

Федеральное агентство по образованию
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра «Технология машиностроения»

621.9(07)
Т383

И.М. Морозов, В.И. Гузеев, С.А. Фадюшин

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Учебное пособие
Компьютерная версия



Челябинск
2005

Федеральное агентство по образованию
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра «Технология машиностроения»

621.9(07)
Т383

И.М. Морозов, В.И. Гузеев, С.А. Фадюшин

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Учебное пособие
Компьютерная версия
Издание второе, переработанное

Челябинск
Издательство ЮУрГУ
2005

УДК [621.9:658](075.8)+[621:658.52.011.56](075.8)

Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. — 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А. Фадюшин. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. — 65 с.

В пособии изложена методика расчета нормы времени в условиях серийного и массового производства для единичного технологического процесса изготовления деталей на универсальных и полуавтоматических станках и станках с ЧПУ.

Показаны особенности расчета норм времени при обработке на станках с ЧПУ.

Приводятся примеры расчета норм времени на различные виды операций механической обработки.

Пособие предназначено для студентов специальности 120100 и 120200 всех форм обучения.

Ил. 18, табл. 3, список лит. — 11 назв.

Одобрено учебно-методической комиссией механико-технологического факультета.

Рецензенты: Л.М. Звонарева, А.Л. Шурпа.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. СОСТАВ НОРМЫ ВРЕМЕНИ И РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ	6
2. НОРМИРОВАНИЕ СТАНОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ОДНОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ	
2.1. Методика определения режимов резания и норм времени	7
2.2. Примеры нормирования токарных, фрезерных и сверлильных операций	
Пример 1. Обтачивание на токарно-револьверном станке	11
Пример 2. Обработка отверстия на сверлильном станке	13
Пример 3. Нарезание резьбы метчиком	16
Пример 4. Фрезерование плоскости торцовой фрезой	17
Пример 5. Фрезерование плоскости набором фрез	19
2.3. Примеры нормирования зуборезных операций	20
Пример 6. Зубофрезерование по методу обкатки	21
Пример 7. Зубофрезерование по методу копирования	23
Пример 8. Зубодолбление по методу обкатки	24
2.4. Примеры нормирования шлифовальных операций	26
Пример 9. Круглое наружное шлифование с продольной подачей	27
Пример 10. Шлифование круглое наружное с радиальной подачей	29
Пример 11. Внутреннее шлифование и шлифование торца	31
Пример 12. Бесцентровое шлифование с продольной подачей	34
Пример 13. Плоское шлифование периферией круга на станках с прямоугольным столом	36
Пример 14. Плоское шлифование периферией круга на станках с круглым столом	38
Пример 15. Плоское шлифование торцом круга	40
Пример 16. Зубошлифование	42
Пример 17. Шлицешлифование	45
3. НОРМИРОВАНИЕ МНОГОИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ	
3.1. Методика нормирования при обработке на токарных полуавтоматах	
3.1.1. Обработка на одношпиндельных полуавтоматах	46
3.1.2. Обработка на многошпиндельных токарных полуавтоматах	48
3.1.3. Пример нормирования обработки детали на одношпиндельном полуавтомате	48
3.2. Методика определения режимов резания и норм времени при многоинструментной обработке на сверлильных и фрезерных станках	52
4. НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ НА СТАНКАХ С ЧПУ	
4.1. Особенности нормирования	53
4.2. Пример нормирования	
4.2.1. Исходные данные	56
4.2.2. Выбор стадий обработки	56
4.2.3. Выбор минимальной глубины резания	57
4.2.4. Выбор параметров инструмента	58
4.2.5. Выбор подачи	58
4.2.6. Выбор скорости резания	60

4.2.7. Проверка выбранных режимов резания по мощности привода главного движения	61
4.2.8. Определение минутной подачи	62
4.2.9. Определение времени автоматической работы станка по программе	62
4.2.10. Определение нормы штучного времени	63
4.2.11. Определение нормы подготовительно-заключительного времени	64
ЛИТЕРАТУРА	65

ВВЕДЕНИЕ

Труд является основным условием существования человеческого общества. Количество труда измеряется его продолжительностью, т.е. затратами рабочего времени. Процесс определения затрат рабочего времени, необходимого на выполнение данного объёма работы, называется **нормированием труда**.

Предметом технического нормирования труда является исследование трудовых процессов, изучение затрат рабочего времени и на их основе установление технически обоснованных норм времени.

Технически обоснованная норма времени — время, необходимое на выполнение заданного объёма работы (операции) при определённых организационных технических условиях с учётом наиболее эффективного использования всех производственных средств, оборудования, приспособления, инструмента и передового опыта новаторов производства.

Нормирование труда является основным звеном, связывающим технику и экономику производства.

Норма времени выполняет в производстве функции:

меры труда, которая позволяет определять количество общественно необходимого труда на выполнение определённого объёма работы, а также долю участия индивидуального труда в общественном труде;

меры оплаты за труд, которая позволяет реализовать требования экономического закона распределения по труду;

критерия эффективности внедрённых технологических процессов, мероприятий по рационализации производства и передовых методов труда;

основы для планирования и организации производства, а также для проектирования новых предприятий.

Следовательно, технически обоснованная норма времени выступает как один из экономических рычагов хозяйственного механизма, воздействующего на эффективность и качество работы. Последнее обусловлено тем, что технически обоснованная норма времени устанавливает не только время, необходимое на выполнение определенной работы, но и те условия труда, при которых может быть получен высокий результат при наименьшем утомлении рабочего.

Если сравнить нормативные условия выполнения работы с фактическими условиями, то можно выявить резервы самого труда, а также резервы в использовании средств и предметов труда, обнаружить отклонения от нормальных условий работы и своевременно устранить их причины.

Чтобы правильно организовать труд, осуществить расстановку рабочих по рабочим местам в цехе, необходимо, прежде всего, установить технически обоснованную норму времени на каждую выполняемую работу, а чтобы установить такую норму, надо на каждом рабочем месте внедрить правильную организацию труда. В этом проявляется взаимосвязь технического нормирования и организации труда.

Содержание технического нормирования труда, его задачи и сами технически обоснованные нормы времени нельзя рассматривать как нечто неизменное. Изменяется техника, технология, организация производства, повышается культурно-технический уровень рабочих, отношение их к труду становится всё более сознательным, творческим. Эти изменения должны постоянно находить своё отражение в нормах времени.

1. СОСТАВ НОРМЫ ВРЕМЕНИ И РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

Определение затрат рабочего времени, необходимого на выполнение производственного задания, сводится к установлению нормы времени. Своё назначение в производстве нормы времени могут выполнить лишь тогда, когда они установлены исходя из наиболее рационального использования средств труда и самого труда, всесторонне обоснованы с точки зрения психологии и физиологии человека, т. е. если они будут являться технически обоснованными нормами.

Норма времени на операцию по своей структуре делится на две основные части:

норму подготовительно-заключительного времени $T_{пз}$;

норму штучного времени $T_{шт}$.

Подготовительно-заключительное время — время, которое рабочий затрачивает на подготовку к выполнению заданной работы и действия, связанные с её окончанием. Сюда относятся: получение задания на работу; получение инструментов, приспособлений, технологической документации; ознакомление с работой, технологической документацией, чертежом; инструктаж о порядке выполнения работы; установка приспособления, инструмента; наладка оборудования на соответствующий режим работы; снятие приспособления и инструмента после выполнения задания; сдача приспособлений, инструмента и технологической документации.

Особенностью подготовительно-заключительного времени является то, что его величина не зависит от объёма работы, выполняемой по заданию. Поэтому когда в течение длительного времени выполняется одна и та же работа, например, при массовом производстве деталей, подготовительно-заключительное время, отнесённое к единице продукции, будет незначительным и обычно не учитывается. Таким образом, норма времени в массовом производстве будет состоять только из нормы штучного времени.

В серийном (мелкосерийном, среднесерийном и крупносерийном) производстве подготовительно-заключительное время нормируют на партию деталей, а норма времени, необходимая для изготовления одной детали (мин), определяется по формуле

$$T = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (1)$$

где n — количество деталей в партии.

Следовательно, для уменьшения подготовительно-заключительного времени, приходящегося на единицу продукции, и соответственно нормы времени необходимо изготавливать крупные партии.

Норма штучного времени (мин)

$$T_{шт} = t_o + t_s + t_{обс} + t_{от.л}. \quad (2)$$

Здесь t_o — основное (технологическое) время; t_s — вспомогательное непрерывное время; $t_{обс}$ — время обслуживания рабочего места; $t_{от.л}$ — время на отдых и личные надобности.

Основным t_o является время, затрачиваемое рабочим на количественное или качественное изменение предмета труда: его размеров, свойств, формы и состояния поверхностей.

Оно может быть:

машинным t_m — когда работа производится без непосредственного физического участия человека;

машинно-ручным $t_{м.р}$ — когда работа производится механизмом с непосредственным участием рабочего (сверление с ручной подачей, подрезка торца вала с ручной подачей и т.п.);

ручным t_p — например, опилование, шабрение поверхности или слесарные работы.

Вспомогательное время — время, затрачиваемое на различные приёмы, обеспечивающие выполнение основной работы и повторяющиеся либо с каждым предметом труда, либо в определённой последовательности через некоторое число их.

Вспомогательное время складывается:

из времени на установку и снятие обрабатываемой заготовки $t_{в.уст}$;

из времени, связанного с переходом $t_{в.пер}$;

из времени на измерение заготовки $t_{в.изм}$.

В комплекс приёмов, связанных с установкой и снятием заготовки, включается время на установку, выверку, закрепление, раскрепление и снятие её. В этот комплекс обычно включается приём “Пустить и остановить станок”.

Факторами, определяющими продолжительность комплекса приёмов, связанного с установкой и снятием заготовки, приняты:

вес и габаритные размеры заготовки;

наличие и степень сложности выверки;

характер базовых поверхностей заготовки (обработанная или необработанная);

способ базирования и закрепления, количество зажимов.

Вспомогательное время, связанное с переходом, включает в себя время:

на приёмы управления станком (включение, переключение подач, пуск и остановка станка в процессе выполнения операции, переключение чисел оборотов);

на перемещение частей станка (подвод и отвод инструмента, установка его на размер);

на измерение (взятие пробных стружек или снятие детали для измерения в процессе обработки на плоскошлифовальных станках);

на смену инструмента в процессе выполнения операции.

Вспомогательное время на измерение заготовки — время, необходимое на контрольные промеры заготовки после её обработки. Оно определяется в зависимости от периодичности контроля, вида измерительного инструмента, а также от веса и размеров заготовки.

При анализе вспомогательного времени выделяется неперекрываемое и перекрываемое время.

Неперекрываемое вспомогательное время — время выполнения вспомогательных работ при остановленном оборудовании.

Перекрываемое вспомогательное время — время выполнения вспомогательных работ в период работы оборудования, т.е. время, которое перекрывается основным временем.

В норму времени включается только неперекрываемое вспомогательное время. К перекрываемому вспомогательному времени следует отнести, например,

время на установку и снятие заготовки при работе на многопозиционных агрегатных станках, токарных, фрезерных полуавтоматах и автоматах, где установка заготовок выполняется без остановки станка. Измерение заготовки очень часто также может осуществляться в то время, когда производится обработка следующей заготовки.

Сумма основного и вспомогательного (неперекрываемого) времени $t_o + t_{в.нп}$ называется *оперативным* временем $t_{оп}$.

Время обслуживания рабочего места $t_{обс}$ — это время, которое рабочий затрачивает на поддержание рабочего места в состоянии, обеспечивающем производительную работу.

Время обслуживания рабочего места подразделяется на время *технического и организационного обслуживания*.

Ко времени *технического обслуживания* относится время, используемое на уход за рабочим местом и входящим в его состав оборудованием. Это время необходимо для выполнения конкретной работы, т.е. время на уход за оборудованием и поддержанием в рабочем состоянии режущего инструмента (подналадка станка, смена затупившегося инструмента, правка шлифовальных кругов, уборка стружки в процессе выполнения работы и т.п.).

Время организационного обслуживания — это время, затрачиваемое на поддержание рабочего места в рабочем состоянии в течение смены, т.е. не связанное с выполнением конкретной работы (смазка и протирка оборудования, осмотр и опробование оборудования, уборка станка и рабочего места в конце смены, раскладка и уборка инструмента).

Величина затрат времени на обслуживание рабочего места зависит от характера выполняемой работы, типа и размера станка и организационных условий данного производства.

Время перерывов на отдых и личные надобности $t_{от.л}$ необходимо для устранения утомляемости человека при выполнении работы, а также на личные надобности рабочего. Оно определяется в зависимости от характера подачи инструмента (ручная или механическая), массы детали, доли машинно-ручного времени в оперативном времени и общей длительности оперативного времени.

2. НОРМИРОВАНИЕ СТАНОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ОДНОИНСТРУМЕНТНОЙ ОБРАБОТКЕ

2.1. Методика определения режимов резания и норм времени

Исходными данными, оказывающими влияние на норму времени и фактические затраты рабочего времени на операцию, являются:

материал обрабатываемой заготовки, его основная характеристика, способ получения исходной заготовки;

размеры обрабатываемых поверхностей (с учётом допусков), размеры после обработки, требуемая точность и допустимая шероховатость обработанной поверхности;

масса обрабатываемой заготовки;

размер технологической партии;

применяемое оборудование (основные сведения из паспорта станка);

режущие и измерительные инструменты;

предполагаемый способ базирования и закрепления заготовки;

конструкция приспособления; способ базирования, обеспечение точности установки (с выверкой и без выверки); способ закрепления и открепления; для заготовок, устанавливаемых с помощью специальных устройств, — основная характеристика этого устройства;

планировка рабочего места;

порядок обслуживания рабочего места; обеспечение заготовками, необходимой документацией, инструментами и приспособлениями, обеспечение наладки, подналадки и ремонта станка и т.п.

Все перечисленные данные в той или иной степени влияют на структуру проектируемой операции и на затраты рабочего времени.

Приступая к нормированию, необходимо детально представлять содержание нормируемой операции, последовательность и порядок выполнения составляющих её элементов, технологические возможности оборудования, органы управления станком, организацию рабочего места и его обслуживания, так как технически обоснованная норма времени на операцию реальна только при соблюдении наложенных на неё условий выполнения операции.

Схематично расчёт нормы времени осуществляется в следующей последовательности.

Нормирование основного (машинного) времени. Определение всех параметров режущего инструмента (типоразмера, материала режущей части, геометрических параметров и т. п.); последовательное определение элементов режима резания; глубины резания (числа проходов), максимально допустимой подачи, скорости резания (с учётом нормативной или требуемой стойкости режущего инструмента), а также жёсткости технологической системы; определение действующих (при установленных элементах режима резания) сил и моментов и сопоставление их с допустимыми силами и моментами по условиям обеспечения нормальной эксплуатации станка, требуемой точности размеров и допустимой шероховатости обрабатываемой поверхности, а иногда и по жёсткости и прочности инструмента и всей технологической системы; проверка режима резания по потребной мощности в соответствии с эффективной мощностью станка, уточнение величины подачи и частоты вращения (числа двойных ходов); расчёт основного (машинного) времени по формуле соответствующей содержанию операции.

Формулу для расчёта основного времени можно представить в виде

$$t_o = \frac{L}{nS} \cdot \frac{h}{t} = \frac{l + l_1 + l_2}{nS} \cdot i$$

где L — величина перемещения инструмента или заготовки в направлении подачи за один рабочий ход, мм; n — частота вращения, мин^{-1} ; S — подача, мм/об. или мм/дв.ход; h — припуск на обработку (для данного перехода), мм; t — глубина резания за один проход, мм; l — размер обрабатываемой поверхности в направлении подачи для конкретной операции, мм; l_1 — величина врезания и перебега инструмента, мм; l_2 — дополнительная длина на взятие пробной стружки, $l_2 = 12 \dots 15$ мм; при наладке станка, обеспечивающей получение требуемого размера $l_2 = 0$; i — число рабочих ходов.

Формулы для расчёта основного времени для конкретных технологических операций приведены в соответствующих разделах нормативов [5, 6, 7].

Нормирование вспомогательного времени. Вспомогательное время, как уже было сказано, складывается:

- из времени на установку и снятие детали;
- из времени, связанного с переходом (комплекс приёмов);
- из времени на измерение (контроль окончательных размеров).

Вспомогательное время определяется по соответствующим разделам нормативов [4, 8].

Вспомогательное время на установку и снятие детали в условиях среднесерийного и крупносерийного производства [4] определяется в зависимости от способа установки, выверки и крепления заготовки независимо от вида станков. Сюда же включается время на пуск, остановку станка и время на установку деталей свыше одной (в многоместных приспособлениях), а также время на очистку приспособления от стружки.

Нормативы вспомогательного времени, связанного с переходом, разработаны с учётом типа станков и содержат время на сложный комплекс приёмов, регулярно повторяющихся при выполнении перехода (или обработке одной поверхности). Подробное перечисление приёмов в зависимости от способа выполнения работы дано в нормативах [4, приложение 5].

Нормативы вспомогательного времени на измерение предусматривают контрольные измерения после обработки на данной операции. Все промежуточные измерения в процессе обработки учтены во времени, связанном с переходом.

При расчёте вспомогательного времени на измерение необходимо учитывать также периодичность измерений, оговоренную в отдельных картах, форму поверхности, вид обработки, качество точности и способ установки инструмента на размер [4, карта 44].

После расчёта всех составляющих вспомогательного времени его необходимо скорректировать по поправочному коэффициенту $K_{тв}$ [4, карта 1].

Заканчивается расчёт вспомогательного времени анализом: выясняется, перекрывается оно целиком или частично основным временем (см. предыдущий раздел).

В дальнейшем расчёте штучного времени учитывается только неперекрываемое вспомогательное время.

Нормирование времени на обслуживание рабочего места. В условиях среднесерийного и крупносерийного производства время на обслуживание рабочего места, как правило, выражают в процентах от оперативного времени с учётом группы станка.

Нормирование времени перерывов на отдых и личные надобности. Данную категорию затрат рабочего времени определяют также в процентах от оперативного времени с учётом характера подачи инструмента, массы деталей и других факторов. Для станков, работающих на механической подаче, эти затраты принимаются равными 4% от $t_{оп}$.

После определения всех затрат рабочего времени определяют норму штучного времени $T_{ом}$ (мин) по формуле (2) или по формуле

$$t_{шт} = (t_o + t_e) \left(1 + \frac{\alpha_{обс} + \alpha_{отл}}{100} \right),$$

в которой $\alpha_{обс}$ — время обслуживания рабочего места в процентах к оперативному времени, $\alpha_{обс}$ включает в себя $\alpha_{тех}$ (время технического обслуживания) и $\alpha_{орг}$ (время организационного обслуживания); $\alpha_{от.л}$ — время на отдых и личные надобности в процентах к оперативному времени.

В некоторых случаях (например, в машинных и автоматизированных процессах в условиях массового производства) время технического обслуживания может быть выражено в процентах к основному времени. Тогда норма штучного времени (мин) рассчитывается по формуле

$$t_{шт} = t_o \frac{\alpha_{тех}}{100} + (t_o + t_e) \left(1 + \frac{\alpha_{орг} + \alpha_{от.л}}{100} \right)$$

При выпуске продукции отдельными сериями (партиями) устанавливается норма подготовительно-заключительного времени. Оно рассчитывается по нормативам [4] и включает в себя следующие элементы:

время на наладку станка, инструментов и приспособления (в зависимости от типа приспособления и количества инструментов в наладке);

время на дополнительные приёмы, связанные с содержанием операции; время на получение инструмента, приспособлений, техпроцесса до начала и на сдачу их после окончания обработки.

В случае необходимости рассчитывают норму времени на деталь как сумму нормы штучного времени и доли нормы подготовительно-заключительного времени, приходящейся на одну деталь, по формуле (1).

Если одновременно обрабатывают несколько заготовок, (за одну установку), рекомендуется весь расчёт производить на установочную партию, т.е. на операцию, а штучное время на 1 деталь определять в конце расчёта делением времени на операцию на количество заготовок, обрабатываемых одновременно.

2.2. Примеры нормирования токарных, фрезерных и сверлильных операций

Пример 1. Обтачивание на токарно-револьверном станке

Задание. Определить норму штучного времени на токарную обработку детали (рис. 1, см. с. 12). Режимы резания определить по общемашиностроительным нормативам [5].

Исходные данные.

Деталь — ось; материал — сталь 50; $\sigma_s = 700$ МПа; заготовка — прокат калиброванный; операция — токарно-револьверная.

Содержание операции:

- 1) подать пруток до упора, закрепить;
- 2) точить диаметр в размер 32h11 на длину 50 мм;
- 3) точить фаску 2x45°;
- 4) отрезать деталь от прутка в размер 80 мм.

Станок токарно-револьверный 1А340. Резец проходной упорный 12x20 мм; $\varphi = 90^\circ$; $\varphi_1 = 15^\circ$; $\gamma = 10^\circ$; $r = 1$ мм; материал пластины — твёрдый сплав Т15К6; резец проходной 12x20 мм; $\varphi = 45^\circ$; материал пластины — твёрдый сплав

T15K6; резец отрезной 12x20 мм; $B = 3$ мм; материал режущей части — сталь P6M5. Масса детали 1 кг.

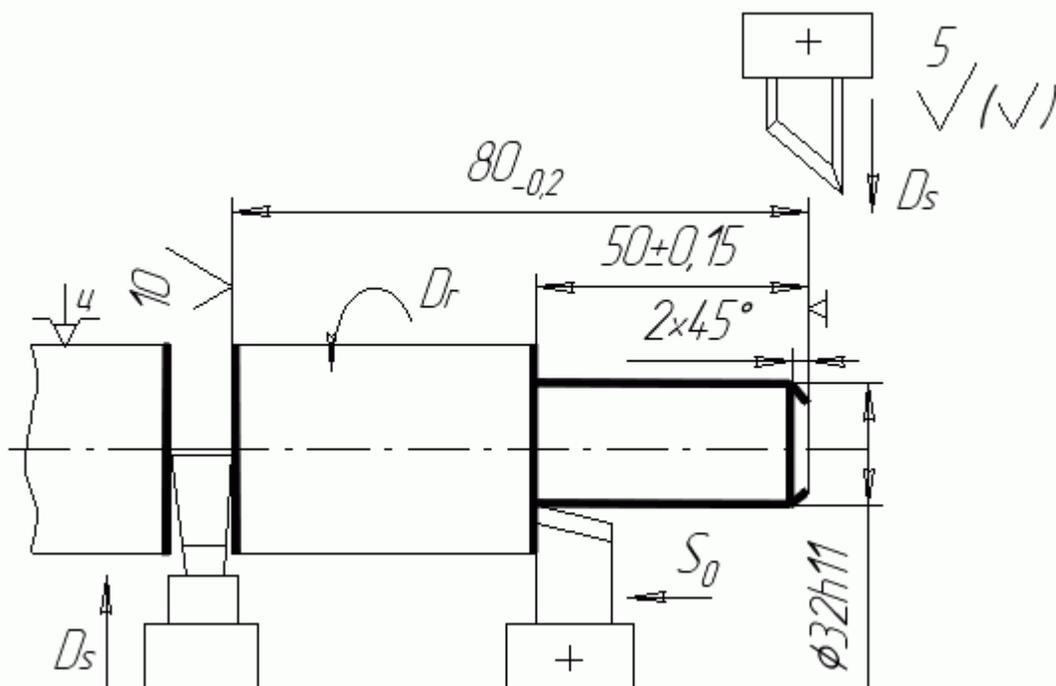


Рис. 1. Схема обработки. Пример 1

Решение

1. Расчёт основного времени.

Переход 2 — обтачивание диаметра $\varnothing 32h11$ на длину 50 мм.

1.1. Расчётные размеры обработки: $D = 36$ мм; $l = 50$ мм; $h = 36 - 32 = 4$ мм. Глубина резания равна припуску на сторону: $t = h : 2 = 4 : 2 = 2$ мм. Расчётная длина обработки $L = l + l_1$. Величина врезания и перебега равна $l_1 = 3$ мм [4, приложение 1, лист 1]. Следовательно, $L = 50 + 3 = 53$ мм.

1.2. Число рабочих ходов $i = h : 2t = 4 : (2 \cdot 2) = 1$.

1.3. По нормативам [5], а также паспортным данным станка определяются подача, скорость резания и частота вращения:

$$S_o = 0,32 \text{ мм/об.}, \quad v = 136 \text{ м/мин}, \quad n = 1200 \text{ мин}^{-1}.$$

1.4. Основное время

$$t_{o2} = \frac{L_i}{n_n S_o} = \frac{53 \cdot 1}{1200 \cdot 0,32} = 0,14 \text{ мин,}$$

где n_n — частота вращения по паспорту станка.

Переход 3 — обтачивание фаски $2 \times 45^\circ$.

1.5. Расчётные размеры обработки: $D = 32$ мм, $l = 2$ мм, $t = 2$ мм. Так как обтачивание фаски — процесс кратковременный, то параметры режима резания принимаем по предыдущему переходу.

Основное время принимаем по справочным данным [3, приложение 2]:

$$t_{o3} = 0,11 \text{ мин.}$$

Переход 4 — отрезка детали.

1.6. Расчётные размеры обработки: $D = 36$ мм; $l = D/2 = 18$ мм. Расчётная длина обработки $L = l + l_1$. Путь на подвод и перебег резца 2 мм. Следовательно, $L = 18 + 2 = 20$ мм. Глубина резания $t = 3$ мм (ширина резца), число рабочих ходов $i = 1$.

1.7. По нормативам [5], а также паспортным данным станка определяются подача, скорость резания и частота вращения:

$$S_n = 0,08 \text{ мм/об.}, \quad v = 36 \text{ м/мин}, \quad n_n = 320 \text{ мин}^{-1}.$$

1.8. Основное время

$$t_{o4} = \frac{L}{n_n S_n} = \frac{20}{320 \cdot 0,08} = 0,78 \text{ мин.}$$

1.9. Суммарное основное время на операцию

$$t_o = t_{o2} + t_{o3} + t_{o4} = 0,14 + 0,11 + 0,78 = 1,03 \text{ мин.}$$

2. Расчёт вспомогательного времени.

2.1. Время на комплекс приёмов по установке заготовки в самоцентрирующем патроне при заготовке из прутка с креплением и пневматическим зажимом с установкой на длину по упору $T_{в.уст} = 0,16$ мин [4, карта 3].

2.2. Время, связанное с переходом 2 при установке по лимбу, $t'_{в.пер} = 0,16$ мин, с переходом 3 — $t''_{в.пер} = 0,14$ мин, с переходом 4 — $t'''_{в.пер} = 0,14$ мин [4, карта 24, лист 1]

$$t_{в.пер} = 0,16 + 0,14 + 0,14 = 0,44 \text{ мин.}$$

2.3. Время на измерение штангенциркулем $t_{узм} = 0,14$ мин [4, карта 43, лист 7]. Это время является перекрываемым ($t_o = 1,03$ мин).

2.4. Общее вспомогательное время (неперекрываемое)

$$t_g = 0,16 + 0,44 = 0,6 \text{ мин.}$$

3 Расчёт оперативного времени

$$t_{оп} = t_o + t_g = 1,03 + 0,6 = 1,63 \text{ мин.}$$

4. Время на обслуживание рабочего места составляет 4,5% от $t_{оп}$ [4, карта 45, лист 1]:

$$t_{обс} = 1,63 \cdot 0,045 = 0,07 \text{ мин.}$$

5. Время на отдых и личные надобности равняется 4% от $t_{оп}$

$$t_{отл} = 1,63 \cdot 0,04 = 0,065 \text{ мин.}$$

6. Норма штучного времени

$$T_{шт} = 1,63 + 0,07 + 0,065 = 1,77 \text{ мин.}$$

Пример 2. Обработка отверстия на сверлильном станке

Задание. Определить норму штучного времени на операцию обработки отверстия в детали (рис. 2, см. с. 14).

Исходные данные.

Деталь — планка; материал — сталь 40; $\sigma_B = 600$ МПа; заготовка — поковка; масса заготовки 3 кг. Последовательность обработки: сверление отверстия D_{oc}

= 23 мм, зенкерование $D_{оз} = 24,8$ мм и развёртывание $D_{ор} = 25H9$. Станок вертикально-сверлильный 2Н125. Инструмент: сверло

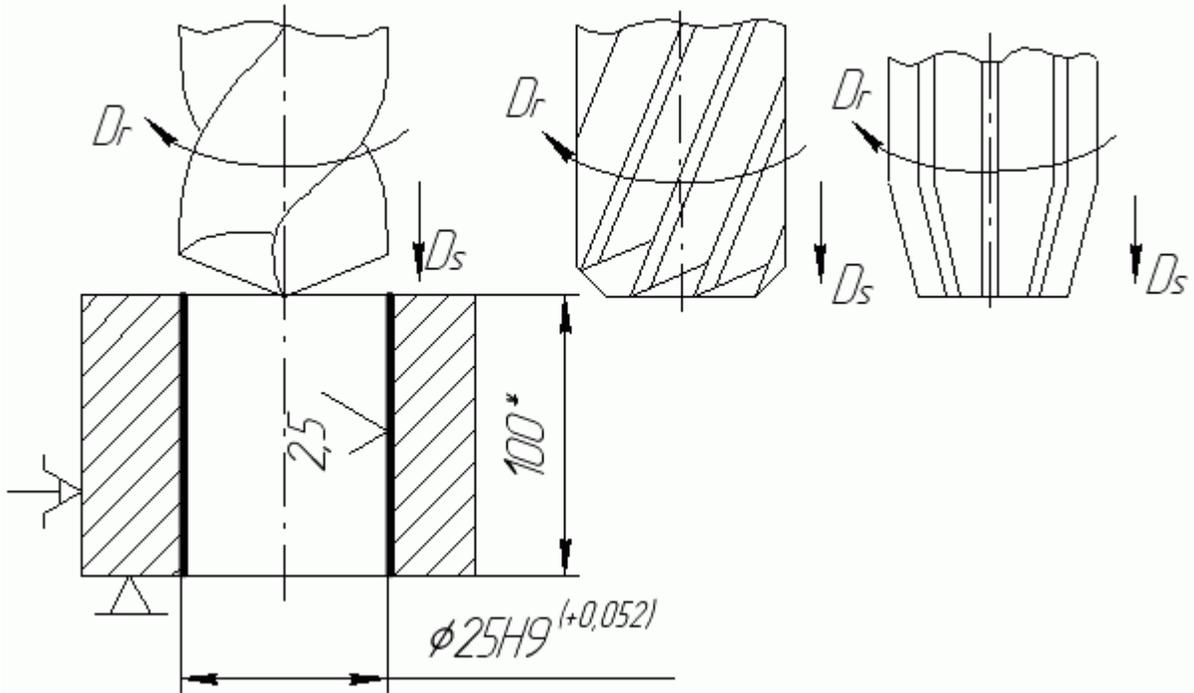


Рис. 2. Схема обработки. Пример 2

($D_c = 23$ мм) из быстрорежущей стали Р6М5, $2\varphi = 118^\circ$, форма заточки Н; зенкер из стали Р6М5, $D_з = 24,8$ мм, $\varphi = 45^\circ$; развёртка, $D_p = 25H9$, $\varphi = 5^\circ$. Работа с охлаждением. Установка детали в кондукторе с базированием по плоскости и зажимом эксцентриком. Инструмент установлен в револьверной головке, закреплённой на пиноли шпинделя станка.

Производство среднесерийное.

Решение

1. Расчёт основного времени.

Переход 1 — сверление отверстия $D_{oc} = 23$ мм.

1.1. Расчётные размеры обработки: $D = 23$ мм; $l = 100$ мм; $h = 23$ мм. Глубина резания $t = h/2 = 23/2 = 11,5$ мм. Расчётная длина обработки $L = l + l_1$. Величина врезания и перебега равна $l = 10$ мм [4, приложение 1, лист 2].

Следовательно, $L = 100 + 10 = 110$ мм.

1.2. По нормативам [5], а также паспортным данным станка определяются подача, скорость резания и частота вращения:

$$S_o = 0,04 \text{ мм/об.}, \quad v = 18,8 \text{ м/мин}, \quad n_n = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

1.3. Основное время

$$t_{o1} = \frac{L_i}{n_n S_o} = \frac{110}{250 \cdot 0,28} = 1,57 \text{ мин.}$$

Переход 2 — зенкерование отверстия $D_{оз} = 24,8$ мм.

1.4. Расчётные размеры обработки: $D_{o3} = 24,8$ мм, $l = 100$ мм, $h = 1,8$ мм. Глубина резания $t = h/2 = 1,8/2 = 0,9$ мм. Расчётная длина обработки $L = l + l_1$. Врезание и перебег при $t = 0,9$ мм равно $l = 3$ мм [4, приложение 1, лист 2].

Следовательно, $L = l + l_1 = 100 + 3 = 103$ мм.

1.5. По нормативам [5], а также паспортным данным станка определяются подача, скорость резания и частота вращения шпинделя станка:

$$S_o = 0,56 \text{ мм/об.}, \quad v = 19,5 \text{ м/мин}, \quad n_n = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

1.6. Основное время

$$t_{o2} = \frac{L_i}{n_n S_o} = \frac{103 \cdot 1}{250 \cdot 0,56} = 0,74 \text{ мин.}$$

Переход 3 — развёртывание отверстия $D_{op} = 25H9$.

1.7. Расчётные размеры обработки: $D = 25$ мм; $l = 100$ мм; $h = 0,2$ мм. Глубина резания $t = h/2 = 0,2/2 = 0,1$ мм. Расчётная длина обработки $L = l + l_1$. Величина врезания и перебега равна $l = 19$ мм [4, приложение 1, лист 2].

Следовательно, $L = 100 + 19 = 119$ мм.

1.8. По нормативам [5], а также паспортным данным станка определяются подача, скорость резания и частота вращения:

$$S_o = 0,8 \text{ мм/об.}, \quad v = 4,9 \text{ м/мин}, \quad n_n = 63 \text{ мин}^{-1}.$$

1.9. Основное время

$$t_{o3} = \frac{L}{n_n S_o} = \frac{119}{63 \cdot 0,8} = 2,35 \text{ мин.}$$

1.10. Суммарное основное время на операцию

$$t_o = t_{o1} + t_{o2} + t_{o3} = 1,57 + 0,74 + 2,35 = 4,66 \text{ мин.}$$

2. Определение вспомогательного времени на операцию.

2.1. Время на установку и снятие детали

$$t_{в.учм} = 0,17 \text{ мин [4, карта 18, поз. 2, 46].}$$

2.2. Время, связанное с переходом при сверлении по кондуктору на станке второй группы с механической подачей, $t_e = 0,08$ мин [4, карта 25, поз. 4]; так как все три перехода по затратам времени одинаковы, то

$$t_{в.пер.1} = 0,08 \cdot 3 = 0,24 \text{ мин.}$$

2.3. Время на вспомогательные приёмы, не вошедшие в комплексы. Время на изменение частоты вращения n $t_{в.пер.1} = 0,07$ мин [4, карта 25, поз.12], частота вращения изменяется два раза, следовательно, $t_{в.пер.2} = 0,07 \cdot 2 = 0,14$ мин. Время на изменение величины подачи $t_e = 0,07$ мин [4, карта 25, поз. 12]; подача изменяется три раза, значит $t_{в.пер.3} = 0,07 \cdot 3 = 0,21$ мин. Смена кондукторной втулки $t_{в.пер.4} = 0,06$ мин, [4, карта 25, поз. 26]. Переходы 2 и 3 (зенкерование и развёртывание) производят без кондукторной втулки. Время на поворот револьверной головки с инструментами $t_e = 0,06$ мин, а на три поворота $t_{в.пер.5} = 0,06 \cdot 3 = 0,18$ мин. Время на вывод сверла для удаления стружки $t_{в.пер.6} = 0,06$ мин [4, карта 25, поз. 35].

2.4. Время на контроль отверстия калибром-пробкой после выполнения перехода “развёртывание” 25Н9 $t_{e.uzm} = 0,13$ мин [4, карта 43, поз. 83]. Вспомогательное время на операцию

$$t_e = t_{e.уст} + \sum t_{e.пер} + t_{e.uzm} = \\ = 0,17 + 0,24 + 0,14 + 0,21 + 0,08 + 0,18 + 0,06 + 0,13 = 1,21 \text{ мин.}$$

3. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 4,66 + 1,21 = 5,87 \text{ мин.}$$

4. Время на обслуживание рабочего места составляет 4% от $t_{оп}$ [4, карта 28]

$$t_{об} = t_{оп} \cdot 0,04 = 5,87 \cdot 0,04 = 0,23 \text{ мин.}$$

5. Норма штучного времени

$$T_{шт} = t_{оп} + t_{об} + t_{ом.л} = 5,87 + 0,23 + 0,23 = 6,33 \text{ мин.}$$

Пример 3. Нарезание резьбы метчиком

Задание. Определить норму штучного времени на нарезание метчиком резьбы М16-7Н в трёх сквозных отверстиях в детали толщиной $l = 30$ мм.

Исходные данные. Деталь — направляющая; материал — сталь 40 с пределом прочности $\sigma_b = 700$ МПа. Станок вертикально-сверлильный 2Н125. Метчик машинный из стали Р6М5. Работа с охлаждением. Масса детали 2 кг. Установка и крепление детали на столе станка по упорам. Производство крупносерийное.

Решение

1. Расчёт основного времени.

1.1. Расчётные размеры обработки:

$$D = 16 \text{ мм}; l = 30 \text{ мм}; h = 0,64 \text{ мм}; S = 0,64 \cdot 2 = 1,28 \text{ мм.}$$

Глубина резания $t = h = 1,28$ мм. Расчётная длина обработки $L = l + l_1$. При нарезании резьбы на проход по нормативам [4, приложение 1, лист 6] принимают величину врезания и перебега $l_1 = 7$ мм; $S = 14$ мм.

Следовательно, $L = 30 + 14 = 44$ мм.

1.2. Число рабочих ходов $i = 3$ (условно за число рабочих ходов принято число нарезаемых отверстий).

1.3. Подача $S = 2$ мм/об. (шаг резьбы).

1.4. По нормативам [6], а также паспортным данным станка определяются скорость резания и частота вращения шпинделя станка:

$$v = 12,6 \text{ м/мин}, n = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

1.5. Основное время определяется по формуле

$$t_o = \left(\frac{L}{nS} + \frac{L}{n_1 S} \right) \cdot i,$$

где n_1 — частота вращения шпинделя станка при вывёртывании метчика. По паспорту станка $n_1 = 1,25n$, тогда

$$t_o = \left(\frac{44}{250 \cdot 2} + \frac{44}{1,25 \cdot 250 \cdot 2} \right) \cdot 3 = 0,48 \text{ мин.}$$

2. Определение вспомогательного времени на операцию.

2.1. Время на установку и снятие детали

$$t_{в.уст} = 0,10 \text{ мин [4, карта 10, поз. 1].}$$

2.2 Время, связанное с переходом,

$$t_{в.пер} = 0,14 \cdot 3 = 0,42 \text{ мин [4, карта 25, поз. 8].}$$

2.3. Время на смазку инструмента

$$t_{в.см} = 0,04 \cdot 3 = 0,12 \text{ мин [4, карта 25, поз. 28].}$$

2.4. Время на контроль резьбы М16-7Н $t_{в.узМ} = 0,45 \text{ мин [4, карта 43, поз. 256].}$ С учётом коэффициента периодичности контроля $k_n = 0,02$ [4, карта 44, лист 2]

$$t_{в. узМ} = 0,45 \cdot 0,02 = 0,03 \text{ мин.}$$

2.5. Вспомогательное время на операцию

$$t_e = t_{в.уст} + t_{в.пер} + t_{в.см} + t_{в.узМ} = 0,10 + 0,42 + 0,12 + 0,03 = 0,67 \text{ мин.}$$

3. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 0,48 + 0,67 = 1,15 \text{ мин.}$$

4. Время на обслуживание рабочего места составляет 4% от $t_{оп}$ [4, карта 45]:

$$t_{об} = t_{оп} \cdot 0,04 = 1,15 \cdot 0,04 = 0,046 \text{ мин.}$$

5. Время на отдых и личные надобности равняется 4% от $t_{оп}$ $t_{от.л} = 0,046$ мин.

6. Норма времени

$$T_{шт} = t_{оп} + t_{об} + t_{от.л} = 1,15 + 0,046 + 0,046 = 1,23 \text{ мин.}$$

Пример 4. Фрезерование плоскости торцевой фрезой

Задание. Определить норму штучного времени на обработку плоскости детали (рис. 3, см. с. 18).

Исходные данные.

Деталь — плита; материал — сталь 40, $\sigma_s = 600$ МПа; заготовка — поковка; припуск $h = 3$ мм; масса заготовки 3 кг. Станок вертикально-фрезерный 6Р13, $N_d = 10$ кВт, $\eta = 0,75$.

Фреза торцевая, $D = 150$ мм, $z = 6$, $\phi = 60^\circ$; материал — твёрдый сплав Т15К6.

Установка детали в тисках с винтовым зажимом.

Решение

1. Определение основного времени.

1.1. Расчётные размеры обработки: $B = 100$ мм, $l = 300$ мм, $h = 3$ мм. Глубина резания $t = h = 3$ мм. Расчётная длина обработки $L = l + l_1$.

При симметричной установке фрезы диаметром до 160 мм и ширине фрезерования 100 мм величина врезания и перебега $l_1 = 21$ мм [4, приложение 1, лист 5].

Следовательно, $L = 300 + 21 = 321$ мм.

Число рабочих ходов $i = h/t = 3/3 = 1$.

1.2. По нормативам [5], а также паспортным данным станка определяются минутная подача, скорость резания и частота вращения фрезы:

$$S_{mn} = 125 \text{ мм/мин}, \quad v = 236 \text{ м/мин}, \quad n = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

1.3. Основное время

$$t_o = \frac{L}{S_{mn}} = \frac{321}{250} = 1,28 \text{ мин.}$$

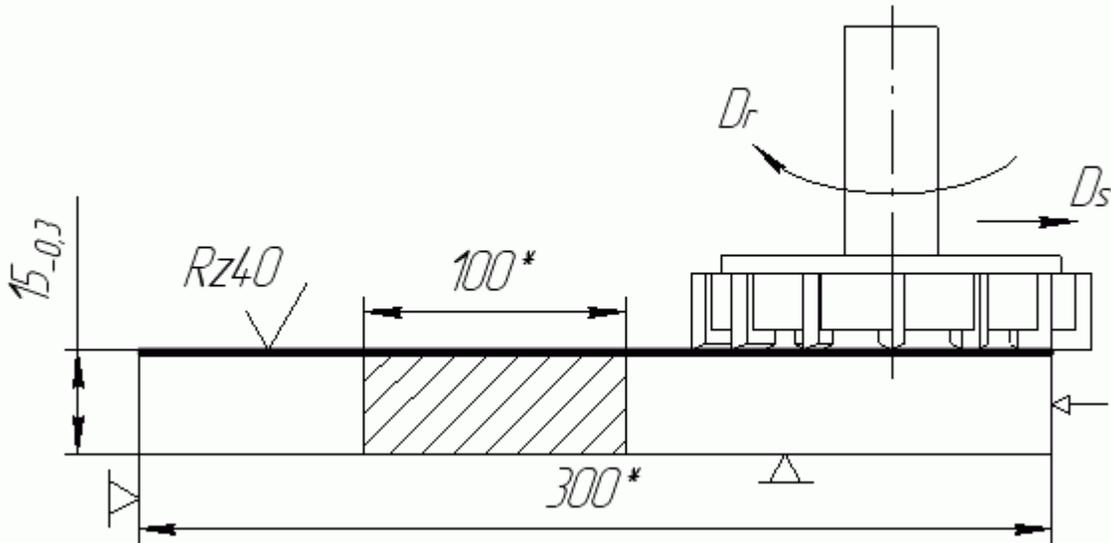


Рис. 3. Схема обработки. Пример 4

2. Определение вспомогательного времени.

2.1. Время на установку и снятие детали

$$t_{в.узм} = 0,31 \text{ мин [4, карта 9, поз. 8].}$$

2.2. Время, связанное с переходом,

$$t_{в.пер} = 0,21 \text{ мин [4, карта 31, поз. 2].}$$

2.3. Дополнительное время на перемещение стола станка на длину 500 мм

$$t_{в.п.см} = 0,1 \text{ мин [4, карта 31, поз. 22].}$$

Вспомогательное время на операцию

$$t_e = t_{в.узм} + t_{в.пер} + t_{в.п.см} = 0,31 + 0,21 + 0,1 = 0,62 \text{ мин.}$$

3. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 1,28 + 0,62 = 1,90 \text{ мин.}$$

4. Время на обслуживание рабочего места составит 4% от $t_{оп}$ [4, карта 45]

$$t_{об} = t_{оп} \cdot 0,04 = 1,90 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ мин.}$$

5. Время на отдых и личные надобности равняется 4% от $t_{оп}$

$$t_{ом.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 0,08 \text{ мин.}$$

6. Норма штучного времени

$$T_{штм} = t_{оп} + t_{об} + t_{ом.л} = 1,90 + 0,08 + 0,08 = 2,06 \text{ мин.}$$

Пример 5. Фрезерование плоскости набором фрез

Задание. Определить норму штучного времени на обработку плоскости детали (рис. 4).

Исходные данные.

Деталь — корпус; материал — сталь 50, $\sigma_s = 700$ МПа; заготовка — отливка 54x80x200.

Станок горизонтально-фрезерный 6Р82Г.

Фрезы дисковые трёхсторонние: $z = 20$, диаметр фрезы $D_{\phi 1} = 90$ мм, ширина (высота) дисковой фрезы $B = 18$ мм, материал — Р6М5.

Цилиндрическая специальная фреза: $z = 18$, диаметр фрезы $D_{\phi 2} = 80$ мм, ширина (высота) цилиндрической фрезы $B = 50$ мм, материал — Р6М5.

Работа с охлаждением.

Оправка с фрезой крепится к дополнительной опоре.

Приспособление — тиски машинные. Масса заготовки 6 кг.

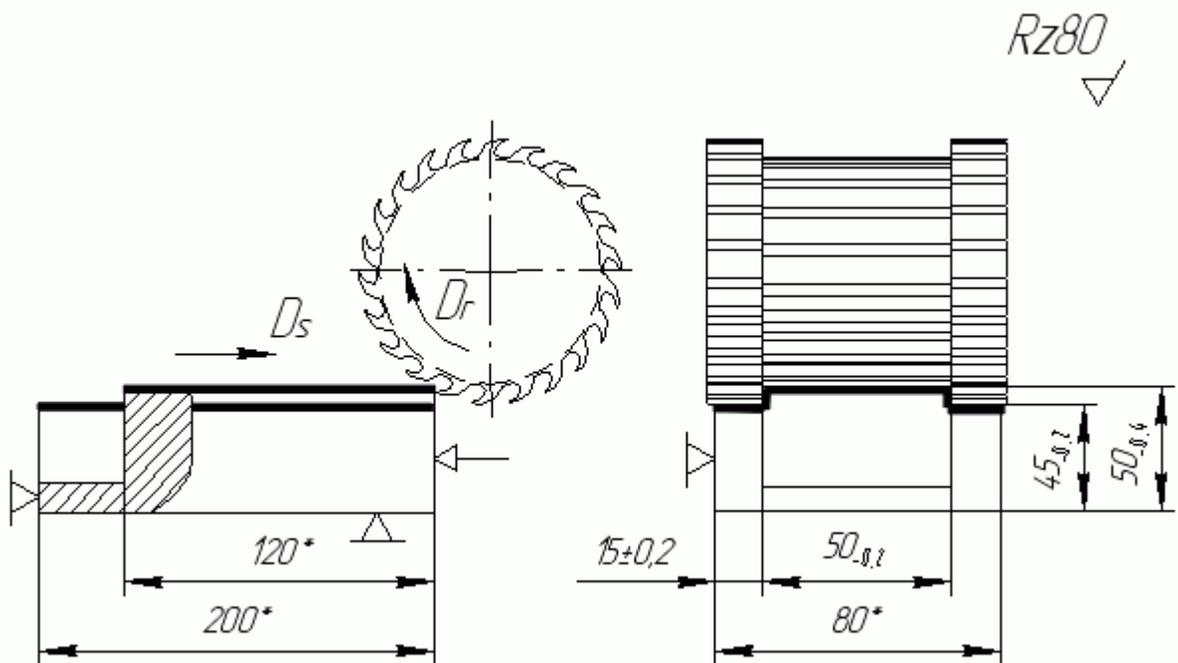


Рис. 4. Схема обработки. Пример 5

Решение

1. Определение основного времени.

1.1. Расчётные размеры обработки для дисковых фрез: $B = 15$ мм, $l = 200$ мм, $h = 9$ мм. Для цилиндрической фрезы $B = 50$ мм, $l = 120$ мм, $h = 4$ мм. Глубина резания для дисковых фрез $h = t = 9$ мм. Для цилиндрической фрезы $h = t = 4$ мм. Длина рабочего хода: для дисковых фрез $L_p = l + l_1$, где l_1 — величина врезания и перебега [4, приложение 1, лист 3] равна 25 мм, следовательно, $L_{px} = 200 + 25 = 225$ мм, для цилиндрической фрезы $L_{px} = 120$ мм.

Для расчёта основного времени принимаем $L_{px} = 225$ мм.

1.2. По нормативам [5], а также паспортным данным станка определяются минутная подача, скорость резания и частота вращения шпинделя станка:

$$S_m = 118 \text{ мм/мин}, \quad v = 30 \text{ м/мин}, \quad n = 80 \text{ мин}^{-1}.$$

1.3. Основное время

$$t_o = \frac{L_{px}}{S_m} = 1,91 \text{ мин.}$$

2. Определение вспомогательного времени.

2.1. Время на установку и снятие детали с выверкой $t_{e.ycm} = 1,0$ мин [4, карта 9, поз. 9].

2.2. Время, связанное с переходом, $t_{e.пер} = 0,17$ мин [4, карта 27, поз. 2].

2.3. Время на контроль штангенциркулем размеров 50 мм и 45 мм

$$t_{e.изм.1} = 0,14 + 0,14 + 0,1 = 0,38 \text{ мин.}$$

Так как измерение производится во время обработки другой детали, то $t_{e.изм.2}$ является перекрытым и в норму штучного времени не входит

$$t_e = t_{e.ycm} + t_{e.пер} = 1,00 + 0,17 = 1,17 \text{ мин.}$$

3. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 1,91 + 1,17 = 3,08 \text{ мин.}$$

4. Время на обслуживание рабочего места составляет 3,5% от $t_{оп}$ [4, карта 45]

$$t_{об} = t_{оп} \cdot 0,035 = 3,08 \cdot 0,035 = 0,11 \text{ мин.}$$

5. Время на отдых и личные надобности равняется 4% от $t_{оп}$ [5, карта 46]

$$t_{от.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 0,12 \text{ мин.}$$

6. Норма штучного времени

$$T_{шт} = t_o + t_e + t_{об} + t_{от.л} = 1,91 + 1,17 + 0,11 + 0,12 = 3,31 \text{ мин.}$$

2.3. Примеры нормирования зуборезных операций

Одним из сложнейших видов обработки металлов по кинематике и конструкции режущего инструмента является зубообработка. Различные способы обработки зубчатых венцов предполагают различную кинематику даже при одном и том же методе обработки (методов обработки зубчатых венцов два: 1 — метод копирования, 2 — метод обкатки). Основное время, затрачиваемое на обработку, зависит от взаимного перемещения режущего инструмента и заготовки и скоростей перемещения их друг относительно друга.

Формулы для определения основного времени при зубообработке лезвийным инструментом приведены в таблице 2.1 (см. с. 21).

Обозначения:

t_o — основное время обработки за один проход;

l — длина обработки в направлении подачи;

l_1 — величина врезания и перебега инструмента;

z — число зубьев нарезаемого колеса;

n — частота вращения инструмента, мин;

S_o — подача инструмента на один оборот заготовки;

k — число заходов фрезы;

q — число одновременно обрабатываемых деталей;

- m — модуль;
- $S_{кр}$ — подача на один оборот (или дв. ход) инструмента;
- h — высота зуба;
- $S_{рад}$ — радиальная подача инструмента, мм/дв. ход;
- S_m — минутная подача;
- $S_{ох}$ — минутная подача на холостом ходу;
- τ — время на деление;
- z_i — число зубьев режущего инструмента;
- $n_{двех}$ — число двойных ходов долбяка.

Табл. 2.1.

Расчётные формулы
для определения основного времени при зубообработке

Станки	Метод обработки	Формула
Зубо- и шли- цефрезерные, работающие методом об- катки	Нарезание цилиндрических колёс и шлицев методом об- катки	$t_o = \frac{(l + l_1)z}{nS_o kq}$
Зубодолбёж- ные	Зубодолбление методом обкатки	$t_o = \frac{\pi z_i i}{n_{дв.х} S_{кр}} + \frac{h}{nS_{рад}}$
Зубофрезер- ные полуавто- маты с автома- тическим цик- лом деления	Зубонарезание методом копирования	$t_o = \frac{(l + l_1)z}{S_m} + \frac{(l + l_1)z}{S_{ох}} + tz$
Шевинговаль- ные	Зубошевингование металли- ческими дисковыми шевера- ми	$t_o = \frac{lz}{S_o z_i n}$

Пример 6. Зубофрезерование по методу обкатки

Задание. Определить норму штучного времени на операцию нарезания зубьев цилиндрического зубчатого колеса червячной фрезой (рис. 5, см. с. 22).

Исходные данные.

Деталь — колесо зубчатое, $z = 42$, $m = 3$ мм, ширина венца $l_d = 30$ мм; степень точности восьмая; параметр шероховатости $R_a = 2,5$ мкм; материал — сталь 40X с $\sigma_s = 700$ МПа; масса детали 2 кг. Число одновременно обрабатываемых заготовок $q = 5$. Модель станка — 5K324. Фреза червячная, $m = 3$ мм, $D_{ср} = 70$ мм, $L_\phi = 60$ мм, число заходов 2, материал режущей части — P6M5. Установка детали на оправке с креплением гайкой.

Решение

1. Расчёт основного времени.

1.1. Расчётные размеры обработки: $z = 42$, $m = 3$ мм, $l = l_0$, $q = 30 \cdot 5 = 150$ мм; число рабочих ходов $i = 1$.

Глубина резания $t = 2,2 \cdot m = 2,2 \cdot 3 = 6,6$ мм.

Длина рабочего хода фрезы $L_{рх} = l + l_1$; величина врезания и перебега $l_1 = 30$ мм [4, приложение 1, лист 9]; $L = 150 + 30 = 180$ мм.

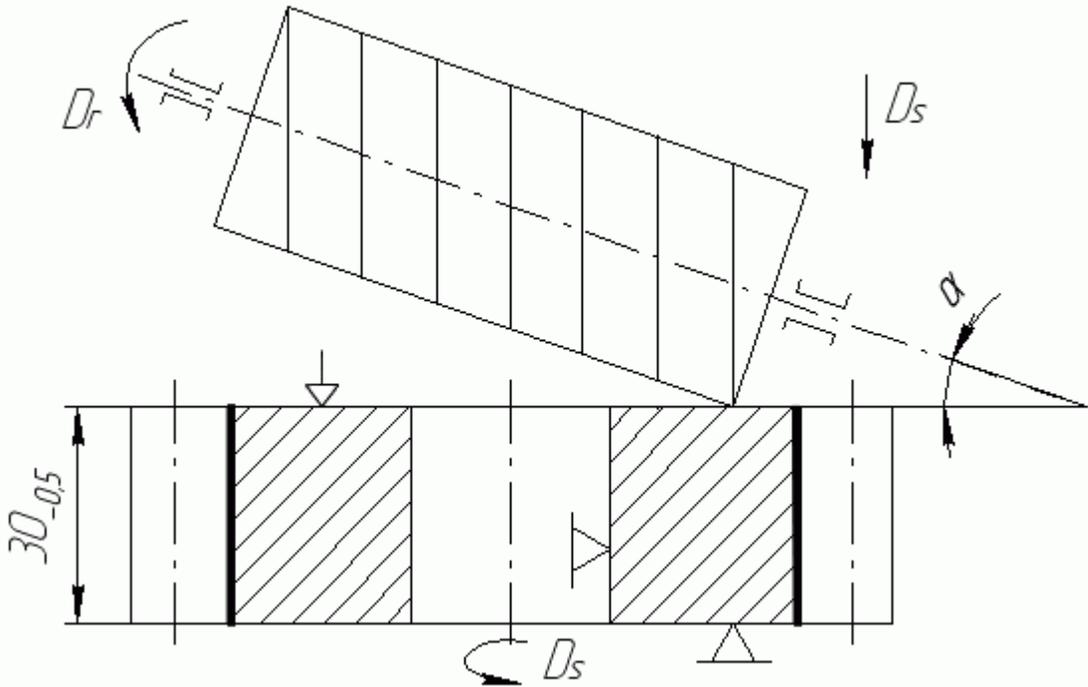


Рис. 5. Схема обработки. Пример 6

1.2. По нормативам [6], а также паспортным данным станка определяются осевая подача, скорость резания и частота вращения фрезы:

$$S_o = 1 \text{ мм/об.}; v = 42 \text{ м/мин}, n = 190 \text{ мин}^{-1}.$$

1.3. Основное время

$$t_o = \frac{(l + l_1)z}{nS_o k} = \frac{180 \cdot 42}{190 \cdot 1 \cdot 1} = 39,5 \text{ мин.}$$

2. Вспомогательное время.

2.1. Время на установку и снятие первой заготовки 0,12 мин, каждой последующей — 0,1 мин [4, карта 18, лист 1], на закрепление и открепление заготовки — 0,19 мин [4, карта 18, лист 3]. Таким образом, общее время на установку

$$t_{е.учм} = 0,12 + 0,14 + 0,19 = 0,71 \text{ мин.}$$

2.2. Вспомогательное время, связанное с переходом, $t_{е.пер} = 0,02$ мин [4, карта 33, лист 2].

2.3. Общее вспомогательное время

$$t_e = 0,71 + 0,02 = 0,73 \text{ мин.}$$

3. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 39,5 + 0,73 = 40,23 \text{ мин.}$$

4. Время на обслуживание рабочего места составляет 4,5% от $t_{оп}$ [4, карта 45]

$$t_{об} = t_{оп} \cdot 0,045 = 40,23 \cdot 0,045 = 1,91 \text{ мин.}$$

5. Время на отдых и личные надобности равняется 4% от $t_{оп}$ [4, карта 45]

$$t_{от.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 1,6 \text{ мин.}$$

6. Норма штучного времени:

$$T_{шт} = \frac{t_{оп} + t_{об} + t_{от.л}}{5} = \frac{40,23 + 1,91 + 1,6}{5} = 8,75 \text{ мин.}$$

Пример 7. Зубофрезерование по методу копирования

Задание. Определить штучное время на операцию нарезания зубьев цилиндрического зубчатого колеса дисковой модульной фрезой по методу копирования (рис. 6).

Исходные данные.

Деталь — колесо зубчатое, $z = 30$, $m = 4$ мм, ширина венца $l_{\delta} = 30$ мм; степень точности девятая, параметр шероховатости $R_a = 2,5$ мкм, материал — сталь 40Х, $\sigma_s = 700$ МПа; станок горизонтально-фрезерный 6Р81; приспособление — делительная головка, фреза дисковая модульная: $D = 80$ мм, $m = 4$ мм, $z = 12$; число одновременно обрабатываемых заготовок $q = 5$; материал режущей части — Р6М5; масса детали 1,5 кг. Работа с охлаждением.

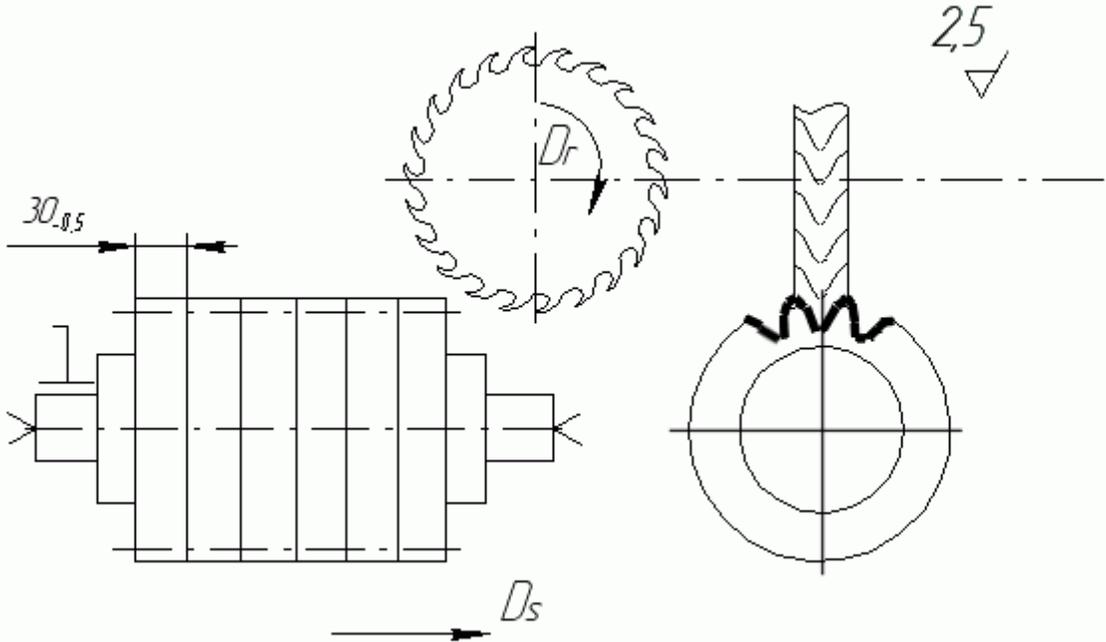


Рис. 6. Схема обработки. Пример 7

Решение

1. Расчёт основного времени.

1.1. Расчётные размеры обработки: $z = 30$, $m = 4$ мм, $l = l_{\delta}$, $q = 30 \cdot 5 = 150$ мм; число рабочих ходов $i = 1$. Глубина резания равна высоте зуба: $t = h = 2,2 \cdot m = 2,2 \cdot 4 = 8,8$ мм. Длина рабочего хода стола $L_{рх} = l + l_1 + l_2$; при чистовой

обработке, диаметре фрезы 80 мм и $t = 8,8$ мм $l_1 = 28 \cdot 2 = 56$ мм [4, приложение 1, лист 3].

1.2. По нормативам [6], а также паспортным данным станка определяется минутная подача: $S_m = 115$ мм/мин.

1.3. Основное время

$$t_o = \frac{L_p z}{S_m} = \frac{206 \cdot 30}{115} = 53,5 \text{ мин.}$$

2. Определение вспомогательного времени.

2.1. Время на установку и снятие детали $t_{в.узм.1} = 0,39$ мин [4, карта 7, лист 1, поз. 7]. Время установки ещё четырёх деталей $t_{в.узм.2} = 0,11 \cdot 4 = 0,44$ мин.

Общее время $t_{в.узм} = 0,39 + 0,44 = 0,83$ мин.

2.2. Время, связанное с переходом, $t_{в.пер.1} = 0,17$ мин [4, карта 27, лист 1, поз. 2]. Время, необходимое на поворот делительной головки на одну позицию, $t_{в.пер.2} = 0,04$ мин [4, карта 27, лист 1, поз. 17]. Общее время, связанное с переходом $t_{в.пер} = 0,17 + 0,04 \cdot 29 = 1,29$ мин.

2.3. Время на измерение будет перекрываться основным временем и поэтому в расчёт штучного времени не входит.

2.4. Общее вспомогательное время

$$t_e = t_{в.узм} + t_{в.пер} = 0,83 + 1,29 = 2,12 \text{ мин.}$$

3. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 53,5 + 2,12 = 55,62 \text{ мин.}$$

4. Время на обслуживание рабочего места составляет 4% от $t_{оп}$ [4, карта 45]

$$t_{об} = t_{оп} \cdot 0,04 = 55,62 \cdot 0,045 = 2,22 \text{ мин.}$$

5. Время на отдых и личные надобности равняется 4% от $t_{оп}$ [4, карта 46]

$$t_{от.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 2,22 \text{ мин.}$$

6. Норма штучного времени:

$$T_{шт} = \frac{t_{оп} + t_{об} + t_{отл}}{5} = \frac{55,62 + 2,22 + 2,22}{5} = 12,01 \text{ мин.}$$

Пример 8. Зубодолбление по методу обкатки

Задание. Определить штучное время на чистовую обработку зубьев цилиндрического зубчатого колеса долбяком по методу обкатки (рис. 7, см. с. 25).

Исходные данные.

Деталь — колесо зубчатое, $z = 52$, $m = 4$ мм, ширина венца $l_d = 40$ мм; параметр шероховатости $R_a = 2,0$ мкм, степень точности 8^{ая}; материал — сталь 40Х; НВ = 180. Заготовка с предварительно прорезанными зубьями, припуск на обработку по межцентровому расстоянию $h = 0,8$ мм. Станок зубодолбежный 5М14. Долбяк дисковый прямозубый: $D = 100$ мм, $m = 4$ мм, $\gamma = 5^\circ$; сталь Р6М5. Работа с охлаждением. Установка заготовки на оправке с креплением гайкой. Масса детали 1,5 кг. Производство крупносерийное.

Решение

1. Расчёт основного времени.

1.1. Расчётные размеры обработки: $z = 52$, $m = 4$ мм, $l = l_{\partial} = 30$ мм. Число рабочих ходов $i = 1$. Глубина резания $0,8$ мм. Длина рабочего хода долбяка $L_{px} = l_{\partial} + l$. Перебег долбяка на две стороны по ширине венца до 51 мм $l_1 = 8$ мм [6, приложение 14].

Следовательно, $L_{px} = 30 + 8 = 38$ мм.

1.2. По нормативам [6], а также паспортным данным станка определяются круговая и радиальная подачи, скорость резания, число двойных ходов долбяка:

$S_{кр} = 0,24$ мм/дв.х; $S_{рад} = 0,048$ мм/дв.х; $v = 30,4$ м/мин, $n_{дв.х} = 400$ дв.х/мин.

1.3. Основное время

$$t_o = \frac{\pi m z i}{n_{дв.х} S_{кр}} + \frac{h}{n S_{рад}} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 52 \cdot 1}{400 \cdot 0,24} + \frac{0,8 \cdot 8,8}{400 \cdot 0,048} = 7,3 \text{ МИН.}$$

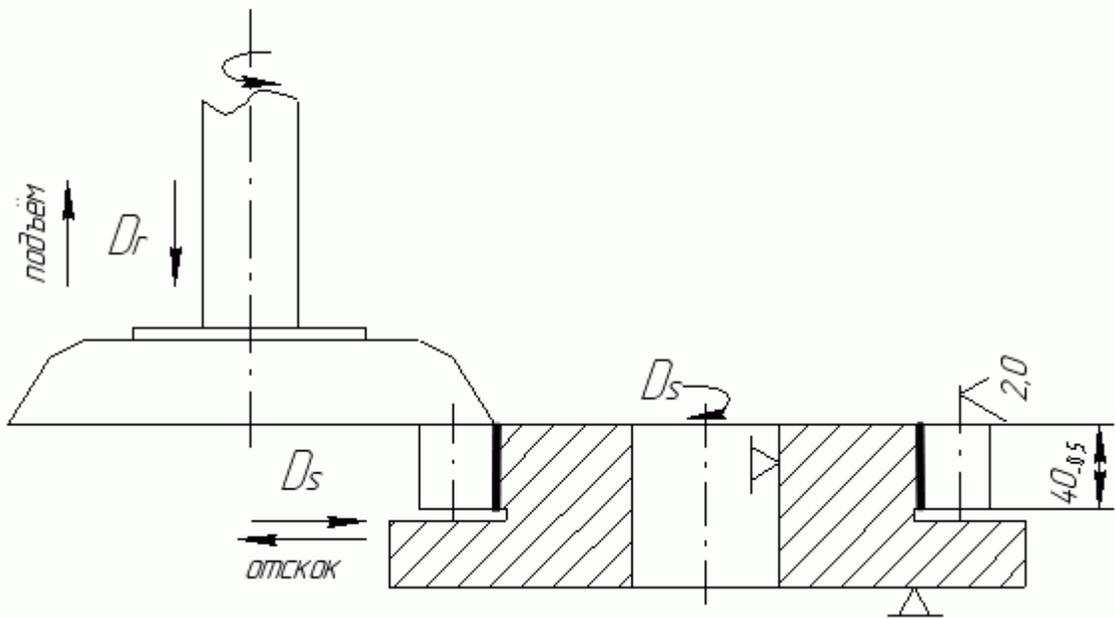


Рис. 7. Схема обработки. Пример 8

2. Определение вспомогательного времени.

2.1. Время на установку и снятие детали $t_{в.учм.1} = 0,12$ мин [4, карта 18, лист 1]. Время на закрепление и открепление заготовки $t_{в.учм.2} = 0,19$ мин [4, карта 18, лист 3, поз. 39]. Общее вспомогательное время $t_{в.учм} = 0,12 + 0,19 = 0,31$ мин.

2.2. Время, связанное с переходом, $t_{в.пер} = 0,02$ мин [4, карта 33, лист 2, поз. 28].

2.3. Время на измерение является перекрываваемым.

2.4. Общее вспомогательное неперекрываваемое время

$$t_e = t_{в.учм} + t_{в.пер} = 0,31 + 0,02 = 0,33 \text{ мин.}$$

3. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 7,3 + 0,33 = 7,63 \text{ мин.}$$

4. Время на обслуживание рабочего места составляет 4% от $t_{оп}$ [4, карта 45]

$$t_{об} = t_{оп} \cdot 0,04 = 7,63 \cdot 0,04 = 0,3 \text{ мин.}$$

5. Время на отдых и личные надобности равняется 4% от $t_{оп}$ [4, карта 45]

$$t_{от.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 0,3 \text{ мин.}$$

6. Норма штучного времени

$$T_{шт} = t_{оп} + t_{об} + t_{от.л} = 7,63 + 0,30 + 0,30 = 8,23 \text{ мин.}$$

2.4. Примеры нормирования шлифовальных операций

Условные обозначения:

\varnothing_d — диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм;

$D_з$ — диаметр заготовки, мм;

D_d — диаметр шлифования, мм;

B_d — ширина шлифования или габаритная ширина расположения шлифуемых поверхностей на столе станка, мм;

l — длина обрабатываемой поверхности детали, мм;

L_d — длина шлифования или габаритная длина расположения шлифуемых поверхностей на столе станка, мм;

B_k — ширина шлифовального круга, мм;

v_k — скорость вращения шлифовального круга, м/с;

v_d — скорость вращения заготовки, скорость стола (продольная или окружная), м/мин;

S_o — продольная подача (мм) на один оборот заготовки (при наружном и внутреннем шлифовании), поперечная подача на оборот стола (при плоском шлифовании на станках с круглым столом) или на ход стола на станках с прямоугольным столом, мм/об., мм/ход;

S_m — минутная продольная подача, мм/мин;

S_{tm} — минутная поперечная подача, мм/мин;

$S_{те.х}$ — подача на глубину на ход стола, мм/ход;

S_{tx} — поперечная подача на двойной ход стола, мм/дв.ход;

S_{to} — подача на глубину на оборот стола, мм/об.;

S_{te} — подача на глубину на оборот детали, мм/об.;

$n_з$ — частота вращения заготовки, мин⁻¹;

i — число ходов;

Π — припуск на шлифование на сторону (с включением допуска на предыдущую обработку), мм;

2Π — припуск на шлифование на диаметр (с включением допуска на предыдущую обработку), мм;

N — мощность резания, кВт;

T_n — время на одну правку шлифовального круга, мин;

T — период стойкости шлифовального круга, мин;

$N_{уд}$ — удельная мощность на 1 мм ширины круга, кВт;

$N_{дв}$ — мощность главного привода станка, кВт;

η — коэффициент полезного действия станка по мощности;

$D_k, D_{рк}$ — диаметр шлифовального (рабочего) круга, мм;

$D_{вк}$ — диаметр ведущего круга, мм;

t — глубина шлифования, мм;

α — угол поворота ведущего круга, град.

Примечание. Отдельные редко употребляемые обозначения расшифровываются в тексте.

Пример 9. Круглое продольное шлифование с продольной подачей

Задание. Определить норму штучного времени на операцию шлифования вала (рис. 8).

Исходные данные.

Заготовка — вал. Материал — сталь 40X, 55 HRC₃. Масса детали 6 кг (по чертежу детали). Точность шлифования — 7-й квалитет. Припуск на диаметр 2П = 0,4 мм (по техпроцессу). Шлифование круглое наружное с продольной подачей. Станок круглошлифовальный модели 3У131 [11], мощность главного привода станка $N_{дв} = 5,5$ кВт, коэффициент полезного действия $\eta = 0,8$ (по паспорту станка). Типоразмер шлифовального круга 1 600х63х305; скорость вращения шлифовального круга $v_k = 35$ м/с (по паспорту станка с уточнением типоразмера круга по каталогу абразивного инструмента [2]). Производство крупносерийное.

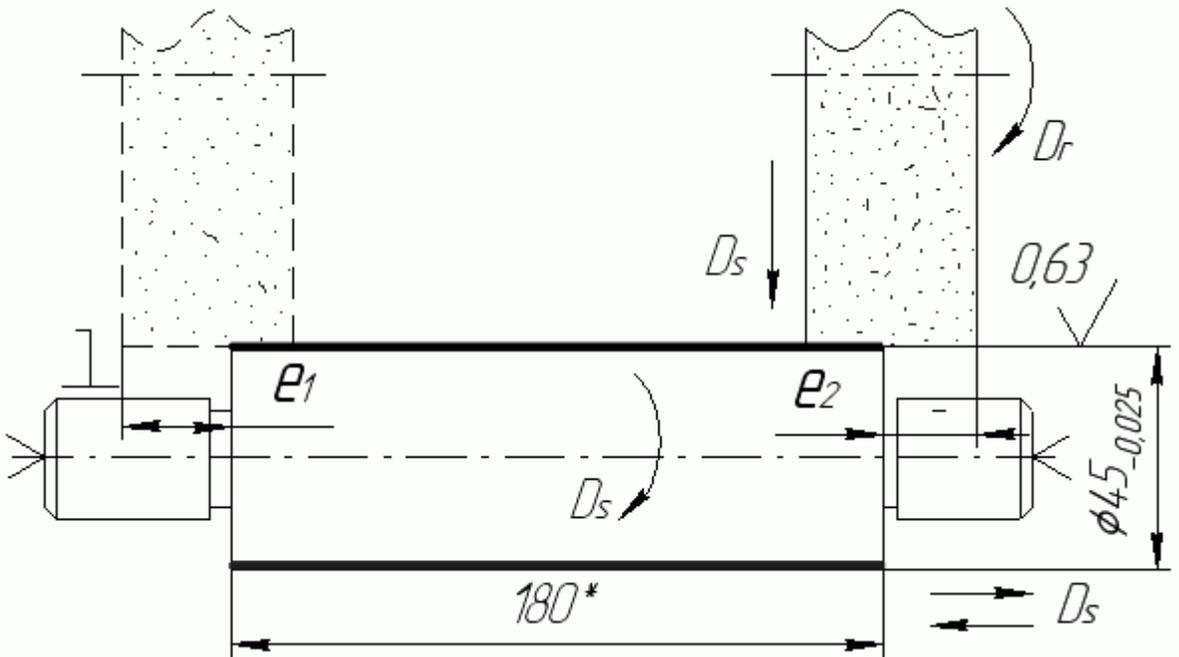


Рис. 8. Схема обработки. Пример 9

Решение

1. Характеристика круга. При шлифовании с продольной подачей легированной стали твердостью 55 HRC₃ (скорость круга $v_k = 35$ м/с, достигаемая шероховатость $R_a = 0,5$ мкм), характеристика шлифовального круга 23A40CM26K [7, карта 3].

2. Определение основного времени.

2.1. Расчётные размеры обработки: диаметр шлифования $D_{д} = \varnothing + 2П = 45,4$ мм, длина шлифования $L_{д} = l + l_1 + l_2 - B_k$, где $l = 180$ мм, $l_1 = l_2 = (0,3...0,5) B_k$, длина перебега шлифовального круга; $L_{д} = 180 + 0,8 B_k - B_k = 167$ мм. Принимаем $L_{д} = 170$ мм.

2.2. По нормативам [7], а также паспортным данным станка определяются продольная подача заготовки, поперечная подача шлифовального круга, скорость вращения заготовки:

$$S_M = 4 \text{ м/мин}; S_t = 0,0075 \text{ мм/ход}; v_3 = 28,1 \text{ м/мин.}$$

2.3. Основное время

$$t_o = \frac{L_{\partial} \Pi}{S_M S_t} = \frac{170 \cdot 0,2}{4000 \cdot 0,0075} = 1,13 \text{ мин.}$$

3. Определение вспомогательного времени.

3.1. Время на установку и снятие заготовки t_{ycm} при шлифовании в центрах (время на закрепление хомутика перекрывается основным и поэтому не учитывается) при массе заготовки до 8 кг равно 0,23 мин [4, карта 6].

3.2. Вспомогательное время, связанное с обработкой поверхности $t_{пер}$ определяем по карте нормативов [4, карта 44, лист 1]. При шлифовании с измерением жёсткой скобой при точности 7-го качества, диаметре вала до 50 мм на станке I группы при длине обработки до 250 мм вспомогательное время

$$t_{пер} = 0,49 \text{ мин.}$$

3.3. Вспомогательное время на контрольные измерения определяем по карте нормативов [4, карта 43, лист 2].

При измерении вала (длина 180 мм, жёсткая односторонняя предельная скоба, точность 7-го качества, диаметр до 50 мм) время $t_{uzm} = 0,13$ мин.

3.4. Полное вспомогательное время на операцию

$$t_e = t_{ycm} + t_{пер} + t_{uzm} = 0,24 + 0,60 + 0,13 = 0,97 \text{ мин.}$$

4. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 1,131 + 0,97 = 2,10 \text{ мин.}$$

5.1. Время на обслуживание подразделяется на время технического и организационного обслуживания. Время на техническое обслуживание

$$t_{mex} = \frac{T_n t_o}{T}$$

Время на одну правку $T_n = 1,6$ мин [4, карта 45, лист 6]. Период стойкости для круглого наружного шлифования $T = 15$ мин [7, приложение I].

Тогда

$$t_{mex} = \frac{1,6 \cdot 1,13}{15} = 0,12 \text{ мин.}$$

5.2. Время на организационное обслуживание определяется в % от $t_{оп}$. Для круглошлифовального станка 3У131 $t_{орз} = 1,0\%$ от $t_{оп}$ [4, карта 45, лист 12]:

$$t_{орз} = 2,1 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ мин.}$$

5.3. Общее время на обслуживание рабочего места

$$t_{об} = t_{mex} + t_{орз} = 0,12 + 0,02 = 0,14 \text{ мин.}$$

6. Время на отдых и личные надобности определится по карте нормативов [4, карта 46]

$$t_{от.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 2,1 \cdot 0,04 = 0,084 \text{ мин.}$$

7. Норма штучного времени на операцию

$$T_{шт} = t_{оп} + t_{об} + t_{от.л} = 2,1 + 0,14 + 0,084 = 2,324 \approx 2,3 \text{ мин.}$$

Пример 10. Шлифование круглое наружное с радиальной подачей

Задание. Определить норму времени на операцию шлифования шейки и бурта валика (рис. 9).

Исходные данные.

Заготовка — вал; материал — сталь ШХ15, твёрдость 56 HRC₃; масса заготовки 3 кг (по чертежу детали); операция шлифования шейки и бурта валика, переход 1 — шлифование шейки, переход 2 — шлифование бурта, точность 7-го качества; шлифование врезное в центрах с хомутиком; припуск на диаметр шейки вала $2\Pi = 0,4$ мм; припуск на шлифование торца $\Pi = 0,2$ мм (по техпроцессу и справочнику [1]); станок универсальный круглошлифовальный модели ЗУ142; мощность привода шлифовального круга $N_{дв} = 7,5$ кВт, коэффициент полезного действия станка $\eta = 0,8$; типоразмер шлифовального круга 1 600x80x305; скорость вращения круга $v_k = 35$ м/с (по паспорту станка и справочнику [11]); производство серийное, партия заготовок $n_n = 80$ шт.

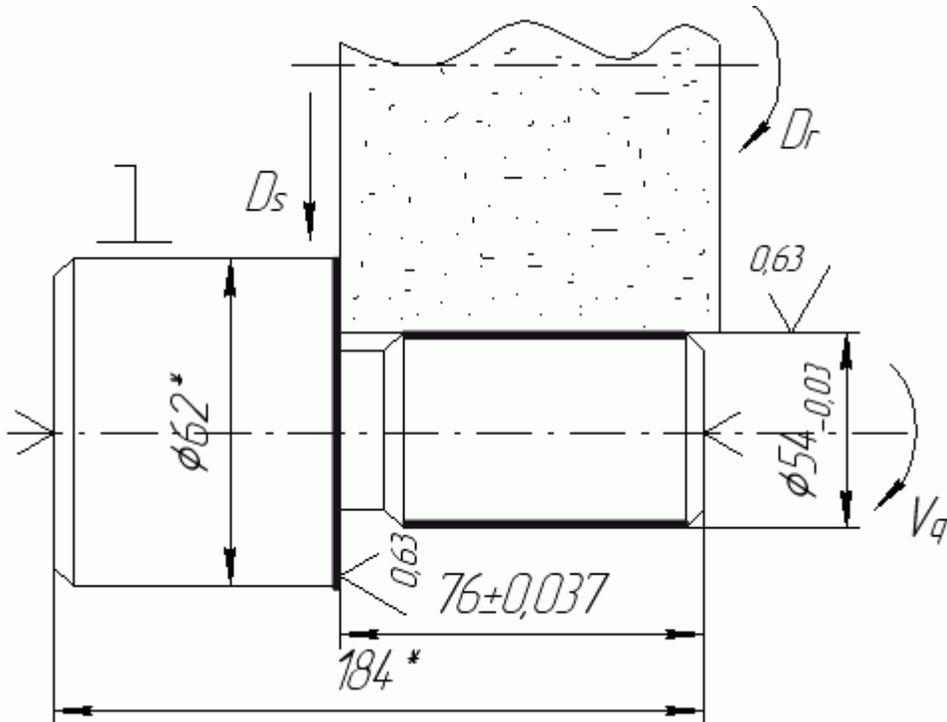


Рис. 9. Схема обработки. Пример 10

Решение

1. Характеристика шлифовального круга.

Для обеспечения шероховатости поверхности $R_a = 0,63$ мкм при шлифовании с радиальной подачей стали с твёрдостью $HRC_3 = 56$ рекомендуется характеристика шлифовального круга 24A16C25K [7, карта 3].

2. Определение основного времени.

Переход 1 — шлифование шейки вала.

2.1. Расчётные размеры обработки: диаметр шлифования $D_e = D_d + 2\Pi = 54 + 0,4 = 54,4$ мм, длина рабочего хода перемещения бабки шлифовального круга в радиальном направлении $L_{px} = \Pi = 0,2$ мм.

2.2. По нормативам [7], а также паспортным данным станка определяются минутная поперечная подача $S_{tm} = 0,4$ мм/мин.

2.3. Основное время

$$t_o = \frac{\Pi}{S_{tm}} = \frac{0,2}{0,40} = 0,50 \text{ мин.}$$

Переход 2 — шлифование торца.

2.4. Расчётные размеры обработки: диаметр шлифования $D = 62$ мм; припуск $\Pi = 0,2$ мм, длина рабочего хода шлифовальной бабки в поперечном направлении $L_{px} = l + l_1$, где $l = \Pi = 0,2$ мм; l_1 — возможная погрешность установки детали в центрах станка.

Принимаем $l_1 = 0,05$ мм; $L_{px} = 0,2 + 0,05 = 0,25$ мм; длина шлифования $l_d = (D - d) : 2 = (62 - 54) : 2 = 4$ мм.

2.5 По нормативам [7], а также паспортным данным станка определяется поперечная подача $S_{nm} = 2,1$ мм/мин.

2.6. Основное время

$$t_{02} = \frac{n}{S_{tm}} \quad \text{или} \quad t_{02} = \frac{L_{pm}}{S_{tm}} = \frac{0,25}{2,1} = 0,12 \text{ мин.}$$

2.7. Основное время на операцию

$$t_o = t_{o1} + t_{o2} = 0,55 + 0,12 = 0,67 \text{ мин.}$$

3. Определение вспомогательного времени.

3.1. Время на выполнение комплекса приёмов по установке заготовки в центрах с надеванием хомутика (масса детали 3 кг) $t_{e,ycm} = 0,26$ мин [4, карта 6, поз. 2].

3.2. Время, связанное с обработкой поверхности при шлифовании с радиальной подачей вала $\varnothing 54h7$ и измерении универсальным измерительным инструментом, $t_{пер1} = 0,42$ мин [4, карта 44, поз. 54].

3.3. Время, связанное с переходом по шлифованию торца $\varnothing 62$ мм, при измерении размера $76 \pm 0,037$, $t_{пер2} = 0,49$ мин [4, карта 44, поз. 49].

3.4. Время на контроль микрометром $\varnothing 54h7$ после окончания операции измерения $t_{e,uzm} = 0,19$ мин [4, карта 43, поз.164]. Поправочный коэффициент на периодичность контроля при работе по лимбу равен единице [4, карта 44].

Вспомогательное время на операцию

$$t_e = t_{e,ycm} + t_{e,пер1} + t_{uzm} = 0,26 + 0,42 + 0,49 + 0,19 = 1,36 \text{ мин.}$$

4. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 0,67 + 1,36 = 2,03 \text{ мин.}$$

5. Время на обслуживание подразделяется на техническое обслуживание и организационное.

Время на техническое обслуживание

$$t_{mex} = \frac{T_n t_o}{T}$$

Время на одну правку $T_n = 2,2 + 1,2 = 3,4$ мин [4, карта 45, поз. 14, 15].

Период стойкости шлифовального круга $T = 15$ мин [7, приложение I].

Тогда

$$t_{mex} = \frac{3,4 \cdot 0,67}{15} = 0,15 \text{ мин.}$$

Время на организационное обслуживание определяется в % от $t_{оп}$.

Для круглошлифовального станка ЗУ142 $t_{орг} = 1,0\%$ от $t_{оп}$ [4, карта 45, лист 12].

$$t_{орг} = 2,03 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ мин.}$$

Общее время на обслуживание рабочего места:

$$t_{об} = t_{mex} + t_{орг} = 0,15 + 0,02 = 0,17 \text{ мин.}$$

6. Время на отдых и личные надобности составит 4% от $t_{оп}$ [4, карта 46]

$$t_{ом.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 2,03 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ мин.}$$

7. Норма штучного времени

$$T_{шт} = 2,03 + 0,17 + 0,08 = 2,28 \text{ мин.}$$

8. Подготовительно-заключительное время на наладку станка, инструмента и приспособления при установке деталей в центрах для станка с наибольшим диаметром изделия до 300 мм равно 10 мин, на получение и сдачу инструмента — 7 мин. Тогда $T_{п.з} = 10 + 7 = 17$ мин [4, карта 60].

9. Норма времени

$$T = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n_{пр}} = 2,28 + \frac{17}{80} = 2,49 \text{ мин.}$$

Пример 11. Внутреннее шлифование и шлифование торца

Задание. Определить норму штучного времени на операцию шлифования отверстия и торца втулки (рис. 10, см. с. 32).

Исходные данные.

Заготовка — втулка; материал — сталь 45; твёрдость 40 HRC₃; размеры обработки даны на эскизе, точность обработки: отверстия — по 8-му качеству, торца — по 11; масса детали 7,6 кг (по чертежу детали).

Операция шлифования:

1 переход — шлифовать отверстие (шлифование внутреннее с продольной подачей), шлифовальный круг 1 150x40x16, скорость вращения круга $v_k = 35$ м/с, припуск на диаметр $2\Pi = 0,4$ мм;

2 переход — шлифовать торец (врезное шлифование), шлифовальный круг 4Ц 150x80x32 (по техпроцессу и справочнику [11]); станок внутришлифовальный модели 3К228В; установка детали в патроне. $N_{дв} = 5,5$ кВт, $\eta = 0,85$ (по паспорту станка и справочнику [11]); производство крупносерийное.

Решение

1. Шлифовальный круг.

1.1. Выбор шлифовального круга для обработки отверстия $\varnothing 94H8$.

При обработке стали твёрдости 40 HRC₃ с продольной подачей (скорость $v_k = 35$ м/с, шероховатость поверхности $R_a = 0,63$ мкм) характеристика шлифовального круга 24A16C25K [7, карта 3].

1.2. Выбор шлифовального круга для обработки торца.

При врезном шлифовании стали твёрдости 40 HRC₃ (скорость шлифовального круга $v_k = 35$ м/с, обеспечиваемая шероховатость поверхности $R_a = 2,5$ мкм) характеристика шлифовального круга 14A40CM26K [7, карта 3].

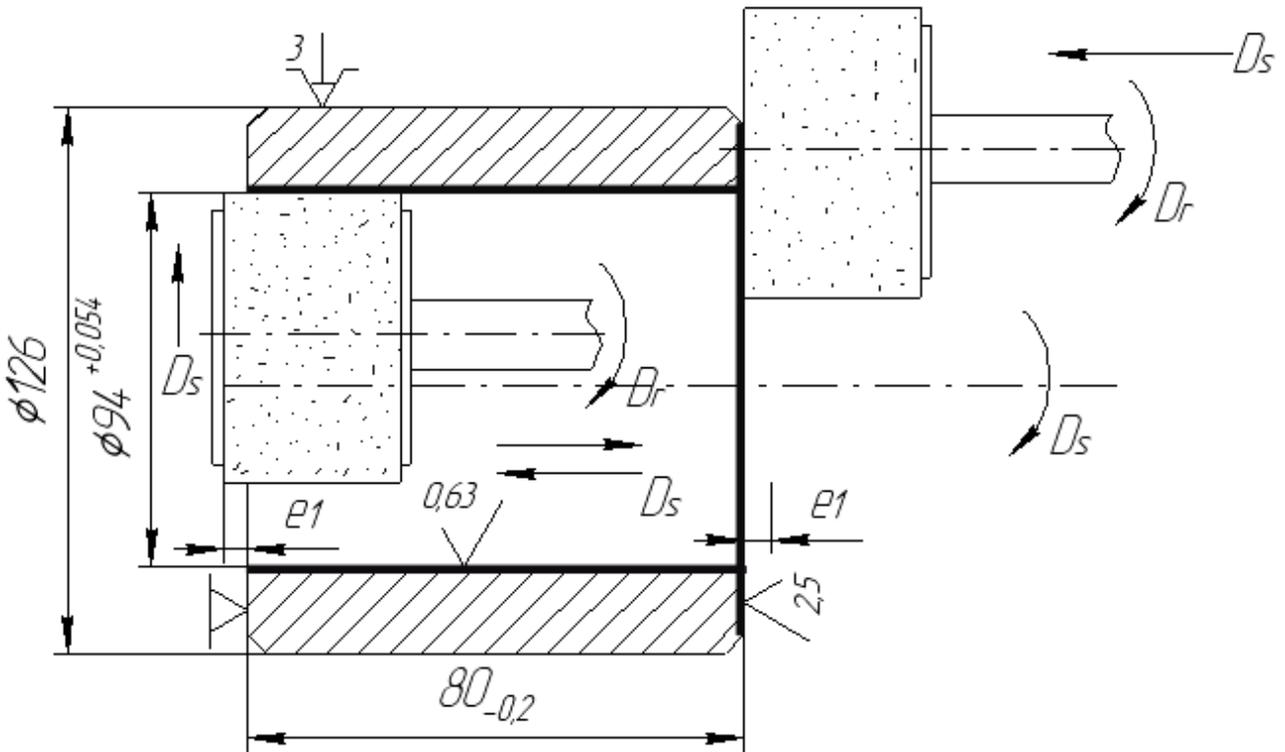


Рис. 10. Схема обработки. Пример 11

2. Расчёт основного времени.

Переход 1 — шлифование отверстия.

2.1. Расчётные размеры обработки: диаметр шлифования $D_\theta = 94$ мм, длина шлифования $L_3 = l + l_1 + l_2 - BK$, перебеги шлифовального круга $l_1 = l_2 = (0,3...0,5) B$.

Принимаем $l_1 = l_2 = 0,5 B$, тогда $L_\theta = l$ (длина детали).

Припуск на диаметр $2\Pi = 0,4$ мм.

2.2. По нормативам [7], а также паспортным данным станка определяются минутная продольная и поперечная подачи:

$$S_M = 3080 \text{ мм/мин}, S_t = 0,006 \text{ мм/дв.ход.}$$

2.3. Основное время

$$t_{01} = \frac{2L_{px} \Pi}{S_M S_t} = \frac{2 \cdot 90 \cdot 0,2}{3080 \cdot 0,006} = 1,95 \text{ мин.}$$

Переход 2 — шлифование торца.

2.4. Расчётные размеры обработки: диаметр шлифования $D = 26 \text{ мм}$; $L_3 = \Pi = 0,3 \text{ мм}$.

2.5 По нормативам [7], а также паспортным данным станка определяется минутная поперечная подача $S_{tm} = 0,32 \text{ мм/мин}$.

2.6. Основное время

$$t_{02} = \frac{\Pi}{S_{tm}} = \frac{0,3}{0,32} = 0,94 \text{ мин.}$$

2.7. Основное время на операцию

$$t_o = t_{01} + t_{02} = 1,95 + 0,94 = 2,89 \text{ мин.}$$

3. Расчёт вспомогательного времени.

3.1. Время на комплекс приёмов по установке заготовок массой 7,8 кг в патроне с выверкой её положения по индикатору $t_{в.узм} = 1,35 \text{ мин}$ [4, карта 2, поз. 4].

3.2. Время на комплекс приёмов, связанных с обработкой поверхности отверстия длиной до 100 мм, и измерением универсальным измерительным инструментом с точностью 8 качества, при обработке на станке второй группы $t_{в.пер1} = 0,6 \text{ мин}$ [4, карта 35, поз. 15].

3.3. Время на комплекс приёмов, связанных с обработкой торца и измерением калибром с точностью до 0,1 мм при измеряемой длине до 100 мм, $t_{в.пер2} = 0,49 \text{ мин}$ [4, карта 35, поз. 41].

3.4. Вспомогательное время на операцию

$$t_e = t_{в.узм} + t_{в.пер1} + t_{в.пер2} = 1,35 + 0,6 + 0,49 = 2,34 \text{ мин.}$$

4. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 2,89 + 2,34 = 5,23 \text{ мин.}$$

5. Время на обслуживание подразделяется на техническое и организационное. Время на техническое обслуживание

$$t_{mex} = \frac{T_n t_o}{T}$$

Время на одну правку $T_n = 0,85 + 0,65 = 1,5 \text{ мин}$ [4, карта 45, лист 8, поз. 19, 32]. Период стойкости шлифовального круга $T = 6 \text{ мин}$ [7, приложение I].

Тогда

$$t_{mex} = \frac{1,5 \cdot 2,89}{6} = 0,72 \text{ мин.}$$

5.2 Время на организационное обслуживание определяется в % от $t_{оп}$. Для внутришлифовального станка 3К228В $t_{опз} = 2,5\%$ от $t_{оп}$ [4, карта 45, лист 12] $t_{опз} = 5,23 \cdot 0,025 = 0,13$ мин.

5.3. Общее время на обслуживание рабочего места

$$t_{об} = t_{мех} + t_{опз} = 0,72 + 0,13 = 0,85 \text{ мин.}$$

6. Время на отдых и личные надобности составит 4% от $t_{оп}$ [4, карта 46]

$$t_{ом.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 5,23 \cdot 0,04 = 0,21 \text{ мин.}$$

7. Норма штучного времени

$$T_{шт} = 5,23 + 0,85 + 0,21 = 6,29 \text{ мин.}$$

Пример 12. Бесцентровое шлифование с продольной подачей

Задание. Определить норму штучного времени на операцию бесцентрового шлифования вала с продольной подачей (рис. 11).

Исходные данные.

Заготовка — вал.

Материал заготовки — сталь 40.

Твёрдость 60HRC₃. Размеры обработки даны на эскизе (рис. 11), масса детали 1,5 кг (по чертежу детали); мерительный инструмент — жесткая скоба; шлифование на проход с опорой на нож; припуск на диаметр 2П = 0,5 мм (по техпроцессу); станок бесцентровошлифовальный 3М184; шлифовальный круг (рабочий) 1 500x100x203, ведущий круг 350x100x203; $N_{дв} = 14$ кВт, $\eta = 0,8$.

Производство крупносерийное.

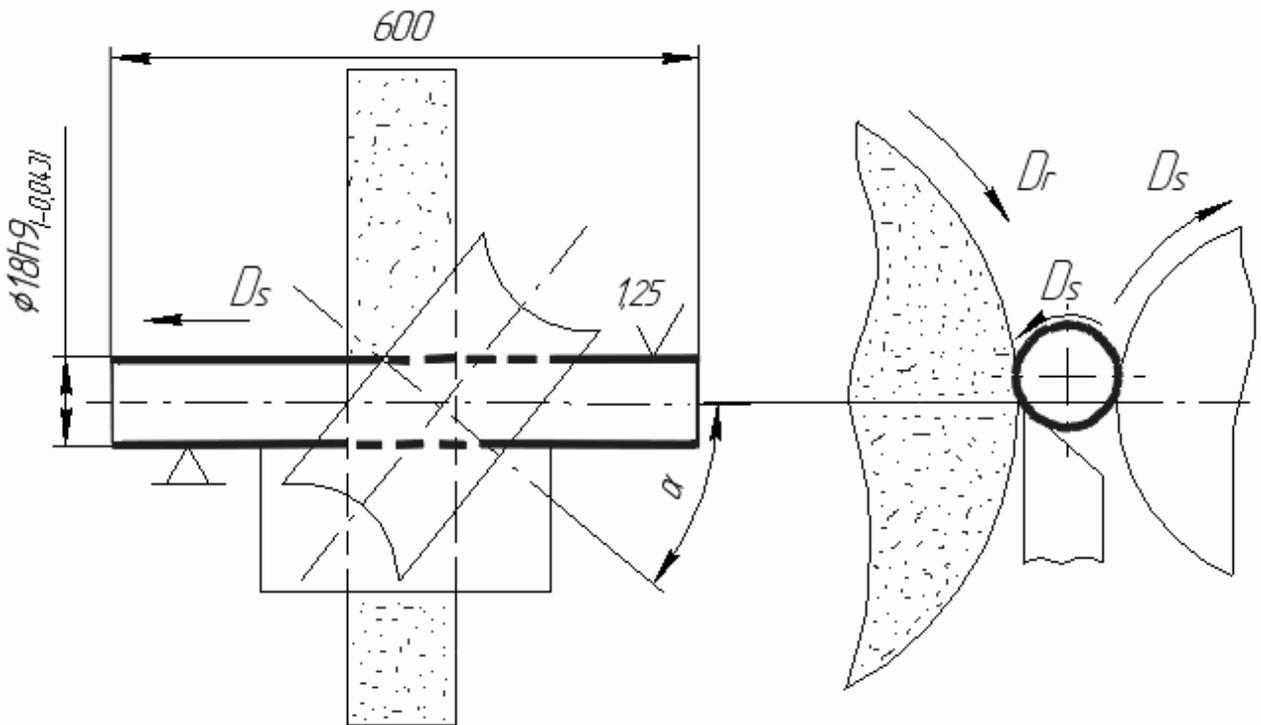


Рис. 11. Эскиз вала к примеру 12

Решение

1. Характеристика круга. По карте нормативов [7, карта 3] при шлифовании с продольной подачей сталей твёрдости 60 HRC₃ для обеспечения шероховато-

сти обработанной поверхности $R_a = 1,25$ мкм рекомендуется характеристика шлифовального круга 24A40CM26K.

2. Определение основного времени.

2.1. Расчётные размеры обработки: диаметр шлифования $D_3 = D_0 + 2\Pi = 18 + 0,5 = 18,5$ мм, длина шлифования $L_{ш} = l + B_k = 600 + 100 = 700$ мм, припуск $2\Pi = 0,5$ мм.

2.2. По нормативам [7], а также паспортным данным станка определяются минутная продольная подача и число ходов $S_{пр.м} = 1910$ мм/мин, $i = 3$.

2.3. Основное время

$$t_o = \frac{L_{ш}i}{S_m} = \frac{700 \cdot 3}{1910} = 1,1 \text{ мин.}$$

3. Расчёт вспомогательного времени.

3.1. Время на установку и снятие детали $t_{узм} = 0,15$ мин [4, карта 38]. Если это время меньше t_o , то оно является перекрываемым.

3.2. Время, связанное с обработкой поверхности $t_{пер}$, определяется в % от основного времени. Для бесцентрового шлифования с продольной подачей оно составляет 3,3% от t_o

$$t_{пер} = 1,1 \cdot 0,033 = 0,036 \text{ мин.}$$

Таким образом, $t_e = 0,036$ мин.

4. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 1,1 + 0,036 = 1,136 \text{ мин.}$$

5. Время на обслуживание подразделяются на техническое и организационное.

5.1. Время на техническое обслуживание

$$t_{тех} = \frac{T_n t_o}{T}$$

Время на одну правку $T_n = 2,6$ мин [4, карта 45, лист 11]. Период стойкости шлифовального круга $T = 10$ мин [7, приложение I].

Тогда

$$t_{тех} = \frac{1,5 \cdot 1,1}{10} = 0,165 \text{ мин.}$$

5.2 Время на организационное обслуживание определяется в % от $t_{оп}$.

Для $t_{оп}$ [4, карта 45, лист 12]

$$t_{орг} = 1,136 \cdot 0,03 = 0,034 \text{ мин.}$$

5.3. Общее время на обслуживание рабочего места

$$t_{обс} = t_{тех} + t_{орг} = 0,165 + 0,034 = 0,2 \text{ мин.}$$

6. Время на отдых и личные надобности составит 4% от $t_{оп}$ [4, карта 46]

$$t_{от.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 1,136 \cdot 0,04 = 0,045 \text{ мин.}$$

7. Норма штучного времени

$$T_{um} = 1,136 + 0,034 + 0,045 = 1,215 \text{ мин.}$$

Пример 13. Плоское шлифование периферией круга на станках с прямоугольным столом

Задание. Определить норму штучного времени на операцию шлифования плоскости колец (рис. 12).

Исходные данные.

Заготовка — кольцо; материал — сталь 1Х13, твёрдость 45 HRC₃; масса детали 0,6 кг (по чертежу детали).

Операция плоскошлифовальная. Шлифовать торец (рис. 12а). Установка деталей на магнитной плите, припуск $\Pi = 0,25$ мм (по техпроцессу и справочнику [1]); станок плоскошлифовальный модели 3В722; стол прямоугольный 320х800 мм; $N_{дв} = 15$ кВт, $\eta = 0,85$; типоразмер шлифовального круга 1 450х80х203; скорость вращения круга $v_k = 35$ м/с (по паспорту станка и справочнику [10]).

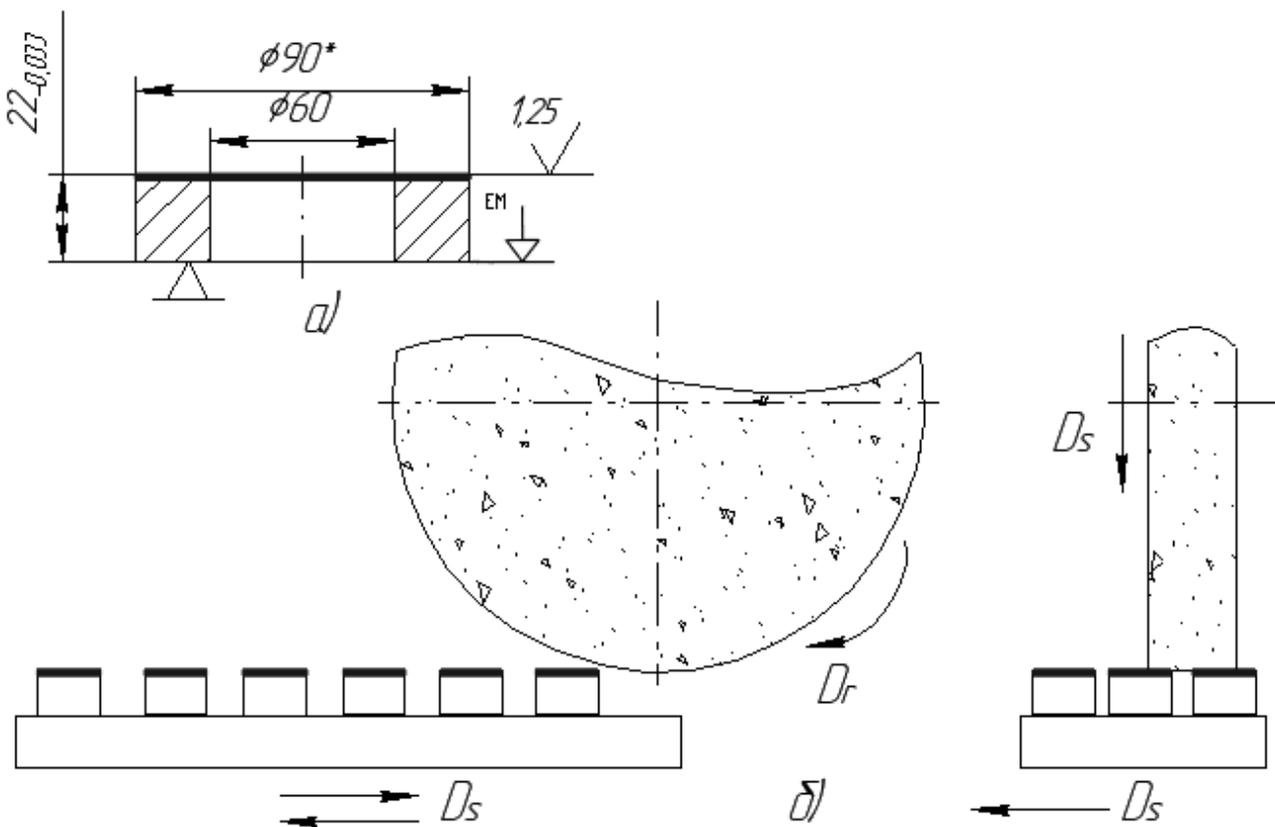


Рис. 12. Схема обработки.

Пример 13: эскиз обработки (а); схема наладки (б)

Решение

1. Выбор шлифовального круга. Для шлифования плоскости периферией круга (твёрдость стали 45 HRC₃, шероховатость поверхности $R_a = 1,25$) рекомендуется характеристика шлифовального круга 14А25СМ26К [7, карта 18].

2. Определение основного времени.

2.1. Расчётные размеры обработки:

длина шлифования $L_{\partial} = 720$ мм;

ширина шлифования $B_{\partial} = 270$ мм в соответствии с числом деталей, установленных на столе станка ($3 \cdot 90 = 270$, $8 \cdot 80 = 640$). Принимаем ширину шлифования = 720.

2.2. По нормативам [7], а также паспортным данным станка определяются скорость продольного движения стола, поперечная подача стола, вертикальная подача шлифовального круга:

$$v_3 = 12,5 \text{ м/мин}, S_o = 32 \text{ мм/ход}, S_e = 0,015 \text{ мм/ход}.$$

2.3. Основное время [7, карта 19, лист 4]

$$t_o = \frac{L_{\partial} B_{\partial} \Pi}{1000 v_3 S_o S_{e\partial}} = \frac{785 \cdot 270 \cdot 0,25}{1000 \cdot 12,5 \cdot 32 \cdot 0,015 \cdot 24} = 0,38 \text{ мин}.$$

3. Определение вспомогательного времени.

3.1. Время на комплекс приёмов по установке и снятию заготовки на электромагнитной плите при массе детали до 1 кг и числе установленных деталей до 25 шт. $t_{e.ycm} = 1,3$ мин [4, карта 13].

3.2. Время на комплекс приёмов, связанных с обработкой и измерением универсальным измерительным инструментом (микрометром) при точности измерения 0,033 мкм и измеряемом размере до 50 мм $t_{e.пер.} = 0,85$ мин [4, карта 35].

3.3. Время на снятие заготовки для измерения $t_{e.изм} = 0,55$ мин [4, карта 36].

3.4. Вспомогательное время на операцию

$$t_e = t_{e.ycm} + t_{e.пер.} + t_{e.изм} = 1,3 + 0,85 + 0,55 = 2,7 \text{ мин}.$$

Вспомогательное время на одну заготовку $t_e = 2,7 : 24 = 0,11$ мин.

4. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 0,38 + 0,11 = 0,49 \text{ мин}.$$

5. Время на обслуживание подразделяется на техническое и организационное.

Время технического обслуживания

$$t_{mex} = \frac{T_n t_o}{T}$$

Время на одну правку $T_n = 0,95$ мин [4, карта 45, лист 10]. Период стойкости шлифовального круга $T = 15$ мин [7, приложение I]. Тогда

$$t_{mex} = \frac{0,95 \cdot 0,38}{15} = 0,02 \text{ мин}.$$

Время на организационное обслуживание определяется в % от $t_{оп}$.

Для плоскошлифовального станка 3В722 $t_{орг} = 1,5\%$ от $t_{оп}$ [4, карта 45, лист 2]

$$t_{орг} = 0,49 \cdot 0,015 = 0,007 \text{ мин}.$$

Общее время на обслуживание рабочего места

$$t_{об} = t_{mex} + t_{орг} = 0,02 + 0,007 = 0,027 \text{ мин}.$$

6. Время на отдых и личные надобности составит 4% от $t_{оп}$ [4, карта 46]

$$t_{от.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 0,49 \cdot 0,04 = 0,02 \text{ мин}.$$

7. Норма штучного времени

$$T_{шт} = t_{оп} + t_{об} + t_{ом.л} = 0,49 + 0,027 + 0,02 \cong 0,54 \text{ мин.}$$

Пример 14. Плоское шлифование периферией круга на станках с круглым столом

Задание. Определить норму штучного времени на операцию шлифования плоскости шайбы (рис. 13).

Исходные данные.

Заготовка — шайба регулировочная; материал — сталь 20, твёрдость 42 HRC₃; масса заготовки 0,25 кг (по чертежу детали).

Шлифование торцов в два перехода:

1-й переход — торец 1 в размер 16,4h8 (-0,027);

2-й переход — торец 2 в размер 16,2h8 (-0,027) (рис. 13).

Припуск $2\Pi = 0,4$ мм. Станок плоскошлифовальный модели ЗП740 с круглым столом диаметром 400 мм, крепление магнитное.

Шлифовальный круг 1 400x63x203 (по паспорту станка и справочникам [2, 11]). Производство крупносерийное.

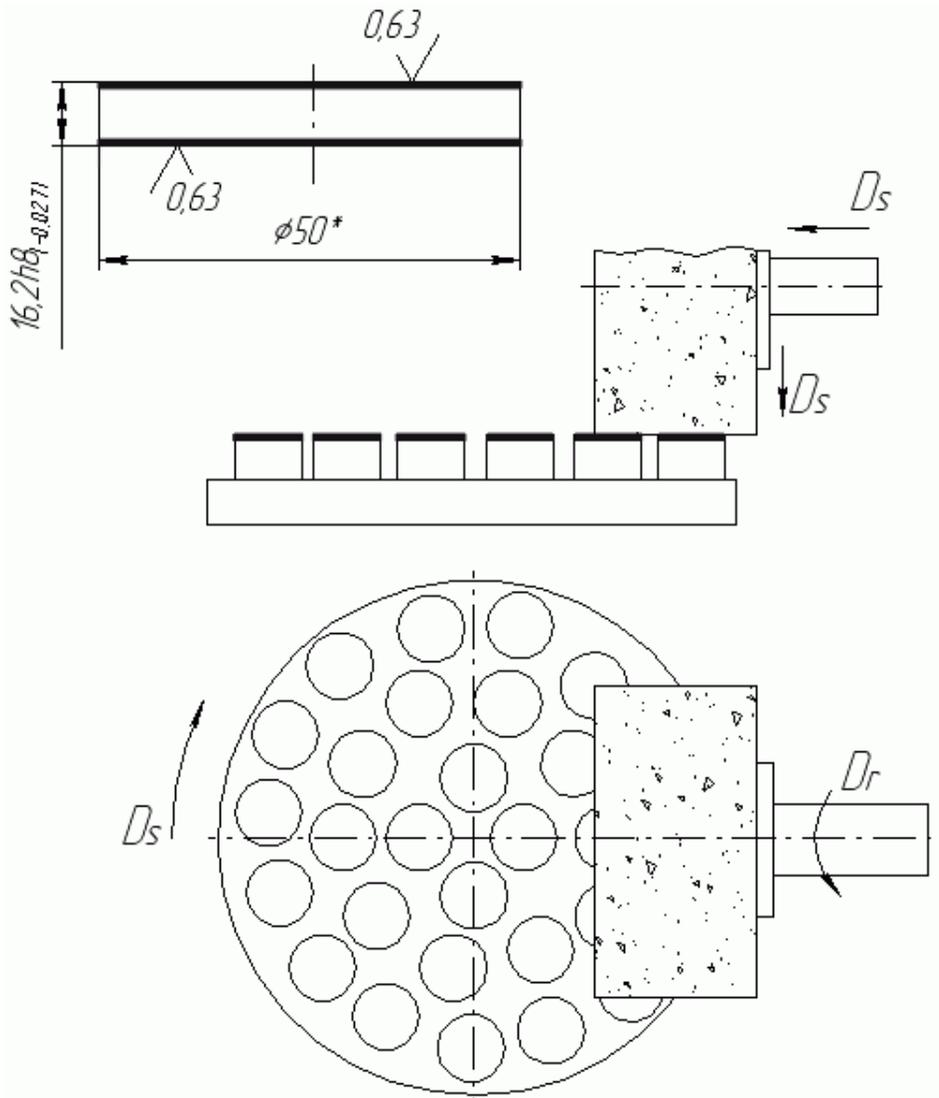


Рис. 13. Схема обработки.

Пример 14: эскиз обработки (а); схема наладки (б)

Решение

1. Выбор шлифовального круга.

Для шлифования плоскости периферией круга (твёрдость стали 42 HRC₃, шероховатость поверхности $R_a = 0,63$) выбирают шлифовальный круг 1 400x63x203 с характеристикой 14A16CM26-7K [7, карта 18].

2. Определение основного времени.

Переход 1 — шлифование торца 1 детали в размер 16,4h8 (-0,027).

2.1. Расчётные размеры обработки. Принимаем наружный диаметр расположения деталей на столе равным 380 мм, внутренний диаметр стола равен 80 мм. Число укладываемых на магнитном столе деталей q :

1 ряд — 20;

2 ряд — 14;

3 ряд — 8.

Всего 42 детали.

Длина рабочего хода шлифовального круга

$$L_{p.x} = \frac{D_{\delta} - D_{\epsilon}}{2} = \frac{380 - 80}{2} = 150 \text{ мм.}$$

Средний диаметр расположения деталей на магнитном столе

$$D_{cp} = \frac{D_{\delta} + D_{\epsilon}}{2} = \frac{380 + 80}{2} = 230 \text{ мм.}$$

Припуск на сторону $\Pi = 0,2$ мм.

2.2. По нормативам [7], а также паспортным данным станка определяются скорость вращения стола станка, поперечная подача круга, вертикальная подача круга: $v_c = 12,5$ м/мин, $S_o = 16$ м/мин, $S_e = 0,021$ мм/дв.ход.

2.3. Основное время

$$t_o = \frac{\pi D_{cp} L_{p.x} \Pi}{1000 v_c S_o S_e q} = \frac{3,14 \cdot 230 \cdot 150 \cdot 0,2}{1000 \cdot 12,5 \cdot 16 \cdot 0,021 \cdot 42} = 0,12 \text{ мин.}$$

Так как второй переход полностью аналогичен первому, то общее основное время равно 0,24 мин.

3. Определение вспомогательного времени на операцию.

3.1. Время на комплекс приёмов по установке и снятию заготовки на электромагнитном столе при массе детали до 0,25 кг, числе устанавливаемых заготовок до 50 шт и чистовом шлифовании $t_{e.ycm1} = 1,5$ мин [4, поз. 6, карта 13].

3.2. Время на переустановку заготовок при выполнении перехода 2 $t_{e.ycm2} = 1,5$ мин.

3.3. Время, связанное с обработкой поверхности при измерении универсальным инструментом с точностью 0,03 мм (диаметр стола 400 мм),

$$t_{e.пер} = 0,80 \cdot 2 = 1,60 \text{ мин.}$$

3.4. Время на снятие детали для измерения при точности 0,03 мм $t_{e.изм} = 0,55$ мин.

3.5. Вспомогательное время на операцию

$$t_e = t_{e.учм1} + t_{e.учм2} + t_{e.пер} + t_{e.узм} = 1,5 + 1,5 + 1,6 + 0,55 = 5,15 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на одну заготовку $t_{e,y}$

$$\frac{t_B}{q} = \frac{5,15}{42} = 0,12 \text{ мин.}$$

4. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 0,12 + 0,12 = 0,24 \text{ мин.}$$

5. Время на обслуживание подразделяется на время технического и организационного обслуживания. Время на техническое обслуживание

$$t_{mex} = \frac{T_n t_o}{T}$$

Время на одну правку $T_n = 1,1$ мин [4, карта 45, лист 10].

Период стойкости шлифовального круга $T = 15$ мин [7, приложение I].

Тогда

$$t_{mex} = \frac{1,1 \cdot 0,12}{15} = 0,09 \text{ мин.}$$

Время на организационное обслуживание определяется в % от $t_{оп}$. Для плоскошлифовального станка ЗП740 $t_{орг} = 1,5\%$ от $t_{оп}$ [4, карта 45, лист 2]

$$t_{орг} = 0,24 \cdot 0,015 = 0,004 \text{ мин.}$$

Общее время на обслуживание рабочего места

$$t_{об} = t_{mex} + t_{орг} = 0,09 + 0,004 = 0,094 \text{ мин.}$$

6. Время на отдых и личные надобности равно 4% от $t_{оп}$ [4, карта 46]

$$t_{от.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 0,24 \cdot 0,04 = 0,01 \text{ мин.}$$

7. Норма штучного времени

$$T_{шт} = t_{оп} + t_{об} + t_{от.л} = 0,24 + 0,094 + 0,01 = 0,344 \text{ мин.}$$

Пример 15. Плоское шлифование торцом круга

Задание. Определить норму штучного времени на операцию шлифования торца фланца (рис. 14, см. с. 41).

Исходные данные.

Заготовка — упорный фланец. Размеры даны на эскизе детали (рис. 14, см. с.

41). Масса детали 1,25 кг. Шлифование торца в один переход двумя кругами. Припуск $P = 0,32$ мм (по техпроцессу и справочнику [1]). Станок плоскошлифовальный двухшпиндельный ЗП772-2, диаметр электромагнитного стола 1000 мм. Шлифовальные круги 1 К 500x150x380 (по паспорту станка и справочнику [1]). Производство крупносерийное.

Решение

1. Выбор шлифовальных кругов. Для шлифования плоскости торцом круга (твёрдость стали 45 HRC₃, шероховатость поверхности $R_a = 1,25$) выбирают шлифовальный круг для чистового шлифования 1 К 500x125x380 с характери-

стикой 24A25СМ16Б. Для чернового шлифования выбираем круг с характеристикой 14А40СМ26Б [7, карта 18].

2. Расчёт основного времени.

2.1. Расчётные размеры обработки: наружный диаметр стола станка 1000 мм, внутренний — 630 мм. Принимаем наружный диаметр расположения деталей равным 950 мм, внутренний диаметр — 630 мм (по паспорту станка и справочнику [11]). Число укладываемых на магнитном столе заготовок q :

- 1 ряд — 34;
- 2 ряд — 27.

Всего 61 деталь.

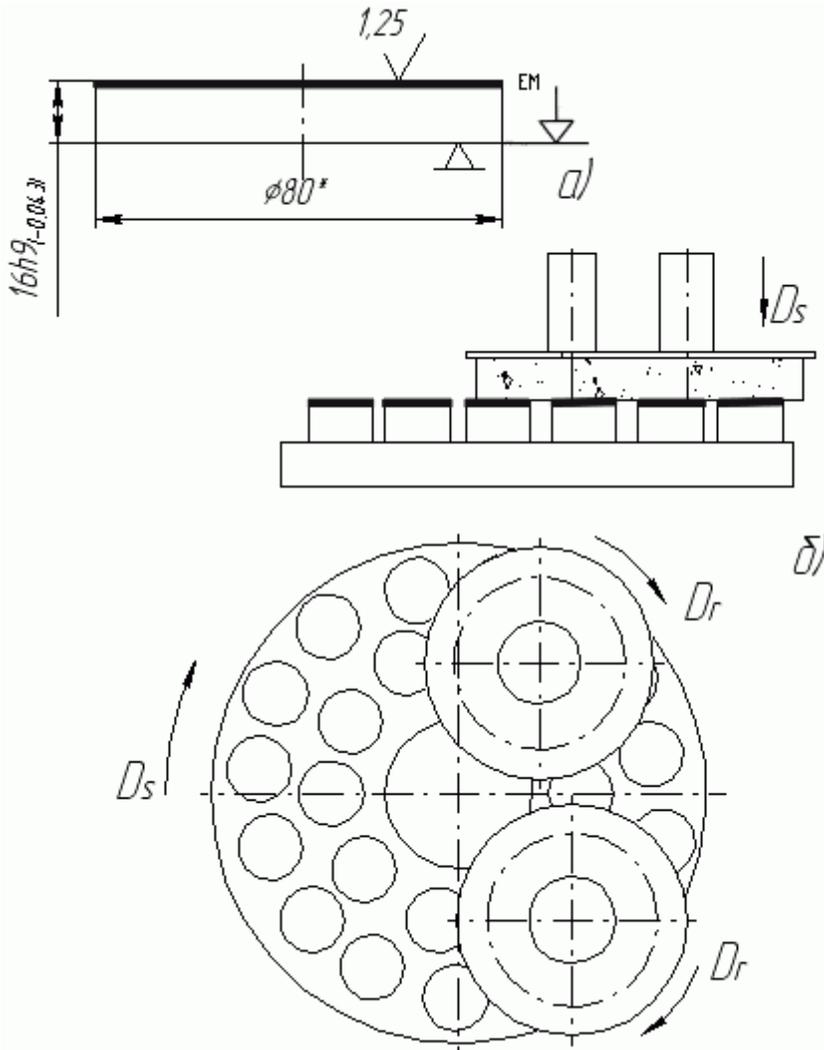


Рис. 14. Схема обработки.

Пример 15: эскиз обработки (а); схема наладки (б)

Для удобства разгрузки-выгрузки принимаем количество деталей $q = 50$ штук.

Средний диаметр расположенных на столе заготовок D_{cp}

$$= \frac{D_{\delta} + D_{\epsilon}}{2} = \frac{950 + 630}{2} = 790 \text{ мм.}$$

Приведённую ширину шлифования определяем по формуле

$$B_{np} = \frac{\sum F_{\delta}}{\pi D_{c p}},$$

где $\sum F_{\delta}$ — суммарная площадь шлифования,

$$\sum F_{\delta} = \frac{\pi d^2}{4} q = \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} \cdot 50 = 251200 \text{ мм}^2,$$

тогда

$$B_{np} = \frac{251200}{3,14 \cdot 790} \approx 101 \text{ мм.}$$

Распределение припуска $\Pi = 0,32$ мм; припуск, снимаемый первым шпинделем, $\Pi_1 = 0,25$ мм, припуск, снимаемый вторым шпинделем, $\Pi_2 = 0,07$ мм.

2.2. По нормативам [7], и паспортным данным станка определяются скорость и частота вращения стола: $v_c = 1,3$ м/мин, $n_c = 0,5$ мин⁻¹.

2.3. Основное время [7, карта 27]

$$t_o = \frac{\pi D_{cp}}{1000 v_c q} = \frac{1}{n_c q} = \frac{1}{0,5 \cdot 50} = 0,04 \text{ мин.}$$

3. Определение вспомогательного времени.

3.1. Время на установку и снятие комплекта заготовок при массе 1,25 кг и количестве заготовок до 50 шт. $t_{e,ycm} = 2,2$ мин.

3.2. Время, связанное с обработкой поверхности при измерении универсальным инструментом с точностью 0,05 мкм $t_{e,пер} = 0,7$ мин.

3.3. Вспомогательное время на одну заготовку

$$t_{e,y} = \frac{2,2+0,7}{50} = \frac{2,9}{50} = 0,058 \approx 0,06 \text{ мин.}$$

4. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 0,04 + 0,06 = 0,1 \text{ мин.}$$

5. Время обслуживания состоит только из времени организационного обслуживания. (Время технического обслуживания для этой схемы обработки не предусматривается).

Время на организационное обслуживание составляет 1% от

$$t_{оп} : t_{обс} = 0,1 \cdot 0,01 = 0,001 \text{ мин.}$$

6. Время на отдых и личные надобности равно 4% от $t_{оп}$

$$t_{от.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 0,1 \cdot 0,04 = 0,004 \text{ мин.}$$

7. Норма штучного времени

$$T_{шт} = t_{оп} + t_{обс} + t_{от.л} = 0,1 + 0,001 + 0,004 = 0,105 \text{ мин.}$$

Пример 16. Зубошлифование

Задание. Определить норму штучного времени на операцию шлифования зубьев прямозубого колеса (рис. 15, см. с. 43).

Исходные данные.

Деталь — зубчатое колесо, число зубьев $z = 25$, модуль $m = 3$.

Степень точности 7В, ширина венца $B = 15$ мм, материал — сталь 40Х; твёрдость 55 HRC₃ (по чертежу детали).

Операция шлифования зубьев методом обкатки.

Припуск по делительной окружности $2\Pi = 0,32$ мм.

Станок зубошлифовальный модели 5831, $N_{дв} = 1,6$ кВт, шлифовальный круг 2П 250x13x75 мм, скорость вращения круга $v_k = 30$ м/с (по паспорту станка и справочнику [11]). Производство серийное.

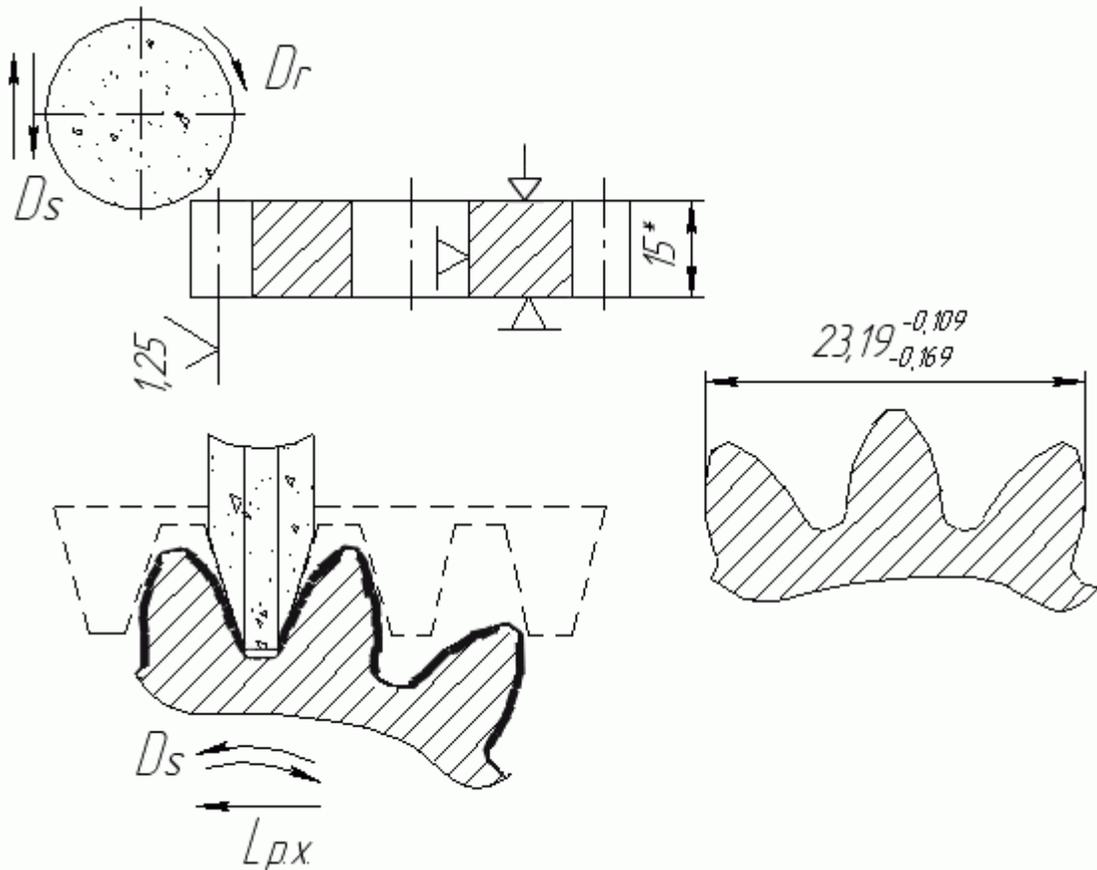


Рис. 15. Схема обработки. Пример 16

Решение

1. Выбор шлифовального круга. Для зубошлифования по методу обкатки с периодическим делением двусторонним коническим кругом (твёрдость стали 55 HRC₃, шероховатости поверхности $R_a = 1,25$ мкм, модуль 3 мм) рекомендуется круг 2П 250x13x75 с характеристикой 24A25CM18K [7, карта 35].

2. Расчёт основного времени.

2.1. Выбор величины подачи обкатки на двойной ход шлифовального круга. Для модуля до 4 мм и при припуске $\Pi = 0,16$ мм по делительной окружности определяем количество проходов:

- черновой i_1 — 1 проход;
- получистовой i_2 — 1 проход;
- чистой i_3 — 1 проход.

Глубина шлифования по делительной окружности за один проход:

для $i_1 = 1$ — $t_1 = 0,1$ мм;

для $i_2 = 1$ — $t_2 = 0,1$ мм;

для $i_3 = 1$ — $t_3 = 0,1$ мм.

Для модуля до 4 мм при числе зубьев $z = 25$ подача обкатки на двойной ход ползуна:

для $i_1 = S_{\text{двх1}} = 1,69$ мм/дв.ход;

для $i_2 = S_{\text{двх2}} = 1,69$ мм/дв.ход;

для $i_3 = S_{\text{двх3}} = 0,75$ мм/дв.ход;

[7, лист 1, карта 36].

2.2. Выбор длины хода каретки в направлении обкатки. Для модуля $m = 3$ при числе зубьев $z = 25$ мм длина хода каретки в направлении обкатки $L_{\text{px}} = 21,5$ мм [7, лист 2, карта 36].

2.3. Выбор числа двойных ходов шлифовального круга. Для ширины венца зубчатого колеса $B = 15$ мм длина хода ползуна $B_{\text{px}} = B + (5 \dots 10) = 5 + 10 = 25$ мм. Для $B_{\text{px}} = 25$ мм число двойных ходов шлифовального круга $n = 200$ ход/мин [7, лист 3, карта 36].

2.4. Основное время рассчитывается по формуле [7, лист 4, карта 36]

$$t_o = \left[\frac{1,33 \cdot L_{\text{px}}}{n} \left(\frac{i_1}{S_{\text{двх1}}} + \frac{i_2}{S_{\text{двх2}}} + \frac{i_3}{S_{\text{двх3}}} + t(i+2) \right) \right] \cdot z$$

где τ — время на вывод круга (отскок) и быстрый подвод, принимается равным 0,05 мин [7, лист 4, карта 36].

Тогда

$$t_o = \left[\frac{1,33 \times 21,5}{200} \left(\frac{1}{1,69} + \frac{1}{1,69} + \frac{1}{0,75} + 0,05(3+2) \right) \right] \cdot 25 = 15,22 \text{ мин.}$$

3. Определение вспомогательного времени.

3.1. Время на установку заготовки $t_{\text{узм}} = 0,11$ мин [4, карта 7, лист 1].

3.2. Время, связанное с переходом, $t_{\text{пер}} = 1,65$ мин [4, карта 33, лист 5].

3.3. Время, связанное с измерением, $t_{\text{изм}} = 0,09$ мин [4, карта 43, лист 1].

3.4. Общее вспомогательное время

$$t_e = 0,11 + 1,65 + 0,09 = 1,85 \text{ мин.}$$

4. Оперативное время

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_e = 15,22 + 1,85 = 17,07 \text{ мин.}$$

5. Время на обслуживание принимается в % от $t_{\text{оп}}$. Для зубошлифовальных станков, работающих по методу обкатки одним кругом, — 9%

$$t_{\text{обс}} = 17,07 \cdot 0,09 = 1,54 \text{ мин.}$$

6. Время на отдых и личные надобности составляет 4% от $t_{\text{оп}}$

$$t_{\text{от.л}} = 17,07 \cdot 0,04 = 0,68 \text{ мин.}$$

7. Норма штучного времени

$$T_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{от.л}} = 17,07 + 1,54 + 0,68 = 19,29 \text{ мин.}$$

Пример 17. Шлицешлифование

Задание. Определить норму штучного времени на операцию шлифования шлиц (рис. 16).

Исходные данные.

Заготовка — шлицевой вал. Шлицы $d6x26f7x32a11x6f7$, материал — сталь 1Х13, твёрдость 45 HRC₃ (по чертежу детали). Операция шлифования дна и боковых поверхностей шлиц (рис. 16); $2П = 0,4$ мм (по техпроцессу). Станок шлицешлифовальный модели 3451; шлифовальный круг 1 200x13x32 мм; скорость вращения круга $v_k = 35$ м/с, $N_{дв} = 3$ кВт, $\eta = 0,8$ (по паспорту станка и справочнику [11]). Производство серийное.

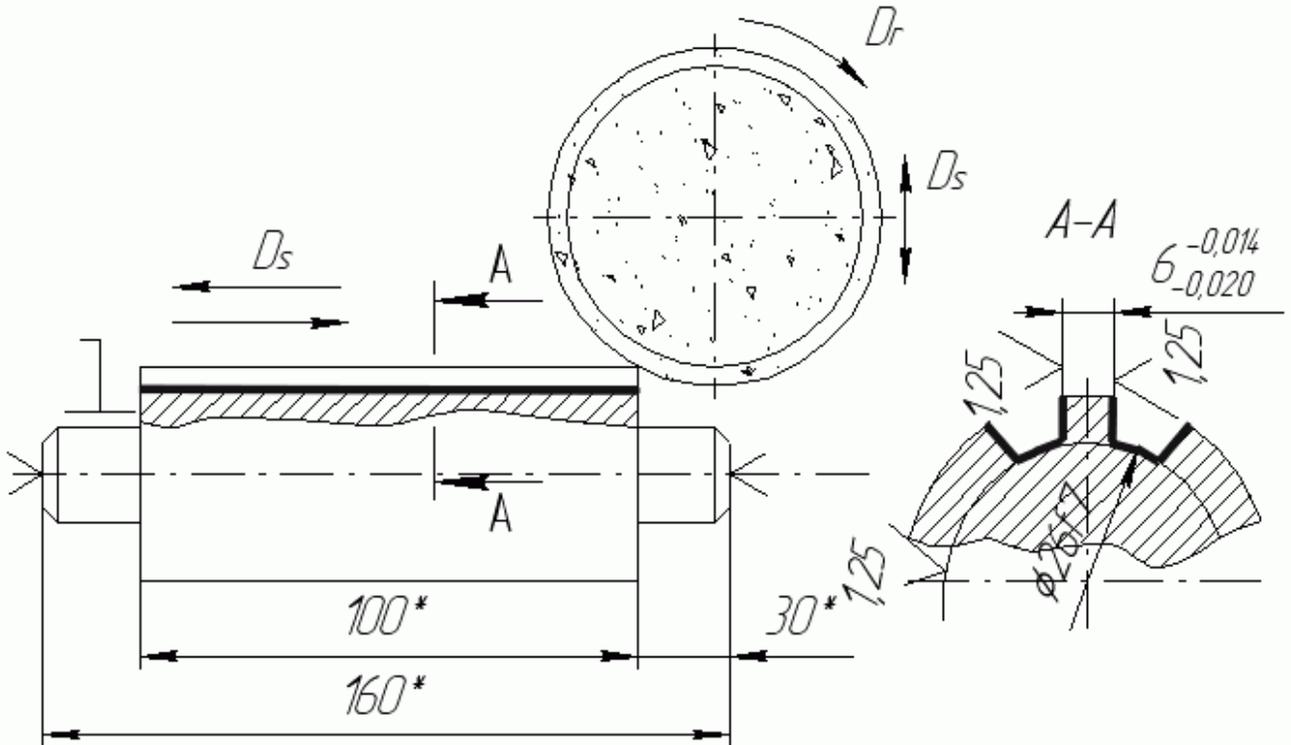


Рис. 16. Схема обработки. Пример 17

Решение

1. Выбор шлифовального круга. Выбор шлифовального круга для обработки дна и боковых сторон шлицев (твёрдость стали 45 HRC₃, шероховатость поверхности $R_a = 1,25$ мкм). Выбираем круг 1 200x13x32 с характеристикой 24A25C16K [9, карта 39].

2. Определение основного времени.

2.1. Определение длины перебега круга. При диаметре круга $D_k = 200$ мм и глубине шлицевой впадины, равной 3 мм, величина перебега u составит 38 мм. При шлифовании на проход $y = 38 + 10 = 48$ мм [7, карта 40, лист 2].

2.2. Определение длины рабочего хода стола $L_{px} = l + y$, где $l = 100$ мм — длина шлифуемой поверхности. Следовательно, $L_{px} = 100 + 46 = 148$ мм.

2.3. По нормативам [7], а также паспортным данным станка определяются скорость движения стола, число рабочих ходов, время переключения и деления: $v_3 = 10$ м/мин; $i = 7$; $t = 0,015$ мин.

2.4. Основное время [7, карта 40]

$$t_o = \left(\frac{2L_{px}}{1000v_3} + t \right) \cdot z \cdot i = \left(\frac{2 \cdot 148}{1000 \cdot 10} + 0,015 \right) \cdot 6 \cdot 7 = 1,9 \text{ мин.}$$

3. Определение вспомогательного времени.

3.1. Время на установку заготовки $t_{ycm} = 0,22$ мин [4, карта 6].

3.2. Время, связанное с переходом, $t_{пер} = 0,05$ мин [4, карта 33, лист 6].

3.3. Время, связанное с измерением, перекрывается основным.

3.4. Общее вспомогательное время

$$t_e = 0,22 + 0,05 = 0,27 \text{ мин.}$$

4. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 1,9 + 0,27 = 2,17 \text{ мин.}$$

5. Время на обслуживание принимается в % от $t_{оп}$. Для шлифовальных станков — 10%

$$t_{обс} = 2,17 \cdot 0,1 = 0,217 \text{ мин [4, карта 45, лист 3].}$$

6. Время на отдых и личные надобности принимается 4% от $t_{оп}$

$$t_{от.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 2,17 \cdot 0,04 = 0,087 \text{ мин.}$$

7. Норма штучного времени

$$T_{шт} = t_{оп} + t_{обс} + t_{от.л} = 2,17 + 0,217 + 0,087 = 2,474 \text{ мин.}$$

3. НОРМИРОВАНИЕ МНОГОИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ

3.1. Методика нормирования при обработке на токарных полуавтоматах

3.1.1. Обработка на одношпиндельных полуавтоматах

Последовательность определения режимов резания и нормы времени при обработке на одношпиндельных многолезцовых и гидроконтролируемых полуавтоматах следующая.

1 этап. Определение длины рабочего хода каждого суппорта L_{px} (мин) по формуле $L_{px} = l_{рез} + l_1 + l_2$, где $l_{рез}$ — наибольшая длина резания одного из резцов данного суппорта; l_1 — величина врезания и перебега [4, приложение 4, лист 1]; l_2 — дополнительный путь резца, вызванный особенностью наладки и конфигурации детали.

2 этап. Определение подач суппортов за один оборот шпинделя S_o мм/об. Величину подачи принимают по нормативам для одноинструментальной обработки в зависимости от обрабатываемого материала, его твердости, глубины резания, шероховатости поверхности, точности обработки.

Величину подачи суппорта принимают по нормативам по резцу с наименьшим принятым значением подачи. Подача суппорта, не лимитирующего по времени, может быть уменьшена путём выравнивания продолжительности работы суппортов. Одновременно с этим производится уточнение подач суппортов по паспорту станка.

3 этап. Определение периодов стойкости T в минутах резания для предположительно лимитирующих инструментов, по которым ведётся расчёт скорости резания, по формуле $T = T_m \cdot \lambda$, где T_m — период стойкости в минутах машинного времени станка, принимаемый по нормативам [3, с. 30] в зависимости от количества инструментов в наладке и равномерности их загрузки; λ — коэффициент времени резания, равный отношению количества оборотов шпинделя за время резания к количеству оборотов шпинделя за время рабочего хода суппортов на рабочей подаче.

Количество оборотов шпинделя за время резания равно отношению длины резания к подаче: $n_p = l_p : S_o$. Количество оборотов за время рабочего хода суппортов при их параллельной работе равно наибольшему отношению длины рабочего хода к подаче $n_{px} = L_{px} : S_o$. При $\lambda > 0,7$ принимать $T = T_m$.

4 этап. Расчёт скоростей резания V (м/мин) и частоты вращения шпинделя n (мин⁻¹). Скорость находят для лимитирующих инструментов по нормативам [3] для одноинструментных работ с учётом всех поправочных коэффициентов, в том числе коэффициента T_v [3, с. 31], определяемого по периоду стойкости T и по коэффициенту $K = 0,85$, гарантирующему получение расчётных значений стойкости. Определяют частоту вращения

$$n = \frac{1000v}{\pi D}$$

и по паспорту назначают её исходя из рассчитанных значений для лимитирующих инструментов. Не рекомендуется превышать минимальное рассчитанное значение частоты вращения более чем на 10-15 %.

После этого уточняются скорости резания для всех инструментов по принятой частоте вращения.

5 этап. Расчёт основного времени

$$t_o = \frac{L_{px}}{S_o n}$$

При перекрывающемся времени работы суппортов в расчёт принимается наибольшее время работы одного суппорта.

6 этап. Проверочные расчёты по мощности резания. Мощность на резание определяют как сумму затрат мощности для каждого инструмента (сумма мощностей одновременно работающих инструментов).

Коэффициент использования станка по мощности

$$KN = \frac{N_p}{N_{дв} \eta}$$

3.1.2. Обработка на многошпиндельных полуавтоматах

Определение длины рабочих ходов суппорта L_{px} , подач S_o , периодов стойкости T , скоростей резания V , частоты вращения шпинделя n и основного времени t_o для каждой позиции производится как для одношпиндельного многоинструментального станка (см. этапы 1...5). После этого устанавливают основное время работы станка t_o , исходя из рассчитанного основного времени по позици-

ям, и корректируют (уменьшают) режимы резания (скорости резания и подачи) на не лимитирующих позициях с учётом основного времени работы станка.

При обработке стальных деталей инструментом из твёрдого сплава не следует понижать скорости резания меньше чем до 45 м/мин.

Проверочные расчёты по мощности резания производятся так же, как и для одношпиндельных многоинструментных станков; при этом в расчёт принимается суммарная мощность резания всех позиций.

3.1.3. Пример нормирования обработки детали на одношпиндельном полуавтомате (рис. 17, см. с. 49)

Исходные данные.

Заготовка — ступенчатый вал, материал сталь 40, $\sigma_s = 600$ МПа; заготовка предварительно обработана; припуск 1,5 мм, масса заготовки 19 кг.

Содержание операции

1. Установить заготовку в центрах.
2. Одновременно точить поверхности 1, 3, 5, 6, точить канавки 2, 4 и фаску 7.
3. Снять заготовку.

Станок токарный многолезцовый 1Н713. Резцы для обработки поверхностей 1 и 6 проходные 16x25x160; $\varphi = 45^\circ$, $r = 1$ мм; для обработки поверхностей 3 и 5 — проходные упорные 16x25x160, $\varphi = 90^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $r = 1$ мм. Резец фасонный 16 x25x150. Материал пластин — твёрдый сплав Т15К6. Резцы прорезные 16x225, $b = 5$ мм, материал пластины — твёрдый сплав Т5К10. Производство крупносерийное.

Расчёт режимов резания и основного времени

1. Расчётные размеры обработки: $D = 88$ мм; наибольшая длина резания для продольного суппорта $l_{рез} = 60$ мм, для поперечного суппорта $l_{рез.п} = (85 - 80) : 2 - 80 = 2,5$ мм, припуск $h = 1,5$ мм.

2. Глубина резания: для проходных резцов, обрабатывающих поверхности 1, 3, 5, 6 — $t = h = 1,5$ мм; для прорезных резцов $t = v = 5$ мм; для фасонного — $t = 2$ мм.

3. Длина рабочего хода продольного суппорта $L_{рх} = l_{рез} + l_1 + l_2$. Длина резания $l_{рез} = 60$ мм. Длина врезания и перебега $l_1 = 1$ мм [3, приложение 4, лист 1]. Дополнительный путь l_2 с учётом отклонений размеров по длине на предыдущих операциях принимают равным 2 мм. Следовательно, $L_{рх} = 60 + 1 + 2 = 63$ мм. Длина рабочего хода поперечного суппорта $L_{рх.п} = l_{рез.п} + l_1 + l_2$. Длина резания $l_{рез.п} = 2,5$ мм; $l_1 = 1$ мм; $l_2 = 0$. Тогда $L_{рх.п} = 2,5 + 1 = 3,5$ мм.

4. Выбор величины подачи. Ориентировочно выбрана скорости резания $V > 50$ м/мин. Резцы установлены на продольном суппорте.

Обрабатывается углеродистая сталь. Радиусы при вершине резцов $r = 1$ мм. Требуемый параметр шероховатости $R_a = 5$ мкм и $S_{пр} = 0,3...0,35$ мм/об. [7, карта 3].

Для резцов поперечного суппорта при диаметре заготовки до 100 мм и ширине резца $b = 5$ мм — $S = 0,16...0,18$ мм/об. [3, карта 18].

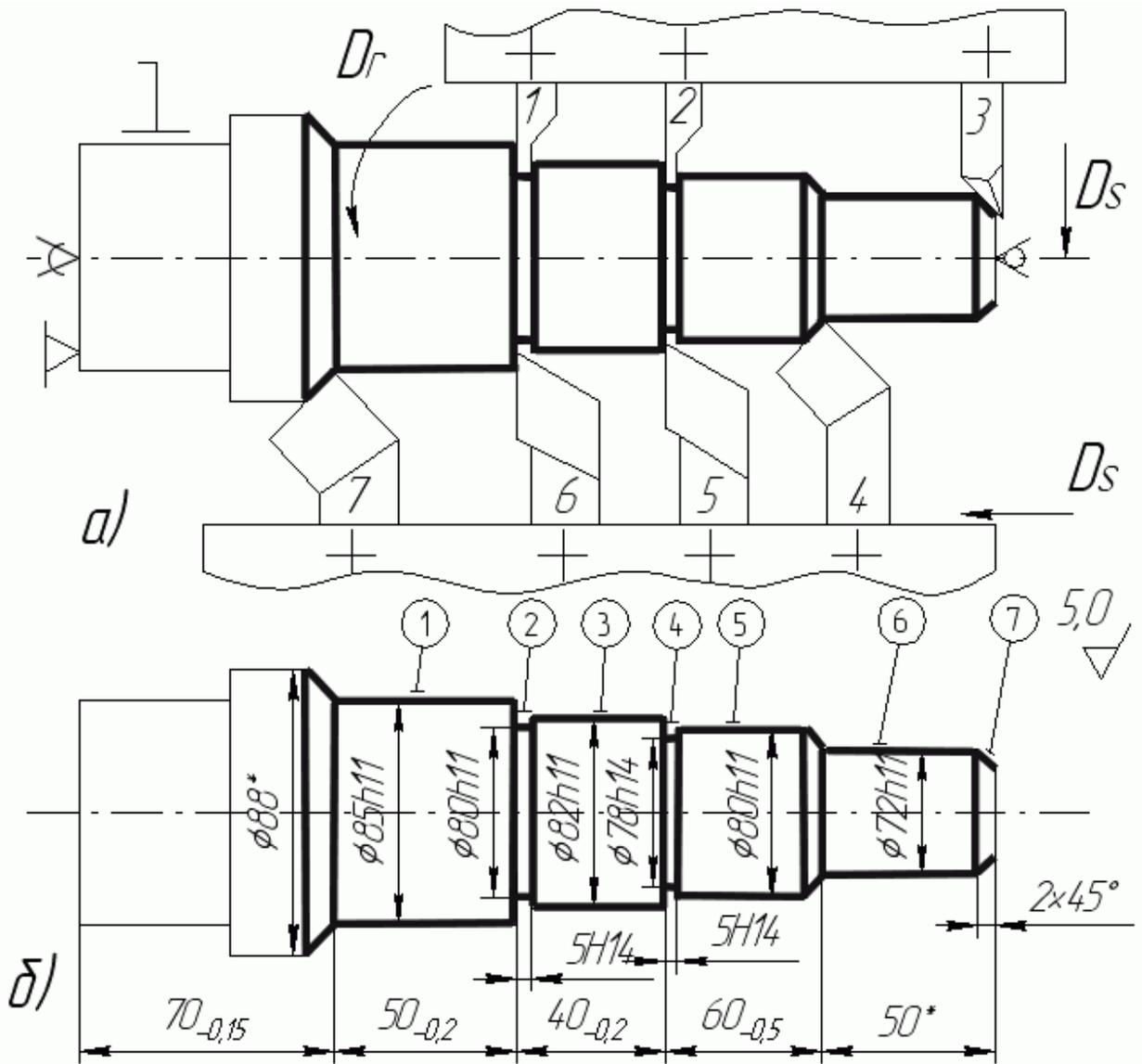


Рис. 17. Схема обработки.

Пример 3.1.3: эскиз наладки а); эскиз операции б)

5. По паспорту станка принимают подачи $S_{np} = 0,34$ мм/об. и $S_n = 0,1$ мм/об.

6. Период стойкости лимитирующих резцов определяют по формуле $T = T_m \lambda$. При числе резцов в наладке до 8 и при наличии фасочных и прорезных резцов более 20% от общего числа инструментов в наладке принимают вторую группу наладок и $T_m = 150$ мин. [3, с. 30].

Лимитирующими (по стойкости) инструментами следует считать резец 7, обрабатывающий поверхность 1 (наибольший диаметр), и канавочные резцы 1 и 2, работающие в наиболее неблагоприятных условиях.

Для предположительно лимитирующего резца

$$\lambda_z = \frac{n_{рез}}{n_{рх}}; \quad n_{рез} = \frac{l_{рез}}{S_o} = 50 : 0,34 = 147 \text{ об/мин.}$$

В соответствии с методическими указаниями [3, с. 31] количество оборотов шпинделя n_{px} при последовательной обработке продольным и поперечным суппортами

$$n_{px} = \frac{L_{px. прод.с}}{S_{пр}} + \frac{L_{px.п.с}}{S_{п}} = 63 : 0,34 + 3,5 : 0,1 = 220 \text{ об/мин};$$

$$\lambda_7 = \frac{n_{рез}}{n_{px}} = 147 : 220 = 0,67;$$

$T = 150 \cdot 0,67 = 101$ мин; $K_{TV} = 0,89$ (определено интерполированием) [3, с. 31]. Для предположительно лимитирующих резцов 1 и 2

$$\lambda_{1,2} = \frac{n_{рез}}{n_{px}}; \quad n_{1,2} = \frac{l_{рез}}{S_{п}} = 2,5 : 0,1 = 25 \text{ об/мин};$$

$$\lambda_{1,2} = 25 : 220 = 0,114, \text{ принимают } \lambda_{1,2} = 0,12.$$

Период стойкости $T = T_m \lambda = 150 \cdot 0,12 = 20$ мин. По нормативам [3, с. 31] принимают период стойкости 30 мин, коэффициент $K_{TV} = 1,15$ [3, с. 31].

7. Скорость резания для резца 7 при точении стали $\sigma_s = 600$ МПа, глубине резания t до 3 мм, подаче S_0 до 0,38 мм/об. и угле $\varphi = 45^\circ$ будет $V_H = 188$ м/мин [3, карта 6, лист 2]. С учётом поправочных коэффициентов $K_{TV} = 0,89$, $K = 0,85$ (прочие коэффициенты равны 1) $V_7 = V_H K_{TV} K = 188 \cdot 0,89 \cdot 0,85 = 142$ м/мин. Скорость резания для резцов 1 и 2 для заданных условий $V_H = 153$ м/мин [7, карта 19]. С учётом поправочных коэффициентов $K_{TV} = 1,15$, $K_{dv} = 0,84$, $K_{ov} = K_{uv} = 1,0$, $K = 0,85$,

$$V_1 = 153 \cdot 1,15 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 = 126 \text{ м/мин.}$$

8. Расчётная частота вращения для резца 7

$$n_7 = \frac{1000v_7}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 142}{3,14 \cdot 85} = 515 \text{ мин}^{-1};$$

для резца 1

$$n_1 = \frac{1000v_1}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 126}{3,14 \cdot 85} = 477 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту станка принимают 450 мин^{-1} .

9. Фактическая скорость резания: для резца 7

$$v_{\phi 7} = \frac{\pi D n_7}{1000} = \frac{3,14 \cdot 88 \cdot 450}{1000} = 124 \text{ м/мин} = 2,08 \text{ м/с};$$

для резца 1

$$v_{\phi 1} = \frac{3,14 \cdot 85 \cdot 450}{1000} = 120 \text{ м/мин} = 2 \text{ м/с};$$

для резца 2

$$v_{\text{тм2}} = \frac{3,14 \cdot 82 \cdot 450}{1000} = 116 \text{ м/мин} = 1,9 \text{ м/с};$$

для резца 4

$$v_{\phi 4} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 450}{1000} = 106 \text{ м/мин} = 1,8 \text{ м/с};$$

для резца 5

$$v_{\phi 5} = \frac{3,14 \cdot 83 \cdot 450}{1000} = 117 \text{ м/мин} = 2,2 \text{ м/с};$$

для резца 6

$$v_{\phi 6} = \frac{3,14 \cdot 85 \cdot 450}{1000} = 120 \text{ м/мин} = 2 \text{ м/с}.$$

10. Мощность на резание для резца 7 при точении стали $\sigma_s = 600$ МПа, глубине резания t до 2 мм, подаче S_0 до 0,37 мм/об и скорости резания до 131 м/мин мощность резания $N_{p7} = 2,4$ кВт [3, карта 7]. Суммарная мощность по всем резцам продольного суппорта при условии, что скорости резания для резцов 4...7 примерно равны, а прочие условия одинаковы, мощность для продольных резцов $N_{\text{прод}} = 2,4 \cdot 4 = 9,6$ кВт. Данные по мощности на резание для канавочных резцов и фасонных резцов из-за их небольших значений в нормативах отсутствуют, поэтому при определении суммарной мощности их в расчёт не принимают.

11. Коэффициент использования станка по мощности. По паспорту станка мощность двигателя $N_{\text{дв}} = 14$ кВт, $\eta = 0,8$; тогда

$$\frac{9,6}{14 \cdot 0,8} = \\ = K_n = 0,85.$$

12. Основное время

$$t_o = \frac{L_{\text{px.прод.с}}}{S_{\text{np}} n} + \frac{L_{\text{px.н.с}}}{S_n n} = \frac{63}{0,34 \cdot 450} + \frac{3,5}{0,1 \cdot 450} = 0,49 \text{ мин}.$$

13. Вспомогательное время принято по нормативам для однопереходных работ с постоянными режимами резания. При установке заготовки массой 19 кг в центрах на многолезцовом полуавтомате $t_{\text{в.узм}} = 0,39$ мин [4, карта 6, лист 2, поз. 8].

Вспомогательное время, связанное с переходом, $t_{\text{в.пер}} = 0,02$ мин [4, карта 33, лист 1, поз. 1]. Время на контроль скобой одного диаметра вала после обработки с точностью 11 квалитета при измеряемом диаметре до 100 мм и длине измеряемой поверхности до 50 мм $t_{\text{в.узм}} = 0,05$ мин [4, карта 43, лист 2, поз. 18], на измерение 4 диаметров $t_{\text{в.узм}} = 0,05 \cdot 4 = 0,2$ мин.

Время на контроль шаблоном линейных размеров с точностью до 0,5 мм при измеряемом размере до 100 мм $t_{\text{в.узм}} = 0,07$ мин [4, карта 43, лист 1, поз. 5]. На измерение 4 линейных размеров $t_{\text{в.узм}} = 0,07 \cdot 4 = 0,280$ мин. Общее вспомогательное время на контроль после обработки $t_{\text{в.узм}} = 0,48$ мин. При коэффициенте периодичности контроля при работе с установленным на размер инструментом и точности детали по 11 квалитету $K = 0,5$ [4, карта 44, лист 1, поз. 2], $t_{\text{в.узм}}$

= $0,48 \cdot 0,5 = 0,24$ мин. Вспомогательное время на операцию $t_e = t_{e.учм} + t_{e.пер} = 0,39 + 0,02 = 0,41$ мин. Вспомогательное время на измерение является перекрываемым, так как оно меньше основного времени и контроль заготовки может осуществляться в процессе обработки следующей детали.

14. Оперативное время

$$t_{оп} = t_o + t_e = 0,49 + 0,41 = 0,9 \text{ мин.}$$

15. Время на обслуживание рабочего места для станков 1 группы при числе инструментов в наладке до 12 равно 7% от $t_{оп}$ [4, карта 45, лист 2, поз. 56]

$$t_{об} = t_{оп} \cdot 0,07 = 0,9 \cdot 0,07 = 0,63 \text{ мин.}$$

16. Время на отдых и личные надобности составляет 4% от $t_{оп}$ [4, карта 46, поз. 13]

$$t_{ом.л} = t_{оп} \cdot 0,04 = 0,9 \cdot 0,04 = 0,036 \text{ мин.}$$

17. Норма штучного времени

$$t_{шт} = t_{оп} + t_{об} + t_{ом.л} = 0,9 + 0,063 + 0,036 = 0,999 \text{ мин.}$$

18. Норма подготовительно-заключительного времени на партию деталей при наладке с числом резцов до 8, в том числе 4 резцов с точностью 0,2 мм, $t_{п.з} = 0,43 + 0,1 = 0,53$ мин [4, карта 65, поз. 2, 9].

3.2. Методика определения режимов резания и норм времени при многоинструментной обработке на сверлильных и фрезерных станках

В общемашиностроительных нормативах режимов резания [3] приведены инструктивные указания по расчёту режимов резания при многоинструментной обработке как на одношпиндельных сверлильных станках, так и на многошпиндельных агрегатных станках [3, с. 92]. Там же приведены инструктивные указания по расчёту режимов резания при многоинструментной обработке на фрезерных станках: одношпиндельных и многошпиндельных с прямолинейной подачей и многошпиндельных станках с круговой подачей [3, с. 194].

Есть общие правила определения режимов резания для разных типов станков. Общемашиностроительные нормативы режимов резания [3] предусматривают в расчётах два основных этапа.

1. Расчёт кинематических элементов режима резания (V, n, S) для отдельных групп инструментов, связанных общими кинематическими параметрами, т.е. расчёт режимов резания для каждой рабочей позиции. Для одношпиндельного станка расчёт режимов резания на этом заканчивается.

2. Корректирование режимов резания по позициям с целью выравнивания времени работы отдельных групп инструментов, которые кинематически не связаны между собой, т.е. работающих на разных позициях.

Первый этап включает в себя:

определение рабочего и холостого ходов головок стола (в зависимости от типа станка);

определение нормативных подач (на зуб, на оборот или минутной подачи в мм/мин);

определение периода стойкости лимитирующих инструментов с учётом коэффициентов времени резания λ , числа инструментов в наладке и условий их работы;

расчёт скоростей резания и частоты вращения с учётом принятой стойкости инструментов;

корректировку режимов резания по станку;

расчёт основного времени по окончательно принятой схеме наладки и режимам резания по данным станка.

Инструктивные указания по видам работ в нормативах [3] содержат конкретную последовательность определения режимов резания, рекомендуемую литературу или расчётные формулы, исходные данные для расчётов.

При многопозиционных наладках дополнительно выполняют корректировку режимов резания по позициям с учётом машинного времени наиболее загруженной позиции; корректировку производят за счёт снижения частоты вращения (скорости резания).

Для сверлильных станков с многошпиндельной головкой следует принимать единую минутную подачу — меньшую из допустимых по отдельным инструментам. Для фрезерных станков после расчёта единой минутной подачи, т.е. скорости движения стола (мм/об.), необходимо проверить фактическую подачу на зуб каждой фрезы в наладке. Полученная подача не должна быть больше нормативной, но и не должна быть меньше минимальной нормативной, так как в этом случае зуб фрезы будет не резать, а соскабливать металл, что вызывает повышенный износ зуба.

4. НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ НА СТАНКАХ С ЧПУ

4.1. Особенности нормирования

Нормирование операций механической обработки на станках с ЧПУ производится по нормативам [8, 9].

Норма времени также как и для станков с ручным управлением состоит из нормы штучного времени и подготовительно-заключительного времени

$$T = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (4.1)$$

где n — количество деталей в партии.

Штучное время

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_e + k_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{тех} + \alpha_{орг} + \alpha_{отл}}{100} \right), \quad (4.2)$$

где $T_{ца}$ — время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

T_e — ручного вспомогательное время, мин;

$k_{тв}$ — коэффициент ручного вспомогательного времени;

$\alpha_{тех}$, $\alpha_{орг}$, $\alpha_{отл}$ — время на техническое, организационное обслуживание и на отдых и личные надобности, % от оперативного времени.

Время цикла автоматической работы станка по программе

$$T_{ца} = T_{оа} + T_{ме},$$

где $T_{оа}$ — основное время автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{ме}$ — машинное вспомогательное время, мин.
Основное время автоматической работы

$$T_{oa} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{mi}},$$

где L_i — длина пути, проходимого инструментом или деталью в направлении подачи при обработке i -го технологического участка с учётом врезания и перебега, мм; S_{mi} — минутная подача на данном участке, мм/мин; $i = 1, 2, 3, \dots$ — число технологических участков.

Машинно-вспомогательное время $T_{ме}$, связанное с переходом, включённое в программу и относящееся к автоматической вспомогательной работе станка, предусматривает: подвод детали или инструмента от исходной точки в зону обработки и отвод; установку инструмента на размер обработки; автоматическую смену инструмента; включение и выключение подачи; холостые ходы при переходе от обработки одних поверхностей к другим; технологические паузы, предусмотренные при резком изменении направления подачи, при проверке размеров, для осмотра инструмента и переустановки или повторном закреплении заготовки.

Машинно-вспомогательное время, связанное с переходом, определяется по паспортным данным станков и входит в качестве составляющих элементов во время автоматической работы станка.

Время выполнения ручной вспомогательной работы

$$T_e = T_{e\ уст} + T_{e\ оп} + T_{e\ изм},$$

где $T_{e\ уст}$ — вспомогательное время на установку и снятие детали;
 $T_{e\ оп}$ — вспомогательное время, связанное с выполнением операции;
 $T_{e\ изм}$ — вспомогательное время (неперекрываемое) на измерение.

Вспомогательное время на установку и снятие детали определяется по нормативам [8] вне зависимости от типов станков, также как и для обычных станков и зависит от вида применяемых приспособлений, способов установки, выверки и крепления заготовок.

Вспомогательное время, связанное с операцией $T_{e\ оп}$, не вошедшее во время цикла автоматической работы станка по программе, предусматривает выполнение следующей работы: включить и выключить лентопротяжный механизм; установить заданное взаимное положение детали и инструмента по координатам, и в случае необходимости произвести повторную настройку; открыть и закрыть крышку лентопротяжного механизма, перемотать, заправить ленту в считывающее устройство; продвинуть перфоленту в исходное положение; проверить приход детали или инструмента в заданную точку после обработки; установить защитный щиток от брызг эмульсии и снять.

Необходимые размеры деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ, обеспечиваются в автоматическом цикле обработки.

В связи с этим время на контрольные измерения (после окончания работы по программе) $T_{e\ изм}$ должно включаться в норму штучного времени только в том случае, если это предусмотрено технологическим процессом и с учётом необходимой периодичности таких измерений в процессе работы, и только в тех слу-

чаях, если оно не может быть перекрыто временем цикла автоматической работы станка по программе.

Норма времени на наладку станка представляется как время на приёмы подготовительно-заключительной работы на обработку партии одинаковых деталей (независимо от партии) и определяется по формуле

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пр.обр},$$

где $T_{пз}$ — норма времени на наладку и настройку станка, мин;

$T_{пз1}$ — норма времени на организационную подготовку, мин;

$T_{пз2}$ — норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств, мин;

$T_{пр.обр}$ — норма времени на пробную обработку, мин.

Время на приёмы подготовительно-заключительной работы устанавливается в зависимости от вида и размерной группы оборудования, а также с учётом особенностей системы программного управления и подразделяется на время на организационную подготовку; на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств; на пробный рабочий ход по программе или пробную обработку детали.

Состав работы на организационную подготовку является общим для всех станков с ЧПУ независимо от их группы и модели. Время на организационную подготовку предусматривает:

получение наряда, чертежа, технологической документации, программного носителя, режущего, вспомогательного и контрольно-измерительного инструментов, приспособлений, заготовок до начала и сдачу их после окончания обработки партии деталей;

ознакомление с работой, чертежом, технологической документацией; осмотр заготовки;

инструктаж мастера.

При бригадной форме организации труда, когда производится междусменная передача обрабатываемых деталей, организационная подготовка учитывает только время на ознакомление с работой, чертежом, технической документацией, осмотр заготовок и инструктаж мастера.

В состав работы на наладку станка, инструмента и приспособлений включаются приёмы работы наладочного характера, зависящие от назначения станка и конструктивных особенностей:

установка и снятие крепёжного приспособления;

установка и снятие блока или отдельных режущих инструментов;

установка исходных режимов работы станка;

установка программного носителя в считывающее устройство и снятие его;

настройка нулевого положения инструмента или заготовки и др.

Время на пробную обработку деталей на станках токарных и револьверных групп включает затраты времени на обработку детали по программе плюс вспомогательное время на выполнение дополнительных приёмов, связанных с измерением детали, вычислением коррекции, введением величин коррекции в систему ЧПУ, и вспомогательное время на приёмы управления станком и системой ЧПУ.

Время на пробную обработку деталей на станках карусельных, фрезерных, расточных групп, на многоцелевых станках включает затраты времени на обра-

ботку деталей методом пробных стружек. К этому времени необходимо добавить вспомогательное время на выполнение дополнительных приёмов, связанных с измерением детали, вычислением величины коррекций, введением величин коррекций в систему ЧПУ, и вспомогательное время на приёмы управления станком и системой ЧПУ.

4.2. Пример нормирования операции растачивания

4.2.1. Исходные данные

Деталь. Наименование детали — корпус водяного насоса (рис. 18, см. с. 57).

Материал — серый чугун СЧ18 (НВ 2100...2320 МПа). Точность обработки поверхностей: 1 — 1Т7, 2...1Т9. Шероховатость поверхностей: 1, 2 — R_a 2,5.

Исходная заготовка. Метод получения исходной заготовки — отливка III кл. точности (1Т17). Масса — 1,5 кг. Состояние поверхностей — без корки. Припуск на обработку поверхности: 1 — 8 мм, 2 — 8 мм. Особые условия: базовые поверхности предварительно обработаны, торец 3 подрезан в размер 50 мм.

Станок. Модель станка 16К20Т1.02, ЧПУ — 2Р22.

Паспортные данные станка:

частота вращения шпинделя, n , мин: 12,5; 18; 25; 35,5; 50; 71; 100; 140; 180; 200; 250; 280; 355; 500; 560; 630; 710; 800; 1000; 1400; 2000;

пределы подач S_o , мм/об.: по оси координат x — 0,005...2,8; по оси координат z — 0,01...5,6;

регулирование подачи бесступенчатое;

максимальное усилие подачи H : по оси координат x — 3600, по оси координат z — 8000;

мощность привода главного движения, кВт — 11;

шестишпиндельная револьверная головка.

Операция

Приспособление — специальное.

Содержание операции:

- 1) расточить поверхность 1;
- 2) расточить поверхность 2.

Условия организации труда: доставку на рабочее место инструмента, приспособлений, документации, заготовок и сдачу их после окончания обработки партии деталей осуществляет оператор.

Инструмент на приборе вне станка предварительно не настраивается.

Количество деталей в партии — 40 шт.

4.2.2. Выбор стадий обработки

По карте 1 [9] выбираются необходимые стадии обработки в зависимости от метода получения, точности заготовки и требуемой точности готового размера детали.

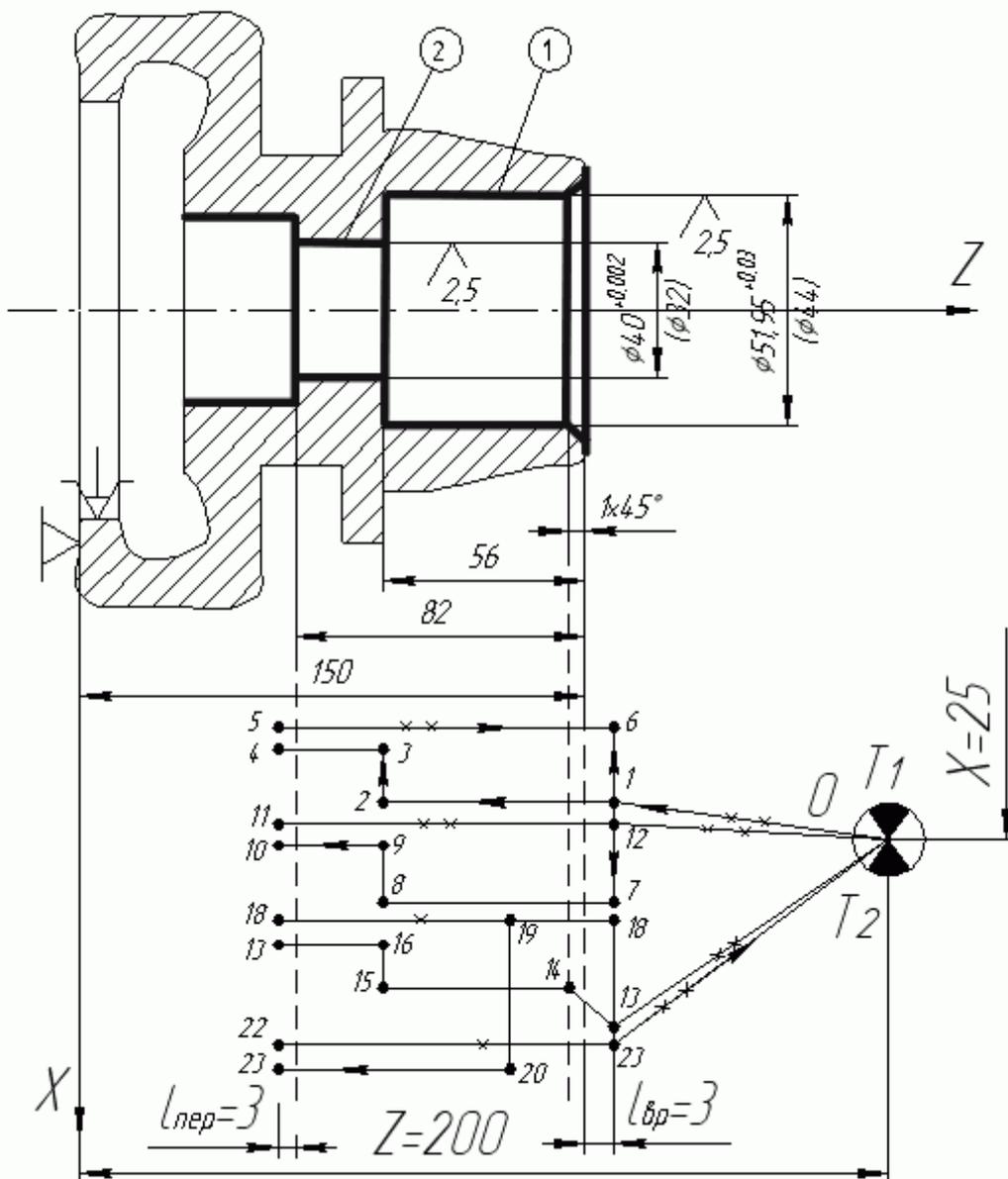


Рис. 18. Расчётно-технологическая схема для операции растачивания

Для получения размера детали $51,95^{+0,03}$ соответствующего 7 качеству, из заготовки 17 качества (поз. 1, инд. г) необходимо вести обработку в 4 стадии: черновая — получение 14 качества, получистовая — 12 качества, чистовая — 9 качества, отделочная — 7 качества.

Для получения размера детали $40^{+0,062}$, соответствующего 9 качеству, из заготовки 17 качества (поз. 1, инд. в) необходимо вести обработку в 3 стадии; черновая — получение 14 качества, получистовая — 12 качества, чистовая — 9 качества.

4.2.3. Выбор минимальной глубины резания

Выбор глубины резания для второй (получистовой), третьей (чистовой) и четвёртой (отделочной) стадий осуществляется по карте 2 [9] в последовательности, обратной обработке.

Для поверхности 1 ($\varnothing 51,95H7^{+0,030}$) диаметр обработки на четвёртой стадии входит в интервал размеров от 50 до 80 мм. Глубина резания для получения из 9 квалитета 7 квалитета составляет $t_{IV} = 0,3$ мм (поз. 4 инд. в). Аналогично для третьей стадии $t_{III} = 0,8$ мм (поз. 4 инд. б), второй стадии $t_{II} = 1,5$ мм (поз. 4 инд. а).

Для первой стадии обработки глубина резания равна

$$t_I = \frac{51,95 - 44}{2} - (1,5 + 0,80 + 0,3) = 1,4 \text{ мм.}$$

Для поверхности 2 ($\varnothing 40H9^{+0,062}$) диаметр обработки на четвёртой стадии входит в интервал размеров от 30 до 50 мм. Глубина резания для получения из 12 квалитета 9 квалитета составляет $t_{IV} = 0,7$ мм (поз.3 инд. л). Аналогично, для третьей стадии $t_{III} = 0,5$ мм (поз. 3, инд. л), для второй стадии — $t_{II} = 1,3$ мм (поз. 3, инд. а).

Для первой стадии обработки глубина резания равна

$$t_I = \frac{40 - 32}{2} - (1,3 + 0,7) = 2,0 \text{ мм.}$$

4.2.4. Выбор параметров инструмента

Оправки или резцы следует применять наименьшей, технологически возможной длины, и наибольшего, технологически допустимого сечения. Принимаем оправку с диаметром сечения $d = 20$ мм и вылетом $l = 100$ мм.

Обработка производится резцами с пластинками из твёрдого сплава ВК6 — для черновой и получистовой стадий, ВК3М — для чистовой и отделочной стадий. Радиус при вершине резца для черновых и получистовых стадий принимается $r = 1$ мм. Для чистовых и отделочных стадий — $r = 0,4$ мм. Углы в плане $\varphi = 90^\circ$, $\varphi_1 = 10^\circ$. Пластинака трёхгранная с углом при вершине $\varepsilon = 80^\circ$ [9].

4.2.5. Выбор подачи

На черновой стадии обработки подача выбирается по карте 9 [9]. Для поверхности 1 при растачивании резцом на оправке с диаметром сечения $d = 20$ мм и вылетом $l = 100$ мм при глубине резания $t_1 = 1,7$ мм, для поверхности 2 при глубине резания $t_1 = 2$ мм рекомендуемая подача $S_{om} = 0,63$ мм/об. (поз.11, инд. г). На получистовой стадии обработки значение подач для поверхностей 1 и 2 определяют по карте 10 аналогичным образом: $S_{om} = 0,4$ мм/об. (поз. 12, инд. г).

Принятые значения подач корректируются с учётом поправочных коэффициентов

$$S_o = S_{om} \cdot K_{su} \cdot K_{sn} \cdot K_{sp} \cdot K_{sd} \cdot K_{sr} \cdot K_{s\varphi} \cdot K_{sm} \cdot K_{sl}.$$

По карте 11 [9] выбираются поправочные коэффициенты на подачу черновой и получистовой стадий обработки для изменённых условий в зависимости от:

инструментального материала $K_{su} = 1,15$;

состояния поверхности заготовки $K_{sn} = 1,0$;

типа конструкции резца $K_{sp} = 1,1$;

диаметра детали $K_{sd} = 0,62$;

геометрии инструмента $K_{s\phi} = 1,0$;

механических свойств обрабатываемого материала $K_{SM} = 0,85$;

отношения длины оправки к её диаметру $K_{sl} = 1,0$.

Окончательно с учётом поправочных коэффициентов корректируем подачу.

Черновая стадия обработки поверхностей 1 и 2

$$S_o = 0,63 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,62 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 0,42 \text{ мм/об.}$$

Получистовая стадия обработки для поверхностей 1 и 2

$$S_o = 0,4 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 0,62 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 0,27 \text{ мм/об.}$$

Принятые подачи проверяются по осевой силе, допустимой прочностью механизма подач. По карте 32 [9] выбирается сила подачи P_x при резании.

При обработке поверхности 1 с глубиной резания $t = 1,4$ мм и подачей $S_o = 0,42$ мм/об сила подачи $P_x = 660$ Н. При обработке поверхности 2 с глубиной резания $t = 2$ мм и подачей $S_o = 0,3$ мм/об этим же резцом сила подачи P_x составляет 830 Н.

По карте 33 определяют поправочные коэффициенты на силы резания для изменённых условий обработки в зависимости от:

механических свойств обрабатываемого материала $K_{pM} = 1,3$;

главного угла в плане $K_{x\phi} = 1,0$;

переднего угла $K_{py} = 0,9$;

угла наклона кромки $K_{p\lambda} = 1,0$.

С учётом этих коэффициентов

$$P_x = 660 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 772 \text{ Н.}$$

Это значение силы подачи меньше допустимой $P_x < 8000$ Н.

Подача на чистовой стадии обработки для поверхностей 1 и 2, выбираются из карты 12 (поз. 10, инд. г) $S_{om} = 0,25$ мм/об.

На отделочной стадии обработки для поверхности 1 выбирают по карте 13 (поз. 10, инд. г) $S_{om} = 0,2$ мм/об.

По карте 14 определяют поправочные коэффициенты на подачу чистовой и отделочной стадий обработки для изменённых условий в зависимости от:

механических свойств обрабатываемого материала $K_{SM} = 0,85$;

отношения длины оправки к её диаметру $K_{sl} = 1,0$;

радиуса при вершине резца $K_{sr} = 0,85$;

кавалитета точности обрабатываемой детали $K_{sk} = 0,8$.

Окончательно подачу для чистовой стадии обработки принимаем равной

$$S_o = 0,25 \cdot 0,66 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 0,09 \text{ мм/об.}$$

На отделочной стадии для поверхности 1

$$S_o = 0,2 \cdot 0,61 \cdot 0,85 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \cdot 0,85 = 0,07 \text{ мм/об.}$$

Для отделочной стадии обработки производится проверка подачи по обеспечению требуемой шероховатости. Подача, допустимая по шероховатости поверхности выбирается по карте 25. $S_o = 0,19$ мм/об (поз.1, инд. н) с учётом поправочных коэффициентов (карта 26) в зависимости от:

механических свойств обрабатываемого материала $K_{SM} = 1,2$;

инструментального материала $K_{su} = 1,0$;

вида обработки $K_{sc} = 0,8$;

применения СОЖ $K_{сж} = 0,8$
принимает значения

$$S_o = 0,19 \cdot 1,2 \cdot 1,00 \cdot 0,8 \cdot 0,85 = 0,16 \text{ мм/об.}$$

Окончательно для отделочной стадии обработки поверхностей 1 и 2 принимают минимальные значения подач с учётом точности.

4.2.6. Выбор скорости резания

Скорость резания на стадиях черновой и получистовой обработки выбирается по карте 21 [9]. Черновой стадии обработки соответствует скорость резания $v_m = 214$ м/мин (поз. 1, инд. д), получистовой стадии — $v_m = 244$ м/мин (поз. 1, инд. в). По той же карте выбирают поправочные коэффициенты в зависимости от инструментального материала $K_{vu} = 0,75$.

По карте 23 выбираются поправочные коэффициенты на скорость резания на черновой и получистовой стадиях обработки для изменённых условий в зависимости от:

- групп обрабатываемости материала $K_{vo} = 1,0$;
- вида обработки $K_{vc} = 0,9$;
- группы жёсткости станка $K_{vj} = 0,75$;
- механических свойств обрабатываемого материала $K_{vm} = 0,7$;
- геометрии и способа крепления пластины $K_{v\phi} = 1,0$;
- периода стойкости ($T = 30$ мин) режущей части инструмента $K_{vT} = 1,0$;
- применения СОЖ $K_{вж} = 1,0$.

Скорость резания с учётом поправочных коэффициентов определяется по формуле:

$$V = v_m \cdot K_{vu} \cdot K_{vc} \cdot K_{vj} \cdot K_{vo} \cdot K_{vm} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{vT} \cdot K_{вж}.$$

Скорость резания на черновой стадии обработки для поверхностей 1 и 2

$$V = 214 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 56,87 \text{ м/мин.}$$

Скорость резания на получистовой стадии обработки для поверхностей 1 и 2 с учётом поправочных коэффициентов равна

$$V = 244 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 86,5 \text{ м/мин.}$$

Скорость резания на чистовой стадии обработки $V_m = 438$ м/мин (поз. 9, инд. а), на стадии отделочной обработки — $V_m = 577$ м/мин (поз. 7, инд. а) для поверхностей 1 и 2 выбирается по карте 22. По этой же карте скорости резания корректируются с учётом инструментального материала $K_{vu} = 0,55$. Коэффициенты на скорость резания для изменённых условий выбираются аналогично черновой и получистовой стадиям обработки по карте 23. Скорректированная скорость резания принимает значение для чистовой стадии обработки

$$V = 438 \cdot 0,55 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 85,4 \text{ м/мин,}$$

для отделочной стадии обработки

$$V = 577 \cdot 0,55 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 112,5 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле

$$n = \frac{1000v}{\pi D}$$

На черновой стадии обработки для поверхности 1

$$n = \frac{1000 \cdot 56,87}{3,14 \cdot 47} = 385,0 \text{ мин}^{-1}.$$

По паспорту станка принимается ближайшее значение $n_{\phi} = 355 \text{ мин}^{-1}$. С учётом этого фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 47 \cdot 355}{1000} = 52,4 \text{ м/мин.}$$

Для поверхности 2

$$n = \frac{1000 \cdot 56,87}{3,14 \cdot 36} = 503 \text{ мин}^{-1}$$

Принимается ближайшее значение $n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1}$. При этом фактическая скорость резания принимает значение

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 500}{1000} = 56,5 \text{ м/мин.}$$

Аналогично образом определяется фактическая скорость резания и частота вращения шпинделя для каждой поверхности определяется на получистовой, чистовой и отделочных стадиях обработки.

Результаты расчётов сведены в таблице 4.1 (см. с. 62).

4.2.7. Проверка выбранных режимов резания по мощности привода главного движения

Мощность резания выбирается для черновой и получистовой стадий обработки по карте 21 аналогично выбору скорости. Выбранное значение мощности корректируется в зависимости от твёрдости обрабатываемого материала $K_N = 0,97$ (карта 24).

Расчёт мощности, необходимой для резания, производится по формуле

$$N = N_m \cdot K_N \cdot \frac{V_{\phi}}{V_m}$$

На черновой стадии обработки для поверхности 1 $N_m = 5,8 \text{ кВт}$ (поз. 1, инд. д)

$$N = 5,8 \cdot 1,1 \cdot \frac{52,4}{214} = 1,6 \text{ кВт,}$$

для поверхности 2 $N_m = 5,8 \text{ кВт}$ (поз. 1, инд. д),

$$N = 5,8 \cdot 1,1 \cdot \frac{56,5}{214} = 1,7 \text{ кВт.}$$

Аналогично рассчитываются значения мощности резания на получистовой стадии.

Расчётные данные по мощности занесены в таблицу 4.1.

4.2.8. Определение минутной подачи

Минутная подача рассчитывается по формуле $S_M = S_o \cdot n_{\phi}$, мм/мин. Для черновой обработки поверхности $1 S_M = 0,42 \cdot 355 = 149$ мм/мин.

Значения минутной подачи для остальных поверхностей и стадий обработки рассчитываются аналогично и заносятся в табл. 4.2 (см. с. 63).

Табл. 4.1

Режимы резания

Элементы режима резания	Стадии обработки						
	Черновая		Получистовая		Чистовая		Отдел
	№ поверхности						
	1	2	1	2	1	2	1
Глубина резания t , мм	1,4	2,0	1,5	1,3	0,8	0,7	0,3
Табличная подача S_{om} , мм/об.	0,63	0,63	0,4	0,4	0,25	0,25	0,2
Принятая подача S_o , мм/об.	0,42	0,42	0,27	0,27	0,09	0,09	0,07
Табличная скорость резания v_m , м/мин	214	214	244	244	438	438	577
Скорректированная скорость резания v , м/мин	56,8	56,8	86,5	86,5	85,4	85,4	112,5
Фактическая частота вращения Шпинделя n_{ϕ} , об/мин	355	500	560	710	560	710	710
Фактическая скорость резания v_{ϕ} , м/мин	52,4	56,5	88	86	91	89	116
Табличная мощность резания N_m , кВт	5,8	5,8	4,4	4,4	—	—	—
Фактическая мощность резания N , кВт	1,7	1,7	1,1	1,7	—	—	—
Минутная подача S_M , мм/мин	149	210	151	191	50,4	64	49,7

4.2.9. Определение времени автоматической работы станка по программе

Расчёт времени автоматической работы станка по программе производится по формуле (4.3).

Для станка 16K20T1.02, на котором производится обработка детали, время фиксации револьверной головки $T_{uf} = 2$ с и время поворота револьверной головки на одну позицию $T_{up} = 1$ с выбираются из приложения 46 [9].

Результаты расчёта приведены в таблице 4.2 (см. с. 63)

Из результатов расчета видно, что время автоматической работы станка составляет:

$$T_a = \sum T_{oa} + \sum T_m = 4,21 + 1,84 = 6,05 \text{ мин.}$$

Время автоматической работы станка по программе

Участок траектории или номер позиции инструмента, устанавливаемого из предыдущего в рабочее положение	Приращение по оси z, мм	Приращение по оси x, мм	Длина i-го участка траектории L_i , мм	Минутная подача на i-м участке траектории мм/мин	Машино-вспом. время $T_{м.в}$, мин	Основ. время автом. работы станка по прог. $T_{о.а}$, мин
Инструм. № 2-№ 1	—	—	—	—	0,15	—
0 — 1	-47	-1,6	47	300,0	0,16	—
1 — 2	-69	0	69	149,0	—	0,46
2 — 3	0	-5,4	5,4	149,0	—	0,04
3 — 4	-19	0	19	210,0	—	0,09
4 — 5	0	-1	1	300,0	0,003	—
5 — 6	+88	0	88	300,0	0,29	—
6 — 7	0	+7,9	7,9	300,0	0,03	—
7 — 8	-69	0	69	151,0	—	0,46
8 — 9	0	-5,6	5,6	151,0	—	0,037
9 — 10	-19	0	19	191,0	—	0,01
10 — 11	0	-1	1	191,0	0,005	—
11 — 12	+88	0	88	300,0	0,29	—
12 — 0	+47	+6,7	47,5	300,0	0,16	—
Инстр. № 1-№ 2	—	—	—	—	0,05	—
0 — 13	-47	+5,0	47,3	300,0	0,16	—
13 — 14	-4	-4,0	5,6	50,4	—	0,11
14 — 15	-65	0	65	50,4	—	1,29
15 — 16	0	-6,3	6,3	50,4	—	0,12
16 — 17	-19	0	19	6,4	—	0,29
17 — 18	0	-1	1,0	300,0	0,005	—
18 — 19	+24	0	24	300,0	0,08	—
19 — 20	0	+1,3	1,3	300,0	0,04	—
20 — 21	-24	0	24,0	49,0	—	0,49
21 — 22	0	-31,0	1,0	300,0	0,003	—
22 — 23	+88	0	88	300,0	0,29	—
23 — 0	+47	6,0	47,4	300,0	0,16	—
					$\Sigma T_{м.в} = 1,84$	$\Sigma T_{о.а} = 4,21$

4.2.10. Определение нормы штучного времени

Вспомогательное время на установку и снятие детали определяется по карте 13 [8]. $T_{учм} = 0,14$ мин (поз. 7, инд. е).

Время на закрепление и открепление детали в специальном приспособлении $T_{учм} = 0,27$ мин (карта 13, лист 3, поз. 44, инд. д).

Вспомогательное время, связанное с операцией, $T_{в.оп} = 0,15 + 0,03 = 0,18$ мин (карта 14, поз. 6, инд. в).

Вспомогательное время на контрольные измерения содержит время на измерения штангенглубиномером и два измерения гладким двусторонним калибром-пробкой (карта 19, поз. 16, инд. г, д и поз. 188, инд. а, б):

$$T_{изм} = (0,12 + 0,13) + (0,13 + 0,15) = 0,53 \text{ мин.}$$

Суммарное вспомогательное время

$$T_e = 0,14 + 0,27 + 0,18 + 0,53 = 1,12 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности приведено в карте 16 [8]

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{от.л} = 8\%.$$

Окончательная норма штучного времени

$$T_{шт} = (6,05 + 1,12) \cdot (1 + 0,08) = 7,74 \text{ мин.}$$

4.2.11. Определение нормы подготовительно-заключительного времени

Время на организационную подготовку определяется по карте 21 [8]

$$T_{пз1} = 9 + 3 + 2 = 14 \text{ мин (поз. 2, 3, 4, инд. в).}$$

Время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств:

установить и снять приспособление специальное с планшайбой — 12 мин (поз. 9, инд. в);

установить исходные режимы работы — $0,3 \cdot 2 = 0,6$ мин (поз. 13, инд. в);

установить режущие инструменты в револьверной головке и снять 2 инструмента — $1,0 \cdot 2 = 2,0$ мин;

ввести программу в память системы ЧПУ с программного носителя — 1,4 мин (поз. 29, инд. в);

установить исходные координаты инструмента $t_y = t_i \cdot n = 3,0 \cdot 2 = 6$ мин (поз. 33, инд. в).

Итого $T_{пз2} = 22$ мин.

Время на пробную обработку определяется, принимая во внимание следующее: деталь точная (имеет поверхности с допусками точнее 11-го качества); количество измеряемых поверхностей — две; число режущих инструментов в наладке — два. Для этих условий табличное время $t_{пр обр} = 5,1$ мин (карта 28, поз. 5, инд. б). Поправочный коэффициент на это время в зависимости от обрабатываемого материала $K_m = 0,85$.

Окончательно $T_{пр обр} = t_{пр обр} + t_{ца} = 5,1 \cdot 0,85 + 6,05 = 10,385$ мин.

Итого подготовительно-заключительное время на партию деталей:

$$T_{пз} = 14 + 22 + 10,385 = 46,385 \text{ мин.}$$

Общая норма времени определяется

$$H_{вр} = 7,74 + \frac{46,385}{40} = 8,9 \text{ мин.}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Абразивная и алмазная обработка материалов: Справочник /Под ред. А.Н. Резникова. — М.: Машиностроение, 1977. — 320 с.
2. Абразивные материалы и инструменты: Каталог-справочник /Под ред. В.А. Рыбакова. — М.: НИИМаш, 1976. — 242 с.
3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках: Справочник: В 3-х частях: Ч.1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки — М.: Машиностроение; 1974. — 325 с.
4. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, обслуживания рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство. — М.: НИИТруда, 1984. — 382 с.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2-х т. /А.Д. Локтев, И.Ф. Гущин, В.А. Батуев и др. — М.: Машиностроение, 1991, Т.1. — 640 с.
6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2-х т. /А.Д. Локтев, И.Ф. Гущин, В.А. Батуев и др. — М.: Машиностроение, 1991, Т.2. — 304 с.
7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках: Справочник: В 3-х частях. Ч.3. Протяжные, шлифовальные и доводочные станки. — М.: Машиностроение, 1978. — 273 с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. — М.: Экономика, 1990. — Ч. I. Нормативы времени. — 208 с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. — М.: Экономика, 1990. — Ч. II. Нормативы режимов резания. — 311 с.
10. Справочник нормировщика /А.В. Ахумов, Б.М. Генкин, Н.Ю. Иванов и др. — Л.: Машиностроение. Ленинградское отд-е, 1986. — 456 с.
11. Справочник шлифовщика /Л.М. Кожеуров, А.А. Панов, Э.И. Ремизовский, П.С. Чистосердова. — Минск: Высшая школа, 1981. — 327 с.

Игорь Михайлович Морозов,
Виктор Иванович Гузеев,
Станислав Абрамович Фадюшин

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Учебное пособие
Компьютерная версия
Издание второе, переработанное

Техн. редактор А.В. Миних

Издательство Южно-Уральского государственного
Университета

ИД № 00200 от 28.09.99. Подписано в печать 10.06.2003.
Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 4,42. Уч.-изд. л. 3,6.

УОП Издательства. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.