



**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»**

Н.С. АЛЕКСЕЕВ

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Методические указания и задания к контрольной работе №1 по курсу
«Основы технологии машиностроения» для студентов бакалавриата,
обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-
технологическое обеспечение машиностроительных производств»
заочной формы обучения

Рубцовск 2021

УДК 621.9

Алексеев Н.С. Методические указания и задания к контрольной работе №1 по курсу «Основы технологии машиностроения» для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» заочной формы обучения / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2021. – 21 с.

Приведены методические указания и рекомендации для выполнения контрольной работы по основам технологии машиностроения, изложены варианты индивидуальных заданий и список необходимой литературы.

Рассмотрены и одобрены на
заседании кафедры ТиТМиПП
Протокол № 10 от 24.11.2021

Рецензент: зам. главного технолога ЗАО
«Рубцовский завод запасных частей»

А.В. Зубов

© Рубцовский индустриальный институт, 2021

1 ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Цель работы - закрепление теоретических знаний, полученных при самостоятельном изучении дисциплины «Основы технологии машиностроения», а также самостоятельное решение задач по наиболее важным разделам этой дисциплины.

При изучении дисциплины «Основы технологии машиностроения» рассматриваются теоретические вопросы общих закономерностей, действующих в процессе изготовления машин, знание которых позволяет использовать их для обеспечения требуемого качества машин и наименьшей себестоимости изготовления. Дисциплина «Основы технологии машиностроения» является инвариантной практически для всех механосборочных производств независимо от конструкции выпускаемых изделий, так как закономерности, действующие в процессах получения отдельных деталей и машин в целом, являются едиными. Дисциплина «Основы технологии машиностроения» включает следующие разделы:

- общие понятия и определения машиностроительных производств;
- техническое нормирование в механосборочном производстве;
- качество машин и их элементов;
- основы теории размерных цепей;
- элементы теории базирования;
- точность изготовления деталей;
- качество поверхностей деталей машин;
- припуски на обработку поверхностей;
- проектирование технологических процессов (ТП) сборки и механической обработки.

Очерёдность разделов дана условно в соответствии с логикой построения курса. Подобная логика построения материала вытекает из целей и задач курса и логики технологического проектирования.

Согласно существующего учебного плана подготовки бакалавров, обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» заочной формы обучения дисциплина «Основы технологии машиностроения» преподаётся два семестра.

Вначале изучаются первые четыре раздела, а затем остальные пять разделов. При выполнении контрольной работы №1 студенты должны ответить на вопросы и решить задачи по первым четырём разделам.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ

Вариант задания выбирается из прилагаемой таблицы (таблица 1) по двум последним цифрам номера зачетной книжки. В каждом варианте указаны номера двух теоретических вопросов из прилагаемого списка и номера двух задач.

Ответы на вопросы должны быть исчерпывающими и в тоже время краткими, без излишних подробностей. Как правило, ответы сопровождаются

эскизами, рисунками, схемами, которые выполняются карандашом. Приступать к выполнению работы следует только после тщательного изучения курса и особенно нужных разделов. Следует избегать сплошного цитирования материала, необходимо его творческое осмысление и соответствующая переработка. Материал в работе располагается в следующем порядке:

- ответ на первый вопрос;
- ответ на второй вопрос;
- условие и решение первой задачи;
- условие и решение второй задачи;
- список используемой литературы.

Работа оформляется в школьной тетради в клетку. Объем работы – 20-24 страницы с шагом строк текста 10 мм. На каждой странице обязательны поля для замечаний. Работа должна оформляться аккуратно и грамотно, с соблюдением правил правописания, правил написания формул и пояснений к ним, правил оформления рисунков и схем в соответствии с ГОСТ 2.105-95.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Написанию работы должно предшествовать изучение дисциплины «Основы технологии машиностроения» по первым четырём разделам. При изучении основ технологии машиностроения рекомендуется обратить внимание на следующие основные положения и понятия.

В первом разделе «Общие понятия и определения машиностроительных производств» рассматриваются основные понятия и определения в области технологии машиностроения: производственный и технологический процессы, технологическая операция и её структура, характеристики ТП, типы производства, их организационные формы, а так же ряд сопутствующих определений и терминов [1-6]. Их знание необходимо во всех остальных разделах курса.

В этом же разделе дается характеристика машины как объекта производства [2,6]. Следует уяснить, что изготовление машины – конечный этап её создания. В этом ряду этапов важнейшее место занимает этап формулировки служебного назначения машины [2], так как без него невозможно четко сформулировать требования к машине и составляющим деталям, заложить их в конструкции и обеспечить требуемое качество при изготовлении. Здесь же рассматривается классификация поверхностей машин и деталей в соответствии с их назначением [2,6], дается понятие качества машины и точности как одного из важнейших показателей качества, рассматриваются параметры оценки геометрической точности машины и деталей [2,6].

Во втором разделе «Техническое нормирование в механосборочном производстве» рассматриваются методы технического нормирования и структура штучного времени (основное и вспомогательное время технологической операции, время организационного и технического обслуживания рабочего места и др.) [1,3,4].

В этом же разделе рассматриваются пути снижения себестоимости изготовления машин, перечень которых следует из анализа общей формулы определения себестоимости, укрупнённо складывающейся из расходов на материалы, зарплату и накладных расходов [3]. Технологическими средствами можно существенно снизить вторую составляющую, поэтому эти средства следует изучить внимательно. Расходы на зарплату напрямую зависят от трудоемкости технологических операций (штучно – калькуляционного времени). Следует изучить структуру штучно – калькуляционного времени, методы технического нормирования и пути снижения отдельных составляющих [3]. Обратить особое внимание на пути сокращения основного (технологического) времени [3].

При изучении этого же раздела следует изучить и такие эффективные пути сокращения себестоимости как выбор наиболее рациональных организационных форм производства, повышение уровня механизации и автоматизации процессов, использование технологической унификации (групповая обработка), повышение уровня технологичности изделий [1,4,7].

В третьем разделе «Качество машин и их элементов» рассматриваются вопросы достижения качества машины, и в первую очередь – геометрической точности [1-6,9]. Для её достижения необходимо обеспечить требуемую точность кинематических и размерных связей, а это обеспечивается как размерами отдельных элементов (деталей) машины, так и точностью относительного расположения этих элементов.

В четвертом разделе «Основы теории размерных цепей» при изучении теории размерных цепей следует обратить внимание на общность и различия конструкторских, технологических и измерительных размерных цепей, образование величины и погрешности замыкающего звена, методы расчёта и методы достижения точности замыкающих звеньев размерных цепей и области их применения [1,2,3,8].

В этом же разделе рассматриваются и практические вопросы сборки различных видов соединений [1,2,3,5,10], при этом нужно обратить внимание и на теоретические моменты: формирование погрешностей (радиального и осевого биений, зазоров, смещений и т.п.), расчет технологических параметров (например, при сборке соединений с натягом) и т.д.

4 ВЫБОР ВАРИАНТА ЗАДАНИЯ

Содержание задания устанавливается по двум цифрам номера зачетной книжки. В таблице 1 приведены соответствующие им номера теоретических вопросов из подраздела 4.1 и номера задач из подраздела 4.2.

Таблица 1 - Таблица вариантов заданий

Номер варианта	Две последние цифры номера зачетной книжки	Номера вопросов	Номера задач
1	2	3	4
1	01,21,41,61,81	1,11	1,16

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
2	02,22,42,62,82	2,16	2,14
3	03,23,43,63,83	3,12	3,12
4	04,24,44,64,84	4,17	4,19
5	05,25,45,65,85	5,13	5,11
6	06,26,46,66,86	6,18	6,20
7	07,27,47,67,87	7,14	7,15
8	08,28,48,68,88	8,19	8,17
9	09,29,49,69,89	9,15	9,18
10	10,30,50,70,90	10,20	10,13
11	11,31,51,71,91	1,12	1,17
12	12,32,52,72,92	2,14	2,11
13	13,33,53,73,93	3,16	3,16
14	14,34,54,74,94	4,11	4,13
15	15,35,55,75,95	5,20	5,17
16	16,36,56,76,96	6,19	6,14
17	17,37,57,77,97	7,17	7,18
18	18,38,58,78,98	8,15	8,20
19	19,39,59,79,99	9,13	9,15
20	20,40,60,80,100	10,18	10,19

4.1 Список вопросов

1. Производственный и технологический процессы в машиностроении.

Характеристики технологического процесса.

2. Изделие и его элементы. Машины и их сборочные единицы.

3. Технологическая операция и ее элементы.

4. Типы производства. Техническая подготовка производства.

5. Методы технического нормирования. Норма выработки. Трудоёмкость.

Станкоёмкость.

6. Структура штучного времени. Пути сокращения затрат основного технологического времени при обработке.

7. Показатели качества изделия. Показатели, определяющие технический уровень. Эксплуатационные показатели качества.

8. Качество деталей машин. Технологичность конструкций изделий.

9. Качественная и количественная оценка технологичности изделий.

Технологические требования к изделиям (сборочным единицам).

10. Технологические требования к деталям машин.

11. Технологические требования к поверхностям деталей машин.

12. Основные показатели технологичности заготовок деталей машин.

13. Отклонения характеристик качества изделий от требуемых величин.

Систематические и случайные погрешности

14. Метод точечных диаграмм. Практические и теоретические кривые рассеяния. Математические характеристики кривых рассеяния.

15. Практическое применение законов рассеяния размеров для анализа точности обработки (определение вероятности появления брака).

16. Общие понятия о размерных цепях. Размерные цепи и их виды. Характеристика звеньев размерных цепей.

17. Общая последовательность расчёта размерных цепей. Прямая и обратная задачи расчёта.

18. Методы расчета допуска замыкающего звена. Расчёт по методу максимума-минимума. Вероятностный метод расчёта.

19. Достижение точности замыкающих звеньев размерных цепей методом полной, неполной и групповой взаимозаменяемости.

20. Достижение точности замыкающих звеньев размерных цепей методом пригонки и регулирования.

4.2 Задачи для самостоятельного решения

Решению задач должно предшествовать изучение теоретического материала по данной теме. Все необходимые сведения для решения первой задачи изложены в пункте 4.2.1. Внимательно изучите содержание этого пункта и только потом приступайте к решению предложенных задач.

4.2.1 Анализ структуры технологических операций

Проектируя технологическую операцию нужно стремиться к уменьшению штучного времени $T_{шт}$. Штучное время сокращается уменьшением ее составляющих и совмещением (перекрытием) времени выполнения нескольких технологических переходов.

При одновременном выполнении элементов основного времени T_o и при совмещении их с элементами вспомогательного времени T_e в состав времени $T_{шт}$ входят лишь наиболее продолжительные (лимитирующие) элементы времени из числа всех совмещаемых.

Возможности совмещения (перекрытия) времени выполнения нескольких технологических переходов станочных операций зависят от числа устанавливаемых для обработки заготовок, а также используемых инструментов и от порядка обработки заготовок инструментами [1,3,5].

По числу устанавливаемых для обработки заготовок структуры (схемы) операций делят на одно – и многоместные, а по числу инструментов – на одно- и многоинструментные. Последовательная или параллельная работа инструментов при обработке поверхностей заготовки, а также последовательное или параллельное расположение нескольких заготовок относительно режущих инструментов обуславливают структуры операций, различные по условиям совмещения переходов во времени. В зависимости от этого операции могут быть последовательного, параллельного и параллельно-последовательного выполнения. Например, структура операции может иметь следующий вид: **одноместная, многоинструментная, последовательная.**

При решении первой задачи контрольной работы записи операций и переходов следует выполнять по ГОСТ3.1702-79 [11]. Операциям присваиваются трехзначные порядковые номера, например: 000, 005, 010, 015,

..., а переходам - двузначные, например: 01, 02, 03, 04,.... Установы обозначаются заглавными буквами русского алфавита, например: **Установ А, Установ Б.**

Наименование операции обычно присваивается по названию станка, на котором производится обработка, например: **токарно-винторезная, зубофрезерная, круглошлифовальная.**

В содержании операции должны быть отражены все необходимые переходы, выполняемые рабочим в технологической последовательности при обработке изделия на одном рабочем месте.

В содержание перехода должно входить:

1. Ключевое слово, характеризующее вид обработки, выраженное глаголом неопределенной формы (точить, фрезеровать).
2. Наименование обработанной поверхности (отверстие, торец).
3. Информация по размерам, например: расточить отверстие до $\text{Ø}60^{+0,25}$
4. Дополнительная информация, которая характеризует одновременно или последовательно обрабатываемые поверхности, например: сверлить четыре отверстия $\text{Ø}25^{+0,2}$ последовательно.

При изготовлении изделий рабочему-станочнику приходится выполнять различные приемы.

Прием – это законченная совокупность действий человека, применяемых при выполнении перехода или его части и объединенных одним целевым назначением [3].

В технической литературе [12] для нормирования станочных работ установлен состав и последовательность приемов:

- а) связанных с установкой и снятием детали;
- б) управления станком, связанных с переходом;
- в) управления станком, связанных с обработкой поверхности;
- г) работы, связанных с операцией.

Задача 1

а) Заготовку валика устанавливают на токарном станке, проходным упорным резцом обтачивают ступени А, Б, В, Г, вторым резцом снимают фаски под углом 45° каждой из ступеней; повернув резцедержатель, канавочным резцом прорезают канавки 1, 2 и 3 между ступенями. Открепив заготовку, поворачивают её на 180° , и снова устанавливают и закрепляют на станке. С другой стороны валика протачивают две ступени – Д и Е, снимают две фаски и прорезают канавку 4.

б) Первую часть действий, связанную с обработкой валика с одной стороны, выполняют на одном токарном станке. После этого заготовки передают на второй станок, где производят обработку с другой стороны ступеней Д и Е, снимают две фаски и обрабатывают канавку 4.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы, для варианта «а» составить схемы обработки.

Задача 2

а) Заготовка одновенцовой шестерни устанавливается в приспособление на вертикально – сверлильном станке модели 2Н125. Сверлом Ø15 мм сверлится отверстие напроход, заменив инструмент, торцовым зенкером подрезают торец ступицы. Затем после очередной замены инструмента зенкеруют фаску под углом 45° и далее зенкеруют отверстие до Ø16,5 мм. Открепляют заготовку, поворачивают и закрепляют её необработанным торцом ступицы вверх. После этого подрезают второй торец, снимают фаску и развертывают отверстие до Ø17Н8.

б) Все указанные в пункте «а» действия выполняют на вертикально-сверлильном станке модели 2Н125, оснащённом револьверной головкой, в которой установлены сверло, торцовый и конический зенкеры, зенкер для отверстия, развертка.

в) Обработка ведется на вертикально-сверлильном станке модели 2С150, оснащённом многошпиндельной головкой и 8-позиционным поворотным столом с двумя загрузочными позициями и двухцикловой обработкой заготовки.

Для всех вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру, выделить технологические переходы. Для варианта «а» составить схемы обработки, для варианта «в» составить схемы позиций станка.

Задача 3

а) На фрезерно-центровальном станке модели МР-73 фрезеруют торцы и центруют заготовку валика с двух сторон. На многолезцовом полуавтомате модели 1712 предварительно обтачивают пять ступеней валика и снимают четыре фаски. На таком же станке предварительно обтачивают с другой стороны три ступени и снимают три фаски. На станке 1712 выполняют чистовое обтачивание пяти ступеней валика и протачивают три канавки. На станке 1712 с другой стороны производят чистовое обтачивание трех ступеней и протачивают две канавки. Передача заготовок от станка к станку производится в специальной таре по рольгангу.

б) Указанные в пункте «а» действия выполняются на автоматической линии, состоящей из фрезерно-центровального автомата и четырех токарных копировально – многолезцовых автоматов. Передача заготовок ведется системой манипуляторов (роботов), расположенных над станками.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Для пункта «а» привести схемы фрезерно-центровальной и токарной обработок.

Задача 4

а) На одностороннем центровальном станке с ручным управлением устанавливают заготовку валика с фрезерованными торцами и центруют с

одной стороны. После этого открепляют заготовку, поворачивают на 180° , помещают в приспособление и снова закрепляют. Затем центруют заготовку с другой стороны.

б) На двухстороннем центральном автомате заготовки из магазинного устройства подаются в рабочую зону, закрепляются, центруются с двух сторон, открепляются автоматически и удаляются из рабочей зоны. После этого цикл работы автомата повторяется.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы, составить схемы обработки. Для действий, выполняемых в пункте «а», привести состав и последовательность приемов работы, связанных с операцией [12].

Задача 5

а) На вертикально-сверлильном станке модели 2Н118 в заготовке диска сверлятся шесть отверстий $\varnothing 14$ мм и снимаются фаски $1,5 \times 45^\circ$. После переустановки заготовки зенкеруется шесть отверстий последовательно и снимаются фаски $1,5 \times 45^\circ$.

Для определения положения осей отверстий используется универсальный поворотный стол, настроенный на деление на шесть частей.

б) Указанная в пункте «а» обработка выполняется на малом агрегатном станке с вертикальными силовыми многшпиндельными головками и круглым поворотным 6-ти позиционным столом.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы, составить схемы обработки. Для условий пункта «а» привести состав и последовательность приемов управления станком, связанных с переходом [12].

Задача 6

а) На круглошлифовальном станке с ЧПУ модели 3М151Ф2 производится шлифование трех ступеней вала $\varnothing 40$, $\varnothing 50$ и $\varnothing 80$ мм с припусками на обработку для первой ступени 0,3 мм на диаметр, для второй- 0,4 мм на диаметр и для третьей – 0,6 мм на диаметр. Станок настроен так, что подача на глубину S_t составляет на двойной ход – 0,015 мм/дв. ход для первой ступени, а для второй и третьей ступени – 0,02 мм/дв. ход.

б) Тот же валик в условиях массового производства шлифуется на трех станках модели 3М161Е, на каждом из которых обрабатывается одна ступень вала заданного размера с припусками на обработку, указанные в пункте «а». Скорость врезной подачи шлифовальной бабки составляет для $\varnothing 40$ мм – 0,15 мм/мин, для $\varnothing 50$ мм – 0,2 мм/мин и для диаметра 60 мм – 0,8 мм/мин. Чем вызваны разные величины врезной подачи?

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить

технологические переходы. Для пунктов «а» и «б» составить эскизы обработки. Для пункта «а» привести состав и последовательность приемов управления станком, связанных с обработкой поверхности [12].

Задача 7

а) Заготовка гладкого пальца $\varnothing 40$ мм и длиной 100 мм шлифуется на трех отдельно работающих бесцентрово-шлифовальных полуавтоматах модели 3М184И с удалением припусков на первом станке 0,25 мм, на втором – 0,1 мм и на третьем – 0,05 мм на диаметр. Зернистость кругов подобрана таким образом, что на первом станке обеспечивается предварительное, на втором – чистовое и на третьем – тонкое шлифование поверхности пальца.

б) Указанная в пункте «а» обработка пальца выполняется на автоматической линии из трех бесцентрово-шлифовальных автоматов модели 3М184И.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Для пункта «а» составить эскизы обработки.

Задача 8

а) На внутришлифовальном станке модели 3К227А обрабатывается заготовка шестерни с диаметром отверстия 60 мм и наружным диаметром 200 мм. Проводится шлифование отверстия $\varnothing 60$ мм с припуском 0,35 мм на диаметр и подачей на глубину $S_f = 0,01$ мм/дв.ход., а также шлифуется торец ступицы $\varnothing 90$ мм с припуском 0,2 мм и подачей на глубину 0,02 мм/дв.ход.

б) Отверстие заготовки шестерни шлифуется на внутришлифовальном полуавтомате модели СШ162, а торец шлифуется на плоскошлифовальном станке с круглым столом модели 3Д754. Режим обработки и величины припусков на обработку те же, что и в пункте «а».

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Для пунктов «а» и «б» дать эскизы обработки. Для пункта «а» при шлифовании отверстия привести состав и последовательность приемов управления станком, связанных с обработкой поверхности [12]. Шлифование производится без измерения.

Задача 9

а) На вертикально-фрезерном станке модели 6Р11 обрабатывается заготовка корпусной детали. В машинные тиски вручную устанавливается заготовка и производится черновое фрезерование плоскости «А», а затем поднимается стол и производится чистовое фрезерование той же плоскости. Затем заготовка открепляется, поворачивается на угол 180° , устанавливается в тиски и закрепляется. После этого производится черновое и чистовое фрезерование плоскости «Б».

б) Обработка плоскостей «А» и «Б» производится следующим образом. Станок настраивается на черновое фрезерование плоскости «А» и обрабатывается заданная партия заготовок. Далее аналогичным образом станок настраивается на чистовое фрезерование плоскости «А», черновое и чистовое фрезерование плоскости «Б».

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Для пунктов «а» и «б» составить эскизы обработки. Для пункта «а» привести состав и последовательность приемов, связанных с установкой и снятием детали [12]. Какие преимущества и недостатки возникают для каждого из вариантов построения обработки плоскостей?

Задача 10

а) Заготовка небольшой корпусной детали обрабатывается на карусельно-фрезерном станке модели 621. Заготовка устанавливается и закрепляется в специальном пневматическом приспособлении при непрерывном медленном вращении стола станка. Затем заготовка проходит под первой шпиндельной бабкой, где производится черновое фрезерование плоскости 1. При дальнейшем движении стола заготовка проходит под второй шпиндельной бабкой и при этом выполняется чистовое фрезерование плоскости 1. Когда заготовка подходит к рабочему, он открепляет её, переворачивает и устанавливает в соседнее приспособление. После этого заготовка вместе со столом станка совершает еще один оборот и производится черновое и чистовое фрезерование плоскости 2. Обработанную заготовку рабочий снимает и складывает в тару обработанных заготовок. На столе станка закреплено в чередующемся порядке восемь приспособлений.

б) Указанная в пункте «а» обработка плоскостей 1 и 2 производится на двух отдельных карусельно-фрезерных станках модели 621. Причем на каждом из станков обрабатывается одна плоскость заготовки. Каждый станок оснащен восемью одинаковыми приспособлениями.

Для обоих вариантов выделить отдельные технологические операции, дать им названия и определить их структуру. Для каждого варианта выделить технологические переходы. Для пункта «а» составить эскизы обработки. Дать схему компоновки станка (вид в плане). При каких условиях целесообразен тот или иной вариант обработки плоскостей.

Далее следует приступить к решению второй задачи. Все необходимые сведения для решения второй задачи изложены в пункте 4.2.2. Внимательно изучите основные положения и понятия изложенные в этом пункте и только потом приступайте к решению предложенных задач.

4.2.2 Расчёт элементов штучного времени

Одним из основных требований при проектировании технологических операций является требование минимума затрат труда на ее выполнение. Критерием оценки трудоемкости для единичного, мелко-, средне- и крупносерийного производства является **норма штучно-калькуляционного** $T_{ш-к}$, мин, времени, определяемая по формуле [1,3,4]:

$$T_{ш-к} = T_{шт} + T_{п.з}/n_з, \quad (1)$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{п.з}$ – норма подготовительно-заключительного времени на партию обрабатываемых заготовок, мин;

$n_з$ – количество заготовок в обрабатываемой партии, шт.

При техническом нормировании в единичном, мелко-, средне- и крупносерийном производстве норма штучного времени $T_{шт}$, мин, подсчитывается по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_в + T_{обс} + T_{отд} = T_{оп} + T_{обс} + T_{отд}, \quad (2)$$

где T_o – основное (технологическое) время;

$T_в$ – вспомогательное время;

$T_{оп} = (T_o + T_в)$ – оперативное время;

$T_{обс}$ – время обслуживания рабочего места;

$T_{отд}$ – время перерывов на отдых и личные надобности.

Слагаемые штучного времени $T_{обс}$ и $T_{отд}$ в формуле (2) определяются в процентах к оперативному времени по таблицам нормативов по техническому нормированию [12].

В норму штучного времени не включаются затраты времени на работы, которые могут быть выполнены в течение автоматической работы оборудования, т.е. могут быть перекрыты основным временем.

При нормировании величина **подготовительно-заключительного** времени $T_{п.з}$ определяется по нормативам [12] с учетом типоразмера станка, приспособления, конструкции и массы обрабатываемой заготовки и т.п.

Критерием оценки трудоемкости операций в условиях массового производства является норма штучного времени, определяемая по формуле [3]

$$T_{шт} = T_o + T_в + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд}, \quad (3)$$

где $T_{тех}$ – время на техническое обслуживание рабочего места; рассчитывается по формулам, приведенным в нормативах по техническому нормированию [5];

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание рабочего места; определяется в процентах к оперативному времени по таблицам нормативов по техническому нормированию [13].

Основное время обработки T_o определяется расчетом после установления режимов резания по формуле

$$T_o = L_p i / S_m, \quad (4)$$

где L_p – расчетная длина рабочего хода инструмента, мм;

i – число рабочих ходов в данном переходе;

S_m – минутная подача инструмента (или заготовки) в направлении подачи, мм/мин.

Трансформация уравнения (4) для различных видов обработки приведена в [14,15].

Расчетная длина рабочего хода L_p , мм, определяется по формуле:

$$L_p = L_o + l_{вр} + l_{сх}, \quad (5)$$

где L_o – длина обрабатываемой поверхности (в направлении подачи)

$l_{вр}$, $l_{сх}$ – длина врезания и схода (перебега) инструмента; определяются расчетами или по справочникам [14,15].

Основное время T_o на выполнение операции зависит от схемы ее построения [1,3,5]. Так, при **последовательном** выполнении переходов в **одноместных** операциях основное время включает сумму времени выполнения всех переходов:

$$T_o = \sum_{i=1}^n t_{oi}, \quad i = 1 \dots n, \quad (6)$$

где n – количество переходов.

При **параллельной** схеме обработки основное время выполнения операции определяется длительностью наиболее продолжительного (лимитирующего) перехода $T_{o,л}$, т.е.

$$T_o = T_{o,л}, \quad (7)$$

При **параллельно-последовательной** схеме основное время состоит из суммы последовательно выполняемых в позициях лимитирующих переходов:

$$T_o = \sum_{i=1}^n t_{o,л,i} \quad (8)$$

Вспомогательное время $T_в$ операций в единичном и серийном производстве определяется по формуле

$$T_в = T_{yc} + T_{пер} + T_{изм}, \quad (9)$$

где T_{yc} – время установки и снятия заготовки;

$T_{пер}$ – время, связанное с выполнением перехода (или операции) или с обработкой поверхности;

$T_{изм}$ – время на контрольные измерения.

Элементы вспомогательного времени T_{yc} , $T_{пер}$, $T_{изм}$ в формуле (9) определяются по таблицам нормативов по техническому нормированию [12].

Вспомогательное время $T_в$ операций в массовом производстве рассчитывается по формуле

$$T_в = T_{yc} + T_{упр} + T_{изм}, \quad (10)$$

где $T_{упр}$ – время на приемы управления станком.

Слагаемые вспомогательного времени T_{yc} , $T_{упр}$, $T_{изм}$ в формуле (10) определяются по таблицам нормативов по техническому нормированию [13].

Для данной схемы обработки (см. рисунки) и для заданных режимных параметров вычислить норму штучно-калькуляционного или штучного времени выполнения технологических операций.

Задача 11

На токарно-винторезном станке модели 1М61 обтачивается поверхность вала диаметром 60 мм (рисунок 1) проходным резцом с главным углом в плане $\varphi = 30^\circ$ и глубиной резания $t = 7$ мм. Длина поверхности $L = 100$ мм. Режимы обработки: скорость резания $V = 75$ м/мин; подача $S = 0,5$ мм/об.

Производство мелкосерийное. Способ установки заготовки – в центрах с надеванием хомутика. Способ подвода пиноли задней бабки – вращением маховика. Вес заготовки – 1,5 кг. Объем партии заготовок 100 штук.

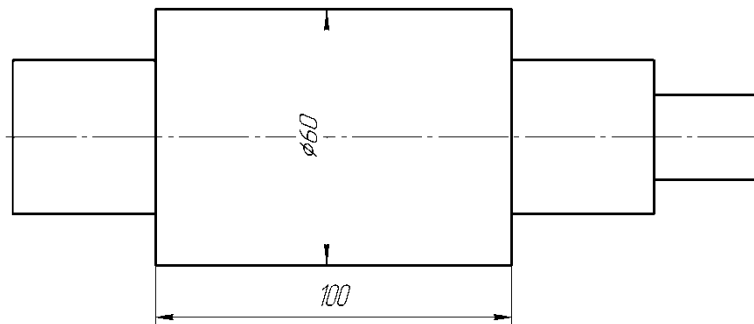


Рисунок 1- Деталь – валик

Задача 12

На токарно-винторезном станке модели 16К20 обтачивается поверхность диаметров d_1 , d_2 и d_3 (рисунок 2) резцом с углом в плане $\varphi = 90^\circ$, прорезаются канавки шириной $b = 3$ мм и глубиной 2 мм. Глубина резания $t_1 = t_2 = t_3 = 4$ мм, $d_1 = 50$ мм, $d_2 = 40$ мм, $d_3 = 25$ мм, $l_1 = 75$ мм, $l_2 = 40$ мм, $l_3 = 150$ мм. Режимы обработки: при обтачивании – скорость резания $V = 100$ м/мин, подача $S = 0,4$ мм/об, при прорезании канавок – $V = 50$ м/мин, $S = 0,05$ мм/об. Переходы выполняются последовательно.

Производство – среднесерийное. Способ установки заготовки – в центрах с надеванием хомутика. Способ подвода пиноли задней бабки – пневматическим устройством. Вес заготовки – 1,0 кг. Размер партии заготовок 600 штук.

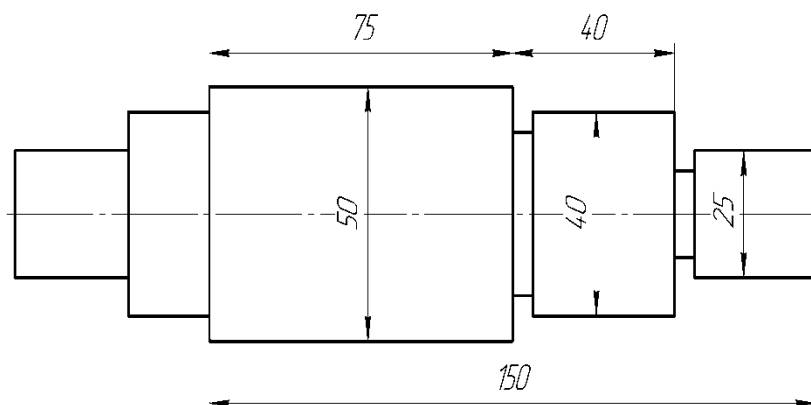


Рисунок 2 – Деталь - валик

Задача 13

На вертикально-сверлильном станке модели 2Н135 в заготовке шестерни (рисунок 3) сверлится отверстие $d_1=25$ мм и затем рассверливается до $d=35$ мм. Сверла из стали Р6М5 с углом $2\varphi = 118^\circ$. Длина отверстия $l_0=75$ мм.

Режимы резания:

а) при сверлении: скорость резания $V= 25$ м/мин, подача $S_0=0,25$ мм/об.

б) при рассверливании $V= 25$ м/мин, $S_0=0,4$ мм/об.

Производство мелкосерийное. Способ установки заготовки – в самоцентрирующемся патроне на столе станка (вертикальная ось патрона). Вес заготовки – 2,3 кг. Объем партии заготовок 200 штук.

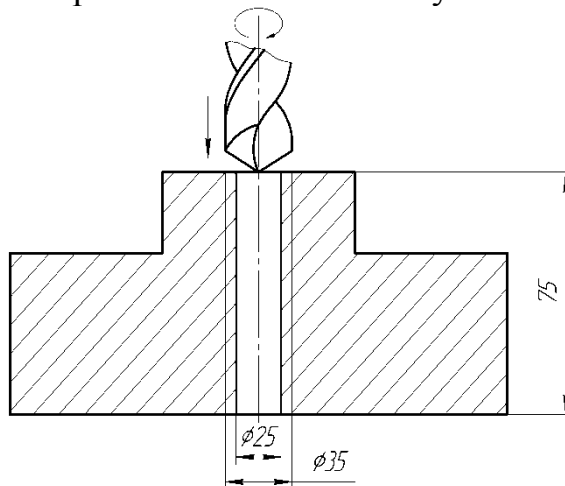


Рисунок 3 – Схема обработки

Задача 14

На радиально-сверлильном станке модели 2М55 в заготовке литой корпусной детали (рисунок 4) обработать 10 отверстий в следующей последовательности: сверлить отверстие до диаметра 10 мм, зенковать фаску $2 \times 45^\circ$, нарезать резьбу М12×1,5.

1. Сверление - сверло $\text{Ø}10$ мм, Р6М5, $V=15$ м/мин, $S= 0,12$ мм/об.

2. Зенкование фаски - зенкер конический Р6М5, подача – ручная - 50 мм/мин.

3. Нарезание резьбы – метчик машинный М12×1,5; $V= 5$ м/мин.

Производство среднесерийное. Способ установки заготовки – вручную на столе станка по обработанной поверхности без выверки с креплением болтами и планками. Вес заготовки 6,5 кг. Размер партии заготовок 800 штук.

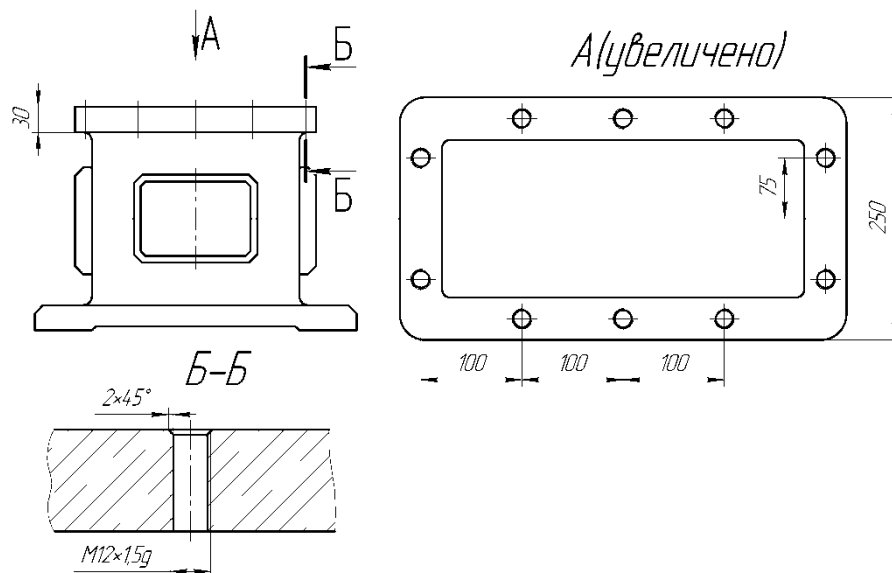


Рисунок 4 – Заготовка корпусной детали

Задача 15

На вертикально-фрезерном станке модели 6P11 фрезеровать торцевой фрезой плиту размерами $L \times B \times H = 150 \times 75 \times 50$ мм (рисунок 5). Диаметр фрезы $D_{фр} = 200$ мм, материал режущей части ножей фрезы – Т15К6.

Режимы обработки: скорость резания $V = 125$ м/мин, подача на зуб $S_z = 0,15$ мм/зуб, число зубьев фрезы $Z_u = 12$ зубьев, глубина резания $t = 5$ мм; главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$.

Сравнить изменение величины врезания $l_{вр}$, если заготовку устанавливать, повернув её на 90° , или, если ведется несимметричное фрезерование, т.е. $B_1 = 50$ мм, а $B_2 = 25$ мм.

Производство крупносерийное. Способ установки – в тисках пневматическим зажимом по обработанной поверхности без выверки. Вес детали 4,5 кг. Объем партии заготовок 6000 штук.

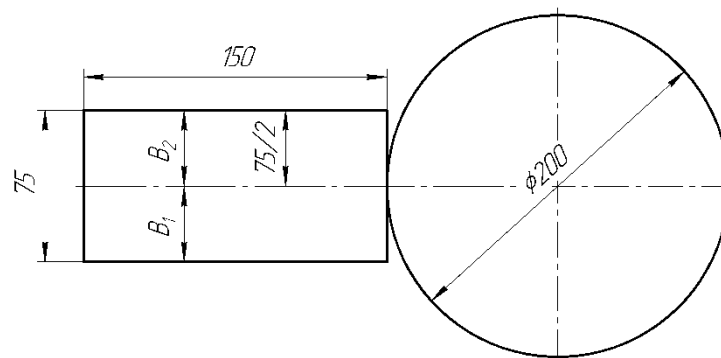


Рисунок 5- Схема фрезерования (вид в плане)

Задача 16

На горизонтально-фрезерном станке модели 6M82Г в плите обработать паз (рисунок 6) дисковой трехсторонней фрезой $D_{ф} = 150$ мм.

Режимы обработки: скорость резания $V = 75 \text{ м/мин}$, подача на зуб $S_z = 0,05 \text{ мм/зуб}$, число зубьев фрезы $Z_u = 10$ зубьев. В расчетах принять: $L = 200 \text{ мм}$, $l_1 = 100 \text{ мм}$, $b = 12 \text{ мм}$, $H = 40 \text{ мм}$. Производство мелкосерийное. Способ установки заготовки – в тисках с винтовым зажимом по обработанной поверхности без выверки. Вес заготовки 5 кг. Размер партии заготовок 300 штук.

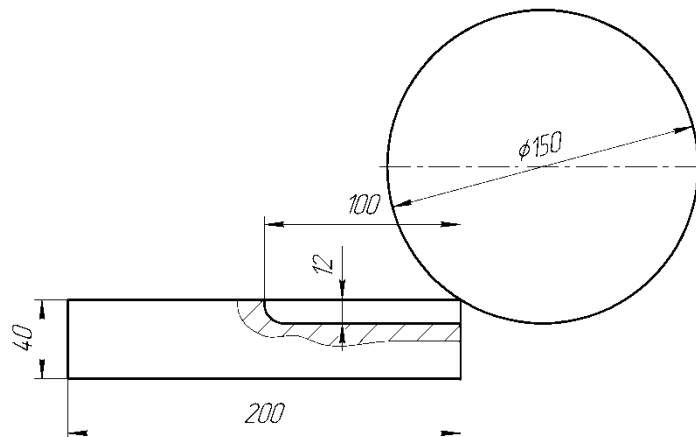


Рисунок 6 – Схема обработки паза

Задача 17

На зубофрезерном станке модели 5К324А производится черновое и чистовое нарезание зубьев дисковых шестерен (рисунок 7). Исходные данные: модуль зубьев шестерни $m = 5 \text{ мм}$, число зубьев шестерни $Z_u = 40$, ширина (высота) шестерни $l = 30 \text{ мм}$. Применяется однозаходная червячная модульная фреза диаметром $D_f = 150 \text{ мм}$.

Режимы обработки:

а) Черновое нарезание зубьев: $V = 25 \text{ м/мин}$, $S_0 = 2,0 \text{ мм/об.стола}$, $h = 2,0 \text{ м}$.

б) Чистовое нарезание зубьев: $V = 30 \text{ м/мин}$, $S_0 = 1,0 \text{ мм/об.стола}$, $h = 0,2 \text{ м}$.

Определить, как изменится основное время T_0 чернового фрезерования, если обработку вести “пакетом” по 4 заготовки. Производство массовое. Способ установки заготовки – на гладкой концевой оправке с креплением гайкой и быстросменной шайбой (вертикальная ось оправки). Вес детали 1,5 кг.

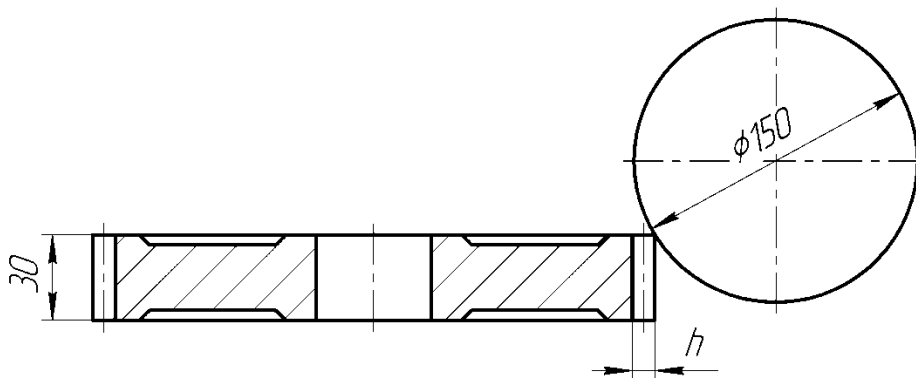


Рисунок 7- Эскиз обработки зубьев

Задача 18

На токарно-винторезном станке модели 16Б16А в заготовке диска (рисунок 8) производится черновое и чистовое растачивание отверстия до $\varnothing 100h9$ длиной $l = 50$ мм, а также обработка двух выточек до $\varnothing 115h11$ на глубину $b = 5$ мм.

Режимы обработки:

1. Черновое растачивание - скорость резания $V = 60$ м/мин, подача $S_o = 0,5$ мм/об, глубина резания $t = 5$ мм, главный угол в плане $\varphi = 45^\circ$.
2. Чистовое растачивание – $V = 140$ м/мин, $S_o = 0,15$ мм/об, $t = 1$ мм, $\varphi = 30^\circ$.
3. Обработка выточек – $V = 45$ м/мин, $S_o = 0,25$ мм/об, $t = 7,5$ мм, $\varphi = 90^\circ$.

Производство мелкосерийное. Способ установки заготовки – в патроне с креплением ключом без выверки. Вес заготовки 2 кг. Размер партии заготовок 400 штук.

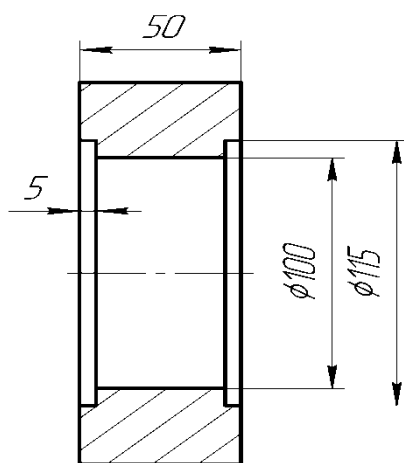


Рисунок 8 - Эскиз детали – диск

Задача 19

На круглошлифовальном станке модели 3Б161 выполняется чистовое шлифование последовательно трех ступеней вала (рисунок 9) диаметрами $d_1 = 40$ мм, $d_2 = 60$ мм и $d_3 = 80$ мм и длинами $l_1 = 50$ мм, $l_2 = 70$ мм и $l_3 = 90$ мм соответственно. Ширина шлифовального круга $B_k = 30$ мм. Режимы обработки следующие:

1. Частота вращения заготовки $n_{заг} = 150$ мин⁻¹.
2. Продольная подача $S_{прод} = \alpha \cdot B_k$, где $\alpha = 0,3$.
3. Подача на глубину $S_f = 0,01$ мм/дв. ход.
4. Припуск на сторону $z_1 = 0,4$ мм, $z_2 = 0,3$ мм и $z_3 = 0,25$ мм.

Производство среднесерийное. Способ установки заготовки – в центрах с надеванием хомутика. Способ подвода пиноли задней бабки – пневматическим устройством. Вес заготовки 1,5 кг. Объем партии заготовок 1000 штук.

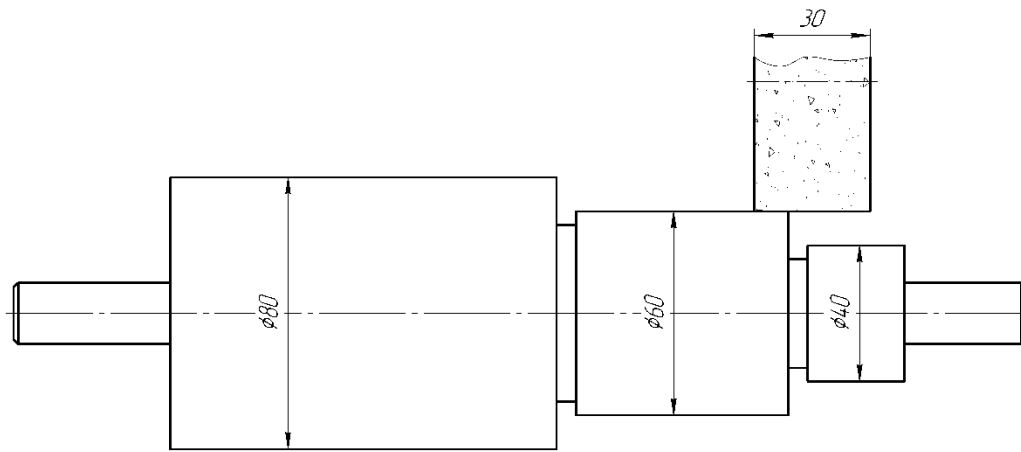


Рисунок 9 - Эскиз обработки вала

Задача 20

На внутришлифовальном станке модели 5К227В выполняется черновое шлифование отверстия втулки (рисунок 10) диаметром $D = 60\text{мм}$ и длиной $L = 120\text{мм}$. Ширина круга $B_k = 40\text{мм}$. Режимы обработки:

1. Частота вращения заготовки $n_{заг} = 180 \text{ мин}^{-1}$.
2. Продольная подача $S_{прод.} = \alpha \cdot B_k$, где $\alpha = 0,4$.
3. Подача на глубину $S_f = 0,005 \text{ мм/дв. ход}$.
4. Припуск на сторону $z = 0,3 \text{ мм}$.

Производство среднесерийное. Способ установки детали – в патроне с креплением пневматическим зажимом без выверки. Вес детали 0,8 кг. Объем партии заготовок 2500 штук.

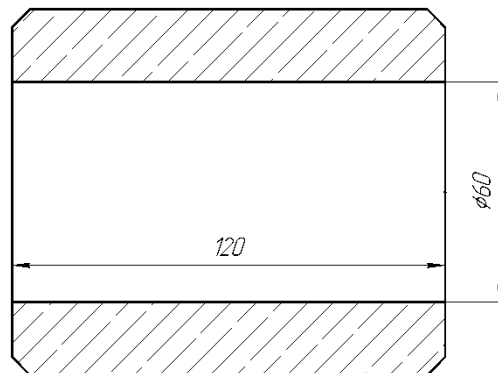


Рисунок 10- Эскиз детали – втулка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология машиностроения: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [Л.В. Лебедев, В.У. Мнацаканян, А.А. Погонин и др.]. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 528 с.
2. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. 2-е изд. М.: Машиностроение, 2007. -736 с.
3. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник. 3-е изд., стер.-СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 512 с.
4. Технология машиностроения: Учебник /Л.В. Лебедев, И.В. Шрубченко, А.А. Погонин, М.С. Чепчуров, А.Ф. Бойко. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. - 624 с.
5. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии машиностроения: Учеб. пособ. Для вузов/Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Подред. С.Л. Мурашкина. – М.: Высш. шк., 2003. – 278 с.
6. Технология машиностроения: В 2 т. Т. 1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов /В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Подред. А.М. Дальского. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. - 564 с.
7. Технологичность конструкций изделий: Справочник /Под ред. Ю. Д. Амирова. М.: Машиностроение, 1985. 368с.
8. РД 50-635-87. Методические указания. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчёта линейных и угловых цепей. -М.: Изд – востандартов. 1987. – 46 с.
9. Справочник технолога–машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 4–е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. 656 с.
10. Справочник технолога–машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. 4–е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
11. ГОСТ3.1702-79. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием. Введ. 01.01.81: Изд-во стандартов, 1980. 32 с.
12. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. М.: Машиностроение, 1974. 136 с.
13. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Массовое производство. 3-е изд., М.: Машиностроение, 1974. 136 с.
14. Серебреницкий П.П. Краткий справочник станочника. Л.: Лениздат, 1982. 360 с.
15. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ Под ред. А.А. Панова. М.: Машиностроение, 1988. 736 с.

Алексеев Николай Сергеевич

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Методические указания и задания к контрольной работе №1 по курсу «Основы технологии машиностроения» для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» заочной формы обучения

Подписано к печати 09.12.2021. Формат 60X84 1/16.
Усл. печ. л. 1,31 Тираж 10 экз. Зак. 2117106. Рег № 55.

Отпечатано в ИТО Рубцовского индустриального института
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6