



---

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**  
**(БГТУ)**

---

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВО  
БГТУ  
О.Н. Федонин  
«30» апреля 2021 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по выполнению практических работ**  
**по учебной дисциплине**  
**ОП.06. Процессы формообразования и инструменты**

|                                                                      |                                               |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Специальность:                                                       | <b>15.02.08 Технология машиностроения</b>     |
| Уровень образования выпускника:                                      | среднее профессиональное образование<br>(СПО) |
| Программа подготовки специалиста<br>среднего звена (ППССЗ):          | базовая                                       |
| Присваиваемая квалификация:                                          | Техник                                        |
| Форма обучения:                                                      | заочная                                       |
| Срок получения СПО по ППССЗ:                                         | 3 года 10 месяцев                             |
| Уровень образования, необходимый<br>для приема на обучение по ППССЗ: | основное общее образование                    |
| Год приема на обучение на 1-й курс:                                  | 2021                                          |

Брянск 2021

**Методические указания по выполнению практических работ**  
по учебной дисциплине  
**ОП.06. Процессы формообразования и инструменты**  
(далее — МУ)  
для специальности **15.02.08 Технология машиностроения**

Разработал:

– преподаватель ПК БГТУ

В.А. Сиротина

МР рассмотрены и одобрены на заседании предметно-цикловой комиссии «Технология машиностроения» ПК БГТУ (далее — ПЦК)

от 30.04.2021 г., Протокол № 9

Председатель ПЦК

Л.М. Курашова

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебно-методической работе

Т.Е. Балашова

© Сиротина В.А.  
© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»

## **СОДЕРЖАНИЕ**

|                                                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....</b>                                                                                                 | <b>4</b>  |
| <b>Практическое занятие №1 Расчет элементов режима резания .....</b>                                                              | <b>13</b> |
| <b>Практическое занятие №2 Расчет и табличное определение режима резания<br/>при точении.....</b>                                 | <b>19</b> |
| <b>Практическое занятие №3 Расчет и табличное определение режима резания при<br/>сверлении, зенкеровании и развертывании.....</b> | <b>26</b> |
| <b>Практическое занятие №4 Расчет и табличное определение режимов резания при<br/>фрезеровании.....</b>                           | <b>31</b> |
| <b>Практическое занятие №5 Расчет режима резания при шлифовании.....</b>                                                          | <b>37</b> |

## **Пояснительная записка**

Настоящие методические указания предназначены для изучения учебной дисциплины ОП.06. Процессы формообразования и инструменты и составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

Цель методических указаний - помочь студентам выполнять практические задания, самостоятельно пользоваться дополнительной и справочной литературой, они помогут студентам ответить правильно на поставленные вопросы и закрепить приобретенные знания.

Для каждой практической работы определены тема, цель, содержание и порядок выполнения, указан перечень необходимых средств материального обеспечения .

Целью практических работ является закрепление и углубление знаний, полученных студентами при теоретическом изучении материала, а также их практическое применение.

Завершающим этапом выполнения практической работы является составление отчета каждым студентом и его защита у преподавателя.

К практическим работам предъявляется ряд требований, основным из которых является описание всей проделанной работы, позволяющее судить о полученных результатах, степени выполнения заданий и профессиональной подготовке студентов. Требования по содержанию отчета приведены в методических указаниях, в описании практических работ. В выводах по выполненной работе кратко излагаются результаты работы.

Отчет по практической работе оформляется на бумаге стандартного формата А4 с обязательным оформлением основных надписей.

Все работы в конце семестра сшиваются в скоросшивателе. Титульный лист является первой страницей любой работы

Образец написания титульного листа приведен в Приложении.

## **Общие правила выполнения работ**

Перед выполнением практической работы студент должен:

1. Изучить теоретическую часть темы с помощью учебника и конспекта.
2. Выполнить задание для самостоятельной работы, которые предусмотрены в данной части изучаемой дисциплины.
3. Подготовить к выполнению практической работы все необходимые материалы (листы формата А4, калькулятор, чертежи деталей, заготовок...).

После выполнения практической работы проверить расчеты и оформить отчет по работе в соответствии с требованиями ЕСКД и методическими указаниями по оформлению практических работ, утвержденных руководством колледжа.

На каждом листе работы должен быть указан шифр работы специальным шрифтом в соответствии с требованиями ЕСКД.

ПЗ – практическое занятие

ПФ – аббревиатура изучаемой дисциплины

15.02.08 - шифр специальности

XX - порядковый номер работы

XX - вариант или порядковый номер студента по журналу

Сдать отчет преподавателю в срок, который предусмотрен в соответствии с учебной программой и графиком.

После выполнения практической работы студент должен ее защитить устно – опрос.

**Методические рекомендации по составлению отчетов при выполнении практической работы:**

Упражнения и решение задач проводятся по полученному на лекциях материалу и связаны с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Только после усвоения лекционного материала, он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих

условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также решать несколькими возможными способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Отчет по практической работе необходимо выполнять на листах формата А4, с соблюдением требований ЕСКД по оформлению текстовой документации. На первом листе работы должен быть «большой» штамп, а на всех последующих – «маленький» штамп в соответствии с ЕСТД.

При постраничной записи текста следует выдерживать поля следующих размеров: левое – 3,0 см, правое – 1 см, верхнее – 2,0 см, нижнее – 2,5 см., при наборе текста использовать: шрифт – Times New Roman, интервал одинарный, кегль 14. Отступ первой строки абзаца составляет 1,25 см .

Если в тексте работы имеются перечисления, то перед каждым перечислением следует ставить дефис или строчную букву (за исключением е, ё, з, й, о, у, х, ч, ш, щ, ь, ы, ь), после которой ставится скобка. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей

детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых, ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе выполнения отчета, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью рукописным способом.

В тексте отчета не допускается применение сокращений обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблицы, в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В тексте отчета, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается применение:

- а) математического знака минус (—) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- б) знака «0» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера диаметра перед размерным числом следует писать знак «Ø»;
- с) без числовых значений математических знаков, например  $>$  (больше),  $<$  (меньше),  $=$  (равно), а также знаки № (номер), % (процент);

Если в тексте отчета приводят диапазон числовых значений какой-либо величины, выраженных в одной и той же единице ее измерения, то обозначение единицы измерения указывается после последнего числового значения диапазона.

Приводя наибольшие или наименьшие значения величин, следует применять словосочетание «должно быть не более (не менее)».

Приводя допустимые значения отклонений от указанных норм, требований следует применять словосочетание «не должно быть более (менее)».

Числовые значения величин в тексте следует указывать со степенью точности, которая необходима для объективного отражения исследуемого явления или

процесса. Округление числовых значений величин должно быть одинаковым в рамках всей работы, либо до первого, либо до второго и т.д. десятичного знака.

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей, за исключением размеров в дюймах.

При невозможности выразить числовое значение в виде десятичной дроби, допускается записывать в виде простой дроби в одну строчку через косую черту.

Иллюстрации (рисунки, диаграммы, схемы) за исключением иллюстраций приложений, следует применять сквозную нумерацию арабскими цифрами в пределах всего отчета Рисунок 1. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и его наименование помещают после пояснительных данных и располагают посередине строки под рисунком.

В тексте отчета при ссылках на иллюстрацию следует писать в соответствии с рисунком 1.

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Таблицы за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами в пределах отчета Таблица 1.

Таблицы, должны иметь наименование с ссылкой на источник.

Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей с абзацным отступом на следующей строке после слов «таблица 1».

Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

В тексте отчета при ссылках на таблицу следует писать в соответствии с таблицей 1.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу). При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово «Таблица» и номер ее указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы». При переносе таблицы на другой лист



(страницу) заголовки помещают только над ее первой частью. При переносе части таблицы нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицу с большим количеством граф целесообразно выносить в приложение.

Слово «Примечание» следует печатать с прописной буквы с абзаца вразрядку и не подчеркивать.

Примечания приводятся в том случае, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами без проставления точки. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят.

Допускается применять размер шрифта в таблице меньше, чем в тексте.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. Формулы и уравнения следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют.

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле.

Формулы следует нумеровать в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенные точкой, например (3.1).

Ссылки на использованные источники следует приводить в квадратных скобках, например, [1, с.22] (где 1- номер источника в списке литературы, а 22 – номер страницы источника).

В списке использованной литературы, который прилагается на отдельном листе, следует сначала указать ГОСТы, нормативные документы с указанием даты их принятия. Затем в алфавитном порядке фамилии авторов использованных книг, статей. При этом пишется сначала фамилия автора, затем инициалы, название книги, город, издательство, год, страница. При использовании журнальных или газетных статей также следует сначала указать Ф.И.О. автора, затем название статьи, журнал (газету), дату.

Приложения оформляют как продолжение отчета на последующих ее листах.

В тексте отчета на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием сверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения должны иметь общую с остальной частью отчета сквозную нумерацию страниц.

### **Оценка умений выполнять расчетные задания (практические работы):**

зачет или незачет

зачет получает студент, если в логическом рассуждении и решении нет ошибок, расчеты выполнены правильно; отчет оформлен чисто, аккуратно в полном объеме, с выполнением всех необходимых схем или рисунков.

Указываются преподавателем замечания, если в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок, но задача решена неверно или допущено не

более двух несущественных ошибок; отчет оформлен чисто, аккуратно, но выполнены не все необходимые схемы или рисунки.

При этом студент должен проработать указанные замечания и сдать работу снова преподавателю на проверку.

Незачет получает студент, если есть существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении; нет всех нужных схем или рисунков.

Министерство науки высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «Брянский Государственный технический университет»  
Политехнический колледж

## ОТЧЕТ

### ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

по учебной дисциплине  
ОП.06. Процессы формообразования и инструменты

Специальность: 15.02.08 Технология машиностроения

Тема работы: « \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_»

ПКТУ. ПФ ХХХХ .000 ПР

Группа

Составил студент

Проверил преподаватель

Дата сдачи отчета

Оценка работы

\_\_\_\_\_

В. А. Сиротина

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2022

## Практическое занятие №1

**Тема:** Расчет элементов режима резания

**Цель работы:** Закрепление знаний. Научиться рассчитывать элементы резания при точении.

**Материальное обеспечение:** Методические указания

### Введение

К элементам резания относятся

- элементы режима резания,
- элементы срезаемого слоя.

Элементы режима резания:

1) Глубина резания  $t$ , мм

$$t = h/i, \text{мм}$$

где  $h$  – припуск, мм

$i$  – число проходов, мм

при обтачивании и растачивании  $h = (D-d) / 2$  мм

2) Подача резца  $S_o$ , мм/об

3) Скорость резания – вращения заготовки  $V$ , м/мин

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

4) Частота вращения заготовки  $n$ , мин<sup>-1</sup>

$$n = 1000 * V / (\pi * D), \text{ мин}^{-1}$$

5) Скорость подачи  $V_S$ , мм/мин

$$V_S = n * S_o, \text{ мм/мин}$$

Основное технологическое время  $T_o$ :

$$T_o = (L/V_S) * i, \text{ мин}$$

где  $L$  – длина рабочего хода, мм

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм}$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм

$y$  – врезание, мм ( $y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi$ , мм)

$\Delta$  - перебег, мм ( $\Delta = 1 \dots 4$ , мм)

#### Элементы срезаемого слоя:

- 1) Толщина срезаемого слоя  $a$ , мм:  
 $a = S_o \cdot \sin \varphi$ , мм
- 2) Ширина срезаемого слоя  $b$ , мм:  
 $b = t / \sin \varphi$ , мм
- 3) Площадь сечения срезаемого слоя  $f$ , мм<sup>2</sup>  
 $f = a \cdot b = t \cdot S_o$ , мм<sup>2</sup>

#### **Условия задач**

Исходные данные для расчета приведены в Таблицах.

Задача 1. Определить скорость резания при обтачивании на токарном станке заготовки диаметром  $D = \dots$  мм с числом оборотов  $n = \dots$  мин<sup>-1</sup>

Задача 2. На токарном станке требуется обточить заготовку диаметром  $D = \dots$  мм со скоростью резания  $U = \dots$  м/мин. Определить число оборотов шпинделя станка  $n = \dots$  мин<sup>-1</sup>

Задача 3. Определить величину скорости подачи  $U_s$  при обтачивании заготовки на токарном станке с числом оборотов шпинделя  $n = \dots$  мин<sup>-1</sup>, подача резца за один оборот шпинделя  $S_o = \dots$  мм/об

Задача 4. Определить глубину резания  $t$  при обтачивании на токарном станке в два перехода заготовки диаметром  $D$ ...мм. В черновом переходе заготовка обтачивается до диаметра  $D_o$ =...мм, в чистовом до диаметра  $d$ =...мм.

Задача 5. Определить основное время при продольном обтачивании на проход заготовки от диаметра  $D$ =...мм до диаметра  $d$ =...мм по длине  $l$ =...мм. Число оборотов шпинделя  $n$ =... мин<sup>-1</sup>. Подача резца  $S_o$ = ...мм/об. Обтачивание производится за один проход. Резец проходной с главным углом в плане  $\varphi$ =...

Задача 6. Определить основное время при подрезке на токарном станке за один проход сплошного торца заготовки диаметром  $D$ =...мм. Припуск на обработку на сторону  $h$ =...мм. Число оборотов шпинделя  $n$ =...мин<sup>-1</sup>

Подача резца  $S_o$ = ...мм/об. Резец \_\_\_\_\_  
с углом  $\varphi$ =...

Задача 7. Определить основное время при отрезке на токарном станке резцом кольца от заготовки, имеющей форму трубы. Наружный диаметр заготовки  $D$ =...мм. Внутренний диаметр  $d$ =...мм. Число оборотов шпинделя  $n$ =...мин<sup>-1</sup>

Подача резца  $S_o$ = ...мм/об.

Таблица 1

| №<br>варианта | Задача 1 |     | Задача 2 |     | Задача 3 |       | Задача 4 |      |      |
|---------------|----------|-----|----------|-----|----------|-------|----------|------|------|
|               | D        | n   | D        | V   | n        | So    | D        | Do   | d    |
| 1             | 2        | 3   | 4        | 5   | 6        | 7     | 8        | 9    | 10   |
| 1             | 80       | 450 | 90       | 30  | 175      | 0.15  | 75       | 70   | 69.5 |
| 2             | 85       | 430 | 75       | 40  | 180      | 0.18  | 80       | 72   | 71.0 |
| 3             | 88       | 400 | 65       | 25  | 185      | 1.3   | 85       | 75   | 74   |
| 4             | 90       | 380 | 100      | 35  | 125      | 0.17  | 125      | 110  | 109  |
| 5             | 100      | 410 | 85       | 20  | 150      | 0.66  | 150      | 142  | 141  |
| 6             | 20       | 300 | 70       | 150 | 144      | 0.54  | 144      | 128  | 127  |
| 7             | 28       | 195 | 60       | 120 | 172      | 0.77  | 72       | 68   | 67.5 |
| 8             | 40       | 150 | 120      | 130 | 140      | 0.56  | 70       | 65   | 64.5 |
| 9             | 55       | 160 | 130      | 110 | 168      | 0.99  | 68       | 61   | 60.5 |
| 10            | 75       | 144 | 140      | 125 | 150      | 0.65  | 50       | 41   | 40.6 |
| 11            | 32       | 185 | 95       | 140 | 155      | 0.85  | 55       | 46   | 45.0 |
| 12            | 45       | 175 | 105      | 155 | 148      | 0.75  | 48       | 40.5 | 40.0 |
| 13            | 64       | 180 | 98       | 45  | 144      | 0.55  | 44       | 40   | 39.5 |
| 14            | 88       | 410 | 97       | 100 | 160      | 0.45  | 60       | 51   | 50   |
| 15            | 15       | 395 | 80       | 110 | 100      | 0.48  | 100      | 90   | 89   |
| 16            | 19       | 600 | 100      | 115 | 180      | 0.33  | 80       | 74   | 73   |
| 17            | 24       | 540 | 104      | 35  | 163      | 0.35  | 63       | 53   | 51   |
| 18            | 30       | 187 | 108      | 20  | 150      | 0.64  | 50       | 41   | 40   |
| 19            | 35       | 116 | 80       | 200 | 750      | 0.85  | 75       | 71   | 70   |
| 20            | 46       | 140 | 95       | 180 | 500      | 0.17  | 490      | 480  | 479  |
| 21            | 55       | 160 | 110      | 170 | 465      | 0.16  | 465      | 451  | 450  |
| 22            | 70       | 130 | 125      | 165 | 400      | 0.15  | 400      | 386  | 38.5 |
| 23            | 88       | 410 | 130      | 160 | 160      | 1.3   | 60       | 54   | 53.5 |
| 24            | 110      | 300 | 145      | 155 | 130      | 1.2   | 30       | 28   | 27.6 |
| 25            | 140      | 200 | 140      | 135 | 146      | 1.0   | 46       | 42   | 40.6 |
| 26            | 175      | 180 | 110      | 120 | 160      | 0.97  | 30       | 28   | 27.6 |
| 27            | 210      | 150 | 70       | 115 | 160      | 0.96  | 60       | 56   | 55   |
| 28            | 270      | 140 | 60       | 110 | 143      | 0.965 | 43       | 42   | 41   |
| 29            | 330      | 100 | 50       | 95  | 145      | 0.67  | 45       | 41   | 40   |
| 30            | 400      | 75  | 110      | 90  | 160      | 0.45  | 60       | 49   | 48   |



Таблица 2

| В. | Задача 5 |     |     |     |       |    | Задача 6 |     |     |       |    | Тип<br>Резца          |
|----|----------|-----|-----|-----|-------|----|----------|-----|-----|-------|----|-----------------------|
|    | D        | d   | l   | n   | So    | φ  | D        | h   | n   | So    | φ  |                       |
| 11 | 12       | 13  | 14  | 15  | 16    | 17 | 18       | 19  | 20  | 21    | 22 | 23                    |
| 1  | 112      | 99  | 140 | 150 | 0.5   | 45 | 105      | 3   | 105 | 0.11  | 45 | Прходной<br>отогнутый |
| 2  | 90       | 80  | 300 | 175 | 0.4   | 60 | 120      | 4.5 | 120 | 0.15  | 45 |                       |
| 3  | 75       | 66  | 280 | 150 | 0.75  | 30 | 134      | 6   | 134 | 0.13  | 45 |                       |
| 4  | 65       | 55  | 260 | 194 | 0.5   | 45 | 150      | 5.5 | 150 | 0.14  | 45 |                       |
| 5  | 100      | 92  | 480 | 140 | 0.35  | 90 | 168      | 3.5 | 168 | 1.05  | 45 |                       |
| 6  | 120      | 115 | 450 | 155 | 0.6   | 45 | 188      | 2.5 | 188 | 1.08  | 60 | Прходной прямой       |
| 7  | 130      | 124 | 485 | 187 | 0.5   | 60 | 205      | 2   | 205 | 1.6   | 60 |                       |
| 8  | 140      | 132 | 350 | 110 | 0.65  | 90 | 265      | 1.5 | 235 | 1.4   | 60 |                       |
| 9  | 110      | 104 | 240 | 135 | 1.5   | 45 | 290      | 4.5 | 265 | 0.4   | 60 |                       |
| 10 | 70       | 62  | 100 | 165 | 0.8   | 60 | 320      | 4   | 295 | 0.34  | 60 |                       |
| 11 | 60       | 54  | 110 | 178 | 0.4   | 30 | 358      | 8   | 320 | 0.124 | 45 |                       |
| 12 | 50       | 45  | 140 | 260 | 1.0   | 90 | 410      | 7.5 | 358 | 0.14  | 45 |                       |
| 13 | 110      | 108 | 240 | 125 | 1.5   | 45 | 450      | 7   | 700 | 0.15  | 45 |                       |
| 14 | 90       | 84  | 600 | 115 | 0.75  | 60 | 500      | 6   | 160 | 0.88  | 45 |                       |
| 15 | 90       | 82  | 580 | 100 | 0.18  | 90 | 12       | 0.6 | 100 | 0.08  | 45 |                       |
| 16 | 150      | 142 | 720 | 197 | 0.2   | 60 | 21       | 0.5 | 110 | 0.1   | 90 | Подрезной<br>торцевой |
| 17 | 80       | 73  | 280 | 135 | 0.28  | 30 | 38       | 0.8 | 480 | 0.15  | 90 |                       |
| 18 | 120      | 113 | 190 | 176 | 0.35  | 90 | 68       | 0.7 | 630 | 0.2   | 90 |                       |
| 19 | 140      | 131 | 120 | 187 | 0.48  | 45 | 124      | 1   | 150 | 1.2   | 90 |                       |
| 20 | 130      | 124 | 290 | 110 | 0.55  | 90 | 220      | 6.5 | 185 | 1.5   | 90 |                       |
| 21 | 100      | 90  | 320 | 140 | 0.6   | 45 | 106      | 5   | 100 | 0.9   | 90 |                       |
| 22 | 100      | 94  | 390 | 189 | 0.15  | 45 | 46       | 2   | 500 | 0.17  | 45 | Прходной<br>отогнутый |
| 23 | 140      | 132 | 540 | 197 | 0.18  | 60 | 55       | 2.5 | 465 | 0.16  | 45 |                       |
| 24 | 95       | 90  | 300 | 200 | 0.23  | 90 | 70       | 0.5 | 400 | 0.15  | 45 |                       |
| 25 | 105      | 100 | 390 | 220 | 0.24  | 30 | 88       | 1   | 600 | 0.13  | 45 |                       |
| 26 | 98       | 92  | 360 | 178 | 0.25  | 45 | 110      | 1.2 | 130 | 1.2   | 45 |                       |
| 27 | 97       | 90  | 400 | 165 | 0.28  | 45 | 140      | 1.5 | 140 | 1     | 60 | Прходной<br>прямой    |
| 28 | 80       | 72  | 190 | 240 | 0.3   | 67 | 175      | 1.8 | 130 | 0.97  | 60 |                       |
| 29 | 140      | 132 | 350 | 168 | 0.084 | 90 | 210      | 2   | 160 | 0.96  | 60 |                       |

|    |     |     |     |     |      |    |     |     |     |     |    |  |
|----|-----|-----|-----|-----|------|----|-----|-----|-----|-----|----|--|
| 30 | 145 | 138 | 390 | 173 | 0.37 | 30 | 270 | 2.8 | 143 | 0.9 | 60 |  |
|----|-----|-----|-----|-----|------|----|-----|-----|-----|-----|----|--|

Таблица 3

| №<br>варианта | Задача 7 |      |          |          |
|---------------|----------|------|----------|----------|
|               | D,мм     | d,мм | n,об/мин | So,мм/об |
| 1             | 2        | 3    | 4        | 5        |
| 1             | 120      | 114  | 450      | 0,3      |
| 2             | 115      | 110  | 430      | 0,4      |
| 3             | 80       | 70   | 400      | 0,5      |
| 4             | 170      | 155  | 380      | 0,65     |
| 5             | 80       | 74   | 410      | 0,74     |
| 6             | 120      | 110  | 100      | 0,97     |
| 7             | 90       | 81   | 315      | 0,12     |
| 8             | 120      | 110  | 150      | 0,92     |
| 9             | 150      | 138  | 160      | 0,79     |
| 10            | 100      | 88   | 144      | 0,67     |
| 11            | 55       | 48   | 185      | 0,54     |
| 12            | 120      | 100  | 175      | 0,46     |
| 13            | 90       | 75   | 180      | 0,4      |
| 14            | 85       | 55   | 410      | 0,33     |
| 15            | 100      | 80   | 395      | 0,27     |
| 16            | 90       | 80   | 160      | 0,28     |
| 17            | 75       | 66   | 154      | 0,21     |
| 18            | 65       | 50   | 387      | 0,17     |
| 19            | 100      | 50   | 416      | 0,14     |
| 20            | 85       | 65   | 446      | 0,12     |
| 21            | 70       | 50   | 155      | 0,4      |
| 22            | 60       | 44   | 170      | 0,74     |
| 23            | 140      | 122  | 188      | 0,28     |
| 24            | 130      | 112  | 110      | 0,34     |
| 25            | 100      | 72   | 175      | 0,37     |
| 26            | 90       | 54   | 180      | 0,48     |
| 27            | 105      | 102  | 400      | 0,20     |
| 28            | 85       | 80   | 420      | 0,10     |
| 29            | 95       | 90   | 110      | 0,40     |
| 30            | 135      | 130  | 200      | 0,20     |

## Практическое занятие №2

Тема: Расчет и практическое определение режимов резания при точении.

Цель занятия: приобретение умений и навыков назначения режимов резания использования, справочной литературы.

1. Материальное обеспечение:

1) Методические указания к практической работе.

2) Справочная литература.

1.1 Справочник технолога-машиностроителя, том 2; под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – М.: Машиностроение. 1985г.

1.2 Справочник инструментальщика под ред. И. А. Ординарцева, М.Машиностроение. 1987г.

### Порядок выполнения работы:

1. Анализ исходных данных (условия задачи).
2. Выбор схемы резания.
3. Выбор режущего инструмента.
4. Назначение режима резания.
5. Определение основного технологического времени.

Задача: На токарно-винторезном станке модели 16К20 производится черновое наружное точение поверхности заготовки на проход, с охлаждением. Система С.П.И.Д. - жёсткая (средней жесткости).

Размеры заготовки до обработки: Диаметр  $D = \dots$  мм; После обработки:  $d = \dots$  мм. Длина обрабатываемой поверхности  $l = \dots$  мм; материал заготовки... Состояние поверхности заготовки..., заготовка крепится в центрах и патроне поводковом. Резец примите с твердосплавной пластиной.

1. Начертить схему обработки.
2. Выбрать режущий инструмент.
3. Назначить режим резания.

4.Определить основное технологическое время.

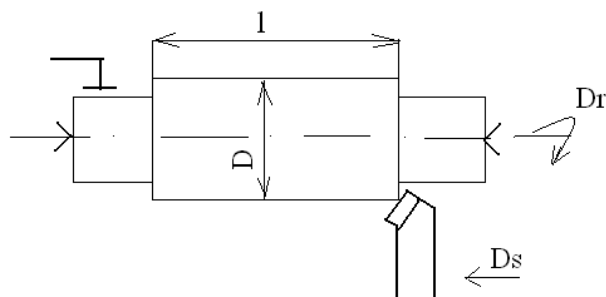
Данные к задаче приведены в таблице №1

Таблица №1 – исходные данные

| №<br>вар<br>иан<br>та | Материал                     | Состояние<br>поверхности<br>заготовки | Д<br>мм | d, мм  | l, мм | Сечение<br>резца В*Н,<br>мм |
|-----------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------|--------|-------|-----------------------------|
|                       | 2                            | 3                                     | 4       | 5      | 6     | 7                           |
| 1                     | Сталь 5 $\sigma_B=450$ МПа   | Отливка с коркой.                     | 65      | 59h14  | 100   | 25x25                       |
| 2                     | Сталь 15Г $\sigma_B=600$ МПа | Прокат без корки.                     | 40      | 39h12  | 200   | 25x25                       |
| 3                     | Сталь 40Х $\sigma_B=600$ МПа | Отливка без корки.                    | 80      | 76h14  | 250   | 25x25                       |
| 4                     | Сталь 40Л 200НВ              | Отливка с коркой                      | 102     | 98h14  | 150   | 25x25                       |
| 5                     | Сталь 20 $\sigma_B=500$ МПа  | Штамповка без корки                   | 28      | 26h12  | 120   | 20x20                       |
| 6                     | Сталь 40Х $\sigma_B=620$ МПа | Поковка без корки                     | 64      | 62h12  | 220   | 20x20                       |
| 7                     | Сталь 20Л $\sigma_B=500$ МПа | Отливка с коркой                      | 86      | 80h14  | 210   | 25x25                       |
| 8                     | Сталь 3 $\sigma_B=580$ МПа   | Отливка без корки                     | 90      | 89h12  | ПО    | 25x25                       |
| 9                     | Сталь 45 $\sigma_B=600$ МПа  | Прокат без корки.                     | 103     | 100h14 | 180   | 25x25                       |
| 10                    | Сталь 25Л $\sigma_B=600$ МПа | Отливка с коркой.                     | 90      | 84h14  | 160   | 25x25                       |

Методические указания:

– Выбор схемы резания



– Выбор инструмента с напайной твердосплавной пластиной.

Тип резца - 2.2, стр. 266. ..305,  
 Форма заточки  $A_\gamma$  - 2.2, стр. 295...298.  
 Геометрия лезвия: - 2.2, стр. 304. ( $\lambda, \gamma, \varphi$ );  
 $\varphi_1$  - 2.2, стр. 305.  $\lambda=0$ .  
 Материал лезвия - 2.1, стр. 116.

– Режим резания. Аналитический расчет

1. Глубина резания в мм

$$t = \frac{h}{i} \quad \text{мм}$$

где  $i$  число проходов в зависимости от условий обработки  $i = 1$

$$h = \frac{D - d}{2} \quad \text{мм}$$

2. Подача резца

$$S_0 = S_T * K_S \quad \text{мм/об}$$

где  $S_T$  - табличное значение подачи

$S_T$  - 2.1, стр. 266, в зависимости от диаметра заготовки  $D$  сечения державки  $B \times H$  (по условию), глубины резания  $t$ .

$K_S$  - поправочный коэффициент, равен произведению коэффициентов, приведённых в примечании на стр. 266, справочник 2.1.

$$K_S = 1$$

Подача  $S_0$  корректируется по паспорту станка, приведенному в конце данной методики, принимаем ближайшее, меньшее значение.

3. Период стойкости резца  $T$ :

при одноинструментальной обработке  $T=45...60$  мин.

#### 4.4 Скорость главного движения резания $V$ :

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S_0^y} * K_v$$

где  $C_v, m, x, y$  - 2.1, стр 269. „270.  $K_v$  поправочный коэффициент на условия обработки, равен произведению коэффициентов, учитывающих материал заготовки  $K_{Mv}$  углы  $K_{\phi v}$ ,  $K_{\phi_{lv}}$

$$K_v = K_{Mv} * K_{Uv} * K_{nv} * K_{\phi v} * K_{\phi_{lv}};$$

$$K_{Mv} = K_r * \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^p \quad -2.1, \text{ стр. 261, 262,}$$

где  $K_r$  - 2.1, стр. 262 (группа стали);  $p$  - 2.1, стр. 262 (степень);  $K_{Uv}$  и  $K_{nv}$  – 2/1 стр. 263;  $K_{\phi v}$  и  $K_{\phi_{lv}}$  – 2.1, стр.271.

#### 4.5 Частота вращения шпинделя $n$ :

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

$n$  - корректируется по паспорту станка, принимаем ближайшее меньшее значение действительной частоты вращения  $n_d$

#### 4.6 Действительная скорость резания $V_d$ :

$$V_d = \frac{\pi * D * n_d}{1000}, \text{ м / мин}$$

#### 4.7 Скорость подачи резца $V_s$ : $V_s = n_d * S_0$ , мм / мин

#### 4.8 проверка выбранного режима резания ( $t, S_0, V_d, V_s$ ) по мощности станка

$$N_p \leq N_{\text{шт}}$$

$$P_z * V_d$$

где  $N_p = \frac{P_z * V_d}{60 * 10^2}$ , кВт – мощность, затрачиваемая на резание

$N_{шп}$  – мощность шпинделя станка,  $N_{шп} = N_m * \eta$ , кВт где  $N_m$  – мощность электродвигателя по паспорту станка.

$\eta$  – К. П.Д. станка по паспорту

Если неравенство не соблюдается и  $N_p > N_{шп}$  то необходимо снизить режимы резания, т.к. мощности станка недостаточно для работы на рассчитанных режимах.

$P_z = 10 C_p * t^x * S^y * V^n * K_p$ , кВтс – главная составляющая силы резания

где  $C_p, x, y, n$  – 2.1 стр. 273 – 274.

$K_p = K_{Mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p}$  – коэффициенты, учитывающие условия обработки.

$$K_{Mp} = \left( \frac{\sigma_B}{75} \right)^n$$

- учитывает материал заготовки и его  $\sigma_B$

$n$  – степень, на стр. 264, справочник 2.1;

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}$  – учитывает углы лезвия резца – 2.1, стр 275

Итак  $t = \dots\dots\dots$  мм;  $i = \dots\dots\dots$ ;  $V_d = \dots\dots\dots$ ;  $V_s = \dots\dots\dots$ ;  $n_d \dots\dots\dots$ ;  $N_p \dots\dots\dots$

– Основное технологическое время  $T_0$

$$T_0 = \left( \frac{L}{V_s} \right)^{*i}, \text{ мин}$$

$L = l + y + \Delta$  мм – длина рабочего хода резца.

$y + \Delta$  – врезание и перебег резца.

$$y = t * \text{ctg} \varphi, \text{ мм}$$

$$\Delta = 1..4, \text{ мм}$$

Паспортные данные станка 16K20.

1. Величина подачи  $s$ , мм/об : 0.05; 0.06; 0.075; 0.09; 0.1; 0.125; 0.15; 0.175; 0.2; 0.25; 0.3; 0.35; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 1; 1.2; 1.4; 1.6; 2; 2.4; 2.8.

2. Величина частоты вращения шпинделя  $n$ : 12.5; 16; 20; 25; 31.5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1250; 1600.

Мощность двигателя  $N_M = 10 \text{ кВт}$

К.П.Д.  $\eta = 0,75$

3. Режим резания. Табличный метод.

3.1

$$t = h / i, \text{ мм}$$

3.2  $S_0 = S_T * K_S$  мм/об - корректируется по паспорту станка.

3.3  $T = 30$  мин

3.4  $V = V_T * K_V$  мм/мин

3.5  $1000 * V$

$$n = \frac{\quad}{\pi * D}, \text{ мин}$$

3.6  $\pi * D * n_d$

$$V_d = \frac{\quad}{1000}, \text{ м / мин}$$

3.7  $V_s = n_d * S_0$ , мм / мин

3.8  $N_p = N_T * K_N$ , кВт

где  $N_T$  - табличное значение мощности резания в зависимости от материала заготовки и резца, глубины резания, диаметра заготовки, подачи, скорости резания  $V_d$ .

$$N_p \leq N_{\text{шп}}$$



Итак  $t = \dots\dots\dots$ ;  $S_0 = \dots\dots\dots$ ;  $V_d = \dots\dots\dots$ ;  $V_s = \dots\dots\dots$ ;  $n_d$

.....

#### 4. Основное технологическое время $T_0$

$$T_0 = \left( \frac{L}{V_s} \right)^{*i}, \text{ мин}$$

Сравнительная таблица 2 режимов резания и основного времени, определённых аналитическим и табличным методами:

Таблица 2.

| Элементы            | $S_0$ , мм/об | $V_d$ , м/мин | $n_d$ мин <sup>-1</sup> | $V_s$ , мм/мин | $T_0$ , мин |
|---------------------|---------------|---------------|-------------------------|----------------|-------------|
| Аналитический метод |               |               |                         |                |             |
| Табличный метод     |               |               |                         |                |             |

### Практическое занятие №3

**Тема:** Расчет и табличное определение режима резания при сверлении, зенкеровании и развертывании.

**Цель занятия:** Приобретение умений и навыков назначения режимов резания.

**Материальное обеспечение:**

- 1) Инструкция к практической работе.
- 2) Справочник технолога-машиностроителя Том 2 / под ред. А. Г. Косиловой Р.К. Мещеренкова М: Машиностроение 1985г.

**Порядок выполнения работы:**

- 1) Анализ исходных данных (условия задачи)
- 2) Выбор схемы резания
- 3) Выбор режущего инструмента
- 4) Назначение режимов резания
- 5) Определение основного технологического времени

**1. Задача.** На станке модели 2Р135 сверлят отверстие диаметром  $D = \dots$  мм; длиной  $l = \dots$  мм; материал заготовки -  $\dots$   $\sigma_B = \dots$  МПа;

Таблица 1 - Исходные данные

| N  | Материал заготовки              | D    | $l$ мм |
|----|---------------------------------|------|--------|
| 1  | Сталь 45 $\sigma_B = 750$ МПа   | 15   | 60     |
| 2  | Сталь 45ХН $\sigma_B = 780$ МПа | 16   | 40     |
| 3  | Сталь Сп36 $\sigma_B = 460$ МПа | 18   | 20     |
| 4  | Сталь 45Х $\sigma_B = 750$ МПа  | 20   | 30     |
| 5  | Сталь 20 $\sigma_B = 500$ МПа   | 10   | 50     |
| 6  | Сталь 50 $\sigma_B = 750$ МПа   | 14   | 70     |
| 7  | Сталь 40 $\sigma_B = 800$ МПа   | 22   | 45     |
| 8  | Сталь 65Г $\sigma_B = 850$ МПа  | 17Н1 | 55     |
| 9  | Сталь Ст5 $\sigma_B = 600$ МПа  | 19   | 65     |
| 10 | Сталь 20ХН $\sigma_B = 650$ МПа | 12   | 25     |

## 2. Схема резания: (выполнить схему резания)

3. Режущий инструмент: Сверло; материал режущей части - 2,с.115, 117.

Геометрия лезвия:  $2\phi = 120$ ,  $\psi=55$ ,  $\omega=30$ ,  $\alpha=2$ , с. 151,152.

Размеры сверла: D-равен диаметру отверстия, L и l по ГОСТ 10903-77 - 2, с.146... 149.

## 4. Режим резания. Аналитический расчет режима резания.

4.1 Глубина резания  $t=D/2$  мм.

4.2 Подача сверла  $S_o=S_m*K_s$  мм/об,

где  $S_m$  - табличное значение - 2,с.277,  $K_s$ - поправочный коэффициент; приведён в приложении к таблице 25 -2, с.277.  $S_o$  корректируют по паспорту станка; приведён в конце инструкции, принимается ближайшее меньшее  $S_o$

4.3 Период стойкости сверла  $T$ , мин., 2 с. 279..., 280.

4.4 Скорость главного движения резания  $V$ .

$$V=(C_v*D^q)/(T^m*S_o^y)*K_v, \text{ м/мин}$$

где  $C_v$ ,  $q$ ,  $m$ ,  $y$  - 2, с.278.

$K_v=K_{mv}*K_{uv}*K_{lv}$  - поправочные коэффициенты ;на заготовку -  $K_{mv}$ ; инструмент -  $K_{uv}$ ; глубину отверстия  $K_{lv}$

$K_{mv}=K_r*(750/\sigma_b)^n - 2$ ,с.261,262. « $K_r$ » и « $n$ » - 2,с. 262, таблица 2.

$K_{uv} - 2$ , с.263, таблица 6.  $K_{lv} - 2$ ,с. 280, таблица 31.

4.5 Частота вращения сверла

$$n = (1000 \cdot V) / (\pi \cdot D) \text{ мин}^{-1}.$$

Корректируется по паспорту станка, принимается ближайшая меньшая действительная  $n_d$ .

#### 4.6 Действительная скорость резания $V_d$ :

$$V_d = (\pi \cdot D \cdot n_d) / 1000, \text{ м/мин.}$$

#### 4.7 Скорость подачи $V_s$ :

$$V_s = n_d \cdot S_0, \text{ мм/мин.}$$

#### 4.8 Проверка режима резания по мощности шпинделя $N_{\text{шп}}$ , и силе подачи станка $P_x$

$$N_p < N_{\text{ум}}; \quad P_x < P_{x \text{ тах}}$$

где мощность, затрачиваемая на резание

$$N_p = M_{\text{кр}} \cdot \omega_d / 975, \text{ кВт.}$$

$$M_{\text{кр}} = C_m \cdot D^q \cdot S_0^y \cdot K_P, \text{ кг*м - крутящий момент,}$$

$C_m, q, y$  - 2, с. 281, таблица 32.

$K_P = K_{\text{тр}} = (\sigma_b / 750)^n$  - 2, с. 264, таблица 9.

$N_{\text{ум}} = N_M \cdot \eta$ , кВт - мощность шпинделя по паспорту станка.

$P_x$  - осевая составляющая силы резания.

$$P_x = C_p \cdot D^q \cdot S_0^y \cdot K_P, \text{ кг*с,}$$

$C_p, q, y$  - 2, с. 281 таблица 32.

Если неравенство не соблюдается, то необходимо снизить режимы резания.

5. Основное технологическое время  $T_0$ :

$$T_0 = L / V_s, \text{мин}$$

где  $L = l + y + \Delta$ , мм - длина рабочего хода сверла в движении подачи  $D_s$

$y$  - врезание,  $y = (D/2) * \text{ctg} \varphi$ , мм; для обычных свёрл  $\varphi = 120^\circ$ ,  $y = 0.3D$ ; для двойной заточки свёрл  $y = 0.4D$ ,  $\Delta$  - перебег.  $\Delta = 2$  мм.

#### 4. Табличный метод. Режим резания

4.1  $t = D/2$ , мм

4.2  $S_o = S_T * K_s$ , мм/об - корректируют по паспорту станка.

4.3  $T$ , мин - 2, с. 279, 280.

4.4  $V = V_T * K_V$ , м/мин

4.5  $n = (1000 * V) / (\pi * D)$ ,  $\text{мин}^{-1}$ ,  $n_d = \dots$ , мин - по паспорту станка.

4.6  $V = (\pi * D * n_d) / 1000$ , мм/мин

4.7  $V_s = S_o * n_d$ , мм/мин

4.8  $N_p < N_{шт}$

$N = N_T * K_N$ , кВт

5. Основное технологическое время  $T_0$ :

$$T_0 = L / V_s, \text{мин.}$$

| Величина | $S_o$ , мм/об | $V_d$ , м/мин | $N_o$ , $\text{мин}^{-1}$ | $V_s$ , мм/мин | $T_0$ , мин |
|----------|---------------|---------------|---------------------------|----------------|-------------|
|----------|---------------|---------------|---------------------------|----------------|-------------|

|               |  |  |  |  |  |
|---------------|--|--|--|--|--|
| Аналитическая |  |  |  |  |  |
| Табличная     |  |  |  |  |  |

**Таблица №2:** Сравнение режимов резания

Паспортные данные станка:

Подачи  $S_0$ : 0.1; 0.14; 0.2; 0.28; 0.4; 0.56; 0.8; 1.12; 1.6.

Частота вращения п: 31.5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400.

Мощность двигателя  $N_M=4.5$ , кВт.

К.П.Д.  $\eta=0,8$

Сила подачи допустимая  $P_{x\text{ тах}}=1500$  кг с.

## **Практическое занятие № 4**

**Тема:** «Расчёт и табличное определение режимов резания при фрезеровании».

**Цель занятия:** приобрести умения и навыки назначения режимов резания, использования справочной литературы.

### **Материальное обеспечение:**

1. Методические указания.

2. Справочная литература.

2.1.Справочник технолога-машиностроителя, том 2 / под ред.

А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова - М.: Машиностроение, 1986 г.

2.2.Общемашиностроительные нормативы режимов резания, том 1, 1991г.

3. Калькулятор

### **Порядок выполнения работы:**

1. Анализ исходных данных.

2. Выбор схем резания.

3. Выбор режущего инструмента.

4. Назначение режимов резания аналитическим и табличным методами и проверка их по мощности станка.

5. Определение основного технологического времени.

Исходные данные: СПИД - жёсткая.

Задача №1. Рассчитать аналитически режим резания при цилиндрическом фрезеровании плоскости заготовки на горизонтально-фрезерном станке модели 6Т82Г. Данные приведены в таблице I.

Задача №2. Выбрать табличным методом режим резания для чернового торцевого фрезерования плоскости на вертикально-фрезерном станке модели 6Т13. Данные приведены в таблице 2.

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ №1

### Аналитический метод:

#### 1. Условие задачи №1

#### 2. Выбор схемы резания.

При выборе схем резания учитывается конструкция оборудования, метод крепления заготовки, тип и конструкция инструмента, формообразующие движения. Схема резания - условное изображение, определяющее взаимное расположение инструмента и заготовки, их закрепление, формообразующие движения.

#### 3. Выбор режущего инструмента:

Тип инструмента задан условием задачи, материал режущих зубьев выбирается по л. - 2.1, стр. Л 4-118 в зависимости от вида и характера обработки и материала обрабатываемой заготовки. Размеры фрезы выбирают в зависимости от ширины обрабатываемой поверхности В и припуска на обработку.

Для торцевых фрез:  $D = (1,1 \dots 1,7) \cdot B$  (мм) – диаметр фрезы зависит от ширины фрезерования. Количество зубьев  $Z = (1,6 \dots 2)^*$  - для чистовых мелкозубых фрез;  $Z = 1,2^*$  - для черновых крупнозубых фрез.

Для цилиндрических фрез: диаметр фрезы зависит от глубины резания. Для глубины резания  $t$  до 5 мм  $D = 60 - 90$  мм; для  $t$  до 8 мм  $D = 90 - 100$  мм; для  $t$  до 12 мм  $D = 110 - 150$  мм; ширина фрезы должна быть на 5 – 15 мм больше ширины обрабатываемой поверхности; число зубьев  $Z = m$  где  $m$  – коэффициент.

Для крупнозубых черновых фрез  $m = 0,8 \dots 1,05$ ,

Для мелкозубых чистовых фрез  $m = 0,9 \dots 2$ , где меньшее значение для сборных фрез, большие – для цельных фрез.

#### 4. Назначение режима резания.

##### 4.1. Аналитический метод расчёта режима резания (Задача 1).

##### 4.1.1. Глубина резания $t$ :

$$t = h/i \text{ мм,}$$



где:  $h$  – припуск на обработку в мм;

$i$  – количество проходов (Для чистового фрезерования  $t \leq 1,5$  мм)

#### 4.1.2. Подача на зуб фрезы $S_Z$ :

- для чернового фрезерования

$$S_Z = S_{ZT} * K_{SZ} \text{ . мм/зуб}$$

где :  $S_{ZT}$  – табличное значение подачи, выбирается по л – 2.1, стр 283, 284, в примечаниях к таблицам 33,34,35.

$K_{SZ}$  – поправочный коэффициент, выбирается по л – 2.1, стр. 283, 284, в примечаниях к таблицам 33,34,35.

- для чистового фрезерования определяется подача на оборот фрезы  $S_0$  мм/об л – 2.1, стр. 285, таблица 37. И рассчитывается подача на зуб фрезы:

$$S_Z = S_0 / Z \text{ мм/зуб.}$$

#### 4.1.3. Период стойкости фрезы $T$ : выбирается по л – 2.1, стр. 290, таблица 40

#### 4.1.4. Скорость резания

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * Z^p} * K_{MV} * K_{nV} * K_{uV}, \text{ мм/мин}$$

где:  $x, y, m, u, p$  – определяют по Л – 2.1, стр. 286 – 290, таблица 39.

$K_{nV}$  ,  $K_{uV}$  – Л – 2.1, стр 263, таблицы 5,6

$$K_{MV} = K_r * \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r$  ,  $n_v$  – Л – 2.1, стр 262, таблица 2.

#### 4.1.5. Частота вращения шпинделя $n$ :

$$1000 * V$$

$$n = \frac{1000}{\pi * D}, \text{ мин}^{-1}$$

Корректируется по паспорту станка, принимается ближайшее значение, действительное  $n_d$

4.1.6. Скорость подачи (минутная подача):

$$V_s = S_M = S_Z * Z * n_d, \text{ мм/мин}$$

Корректируется по паспорту, принимается ближайшая действительная  $V_{sd}$ .

4.1.7. Пересчет действительных скорости резания и подачи на зуб фрезы:

$$V_d = \frac{\pi * D * n_d}{1000}, \text{ м / мин}$$

$$S_{zd} = \frac{V_{sd}}{Z * n_d}, \text{ мм/зуб}$$

4.1.8. Мощность на резание

$$N_p = \frac{P_z * V_d}{60 * 10^2}, \text{ кВт}$$

$P_z$  – главная составляющая силы резания

$$P_z = \frac{C_p * t^x * S_z^y * B^u * Z}{D^q * n^w} * K_{mp}, \text{ кГс}$$

где :  $C_p, x, y, u, q, w$  - Л – 2.1, стр. 291       $K_{mp}$  – стр.264

#### 4.1.9. Проверка режима по достаточности мощности шпинделя станка (шп.).

$$N_{шп} \geq N_{рез}$$

$$N_{шп} = N * \eta, \text{ кВт.}$$

#### 5. Основное технологическое время.

$$T_0 = \frac{L}{V_{sd}}, \text{ мин.}$$

$L = l + y + \Delta$  мм – длина рабочего хода стола.

$l$  – длина обрабатываемой поверхности .

$y$  – врезание,  $y = \sqrt{t * (D - t)}$  ,

$\Delta$  – пробег,  $\Delta = 1 - 5$  мм.

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ № 2

#### Табличный метод определения режима резания (Задача 2)

1. Условие задачи №2
2. Схема резания
3. Выбор инструмента
4. Режим резания
- 4.1. Глубина резания

$$t = \frac{h}{i} \text{ мм,}$$

#### 4.2. Подача на зуб фрезы.

$$S_Z = S_{ZT} * K_{S1} * K_{S2} * K_{S3} * K_{S4} * K_{S5} * K_{S6}, \text{ мм/зуб.}$$

где  $S_Z$  и  $K_S$  принимаются по Л – 2.2, стр. 213,214.

#### 4.3 Скорость резания

$$V = V_T * K_{V1} * K_{V2} * K_{V3} * K_{V4} * K_{V5} * K_{V6} * K_{V7}, \text{ м/мин}$$

где  $V_T$  и  $K_V$  принимаются по Л – 2.2, стр. 217,218.

#### 4.4. Частота вращения фрезы

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D}, \text{ мин}^{-1}$$

Корректируется по паспорту станка, принимается ближайшая меньшая  $n_d$ .

#### 4.5. Скорость подачи

$V_S = S_Z * Z * n_d$  мм/мин - корректируется по паспорту станка, принимается ближайшая меньшая  $V_{Sd}$  (мм/мин).

#### 4.6. Действительная подача на зуб фрезы.

$$S_{Zd} = \frac{V_{Sd}}{Z * n_d}, \text{ мм/зуб}$$

#### 4.7. Мощность на резание .

$$N_P = N_T * K_N, \text{ кВт}$$

где  $N_T$  - табличное значение Л – 2.2, стр. 217,218.

$K_N$  – поправочный коэффициент Л – 2.2, стр. 217,218

#### 5. Проверка достаточности мощности станка

$$N_P \leq N_{\text{штп}}$$

$$N_{\text{штп}} = N * \eta, \text{ кВт.}$$

#### 6. Основное технологическое время

$$T_0 = \frac{L}{V_{Sd}} * i = \frac{l + y + \Delta}{V_{Sd}} * i, \text{ мин}$$

$$y = \sqrt{t * (D - t)}, \text{ мм}$$

$$\Delta = 1 - 5 \text{ мм}$$

## Практическое занятие №5

Тема: Расчет режима резания при шлифовании.

Цель занятия: приобретение умений и навыков назначения режимов резания, использования справочной литературы.

Материальное обеспечение:

- Методические указания к практической работе.

- Справочная литература:

1. Справочник технолога-машиностроителя, том 2; под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – М.: Машиностроение. 1985г.

2. Справочник

Условия задач: (Исходные данные приведены в таблице)

Задача №1.

Шлифовать шейку вала  $D=\dots h7$  мм, длиной .... мм, припуск ... мм, СПИД – жесткая, станок круглошлифовальный 3М131, заготовка из углеродистой закаленной стали.  $Ra = 1,63$  мм.

Задача №2.

Шлифовать сквозное отверстие  $D=\dots H7$  мм, длиной .... мм, припуск ... мм, СПИД – жесткая, станок внутришлифовальный 3К228, заготовка из углеродистой закаленной стали.  $Ra = 1,63$  мм.

Задача №3.

Шлифовать плоскость шириной ... мм, длиной ...мм, припуск ... мм, СПИД – жесткая, станок плоскошлифовальный 3П722, заготовка из углеродистой закаленной стали.  $Ra = 1,63$  мм. (Плоское шлифование периферией круга).

| №<br>варианта | Задача №1 |     |      | Задача №2 |    |      |
|---------------|-----------|-----|------|-----------|----|------|
|               | Dз        | l   | h    | Dз        | l  | h    |
| 1             | 70        | 200 | 0,35 | 80        | 70 | 0,4  |
| 2             | 80        | 300 | 0,36 | 85        | 80 | 0,3  |
| 3             | 90        | 350 | 0,34 | 70        | 90 | 0,5  |
| 4             | 100       | 370 | 0,43 | 75        | 65 | 0,2  |
| 5             | 110       | 200 | 0,25 | 60        | 95 | 0,4  |
| 6             | 120       | 210 | 0,44 | 65        | 75 | 0,25 |
| 7             | 130       | 220 | 0,35 | 100       | 85 | 0,35 |
| 8             | 140       | 230 | 0,50 | 90        | 90 | 0,45 |
| 9             | 150       | 250 | 0,40 | 95        | 95 | 0,5  |
| 10            | 160       | 270 | 0,30 | 105       | 75 | 0,4  |

Таблица – Исходные данные

Порядок выполнения работы:

- Анализ исходных данных (условия задачи).
- Выбор схемы резания.
- Выбор режущего инструмента.

- Назначение режима резания.
- Определение основного технологического времени.

## Методика решения задачи №1

### Схема резания

Круг шлифовальный:  $D_k = 600\text{мм}$ ,  $B_k = 63\text{ мм}$ , ПП 24А 40Н СМ1 7 К5 А

### Режим резания

3.1 Главное движение резания – вращение круга  $D_r$

- скорость резания

определим по таблице  $V - 1$ , стр. 301

$$V = \pi * D_k * n / (1000 * 60) \quad \text{м/с}$$

- частота вращения

$$n = 1000 * V * 60 / (\pi * D_k) \quad \text{об/мин}$$

корректируем по паспорту станка, принимаем действительную

$n_d = \dots$

- действительная скорость резания

$$V = \pi * D_k * n_d / (1000 * 60) \quad \text{м/с}$$

3.2 Окружная подача – вращение заготовки  $D_{сокр}$

- скорость подачи

определим по таблице  $V_{сокр} - 1$ , стр. 301

$$V_{сокр} = \pi * D_z * n_z / 1000 \quad \text{м/мин}$$

- частота вращения заготовки

$$n_z = 1000 * V_{сокр} / (\pi * D_z) \quad \text{об/мин}$$

3.3 Продольная подача заготовки  $D_{спр}$

$$S_{спр} = p * B_k \quad \text{мм/мин} \quad p - 1, \text{ стр. 301}$$

-скорость продольной подачи

$$V_{спр} = S_{пр} * n_{з} \text{ мм/мин}$$

3.4 Поперечная подача заготовки  $D_{ст}$

$$S_t = t \text{ мм} - 1, \text{ стр. 301}$$

Мощность резания

$$N = C * V_{сокp} * S_t * S_{пр} * D_з$$

где  $r, x, y, q$  - 1, стр. 303

Основное технологическое время

$$T_o = L * h * K / (V_{спр} * S_t)$$

Методика решения задачи №2

1) Схема резания

2) Круг шлифовальный:  $D_k = (0,75 \dots 0,95) * D_з \text{ мм}$ ,  $B_k = 63 \text{ мм}$ ,

ПП 24А 40Н СМ1 7 К5 А

3) Режим резания

3.1 Главное движение резания – вращение круга  $D_r$

-скорость резания

определим по таблице  $V$  - 1, стр. 301

$$V = \pi * D_k * n / (1000 * 60) \text{ м/с}$$



-частота вращения

$$n = 1000 * V * 60 / (\pi * D_k) \quad \text{об/мин}$$

корректируем по паспорту станка, принимаем действительную

$$n_d = \dots$$

-действительная скорость резания

$$V = \pi * D_k * n_d / (1000 * 60) \quad \text{м/с}$$

### 3.2 Окружная подача – вращение заготовки $D_{сокр}$

- скорость подачи

определим по таблице  $V$  - 1, стр. 301

$$V_{сокр} = \pi * D_з * n_з / 1000 \quad \text{м/мин}$$

-частота вращения заготовки

$$n_з = 1000 * V_{сокр} / (\pi * D_з) \quad \text{об/мин}$$

### 3.3 Продольная подача заготовки $D_{спр}$

$$S_{пр} = p * V_k \quad \text{мм/мин} \quad p - 1, \text{ стр. 301}$$

-скорость продольной подачи

$$V_{спр} = S_{пр} * n_з \quad \text{мм/мин}$$

### 3.4 Поперечная подача заготовки $D_{ст}$

$$S_t = t \quad \text{мм} \quad - 1, \text{ стр. 301}$$

## 4) Мощность резания

$$N = C * r^x * V_{сокр}^y * S_t^q * S_{пр} * D_з$$

$r, x, y, q$  - 1, стр. 303

## 5) Основное технологическое время

$$T_o = 2 \cdot L \cdot h \cdot K / (V_{сп} \cdot St^*)$$

## Методика решения задачи №3

### 1.1. Схема резания:

1.2. Определение поперечной подачи стола  $S_{поп}, \frac{мм}{ход}$ . [1, с.302].

1.3. Определение скорости вращения изделия  $V_d, \frac{м}{мин}$ . [1, с.302].

1.4. Определение подачи на глубину на рабочий ход  $S_{верт}, \frac{мм}{ход}$ . [1, с.302].

1.4.1. Определение поправочных коэффициентов для подачи на глубину. [1, с.302].

1.4.2. Определение приведенной ширины шлифования  $B_{пр}$ , мм:

$$B_{пр} = \sum B_D + B_{кр} + 5$$

$\sum B_D$  - суммарная ширина шлифуемых деталей, включая просветы между деталями.

$B_{кр}$  - ширина круга.

1.4.3. Определение степени заполнения стола:

$$\frac{\sum F_D}{B_{пр} \cdot L}$$

$\sum F_D$  - суммарная площадь шлифуемых поверхностей изделий;

$L$  - длина шлифованных изделий, мм

$$L = L_{шл} + (20..30)$$

$L_{шл}$  — длина шлифования, включая просветы между изделиями, установленными на столе.

1.4.4. Определение рабочей подачи на глубину на рабочий ход Сверт.р.,  $\frac{\text{мм}}{\text{ход}}$ :

$$S_{\text{сверт.р.}} = S_{\text{сверт.}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

1.5. Расчет основного времени:

$$T_o = \frac{L \cdot B_{\text{нр}} \cdot Z}{1000 \cdot V_{\phi} \cdot S_{\text{ном}} \cdot S_{\text{сверт.р.}} \cdot q}, \text{ мин}$$

$Z=h$  — припуск на обработку.