>		по ГОСТ 592-75
<i>Диаметр делительной окружности</i>	<i>d_d</i>	14,178

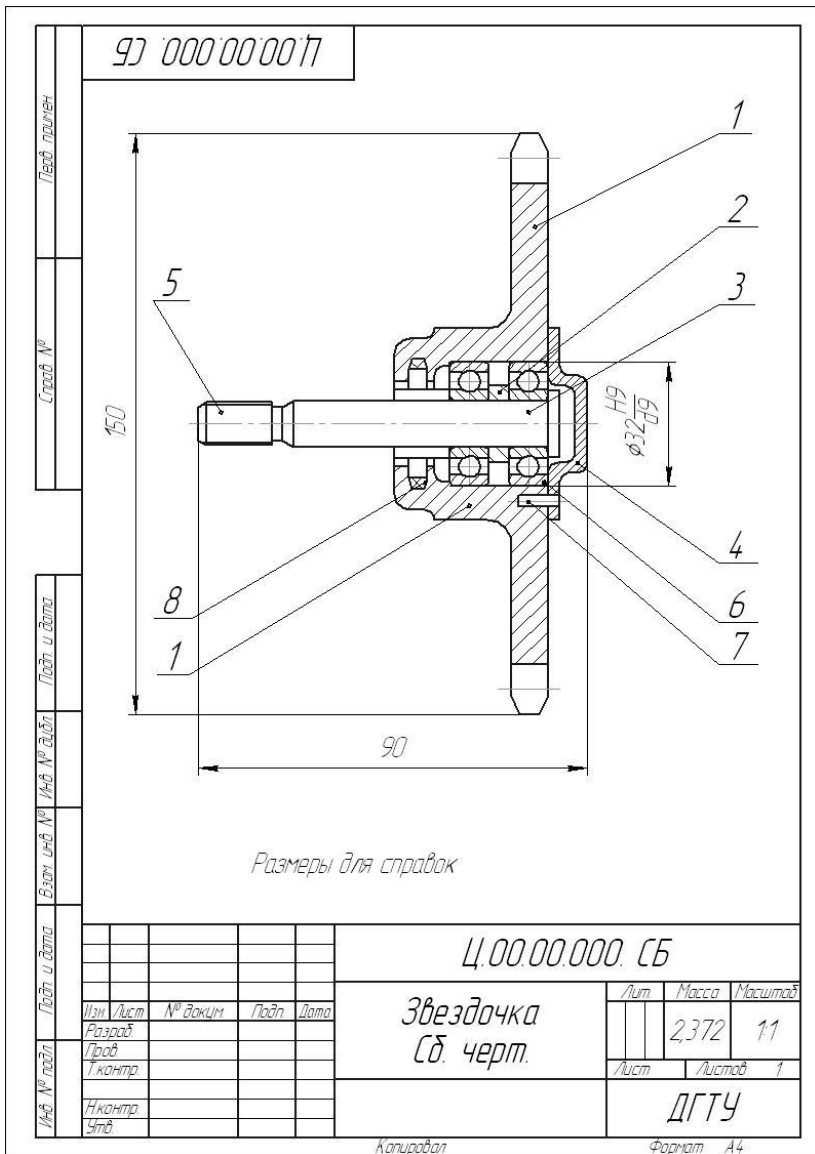
1 Поверх зубьев ТВЧ h0,8...1,2 мм, HRC 48...52
 2 Неуказанные пред откл. размеров: валов- по В7, остальных- по СМ8

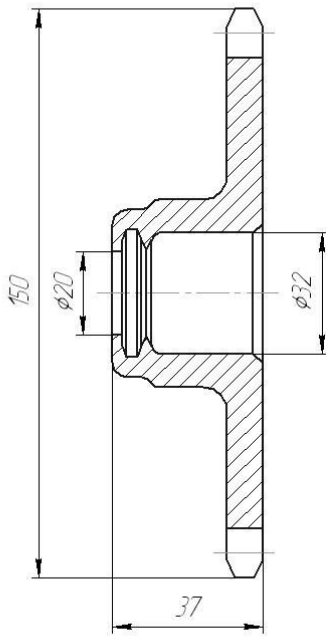
Лист 1 из 1

Ц.01.01.001

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Звездочка <i>z=28, t=15,875</i>	Лист	Масса	Масштаб
						Сталь 45 ГОСТ 1050-74	0,980	12
ДГТУ								

Копировал Формат А4



	<i>000101017</i>				
Листов №					
Листов №					
Листов №					
Листов №		<i>Ц.01.01.000.</i>			
Листов №		<i>Звездочка литая</i>	<i>Лит</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
Инф. №		<i>13</i>	<i>11</i>		
Инф. №		<i>ДГТУ</i>			
Инф. №		<i>Копировал</i> <i>Формат А4</i>			

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

«Экономическое обоснование выбора заготовок при проектировании технологических процессов механической обработки»

От правильного выбора заготовки, т.е. установления ее форм, размеров, припусков на обработку, точности размеров (допусков) и твердости металла, зависящих от способа получения заготовок, в значительной степени зависит характер и число операций или переходов механической обработки. Применение прогрессивных видов заготовок обеспечивает значительную экономию металла, снижение трудоемкости и себестоимости механической обработки.

1. Выбор вида и способа получения заготовок.

Выбор вида заготовки для изготовления детали происходит в процессе конструирования, так как при расчетах деталей на прочность, износостойкость, а также при учете других показателей эксплуатационных качеств конструируемой детали, конструктор исходит из физико-механических свойств применяемого материала с учетом влияния на них способа предварительного формообразования заготовки.

Конструктор изделия, назначая материал детали, его технологические характеристики (литейные свойства и способность претерпевать пластические деформации при обработке давлением), конструкцию детали (литая, сварная, ковкая), а также давая указания по улучшению свойств материала (структура, величина зерна, расположение волокон в поковках, упрочнение и т.п.), во многом уже предопределяет выбор метода получения заготовки.

В практике возможны следующие варианты выбора заготовок:

1) когда при проектировании детали конструктор указывает только марку металла и, если нужно, термообработку и твердость. В этом случае технолог сам выбирает вид заготовки, например, прокат, ковку или штамповку;

2) когда заготовка имеет довольно сложную конструкцию (блок цилиндров, корпус коробки передач, головка цилиндров, коленчатый вал и

другие). В этом случае конструктор согласовывает вид заготовки с технологами заготовительных и механических цехов.

В ответственных случаях при выборе заготовки необходимо производить технико-экономические расчеты и искать наиболее выгодный вариант. Например, заготовку блока цилиндров можно отлить из чугуна или из алюминия. Коленчатый вал можно сделать ковным (штампованным) или литым из специального высокопрочного чугуна и т.д. Здесь необходимо принимать во внимание комплекс прочностных, технологических и экономических характеристик.

Наиболее распространенными видами заготовок в машиностроении являются:

- прутки из горячекатаного проката обычной или повышенной точности или из калиброванного проката, а также прутки из периодического проката (с переменным профилем поперечного сечения);
- гнутый профиль и прокат специального профиля;
- кованные или штампованные поковки;
- отливки, получаемые литьем в песчаные или металлические формы, отлитые в оболочковые формы, по выплавляемым моделям или изготовленные другими способами формовки;
- заготовки, полученные комбинированным способом (литейно-сварные и штампо-сварные);
- металлокерамические заготовки (порошковая металлургия);
- пластмассовые заготовки.

Вид заготовки зависит от материала и метода получения. Основными методами получения заготовок деталей машин являются: метод литья, метод обработки давлением, из области применения которых можно выделить в качестве самостоятельного, метод листовой штамповки, метод резки и метод сварки.

Однако, если выбор метода получения заготовок обычно не представляет особых затруднений, то выбор способа изготовле-

ния заготовок становится все более и более сложной технико-экономической задачей.

Возможно пять основных вариантов выбора метода и способа получения заготовок (рис. 1):

1) выбор одного из основных указанных выше методов получения заготовок деталей машин (литьем, пластической деформацией, порошковой металлургией);

2) комбинирование различных методов получения заготовок (литье-обработка давлением, литье-сварка, литье-обработка давлением-сварка, обработка давлением-резка):

3) выбор одного из способов получения заготовки внутри одного и того же метода (например, свободная ковка, молотовая штамповка, штамповка на прессе, штамповка на горизонтально-ковочной машине):

4) комбинирование различных способов внутри одного и того же метода получения заготовки (свободная ковка-штамповка, молотовая штамповка-высадка на горизонтально-ковочной машине, периодический прокат-штамповка);

5) комбинирование способов различных методов (штамповка на горизонтально-ковочной машине - стыковая сварка, листовая штамповка - точечная сварка).

При выборе вида и способа получения заготовки технолог по механической обработке устанавливает:

1) припуски на обработку;

2) допуски на размеры обрабатываемых и необработанных поверхностей;

3) базовые поверхности для первой операции механической обработки и требования, предъявляемые к этим поверхностям;

4) требования к структуре и твердости материала с учетом его обрабатываемости;

5) места и методы вырезки пробных образцов для оценки качества материала (у ответственных заготовок);

6) метод предварительной обработки заготовки (правка, зачистка, зацентровка и пр.)

7) при изготовлении заготовок из сортового материала устанавливают профиль и размер прутка или толщину листа.

Указанные данные приводятся в чертеже заготовки и технологических условиях на ее изготовление.

Для различных способов получения заготовки следует выполнить их эскизы, для того чтобы можно было подсчитать такие параметры, как масса заготовки в сопоставляемых вариантах, а иногда (как, например, в случае получения на ГKM) установить принципиальную возможность получения заготовки данным способом.

Определение наивыгоднейшего варианта получения заготовки детали делится на три этапа.

На первом этапе выбирается один из возможных вариантов получения заготовки конкретной детали. В каждом варианте определяются:

а) метод получения заготовки;
б) способ получения заготовки;
в) вид оборудования;
г) вид оснастки (штампов, моделей, пресс-форм, и т.п.);

д) трудоемкость получения заготовки;
е) трудоемкость механической обработки детали;
ж) расход металла с учетом отхода в стружку, на заусенец, угар и т.п.

На втором этапе проводят расчет технологической себестоимости детали

по каждому варианту изготовления заготовки. При этом, себестоимость детали суммируется из затрат на заготовительной и обрабатывающей стадиях.

Третий этап - выбор специального варианта путем сравнения технологической себестоимости. Оптимальным считается вариант с минимальной себестоимостью изготовления детали.

2. Расчет технологической себестоимости

Изготовления детали при обосновании выбора заготовок.

При экономическом обоснования выбора заготовок используют те же показатели, что и при выборе процессов механической обработки.

Оценку различных вариантов получения заготовок чаще всего производят по двум показателям:

1) коэффициенту использования материала заготовки

$$K_{\text{им}} = q/Q \quad (1)$$

где q и Q - соответственно масса детали и заготовки;

2) технологической себестоимости изготовления детали.

Сравнение вариантов обычно производят не по полной себестоимости, а по так называемой технологической. Технологическая себестоимость включает только те статьи затрат, величина которых меняется при переходе от одного процесса к другому.

При анализе и сопоставлении различных вариантов получения заготовок следует одновременно учитывать, что те или иные методы получения заготовок вызывают различные по величине затраты на механическую обработку.

При выборе вида заготовки для вновь проектируемого технологического процесса возможны следующие варианты:

- метод получения заготовки принимается аналогичным существующему в данном производстве;
- метод получения заготовки изменяется, однако это обстоятельство не вызывает изменений в технологическом процессе механической обработки;
- метод получения заготовки изменяется и в результате этого существенно изменяется ряд операций механической обработки детали.

В первом случае достаточно ограничиться ссылкой на справочную литературу, где для данных условий рекомендован этот вариант как оптимальный. Так как стоимость заготовки не изменяется, то она не учитывается при определении технологической себестоимости.

Во втором случае предпочтение следует отдавать заготовке, характеризующейся лучшим использованием металла и меньшей стоимостью. Методика определения стоимости заготовки приводится ниже. Стоимость заготовки учитывается при расчете технологической себестоимости.

В двух рассмотренных случаях имеется полная возможность принять окончательное решение относительно вида заготовки и рассчитать ее стоимость до определения технологической себестоимости варианта процесса механической обработки.

В третьем случае вопрос о целесообразности определенного вида заготовки может быть решен лишь после расчета технологической себестоимости детали по сравниваемым вариантам. Предпочтение следует отдавать той заготовке, которая обеспечивает меньшую себестоимость детали. Если же сопоставимые варианты по технологической себестоимости оказываются равноценными, то предпочтительным следует считать вариант заготовки с более высоким коэффициентом использования материала.

На стадии проектирования технологических процессов оптимальный вариант заготовки, если известны масса заготовки и масса детали, можно определить путем сравнения технологической себестоимости изготовления детали, рассчитанной по формуле:

$$C_T = C_{\text{заг}} \cdot Q + C_{\text{мех}}(Q - q) - C_{\text{отх}}(Q - q) \quad (2)$$

где C_T - технологическая себестоимость изготовления детали, руб.; $C_{\text{заг}}$ - стоимость одного кг. заготовки, руб./кг.;

$C_{\text{мех}}$ - стоимость механической обработки, отнесенная к одному кг. срезанной стружки, руб./кг. ;

$C_{\text{отх}}$ - цена одного кг. отходов, руб./кг.

Если известны масса детали и коэффициент использования материала заготовки $K_{\text{им}}$, то формула технологической себестоимости может быть преобразована к виду:

Технология машиностроения

Составляющие технологической себестоимости $C_{заг}$, $C_{отх}$, $C_{мех}$ определяются по укрупненным нормативам [1,2].

Заготовительные цены на стружку черных и цветных металлов приведены в таблице 1.

Заготовительные цены на 1 кг. стружки черных и цветных металлов, руб.

Таблица 1

ТИП ОТХОДОВ	СТОИМОСТЬ
Стальная и чугунная стружка для домашних	0,0144
Лом и отходы легированной ста-	0,0298
Лом и отходы шарикоподшип-	0,038
никовой стали	
Лом и отходы алюминиевых	0,146
сплавов (стружка)	
Латунная стружка	0,319
Лом и отходы оловянной бронзы	0,443

Затраты на механическую обработку, отнесенные на один кг. стружки могут быть определены по формуле:

$$C_{мех} = C_c + E_n C_k \quad (3)$$

где C_c - текущие затраты на один кг. стружки, руб/кг.;

C_k - капитальные затраты на один кг. стружки, руб/кг.;

E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,1+0,2$).

Нормативы C_c и C_k по данным ЦНИЭЛ [2] приведены в таблице 2. Затраты на механическую обработку, отнесенные на один кг. стружки.

Таблица 2

ОТРАСЛЬ МАШИНОСТРОЕНИЯ,	затраты на 1 кг. стружки в	
	текущие C_c	капитальные C_k
По машиностроению в целом	0,465	1,085
Тяжелое, энергетическое и транспорт-	0,468	1,039
Станкостроение и инструмен-	0,356	1,035
тальная промышленность		

Автомобильное и сельскохозяйственное машиностроение	0,188	0,566
Машиностроение для легкой и пищевой промышленности	0,563	1,00
По прочим отраслям промышленности	1,060	2,273

Затраты на заготовку $C_{заг}$ определяются в зависимости от материала, вида и способа получения заготовки.

Экономический эффект при сопоставлении различных способов получения заготовок может быть рассчитан по формуле:

$$\Delta = (C_{T1} - C_{T2})N, \quad (4)$$

где C_{T1} C_{T2} - технологическая себестоимость изготовления детали из сопоставляемых заготовок, руб.

На основании сопоставления технологической себестоимости по рассматриваемым вариантам делаем заключение о том, какой вариант принимается для дальнейшей разработки.

3. Определение затрат на заготовки из проката.

Если деталь изготавливается из проката, то затраты на заготовку определяются исходя из стоимости проката, требующегося на изготовление детали:

$$C_{заг} = C_{пр} K_{ф} \quad (5)$$

где $C_{пр}$ - цена одного кг. материала заготовки, руб.;

$K_{ф}$ - коэффициент, учитывающий форму заказа металлопроката.

Применяют различные формы металлопроката. В зависимости от условий, оговариваемых заказчиком, металлопрокат поставляется нормальной (немерной), кратной и мерной длины.

Значения коэффициента $K_{ф}$ составляют:

- для проката нормальной длины - 1,0
- для проката кратной длины - 1,03
- для проката мерной длины - 1,06

Стоимость некоторых металлов $C_{пр}$ приводится в таблице 3. (Прейскуранты № 01-02, 01-03, 01-04, 02-06). При пользовании таблицы 3 необходимо учитывать, что пределы цен от и до указаны для сталей диаметром от 8 до 250 мм. Большие цены для

меньших диаметров. По автоматным сталям диаметры от 8 до 100 мм.

Оптовые цены на некоторые металлы

Таблица 3.

наименование	цена за 1 кг. в руб.
1	2
СТАЛЬ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА	
Сталь углеродистая, круглая и квадратная Ст0	0,0839+0,0954
Ст3, Ст4, Ст5	0,0923+0,104
СТАЛЬ КАЧЕСТВЕННАЯ СОРТОВАЯ КРУГЛАЯ, КВАДРАТНАЯ И ШЕСТИГРАННАЯ	
Углеродистая сталь 10, 20, 30, 40, 45, 50, 55	0,106+0,122
Углеродистая сталь 40 селект., 45 селект.	0,130+0,157
Легированная 15Х, 20Х, 30Х, 40Х, 45Х, 50Х	0,118+0,134
Легированная 1 8ХГТ	0,178+0,191
30ХГТ	0,178+0,199
20ХГР	0,126+0,143
15ХГС, 30ХГС	0,128+0,153
12ХНЗА, 20ХНЗА	0,241+0,266
20ХНГ	0,158+0,175
Автоматная сталь А 12, А20, Ф30, А40 Г	0,117+0,135
Шарикоподшипниковая сталь ШХ9, ШХ15	0,152+0,173
Шарикоподшипниковая сталь ШХ15С	0,611+0,629

Технология машиностроения

Шарикоподшипниковая сталь ШХ15 СГ	0,158+0,181
СТАЛЬ КАЧЕСТВЕННАЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ	
Углеродистая У 7, У 8, У9, У 10, У 1 1, У 12, У 13	0,115-0,139
Углеродистая У 7 А, У 8 А, У9А, У 10 А, У1 1А, У 12 А, У13А	0,131-0,157
Легированная ХВГ	0,325-0,360
Быстрорежущая Р18 (прутки 0 32-50 мм.)	2,510
Быстрорежущая Р9 (прутки 0 32-50 мм.)	1,77
Быстрорежущая Р9Ф5 (прутки 0 32-50 мм.)	2,21
Быстрорежущая Р9К10 (прутки 0 32-50 мм.)	5,68
СТАЛЬ КАЧЕСТВЕННАЯ КАЛИБРОВАННАЯ ХОЛОДНОТЯНУТАЯ)	
Углеродистая сталь 35, 40, 45, 50, 55, 60	0,125-0,160

1	2
Автоматная сталь А 12, А20	0,131-0,166
Шарикоподшипниковая сталь ШХ9, ШХ15	0,213-0,294
ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ БЕСШОВНЫЕ	
Трубы стальные холоднотянутые и холоднокатаные из стали марок 08-60 (цена за 1 пог. м. трубы)	
0 55 мм. стенка 10 мм.	2,19
0 70 мм. стенка 10 мм.	2,95
0 90 мм. стенка 10 мм.	3,70

ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ГОРЯЧЕКАТАНЫЕ (цена за тонну)	
0 102 мм. стенка 20 мм.	0,144
0121 мм. стенка 25 мм.	0,141
0 152 мм. стенка 36 мм.	0,136
ТРУБЫ ПОДШИПНИКОВЫЕ ИЗ СТАЛИ ШХ15 (цена за тонну)	
< 0 91 мм. стенка 10-11 мм.	0,293
0 91 мм. стенка 18-19 мм.	0,258
ПРОКАТНО-ТЯНУТЫЕ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ	
Прутки латунные Л62, класс точности 4-й	
0 17-20 мм.	0,915
0 35-40 мм.	0,900
Прутки латунные ЛС59-1 и ЛСЛ58-1-1	
0 17-20 мм.	0,775
0 35-40 мм.	0,770
Прутки из алюминиево-магниевого сплава АМГ-2	
0 13-19 мм.	1,13
0 28-44 мм.	1,04
Прутки бронзовые БР, ОЦЧ-3 тянутые	
0 17-20 мм.	1,75
0 35-40 мм.	1,69

4. Определение затрат на горячештампованные заготовки.

Стоимость горячештампованных заготовок, полученных на молотах, прессах, горизонтально-ковочных машинах, а также

электро-высадкой, с достаточной для стадии проектирования точностью можно определить по формуле:

$$C_{заг} = C_{шт} k_T k_C k_B k_M k_n \quad (6)$$

где $C_{заг}$ - базовая стоимость одного кг. штампованных заготовок, руб.

k_T, k_C, k_B, k_M, k_n - коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок.

За базу принимается стоимость одного кг. штамповок

$C_{шт} = 0,315$ руб. (штамповки из конструкционной углеродистой стали, массой 2,5-4 кг., 2-го класса точности по ГОСТ 7505-74, 3-й группы сложности и 2-й группы серийности. Прейскурант №25-СХ, 1970 г.).

Коэффициенты выбираются по следующим данным:

а) в зависимости от класса точности штамповок по ГОСТ 7505-74 значения коэффициента k_T принимаются:

1 -и класс точности	1,05
2-й класс точности	1,00
3-й класс точности	0,90

б) в зависимости от марки материала штамповки значения коэффициента k_M составляют:

Углеродистая сталь 08 ^А -85	1
Сталь 15Х-50Х	1,18
Сталь 18ХГТЧ-30ХГТ	1,27
Сталь ШХ15	1,62
Сталь 12ХНЗА -f- 30ХНЗА	1,98

Группа сложности поковок может быть найдена с достаточной для проектирования точностью на основании классификации поковок, приведенной на рис. 2 и 3.

Значения коэффициентов k_C и k_B приводятся в табл. 4, 5.

Таблица 4.

Значения коэффициентов k_C

Материал штамповки	группа сложности			
	1	2	3	4
Сталь углеродистая 08-85	0,75	,84	1	1,15

Сталь 15Х-50Х	0,77	0,87	1	1,15
Сталь 18ХГТ-Т-30ХГТ	0,78	0,88	1	1,14
Сталь ШХ 15	0,77	0,89	1	1,13
Сталь 12ХНЗА-30ХВЗА	0,81	0,90	1	1,1

Таблица 5
Значения коэффициентов k

Масса штампов- ки кг.	материал штамповок				
	Ст ал	Сталь 15Х-50Х	Сталь 18ХГТ-К30 УГТ	Ста ль	Сталь 12ХНЗА-3
<0,25	2	2	1,94	1,82	1,62
0,25-0,63	1,85	1,64	1,61	1,52	1,42
0,63-1,6	1,33	1,29	1,29	1,3	1,25
1,60-2,5	1,14	1,14	1,15	1,14	1,11
2,5-4,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
4,0-10,0	0,87	0,89	0,89	0,88	0,9
10,0-25,0	0,8	0,8	0,79	0,76	0,8
25,0-63,0	0,73	0,73	0,74	0,71	0,75
63,0-160,0	0,7	0,7	0,72	0,65	0,7

Коэффициент k_n определяется из следующего условия. Если объем производства заготовок (годовая программа) больше значений, указанных в таблице 6, то принимают $k_n = 0,8$. А остальных случаях можно принимать $k_n = 1,0$.

5. Определение затрат на литые заготовки.

Стоимость заготовок, получаемых такими методами, как литье в обычные земляные формы и кокилы, литье по выплавляемым моделям, литье под давлением, с достаточной для стадии проектирования точностью можно определить по формуле:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{от}} \cdot k_t \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_n \quad (7)$$

где $C_{\text{от}}$ - базовая стоимость одного кг. литых заготовок, руб. Для отливок, полученных литьем в обычных земляных формах и кокилях, рекомендуется пользоваться ниже приведенными данными.

Базовая стоимость одного кг. отливок $C_{\text{от}} = 0,29$ руб. (отливки из серого чугуна марок СЧ-00; СЧ-12-28; СЧ-15-32; СЧ-18-36 массой 1-3 кг., 3-го класса точности по ГОСТ 1855-55, 3-й группы

сложности и 3-й группы серийности. Прейскурант № 25-01, 1970 г.).

Коэффициенты выбираются по следующим данным: а) в зависимости от точности отливок значения коэффициента k_T : для отливок из черных металлов:

1-й класс точности	1,06
2-й класс точности	1,03
3-й класс точности	1,0
для отливок из цветных металлов (по АН-1026-55):	
4-й класс точности	1,1
5-й класс точности	1,05
6-й класс точности	1,0

б) в зависимости от марки материала значения коэффициента k_m следующие:

ЧУГУН	
СЧ-00; СЧ12-28; СЧ15-32; СЧ18-36	1,0
СЧ24-44; СЧ32-52; СЧ28-48	1,09
СЧ35-36; СЧ38-60	1,1
ВЧ 45-0; ВЧ 50-1,5; ВЧ 60-2	1,24
КЧ 30-6; КЧ 33-8; КЧ35-10; КЧ 37-12	1,15
СТАЛЬ	
Углеродистая	1,21
Низколегированная	1,60
Легированная	2,20-2,60
СПЛАВЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ	
Алюминиевые сплавы	5,10
Магниеые сплавы	9,15
Медно-цинковые сплавы и бронзы, оловянистые	4,15
Бронзы оловянисто-свинцовые	5,40
Цинковые сплавы	3,40

Коэффициенты, зависящие от группы сложности отливок k_c , массы отливок k_v и объема производства k_n , определяются по табл. 6, 7, 8.

Таблица 6

Значение коэффициента k_c

Технология машиностроения

Материал отливки	Группа сложности				
	1	2	3	4	5
Чугун, сталь	0,7	0,83	1,0	1,2	1,45
Алюминиевые сплавы	0,82	0,89	1,0	1,1	1,22
Магниеые сплавы	0,82	0,9	1,0	1,11	1,25
Медные сплавы и бронза	0,97	0,98	1,0	1,02	1,04
Цинковые сплавы	0,92	0,96	1,0	1,05	1,11

Таблица 7

 Значение коэффициента k

Масса отливки, кг	материал отливок				
	чугун	сталь	алюминиевые	магниеые	бронза м.ци
0,5-1,0	1,1	1,07	1,05	1,07	1,01
1,0-3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3,0-10,0	0,91	0,93	0,96	0,97	0,99
10,0-20,0	0,84	0,87	0,94	0,94	0,99
20,0-50,0	0,8	0,82	0,92	0,91	0,98
50-200	0,74	0,78	0,89	0,88	0,97
200-500	0,67	0,74	0,87	0,78	0,96

Таблица 8

 Значения коэффициента k_n

Материал от-	группа серийности				
	1	2	3	4	5
Чугун	0,52	0,76	1,0	1,2	1,44
Сталь	0,5	0,77	1,0	1,2	1,48

Технология машиностроения

Алюминиевые сплавы	0,77	0,9	1,0	1,11	1,22
Магниеваемые сплавы	0,82	0,92	1,0	1,1	1,17

I группа- удлиненные детали типа тела вращения, которые можно

отливать не только стационарным, но и центробежным способом. К ним

относятся простые и биметаллические вкладыши, некоторые втулки и гильзы,

трубы, цилиндры, некоторые типы шпинделей с фланцами, коленчатые валы и

распределительные валы и др. Отношение длины к диаметру у таких деталей

больше единицы.

II группа- детали типа дисков: маховики, и основные диски муфт

сцепления, шкивы, диски, корпуса подшипников.

III группа- простые по конфигурации коробчатые плоские детали, для

формовки которых не требуется большого количества стержней. К этой группе

относятся передние, боковые и нижние крышки двигателей; крышки коробок

скоростей, передних бабок других корпусных деталей; суппорты станков;

кронштейны; планки; вилки; рычаги.

IV группа- закрытые корпусные детали коробчатого типа, внутри

которых монтируются механизмы машин. Это - блоки и головки цилиндров

автомобильных, тракторных и других двигателей; корпуса коробок передач;

картеры рулевого управления; передние бабки, коробки подач и фартуки

токарных станков; коробки скоростей и подач сверлильных станков и другие детали сложной формы, для изготовления которых требуется значительное количество стержней при формовке.

V группа- крупные и тяжелые коробчатые детали, на которых обычно монтируются узлы и механизмы машин. К ним можно отнести коробчатые литые рамы тракторов и сельскохозяйственных машин, станины металлорежущих станков и литейных машин, а также прессов, компрессоров и других машин. Внутри таких деталей обычно не монтируются какие-либо механизмы, т.е. они служат как несущие конструкции.

Чтобы определить коэффициент k_p необходимо сначала установить группу серийности по табл. 9, а затем на основании группы серийности по табл. 8 найти значения $k_{,,}$.

Таблица 9

Группы серийности отливок в зависимости от способа получения и объема производства

Масса отливки, кг	Объем (тыс. шт.) при группах серийности		
	1	2	3
Литье в обычные земляные формы и кокили			
0,5-1,0	>500	100-500	<100
1,0-3,0	>350	75-350	<75
3,0-10	>200	30-200	<30
10-20	>100	15-100	<15
20-50	>60	10-60	<10
50-200	>40	7,5-40	<7,5
200-500	>25	4,5-25	<4,5
Литье по выплавляемым моделям			
0,1-0,2	>400	300-400	<300
0,2-0,5	>300	225-300	<225
0,5-1,0	>15	11-15	<11
1,0-2,0	>12	9-12	<9
2,0-5,0	>10	7-10	<7
5,0-10	>4	3-4	<3

>10	>3	2-3	<2
Литье под давлением			
0,1-0,2	>600	450-600	<450
0,2-0,5	>500	375-500	<375
0,5-1,0	>400	300-400	<300
1,0-2,0	>300	225-300	<225
2,0-5,0	>200	150-200	<150
5,0-10	>100	75-100	<75
>10	>50	35-50	<35

Для отливок, полученных литьем по выплавляемым моделям, за базовую принята стоимость одного кг. Сот=1,6 руб. (отливки из углеродистой стали, массой 0,1-0,2 кг., 3-й группы сложности, 2-й группы серийности. Прейскурант 25-01, 1970г.).

Коэффициенты выбираются по следующим данным:

а) в зависимости от точности отливок значения коэффициента k ,

принимаются:

1 -й класс точности (ГОСТ 1855-55)	1,1
2-й класс точности (АН 1026-55)	1,05
3-й класс точности (АН 1026-55)	1,0

б) в зависимости от материала отливок значения коэффициента k_M

следующие:

Сталь углеродистая	1,0
Сталь низколегированная	1,04
Сталь высоколегированная	1,23
Медные сплавы	1,65
Бронза безоловянистая	1,52
Бронза оловянистая	1,83

Коэффициенты, зависящие от группы сложности отливок k_c и массы k_B принимаются по табл. 10 и 11.

Таблица 10 Значения коэффициентов k_c

Материал отливки	группа сложности				
	1	2	3	4	5

Сталь углероди-	0,86	0,92	1,0	1,12	1,24
Сталь низколе- гированная	0,86	0,93	1,0	1,11	1,23
Сталь высоколе- гированная	0,85	0,90	1,0	1,12	1,26
Медные сплавы	0,865	0,925	1,0	1,15	1,26
Бронза безоловя-	0,9	0,95	1,0	1,08	1,19
Бронза оловяни-	0,92	0,95	1,0	1,10	1,15

Коэффициент k_n для отливок, получаемых по выплавляемым деталям, определяется независимо от марки материала отливки. Группа серийности, на основании которой выбираются значения коэффициента k_n , приведены в табл.9

Таблица 11

Значение коэффициентов k_B

Масса отливки кг.	материал отливок				
	сталь углеродист ая и низколегир ованная	Сталь высоколегир ованная	медный сплав	бронза безоловя- ни стая	бронза оловяниста я
0,05-0,10	1,37	1,31	1,20	1,30	1,30
0,10-0,20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,20-0,50	0,75	0,78	0,95	0,79	0,83
0,50-1,0	0,7	0,74	0,89	0,76	0,80
1,0-2,0	0,62	0,63	0,86	0,71	0,76
2,0-5,0	0,50	0,63	0,82	0,64	0,70

Технология машиностроения

5,0-10,0	0,45	0,48	0,78	0,61	0,67
>10,0	0,38	0,40	0,72	0,57	0,64

Значения коэффициента k_B в зависимости от группы серийности составляют:

- 1-я группа серийности 0,83
- 2-я группа серийности 1,00
- 3-я группа серийности 1,23

Для отливок, полученных литьем под давлением, в качестве базовой принята стоимость одного кг. отливок $C_{от}=1,78$ руб. (отливки из алюминиевых сплавов, массой 0,1-0,2 кг., 3-й группы сложности, 2-й группы серийности. Прейскурант 25-01, 1970 г.).

Коэффициенты выбираются по следующим данным:

а) в зависимости от класса точности (по АН 1026-55) значения коэффициента k , составляют:

- 1-й класс точности 1,05
- 2-й класс точности 1,0

б) в зависимости от материала отливок коэффициент k_M принимается:

- Алюминиевые сплавы 1,0
- Магниевые сплавы 1,5
- Медные сплавы 0,93
- Цинковые сплавы 0,81

Значения коэффициентов k_c , k_B и k_n приведены в табл. 12, 13, 14. Группа серийности принимается по табл. 9.

Таблица 12

Значения коэффициентов k_c

Материал отливки	группы сложности			
	1	2	3	4

Алюминие- вые сплавы	0,88	0,94	1,0	1,07
Магни- вые сплавы	0,85	0,92	1,0	1,07
Мед ные спла вы	0,90	0,95	1,0	1,07
Цинко- вые сплавы	0,88	0,93	1,0	1,07

Таблица 13

Значения коэффициентов k_b
щциентов k_b

Масса отливки, кг	материал отливки			
	алюминиевы е сплавы	магние вые сплавы	медные сплавы	цинковые сплавы
0,1-0,2	1,0	1,0	1,0	1,0

0,2-0,5	0,90	0,85	0,89	0,91
0,5-1,0	0,81	0,75	0,81	0,82
1,0-2,0	0,75	0,68	0,75	0,75
2,0-5,0	0,69	0,61	0,71	0,70
5,0-10,0	0,64	0,57	0,67	0,63
>10,0	0,62	0,55	0,65	0,61

Таблица 14

 Значение коэффициентов k_n

Материал отливки	группа серийности			
		1	2	3
Алюминиевые сплавы	0,92	1,0	1,09	
Магниеые сплавы	0,88	1,0	1,08	
Медные сплавы	0,93	1,0	1,07	
Цинковые сплавы	0,93	1,0	1,07	

6.Пример экономического обоснования выбора заготовок

Пусть требуется сопоставить два варианта технологического процесса изготовления шестерни цилиндрической (рис. 4) по технологической себестоимости. Материал детали - сталь 12ХНЗА. Масса готовой детали 1,59 кг. Годовая программа 105000 штук. Отрасль - сельхозмашиностроение.

Рассмотрим следующие два варианта, отличающиеся способом получения заготовки:

а) по первому варианту: получение заготовки штамповкой на ГKM (рис. 5,а);

б) по второму варианту: получение заготовки из проката (рис. 5,б).

Показатели по первому и второму вариантам заготовок сводим в таблице

15.

Таблица 15 Данные для расчетов стоимости заготовок при различных способах получения

Наименование показателей	вариант	
	первый	второй
вид заготовки	Штамповка на ГKM	Прокат 0 100x80
класс точности	2	-
группа сложности	2	-
масса заготовки Q, кг	2,63	4,93
стоимость 1 кг. заготовок, принятых за базу $C_{заг}$, руб.	0,315	0,255
Стоимость 1 кг. стружки $C_{отх}$, руб.	0,0298	0,298

В соответствии с вышеизложенными методическими положениями определяем технологические себестоимости сравниваемых заготовок.

Определяем стоимость срезания одного кг. стружки при механической обработке (табл. 2):

$C_{\text{мех}} = C_c + E_n C_k = 0,188 + 0,15 - 0,566 = 0,273$ руб./кг. Стоимость одного кг. заготовки, полученной на ГКМ (рис. 5,а)

$C_{\text{заг}} = C_{\text{шт}} - k_T k_c k_{\text{вк}} k_{\text{мк}} k_n = 0,315 - 2,63 - 1,0 - 0,9 - 1,0 - 1,98 - 0,8 = 0,449$ руб. Стоимость одного кг. заготовки, блин, полученной из проката (рис.5, б)

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{пр}} - K_{\text{ф}} = 0,255 - 1,0 = 0,255 \text{ руб.}$$

Далее определяем, по изложенной выше методике, технологическую себестоимость изготовления детали по сравниваемым вариантам получения заготовок.

Для заготовки, полученной на ГКМ:

$$C_{\text{Т1}} = C_{\text{заг}} Q + C_{\text{мех}} (Q - q) - C_o T_x (Q - q) = 0,449 - 0,263 + 0,273(2,63 - 1,59) - 0,0298(2,63 - 1,59) = 1,433 \text{ руб.}$$

Для заготовки, полученной из проката:

$$C_{\text{Т2}} = C_{\text{заг}} Q + C_{\text{мех}} (Q - q) - C_o T_x (Q - q) = 0,255 - 4,93 + 0,273(4,93 - 1,59) - 0,0298(4,93 - 1,59) = 2,072 \text{ руб.}$$

Таким образом, по технологической себестоимости наиболее экономным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной на КМ.

Ожидаемая годовая экономия при изготовлении детали из заготовки, полученной штамповкой на ГКМ, по сравнению с изготовлением детали из проката будет равна:

$$\Delta = (C_{\text{Т2}} - C_{\text{Т1}}) N = (2,072 - 1,433) - 105000 = 63950 \text{ руб.}$$

На основании сопоставления технологической себестоимости по рассматриваемым вариантам делаем заключение о том, что для дельнейшей разработки следует выбрать первый вариант - получение заготовки штамповкой на ГКМ.

Список используемой литературы

1. Горбачевич А.Ф. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск «Высшая школа», 1875.
2. Моисеев И.П. Экономика технологичности конструкций. М. «Машиностроение», 1973.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

«Порядок расчета припусков и размеров заготовок по технологическим переходам»

1. Цель работы

Технология машиностроения

1. Ознакомиться с методами расчета и установления припусков на механическую обработку заготовок.

2. Овладеть навыками расчета межпереходных (операционных) припусков и размеров.

2. Исходные данные для выполнения работы

1. Чертеж детали (принимается деталь, выданная на курсовое или дипломное проектирование)

2. Годовая производственная программа выпуска деталей (устанавливается в соответствии с заданием на курсовое и дипломное проектирование).

3. Справочные и нормативные материалы. Для выполнения работы можно пользоваться методическим руководством кафедры "Расчет припусков на механическую обработку и определение размеров заготовок" [1] или справочниками технолога-машиностроителя под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мищерякова [2,3,4].

3. Задание

1. Определить расчетно-аналитическим методом промежуточные припуски по всем технологическим переходам для трех наиболее ответственных наружных и внутренних поверхностей детали (выбранные поверхности согласовать с преподавателем).

2. Определить межпереходные операционные размеры заготовок по всем технологическим переходам обработки поверхности.

3. Определить по укрупненным нормативам общие и промежуточные припуски на все остальные поверхности детали.

4. Оформить эскиз заготовки и произвести корректировку припусков в соответствии с выбранным способом изготовления заготовки.

4. Выбор расчетной схемы расположения межпереходных припусков и допусков.

Для расчета промежуточных размеров заготовок могут быть приняты следующие две схемы расположения межпереходных (операционных) припусков и допусков (рис. 1):

а) первая схема (рис. 1а), может быть принята для тех технологических переходов, в которых имеет место значительное копирование погрешностей (например, при черновом и получистовом точении заготовок и т.п.); эта схема позволяет уменьшить номинальные размеры заготовки на величину допуска на выполняемый технологический переход, т.е.

$$d_{ном_{i-1}} = d_{ном_i} + z_{i\min} + \delta_{i-1} - \delta_i \quad (1)$$

б) вторая схема (рис. 1б) принимается для тех технологических переходов, в которых доля погрешностей копирования составляет незначительную величину в суммарной погрешности обработки (например, в случае очень высокой жесткости системы СПИД; тогда, когда при обработке достигается не точность размера, а точность формы или высокий класс чистоты поверхности; при обработке с выхаживанием – шлифование, хонингование, суперфиниширование, притирка и т.п.; при обработке мерными инструментами (сверлами, зенкерами, развертками, протяжками и т.п.); в этом случае

$$d_{ном_{i-1}} = d_{ном_i} + z_{i\min} + \delta_{i-1} \quad (2)$$

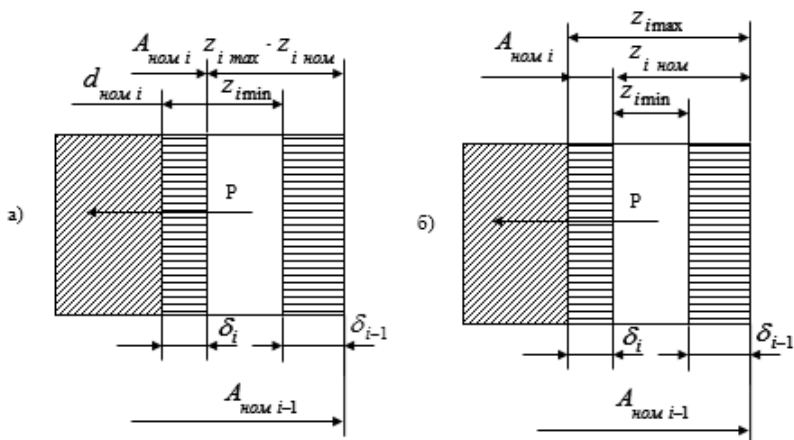
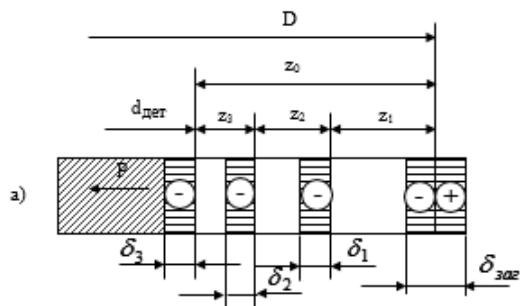


Рис. 1 Схемы расположения междоходовых припусков и допусков (P – направление обработки).



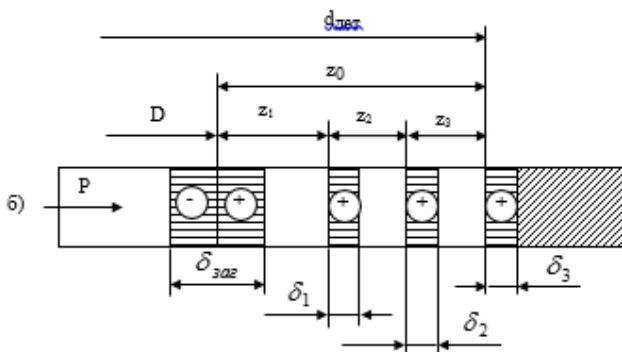


Рис. 2 Схемы расположения промежуточных номинальных припусков: а) для валов; б) для отверстий.

При многопереходной обработке рекомендуется использовать комбинированную схему расположения припусков и допусков: на первых черновых и получистовых технологических переходах – первую схему, на последних чистовых и отделочных переходах – вторую схему.

Следует отметить, что при использовании первой схемы расположения межпереходных допусков и припусков (рис. 1,а) при определенных условиях ($\delta_i > z_{i \min}$) возможно частичное совпадение поля допуска предшествующего перехода с полем допуска выполняемого перехода. Чаще всего это случается на чистовых и отделочных переходах (рис. 8). В этом случае, если предварительно обработанная поверхность займет место в пределах поля допуска окончательной обработки, т.е. размер окончательной обработки окажется выполненным уже при предварительной обработке, то окончательная обработка понадобится не в целях получения нужного размера, а в целях получения требуемой шероховатости поверхности, что и может быть достигнуто за счет использования оставшейся части допуска на окончательную обработку ("выхаживанием").

При расчете по второй схеме (рис. 1,б) такого перекрытия полей допусков никогда не может получиться, что является гарантией полного отсутствия брака по погрешности формы или величине шероховатости поверхности.

При определении межоперационных припусков и размеров необходимо различать два случая:

а) когда размер уменьшается при переходе от каждой предшествующей ступени обработки к последующей, следует пользоваться "схемой вала" (рис. 2,а);

б) когда размер увеличивается, следует использовать "схему отверстия" (рис. 2,б).

При этом межоперационные припуски отсчитываются "в материал детали", т.е. для валов значения межпереходных допусков принимается со знаком минус, а для отверстий – со знаком плюс.

5. Порядок расчета припусков и размеров по технологическим переходам

Расчет припусков может производиться только после выбора оптимального для данных условий метода получения заготовки и технологического маршрута её обработки (эта часть работы должна выполняться на предыдущих занятиях).

С целью удобства расчет следует производить, используя специальные таблицы (табл. 1). Данные таблицы используются для построения графической схемы (рис.1) расположения промежуточных припусков и допусков в разных стадиях обработки, а также для быстрой проверки правильности проведенных расчетов.

Расчет межпереходных (операционных) припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам производится в следующей последовательности.

1. Для обрабатываемой заготовки наметить установочные базы и технологический маршрут обработки, обеспечивающий точность размеров и заданную шероховатость поверхности детали. При выполнении этого раздела можно руководствоваться данными: [1] табл. 1-2, 1-3, 1-4 и 1-6; [2], стр. 7, табл. 2,3,4,5,6,7; [3] стр. 180, таб. 2...11, 18...29; [2] стр. 8, табл. 4...9.

2. Записать в расчетную карту (табл.1), графы 1 и 2, обрабатываемую поверхность детали и последовательный порядок технологических переходов её обработки.

3. Для каждого технологического перехода определить значения $Rz_i, T_i, \rho_i, \varepsilon_i$ и δ_i , обеспечиваемые

этимися переходами и записать полученные значения в расчетную карту, графы 3,4,5,6,8. Для последнего технологического перехода определить только значение \mathcal{E} .

а) При назначении значений Rz_i и T_i пользоваться данными: [1], табл. 1-6, 1-7, 1-8, 1-9, 1-10; [2], стр. 166-180, табл. 1,2,3,4,5,9,11,12,13,15,16; [13], стр. 180, табл. 2...11, 18...29; [2], стр. 180, табл. 1...14, 24...27.

б) Суммарное значение пространственных отклонений ρ_i для элементарной поверхности определяется в зависимости от способа получения заготовки по данным: [1], табл. 1-11, 1-12, 1-13, 1-14, 1-15, 1-16, 1-17, 1-18, 1-19, 1-20; [2] стр. 166-174, табл. 2,6,10; [3] стр. 180, табл. 1,5,6,10,12,13,15,17,22,25,28; [2], стр. 180, табл. 4,9,15...23,28.

Производственные отклонения при механической обработке закономерно уменьшаются. Для расчета величины остаточной кривизны после выполнения каждого перехода механической обработки определяются по данным: [1] формулы 12-25 на стр. 11-14; [2], стр. 167, 171, 175, 177, 180, 181; [3] стр. 185, табл. 13,25,28,30,31; [2], стр. 190, табл. 29,30.

**Карта
расчета припусков на механическую обработку**

Наименование детали _____ Заготовка _____ Материал _____

№ п/п	Маршрут обработки поверхности	Элементы припуска в мкм				Z_{min} , мкм	δ , мкм	Номинальный припуск $Z_{ном}$ в мм		Расчетный размер в мм	Операционный (межпереходный) размер с допуском, мм		Примечание
		Rz	T	ρ	ε			расчетн.	принятый		D	δ	

Примечание: стрелками показана схема суммирования составляющих межпереходных припусков

в) Погрешности установки заготовки на выполняемом переходе определяются в зависимости от принятой схемы базирования детали, вида заготовки и применяемого приспособления по данным: [1], стр. 14,15 и табл. 1-22, 1-23, 1-24, 1-25, 1-26, 1-27, 1-28, 1-29, 1-30, 1-31; [2], стр. 24-41; [3] стр. 63-73, табл. 18...25, [2] стр. 41, табл. 12...18.

г) Допуски на выполняемый размер обрабатываемой поверхности, определяются в зависимости от качества (класса) экономической точности метода обработки. При определении можно руководствоваться данными : [1] табл. 1-32, 1-33 и стр. 16, табл. 1-34, 1-35, 1-36, 1-37, 1-38, 1-39; [2] стр. 105-138; [3] стр. 148, табл. 2...15, стр. 180, табл. 2,5,7,9,18...20; [2] стр. 120, табл. 3,4,11...16,22,23,24,32...42,62...66.

4. Определить величины минимальных припусков на обработку $Z_{i min}$ по всем технологическим переходам и записать в графу 7 расчетной карты. Расчет производить по формулам (1)-(3) [1]; (5)-(7) [2]; (5)-(7) [3]; (1)-(2) [2]. На каждом из технологических переходов величина $Z_{i min}$ определяется суммированием

ем значений Rz_{i-1} , T_{i-1} , ρ_{i-1} , полученных на предшествующем переходе, и значений δ_i , полученных на выполняемом переходе. Полученное значение $Z_{i \min}$ записывается в графу 7 в строке выполняемого перехода.

Для определения номинальных размеров заготовок (поковки, отливок и т.п.), по которым изготавливают технологическую оснастку (штампы, прессформы, модели, приспособления), необходимо знать не минимальные, а номинальные припуски на обработку (рис. 1).

5. Определить расчетные значения номинальных припусков на обработку $Z_{i \text{ ном}}$ по всем технологическим переходам.

Для первой схемы, рис. 1а

$$Z_{i \text{ ном}} = Z_{i \min} + \delta_{i-1} - \delta_i \quad (3)$$

Для второй схемы, рис. 1б $Z_{i \text{ ном}}$ определяется суммированием минимального припуска на данный переход (графа 7) с допуском на предшествующий переход (графа 8)

$$Z_{i \text{ ном}} = Z_{i \min} + \delta_{i-1} \quad (4)$$

Полученные значения $Z_{i \text{ ном}}$ записать в графу 9. В расчетный номинальный припуск на черновую обработку включается не весь допуск заготовки, а только минусовая его часть для схемы вала или только плюсовая часть допуска для схемы отверстия (рис.2).

6. Записать для конечного перехода в графу 11 "расчетный размер":

а) для наружных поверхностей наибольший предельный размер детали по чертежу

$$d_p = d_{\text{дет max}} \quad (5)$$

б) для внутренних поверхностей – наименьший предельный размер детали по чертежу

$$d_p = d_{дет \min} \quad (6)$$

Расчет межпереходных (операционных) размеров ведется обратного хода технологического процесса обработки поверхностей.

7. Построить принятую графическую схему расположения межпереходных припусков и допусков (см. рис. 1 и 2) для всех технологических переходов обработки поверхности.

8. Последовательно определить расчетные размеры (графа 11) для каждого предшествующего перехода путем:

а) для наружных поверхностей – прибавления к расчетному размеру следующего за ним смежного перехода расчетного номинального припуска

$$d_{pi-1} = d_{pi} + z_{i \text{ ном}}; \quad (7)$$

б) для внутренних поверхностей – вычитания из расчетного размера следующего за ним смежного перехода расчетного номинального припуска

$$d_{pi-1} = d_{pi} - z_{i \text{ ном}} \quad (8)$$

9. Полученные в графе 11 расчетные межпереходные (операционные) размеры округлить и записать в графу 12. Округление промежуточных размеров производить до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода, для вала в сторону увеличения, для отверстия в сторону уменьшения размера.

10. Записать в графу 12 с соответствующим знаком величины допусков предельных отклонений на операционные (межпереходные) размеры. Значения межпереходных допусков берутся из графы 8, при этом, как отмечалось выше, межпереходные допуски отсчитываются в "материал детали", т.е. для валов – со знаком минус, а для отверстий – со знаком плюс.

11. В графу 10 записать принятые величины номинальных припусков по всем технологическим переходам, определенные путем:

а) для наружных поверхностей – вычитания из операционного размера предшествующего перехода операционного размера выполняемого перехода (графа 12);

б) для внутренних поверхностей – вычитания из операционного размера выполняемого перехода операционного размера предшествующего перехода (графа 12).

12. Определить общий номинальный припуск $Z_{0ном}$, суммировав промежуточные номинальные припуски $Z_{iном}$.

$$Z_{0ном} = \sum_{i=1}^m Z_{iном} \quad (9)$$

13. Для остальных поверхностей детали определить промежуточные и общие припуски по укрупненным табличным нормативам, по данным: [1] табл. 2-1, ..., 2-13; [2] стр. 181-195; [3] стр. 203, табл. 31...63; [2] стр. 143, табл. 23,36.

Порядок определения промежуточных и исходных размеров заготовки аналогичен изложенному выше при расчетно-аналитическом методе определения припусков на обработку. В расчетной карте заполнить только графы 9 и 14.

14. Спроектировать чертеж заготовки для выбранного метода и способа её получения с учетом необходимых припусков, напусков, допусков и требований, соответствующих ГОСТ [1] стр. 18; [2] стр. 114-174; [2.4].

15. Скорректировать припуск на черновую обработку, определяя его как разность между принятым по чертежу заготовки общим припуском на обработку и суммой промежуточных припусков на чистовую и отделочную операции:

$$Z_{1ном} = Z_{0ном} - \sum_{i=1}^{m-1} Z_{iном} \quad (10)$$

В случае, если из-за введения напусков весь припуск $Z_{1ном}$ не может быть удален за один технологический переход, то черновая операция выполняется за два перехода. Соответствующие изменения необходимо внести и в маршрут обработки детали.

В связи с разнохарактерностью действий при расчете размеров для наружных и внутренних поверхностей рекомендуется во избежание ошибок группировать в расчетной карте наружные и внутренние поверхности, а не записывать их вперемешку.

6. Примеры расчета припусков на размеры заготовок

Пример 1

Задание. Рассчитать припуски на обработку и промежуточные размеры для отверстия диаметра 50H7(59+0.027) цилиндрического зубчатого колеса, показанного на рис.3. На остальные поверхности назначить припуски и допуски по укрупненным нормативам и ГОСТ 7505-89.

Заготовка получена горячей штамповкой на прессе. Вес штамповки до 7 кг. Годовая программа 100 тыс. штук. Принимаем штамповку по второй группе точности, что соответствует условиям крупносерийного производства.

Расчет ведем в последовательности, изложенной выше. Результаты расчета записываем в карту расчета припусков (табл.2).

1. Технологический маршрут обработки поверхности отверстия диаметра 50H7 состоит из следующих переходов механической обработки: черного зенкерования, чистового зенкерования, черного развертывания, чистового развертывания. Обработка детали производится на многошпиндельном токарном полуавтомате.

Внеся данный маршрут в графу 2 (табл. 2), находим и записываем в таблицу элементы припуска $Rz_i, T_i, \rho_i, \varepsilon_i$ и δ_i графы 4,3,5,6,8.

2. Величины Rz_i и T_i , характеризующие качество поверхности штампованных заготовок, составляют соответственно 150 и 250 мкм (табл. 1-8 [1]); черновое зенкерование 50 и 50

мкм; черновое зенкерование 20 и 20 мкм; черновое развертывание 10 и 25 мкм (табл. 1-6 [1]).

3. Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа (стр. 12 [1]) определяется по формуле:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{эксц}^2}$$

Величина $\rho_{см}$ для нашего случая составляет 0.9 мм (табл. 1-16 [1]); величина $\rho_{эксц} = 1.4$ мм (табл. 1-17 [1]).

Следовательно,

$$\rho_{заг} = \sqrt{0.9^2 + 1.4^2} = 1.66 \text{ мм или } 1660 \text{ мкм.}$$

4. Величина остаточной пространственной погрешности после чернового зенкерования будет составлять (см. формулы 12,а,б,в, [1]):

$$\rho_{черн.зен} = 0.06 \rho_{заг} = 0.06 \cdot 1660 \approx 100 \text{ мкм}$$

после чистового зенкерования

$$\rho_{чист.зен} = 0.05 \rho_{черн.зен} = 0.05 \cdot 100 \approx 5 \text{ мкм}$$

после чернового развертывания

$$\rho_{черн.раз} = 0.04 \rho_{черн.зен} = 0.04 \cdot 100 \approx 4 \text{ мкм}$$

5. Погрешность установки в нашем случае будет определяться только погрешностью положения (центрирования) и закрепления заготовки, так как погрешность базирования в трехкулачковом самоцентрирующем патроне равна нулю.

Погрешность установки при условии зажима заготовки по наружному диаметру в самоцентрирующем патроне с пневматическим приводом составит 400 мкм (табл. 1-25 [1]).

Для второго технологического перехода величина погрешности установки определена по формуле (29), стр. 15 [1]

$$\varepsilon' = 0.06\varepsilon + \varepsilon_{инд} = 0.06 \cdot 400 + 50 = 74 \text{ мкм}$$

Для третьего перехода погрешность установки принята равной только погрешности индексации повторного устройства станка, т.е.

$$\varepsilon''' = \varepsilon_{инд} = 50 \text{ мкм}$$

Таблица 2

**Карта
расчета припусков на механическую обработку**

Наименование детали: зубчатое колесо. Заготовка: штамповка. Материал: сталь 40X

№ п/п	Маршрут обработки поверхности	Элементы припуска в мкм				Z_{\min} , мкм	δ , мкм	Номинальный припуск $Z_{\text{ном}}$ в мм		Расчетный размер в мм	Операционный (межпереходный) размер с допуском, мм		Примечание
		Rz	T	ρ	ε			расчетный	принятый		D	δ	
Отверстие $\varnothing 50H7$													
0	Заготовка	150	250	1660	-	-	+900 -1800	-	-	43.666	43.5	+0.9 -1.8	1) Допуски на заготовку по 3-ему классу точности ГОСТ 7505-89
1	Черновое зенкерование	50	50	100	40	2.21190	300	5.12	5.25	48.736	48.75	+0.30	2) При расчете операционных размеров принята 2-я схема распол. допусков и припусков
2	Чистовое зенкерование	20	20	5	74	2.224	170	0.748	0.75	49.534	49.5	+0.17	
3	Черновое развертывание	10	25	4	50	2.90	39	0.350	0.35	49.884	49.88	+0.039	
4	Чистовое развертывание	-	-	-	0	2.30	27	0.116	0.12	50.0	50.0	+0.027	

Наружный диаметр 190 _{-0.1}							$2z_{0\text{ном}} = \sum_{i=1}^m 2z_{i\text{ном}} = 2 \cdot 3.23 = 6.46 \text{ мм}$					3) Размеры заготовки даны без учета штамповочного уклона
0	Заготовка	-	-	-	-	-	-	-	193.1	193.0	+2.3 -1.4	
1	Черн. точение	-	-	-	-	-	2.8	2.8	190.3	190.3	-0.3	
2	Чист. точение	-	-	-	-	-	0.3	0.3	190.3	190.0	-0.1	

$$2z_{0\text{ном}} = \sum_{i=1}^m 2z_{i\text{ном}} = 3.1 \text{ мм}$$

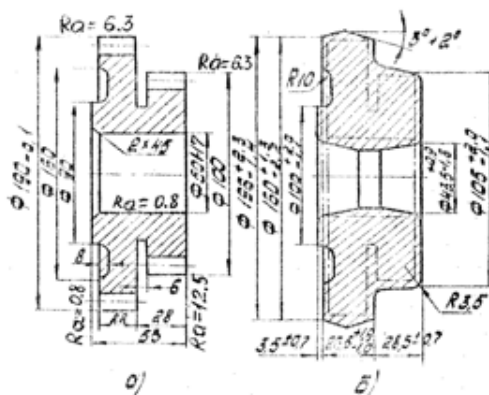


Рис. 3 Цилиндрическое зубчатое колесо:

- а) после механической обработки;
- б) заготовка с начисленными припусками и допусками.

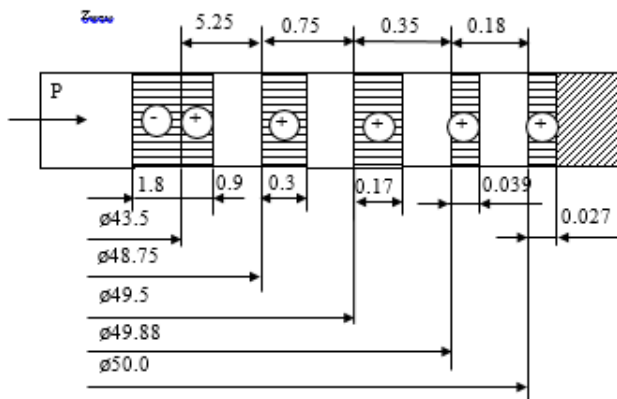


Рис. 4 Графическая схема расположения припусков и допусков на обработку отверстия зубчатого колеса

6. Значения допусков каждого перехода (графа 8) принимаются по таблицам в соответствии с качеством (классом) экономической точности того или иного вида обработки.

Так, для чистового развертывания значение допуска составляет 27 мкм (чертежный размер); для черного развертывания $\delta = 39 \text{ мкм}$; для чистового зенкерования $\delta = 170 \text{ мкм}$; для черного зенкерования $\delta = 300 \text{ мкм}$ (табл. 1-3, 1-6 и 1-39 [1]).

Допуск штампованной заготовки на отверстие определяется по ГОСТ 7505-89 для поковок третьего класса точности, штампуемых на прессах. Допуск штамповки на отверстие рассчитывается по формуле (30) [1]. Для нашего примера по табл. 1-32 и 1-33

$H_{ед} = 0.8 \text{ мм}$; $I_{ш} = 1.8 \text{ мм}$; $K_y = 0.05 \text{ мм}$. Таким образом, $\delta_{заг} = 1.8 + 0.9 + 0.05 = 2.75 \text{ мм}$. при этом верхнее отклонение (плюс)

$$\delta_{заг}^s = H_{ед} + \frac{K_y}{2} = 0.9 + \frac{0.05}{2} = 0.925 \approx 0.9 \text{ мм}$$

и нижнее отклонение (минус)

$$\delta_{заг}^n = I_{ш} + \frac{K_y}{2} = 1.8 + \frac{0.05}{2} = 1.825 \approx 1.8 \text{ мм}$$

7. На основании записанных в таблице данных производим расчет минимальных и номинальных значений межпереходных припусков, пользуясь формулами для Z_{\min} ([1], стр. 8) и формулами для $Z_{ном}$ настоящего руководства (см. стр.).

Номинальные припуски будут равны:
под черновое зенкерование

$$2z_{1ном} = 2z_{1min} + \delta_{заг}^H = 2(150 + 250 + \sqrt{1660^2 + 400^2})$$

под чистовое зенкерование

$$2z_{2ном} = 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 74^2}) + 300 = 2 \cdot 374 \text{ мкм}$$

под черновое развертывание

$$2z_{3ном} = 2(20 + 20 + \sqrt{5^2 + 50^2}) + 170 = 2 \cdot 175 \text{ мкм}$$

под чистовое развертывание

$$2z_{3ном} = 2(10 + 25 + \sqrt{4^2 + 0^2}) + 39 = 2 \cdot 58 \text{ мкм}$$

При расчете номинального припуска под первый технологический переход учитывается только часть допуска заготовки, направленная в материал детали, в нашем случае – верхнее пре-

дельное отклонение $\delta_{заг}^6 = 0.9$ мм.

8. Графа 11 "расчетный размер" заполняется, начиная с конечного, в данном случае чертежного минимального размера, последовательным вычитанием расчетного минимального припуска каждого технологического перехода (графа 9).

9. Номинальные переходные (операционные) размеры (графа 12) получаются по расчетным размерам, округленным до точности допуска соответствующего перехода.

10. Фактические, принятые величины номинальных припусков (графа 10) получаются вычитанием межпереходных размеров выполняемого и предшествующего переходов (графа 12).

11. На основании данных расчета припусков и межпереходных размеров (табл. 2) строим схему графического расположения припусков и допусков при обработке отверстия диаметра 50H7 (рис. 4).

12. На остальные поверхности детали назначаем припуски по укрупненным табличным данным и ГОСТ 7505-89 (см. табл.2-2, 1-32, 1-33 [1]) и проектируем чертеж заготовки (рис. 3,6).

В таблице 2 дан также пример расчета межпереходных размеров при назначении промежуточных припусков по табличным данным для наружной поверхности диаметра $190_{-0.1}$. Маршрут обработки поверхности включает черновое и чистовое точение. По табл. 2-7 на стр. 58 и 59 [1] определяем припуск на диаметр:

при черновом точении $2z_{1ном} = 2.8мм$, при чистовом точении

$2z_{2ном} = 0.3мм$. Фактические припуски на обработку данной поверхности будут больше вследствие наличия штамповочного уклона 3^0 , поэтому округление размера заготовки произвели в меньшую сторону.

Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности цилиндрического зубчатого колеса, назначенные по ГОСТ 7505-89, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Припуски и допуски по ГОСТ 7505-89

Размер детали, мм	Припуск по ГОСТ, мм	Размер заготовки, мм	Допуск по ГОСТ, мм
$\varnothing 190_{-0.1}$	3	$\varnothing 196$	+2.3 -1.4
$\varnothing 100$	-	$\varnothing 100$	+2.0 -1.1
$\varnothing 100$	2.5	$\varnothing 105$	+2.0 -1.1
$\varnothing 160$	-	$\varnothing 160$	+1.3 -2.2

Список использованной литературы

1. Расчет припусков на механическую обработку и определение размеров заготовок: Методическое руководство. Ростов н/Д, РИСХМ, 1970, 66 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах. Под ред. А.К. Косиловой и Р.К. Мищерякова. М.: Машиностроение, 1972. 694 с.

3. Косилова А.К., Мищеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. М.: Машиностроение, 1976, 288 с.
4. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
5. ГОСТ Р 53-46-4-2009. Отливки из металлов и сплавов.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

«Методика выбора технологической базы на первой операции»

Цели практического занятия:

- закрепление теоретических знаний по темам курса лекций "Основы базирования" и "Разработка технологического процесса изготовления детали";
- приобретение навыков по анализу вариантов базирования детали с целью обозначения наибольшей точности обработки, с помощью технологических размерных цепей;
- приобретение навыков и умений выбора технологической базы на первой операции при проектировании технологического процесса механической обработки деталей различных конструкций;
- закрепление навыков построения и решения технологической размерной цепи;
- подготовка студента к самостоятельной работе при выполнении раздела. "Обоснование выбора технологических баз" в курсовом и дипломном проектах.

Средства достижения целей практического занятия:

- пояснение методики выбора технологической базы на первой операции на примере одной детали простой (детали первой группы) и одной детали сложной (детали второй группы) с подробным оформлением студентами в тетрадях;
- групповая работа под руководством и при участии преподавателя по выбору технологической базы на первой операции;
- самостоятельная работа всех студентов на примере одной-двух деталей. Методика проведения занятия:

1. В начале занятия следует подробно рассмотреть методику выбора технологической базы на первой операции, дав возможность студентам подробно зафиксировать ее в тетрадях (см. п. 8).

Затем на двух характерных примерах преподаватель иллюстрирует применение этой методики. В качестве примера желательно брать детали, рассмотренные на предыдущих занятиях. Необходимо также обратить особое внимание студентов на связь данного (настоящего) занятия с предыдущими, подчеркнуть и показать, как используются их результаты при выборе технологической базы на первой операции.

2. Вместе со всей группой студент (или группа студентов) вслух проводит выбор технологической базы на первой операции механической обработки. Вначале следует рассмотреть несколько примеров для известных уже по предыдущему занятию деталей, а затем рассмотреть новые.

Студенты фиксируют все в тетради вместе с чертежом детали.

Преподаватель следит за правильностью и последовательностью работы, выявляет ошибки, акцентирует внимание на наиболее важных и характерных для рассматриваемого типа деталей моментах.

3. В целях контроля усвоения данного материала студентам выдается задание на самостоятельное выполнение выбора технологической базы на первой операции для 1-2 деталей. При этом одна деталь должна быть из числа рассмотренных на предыдущем занятии, и одна новая, анализ которой необходимо выполнить самостоятельно.

Преподаватель наблюдает за самостоятельной работой, отвечает на вопросы, оценивает в среднем по группе уровень овладения методикой выбора технологической базы на первой операции.

Методика выбора технологической базы на первой операции.

Задача. Выбрать и обосновать технологическую базу на первой операции и допуски технологических размеров.

Исходные данные:

- чертеж детали и технические требования;

- чертеж заготовки;
- теоретическая схема базирования на единой технологической базе;
- маршрутный технологический процесс механической обработки детали;
- вид обработки на первой (или первых) операциях.

Примечание: Исходные данные могут быть получены студентами на предыдущих практических занятиях на тему "Анализ конструкции и размерного описания детали" и "Выбор и обоснование единой технологической базы" либо выдаются преподавателем.

Выбор технологической базы на первой операции осуществляется в следующем порядке (приложение).

Шаг 1. Изучить задание, исходные данные, обратив особое внимание на служебное назначение детали, размерные связи между поверхностями (блок 1).

Шаг 2. Выбор критерия оценки технологической базы на первой операций (блок 2).

Необходимо определить, какой из двух критериев оценки выбрать:

- требуемая точность расположения необработанной поверхности относительно поверхностей, подлежащих обработке;
- равномерность припуска, снимаемого при обработке с поверхности (поверхностей).

Шаг 3. Определение технологического перехода, на котором формируется выбранный критерий (блок 3).

Требуемое положение необработанной поверхности относительно подлежащей обработке обеспечивается на том технологическом переходе, где обрабатывается поверхность. Неравномерность припуска также проявляется только при обработке, интересующей нас поверхности на одном из технологических переходов. Таким образом, в любом случае несводимо отыскать в маршрутном технологическом процессе тот технологический переход, где формируется выбранный критерий.

Шаг 4. Описание условия формирования выбранного критерия размерной цепью и ее уравнениями (блок 4).

После того, как определен технологический переход, на котором формируемся выбранный критерий необходимо предста-

вить графически этот критерий и принять его за замыкающее звено. Составляющими звеньями размерной цепи будут являться размер заготовки, который получается после обработки ее на первой операции, и настроенный размер инструмента, из анализа размерной цепи определяется размер, с которым заготовка приходит с первой операции, на операцию где формируется выбранный нами критерий.

Шаг 5. Разработка схемы базирования на первой операции в соответствии с принципом единства баз (блок 5).

Найденный на шаге 4 размер, который должен получиться в результате обработки на первой операции, необходимо нанести на эскиз первой операции маршрутного технологического процесса. И на основании этого выбрать технологическую базу на первой операции.

В случае совмещения конструкторской и технологической баз погрешность размера, найденного на шаге 4, будет минимальной, т.к. зависит только от погрешности обработки (ω спид).

Шаг 6. Оценка технической, организационной и экономической целесообразности разработанной схемы (блок 6).

Оценку целесообразности выбранной схемы проводить по следующим критериям:

- отвечает ли выбранная технологическая база на первой операции трем общим признакам: установочная база - поверхность с наибольшими габаритными - размерами; направляющая - поверхность наибольшей длины; опорная - поверхность с малыми размерами;

- сложность оснастки;

- сложность эксплуатации (конструкция оснастки должна предусматривать возможность автоматизации).

При оценке возможны 2 случая:

1. Выбранная технологическая база соответствует всем требованиям. В этом случае необходимо перейти на шаг 2.

2. Выбранная технологическая база не соответствует выбранным критериям оценки. В этом случае целесообразно рассмотреть другие схемы базирования.

Шаг 7. Разработка других возможных схем базирования на первой операции с нарушением принципа единства баз (блок 7).

Для нахождения решения достижения точности обработки деталей необходимо проанализировать различные схемы базирования детали путем выявления возникающих технологических размерных связей. Для этого следует найденный на шаге 4 размер, который должен получиться в результате обработки на пятой операции, нанести на эскиз первой операции технологического процесса при выбранной схеме базирования. То же самое необходимо проделать и для всех других возможных вариантов базирования детали на первой операции.

Шаг 8. Описание на базе теории размерных цепей условий формирования

на первой операции размера, выявленного на шаге 4, т.е. размера, получаемого на первой операции и оказывающего влияние на определенном этапе технологического процесса на выбранный критерий точности при различных схемах базирования (блок 8).

С этой целью необходимо построить технологические размерные цепи для возможных вариантов базирования. Замыкающим звеном является размер, получаемый при обработке составляющими звеньями - размеры заготовки, оказывающие влияние на этот размер. Из анализа размерных цепей определяется размер (или размеры), с которыми заготовка приходит на первую операцию.

Шаг 9. Анализ условий получения в технологическом процессе заготовок размеров, выявленных на шаге 8, т.е. размеров, с которыми заготовка приходит на первую операцию (блок 9).

Возможны два случая:

- размер заготовки не оказывает влияния на погрешность обработки на первой операции;
- размеры заготовки оказывают влияние на погрешность обработки на первой операции.

Шаг 10. Описание на базе теории размерных цепей условий формирования размеров, выявленных на шаге 8, в технологическом процессе получения заготовки (блок 10).

Необходимо построить технологическую размерную цепь, в которой замыкающим звеном будет размер, выявленный на шаге 8, составляющими звеньями - размеры заготовки, оказывающие

влияние на точность данного размера в процессе получения заготовки.

Шаг 11. Получение расчетных структурных формул погрешности выбранного на шаге 2 критерия, определенного путем рассмотрения различных схем базирования (блок 11).

Необходимо проанализировать различные схемы базирования детали путем выявления технологического размера детали с использованием результатов шагов 4, 8, 10, 11 и схем базирования на первой операции, разработанных на шаге 5, 7, 9.

Приняв в качестве замыкающего звена размер критерия, определенного на шаге 11 выявить составляющие звенья всех технологических размерных цепей, т.е. найти межпереходные размеры и размеры заготовки, которые влияют на точность замыкающего звена.

Шаг 12. Расчет количественных значений критерия по формулам, полученным на шаге 11 (блок 12).

По таблицам экономической точности определить погрешность всех отставляющих звеньев (межпереходные размеры технологического процесса и размеры заготовки). Подставив в расчетные формулы, полученные на шаге 11, значения полей рассеяния, определить количественные значения погрешности критерия при различных вариантах базирования.

Шаг 13. Сравнение полученных значений критерия и выбор варианта базирования на первой операции, обеспечивающего заданную точность детали (блок 13).

На основании анализа количественных значений критерия выбрать вариант базирования детали на первой операции, который позволит обеспечить заданную точность обработки с учетом технической, организационной и экономической целесообразности данной схемы базирования.

Шаг 14. Построение теоретической схемы базирования детали, нанесение опорных точек на поверхности, выбранных в качестве технологической базы (блок 14).

Весь анализ по выбору технологической базы на первой операции оформляется в виде текста с необходимыми схемами и расчётами.

Следует еще раз обратить внимание студентов на то, что содержание данного практического занятия входит в раздел

"Обоснование выбора технологических баз" при выполнении курсового и дипломного проектов по технологии машиностроения.

Материальное обеспечение практического занятия.

7.1. Методические указания к практическому занятию.

7.2. Набор чертежей деталей (один комплект на каждого студента).

7.3. ГОСТ 21495-78 Базирование и базы в машиностроении.

7.4. Справочник технолога-машиностроителя. Под редакцией Косиловой А.Г. Т.1. М.: Машиностроение. 2006.

Список использованной литературы

Основная:

1. Конспект лекций.

2. Мельников А.С. «Технология машиностроения: основы достижения качества машин». Ростов-на-Дону, издательский центр ДГТУ, 2009г.

3. Колесов И.М. "Основы технологии машиностроения" М.: Машиностроение, 2001 г.

4. Технология машиностроения. В двух книгах под ред. С.Л. Мурашкина, М.: Машиностроение, 2003 г.

5. Технология машиностроения: В 2 т.; под ред. А.М. Дальского. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999.

6. ГОСТ 21495. Базирование и базы в машиностроении.

7. Справочник технолога-машиностроителя (под редакцией Дальского А.М., Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К., Сулова А.Г.), т. I, М., Машиностроение 2006.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

«Выбор и обоснование единой технологической базы»

При проектировании технологического процесса механической обработки деталей одной из основных задач, решаемых технологом, является выбор технологических баз, от которого зависит, в основном, точность получаемых размеров.

Для достижения высокой степени точности в технологии машиностроении необходимо выполнять принципы «совмещения баз» и «единства баз». Для выполнения этих принципов на детали необходимо выбрать и обосновать единую технологическую базу. Данной проблеме и посвящено настоящее методическое указание.

Цели практического занятия:

- закрепление теоретических знаний по темам курса лекций "Основы базирования" и "Достижение точности изготовления деталей";

- приобретение навыков и умения выбора и обоснований технологических баз для различных по конструкции деталей;

- закрепление навыков и умения анализировать конструкцию детали и существующие в ней размерные связи с точки зрения поиска возможной единой технологической баз (эти навыки и умение приобретены студентом в ходе предыдущего ПЗ на тему "Анализ конструкции и размерного описания детали");

- уяснение взаимных связей и взаимовлияния конструктивных особенностей детали (изученных в ходе предыдущего ПЗ) и её технологических особенностей, проявившихся при выборе единой базы;

- подготовка студента к самостоятельному решению задач по выбору технологических баз при выполнении курсового и дипломного проектов;

Средства достижения целей практического занятия:

- демонстрация и пояснение преподавателем методики выбора единой технологической базы на примере двух-трех простейших конструкции деталей типа "вал" и "корпус".

- групповая работа студентов под руководством преподавателя по выбору единой технологической базы для различных деталей подробным его оформлением в тетрадях;

- самостоятельная работа всех студентов по выбору единой технологической базы.

Методика проведения занятия.

1. Так как в лекционном курсе полная методика выбора единой технологической базы студентам не излагается и студент получает только принципиальные основы такого выбора, в начале

занятия следует подробно изложить последовательность работ по выбору единой технологической базы. Студенты должны зафиксировать в своих конспектах изложенный материал.

Затем на двух-трех характерных примерах преподаватель иллюстрирует применение этой методики. В качестве примеров целесообразно рассмотреть простейшие корпусные детали, ступенчатые валы.

При изложении методики следует обратить особое внимание студентов на связь задачи настоящего практического занятия с предыдущим. Необходимо подчеркнуть и показать как используются результаты анализа конструкции и размерного описания детали при выборе и обосновании единой технологической базы. Для этого примеры, демонстрируемые преподавателем, должны рассматривать обязательно детали, анализ конструкции которых выполнен группой на предыдущем занятии.

2. Вместе со всей группой ряд студентов по очереди у доски проводят выбор единой технологической базы для других типовых деталей. Все студенты фиксируют этот выбор в тетрадях вместе с чертежом детали. Преподаватель следит за правильностью и последовательностью работы, выявляет ошибки, акцентирует внимание на наиболее важных и характерных для рассматриваемого типа деталей моментах выбора базы. В ходе занятия рекомендуется рассматривать такие детали: шкив (шестерня), втулка (ступица, фланец), кронштейн, корпус, рычаг, ступенчатый вал. При групповой работе вначале следует решить несколько задач для известных уже студентам по предыдущему занятию деталей, а затем рассмотреть две-три новых для студентов детали.

3. В целях контроля усвоения материала студентам выдается задание на самостоятельный выбор единой технологической базы для 1-й -2-х деталей.

Для самостоятельной работы рекомендуется давать студентам одну знакомую деталь, анализ конструкции которой группой уже выполнен на предыдущем занятии, и одну новую, анализ которой нужно выполнить самостоятельно, а затем уже выбрать единую базу.

Преподаватель наблюдает самостоятельную работу, отвечает на вопросы, оценивает в среднем по группе уровень овладения навыками выбора единой технологической базы.

Технология машиностроения

Методика выбора единой технологической базы.

Задача, решаемая на данном практическом занятии формулируется так: "Выбрать и обосновать единую технологическую базу для механической обработки заданной детали".

Исходные данные для выполнения практического занятия:

- чертеж детали;
- описание служебного назначения детали;
- технические требования на деталь;
- состав поверхностей на детали: исполнительные поверхности, основная база, вспомогательные базы, свободные поверхности;
- размерные связи между комплектами этих поверхностей (расстояния и относительные повороты).

Выбор единой технологической базы осуществляется в следующем порядке.

1. Изучить условие задачи, исходные данные, обратив особое внимание на конструктивные особенности детали. Выяснить служебное назначение детали и классификацию всех поверхностей детали (Исполнительная поверхность, основная база, вспомогательная база, свободная поверхность).

2. Оценить роль основной базы в координации других поверхностей "и комплектов поверхностей, для этого необходимо подсчитать количество (выписать) всех поверхностей и комплектов поверхностей координированных (связанных размерами) от основной базы.

Например

3. Оценить роль каждого комплекта вспомогательных баз в координации других поверхностей и комплектов поверхностей, для этого необходимо подсчитать количество поверхностей (размеров) координированных от каждой вспомогательной базы детали.

ПРИМЕЧАНИЕ. Результаты данного шага могут быть также представлены графически, аналогично предыдущему шагу.

4. Оценка возможности использования свободной поверхности в качестве единой технологической базы при обработке без переустановки детали. На данном шаге необходимо проанализировать конструкцию детали с точки зрения возможности обработки всех её поверхностей с необходимой точностью и шероховато-

стью с одной установки. Такая возможность появляется при обработке простых по конфигурации деталей типа "рычаг", "кронштейн" с небольшим количеством обрабатываемых, поверхностей, либо при обработке более сложных деталей на агрегатных станках, станках с ЧПУ или типа "обрабатывающий центр". Если такая возможность имеется, то в качестве единой технологической базы необходимо использовать свободные поверхности детали отвечающие трем основным признакам баз: установочная -должна быть наибольших габаритных размеров, направляющая - наибольшей протяженности, опорная - наименьших габаритных размеров.

5. Если нет возможности обрабатывать данную деталь с одной установки, то на основании, полученных в пунктах 2, 3 результатов, выбрать комплект поверхностей, от которых координировано наибольшее количество других поверхностей (комплектов). Причем безразлично, является ли этот комплект основной или вспомогательной базами.

6. Оценить возможность использования в качестве единой технологической базы комплекта поверхностей, от которых координировано наибольшее количество других поверхностей, с точки зрения трех основных признаков баз: установочная - наибольшие габаритные размеры, направляющая - наибольшей протяженности, опорная - наименьших габаритных размеров. Если данный комплект баз отвечает этим признакам, то их выбирают в качестве единой технологической базы.

7. Если данный комплект баз не отвечает трем основным признакам баз, то оценивается возможность и целесообразность (с экономической и физической точек зрения) внесения изменения в конструкцию детали с целью придания рассматриваемому комплекту отсутствующих признаков (после внесения изменений комплект должен отвечать трем признакам баз).

Если изменения конструкции возможны и целесообразны, то этот комплект баз с конструктивными изменениями выбирают в качестве единой технологической базы.

ПРИМЕЧАНИЕ. После окончания обработки искусственно созданный элемент, обычно, удаляют.

Если внесение изменений в конструкцию деталей невозможно или нецелесообразно, то рассматриваемый комплект поверхностей не может служить единой технологической базой. В

этом случае следует вернуться к пункту 5 и приступить к рассмотрению следующего комплекта поверхностей из числа оставшихся, по отношению к которому задано положение большего числа поверхностей, в последовательности пунктов 6 и 7. Такой возврат повторяется до тех пор, пока для какой либо очередного комплекта появится возможность перехода к пункту 9 из пунктов 6 или 12.

8. Если при переборе всех комплектов в пункте 5 не оказалось комплектов баз пригодных для использования в качестве единой технологической базы, то в конструкцию детали необходимо внести изменения с целью создания искусственного комплекта единой технологической базы. На практике такими деталями, в большинстве случаев, являются детали типа "вал" или "труба". Для таких деталей целесообразно в качестве единой технологической базы использовать специальные искусственно созданные в конструкции базы в виде конических центровых отверстий или фасок.

9. Составить список поверхностей принятых в качестве единой технологической базы.

10. Рассортировать все поверхности детали на 2 группы по признаку соответствия условий их обработки, принципу совмещения баз при установке на выбранную единую технологическую базу.

11. Составить список каждой классификационной группы поверхностей согласно результату выполнения предшествующего шага.

9. Оформление результатов ПЗ.

Весь материал по выбору единой технологической базы оформляется в виде текста в сопровождении необходимых схем, таблиц и эскизов (теоретические схемы базирования, схемы создания искусственных баз).

Материальное обеспечение практического занятия.

1. Методические указания.

2. Набор чертежей детали (по одному комплекту на студента).

3. ГОСТ 21495. Базирование и базы в машиностроении.

Список использованной литературы

1. Технология машиностроения: В 2-т: под редакцией А.М. Дальского, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012
2. Технология машиностроения. В книгах под редакцией Мукашкина, Высшая школа, Мин. Обр. РФ, 2003
3. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения, М.: Машиностроения, 2001
4. Мельников А.С. Технология машиностроения: основы достижения качества машин. Издательский центр ДГТУ, г. Ростов н/Д. 2009
5. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. М.: Машиностроение. 2007
6. Лебедев В.А., Тамаркин М.А., Гепта Д.П. Технология машиностроения. Издательство «Феникс», г. Ростов н/Д. 2008
7. ГОСТ 21495. Базирование и базы в машиностроении.