

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине

“Технология автоматизированного производства”

(для студентов направления подготовки 150405 "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" всех форм обучения)

Технологии машиностроения

Протокол № __ от _____ г

Рекомендовано учебно-методической
комиссией специальности «Технология
машиностроения»

Донецк – 2019 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине

“ Технология автоматизированного производства ” (для студентов направ
15.04.05 - "Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств всех форм обучения)

Донецк – 2019 г.

УДК 621.75.008.001.2

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине “
Технология автоматизированного производства ” (для студентов
направления подготовки 15.04.05 - "Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств всех форм обучения) /Сост.

А.М. Лахин – Донецк; ДонНТУ, 2019.

Проведены содержание и порядок выполнения практических работ
дисциплине «Технология автоматизированного производства».

Составитель: А.М.Лахин, доцент.

Ответственный за выпуск А.Н. Михайлов

Донецкий национальный
технический университет

Анализ технологичности конструкции детали обрабатываемых в условиях автоматизированного производства

Цель работы: изучить правила и методику выполнения анализа технологичности конструкции детали обрабатываемых в условиях автоматизированного производства

Содержание работы:

1. Изучить чертеж и технические требования к детали.
2. Выполнить анализ технологичности конструкции детали
3. Сформулировать рекомендации по совершенствованию конструкции детали

Теоретическая часть.

Применение станков с ЧПУ эффективно не только с точки зрения изготовления деталей, но и с точки зрения расширения возможностей улучшения конструкций деталей, снижения их массы, повышения усталостной прочности и точности.

При конструировании деталей машиностроения, с учетом дифференцированных методов их обработки на станках с ручным управлением наблюдается тенденция к упрощению форм, дроблению сложных деталей на несколько более простых, введению в конструкцию повышенных припусков на доработку и стыковку и пр.

Например, анализ деталей, несущих силовые нагрузки (зубчатые колеса, валы), изготовленных на обычных станках, показывает, что их форма значительно отличается от расчетной формы деталей, которая характеризуется наличием плавных сопряжений галтелей с поверхностями сложной формы в продольном сечении. Масса и металлоемкость реальных деталей значительно выше, чем расчетных. Упрощение форм деталей в ущерб их технико-экономическим показателям производится потому, что обработка расчетных фасонных поверхностей на токарных станках с ручным управлением требует использования сложных приспособлений.

В ряде случаев в зависимости от условий распределения нагрузок необходимо применять корпусные детали с фасонными поверхностями, детали с плавно изменяющейся толщиной стенок, однако они не

применяются в связи с высокой трудоемкостью их обработки на станках с ручным управлением.

Использование станков с ЧПУ в совокупности с автоматизированной подготовкой программ обеспечивает возможность всех видов обработки поверхностей любой формы. В этом случае сложность геометрических форм механически обрабатываемых поверхностей деталей не является отрицательным фактором при оценке их технологичности. Например, винты с переменным шагом резьбы для универсальных станков нетехнологичны, в то время как на станках с ЧПУ изготовление этих деталей не представляет затруднений.

Изложенное позволяет сделать вывод о том, что применение станков с ЧПУ дает возможность конструктору:

- использовать равнопрочные (плавноизменяющиеся) сечения стенок и полок для деталей, несущих силовые нагрузки, что позволяет снизить массу деталей и металлоемкость изделия;
- применять при необходимости сложные контуры и поверхности (в том числе поверхности двойной кривизны), которые могут быть автоматически обработаны на многокоординатных фрезерных станках с ЧПУ;
- уменьшать поля допуска на обработку с учетом высокой точности, достигаемой на станках с ЧПУ, что способствует снижению массы и повышению точности деталей;
- уменьшать или снимать конструктивные припуски на стыковку деталей и сборочных единиц при сборке, что повышает точность и снижает трудоемкость ручных подгоночных работ;
- использовать дополнительную обработку сложных поверхностей (например, в штампованной заготовке или литье), ранее не обрабатывавшихся из-за высокой стоимости обработки на универсальных станках, что позволяет уменьшать массу детали и улучшать качество изделия, а также снижать требования к исходной заготовке.

Реализация указанных возможностей при конструировании деталей и изделий в целом дает возможность конструктору улучшить технико-экономические характеристики изделий, обуславливающие получение экономического эффекта в сфере потребления.

В соответствии с ГОСТ ЕСТПП обеспечение технологичности деталей должно производиться на всех стадиях создания изделий.

Опыт ряда предприятий показывает, что отработка на технологичность деталей, подлежащих обработке на станках с ЧПУ, является наиболее эффективной, если она проводится на этапах разработки эскизного, и технического проекта и рабочей документации.

Обязательным условием является создание в конструкторских бюро технологических групп, непосредственно участвующих в проектировании деталей и осуществляющих контроль чертежей.

На стадии разработки эскизного проекта при отработке конструктивной схемы и компоновки изделия производится выявление

номенклатуры и составление перечня основных сложных деталей, обработка которых предполагается на станках с ЧПУ с указанием их основных параметров. Проверяется соответствие характеристик проектируемых деталей данным существующего оборудования с ЧПУ, определяются модели основного оборудования, которые в дальнейшем уточняются и включаются в директивную технологию изготовления изделия. Принимаются меры по оснащению опытного производства необходимыми моделями станков с ЧПУ.

В случае, если требуемое оборудование с ЧПУ отсутствует, разрабатываются технические задания на создание специальных станков.

Проводится анализ сложности конструкции выбранных деталей, вносятся предложения по изменениям конструкции, унификации и стандартизации деталей и их элементов, точности их изготовления, допустимой шероховатости поверхности, определению вида заготовки.

На стадии разработки технического проекта при подготовке окончательных конструктивных решений выполняются работы по обеспечению технологичности основных сложных деталей. Уточняются их перечень и параметры, составляется классификатор, позволяющий уточнить модели оборудования и определить основные направления повышения технологичности по каждой детали. Составляются технологические указания, которые утверждаются начальников КБ и доводятся до сведения конструкторов. Технический проект визируется технологами группы ЧПУ с указанием «Изготавливать на станках с ЧПУ».

На стадии разработки рабочей документации производится технологический контроль рабочих чертежей деталей и определяется технологичность их обработки на станках с ЧПУ, разрабатываются рекомендации по дальнейшему повышению их технологичности в серийном производстве.

Применение станков с ЧПУ позволяет существенно сократить цикл проектирования и запуска опытных изделий и цикл подготовки производства серийных изделий за счет централизованной подготовки программ в процессе проектирования и опытного производства с последующей передачей программ предприятиям, осуществляющим серийное производство изделий.

Для этого по мере готовности чертежей деталей службами ЧПУ опытного производства, на котором предстоит запуск первых изделий, подготавливаются программы для станков с ЧПУ. Чтобы сократить цикл запуска, эти программы целесообразно отрабатывать и подготавливать до запуска изделия.

После окончания опытного производства программы передаются предприятию, осуществляющему серийное производство изделий, вместе с чертежами деталей.

Работы по повышению технологичности деталей, проводимые на стадии опытного и серийного производства, связаны с большими материальными затратами и необходимостью изменения уже готовых

чертежей. Поэтому все основные работы по повышению технологичности должны проводиться на стадии проектирования изделий, что позволяет избежать этих затрат.

В целом отработка на технологичность деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ,

- позволяет повысить точность и производительность обработки;
- сократить типоразмеры и количество смен применяемого режущего инструмента, применить более производительный (экономически выгодный) инструмент или стандартный инструмент вместо специального;
- уменьшить количество переустановок деталей;
- количество и стоимость требуемой оснастки;
- повысить точность базирования;
- уменьшить степень коробления детали при обработке, сократить объем последующей слесарной или станочной обработки;
- уменьшить затраты на расчет и подготовку программ.

Примеры повышения технологичности показаны в табл. 3.

Так как на токарных станках с ЧПУ с контурной системой управления и сменой инструмента сложная по конфигурации деталь с большим количеством взаимосвязанных поверхностей может быть легко изготовлена с одной установки, то отпадает необходимость в дроблении такой детали из соображений технологичности на несколько более простых (п. 1, табл. 3). Исходя из этих же соображений целесообразно переходить к расчетным формам детали и заготовки, характеризуемым плавными переходами и радиусами (п. 2, табл. 3).

Высокая точность токарных станков с ЧПУ, а также применение резцов из эльбора во многих случаях позволяют заменить шлифования шеек точением с получением точности по 7-му качеству (п. 3, табл. 3).

Характерными элементами в деталях типа валов, фланцев, втулок являются канавки для выхода инструментов (шлифовального круга, резбового резца), необходимые для выполнения технологического процесса. Размеры канавок колеблются в пределах от 2 до 8 мм. Для изготовления канавок применяются специальные резцы, которые для обработки других поверхностей не используются.

Применение на станках с ЧПУ резцов со специальной формой пластинки позволяет нарезать резьбу в упор. При этом необходимость в технологических канавках отпадает.

При обработке канавок и выточек под уплотнения для сокращения числа типоразмеров инструмента необходимо унифицировать размеры канавок и выточек (п. 4 табл. 3). Для обработки канавок могут использоваться стандартные подрезные резцы. Такие резцы должны иметь соответствующую форму, а глубина и форма канавки должна быть оговорена на чертеже (п. 5 табл. 3).

Для сокращения числа типоразмеров инструмента целесообразно стандартизировать формы защитных фасок и выточек (п. 6, 7 табл. 3). Углы конусности элементов не должны превышать 30° (п. 8 табл. 3).

Так как при обработке на станках с ЧПУ производится концентрация операций, обрабатываемые элементы целесообразно располагать с учетом максимально возможного объема обработки с одного установка. Это можно проиллюстрировать примером расположения однотипных шпоночных канавок с одной стороны детали.

Чтобы использовать подпружиненные центры с базирующей втулкой для жесткого базирования деталей, обрабатываемых в центрах, в деталях должны быть предусмотрены торцевые поверхности, обеспечивающие упор в торец втулки.

Для того чтобы использовать обычные проходные резцы при обработке фаски по торцам в таких деталях необходимо, чтобы угол фасок не превышал 30° . Использование поводковых центров возможно в тех случаях, когда в конструкциях деталей по торцу допускаются риски, образуемые в результате вдавливания прижимных элементов поводкового центра в поверхность заготовки.

В связи с тем, что наиболее производительной является обработка короткими жесткими резцами, отношение высоты обрабатываемого элемента l к ширине обработки a должно быть не более 3. При большем соотношении размеров элемент в комплексе должен быть заменен другим, более технологичным.

Для сокращения типоразмеров и смен режущего инструмента при фрезерной обработке стенки наружных и внутренних обрабатываемых контуров деталей должны сопрягаться по одинаковым, типовым для данного контура (или детали в целом), радиусам $R_{тип}$. При этом для легких сплавов $R \geq (1/5 - 1/6)H$, сталей $R \geq 1/3H$, труднообрабатываемых материалов $R \geq 1/2H$, где H – наибольшая высота стенок обрабатываемого контура.

При технологическом контроле стремятся к следующему:

- 1) уменьшить размеры обрабатываемых поверхностей, что снижает трудоемкость изготовления;
- 2) повысить жесткость конструкции детали с целью применения многоинструментальной обработки, многолезвийных инструментов и повышенных режимов резания;
- 3) обеспечить удобный подвод и отвод режущих инструментов для уменьшения вспомогательного времени;
- 4) унифицировать или свести к минимуму типоразмеры пазов, канавок, переходных поверхностей (например, галтелей, фасок на цилиндрических поверхностях) и отверстий для сокращения номенклатуры режущих инструментов;
- 5) обеспечить надежное и удобное базирование заготовки с возможностью совмещения технологических и измерительных баз.

При выполнении анализа технологичности необходимо рассмотреть следующий круг вопросов.

Из какого материала изготавливается деталь, его химический состав, каковы его физико-механические и технологические свойства.

Целесообразно-ли заменить данную деталь сборочным узлом.

Выдержаны или нет требования стандартов при проектировании детали.

Какова термообработка для данной детали, как она влияет на свойства материала и возможность обработки детали резанием.

Позволяет ли конфигурация детали применение наиболее совершенных методов получения заготовок, сокращающих объем механической обработки (точное и кокильное литье, литье под давлением, горячая объемная штамповка, холодная штамповка различных видов и т.п.) без ущерба для служебного назначения детали.

Обеспечивает ли данная простановка размеров на чертеже детали возможность выполнения обработки по принципу автоматического получения размеров на настроенных станках, автоматах и полуавтоматах и совмещения конструкторских, технологических и измерительных баз.

Возможно ли применение наиболее совершенных и производительных методов механической обработки (обработка многоинструментальными наладками, фасонным и многолезвийным инструментом, накатывание резьбы и шлицев, применение агрегатных и специальных станков и автоматов, поточных и автоматических линий) при производстве анализируемой детали и не ограничивает ли ее конструкция применение высоких режимов резания.

Возможно ли использование стандартной технологической оснастки при изготовлении детали.

Обеспечены ли условия для врезания и выхода режущего инструмента, доступа ко всем элементам детали для обработки и измерений.

Выдерживается ли соответствие формы и размеров поверхностей стандартному инструменту.

Достаточно и обоснованы допустимые отклонения от правильных геометрических форм.

Не вызовут ли технических трудностей при изготовлении детали допустимые пространственные отклонения и могут ли эти отклонения быть выдержаны без усложнения технологического процесса.

Не возникает ли технологических трудностей при выдерживании заданных допусков на размеры и требуемой шероховатости.

Имеются-ли в конструкции детали нетехнологичные элементы.

Содержание отчета.

Студент получает индивидуальное задание и в отчете по работе должен представить:

1. Анализ технологичности конструкции детали .
2. Рекомендации по совершенствованию конструкции.

Практическое занятие №2

Разработка технологического процесса обработки детали на станке с ЧПУ.

Цель работы: изучить правила и методику проектирования технологического процесса обработки детали на оборудовании с ЧПУ.

Содержание работы:

1. Составить маршрут обработки детали.
2. Разработать операционный технологический процесс.
3. Определить режимы обработки.

Теоретическая часть.

Намечая технический маршрут обработки детали, следует придерживаться следующих правил:

1. С целью экономии труда и времени технологической подготовки производства использовать типовые процессы обработки деталей и ее элементарных поверхностей.
2. Не проектировать обработку на уникальных станках.
3. Применение уникальных и дорогостоящих станков должно быть технологически и экономически оправдано.
4. Использовать по возможности только стандартный режущий и измерительный инструмент.
5. Стремиться применять наиболее совершенные формы организации производства, непрерывные и групповые схемы обработки,

групповые технологические процессы и групповые наладки на отдельные станки;

6. Рационально выбирать количество поверхностей, обрабатываемых на одной установке (позиции).

При этом необходимо руководствоваться такими правилами [3].

1. Операции должны быть одинаковы или кратными по трудоемкости.

2. Каждая последующая операция (переход) должна уменьшать погрешности и улучшать качество поверхности.

3. В первую очередь следует обрабатывать поверхности, которые будут служить технологическими базами на последующих операциях.

4. В целях своевременного выявления брака по раковинам и другим дефектам необходимо предусматривать первоочередную обработку поверхностей, на которых не допускаются дефекты. Так как с этих поверхностей обычно снимают наибольшие слои металла, то тем самым достигается и перераспределение внутренних напряжений заготовок.

5. Обработку сложных поверхностей, нуждающихся в особой наладке станка, следует выделять в самостоятельные операции. Например, нарезание резьб резцами, обработка фасонных поверхностей по копиру и т.п.

6. Черновую и чистовую обработки заготовок со значительными припусками необходимо выделять в отдельные операции.

7. Отделочные операции производить в конце технологического процесса, так как при этом уменьшается опасность повреждения чисто обработанных поверхностей.

8. Обработку поверхностей с точным взаимным расположением следует по возможности включать в одну операцию и выполнять в одном установе.

9. Обработку ступенчатых поверхностей выполнять в такой последовательности, при которой общая длина рабочих перемещений ржущего инструмента будет наименьшей.

10. Переходы в операции располагать так, чтобы путь менее стойких инструментов был наименьшим. Например, при обработке из прутка деталей с отверстием перед отрезкой выполнять сверление; обработку ступенчатых отверстий в сплошной заготовке начинать сверлом большего диаметра, затем меньшего.

11. При определении последовательности переходов предусматривать опережающее выполнение тех, которые подготавливают возможность осуществления следующих за ними переходов. Например, обработку деталей в патроне следует начинать с подрезки торца, который будет служить измерительной базой при отсчете размеров по длине; то же следует выполнять перед сверлением или центрованием.

12. Последовательность обработки должна обеспечивать требуемое качество выполнения детали. Например, при обработке тонкостенной втулки в кулачковом патроне вначале необходимо расточить отверстие, а затем обточить наружную поверхность на оправке; фаски обрабатывать перед

окончательной обработкой точных поверхностей; на участке детали, где наносятся рифления, фаски и канавки протачивать после рифления.

13. Число применяемых в операции резцов (инструментов) не должно превышать числа одновременно закрепляемых в резцедержателе (револьверной головке).

14. При определении последовательности выполнения черновых и чистовых обработок следует учитывать, что совмещение их на одних и тех же станках приводит к снижению точности обработки вследствие повышенного изнашивания станков на черновых операциях.

15. В первую очередь следует обрабатывать поверхности, при удалении припуска с которых в наименьшей степени снижается жесткость заготовки. Например, при обработке ступенчатых валов вначале обрабатывают ступени большего диаметра, а затем меньшего.

16. Если деталь подвергают термической обработке, то механическую обработку разделяют на две части: до термической обработки и после нее.

Основными факторами, определяющими выбор конкретного станочного оборудования, являются: соответствие размеров рабочей зоны станка габаритам обрабатываемой группы деталей; возможность достижения требуемой точности и шероховатости (определяется в соответствии с классом точности станка); соответствие кинематических данных (частота вращения шпинделя, скорость перемещения стола и т.д.) расчетным значениям этих режимных параметров; соответствие мощности станка требуемым расчетным величинам; обеспечение требуемой производительности оборудования.

В серийном производстве применяют оборудование разнообразных видов: общего назначения, специализированное, автоматизированное, агрегатированное силовыми головками и др. Станочное оборудование должно быть специализированно в такой мере, чтобы был возможен переход от производства одной серии машин к другой, несколько отличающейся от первой в конструкторском отношении, или переход от одного типа машин к другому.

При использовании станка общего назначения должны широко применяться специализированные и специальные приспособления.

В крупносерийном и массовом производстве широко применяются специальные и специализированные станки. Основным видом оборудования являются станки с автоматическим и полуавтоматическим циклом работы.

При разработке специальной технологии на операцию необходимо:

1. обосновать выбор основного технологического оборудования;
2. уточнить ее содержание, сформулировать технологические переходы;
3. разработать схему базирования;
4. установить последовательность и возможность совмещения переходов во времени;
5. выбрать оборудование, режущий и вспомогательный инструмент;
6. рассчитать режимы резания и силы резания;

При назначении режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования. Режимы резания обычно устанавливают в следующем порядке: глубина резания t , подача S , скорость резания V , частота вращения шпинделя n .

Глубину резания выбирают исходя из того, что выгоднее работать с возможно меньшим числом проходов. Поэтому, если позволяет мощность станка и жесткость системы СПИД, припуск на черновую обработку следует снимать за один рабочий ход. При достижении высокой точности обработки поверхности глубину резания рекомендуют назначать: на черновую обработку 60% припуска, на получистовую – 25%, на чистовую – 15%.

Подачу S и скорость резания V выбирают по нормативам [8]. Частоту вращения шпинделя определяют по формуле

$$n = \frac{1000V}{\pi D}, \text{ м / мин},$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности при точении и сверлении или диаметр заготовки при растачивании и подрезке торца, мм.

Выбранный режим резания корректируется по паспортным данным станка.

Содержание отчета.

Студент получает индивидуальное задание и в отчете по работе должен представить технологический процесс и указать для каждой операции:

1. Номер операции;
2. Название операции;
3. Наименование и модель станка;
4. Технологическую оснастку;
5. Базовые поверхности;
6. Содержание операции.
7. Режимы резания для каждого перехода

Практическое занятие №3

Размерный анализ технологического процесса.

Цель работы: изучить правила и методику выполнения размерного анализа технологического процесса.

Содержание работы:

1. Составить размерную схему технологического процесса.
2. Выявить размерные цепи
3. Рассчитать технологические размеры и допуски на них.

Теоретическая часть.

Главная задача размерного анализа технологического процесса – правильное и обоснованное определение промежуточных и окончательных размеров и допусков на них для обрабатываемой детали. Особенно в этом нуждаются линейные размеры, связывающие неоднократно обрабатываемые противоположающие поверхности. Определение припусков на такие поверхности расчетно-аналитическим или табличным методами затрудняет определение промежуточных технологических размеров и их отклонений. В то же время работа на настроенных станках требует тщательной проработки всех промежуточных размеров с тем, чтобы на заключительных операциях (переходах) автоматически обеспечивались окончательные размеры. Правильное решение этой задачи обеспечивает теория размерных цепей. Последовательный размерный анализ технологического процесса состоит из ряда этапов: разработки размерной схемы технологического процесса; выявления технологических размерных цепей; расчета технологических размерных цепей. Рассмотрим эти этапы подробнее.

Размерную схему технологического процесса составляют и оформляют следующим образом. Вычерчивают эскиз детали в одной или двух проекциях (в зависимости от ее конфигурации). Для тел вращения достаточно одна проекция. Для корпусных деталей могут потребоваться две или даже три проекции в зависимости от расположения размеров длин. Над деталью указывают размеры длин с допусками, заданные конструктором. Для удобства составления размерных цепей конструкторские размеры обозначаются буквой A_i , где i – порядковый номер конструкторского размера.

На эскиз детали условно наносят припуски Z_m , где m – номер промежуточной или окончательной поверхности, к которой относится припуск. Все поверхности детали нумеруются по порядку слева направо. Через пронумерованные поверхности проводят вертикальные линии. Между вертикальными линиями, снизу вверх, указывают технологические размеры, получаемые при выполнении каждого технологического перехода. Технологические размеры обозначают буквой S_k , где k – порядковый номер перехода. Размеры заготовки обозначают буквой Z_r , где r – порядковый номер поверхности заготовки. Пример построения размерной схемы показан на рис. 1.

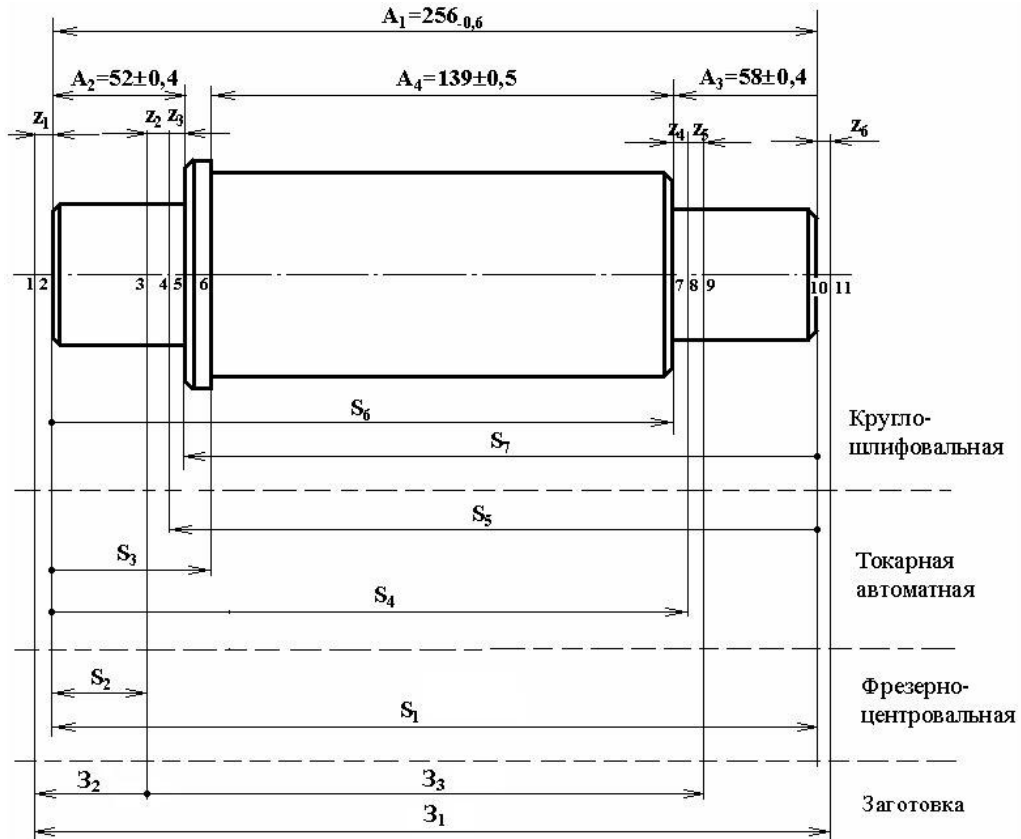


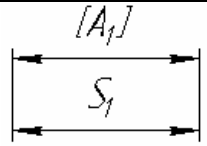
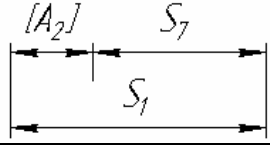
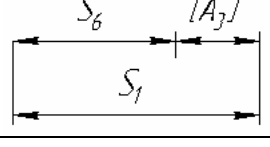
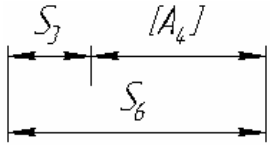
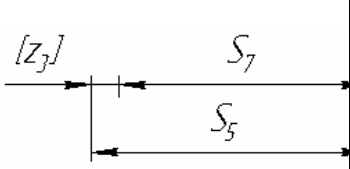
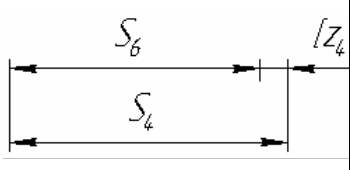
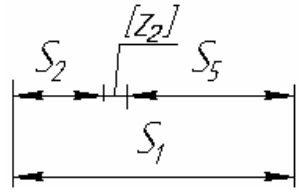
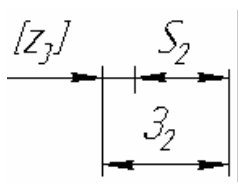
Рисунок 1 – Размерная схема технологического процесса

Технологические размеры проставляются в порядке обратном выполнению технологического процесса. На размерной схеме выделяются пунктирной линией размеры, получаемые на разных операциях.

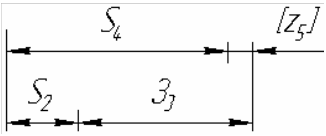
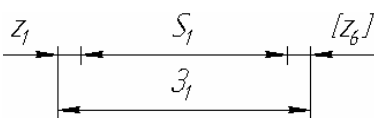
После этого выделяют размерные цепи и составляют исходные уравнения для расчета технологических размеров. Если технологический размер совпадает с конструкторским, то получают двухзвенную размерную цепь. Расчет технологических размеров начинают с решения уравнений этих размерных цепей. затем решаются уравнения трех-, четырех-, – пятизвенных размерных цепей. Замыкающими звеньями уравнений технологических размерных цепей являются или конструкторский размер или размер припуска. Замыкающие звенья на всех схемах размерных цепей заключают в квадратные скобки. Размерные цепи и исходные уравнения размерных цепей,

порядок их решения, для размерной схемы технологического процесса обработки вала, приведены в табл. 1.

Таблица 6 - Расчет технологических размеров.

№пп	Размерная цепь	Расчет технологического размера.
1	2	3
1		$S_1 = A_1$
2		$[A_2] = S_1 - S_7$ $A_{2max} = S_{1max} - S_{7min}$, $S_{7min} = S_{1max} - A_{2max}$ $A_{2min} = S_{1min} - S_{7max}$, $S_{7max} = S_{1min} - A_{2min}$ $S_7 = S_1 - A_2$
3		$[A_3] = S_1 - S_6$ $A_{3max} = S_{1max} - S_{6min}$, $S_{7min} = S_{1max} - A_{3max}$ $A_{3min} = S_{1min} - S_{6max}$, $S_{6max} = S_{1min} - A_{3min}$ $S_6 = S_1 - A_3$
4		$[A_4] = S_6 - S_3$ $A_{4max} = S_{6max} - S_{3min}$, $S_{3min} = S_{6max} - A_{4max}$ $A_{4min} = S_{6min} - S_{3max}$, $S_{3max} = S_{6min} - A_{4min}$ $S_3 = S_6 - A_4$
5.		$Z_{3min} = S_{5min} - S_{7max}$, $S_{5min} = Z_{3min} + S_{7max}$ Однократное точение торца обеспечивает точность по 12 качеству. Назначаем допуск на размер S_5 T_{S5} Тогда $S_{5max} = S_{5H} = S_{5min} + T_{S5}$ $S_{5H} = S_{5max}$ $Z_{3max} = S_{5max} - S_{7min}$ $Z_{3H} = S_{5H} - S_{7H}$
6.		$Z_{4min} = S_{4min} - S_{6max}$, $S_{4min} = Z_{4min} + S_{6max}$ Однократное точение торца обеспечивает точность по 12 качеству. Назначаем допуск на размер S_4 T_{S4} . Тогда $S_{4max} = S_{4H} = S_{4min} + T_{S4}$. $S_{4H} = S_{4max}$ $Z_{3max} = S_{4max} - S_{6min}$ $Z_{4H} = S_{4H} - S_{6H}$.
7.		$Z_{2min} = S_{1min} - (S_{2max} + S_{5max})$, $S_{2max} = S_{1min} - (Z_{4min} + S_{5max})$. Однократное фрезерование торца обеспечивает точность по 12 качеству. Назначаем допуск на размер S_2 T_{S2} . Тогда $S_{2min} = S_{2max} - T_{S2}$. $S_{2H} = S_{2max}$ $Z_{2max} = S_{1max} - (S_{2min} + S_{5min})$ $Z_{2H} = S_{1H} - (S_{2H} + S_{5H})$.
8.		$Z_{1min} = B_{2min} - S_{2max}$, $B_{2min} = Z_{1min} + S_{2max}$. Допуск на размер заготовки B_2 T_{B2} ($^{+BO}_{-HO}$) Тогда $B_{2max} = B_{2min} + T_{B2}$. $B_{2H} = B_{2min} + HO$. $Z_{1max} = B_{2max} - S_{2min}$. $Z_{1H} = B_{2H} - S_{2H}$.

Продолжение табл. 5

1	2	3
9.		$Z_{5min} = B_{3min} + S_{2min} - S_{4max}$, $B_{3min} = Z_{5min} + S_{4max} - S_{2min}$. Допуск на размер заготовки B_3 $T_{B3}=3,2$ мм ($^{+BO}_{-HO}$) Тогда $B_{3max} = B_{3min} + T_{B3}$. $B_{3H} = B_{3min} + HO$. $Z_{5max} = B_{3max} + S_{2max} - S_{4min}$. $Z_{5H} = B_{3H} + S_{2H} - S_{4H} =$.
10		$Z_{6min} = B_{1min} - S_{1max} - Z_{1max}$, $B_{1min} = S_{1max} + Z_{1max} + Z_{6min}$. Допуск на размер заготовки B_1 $T_{B1}=4,0$ мм ($^{+BO}_{-HO}$) Тогда $B_{1max} = B_{1min} + T_{B1}$. $B_{3H} = B_{1min} + HO$. $Z_{6max} = B_{1max} - S_{1min} - Z_{1min}$. $Z_{6H} = B_{1H} - S_{1H} - Z_{1H}$.
Примечания: T – допуск на размер; BO – верхнее отклонение размера заготовки; HO – нижнее отклонение размера заготовки.		

При решении уравнений размерных цепей используют метод максимума и минимума. При решении уравнений размерных цепей необходимо обратить внимание на то, что допуск замыкающего звена равен сумме полей допусков остальных размеров входящих в размерную цепь.

При выявлении технологических размерных цепей может использоваться теория графов.

Содержание отчета.

Студент выполняет эту работу на основе результатов полученных при выполнении практической работы №2 и в отчете по работе должен представить:

1. Размерную схему технологического процесса.
2. Размерные цепи .
3. Расчет технологических размеров.

Практическое занятие № 4

Нормирование операций выполняемых на станках с ЧПУ.

Цель работы: изучить правила и методику нормирования операций выполняемых на оборудовании с ЧПУ.

Содержание работы:

1. Рассчитать время автоматической работы станка по программе.
2. Определить норму вспомогательного времени.
3. Рассчитать норму подготовительно-заключительного времени.

Теоретическая часть.

Основным путем автоматизации процессов механической обработки деталей мелкосерийного и единичного производства является применение станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Станки с ЧПУ представляют собой полуавтоматы или автоматы, все подвижные органы которых совершают рабочие и вспомогательные движения автоматически по заранее установленной программе. В состав такой программы входят технологические команды и численные значения перемещений рабочих органов станка. Переналадка станка с ЧПУ, включая смену программы, требует незначительного времени, поэтому эти станки наиболее пригодны для автоматизации мелкосерийного производства.

Особенностью нормирования операций механической обработки деталей на станках с ЧПУ является то, что основное время (машинное) и время, связанное с переходом, составляют единую величину T_a - время автоматической работы станка по программе, составленной технологом-программистом, которое складывается из основного времени автоматической работы станка $T_{o.a}$ и вспомогательного времени работы станка по программе $T_{в.а}$. т. е,

$$T_a = T_{o.a} + T_{в.а};$$
$$T_{o.a} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{Mi}},$$
$$T_{в.а} = T_{в.х.а} + T_{ост}$$

где L_i — длина пути, проходимого инструментом или деталью в направлении подачи при обработке 1-го технологического участка (с учетом врезания и перебега); s_m — минутная подача на данном участке; $i = 1, 2, \dots, n$ - число технологических участков обработки; $T_{в.х.а}$ - время на выполнение автоматических вспомогательных ходов (подвод детали или инструментов от исходных точек в зоны обработки и отвод, установка инструмента на размер, изменение численного значения и направления подачи); $T_{ост}$ - время технологических пауз - остановок подачи и вращения шпинделя для проверки размеров, осмотра или смены инструмента.

Время вспомогательной ручной работы T_b не перекрываемое временем автоматической работы станка,

$$T_B = t_{уст} + t_{в.оп} + t_{контр},$$

где $t_{уст}$ — вспомогательное время на установку и снятие детали; $t_{в.оп}$ - вспомогательное время, связанное с выполнением операции; $t_{контр}$ — вспомогательное неперекрываемое время на контрольные измерения детали..

Вспомогательное время на установку и снятие детали массой до 3 кг на токарных и сверлильных станках в самоцентрирующем патроне или оправке. определяется по формуле

$$t_{уст} = aQ^x,$$

для определения вспомогательного времени на установку и снятие деталей в центрах или на центральной оправке токарного станка

$$t_{уст} = aQ^x,$$

где a, x - поправочный коэффициент и показатель степени, Q – масса детали,

Вспомогательное время управление станком. (токарные, сверлильные и фрезерные станки)

$$t_{в.оп} = a + b\sum X_o, Y_o + cK + dI_{пл} + \alpha T_a$$

где a_2, b, c, α - поправочные коэффициенты K - число корректоров в наладке, X_o, Y_o - координаты точки смены инструмента.

Вспомогательное время на контрольные намерения.

$$t_{контр} = \sum kD_{изм}^z L^u$$

где k, z, u – поправочный коэффициент и показатели степени, D, L – соответственно, диаметр и длина измеряемой поверхности

Подготовительно-заключительное время определяется

$$T_{п-з} = a + b n_n + c P_p + d P_{пп}$$

где a_4, b_2, e - поправочные коэффициенты; n_n - число режущих инструментов; P_p - число устанавливаемых исходных режимов работы станка.

После расчета T_B производят его корректировку в зависимости от серийности производства. Поправочный коэффициент

$$k_{сер} = 4,17 [(T_a + T_B) n_n + T_{п-з}]^{-0.216},$$

где n_n - число обрабатываемых деталей в партии.

Подготовительно-заключительное время определяют как сумму

времени: на организационную подготовку; установку, подготовку и снятие приспособлений; наладку станка и инструмента; пробный проход по программе. Основными характеристиками, определяющими подготовительно-заключительное время, являются тип и основной параметр станка, число инструментов, используемых в программе, корректоров, используемых в операции, тип приспособления, число исходных режимов работы станка.

Норма штучного времени на операцию

$$T_{ш} = (T_a + k_{ср} T_b) (1 + (a_{обс} + a_{от.л})/100].$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, % от оперативного времени, устанавливаются в зависимости от основных параметров станка и детали, занятости рабочего и интенсивности труда. Оно может частично перекрываться временем автоматической работы станка; штучное время в этом случае должно уменьшиться на 3 %.

Автоматизация процесса обработки и вспомогательной работы на станках с ЧПУ создает предпосылки для одновременного обслуживания рабочим-оператором нескольких станков. Выполнение рабочим-оператором функций обслуживания рабочего места на одном из станков обычно приводит к перерывам в работе других обслуживаемых станков. Увеличивается время на отдых в связи с более высокой интенсивностью труда в условиях многостаночного обслуживания. Время оперативной работы в норме штучного времени увеличивается за счет вспомогательного времени на переходы от станка к станку

Содержание отчета.

Студент выполняет эту работу на основе результатов полученных при выполнении практической работы №2 и в отчете по работе должен представить:

1. Рассчитать время автоматической работы станка по программе.
2. Определить норму вспомогательного времени.
3. Рассчитать норму подготовительно-заключительного времени.

СОДЕРЖАНИЕ

Практическое занятие №1 Анализ технологичности конструкции детали обрабатываемых в условиях автоматизированного производства	4
Практическое занятие №2 Разработка технологического процесса обработки детали на станке с ЧПУ..	10
Практическое занятие №3 Размерный анализ технологического процесса	14
Практическое занятие №4 Нормирование операций выполняемых на станках с ЧПУ	17

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Составитель

Лахин Алексей Михайлович