

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»  
(СГУГиТ)

П. В. Петров, Е. Ю. Кутенкова

# **СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ НА МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СТАНКАХ**

Методические указания по выполнению расчетно-графической  
работы для обучающихся по направлениям подготовки  
12.03.01 Приборостроение, 12.03.02 Опотехника,  
27.03.01 Стандартизация и метрология (уровень бакалавриата),  
12.04.02 Опотехника (уровень магистратуры)

Новосибирск  
СГУГиТ  
2022

УДК 658  
П30

Рецензент: кандидат экономических наук, доцент, СГУГиТ *В. А. Павленко*

**Петров, П. В.**

П30 Сравнение технологических процессов резания на механизированных станках : методические указания по выполнению расчетно-графической работы / П. В. Петров, Е. Ю. Кутенкова. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – 54 с. – Текст : непосредственный.

Методические указания подготовлены кандидатом технических наук, доцентом П. В. Петровым и старшим преподавателем Е. Ю. Кутенковой на кафедре фотоники и приборостроения СГУГиТ.

Описана методика экспертизы заданных вариантов технологического процесса (ТП) обработки резанием металлической детали механической части прибора. Основными показателями сравнения являются штучная трудоемкость и штучная себестоимость. Приведен пример выполнения расчетно-графической работы.

Методические указания по выполнению расчетно-графической работы по дисциплинам «Технология приборостроения», «Основы технологии производства» предназначены для обучающихся по направлениям подготовки 12.03.01 Приборостроение, 12.03.02 Опотехника (уровень бакалавриата), также могут быть использованы для обучающихся по направлениям подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология (уровень бакалавриата), 12.04.02 Опотехника (уровень магистратуры).

Рекомендованы к изданию кафедрой фотоники и приборостроения, Ученым советом Института оптики и технологий информационной безопасности СГУГиТ.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 658

© СГУГиТ, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Расчетно-графическая работа. Сравнение технологических процессов резания на механизированных станках .....	5
Контрольные вопросы и задания .....	13
Библиографический список.....	15
Приложение 1. Усредненные справочные данные по техническому нормированию токарных и револьверных работ .....	17
Приложение 2. Усредненные справочные данные по техническому нормированию горизонтально- и вертикально-фрезерных работ.....	25
Приложение 3. Усредненные справочные данные по техническому нормированию сверлильных работ .....	32
Приложение 4. Усредненные справочные данные по техническому нормированию слесарных работ .....	36
Приложение 5. Пример выполнения расчетно-графической работы .....	39

## ВВЕДЕНИЕ

Представленные методические указания:

- систематизируют сведения об элементах структуры традиционного технологического процесса, его организации и параметрах;
- дают представление о влиянии структуры ТП, его организации и параметров, включая технологические возможности средств оснащения, режимов резания и характеристик самой детали на трудоемкость и себестоимость ее изготовления резанием;
- показывают зависимость штучно-калькуляционного времени изготовления детали от размера партии запуска (выпуска) деталей;
- обеспечивают навыки предварительной оценки одного или различных вариантов традиционного ТП на основе выбора режимов резания, расчета трудоемкости и стоимости.

Расчетно-графическая работа применяется в учебном процессе с 2004 г. Новая версия методических указаний совершенствует учебный материал в части большей универсальности и объективности методики сравнения ТП, а также достоверности результатов сравнения.

В ближайшее время планируется издание подобного материала с применением в ТП программируемого оборудования, включая станки типа «обрабатывающий центр».

## **Расчетно-графическая работа.**

### **СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ НА МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СТАНКАХ**

**Цель работы:** научиться анализировать влияние структуры ТП, его организации и параметров, включая технологические возможности традиционных средств оснащения, режимов резания и характеристик самой детали, на трудоемкость и себестоимость ее изготовления резанием при различных размерах партии запуска (выпуска).

#### **Исходные данные**

1. Чертеж и (или) эскиз детали с обозначением обрабатываемых поверхностей, а также твердости и предела прочности при растяжении.
2. Годовой объем ( $N$ , штук) производства исходной детали.
3. Описание вариантов ТП изготовления детали резанием на оборудовании с ручным и механическим управлением, а также указанием упрощенной схемы организации ТП и вида (эскиза) исходной заготовки с параметрами.

#### **Общие теоретические сведения**

Сравнение различных технологий изготовления изделия является естественной ситуацией в ходе разработки ТП.

На рис. 1 показаны две из возможных схем организации первого варианта ТП, приведенного в прил. 5 данных методических указаний с обозначением рабочих мест (РМ1–РМ6) и операций (005–025).

Особенность верхней схемы организации ТП в том, что она предусматривает частичное совмещение операций по времени: 005 и 010 выполняются на рабочих местах РМ1 и РМ2 с 30-процентным перекрытием, а 020 и 025 – на рабочих местах РМ4 и РМ5 с 50-процентным перекрытием. Нижняя схема предполагает одновременное выполнение операции 005 на рабочих местах РМ1 и РМ2.

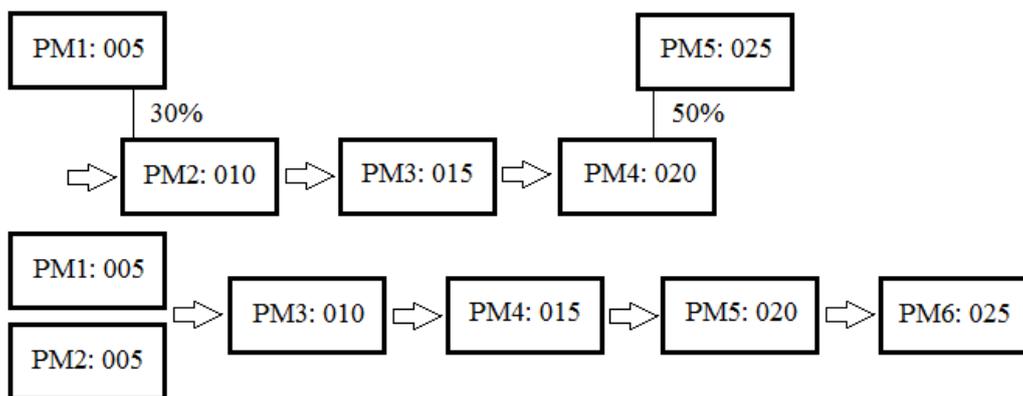


Рис. 1. Примеры упрощенных схем организации одного из вариантов ТП

Совершенствование ТП может быть основано также на многопредметной обработке «пакетом» и повышении технической оснащённости, однако выигрыш во времени часто не улучшает показатель себестоимости. Возможны другие оценочные показатели и критерии принятия решений в ходе разработки ТП [1].

### Порядок выполнения работы

1. Получить исходные данные.
2. Ознакомиться с примером выполнения данной работы (прил. 5).
3. По каждой технологической операции заданного ТП подготовить табл. 1 с заполнением ячеек 1, 2 и колонок 8, 9.

Таблица 1

Бланк описания результатов расчетов

$N / N$	Наименование технологической операции	$T_{н.шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт.к} = f(n)$		$K_M$	$C_{шт} = f(n)$		
1	2	3	4	5		6	7		
$N / N$ перехода	Наименование переходов	Марка материала режущей части инструмента	$D$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мин/об ( $S_{мин}$ , мм/мин)	$V$ , м/мин	$T_o$ , мин	$T_b$ , мин	$T_{уст}$ , мин
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

4. Обращаясь к прил. 1–5, с учетом исходных данных и применяемого в операции оборудования, заполнить в табл. 1 колонки 4, 10–14, 16, 17.

4.1. Выбор и расчет  $T_{п-з}$  выполняется, в частности, с учетом заданной схемы организации ТП. Например, на одном рабочем месте иногда последовательно выполняются две операции. В этом случае для второй операции подготовительно-заключительное время затрачивается только на дополнительное оснащение, т. е. только на то, что отличает по оснащению вторую операцию от первой.

4.2. Выбор и расчет вспомогательного времени на установку  $T_{уст}$  выполняется, в частности, для обработки «пакетом». В этом случае в приложениях приводится дробь, в числителе которой время для всего «пакета», а в знаменателе число заготовок в «пакете».

4.3. Если технологический переход состоит в одновременной работе нескольких разных режущих инструментов с общей подачей (в одной державке), то вспомогательное время, связанное с выполнением этого перехода  $T_{в}$ , принимается наибольшим среди инструментов в этой державке.

Выбор и расчет вспомогательного времени, связанного с обработкой фасок и притуплением острых кромок, заменяется вычислением оперативного времени  $T_o + T_{в}$  и вносится в объединенную ячейку в колонках 15, 16 (см. пример в прил. 5).

5. По каждому технологическому переходу токарной, револьверной, сверлильной и фрезерной операции, кроме снятия фасок и притупления острых кромок, рассчитать  $T_o$  (основное время формообразования и отделения стружки).

Расчет для фрезерования выполняется по формуле

$$T_o = \frac{L}{S_{мин}} \cdot i, \quad (1)$$

где  $L$  – длина обработки, мм;

$i$  – количество рабочих ходов;

$S_{мин}$  – минутная подача заготовки, мм/мин.

Расчет для технологических переходов в токарных, револьверных и сверлильных операциях выполняется по формуле

$$T_o = \frac{\pi \cdot D \cdot L}{1000 \cdot S_o \cdot V} \cdot i, \quad (2)$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

$L$  – длина рабочего хода инструмента, мм;

$i$  – количество рабочих ходов;

$S_o$  – подача инструмента, мм/об;

$V$  – скорость резания, м/мин.

Особые случаи расчета  $T_o$ .

5.1. Если технологический переход в операции состоит в одновременной работе нескольких режущих инструментов с общей подачей (в одной державке, головке или оправке), то расчет  $T_o$  выполняется либо по любому инструменту (если они одинаковы), либо по тому, который очевидно нагружен более других, либо по каждому инструменту с выбором наибольшего времени.

5.2. Если технологический переход в операции состоит в обработке одним режущим инструментом поверхности нескольких заготовок («пакета»), то расчет  $T_o$  должен предусматривать деление полученного результата на число заготовок.

5.3. Если технологический переход в операции состоит в обработке одним режущим инструментом нескольких поверхностей (например, отверстий или канавок) одной заготовки, то расчет  $T_o$  выполняется как для случая обработки поверхности за несколько рабочих ходов.

Результат вычислений следует округлить до сотых и внести в колонку 15 табл. 1. Полученная величина не должна быть меньше, чем 0,02 мин. В противном случае следует принять ее равной 0,02 мин и внести в колонку 15 табл. 1.

6. Рассчитать  $T_{н.шт}$  (неполное штучное время изготовления детали в каждой технологической операции) по формуле

$$T_{н.шт} = \sum T_o + \sum T_v + \sum T_{уст}, \quad (3)$$

где  $\sum T_o$  – сумма основного времени по всем технологическим переходам в операции;

$\sum T_b$  – сумма вспомогательного времени, связанного с выполнением технологического времени по всем переходам в операции;

$\sum T_{уст}$  – сумма вспомогательного времени по всем установкам и переустановкам в операции.

7. Величину  $T_{н.шт}$  следует скорректировать с учетом обрабатываемого материала, умножив на поправочный коэффициент, выбранный по табл. 2. Полученный результат следует округлить до сотых и внести в ячейку 3 табл. 1.

Таблица 2

Поправочные коэффициенты на неполное штучное время [2]

Материал детали (заготовки)	Свойства обрабатываемого материала		Поправочный коэффициент на неполное штучное время
	Твердость по НВ, ГПа	Предел прочности при растяжении $\sigma_b$ , ГПа	
Сталь	–	< 0,59	0,9
Сталь	–	0,59 ÷ 0,74	1,0
	–	> 0,74	1,1
Чугун	< 1,76	–	0,9
	1,76 ÷ 2,15	–	1,0
	> 2,15	–	1,11
Медные сплавы	≤ 1,37	–	0,8
	> 1,37	–	0,9
Дюралюмин	≥ 0,98 (закаленный)	0,5 ÷ 0,64	0,75
	< 0,98	0,3 ÷ 0,4	0,65
	–	0,2 ÷ 0,3	0,55
Силумин и литейные сплавы	≥ 0,64 (закаленный)	0,2 ÷ 0,66	0,75
	< 0,64	0,1 ÷ 0,2	0,65

8. Подставить в формулу известные величины и занести в ячейку 5 табл. 1 полученное выражение  $T_{шт.к}$  (штучно-калькуляционное время изготовления детали в данной технологической операции)

$$T_{шт.к} = T_{н.шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \quad (4)$$

где  $n$  остается неизвестной и означает число деталей, одновременно запускаемых в производство (или, что то же самое, размер партии запуска) на данную технологическую операцию.

Физический смысл  $n$  заключается в том, что запускать детали в производство выгоднее порциями, чем сразу весь годовой объем  $N$ . В противном случае возникают проблемы хранения и увеличения объемов незавершенного производства. Следует исходить из потребностей сборочной стадии производства, так как детали важны не сами по себе, а только в составе прибора в целом. При этом надо учитывать, что запускать детали малыми партиями тоже невыгодно, так как рабочее место (оборудование) должно быть загружено работой и рационально использовано не менее одной-двух смен. Поскольку производственный брак не учитывается, то принято допущение, что размер партии запуска деталей равен размеру партии выпуска годных деталей.

9. Выбрать  $K_m$  (машино-коэффициент, показатель стоимости работ на данном оборудовании по отношению к стоимости работ на токарном станке в единицу времени). Выбор выполняется по табл. 3 с занесением результата в ячейку 6 табл. 1.

Таблица 3

Значения машино-коэффициента [3]

Разновидность стандартного металлорежущего и слесарного оборудования	Значение $K_m$
Слесарный верстак	0,01
Слесарный верстак с настольным сверлильным станком	0,1
Ленточно-шлифовальный станок	0,1
Вертикально-сверлильный одношпиндельный станок	0,5
Вертикально-сверлильный двухшпиндельный станок	0,6
Вертикально-сверлильный трехшпиндельный станок	0,7
Вертикально-сверлильный четырехшпиндельный станок	0,8

Разновидность стандартного металлорежущего и слесарного оборудования	Значение $K_M$
Виброабразивная машина (полуавтомат)	0,8
Токарный станок	1,0
Револьверный станок	1,2
Вертикально- и горизонтально-фрезерные станки	1,5

10. Подставить в формулу известные величины и занести в ячейку 7 табл. 1 выражение  $C_{шт}$  (себестоимость изготовления детали в каждой из технологических операций, в условных единицах):

$$C_{шт} = 0,33 \cdot K_M \cdot T_{шт.к} \cdot \quad (5)$$

В полученном выражении  $n$  остается в виде неизвестной.

Численные значения слагаемых выражения округляются до сотых.

В пустых ячейках табл. 1 проставить прочерки.

В результате заполнения таблиц по всем технологическим операциям ТП имеем по каждой операции уравнения:  $T_{шт.к} = f(n)$  и  $C_{шт} = f(n)$ . Они показывают, как трудоемкость и себестоимость изготовления детали в каждой операции зависят от  $n$ .

11. Чтобы получить зависимость  $C_{шт} = f(n)$  по технологическому процессу в целом, следует суммировать пооперационные зависимости  $\Sigma C_{шт} (ТП) = f(n)$ .

12. Чтобы получить зависимость  $T_{шт.к} (ТП) = f(n)$  по технологическому процессу в целом, следует учесть схему организации ТП, указанную в исходных данных. Возможны схемы организации ТП, которые предполагают частичное совмещение пооперационных зависимостей.

13. Если сравниваются два технологических процесса, то создаются две системы уравнений: по трудоемкости и себестоимости.

14. Установить наличие общих решений в каждой системе уравнений. Наличие общего решения означает, что есть такое  $n$ , при котором варианты ТП будут равноценны. Каждое такое  $n$  необходимо округлить до ближайшего целого.

Отсутствие общих решений показывает, что при любом  $n$  один вариант ТП предпочтительнее другого.

15 (по решению преподавателя). Построить графики зависимостей по каждой из систем уравнений. Каждый график отражает определенный вариант ТП по трудоемкости или себестоимости.

В ходе построения графиков аргументу  $n$  необходимо задать несколько значений, например, от  $n = 1$  до  $n = 30$ . Кривые могут пересекаться, и тогда возникают переменные участки предпочтительности сравниваемых вариантов ТП в зависимости от  $n$  (в точке пересечения, до и после пересечения кривых).

16. Вычислить усредненный размер партии выпуска деталей ( $n_{\text{ср}}$ ):

$$n_{\text{ср}} = \frac{N \cdot W}{\Phi}, \quad (6)$$

где  $N$  – годовой объем выпуска деталей (указан в исходных данных);

$W$  – число дней запаса деталей в кладовой перед сборкой (примем, что  $W = 30$ );

$\Phi$  – число рабочих дней в году (примем, что  $\Phi = 250$ ).

17. По каждому варианту ТП рассчитать усредненные значения трудоемкости и себестоимости, подставив  $n_{\text{ср}}$  (вместо  $n$ ) в уравнения:

$$\Sigma C_{\text{шт}} (\text{ТП}) = f(n) \text{ и } T_{\text{шт.к}} (\text{ТП}) = f(n).$$

Возможны другие показатели сравнения, например:

– наличие размера партии запуска (выпуска) исходных деталей, при котором оба варианта ТП равноценны по показателю трудоемкости (себестоимости);

– число технологических операций резания в ТП;

– число рабочих мест в ТП, занятых операциями резания;

– наличие совмещенных переходов и операций;

– наличие многопредметной обработки «пакетом»;

– применение приспособлений, расширяющих технологические возможности оборудования (перечислить);

– применение современных приводов;

– наличие оригинальных технологических решений;

– удобство и технологичность выполнения ТП и др.

Все полученные результаты можно свести в таблицу (см. пример в прил. 5).

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие оценочные показатели технологического процесса, кроме трудоемкости и стоимости, вы знаете?

2. Для двух расчетных вариантов ТП изготовления оптической детали даны графики (рис. 2) зависимостей  $T_{шт.к} (ТП) = f(n)$ .

Анализируя графики, определите, какой из двух вариантов ТП необходимо внедрить, чтобы время изготовления любых пяти деталей партии было равно 60 мин., а размер партии  $n > 20$ .

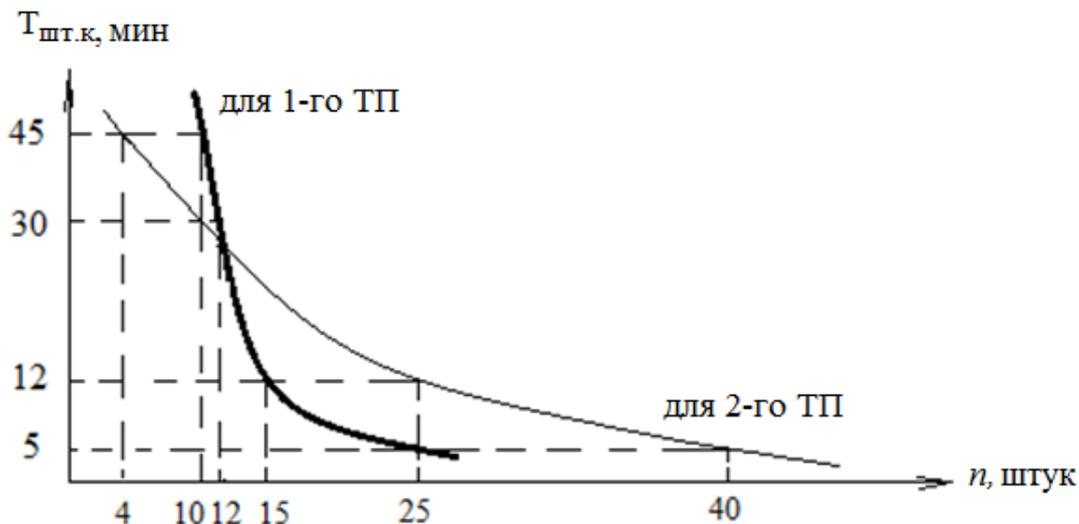


Рис. 2. Графики зависимостей штучно-калькуляционного времени изготовления исходной детали по двум сравниваемым ТП

3. На какой операции второго варианта ТП (табл. П.5.6–5.9) штучно-калькуляционная трудоемкость наибольшая? От чего это зависит?

4. Написать развернутую формулу расчета штучно-калькуляционного времени и назвать все параметры, входящие в нее.

5. В данной работе определяются два из трех параметров режимов резания. Какой параметр не рассматривается?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ввиду большого объема справочной информации в данной расчетно-графической работе введен ряд ограничений:

- не подлежат рассмотрению резьбонарезные станки, обработка цилиндрическими фрезами и применение комбинированного режущего инструмента;

- размеры изготавливаемых деталей не превышают 60 мм по диаметру и длиной не более 300 мм;

- в описании ТП не указаны типоразмеры средств технологического оснащения, отсутствуют сведения о вспомогательном и контрольно-измерительном инструменте;

- режимы резания представлены усредненными значениями: только для случая обработки металлических конструкционных материалов инструментами из быстрорежущей стали и твердых сплавов; величины врезания и перебега взяты укрупненно, без учета особенностей работы отдельных инструментов;

- нормы времени и стоимости представлены усредненными значениями без учета типоразмеров оснащения, затрат на техническое и организационное обслуживание и ряда других факторов;

- размер партии запуска равен размеру партии выпуска (то есть брак отсутствует).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петров П. В., Кутенкова Е. Ю. Машины и технологическое оборудование. Расчет количества технологической оснастки : практикум. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – 38 с.
2. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на токарно-револьверных станках. Мелкосерийное и среднесерийное производство. – М. : Экономика, 1989. – 153 с.
3. Гамрат-Курек Л. И. Экономика инженерных решений в машиностроении. – М. : Машиностроение, 1986. – 256 с.
4. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного при работе на металлорежущих станках. Мелкосерийное и единичное производство. – М. : НИИ труда, 1982. – 311 с.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 2-х ч. Ч. 1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. – М. : Машиностроение, 1974. – 406 с.
6. Семинский В. К., Вирченко П. Т., Платонов С. А. Приспособления и инструменты для токарных работ. – Киев : Техника, 1977. – 158 с.
7. Серебrenицкий П. П. Пособие для станочников (вспомогательный инструмент для металлорежущих станков). – Л. : Лениздат, 1978. – 319 с.
8. Денежный П. М., Стискин Г. М., Тхор И. Е. Токарное дело. – М. : Высшая школа, 1979. – 199 с.
9. Митрофанов С. П., Гутнер Н. Г. Револьверные станки и их рациональное использование. – М.-Л. : Mashgiz, 1962. – 350 с.
10. Малов А. Н., Законников В. П. Обработка деталей оптических приборов. – М. : Машиностроение, 1976. – 304 с.
11. Драгун А. П. Вспомогательный инструмент для токарно-револьверных станков. – Л. : Машиностроение, 1979. – 192 с.

12. Каледин Б. Ф., Козлова А. Г., Крылов А. Н. Нормирование технологических процессов механической обработки : учеб. пособие. – М. : МИИГАиК, 2001. – 80 с.

13. Копылов Р. Б. Работа на фрезерных станках / под ред. В. А. Блюмберга. – Л. : Лениздат, 1971. – 415 с.

14. Черпаков Б. И. Технологическая оснастка. – М. : Академия, 2003. – 288 с.

15. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Серийное и крупносерийное производство. – М. : НИИ труда, 1984. – 472 с.

16. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Единичное, мелкосерийное и среднесерийное производство. В 2-х ч. Ч. 2. Фрезерные станки. – М. : Экономика, 1988. – 378 с.

17. Нормирование работ, выполняемых на сверлильных станках. Укрупненные нормативы времени. Среднесерийное и мелкосерийное производство. – М. : ВНИИТЭМР, 1990. – 127 с.

**УСРЕДНЕННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ  
НОРМИРОВАНИЮ ТОКАРНЫХ И РЕВОЛЬВЕРНЫХ РАБОТ**

Таблица П.1.1

Подготовительно-заключительное время [4, 5]

Наладка токарного (револьверного) станка	Подготовительно-заключительное время (мин): $T_{П-З} = T_{П-З}^{ОСН} + T_{П-З}^{ДОП}$
Наладка токарного станка с установкой заготовки	
В универсальное приспособление (цанговый, двух-, трех- или четырехкулачковый патрон, оправку, передний и задний центр с хомутиком)	$T_{П-З}^{ОСН} = 19 + k$
В универсально-сборное приспособление (УСП): на планшайбу с установочными элементами	$T_{П-З}^{ОСН} = 22,2 + 1,2 \cdot k$
Дополнительное оснащение токарного станка	
Упором под каждый режущий инструмент	$T_{П-З}^{ДОП} = 0,8 \cdot k$
Револьверной головкой (РГ), или много- (до шести) инструментальной державкой в пиноле задней бабки [6, 7]	$T_{П-З}^{ДОП} = 9$
Много- (до восьми) позиционной РГ вместо переднего четырехпозиционного резцедержателя [8]	$T_{П-З}^{ДОП} = 9$
Режущими инструментами	$T_{П-З}^{ДОП} = 2 \cdot k_{ДОП}$
Наладка револьверного станка с установкой заготовки	
В универсальное приспособление (цанговый, двух-, трех- или четырехкулачковый патрон, оправку)	$T_{П-З}^{ОСН} = 26 + 2,1 \cdot k$
В УСП (на планшайбу с установочными элементами)	$T_{П-З}^{ОСН} = 32 + 2,1 \cdot k$
Дополнительное оснащение револьверного станка	
Упором вместо подающей цанги для установки штучной заготовки в цанговый патрон	$T_{П-З}^{ДОП} = 5$
Цангой под другой диаметр заготовки	$T_{П-З}^{ДОП} = 2$
Много- (до трех) инструментальной державкой [7, 9]	$T_{П-З}^{ДОП} = 3$
Резьбонарезным приклоном [9] с резцом (гребенкой)	$T_{П-З}^{ДОП} = 9$

Наладка токарного (револьверного) станка	Подготовительно-заключительное время (мин): $T_{п-з} = T_{п-з}^{осн} + T_{п-з}^{доп}$
Дополнительное оснащение револьверного станка	
Приспособлением для фрезерования шлица [9, 10]	$T_{п-з}^{доп} = 6$
Приспособлением для сверления внеосевых отверстий [9]	$T_{п-з}^{доп} = 6$
Суппортком для точения наклонных канавок [11]	$T_{п-з}^{доп} = 4$
Суппортком для растачивания канавок [7]	$T_{п-з}^{доп} = 4$
Режущими инструментами	$T_{п-з}^{доп} = 1,1 \cdot k_{доп}$

*Примечание.*  $k$  – число применяемых в операции режущих инструментов,  $k_{доп}$  – число режущих инструментов дополнительного оснащения.

Таблица П.1.2

Вспомогательное время на установку заготовки в приспособлении [2,12]

Установка заготовки на токарном (револьверном) станке	Вспомогательное время ( $T_{уст}$ , мин) установки заготовки на станке	
	токарном	револьверном
Установка кратной заготовки (прутка, трубы)		
В трехкулачковый самоцентрирующийся патрон:		
– с ручным приводом (ключом);	0,35	0,35
– с пневматическим (гидравлическим) зажимом	0,23	0,23
В цанговый самоцентрирующийся патрон:		
– с механическим приводом (рычагом);	0,29	0,29
– с пневматическим (гидравлическим) зажимом	0,23	0,23
Установка (переустановка) штучной заготовки (отливки, поковки, штампованной заготовки, сварной, 3D-заготовки, из кратной заготовки)		
В трехкулачковый самоцентрирующийся патрон:		
– с ручным приводом (ключом);	0,23	0,23
– с механическим приводом (рычагом);	0,13	0,13
– с пневматическим зажимом	0,12	0,12

## Окончание табл. П.1.2

Установка заготовки на токарном (револьверном) станке	Вспомогательное время ( $T_{уст}$ , мин) установки заготовки на станке	
	токарном	револьверном
Установка (переустановка) штучной заготовки (отливки, поковки, штампованной заготовки, сварной, 3D-заготовки, из кратной заготовки)		
В трехкулачковый самоцентрирующийся патрон с поджатием центром задней бабки	0,27	–
В четырехкулачковый патрон с ручным приводом (ключом)	0,42	0,42
В двухкулачковый самоцентрирующийся патрон с ручным приводом (ключом)	0,23	0,23
В цанговый самоцентрирующийся патрон: – с механическим приводом (рычагом); – с пневматическим (гидравлическим) зажимом	0,11	0,11
	0,10	0,10
На консольную разжимную оправку	0,24	0,24
На гладкую оправку	0,22	0,22
В передний и задний центры с хомутиком	0,28	–
В универсально-сборное приспособление на основе планшайбы	1,9	1,9

Таблица П.1.3

Марки режущей части инструмента, подачи, скорости резания  
и вспомогательное время, связанное с выполнением  
технологического перехода [2, 12]

Разновидность технологического перехода	Марка режущей части инструмента	Режимы резания		Вспомогательное время ( $T_B$ , мин) на технологиче- ский переход для станка токарного / револьверного
		Подача инстру- мента, $S_o$ , мм/об	Скорость резания, $V$ , м/мин	
Обработка резцами (кроме фасок и кромок)				
Точить:				
– предварительно;	T15K6	1,0	117	0,22/0,15
– окончательно	T15K6	0,3	177	0,22/0,15

Продолжение табл. П.1.3

Разновидность технологического перехода	Марка режущей части инструмента	Режимы резания		Вспомогательное время ( $T_B$ , мин) на технологический переход для станка токарного / револьверного
		Подача инструмента, $S_o$ , мм/об	Скорость резания, $V$ , м/мин	
Обработка резцами (кроме фасок и кромок)				
Расточить: – предварительно; – окончательно	T15K6 T15K6	0,12 0,2	90 140	0,22/0,15 0,22/0,15
Подрезать: – предварительно; – окончательно	T15K6 T15K6	1,0 0,3	100 160	0,28/0,20 0,28/0,20
Точить канавку	P6M5 (T15K6)	0,16	23 (60)	0,21/0,18
Расточить канавку	T15K6	0,12	30	0,28/0,18
Отрезать	P6M5	0,13	50	0,32/0,25
Нарезать резьбу резцом: – наружную; – внутреннюю	P18 (T15K6) P18 (T15K6)	Равна шагу резьбы	30 (139) 26 (110)	0,26/0,24 0,26/0,24
Нарезать резьбу гребенкой: – наружную; – внутреннюю	P18 P18		9 7	–/0,24 –/0,24
Обработка осесимметричными инструментами (кроме фасок и кромок)				
Центровать торец	P6M5	0,1	12	0,12/0,12
Сверлить	P6M5 (T15K6)	0,12	22 (27)	0,30/0,30
Рассверлить	P6M5 (T15K6)	0,24	33 (40)	0,15/0,15
Зенкеровать	P6M5 (T15K6)	0,5 (0,4)	16 (44)	0,15/0,15
Развернуть: – предварительно; – окончательно	P6M5 (T15K6) P6M5 (T15K6)	1,0 (0,9) 0,8 (0,7)	8 (20) 5 (16)	0,15/0,15 0,15/0,15
Нарезать резьбу: – плашкой; – метчиком	P6M5 P6M5	Равна шагу резьбы	7 5	0,21/0,21 0,21/0,21

Разновидность технологического перехода	Марка режущей части инструмента	Режимы резания		Вспомогательное время ( $T_B$ , мин) на технологический переход для станка токарного /револьверного
		Подача инструмента, $S_o$ , мм/об	Скорость резания, $V$ , м/мин	
Обработка осесимметричными инструментами (кроме фасок и кромок)				
Накатать рифление накатным роликом: – с поперечной подачей; – с продольной подачей	P6M5	0,15	18	0,15/0,12
	P6M5	0,15	17	0,20/0,16
Обработка фасок и кромок				Оперативное время ( $T_o + T_B$ ), мин
Обработать фаску, притупить острую кромку: – резцом; – сверлом; – зенковкой;  – надфилем; – шлифовальной шкуркой	P6M5	С ручной подачи	—	$f \cdot 0,02 + 0,08$
	P6M5			$f \cdot 0,02 + 0,08$
	P6M5			$f \cdot 0,02 + 0,08$
	У12	вручную		$f \cdot 0,02 + 0,1$
	—			$f \cdot 0,02 + 0,1$
	—			$f \cdot 0,02 + 0,1$

Примечания:

а) марки режущего материала (P6M5, T15K6) иллюстрируют их влияние на подачу и скорость резания. Выбор произвольный;

б) если несколько различных инструментов установлены в одной державке и получают общую подачу, то  $T_B$  принимается наибольшим среди инструментов в державке;

в)  $f$  – число фасок и кромок, обрабатываемых в операции.

### Рекомендации для упрощенного выбора и расчета параметров $D$ и $L$ для технического нормирования токарных и револьверных работ

1. При подрезке крайнего правого торца, а также при отрезке,  $D$  – диаметр заготовки, или диаметр обработанной поверхности, сопряженной с подрезаемым торцом, а  $L$  – рассчитывается по формуле

$$L = L_{\text{в-п}} + L_{\text{пов}}, \quad (\text{П.1.1})$$

где  $L_{\text{в-п}}$  – сумма врезания и перебега режущего инструмента (мм), которая укрупненно равна 20 мм для открытых (бесступенчатых) поверхностей, к которым относятся торцы тел вращений;

$L_{\text{пов}}$  – половина длины торца в направлении рабочей подачи (рис. П.1.1).

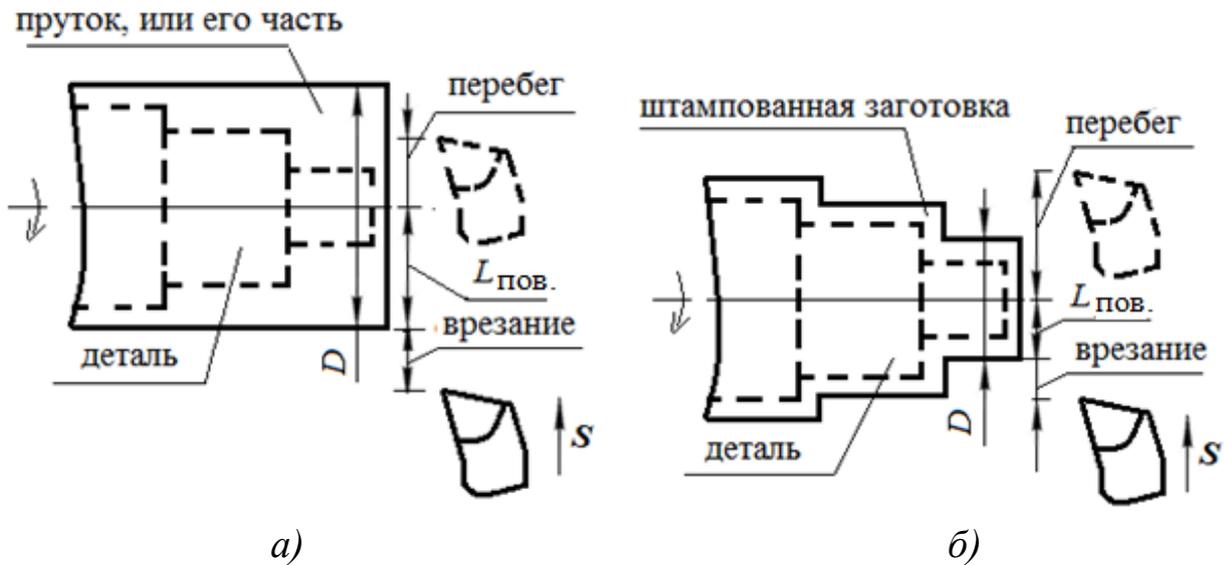


Рис. П.1.1 – Поясняющие изображения:

а) пример подрезки правого торца прутка; б) пример подрезки правого торца штампованной заготовки

2. При центровании торца примем, что  $D$  (диаметр отверстия) равен 5 мм, а  $L = 20$  мм.

3. При обработке фасок и притуплении острых кромок  $D$  и  $L$  можно не определять.

4. При точении (расточивании) канавок  $D$  – диаметр канавки, а  $L$  рассчитывается по формуле П.1.1 для глухих поверхностей, где  $L_{\text{в-п}}$  равна 10 мм, а  $L_{\text{пов}}$  – глубина узкой канавки (меньше или равно 5 мм), или длина широкой (более 5 мм) канавки (рис. П.1.2).

5. При обработке основных поверхностей заготовки  $D$  (диаметр обрабатываемой поверхности) определяется по эскизу или чертежу детали.

$L$  рассчитывается по формуле П.1.1, в которой  $L_{в-п}$  равна 20 мм для бесступенчатых и 10 мм для ступенчатых поверхностей (рис. П.1.3), а  $L_{пов}$  – длина обрабатываемой поверхности в направлении рабочей подачи, определяемая по эскизу или чертежу детали.

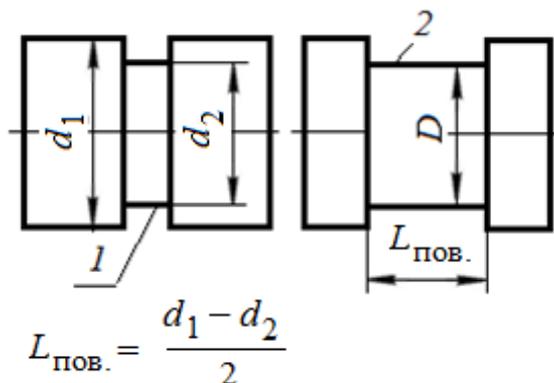


Рис. П.1.2. Поясняющие изображения узкой (1) и широкой (2) канавок

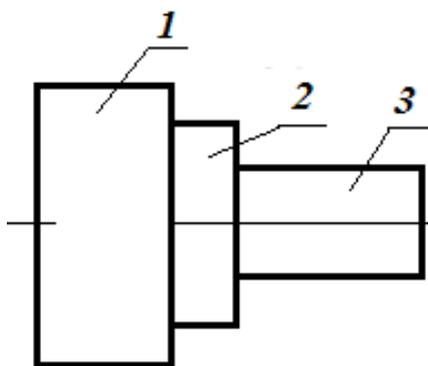


Рис. П.1.3. Поясняющее изображение для определения ступенчатых (2, 3) и бесступенчатой (1) поверхностей

Длина  $L_{пов}$  должна определяться с учетом состояния поверхности до выполнения текущего технологического перехода в операции (рис. П.1.4).

Примем допущение: при последовательной обработке отверстия разными инструментами (например, сверлом и резцом) считать  $D$  и  $L$  неизменными, если это не оговорено в описании технологической операции или эскизом.

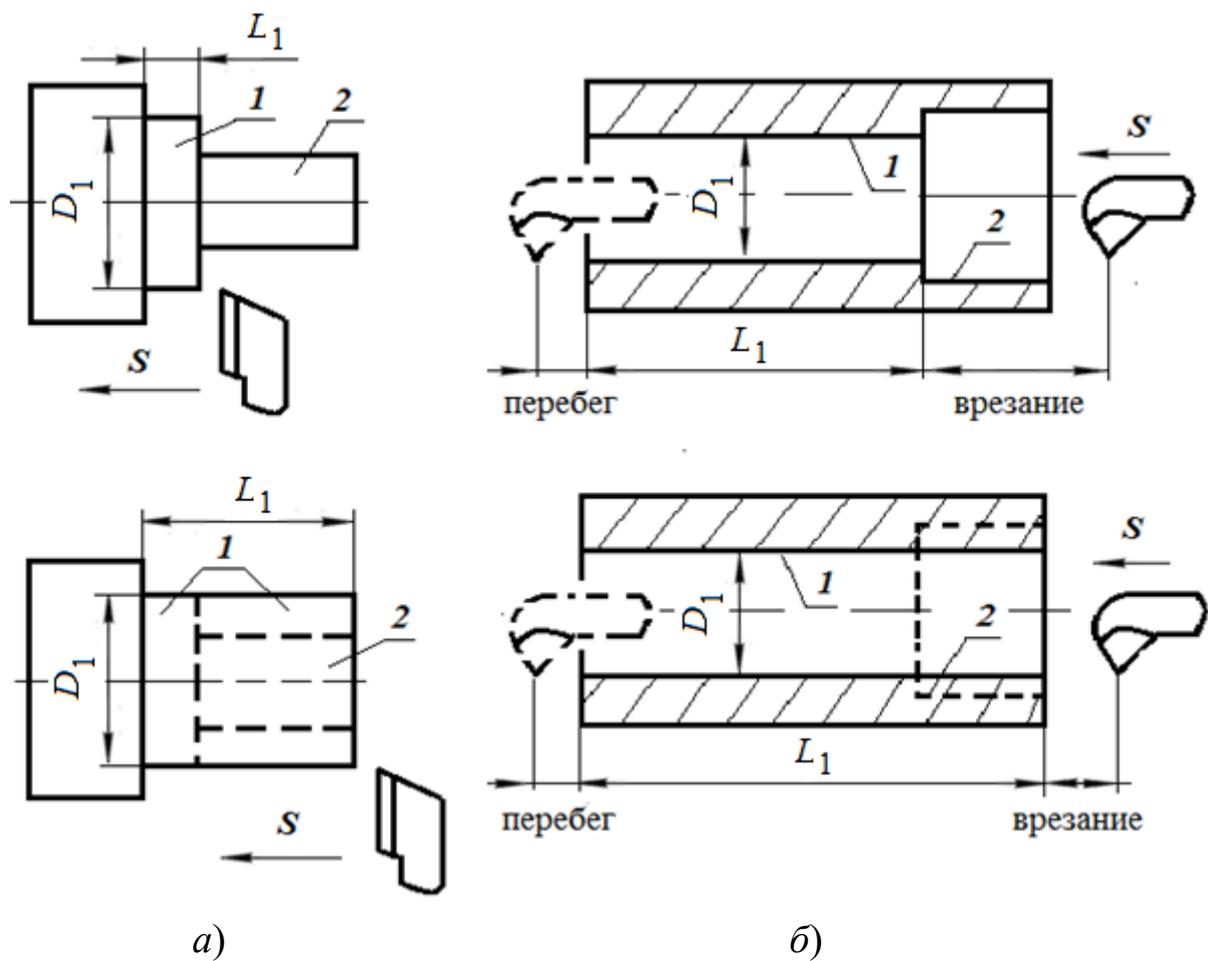


Рис. П.1.4. Поясняющие изображения для определения длины обработки:

а) ступень 1 имеет разную длину ( $L_1$ ) до образования ступени 2 и после ее образования; б) отверстие 1 имеет разную длину ( $L_1$ ) до образования отверстия 2 и после его образования

**УСРЕДНЕННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ НОРМИРОВАНИЮ ГОРИЗОНТАЛЬНО-  
И ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫХ РАБОТ**

Таблица П.2.1

Подготовительно-заключительное время [12]

Наладка фрезерного станка с установкой заготовки	Подготовительно-заключительное время (мин): $T_{П-3} = T_{П-3}^{ОСН} + T_{П-3}^{ДОП}$
На столе станка с креплением планками и болтами	$T_{П-3}^{ОСН} = 20,6 + 2 \cdot k$
В станочных тисках	$T_{П-3}^{ОСН} = 21,1 + 2 \cdot k$
В центрах на оправке или без оправки	$T_{П-3}^{ОСН} = 27,8 + 2 \cdot k$
В делительной головке	$T_{П-3}^{ОСН} = 29,2 + 2 \cdot k$
Дополнительное оснащение фрезерного станка	
Станочными тисками	$T_{П-3}^{ДОП} = 3$
Делительной головкой	$T_{П-3}^{ДОП} = 3$
Передним и задним центрами с оправкой	$T_{П-3}^{ДОП} = 3$
Передним и задним центрами без оправки	$T_{П-3}^{ДОП} = 2$
Одно-, двухкоординатным поворотным столом [13]	$T_{П-3}^{ДОП} = 7$
Накладной двухшпиндельной головкой для вертикального фрезерования двумя фрезами [14]	$T_{П-3}^{ДОП} = 7$
Двухопорной оправкой (для установки фрез без механического регулирования расстояния между ними)	$T_{П-3}^{ДОП} = 4$
Двухопорной оправкой (для установки фрез с возможностью механического регулирования расстояния между ними) [7, 13]	$T_{П-3}^{ДОП} = 5$
Фрезой насадной на двухопорной оправке (дисковой, отрезной, угловой или полукруглой)	$T_{П-3}^{ДОП} = 5,9 \cdot k_{доп}$
Фрезой насадной на консольной оправке (дисковой, отрезной, угловой или полукруглой)	$T_{П-3}^{ДОП} = 3,5 \cdot k_{доп}$
Вертикальной четырехпозиционной револьверной головкой [14]	$T_{П-3}^{ДОП} = 8$

Окончание табл. П.2.1

Наладка фрезерного станка с установкой заготовки	Подготовительно-заключительное время (мин): $T_{П-З} = T_{П-З}^{осн} + T_{П-З}^{доп}$
Дополнительное оснащение фрезерного станка	
Фрезой с хвостовиком (концевой, сверлом-фрезой, торцовой)	$T_{П-З}^{доп} = 2,5 \cdot k_{доп}$
Вертикальной поворотной шпиндельной бабкой с возможностью установки на угол не более 45° [13]	$T_{П-З}^{доп} = 4$

*Примечание:*

$k$  – число применяемых в операции фрез;

$k_{доп}$  – число фрез дополнительного оснащения.

Таблица П.2.2

Вспомогательное время на установку (переустановку) заготовки (заготовок) в приспособлении [12, 15]

Установка заготовки (заготовок) на фрезерном станке	Вспомогательное время ( $T_{уст}$ , мин) установки заготовки на станке	
Установка (переустановка) по одной заготовке		
На столе, с креплением планками и болтами	1,2	
На гладкой оправке в центрах	0,79	
В переднем и заднем центрах универсальной делительной головки (УДГ)	0,64	
В трехкулачковом патроне УДГ	0,23	
В станочных тисках самоцентрирующих, призматических	0,12	
В станочных тисках:		
– с винтовым зажимом;	0,30	
– с эксцентриковым зажимом;	0,19	
– с пневматическим зажимом	0,16	
Установка (переустановка) «пакетом»		
В станочных тисках с винтовым зажимом	Двух заготовок	0,40/2
	Трех	0,50/3
	Четырех	0,55/4

## Окончание табл. П.2.2

Установка заготовки (заготовок) на фрезерном станке	Вспомогательное время ( $T_{уст}$ , мин) установки заготовки на станке	
Установка (переустановка) «пакетом»		
В станочных тисках с винтовым зажимом	Шести	0,65/6
	Десяти	1,20/10
В станочных тисках с эксцентриковым зажимом	Двух заготовок	0,32/2
	Трех	0,43/3
	Четырех	0,46/4
	Шести	0,55/6
	Десяти	0,95/10
В станочных тисках с пневматическим зажимом	Двух заготовок	0,29/2
	Трех	0,40/3
	Четырех	0,43/4
	Шести	0,54/6
	Десяти	0,90/10

Таблица П.2.3

Марки режущей части инструмента, подачи, скорости резания  
и вспомогательное время на технологический переход [12, 16]

Разновидность технологического перехода	Марка режущей части инструмента	Режимы резания		Вспомогательное время для выполне- ния технологиче- ского перехода, $T_B$ , мин
		Подача заготов- ки, $S_{мин}$ , мм/мин	Скорость резания, $V$ , м/мин	
Фрезеровать плоскость торцовой фрезой: – черновой; – чистовой	P6M5 (T5K10)	150 (300)	48 (119)	0,40
	P6M5 (T15K6)	190 (480)	60 (301)	0,20
Фрезеровать боковую грань кон- цевой фрезой: – черновой; – чистовой	P6M5 (T5K10)	300 (300)	60 (75)	0,40
	P6M5 (T15K6)	190 (240)	60 (75)	0,20
Фрезеровать уступ концевой фрезой чистовой	P6M5	150	38	0,20

Разновидность технологического перехода	Марка режущей части инструмента	Режимы резания		Вспомогательное время для выполнения технологического перехода, $T_v$ , мин
		Подача заготовки, $S_{мин}$ , мм/мин	Скорость резания, $V$ , м/мин	
Фрезеровать паз концевой фрезой чистовой	P6M5 (T15K6)	120 (240)	30 (56)	0,20
Фрезеровать шпоночный паз сверлом-фрезой чистовым	P6M5	16 (вертикальная), 48 (продольная)	22,5	0,20
Фрезеровать паз вогнутого профиля полукруглой выпуклой фрезой чистовой	P6M5	95	30	0,20
Фрезеровать паз выпуклого профиля полукруглой вогнутой фрезой чистовой	P6M5	75	37,5	0,20
Фрезеровать угловой паз двухугловой фрезой: – черновой; – чистовой	P6M5	240	37,5	0,40
	P6M5	380	43	0,20
Фрезеровать боковую грань и уступ дисковой трехсторонней фрезой: – черновой; – чистовой	P6M5	190	38	0,40
	T15K6	600	188	0,20
Фрезеровать (отрезать) отрезной фрезой	P6M5	150	59	0,2

*Примечания:*

а) если несколько фрез установлены на одной оправке и получают общую подачу, то вспомогательное время равно 0,40 мин для черновых фрез и 0,20 мин – для чистовых;

б) черновое фрезерование выполняется с глубиной резания от 2 мм и более, с достижением шероховатости  $Ra\ 20-Ra\ 10$  и точностью исполнительного размера  $h14-h12$ ;

в) чистовое фрезерование выполняется с глубиной резания от 2 мм и менее, с достижением шероховатости  $Ra\ 5-Ra\ 2,5$  и точностью исполнительного размера  $h11-h9$ .

### Рекомендации для упрощенного выбора и расчета параметров $D$ и $L$ для технического нормирования фрезерных работ

1. При фрезеровании плоскостей, граней, уступов, пазов или канавок одной заготовки  $D$  (диаметр фрезы) выбирается по табл. П.2.4.

Таблица П.2.4

Значения диаметра фрезы в зависимости от ее типа и ширины фрезерования (фрагмент)

Тип фрезы		Ширина фрезерования (мм)	Значения диаметра фрезы $D$ , мм
Торцовая		$< 48$	80
		$48 \pm 60$	100
		$60 \pm 100$	200
Концевая	Обработка боковой грани изделия периферией фрезы	$< 20$	16
		$20 \pm 50$	32
		$50 \pm 60$	40
	Обработка ступени (уступа, плоскости) изделия торцом фрезы	$\leq 12$	16
		$\leq 18$	20
		$\leq 22$	25
		$\leq 25$	28
	Обработка канавки (паза)	Диаметр фрезы равен ширине канавки (паза)	
Сверло-фреза	Диаметр фрезы равен ширине шпоночного паза		
Двухугловая	Диаметр фрезы больше ширины углового паза примерно в 3,2 раза		
Полукруглая вогнутая	$\leq 7$	50	
	$\leq 10$	50 или 63	
	$\leq 12$	63	
	$\leq 14$	63 или 80	
	$\leq 20$	80	
Полукруглая выпуклая	$\leq 8$	63, 80, 100	
	$\leq 16$	80, 100, 125	
Дисковая трехсторонняя	$\leq 8$	100 или 125	
	$\leq 12$	200	
	$\leq 22$	100	
Отрезная	2	63	
	3	80	

При фрезеровании набором фрез различных диаметров параметр  $D$  можно приравнять наибольшему диаметру фрезы.

$L$  (длина обработки) – рассчитывается по формуле П.1.1. (прил. 1), где  $L_{в-п}$  равна 20 мм для открытых (бесступенчатых) поверхностей или 10 мм для глухих, ступенчатых (рис. П.2.1);  $L_{пов}$  – длина обрабатываемой поверхности в направлении рабочей подачи, определяемая по эскизу или чертежу детали.

2. При фрезеровании заготовок «пакетом» обработка может идти последовательно, поперек (рис. П.2.2, а) или одновременно, вдоль (рис. П.2.2, б). В первом случае  $L_{пов}$  равна сумме длин обрабатываемых поверхностей заготовок в направлении рабочей подачи с  $L_{в-п}$ , равной 20 мм. Во втором случае величина  $D$  должна учитывать ширину фрезерования всего «пакета» заготовок.

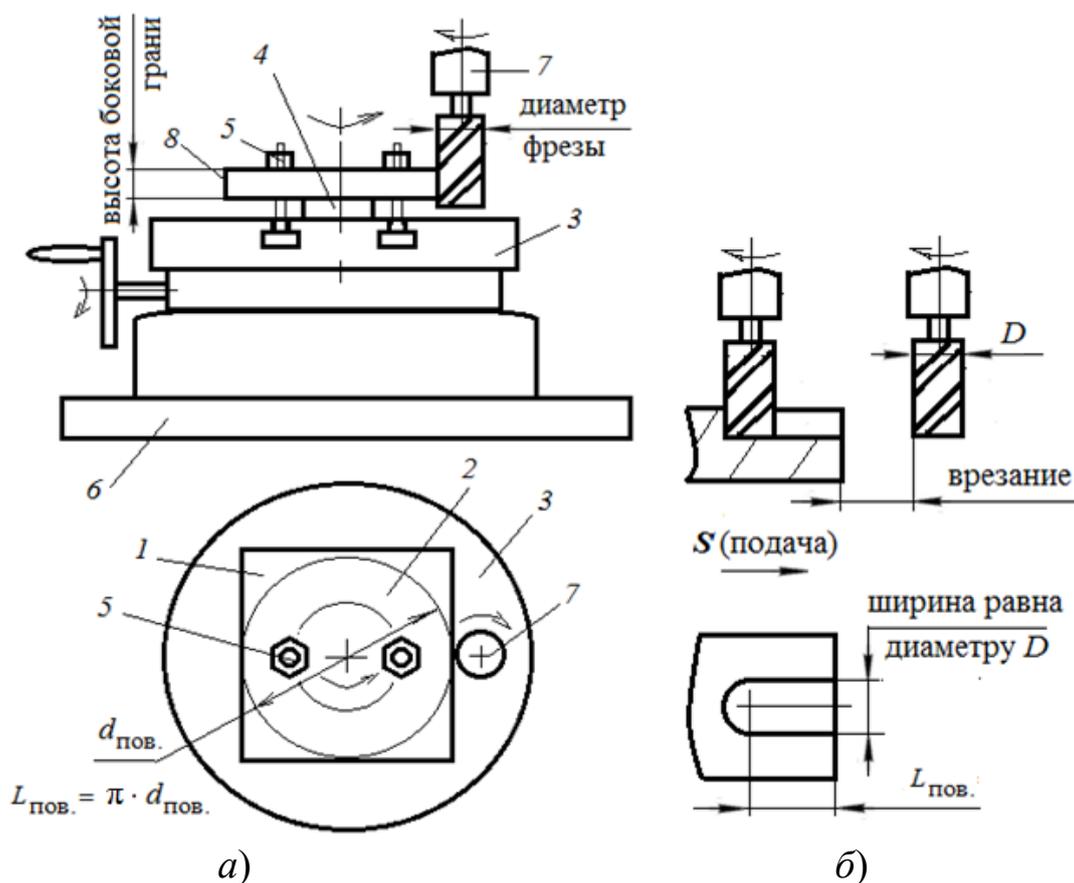


Рис. П. 2.1. Поясняющие изображения:

а) круговое фрезерование открытой боковой грани квадратной пластины периферией концевой фрезы на поворотном столе: 1 – исходная заготовка в форме квадратной пластины; 2 – деталь в форме диска; 3 – поворотный стол; 4 – подкладка; 5 – крепежный болт; 6 – стол станка; 7 – фреза; 8 – обрабатываемая боковая грань; б) фрезерование глухого паза концевой фрезой

3. При обработке отверстия во фрезерной операции  $D$  (диаметр отверстия) определяется по эскизу или чертежу детали, а  $L$  рассчитывается по формуле П.1.1, где  $L_{\text{пов}}$  – толщина стенки заготовки, в которой выполняется сквозное отверстие ( $L_{\text{в-п}} = 20$  мм), или глубина глухого ( $L_{\text{в-п}} = 10$  мм) отверстия (рис. П.2.3).

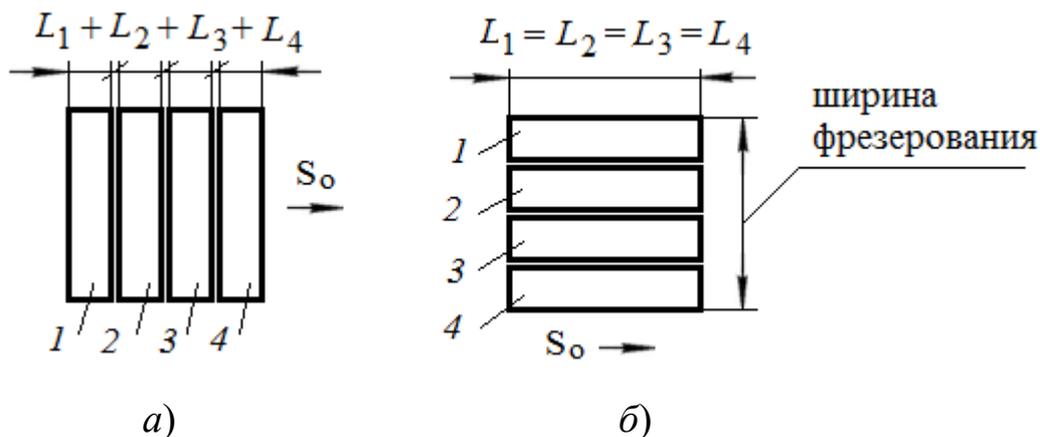


Рис. П.2.2. Поясняющее изображение понятий «последовательное фрезерование заготовок “пакета”, поперек» (а) и «одновременное фрезерование заготовок “пакета”, вдоль» (б)

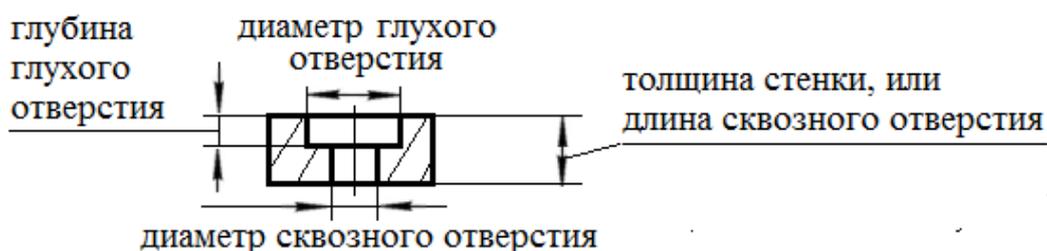


Рис. П.2.3. Поясняющее изображение понятий «глухое отверстие» и «сквозное отверстие»

**УСРЕДНЕННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ НОРМИРОВАНИЮ СВЕРЛИЛЬНЫХ РАБОТ**

Таблица П.3.1

Подготовительно-заключительное время [12, 17]

Наладка сверлильного станка с установкой заготовки	Подготовительно-заключительное время (мин): $T_{П-З} = T_{П-З}^{осн} + T_{П-З}^{доп}$
В станочных и ручных тисках на столе станка без крепления	$T_{П-З}^{осн} = 9,6 + 1,1 \cdot k + 1,3 \cdot t$
В станочных тисках с креплением их на столе	$T_{П-З}^{осн} = 9,9 + 1,1 \cdot k + 1,3 \cdot t$
В кондукторе без крепления на столе	$T_{П-З}^{осн} = 9,7 + k + 1,3 \cdot t$
В кондукторе с креплением на столе станка	$T_{П-З}^{осн} = 10,0 + 1,1 \cdot k + 1,3 \cdot t$
На столе станка (на угольнике или на призме), с креплением планками и болтами	$T_{П-З}^{осн} = 10,0 + 0,7 \cdot k + 1,3 \cdot t$
Дополнительное оснащение сверлильного станка	
Ручными тисками	$T_{П-З}^{доп} = 1$
Станочными тисками	$T_{П-З}^{доп} = 3$
Кондуктором	$T_{П-З}^{доп} = 3$
Двухпозиционным поворотным столом	$T_{П-З}^{доп} = 4$
Позиционной (от трех до семи) револьверной головкой [7]	$T_{П-З}^{доп} = 8$
Много- (от двух до четырех) шпиндельной сверлильной головкой для одновременного сверления отверстий [7]	$T_{П-З}^{доп} = 20$
Режущим инструментом (сверлом, зенковкой, зенкером, цековкой, разверткой или метчиком)	$T_{П-З}^{доп} = 0,8 \cdot k_{доп}$

*Примечание:*

$t$  – число шпинделей в сверлильном станке;

$k$  – число режущих инструментов, применяемых в операции;

$k_{доп}$  – число режущих инструментов дополнительного оснащения.

Вспомогательное время на установку (переустановку)  
заготовки (заготовок) в приспособлении [12, 15]

Установка заготовки (заготовок) на сверлильном станке	Вспомогательное время ( $T_{уст}$ , мин) установки заготовки на станке	
Установка (переустановка) по одной заготовке		
В ручных тисках	0,15	
В станочных тисках:		
– с винтовым зажимом;	0,21	
– эксцентриковым зажимом;	0,16	
– пневматическим зажимом	0,12	
В станочных тисках самоцентрирующих, призматических	0,11	
В кондукторе:		
– с винтовым зажимом;	0,42	
– эксцентриковым зажимом;	0,30	
– пневматическим зажимом	0,21	
Непосредственно на столе станка (на угольнике или призме), с креплением планками и болтами	1,2	
Установка (переустановка) «пакетом»		
В станочных тисках с винтовым зажимом	двух заготовок	0,32/2
	трех	0,40/3
	четырех	0,46/4
	шести	0,65/6
В станочных тисках с пневматическим зажимом	двух заготовок	0,20/2
	трех	0,27/3
	четырех	0,34/4
	шести	0,45/6
В кондукторе с винтовым зажимом, двухместном	двух заготовок	0,75/2

*Примечание.* Вспомогательное время при установке заготовок «пакетом» указано дробью, в числителе которой время на «пакетную» установку заготовок, а в знаменателе – число заготовок в «пакете»; результат деления дает время на одну заготовку.

Марки режущей части инструмента, подачи, скорости резания  
и вспомогательное время, связанное  
с выполнением технологического перехода [5, 12, 15, 17]

Разновидность технологического перехода	Марка режущей части инструмента	Режимы резания		Вспомогательное время для выполнения технологического перехода, $T_B$ , мин
		Подача инструмента, $S_o$ мм/об	Скорость резания, $V$ , м/мин	
Центровать	P6M5	0,10	12	0,10
Сверлить: – по разметке; – по кондуктору	P6M5	0,25	20	0,10
	P6M5	0,12	32	0,09
Рассверлить	P6M5	0,35	33	0,09
Зенкеровать	P6M5	0,40	22	0,09
	T15K6	0,45	70	0,09
Развернуть разверткой: – черновой; – чистовой	P6M5	0,90	10	0,09
	P6M5 (T15K6)	0,60 (1,0)	3 (15)	0,09
Зенковать	P6M5	0,10	15	0,08
Цековать	P6M5	0,10	15	0,08
Нарезать резьбу метчиком	P6M5	1,0	12	0,11
Притупить одну кромку (снять фаску): – сверлом; – зенковкой	P6M5	С ручной подачей	–	Оперативное время ( $T_o + T_B$ ), мин
	P6M5			$f \cdot 0,02 + 0,08$
				$f \cdot 0,02 + 0,08$

*Примечания:*

а) если несколько сверл установлены в одной многошпиндельной головке и получают общую подачу для сверления по кондуктору, то  $T_B$  равно 0,09 мин;

б)  $f$  – число фасок и кромок, обрабатываемых в операции.

## Рекомендации для упрощенного выбора и расчета параметров $D$ и $L$ для технического нормирования сверлильных работ

1. При обработке отверстия в сверлильной операции  $D$  (диаметр отверстия) определяется по эскизу или чертежу детали, а  $L$  рассчитывается по формуле П.1.1 (см. прил. 1), где  $L_{\text{пов}}$  – толщина стенки заготовки, в которой выполняется сквозное отверстие ( $L_{\text{в-п}} = 20$  мм), или глубина глухого ( $L_{\text{в-п}} = 10$  мм) отверстия (см. рис. П.2.3).

2. При центровании торца примем, что  $D$  (диаметр отверстия) равен 5 мм, а  $L$  – 20 мм.

3. При обработке фасок и притуплении острых кромок  $D$  и  $L$  можно не определять.

**УСРЕДНЕННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ НОРМИРОВАНИЮ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ**

Таблица П.4.1

Подготовительно-заключительное время [12, 17]

Наладка слесарного оборудования	Подготовительно-заключительное время (мин): $T_{П-З} = T_{П-З}^{осн} + T_{П-З}^{доп}$
Слесарного верстака с настольными тисками	$T_{П-З}^{осн} = 3,0 + 0,1 \cdot k$
Слесарного верстака с настольным сверлильным станком и станочными тисками	$T_{П-З}^{осн} = 9,6 + 1,1 \cdot k$
Ленточно-шлифовального станка	$T_{П-З}^{осн} = 5,0$
Виброабразивного полуавтомата	$T_{П-З}^{осн} = 20,0$
Дополнительное оснащение слесарного верстака	
Ручными тисками	$T_{П-З}^{доп} = 1$
Станочными тисками	$T_{П-З}^{доп} = 3$
Режущим инструментом (например, напильником плоским, круглым, полукруглым, сверлом, зенковкой, зенкером, цековкой, разверткой или метчиком)	$T_{П-З}^{доп} = 0,8 \cdot k_{доп}$

*Примечания:*

$k$  – число инструментов, применяемых в операции на верстаке (например, таких как напильники (надфили), шлифовальная шкурка, чертилка, линейка, кернер, молоток, сверло, развертка);

$k_{доп}$  – число режущих инструментов дополнительного оснащения.

Таблица П.4.2

Вспомогательное время на установку (переустановку)  
заготовки (заготовок) в приспособлении [12, 15]

Установка заготовки (заготовок)	Вспомогательное время установки заготовки (заготовок), $T_{уст}$ , мин
Установка (переустановка) на слесарном верстаке по одной заготовке	
В ручных слесарных универсальных тисках	0,21
В настольных слесарных тисках	0,10
Установка (переустановка) на ленточно-шлифовальном станке по одной заготовке	
В ручных слесарных тисках	0,15
В руках	0,02
Установка на виброабразивном полуавтомате «пакетом» (партией из $n$ заготовок)	
В загрузочном бункере	2,0/ $n$

Таблица П.4.3

Оперативное время на притупление острых кромок [17]

Разновидность технологического перехода	Оперативное время ( $T_o + T_b$ ), мин
Слесарный верстак	
Калибрование одной поверхности	0,1
Разметка одного отверстия под сверление	0,5
Разметка одной поверхности под фрезерование	0,5
Притупление всех острых кромок вручную напильником (надфилем), плоским (круглым, полу- круглым)	0,015 $L^{0,4}$ (мин), где $L$ – общая длина при- тупляемых в операции кро- мок, мм
Притупление кромок и снятие фасок на одном отвер- стии (сверлом, зенковкой)	0,1
Ленточно-шлифовальный станок	
Притупление одной прямолинейной кромки	0,2
Виброабразивный полуавтомат	
Притупление острых кромок у всей партии $n$	30,0/ $n$

**Рекомендации для упрощенного выбора и расчета параметров  $D$  и  $L$  для технического нормирования слесарных работ**

1. При обработке фасок и притуплении острых кромок  $D$  можно не определять.
2. Параметр  $L$  определяется только для притупления острых кромок на слесарном верстаке напильником или надфилем.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Исходные данные

1. Эскиз детали «Планка» (рис. П.5.1), материал – АК12;  $HВ = 5,0$  МПа;  $\sigma_B = 150$  МПа.
2. Тип производства – среднесерийный, годовой объем выпуска ( $N$ ) равен 5 000 штук.
3. Исходная заготовка – отливка в кокиль (рис. П.5.2).

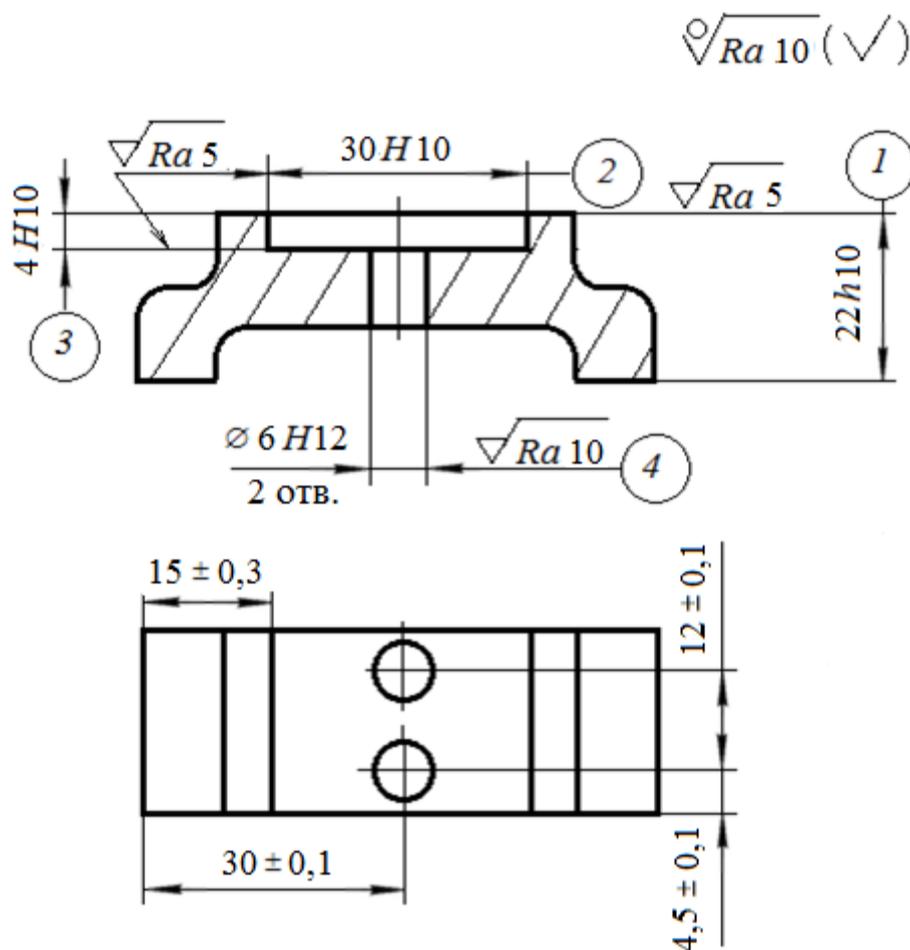


Рис. П.5.1. Эскиз детали «Планка»  
(без указания размеров поверхностей, не обрабатываемых резанием)

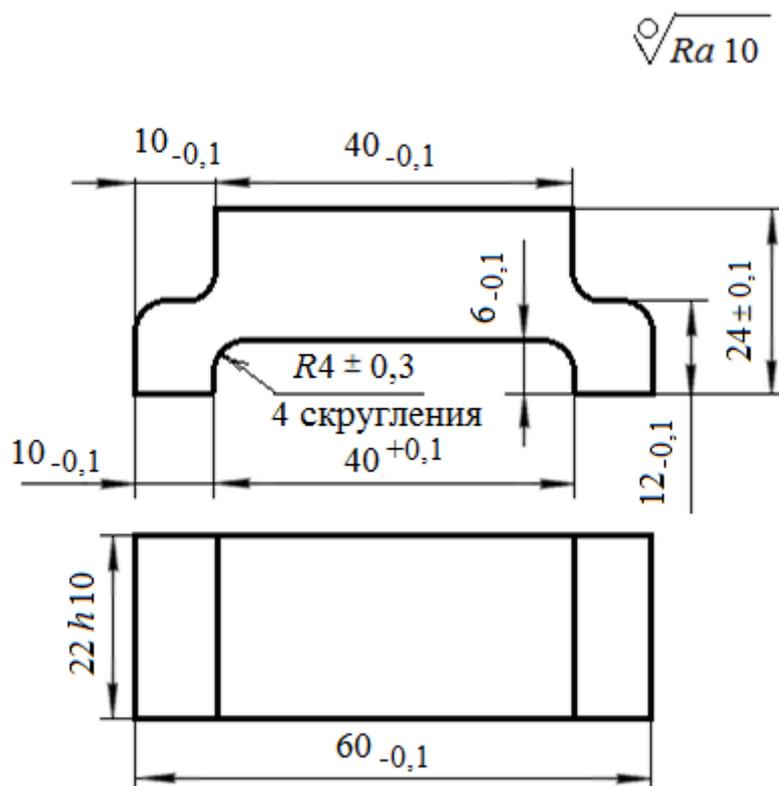


Рис. П.5.2. Эскиз исходной заготовки для детали «Планка»

4. Маршрутно-операционное описание первого варианта технологического процесса среднесерийного изготовления исходной детали «Планка» (упрощенная схема организации варианта ТП изображена на рис. П.5.3).

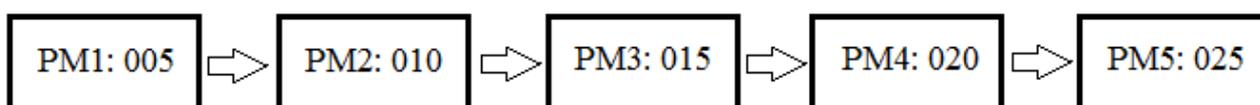


Рис. П.5.3. Упрощенная схема организации первого варианта ТП с указанием последовательности операций ТП, нумерации операций (005-025) и соответствия номера операций номеру рабочего места (PM1-PM5)

*005 Фрезерная операция*

Оборудование: вертикально-фрезерный станок с ручным и механическим управлением.

Приспособление: тиски станочные с винтовым зажимом.

1. Установить отливку в приспособление.
2. Фрезеровать плоскость ① чистой торцовой фрезой за один рабочий ход.

### *010 Фрезерная операция*

Оборудование: вертикально-фрезерный станок с ручным и механическим управлением.

Приспособление: тиски станочные с винтовым зажимом.

1. Установить штучную заготовку в приспособление.
2. Фрезеровать паз ②, ③ чистой концевой фрезой за один рабочий ход.

### *015 Слесарная операция*

Оборудование: слесарный верстак.

Приспособление: тиски слесарные настольные.

1. Установить штучную заготовку в приспособление.
2. Притупить надфилем 14 острых кромок, образованных после фрезерования.

### *020 Сверлильная операция*

Оборудование: одношпиндельный настольно-сверлильный станок с ручным и механическим управлением.

Приспособление: кондуктор с винтовым зажимом, без крепления на столе.

1. Установить штучную заготовку в приспособление.
2. Сверлить два отверстия ④ спиральным сверлом, последовательно, за два рабочих хода.

### *025 Сверлильная операция*

Оборудование: одношпиндельный настольно-сверлильный станок с ручным и механическим управлением.

Приспособление: ручные тиски.

1. Установить штучную заготовку в приспособление.

2. Притупить острые кромки на входе и выходе двух отверстий ④ спиральным сверлом последовательно за четыре рабочих хода.

5. Маршрутно-операционное описание второго варианта технологического процесса среднесерийного изготовления исходной детали «Планка» (упрощенная схема организации ТП изображена на рис. П.5.4).

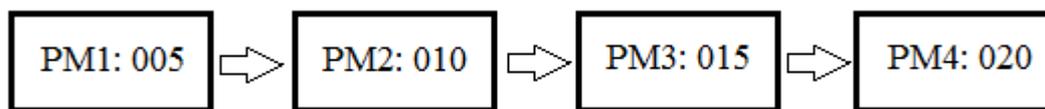


Рис. П.5.4 – Упрощенная схема организации второго варианта ТП с указанием последовательности операций ТП, нумерации операций (005–020) и соответствия номера операций номеру рабочего места (PM1–PM4)

### *005 Фрезерная операция*

Оборудование: вертикально-фрезерный станок с ручным и механическим управлением.

Приспособления: вертикальная четырехпозиционная револьверная головка, тиски станочные с пневматическим зажимом.

1. Установить две отливки в приспособление.
2. Фрезеровать плоскость ① за один рабочий ход чистовой торцовой фрезой, установленной в первой позиции револьверной головки.
3. Фрезеровать паз ②, ③ за один рабочий ход чистовой концевой фрезой, установленной во второй позиции револьверной головки.

### *010 Слесарная операция*

Оборудование: слесарный верстак.

Приспособление: тиски слесарные настольные.

1. Установить штучную заготовку в приспособление.
2. Притупить надфилем 14 острых кромок, образованных после фрезерования.

### *015 Сверлильная операция*

Оборудование: одношпиндельный настольно-сверлильный станок с ручным и механическим управлением.

Приспособления: двухшпindelная сверлильная головка для одновременного сверления двух отверстий, двухместный кондуктор с винтовым зажимом без крепления на столе станка.

1. Установить две штучные заготовки в приспособление.

2. Сверлить четыре отверстия (4) двумя спиральными сверлами двухшпindelной головки последовательно-параллельно за два рабочих хода (рис. П.5.5).

### 020 Сверлильная операция

Оборудование: одношпindelный настольно-сверлильный станок с ручным и механическим управлением.

Приспособление: ручные тиски.

1. Установить штучную заготовку в приспособление.

2. Притупить острые кромки на входе и выходе двух отверстий (4) спиральным сверлом последовательно за четыре рабочих хода.

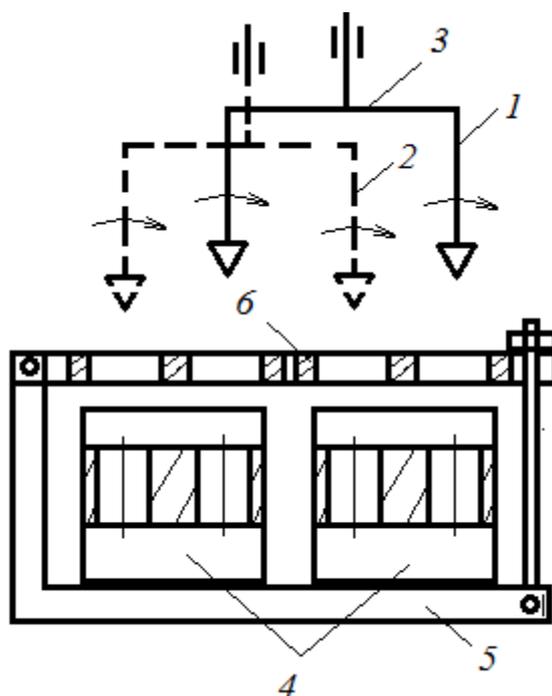


Рис. П.5.5. Схема сверления отверстий в операции 015:

1, 2 – начальное и конечное положения двухшпindelной сверлильной головки 3; 4 – две штучные заготовки с двумя просверливаемыми отверстиями каждая; 5 – двухместный кондуктор; 6 – кондукторная плита с четырьмя кондукторными втулками

## Решение

Результаты промежуточных и окончательных расчетов штучно-калькуляционного времени и себестоимости изготовления детали «Планка» по первому варианту ТП (ТП<sub>1</sub>) представлены в табл. П.5.1–П.5.5.

Таблица П.5.1

Результаты расчета штучной трудоемкости и себестоимости  
для операции 005 ТП<sub>1</sub>

$N / N$	Наименование технологической операции	$T_{н.шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт.к} = f(n)$			$K_M$	$C_{шт} = f(n)$		
005	Фрезерная	0,47	23,1	$0,47 + 23,1/n$			1,5	$0,2 + 11,4/n$		
$N / N$ перехода	Наименование переходов	Марка материала режущей части инструмента	$D$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мин/об ( $S_{мин}$ , мм/мин)	$V$ , м/мин	$T_o$ , мин	$T_v$ , мин	$T_{уст}$ , мин	
1	Установить	–	–	–	–	–	–	–	0,30	
2	Фрезеровать ①	P6M5	80	42	190	60	0,22	0,20	–	

Таблица П.5.2

Результаты расчета штучной трудоемкости и себестоимости  
для операции 010 ТП<sub>1</sub>

$N / N$	Наименование технологической операции	$T_{н.шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт.к} = f(n)$			$K_M$	$C_{шт} = f(n)$		
010	Фрезерная	0,55	23,1	$0,55 + 23,1 / n$			1,5	$0,27 + 11,4 / n$		
$N / N$ перехода	Наименование переходов	Марка материала режущей части инструмента	$D$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мин/об ( $S_{мин}$ , мм/мин)	$V$ , м/мин	$T_o$ , мин	$T_v$ , мин	$T_{уст}$ , мин	
1	Установить	–	–	–	–	–	–	–	0,30	
2	Фрезеровать паз ②, ③	P6M5	30	42	120	30	0,35	0,20	–	

Таблица П.5.3

Результаты расчета штучной трудоемкости и себестоимости  
для операции 015 ТП<sub>1</sub>

$N / N$	Наименование технологической операции	$T_{н.шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт.к} = f(n)$			$K_M$	$C_{шт} = f(n)$		
015	Слесарная	0,14	3,1	$0,14 + 3,1/n$			0,01	$0,01/n$		
$N / N$ перехода	Наименование переходов	Марка материала режущей части инструмента	$D$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мин/об ( $S_{мин}$ , мм/мин)	$V$ , м/мин	$T_o$ , мин	$T_v$ , мин	$T_{уст}$ , мин	
1	Установить	—	—	—	—	—	—	—	0,1	
2	Притупить кромки	—	—	184	—	—	0,12	—	—	

Таблица П.5.4

Результаты расчета штучной трудоемкости и себестоимости  
для операции 020 ТП<sub>1</sub>

$N / N$	Наименование технологической операции	$T_{н.шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт.к} = f(n)$			$K_M$	$C_{шт} = f(n)$		
020	Сверлильная	0,53	12	$0,53 + 12/n$			0,5	$0,09+1,98/n$		
$N / N$ перехода	Наименование переходов	Марка материала режущей части инструмента	$D$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мин/об ( $S_{мин}$ , мм/мин)	$V$ , м/мин	$T_o$ , мин	$T_v$ , мин	$T_{уст}$ , мин	
1	Установить	—	—	—	—	—	—	—	0,42	
2	Сверлить два отв. (4)	P6M5	6	32	0,12	32	0,31	0,09	—	

Результаты расчета штучной трудоемкости и себестоимости  
для операции 025 ТП<sub>1</sub>

$N / N$	Наименование технологической операции	$T_{н.шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт.к} = f(n)$			$K_m$	$C_{шт} = f(n)$		
025	Сверлильная	0,20	12	$0,20 + 12/n$			0,5	$0,03 + 1,98/n$		
$N / N$ пере- хода	Наименование переходов	Марка материала режущей части инструмента	$D$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мин/об ( $S_{мин}$ , мм/мин)	$V$ , м/ мин	$T_o$ , мин	$T_b$ , мин	$T_{уст}$ , мин	
1	Установить	-----	---	---	---	---	---	---	0,15	
2	Притупить кромки	P6M5	---	---	---	---	0,16	---	---	

Из заданной схемы организации ТП<sub>1</sub> видно, что технологические операции выполняются последовательно на пяти рабочих местах без совмещения по времени. Значит, зависимости вида  $T_{шт.к} = f(n)$  и  $C_{шт} = f(n)$ , полученные по отдельным операциям ТП<sub>1</sub>, подлежат суммированию. После суммирования получаем

$$\sum T_{шт.к} (ТП_1) = 1,89 + 73,3 / n, \quad \sum C_{шт} (ТП_1) = 0,59 + 26,77 / n.$$

Усредненный размер партии выпуска деталей, рассчитанный по формуле (6), равен 600 деталям. Усредненные значения штучной трудоемкости и себестоимости составили 2,01 мин и 0,63 у. е. соответственно.

Проследим, как другие возможные схемы организации первого варианта ТП повлияют штучную трудоемкость и себестоимость. На рис. П.5.6 представлены три дополнительные схемы организации ТП<sub>1</sub>.

Особенность верхней схемы организации ТП<sub>1</sub> в том, что операции 005 и 010 выполняются на одном рабочем месте РМ1, а 020 и 025 – на РМ3. Таким образом, имеем пять операций на трех рабочих местах.

Известно, что в этом случае имеет место экономия подготовительно-заключительного времени. Рабочее место готовится из расчета последовательного выполнения на нем двух операций.

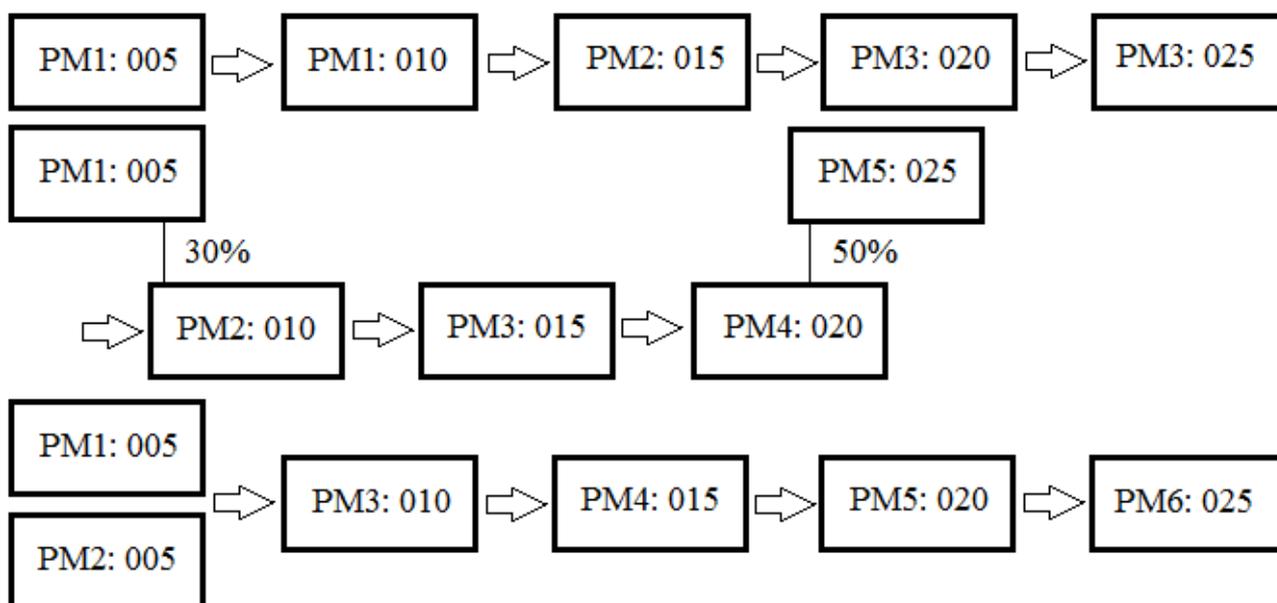


Рис. П.5.6. Три дополнительные схемы организации ТП<sub>1</sub>

Основные затраты сводятся к подготовке первой операции, а для второй операции подготовительно-заключительное время затрачивается только на дополнительное оснащение, т. е. только на то, что отличает по оснащению вторую операцию от первой. Например, в нашем случае  $T_{п-з}$  для операции 005 составит 23,1 мин, а для операции 010 – 2,5 мин; для операции 020 – 12 мин, а для операции 025 – 1,8 мин.

Последовательный характер выполнения операций предполагает суммирование операционных значений времени и стоимости:

$$\sum T_{шт.к} (ТП_1) = 1,89 + 42,5 / n; \quad \sum C_{шт} (ТП_1) = 0,59 + 14,93 / n.$$

За счет сокращения подготовительно-заключительного времени усредненные значения штучной трудоемкости и себестоимости составят для этой схемы организации ТП<sub>1</sub> 1,96 мин и 0,61 у. е. соответственно.

Согласно второй схеме из приведенных на рис. П.5.6, предусмотрено частичное совмещение операций по времени: 005 и 010 выполняются на рабочих местах РМ1 и РМ2 с 30-процентным перекрытием, а 020 и 025 – на рабочих местах РМ4 и РМ5 с 50-процентным перекрытием. Частичное совмещение операций и выполнение каждой операции на своем рабочем месте не изменит значение себестоимости:  $\sum C_{шт} (ТП_1) = 0,59 + 26,77 / n$ .

Суммарная штучная трудоемкость, с учетом частичного совмещения операций, будет рассчитываться по формуле

$$\begin{aligned} \sum T_{\text{шт.к}} (ТП_1) = & 0,7 \cdot T_{\text{шт.к}} (005) + T_{\text{шт.к}} (010) + T_{\text{шт.к}} (015) + \\ & + 0,5 \cdot T_{\text{шт.к}} (020) + T_{\text{шт.к}} (025), \end{aligned} \quad (\text{П.5.1})$$

где  $T_{\text{шт.к}} (005) \dots T_{\text{шт.к}} (025)$  – штучно-калькуляционное время по каждой технологической операции (005 ... 025)  $ТП_1$ .

В итоге получим:  $\sum T_{\text{шт.к}} (ТП_1) = 1,48 + 60,37 / n$ .

Усредненные значения штучной трудоемкости и себестоимости составят 1,58 мин и 0,63 у. е. соответственно.

Наконец, нижняя схема из приведенных на рис. П.5.6 предполагает одновременное выполнение операции 005 на рабочих местах РМ1 и РМ2 при общей последовательности операций. Данная ситуация не изменит суммарного значения себестоимости:  $\sum C_{\text{шт}} (ТП_1) = 0,59 + 26,77 / n$ .

Суммарная штучная трудоемкость с учетом разделения операции 005 на равные части будет рассчитываться по формуле

$$\begin{aligned} \sum T_{\text{шт.к}} (ТП_1) = & T_{\text{шт.к}}^* (005) + T_{\text{шт.к}} (010) + T_{\text{шт.к}} (015) + \\ & + T_{\text{шт.к}} (020) + T_{\text{шт.к}} (025), \end{aligned} \quad (\text{П.5.2})$$

где  $T_{\text{шт.к}}^* (005)$  – штучно-калькуляционное время половины операции 005  $ТП_1$ ;

$$T_{\text{шт.к}}^* (005) = 0,5 \cdot T_{\text{н.шт}} + T_{\text{п-з}} / n_1, \quad (n_1 = 300);$$

$T_{\text{шт.к}} (010) \dots T_{\text{шт.к}} (025)$  – штучно-калькуляционное время по каждой технологической операции  $ТП_1$ , кроме 005.

После вычислений имеем:  $\sum T_{\text{шт.к}} (ТП_1) = 1,66 + 23,1 / n_1 + 50,2 / n$ .

Усредненные значения штучной трудоемкости и себестоимости составят 1,82 мин и 0,63 у. е. соответственно.

Результаты расчетов  $T_{\text{шт.к}}$  и  $C_{\text{шт}}$  изготовления детали «Планка» по второму варианту  $ТП (ТП_2)$  представлены в табл. П.5.6–П.5.9.

Таблица П.5.6

Результаты расчета штучной трудоемкости и себестоимости  
для операции 005 ТП<sub>2</sub>

$N / N$	Наименование технологической операции	$T_{н.шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт.к} = f(n)$			$K_M$	$C_{шт} = f(n)$		
005	Фрезерная	0,49	33,1	0,49 + 33,1/n			1,5	0,24 + 16,4/n		
$N / N$ пере- хода	Наименование переходов	Марка материала режущей части инструмента	$D$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мин/об ( $S_{мин}$ , мм/мин)	$V$ , м/мин	$T_o$ , мин	$T_b$ , мин	$T_{уст}$ , мин	
1	Установить	—	—	—	—	—	—	—	0,15	
2	Фрезеровать ①	T15K6	80	64	480	301	0,07	0,20	—	
3	Фрезеровать ②, ③	T15K6	30	64	240	56	0,13	0,20	—	

Таблица П.5.7

Результаты расчета штучной трудоемкости и себестоимости  
для операции 010 ТП<sub>2</sub>

$N / N$	Наименование технологической операции	$T_{н.шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт.к} = f(n)$			$K_M$	$C_{шт} = f(n)$		
010	Слесарная	0,22	3,1	0,22 + 3,1/n			0,01	0,01/n		
$N / N$ пере- хода	Наименование переходов	Марка материала режущей части инструмента	$D$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мин/об ( $S_{мин}$ , мм/мин)	$V$ , м/мин	$T_o$ , мин	$T_b$ , мин	$T_{уст}$ , мин	
1	Установить	—	—	—	—	—	—	—	0,1	
2	Притупить кромки	—	—	184	—	—	0,12	—	—	

Таблица П.5.8

Результаты расчета штучной трудоемкости и себестоимости  
для операции 015 ТП<sub>2</sub>

$N / N$	Наименование технологической операции	$T_{н.шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт.к} = f(n)$			$K_M$	$C_{шт} = f(n)$		
015	Сверлильная	0,41	33	0,41 + 33/n			0,5	0,07 + 5,44/n		
$N / N$ пере- хода	Наименование переходов	Марка материала режущей части инструмента	$D$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мин/об ( $S_{мин}$ , мм/мин)	$V$ , м/мин	$T_o$ , мин	$T_v$ , мин	$T_{уст}$ , мин	
1	Установить	—	—	—	—	—	—	—	0,38	
2	Сверлить два отверстия (4)	P6M5	6	32	0,12	32	0,16	0,09	—	

Таблица П.5.9

Результаты расчета штучной трудоемкости и себестоимости  
для операции 020 ТП<sub>2</sub>

$N / N$	Наименование технологической операции	$T_{н.шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт.к} = f(n)$			$K_M$	$C_{шт} = f(n)$		
020	Сверлильная	0,20	12	0,20 + 12/n			0,5	0,03 + 1,98/n		
$N / N$ пере- хода	Наименование переходов	Марка материала режущей части инструмента	$D$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мин/об ( $S_{мин}$ , мм/мин)	$V$ , м/мин	$T_o$ , мин	$T_v$ , мин	$T_{уст}$ , мин	
1	Установить	—	—	—	—	—	—	—	0,15	
2	Притупить кромки	P6M5	—	—	—	—	0,16	—	—	

Из упрощенной схемы организации ТП<sub>2</sub> видно, что технологические операции выполняются последовательно, без совмещений. Значит, зависимости вида  $T_{шт.к} = f(n)$  и  $C_{шт} = f(n)$ , полученные по отдельным операциям ТП<sub>2</sub>, подлежат суммированию. После суммирования получаем:

$$\sum T_{шт.к} (ТП_2) = 1,32 + 81,2 / n, \quad \sum C_{шт} (ТП_2) = 0,34 + 23,83 / n.$$

Усредненные значения штучной трудоемкости и себестоимости для второго варианта ТП, равны 1,46 мин и 0,38 у. е. соответственно.

Таким образом, сопоставляя две основные версии вариантов ТП, имеем две системы уравнений:

$$\begin{aligned} \sum T_{шт.к} (ТП_1) &= 1,89 + 73,3 / n, & \sum T_{шт.к} (ТП_2) &= 1,32 + 81,2 / n, \\ \sum C_{шт} (ТП_1) &= 0,59 + 26,77 / n & \sum C_{шт} (ТП_2) &= 0,34 + 23,83 / n \end{aligned}$$

После преобразования получаем следующий вид:

$$\begin{aligned} \sum T_{шт.к} (ТП_1) &= 1,89 + 73,3 / n, & \sum C_{шт} (ТП_1) &= 0,59 + 26,77 / n, \\ \sum T_{шт.к} (ТП_2) &= 1,32 + 81,2 / n & \sum C_{шт} (ТП_2) &= 0,34 + 23,83 / n \end{aligned}$$

Система уравнений по трудоемкости для заданных схем организации ТП<sub>1</sub> и ТП<sub>2</sub> имеет общее решение при  $n = 13$ . Это значит, что при размере партии  $n$  от 1 до 12 штук наименьшую штучную трудоемкость обеспечивает ТП<sub>1</sub>. При  $n = 13$  оба варианта ТП равноценны по штучной трудоемкости. При  $n > 13$  наименьшую штучную трудоемкость обеспечивает ТП<sub>2</sub> (рис. П.5.7).

Кстати, и для дополнительно рассмотренных схем организации ТП картина в целом будет подобная. Например, для схемы организации ТП<sub>1</sub> с наименьшим числом рабочих мест ТП<sub>2</sub> будет эффективнее ТП<sub>1</sub> по трудоемкости, начиная с  $n = 67$ , а для схемы организации ТП<sub>1</sub> с перекрытием отдельных операций по времени, начиная с  $n = 125$ .

Система уравнений по себестоимости для заданных схем организации ТП<sub>1</sub> и ТП<sub>2</sub> общих решений не имеет. Независимо от размера партии, ТП<sub>2</sub> всегда обеспечит меньшую себестоимость изготовления исходной детали, чем ТП<sub>1</sub> (рис. П.5.8).

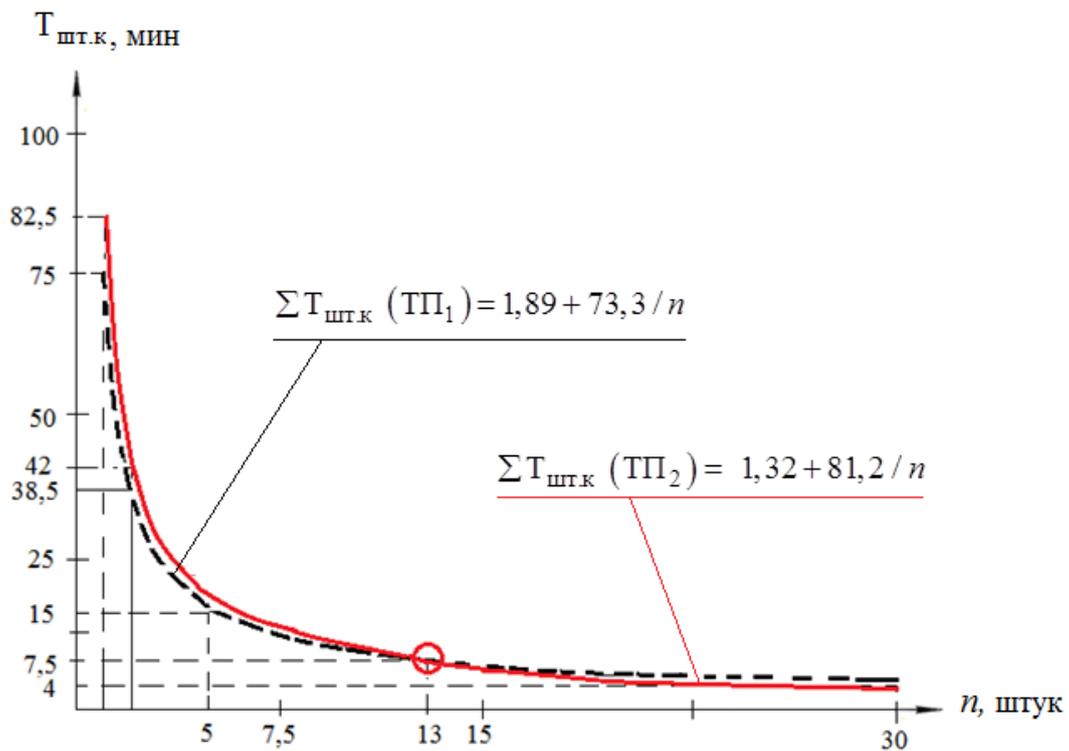


Рис. П.5.7. Общий вид графиков функций  $\Sigma T_{шт.к} (ТП_1)$  и  $\Sigma T_{шт.к} (ТП_2)$

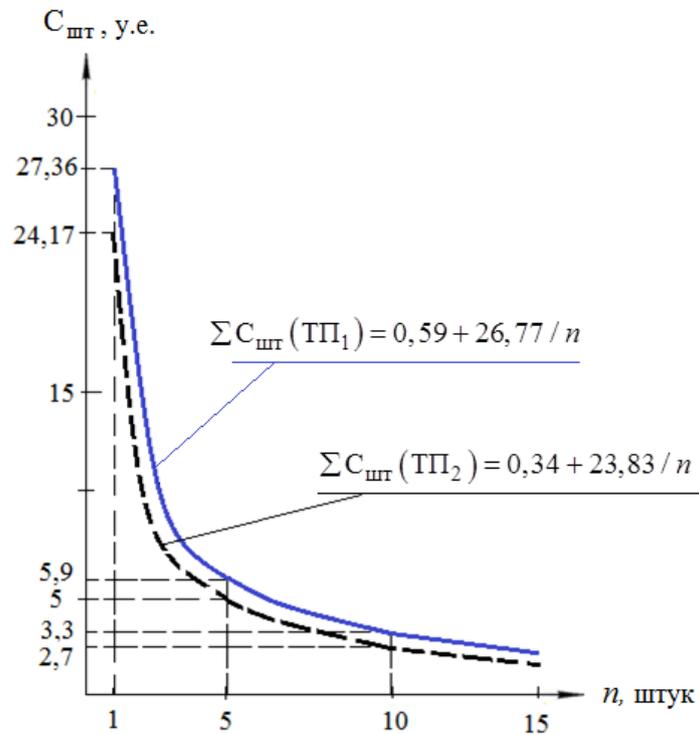


Рис. П.5.8 – Общий вид графиков функций  $\Sigma C_{шт} (ТП_1)$  и  $\Sigma C_{шт} (ТП_2)$

Результаты сопоставления ТП<sub>1</sub> и ТП<sub>2</sub> изготовления исходной детали «Планка» сведены в табл. П.5.10.

Таблица П.5.10

Результаты сравнения ТП<sub>1</sub> и ТП<sub>2</sub>

Показатели сравнения	Варианты ТП	
	ТП <sub>1</sub>	ТП <sub>2</sub>
Усредненное значение штучно-калькуляционного времени изготовления детали по ТП (для заданной схемы организации ТП), мин	2,01	1,46
Наличие размера партии запуска (выпуска) исходных деталей, при котором оба варианта ТП равноценны по показателю трудоемкости	$n = 13$	
Усредненное значение себестоимости изготовления детали по ТП (для заданной схемы организации ТП), у. е.	0,63	0,38
Наличие размера партии запуска (выпуска) исходных деталей, при котором оба варианта ТП равноценны по показателю себестоимости	нет	
Число технологических операций обработки резанием в ТП	5	4
Число рабочих мест, занятых операциями ТП	5	4
Наличие совмещенных технологических операций	Нет	Нет
Наличие совмещенных технологических переходов	Нет	Да
Наличие многопредметной обработки «пакетом»	Нет	Да
Применение приспособлений, расширяющих технологические возможности оборудования (перечислить)	Нет	Да*
Применение современных приводов	Нет	Да**

\* вертикальная четырехпозиционная револьверная головка на фрезерном станке, двухшпиндельная сверлильная головка для одновременного сверления на сверлильном станке;

\*\* тиски с пневматическим приводом.

*Учебное издание*

**Петров Павел Вадимович**

**Кутенкова Елена Юрьевна**

**СРАВНЕНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ  
НА МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СТАНКАХ**

Редактор *О. В. Георгиевская*

Компьютерная верстка *О. И. Голиков*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 10.11.2022. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 3,14. Тираж 54 экз. Заказ 181.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ  
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ  
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.