

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

В.Н. Доля

ЗАДАЧИ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ»

для проведения практических работ

студентов специальности 131 Прикладная механика

## Задача № 1

Исключить опасность вырыва обрабатываемой детали из серого чугуна HB = 260 при сквозном сверлении из БС Р6М5 диаметром  $d = 16$  мм (ГОСТ 10903-77) со стандартной заточкой  $2\varphi = 116^\circ$ , за счет уменьшения осевой составляющей силы резания на 25 – 30%. Допускается при этом снижение стойкости инструмента до двух раз. Режим резания:  $V = 17,3$  м/мин.,  $S = 0,4$  мм/об, длина прохода  $l = 32$  мм.

Таблица 1 – Поправочный коэффициент на осевую составляющую

$2\varphi$	116 – 118	120 – 130	100 – 115
$K_{\varphi p}$	1,32	1,32	0,87

## Задача № 2

Исключить брак (бочкообразность) при продольном точении на станке 1К62 стального ( $\sigma_B = 750$  МПа) вала диаметром  $D = 55^{+0,45}$  мм и длиной  $L = 1200$  мм из заготовки диаметром  $D_1 = 60$  мм длиной 1200 мм. Брак возникает под действием силы резания и нежесткости обрабатываемой детали.

Действующий режим резания:  $V = 215$  м/мин;  $S = 0,34$  мм/об;  $t = 2,5$  мм; длина прохода с учетом входа, выхода и врезания резца  $L_1 = 1206,5$  мм; стойкость  $T = 60$  мин. Резец – Т15К6 (16x25);  $\gamma = \alpha = \alpha_1 = \varphi' = 10^\circ$ ;  $\varphi = 45^\circ$ ;  $\lambda = 0^\circ$ ;  $r_b = 1$  мм.

## Задача № 3

Исключить брак (бочкообразность), возникающий при наружном продольном точении (скорость резания  $V = 21,3$  м/мин, подача;  $S = 0,39$  мм/об; глубина резания  $t = 2,5$  мм; машинное время прохода  $T_{\text{маш}} = 2,47$  мин; прочность стального вала 750 МПа; диаметр после обработки  $D = 55_{-0,45}$  мм, диаметр заготовки  $D_1 = 60$  мм, длина заготовки и вала  $L_1 = 1200$  мм, длина прохода с учетом входа, выхода и врезания резца  $L_1 = 1206,5$  мм).

Резец Т15К6, державка  $b \times h = 15 \times 25$  мм; геометрия резца:  $\varphi = 45^\circ$ ;  $\varphi^1 = \alpha_1 = \gamma = 10^\circ$ ;  $\lambda = 0^\circ$ ;  $r_b = 0,5$  мм.

Станок 1К62. Обработка в центрах.

Брак исключить за счет уменьшения силы резания путем изменения режима резания и стойкости инструмента при неизменности системы СПИД и сохранения производительности обработки (машинного времени). Допустимый прогиб изделия при обработке  $f \leq 0,2$  мм.

## Задача № 4

На рисунке приведена схема цилиндрического фрезерования. Ответить на следующие вопросы:

1. Зубья фрезы работают в условиях попутного или встречного фрезерования? Ответ обосновать.

2. При уменьшении ширины фрезерования на 10 мм на инструменте возникают неравномерные динамические нагрузки. Почему? Возникают ли

неравномерные динамические нагрузки на режущем инструменте при увеличении ширины фрезерования на 10мм?

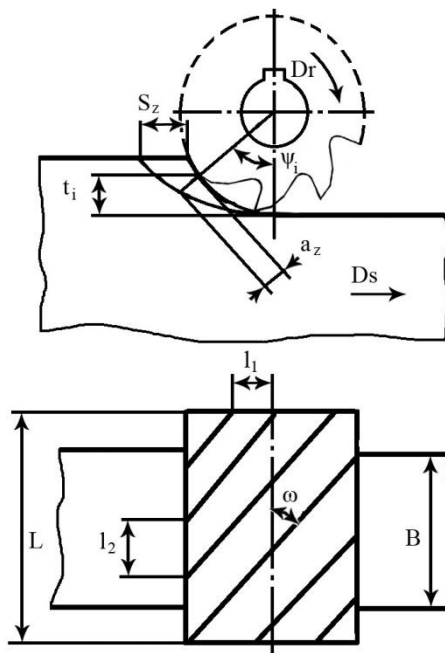


Схема цилиндрического фрезерования

3. В каком из трех случаев:  $B = 70$  мм,  $B = 80$  мм,  $B = 90$  мм, при прочих равных условиях заданных на схеме, сила  $P_z$  будет максимальной?

Толщина срезаемого слоя  $a_z$  при фрезеровании является величиной переменной и представляет функцию трех переменных. Назвать эти переменные.

### Задача № 5

На токарном станке с ЧПУ обрабатывается криволинейный контур детали. Процесс резания осуществляется резцом, оснащенный трехгранной неперетачиваемой пластиной. Величина подачи  $S_0 = 0,2$  мм/об, глубина резания  $t = 2$  мм. Углы в плане:  $\varphi = 100^\circ$ ;  $\varphi^1 = 20^\circ$ .

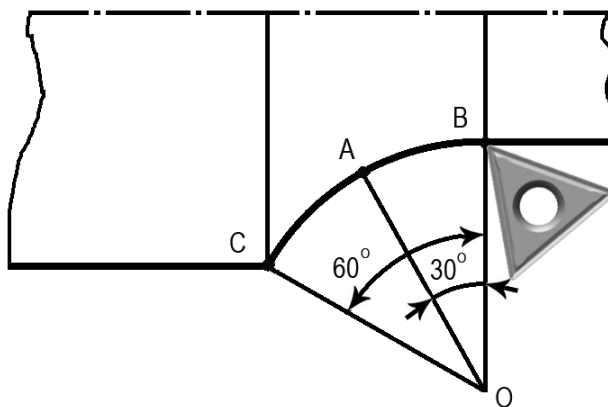


Схема точения

1. Покажите в точке  $A$  обработки криволинейного контура направление движения подачи и действительные углы в плане.
2. Укажите в точке на криволинейном контуре, где толщина, ширина среза и теоретическое значение шероховатости будут иметь предельные максимальное и минимальное значения.
3. Рассчитайте площадь сечения среза в этих точках и сделайте выводы.

### Задача № 6

На токарном станке проводится получистовая ( $R_z20$ ) обработка вала из труднообрабатываемой стали 12Х18Н10Т. Глубина резания  $t = 2$  мм.

1. Определить марку твердого сплава материала резца и химический состав материала. Подобрать СОЖ для эффективной обработки материала.
2. По нормативным материалам выбрать оптимальные режимы резания, обеспечивающие заданную стойкость.
3. Рассчитать силу резания  $P_Z$  и количество теплоты, выделяющейся в процессе обработки.

### Задача № 7

При точении на станке 16К20 в центрах вала диаметром 30 мм и длиной 300 мм необходимо выбрать наивыгоднейший режим резания и определить фактор, лимитирующий подачу.

Обрабатываемый материал Ст45 ( $HB180$ ), глубина резания 2 мм (обработка по корке), шероховатость обработанной поверхности  $R_z60$ .

Лимитирующие факторы: жесткость резца ( $f = 0,05$  мм), жесткость детали ( $f = 0,1$  мм) и прочность механизма подачи.

### Задача № 8

Определить фактический (кинематический) угол резьбового резца при нарезании резьбы М10, если  $\alpha = 15^\circ$ .

Где этот угол больше – у наружного или внутреннего диаметров резьбы? Доказать.

### Задача № 9

При точении валиков на автоматической линии стойкость резцов  $T_1$  при скорости резания  $V_1$  не устраивает производство из-за частых остановок линии на замену инструмента. Необходимо в 1,5 раза повысить стойкость инструмента. Как при этом изменится скорость резания?

Определить  $V_1$  и  $V_2$ .

Обрабатываются валики диаметром 40 мм из стали Ст50 ( $HB220$ ) резцами из Т15К6.

### Задача № 10

1. На предприятии массового производства большой перерасход твердого сплава. Поставлена задача – сократить расход сплава. Перечислить общие решения этой задачи.

2. Одно из решений – отыскивание критерия оптимального износа. В чем его суть?

3. Исходя из нормативного износа резца Т15К6 при обработке детали из стали  $D = 60$  мм,  $L = 200$  мм,  $t = 1,5$  мм,  $S = 0,15$  мм/об построить для периода стойкости его характерную кривую износа. Найти критерий оптимального износа, если форма пластины № 0227. Какое количество деталей можно обработать резцом при найденном критерии оптимального износа; сравнить с нормативным. Дать анализ общих причин перерасхода твердого сплава.

### Задача № 11

1. Назвать общие пути повышения стойкости сверл, связанные с особенностями процесса.

2. Найти оптимальные условия сверления стальной детали  $HB = 250$  на станке 2P53:  $D = 24$  мм, длина сверления  $L = 40$  мм,  $P_z = 20$  мкм, точность JT12, СОЖ.

3. Как изменятся эти условия, если деталь будет изготовлена из серого чугуна?

### Задача № 12

1. Найти оптимальный вариант обработки детали из чугуна  $HB = 150$ ,  $D = 75$  мм,  $L = 400$  мм резцом ВК8 на станке 16К20, глубина резания  $t = 4,5$  мм. Ограничивающие факторы: шероховатость  $P_z = 40$  мкм, стойкость, мощность.

2. Как рассчитать подачу, одновременно допускаемую стойкостью и мощностью станка?

3. Показать графически сущность одновременной подачи  $S_{одн}$ .

### Задача № 13

Определить скорость главного движения резания и шероховатость поверхности, получаемую в точке наименьшего диаметра криволинейного вогнутого профиля заготовки при условии, что обработка производится на станке с ЧПУ модели 16К20Т1 квадратной минералокерамической пластиной марки ВОК – 60 с главным углом в плане  $\varphi = 45^\circ$  и радиусом вершины  $r_B = 1,2$  мм. Обрабатываемый материал – сталь 45 (НВ 179 – 260). Глубина резания  $t = 1,25$  мм, припуск на обработку однородный, без включений. Величина подачи на оборот заготовки  $S_0 = 0,08$  мм/об. Стойкость режущего инструмента  $T$  при условии вероятности безотказной работы  $P = 0,5$  составляет 20 мин. Принятая вероятность безотказной работы  $P$  для станка модели 16К20Т1 при данных условиях обработки равна 0,9.

Допускаемый износ режущих пластин по задней поверхности  $h_3 = 0,3$  мм.

Выбор режимов резания произвести табличным способом, расчет шероховатости поверхности по критерию  $R_z$ , используя соответствующие формулы.

#### Задача № 14

На станке с ЧПУ модели 16K20Ф3 обрабатывается выпуклый криволинейный профиль.

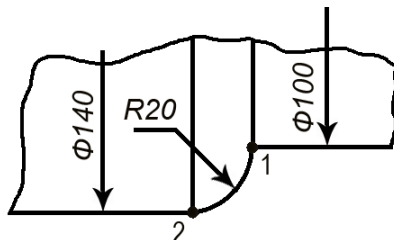


Схема обработки

Обработка производится твердосплавной пластиной с главным углом в плане  $\varphi_u=93^\circ$ , вспомогательным инструментальным углом в плане  $\varphi_u^1=32^\circ$  и радиусом вершины  $r_B=0,4$  мм. Частота вращения шпинделя  $n = 560$  об/мин, подача на оборот детали  $S_0 = 0,1$  мм/об.

Рассчитайте кинематический главный, вспомогательный углы в плане и шероховатость поверхности в точках 1 и 2 при условии, что частота вращения шпинделя не изменяется.

#### Задача № 15

Достаточно ли мощности главного электродвигателя станка мод. 16Б05А для того, чтобы произвести обработку заготовки диаметром  $D = 75$  мм из легированной стали 40Х13 ( $HRC, 48 - 52$ ) при частоте вращения шпинделя  $n = 400$  об/мин, подача на оборот заготовки  $S_0 = 0,12$  мм/об, глубине резания  $t = 0,5$  мм. Обработка производится резцом из СТМ композит 01 с геометрическими параметрами:  $\gamma = -10^\circ$ ,  $\alpha = \alpha_1 = 15^\circ$ ,  $\varphi = 35^\circ$ ,  $\varphi_1 = 15^\circ$ ,  $r_b = 0,6$  мм.

Коэффициент полезного действия станка  $\eta = 0,97$ , коэффициент допускаемой перегрузки  $h_n = 1,05$ .

#### Задача № 16

В механический цех для изготовления определенных деталей поступила новая марка конструкционного материала.

Для выполнения практических расчетов требуется:

1. Установить эмпирическую зависимость составляющей силы резания  $P_z$  от параметров режима резания. Данные эксперимента приведены в таблице 1. Задачу решить графоаналитическим методом.

2. Определить значения поправочных коэффициентов, отражающих влияние главного угла в плане  $\varphi$  на  $P_z$ . Данные для расчета приведены в табл. 2.

Таблица 1 – Данные эксперимента

$S$ , мм/об	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	1,2	1,6
$T$ , мм	3	5	7	10	5	5	5
$P_z$ Н	1490	2380	3500	4700	2800	3800	4700

Данные получены при  $\varphi_\delta = 45^\circ$

Таблица 2 – Данные для расчета

$\varphi$ , град	30	45	60	90
$P_z$ Н	2570	2380	2237	2118

Данные получены при  $t_\delta = 5$  мм,  $S_\delta = 0,6$  мм/об.

### Задача № 17

В механическом цехе в условиях массового производства выполняется токарная операция дорогостоящими резцами с напайными пластинами из инструментального материала.

Требуется определить период стойкости резца  $T_{\text{опт}}$ , используя критерий оптимального износа (метод Н.Н. Зорева) по данным, приведенным в таблице.

Построить графики зависимостей  $h_3 = f(T)$   $M = f(h_3)$ . Участок приработки резца допускается не строить.

Таблица 1 – Исходные данные

Номер опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$h_3$ , мм	0,05	0,1	0,11	0,25	0,45	0,7	0,8	1,05	1,4
$T$ , мин	1	2	3	60	150	250	300	325	330

Геометрия резца  $\alpha = 8^\circ$ ,  $\gamma = 0^\circ$ , полная длина пластин  $l = 20$  мм, допускаемая величина стачивания  $2/3 l$ .

### Задача № 18

Рассчитать площадь сечения державки токарного проходного резца с пластинкой из твердого сплава Т15К6, предназначенного для черновой обработки вала диаметром  $100h12$  мм из стали 45 пределом прочности  $\sigma_B = 750$  МПа.

Геометрия резца  $\varphi = 45^\circ$ ,  $\varphi_1 = 15^\circ$ ,  $\gamma = 0^\circ$ ,  $\alpha = 8^\circ$ ,  $\lambda = 0^\circ$ ,  $r = 1$  мм. Диаметр заготовки 110 мм. Подача  $S = 0,8$  мм/об,  $V = 120$  м/мин. Вылет резца  $l = 50$  мм. Материал державки – сталь 50,  $\sigma_B = 650$  МПа,  $\sigma_H = 200$  МПа. Допускается прогиб резца  $f = 0,1$  мм.

Площадь сечения рассчитать для квадратной и прямоугольной державок.

Примечание: при использовании некоторых литературных источников для нахождения величины  $P_z$  величину скорости резания можно не учитывать.

### Задача № 19

Согласно требованиям чертежа определенная группа деталей должна изготавливаться из новой марки конструкционного материала. Для практических расчетов необходимо:

1. Установить частную эмпирическую зависимость составляющей силы резания  $P_Z$  от глубины резания  $t$ . Данные эксперимента приведены в таблице. Задачу решить методом наименьших квадратов.

2. Установить обобщенную зависимость  $P_Z$  от подачи и глубины при условии, что частная зависимость  $P_Z$  от  $S$  имеет вид:  $P_Z = 3370,0 * S^{0,66}$ .

Зависимость получена при  $t_\delta = 5$  мм.

Таблица 1 – Данные эксперимента

$t$ , мм	3	5	7	10	Примечание
$P_Z$ , Н	1490	2380	3500	4700	$S_\delta = 0,6$ мм/об

### Задача № 20

Для операции сверления сквозного отверстия в заготовке из стали 45 со снятой коркой,  $\sigma_B = 750$  МПа под резьбу М24 – 6Н ( $l = 80$  мм,  $HB = 229$ ) разработать следующие вопросы:

1. Выбрать сверло из быстрорежущей стали.
2. Назначить табличным методом режим резания.

Обработка производится с СОЖ на универсальном сверлильно-расточном станке с ЧПУ мод. 6Б76ПФ2  $N_M = 2,2$  кВт,  $\eta = 0,95$ ,  $n = 40-2000$  об/мин., ( $\varphi=1,25$ ),  $S = 2,5-1600$  м/мин., ( $\varphi=1,6$ ) допустимое осевое усилие  $P_{дон} = 6000H$

### Задача № 21

Для операции чернового фрезерования плоской поверхности из стали 45 ( $\sigma_B = 750$  МПа) шириной  $B = 90$  мм (припуск под обработку  $h = 4$  мм, заготовка – поковка, обработка с применением СОЖ) необходимо разработать следующие вопросы:

1. Назначить конструктивные и геометрические параметры цилиндрической фрезы из быстрорежущей стали, учитывая необходимость обеспечения равномерного фрезерования.

2. Назначить режим резания, условно принимая, что станок имеет бесступенчатое регулирование чисел оборотов и подач в пределах  $n = 32,5-1600$  об/мин.,  $S = 25-1250$  мм/мин,  $N_M = 7$  кВт,  $\eta = 0,9$ , жесткость системы СПИЗ – повышенная.

### Задача № 22

В обрабатываемых стальных деталях путём сверления необходимо изготавливать сквозные отверстия диаметром 30 мм с предварительным



сверлением диаметром 10 мм. Назначить режимы резания (табличным методом) при условии, что величины  $P_O$  и  $M_{KP}$  не должны превышать соответственно:

- при сверлении 330 и 1100 кГм;
- при рассверливании 480 и 11500 кГм.

Сколько деталей можно изготовить каждым из сверл до их переточки, если в одной детали 4 отверстия?

Какой из параметров режимов резания необходимо изменить и до какого уровня, чтобы стойкость сверл выровнялась на более высоком из двух значений?

Исходные данные: сталь *HB 300*, сверло *P9*, глубина сквозного отверстия – 75 мм.

### Задача № 23

На механическом участке завода производится промежуточная операция обработки наружным точением деталей типа вала из стали (*HB 200*). Резание осуществляется на станке 16К20 всухую проходным резцом со сменной четырехгранной твердосплавной пластиной Т15К6. ГПРЧ резца стандартные. Диаметр вала до обработки равен 100 мм. Подачу необходимо назначить равную  $S = 0,2t$ . Определить стойкость резца и скорость резания, обеспечивающую норму сменной выработки  $H_O = 620$  деталей.

Какая будет средняя сменная потребность в инструменте при заданных режимах, если степень использования инструмента  $\epsilon_0 \approx 1,7$ ?

На сколько увеличится стойкость резцов, если сменный расход инструмента удастся снизить на одну треть?

### Задача № 24

Возникла производственная необходимость в обработке наружным точением закалённых стальных деталей типа вала (*HRC 50...52*), на боковой поверхности которых, кроме того, имеется продольный паз глубиной 10 мм и шириной 10 мм. Точение необходимо произвести проходным резцом с твердосплавной пластиной (ГОСТ 18878-73),  $b \times h = 16 \times 25$  мм, толщиной 6 мм. ГПРЧ следующие:  $\varphi = 45^\circ$ ,  $\alpha = 20^\circ$ ,  $\gamma = -10^\circ$ .

Необходимо табличным методом определить подачу  $S$ , если известно, что диаметр детали до обработки 95 мм. Обработку необходимо произвести за один проход до диаметра 87 мм без СОЖ. Длина обработки 85 мм. Вылет резца равен 30 мм. Допустимый прогиб резца из условий прочности державки  $f \leq 0,1$  мм. Определить, соответствует ли назначенная подача условиям жесткости резца, прочности пластинки, и произвести, если необходимо, корректировку.

Определить скорость резания, отвечающую максимальному ресурсу резца, период его стойкости, рассчитать количество деталей, обработанных за период его стойкости, а также рассчитать потребность в инструменте, если необходимо обрабатывать 10000 штук деталей. Станок мод. 16К20.