

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**  
**для студентов-заочников направления «Техносферная безопасность»**  
**(профиль «Защита окружающей среды»)**  
**по дисциплине «Технология и оборудование машиностроительных**  
**производств»**

Контрольная работа студента заочного отделения направления «Техносферная безопасность» (профиль «Защита окружающей среды») состоит из одного теоретического вопроса и четырех задач. Вариант задания выбирается по порядковому номеру студента в списке группы (уточняется у преподавателя). Вариант вопроса соответствует порядковому номеру вопроса, варианты исходных данных для задачи приведен в конце каждой задачи.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ**

*Ответ на теоретический вопрос представляется в письменном виде, максимально развернутом, снабженном, при необходимости, схемами и рисунками.*

1. Технологические особенности механической обработки поверхностей заготовок лезвийным инструментом. Обработка точением поверхностей заготовок
2. Технологические особенности механической обработки поверхностей заготовок лезвийным инструментом. Поперечное, продольное строгание и долбление заготовок
3. Технологические особенности механической обработки поверхностей заготовок лезвийным инструментом. Обработка заготовок протягиванием
4. Технологические особенности механической обработки поверхностей заготовок лезвийным инструментом. Обработка заготовок осевым режущим инструментом
5. Технологические особенности механической обработки поверхностей заготовок лезвийным инструментом. Обработка заготовок фрезерованием
6. Отделочная обработка поверхностей заготовок. Технологические особенности обработки поверхностей заготовок шлифованием
7. Отделочная обработка поверхностей заготовок. Технологические процессы отделочной обработки поверхностей заготовок
8. Обработка поверхностей заготовок резанием. Обработка поверхностей тел вращения
9. Обработка поверхностей заготовок резанием. Обработка плоских поверхностей
10. Обработка поверхностей заготовок резанием. Нарезание резьб на заготовках
11. Обработка поверхностей заготовок резанием. Обработка поверхностей заготовок деталей с периодически повторяющимся профилем
12. Конструирование деталей, изготавливаемых с использованием механической обработки заготовок резанием. Общие технологические требования к деталям

13. Конструирование и изготовление заготовок обработкой давлением. Особенности получения заготовок обработкой давлением
14. Конструирование и изготовление заготовок обработкой давлением. Пластичность и сопротивление деформированию
15. Конструирование и изготовление заготовок обработкой давлением. Общая характеристика кузнечно-штампового производства
16. Технологические особенности изготовления поковок объемной штамповкой. Разновидности объемной штамповки
17. Технологические особенности изготовления поковок объемной штамповкой. Классификация поковок
18. Технологические особенности изготовления изделий листовой штамповкой. Общая характеристика процессов получения изделий из листовых заготовок
19. Технологические особенности изготовления изделий листовой штамповкой. Основные технологические операции листовой штамповки
20. Конструирование и изготовление заготовок методами порошковой металлургии. Особенности получения заготовок
21. Конструирование и изготовление заготовок методами порошковой металлургии. Физико-механические основы прессования и спекания порошков
22. Изготовление заготовок методом литья. Основные особенности получения отливок
23. Изготовление заготовок методом литья. Выбор рационального способа изготовления отливки проектируемой детали
24. Изготовление заготовок методом литья. Литейные свойства сплавов и их влияние на конструктивные размеры и форму отливок
25. Изготовление заготовок методом литья. Кристаллизация под давлением

## **ЗАДАЧА № 1**

### **РАСШИФРОВКА МАРОК МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРНЫХ И ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ**

#### **1.1. Черные сплавы**

Черные сплавы, применяемые в машиностроении, в зависимости от содержания в них железа и углерода подразделяются на стали и чугуны.

Стали, в зависимости от назначения и химсостава, подразделяют на следующие основные группы: сталь конструкционная – углеродистая (табл. 1.1, 1.2) и легированная (табл. 1.3); сталь инструментальная – углеродистая (табл. 1.4), легированная (табл. 1.5) и быстрорежущая (табл. 1.6).

Среди чугунов, в зависимости от структуры и свойств, выделяют чугун серый (табл. 1.7), высокопрочный (табл. 1.8), ковкий (табл. 1.9) и жаростойкий (табл. 1.10).

Табл. 1.1 – Марки и химический состав (%) конструкционной углеродистой стали обыкновенного качества группы Б

Марка	C	Mn	Si	Другие элементы
БСт1пс	0,06-0,12	0,25-0,50	0,05-0,17	S – 0,05; Cu – 0,3; P – 0,04; As – 0,08; Cr – 0,3; Ni – 0,3
БСт2кп	0,09-0,15		≤0,07	
БСт3сп	0,14-0,22	0,40-0,65	0,05-0,17	
БСт4пс	0,18-0,27	0,40-0,70		

Табл. 1.2 – Марки и химический состав (%) углеродистой качественной конструкционной стали

Марка	C	Si	Mn	Cr (не более)
08кп	0,05-0,12	≤0,3	0,25-0,50	0,10
08пс		0,17-0,37	0,35-0,65	
08				
20кп	0,17-0,24	≤0,07	0,25-0,50	0,25
20пс		0,05-0,17	0,35-0,65	
20		0,17-0,37		
25			0,22-0,30	
30	0,27-0,35			
35	0,32-0,40			
60	0,57-0,65			

Табл. 1.3 – Марки и химический состав (%) конструкционной легированной стали

Марка	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	Другие компо- ненты
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Хромистые								
15X	0,12- 0,18	<0,37	<0,8	0,8-1,0	-	-	-	-
40X	0,36- 0,44			0,8-1,1				
Марганцовистые								
20Г	0,18- 0,24	<0,37	0,8-1,1	-	-	-	-	-
50Г	0,47- 0,55		0,7-1,0					
Хромомарганцовистые								
18ХГТ	0,17- 0,23	<0,37	0,8-1,1	1,0-1,3	-	-	-	Ti – 0,06- 0,12
Хромокремнистые и хромокремнемарганцовые								
40ХС	0,38- 0,45	0,9-1,2	<0,8	0,8-1,1	-	-	-	-

Продолжение табл. 1.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
30ХГС	0,28-0,35	0,9-1,2	0,8-1,1	0,8-1,1	-	-	-	-
30ХМА	0,26-0,34	<0,37	<0,8			0,15-0,25		
42ХМФА	0,40-0,45					0,20-0,30	0,08-0,14	
Хромоникелевые								
12ХН3	0,09-0,16	<0,37	<0,8	0,6-0,9	2,75-3,15	-	-	-

Табл. 1.4 – Марки, химический состав (%) и твердость инструментальной углеродистой стали

Марка	С	Мп для стали		Твердость в состоянии поставки, НВ, не более
		качествен ной	высоко-качественной (А)	
У8, У8А	0,75-0,84	0,20-0,40	0,15-0,30	187
У10, У10А	0,95-1,04			192
У12, У12А	1,15-1,24	0,15-0,35		207
У13, У13А	1,25-1,35			217

Табл. 1.5 – Марки, химический состав (%) и назначение инструментальной легированной стали

Марка	С	Si	Mn	Cr	W	V
<b>Стали для режущего и измерительного инструмента</b>						
7ХФ	0,63-0,73	0,15-0,35	0,30-0,6	0,40-0,70	-	0,15-0,30
13Х	1,25-1,40	0,15-0,35	0,3-0,6	0,40-0,70	-	-
В2Ф	1,05-1,22	0,15-0,35	0,2-0,5	0,20-0,40	1,6-2,0	0,20-0,28
ХГС	0,95-1,05	0,40-0,70	0,85-1,25	1,3-1,65	-	-
9ХВГ	0,85-0,95	0,15-0,35	0,9-1,2	0,5-0,8	0,5-0,8	-
9Х5ВФ	0,85-1,00	0,15-0,40	0,15-0,4	4,5-5,5	0,8-1,2	0,15-0,30
<b>Стали для штампового инструмента</b>						
Х6ВФ	1,05-1,15	0,15-0,35	0,15-0,40	5,5-6,5	1,1-1,5	0,5-0,8
5ХНВС	0,50-0,60	0,60-0,90	0,30-0,60	1,3-1,6	0,4-0,7	0,8-1,2 (Ni)
3Х2В8Ф	0,30-0,40	0,15-0,40	0,15-0,40	2,2-2,7	7,5-8,5	0,2-0,5
4ХС	0,35-0,45	1,20-1,60	0,15-0,40	1,3-1,6	-	-
4ХВ2С	0,35-0,45	0,60-0,90	0,15-0,40	1,0-1,3	2,0-2,5	-

Табл. 1.6 – Марки, химический состав (%)быстрорежущей инструментальной стали

Марка	C	Cr	W	V	Mo	Co
P9	0,85-0,95	3,5-4,4	8,5-10,0	2,0-2,6	1,0	-
P18	0,7-0,8	3,8-4,4	17,0-18,5	1,0-1,4	1,0	-
P6M3	0,85-0,95	3,0-3,6	5,5-6,5	2,0-2,5	3,0-3,6	-
P18Ф2	0,85-0,95	3,8-4,4	17,5-19,0	1,8-2,0	1,0	-
P18K5Ф2	0,85-0,95	3,8-4,4	17,5-19,0	1,8-2,4	1,0	5,0-6,0
P9M4K8	1,0-1,1	3,0-3,6	8,5-9,5	2,1-2,5	3,8-4,3	7,5-8,5
P10K5Ф5	1,45-1,55	4,0-4,6	10,0-11,5	4,3-5,1	1,0	5,0-6,0
P9K10	0,9-1,0	3,8-4,4	9,0-10,5	2,0-2,6	1,0	9,5-10,5

Табл. 1.7 – Марки и механические свойства (не менее) серого чугуна

Марка	Предел прочности, МПа		НВ
	при растяжении $\sigma_R$	при изгибе $\sigma_{II}$	
СЧ 12	12	28	143-229
СЧ 18	18	36	170-229
СЧ 32	32	52	187-255
СЧ 44	44	64	229-289

Табл. 1.8 – Марки и механические свойства (не менее) высокопрочного чугуна

Марка	$\sigma_R$ , МПа	$\sigma_{II}$ , МПа	Относительное удлинение $\delta$ , %	НВ
ВЧ 42	42	28	12	140-200
ВЧ 60	60	40	2	200-280
ВЧ 100	100	70	4	302-369
ВЧ 120	120	90	4	302-369

Табл. 1.9 – Марки и механические свойства (не менее) ковкого чугуна

Марка	$\sigma_R$ , МПа	$\delta$ , %	НВ
КЧ 30	30	6	163
КЧ 37	37	12	163
КЧ 45	45	6	241
КЧ 56	56	4	269
КЧ 63	63	2	269

Табл. 1.10 – Марки и свойства (не менее) жаростойкого чугуна

Марка	$\sigma_{\text{н}}$ , МПа	НВ	$\sigma_{\text{р}}$ (МПа) при температуре, °С				Эксплуатационная жаростойкость в воздушной среде, ч (не более)
			20	500	600	800	
ЖЧХ2	32	207-286	15	20	15	3	600
ЖЧХ16	70	400-450	35	45	30	9	900
ЖЧС5	30	140-300	15	12	10	2	700
ЖЧС5Ш	-	228-300	30	45	39	4	700
ЖЧЮ7Х2	18	240-286	12	30	23	3	750

## 1.2. Цветные сплавы

Цветные сплавы, применяемые в машиностроении, в зависимости от природы основного компонента подразделяются на алюминиевые, медные и др.

Из гаммы алюминиевых сплавов, в зависимости от химического состава, выделяют: силумины, дюралюмины и магналии, а по назначению: литейные (табл. 1.11) и деформируемые (табл. 1.12).

Медные сплавы, в зависимости от химического состава, подразделяются на латуни (табл. 1.13), бронзы (табл. 1.14, 1.15) и др., а по назначению – на литейные и обрабатываемые давлением.

Табл. 1.11 – Марки и химический состав (%) алюминиевых литейных сплавов (остальное – Al)

Марка	Mg	Si	Mn	Cu	Сумма примесей, не более
AK7	0,2-0,5	6,0-8,0	-	-	3,6
AK9	0,2-0,4	8,0-10,0	0,2-0,5		2,4
AK12	-	10,0-13,0	-		3,8
AK4M4		3,0-5,0	0,2-0,6	3,5-5,0	
AK5M	0,2-0,8	4,0-6,5	0,2-0,8	-	2,6
AK5M2		4,0-6,0		1,5-3,5	1,8
AK5M7	0,3-0,6	4,5-6,0	-	6,0-8,0	2,6
AK6M7	0,2-0,5	5,0-6,0	0,3-0,5	6,5-7,5	1,7
AK7M	0,2-0,6	6,5-8,0	0,2-0,6	1,0-2,0	2,6
AK7M2		6,0-8,0		1,5-3,0	1,6
AK8M3		7,0-8,5	0,2-0,5	2,5-4,5	2,4
AK9M2	0,2-0,8	8,0-10,5		1,0-2,5	2,5

Табл. 1.12 – Марки и химический состав (%) алюминиевых сплавов (остальное – Al)

Марка	Cu	Mg	Mn	Si	Fe	Zn	Ti
СИЛ-00	0,03	-	< 0,05	10-13	< 0,20	0,08	0,05
СИЛ-0			< 0,1		< 0,35		0,10
СИЛ-1			< 0,5		< 0,50		0,15
СИЛ-2					< 0,7		0,20
АМц	< 0,15	0,2	1,0-1,6	< 0,6	0,25-0,45	< 0,1	< 0,2
АМцС	< 0,1	0,05	1,0-1,4	0,15-0,35		< 0,1	< 0,1
АМг1		0,4-1,7	0,2	< 0,1	< 0,1	-	-
АМг2		1,8-2,6	0,2-0,6	< 0,4	< 0,4	< 0,2	< 0,1
АМг3		3,2-3,8	0,3-0,6	0,5-0,8	< 0,5		
АМг4		3,8-4,6	0,5-0,8	< 0,1	< 0,4		0,02-0,1
АМг5		4,8-5,8	0,3-0,8	< 0,5	< 0,5		
АМгб		5,8-6,8		< 0,4	< 0,4		

Табл. 1.13 – Марки и химический состав (%) литейных латуней (остальное – Zn)

Название и марка латуни	Cu	Другие компоненты	Примеси, не более
Кремнистая ЛК80-3Л	78-81	Si – 3,0-4,5	2,8
Кремнисто-свинцовая ЛКС80-3-3	77-81	Si – 2,5-4,5 Pb – 2,0-4,0	2,3
Алюминиево-железо-марганцовая ЛАЖМц66-6-3-2	64-68	Al – 4,0-7,0 Fe – 2,0-4,0 Mn – 1,5-3,0	2,1
Алюминиевая ЛА67-2,5	66-68	Al – 2,0-3,0	3,4
Алюминиево-железная ЛАЖ60-1-1Л	58-61	Al – 0,8-1,5 Fe – 0,8-1,5	0,7
Марганцево-никеле-железо-алюминиевая ЛМцНЖА60-2-1-1-1	58-62	Al – 0,5-1,0 Fe – 0,5-1,1 Mn – 1,5-2,5 Ni – 0,5-1,5	2,3
Свинцовая ЛС59-1Л	57-61	Pb – 0,8-2,0	2,0

Табл. 1.14 – Марки и хим. состав (%) оловянных литейных бронз (остальное – Cu)

Марка	Sn	Zn	Pb
Бронза чушковая			
БрОЗЦ8С4Н1	2,6-4,0	7,0-10,0	3,0-6,0 (Ni – 0,5-2,0)
БрО5Ц6С5	4,1-6,0	4,5-6,5	4,0-6,0
Бронза литейная			
БрОЦС3-7-5	2,0-3,5	6,0-9,5	3,0-6,0
БрОЦС3-12-5		8,0-15,0	

Табл. 1.15 – Марки и химический состав (%) литейных безоловянных бронз  
(остальное – Cu)

Марка	Al	Fe	Ni, Mn	Pb	Примеси, не более
БрАМц9-2Л	8,0-10,0	-	Mn – 1,5-2,5	-	2,8
БрАМц10-2	9,0-11,0				-
БрАЖ9-3	8,0-10,0	2,0-4,0	-		1,7
БрАЖМц-10-3-1,5	9,0-11,0		Mn – 1,0-2,0		0,75
БрАЖС7-4,5-1,5	6,0-8,0	3,5-4,5	-	1,0-1,5	-
БрАЖН10-4-4Л	9,5-11,0	3,5-5,5	Ni – 3,5-5,5	-	1,5

### 1.3. Индивидуальные задания

Табл. 1.16 – Варианты условий к заданию 1

№ п/п	Марка машиностроительного материала						
	2	3	4	5	6	7	8
1	БСт1кп	40Х	У8	СЧ12	АК9	ЛК80-3Л	БрО3Ц8С4Н1
2	БСт1пс	15Х	У8А	СЧ18	АК12	ЛКС80-3-3	БрОЦС3-12-5
3	20пс	50Г	У10	КЧ56	АК4М4	ЛА67-2,5	БрАМц9-2Л
4	БСт2кп	18ХГТ	У10А	СЧ32	АК5М	ЛАЖ60-1-1Л	БрО5Ц6С5
5	08	30ХГС	У12	СЧ44	АК5М2	ЛС59-1Л	БрОЦС3-7-5
6	35	40ХС	У12А	ВЧ60	АК6М7	ЛАЖМц66-6-3-2	БрАМц10-2
7	БСт4пс	42ХМФА	7ХФ	ВЧ42	АК8М3	ЛМцНЖА60-2-1-1-1	БрАЖ9-3
8	БСт1кп	20Г	13Х	ВЧ120	АК7М2	ЛК80-3Л	БрАЖМц10-3-1,5
9	БСт1пс	30ХМА	В2Ф	ВЧ100	АМГ1	ЛКС80-3-3	БрАЖС7-4,5-1,5
10	60	12ХН3	ХГС	КЧ30	АМГ2	ЛА67-2,5	БрАЖН10-4-4Л
11	08кп	18ХГТ	4ХС	КЧ37	АМГ3	ЛК80-3Л	БрО3Ц8С4Н1
12	08пс	20Г	9ХВГ	КЧ45	АМГ4	ЛКС80-3-3	БрОЦа-12-5
13	20кп	30ХГС	Х6ВФ	КЧ56	АМГ5	ЛА67-2,5	БрАМц9-2Л
14	20	42ХМА	5ХНС	КЧ63	АМГ6	ЛАЖ60-МЛ	БрО5Ц6С5
15	30	15Х	Р18	ЖЧХ2	АМц	ЛС59-1Л	БрОЦС3-7-5
16	25	30ХМА	4ХВС	ЖЧХ16	АМцС	ЛАЖМц66-6-3-2	БрАМц10-2
17	60	50Г	Р9	ЖЧЮ7Х2	СИЛ-00	ЛМцНЖА60-2-1-1-1	БрАЖ9-3
18	35	12ХН3	Р6М3	ЖЧС5	СИЛ-0	ЛК80-3Л	БрАЖМц10-3-1,5

1	2	3	4	5	6	7	8
19	08	40XC	P18Ф2	СЧ12	СИЛ-1	ЛА67-2,5	БрАЖС7-4,5-1,5
20	20лс	40X	P9K10	КЧ3О	СИЛ-2	ЛКС80-3-3	БрАЖН10-4-4Л

Литература: 1, 2.

## ЗАДАЧА № 2

### РАСШИФРОВКА МАРОК МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 2.1. Неметаллические полимеры

Характерными представителями полимерных материалов являются: полиэтилен, винипласт, фторопласт (табл. 2.1), полиметилметакрилат, органическое стекло (табл. 2.2) и др,

Табл. 2.1 – Полимерные материалы, марки и свойства

Наименование материала, марка	Расшифровка маркировки	Природа полимера	Свойства	
			Плот- ность, г/см <sup>3</sup>	σ <sub>в</sub> , МПа
Полиэтилен				
НД	низкого давления	продукт поли- меризации этилена	0,92	250-280
ВД	высокого давления		0,96	120-150
Винипласт				
ВН	непрозрачный	продукт пласти- фикации поливинил- хлоридной смолы	1,35-1,40	400-600
ВП	прозрачный			
ВНТ	нетоксичный			
Фторопласт				
Ф-3	политрифтормоно- хлорэтилен	продукт поли- меризации фторо- и хлоропроизводных этилена	2,1	350-400
Ф-4	политетрафтор- этилен		2,3	140-250

Табл. 2.2 – Органическое стекло, марки и свойства

Характеристика	ТОСП	ТОСН	ТОСС
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,18	1,18	1,19
Светопрозрачность, % (не менее)	88	88	85
Предел прочности при разрыве, МПа (не менее)	600	700	800
Температура размягчения, °С (не менее)	90	105	125

Стекло органическое техническое – пластифицированный и непластифицированный полимер метилового эфира метакриловой. кислоты и его сополимер. Выпускается трех марок: ТОСП – техническое органическое стекло пластифицированное, ТОСН – то же, но непластифицированное, ТОСС – то же, сополимерное.

## 2.2. Резина

Резины для изготовления резиновых технических изделий классифицируют по ряду признаков и в соответствии с ними условно обозначают, например:

T10.K2.Φ4.6.22.M1.E2,

где T10 – тип резины по тепловому старению:

T07	T10	T12	T15	T17	T20	T22	T25
70 °С	100 °С	120 °С	150 °С	170 °С	200 °С	220 °С	250 °С

K2 – класс резины (кроме пищевых) в зависимости от процентного изменения объема после пребывания в нефтяной жидкости марки СЖР-3 в течение 70 ч при температуре, соответствующей типу резины, но не выше 150 °С:

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
до 10 %	11-20 %	21-30 %	31-40 %	41-60 %	61-80 %	свыше 80 %

Φ4 – морозостойкость по эластичному восстановлению после сжатия на 20 % при температурах:

Φ2	Φ3	Φ4	Φ5	Φ6	Φ7	Φ8
до -20	-21... -30	-31... -40	-41... -50	-51... -60	-61... -70	-71 и ниже

6 – твердость в международных единицах IRHD с допуском  $^{+5}_{-4}$ :

2	3	4	5	6	7	8	9
20	30	40	50	60	70	80	90

22— минимальный предел прочности при разрыве, МПа:

02	04	05	07	08	10	12	14
20	35	50	65	80	100	120	140
16	18	20	22	24	26	28	
160	180	200	220	240	260	280	

M1 – маслостойкость – уменьшение прочности и удлинения на 60 % и изменение твердости  $\pm 15$  IRHD и объема до 40 % в жидкости СЖР-2; M3 – с теми же изменениями, в жидкости СЖР-1;

M1	M2	M3
СЖР-1	СЖР-2	СЖР-3

E2 – величина динамического модуля (МПа) при знакопеременном изгибе ... (МПа):

E2	E3	E4	E7	E9	E11	E13	E14
до 20	21-30	31-50	51-70	71-90	91-110	111-130	131 и выше

## 2.3. Древесина

Применяемая в машиностроении древесина подразделяется на прессованную и клееную.

В зависимости от вида прессования устанавливаются марки заготовок из прессованной древесины, краткие характеристики которых приведены ниже, а свойства – в табл. 2.3.

Табл. 2.3 – Механические свойства прессованной древесины

Марка	Плот- ность, г/см <sup>3</sup>	Влаж- ность, %	Предел прочности, МПа				Твердость, МПа	
			при сжатии		при растя- жении	при изгибе	торцо- вая	боковая
			вдоль воло- кон	поперек волокон				
ДПО-П <sub>1</sub>	0,90	6	1200	230	1500	1650	11,0	6,0
ДПО-П <sub>2</sub>	1,10		1350	345	1600	1800	13,0	8,0
ДПО-П <sub>3</sub>	1,27		1450	450	1800	2000	15,0	10,0
ДПД-П		8	1250	-	2300		-	-
ДПО-ПКл	1,29		1100		1400	1600		
ДПК-П	1,15	6	1200	500	-	1900	12,0	8,0
ДПК-ПИ	1,25					2350	15,0	10,0
ДПР-Н	1,05					-	13,0	8,0
ДПР-НИ	1,15						15,0	10,0
ДПГ-ПТ	1,20		-	-		1600	12,0	-
ДПГ-ППр							-	10,0

ДПО-П<sub>1</sub>, ДПО-П<sub>2</sub>, ДПО-П<sub>3</sub> – бруски, полученные поперечным одноосным прессованием пропаренной древесины с последующей сушкой.

ДПД-П – бруски, полученные поперечным двuosным прессованием пропаренной древесины с последующей сушкой.

ДПО-ПКл – бруски, полученные одноосным прессованием клееных древесных плит.

ДПК-П (цилиндры), ДПК-ПИ (трубы), полученные путем контурного прессования продавливанием через конус (с прессованием изнутри труб) пропаренной древесины с последующей сушкой.

ДПР-Н (цилиндры), ДПР-НИ (трубы), полученные путем радиального прессования обжимом (трубы на металлическом стержне) нагретой древесины с последующей тепловой обработкой.

ДПГ-ПТ – втулки и вкладыши, полученные путем торцового гнутья и осевого прессования пропаренной древесины с последующей сушкой.

К клееной древесине относят изделия, полученные склеиванием древесных заготовок в одно монолитное изделие. Наиболее распространенным клееным изделием является фанера. Фанера клееная состоит из трех или более слоев. В зависимости от вида клея ее подразделяют на три марки:

ФСФ – склеенная фенолоформальдегидными клеями;

ФК – карбамидными клеями;

ФБА – альбумин-казеиновыми клеями.

## 2.4. Композиционные материалы

### 2.4.1. Композиционные металлокерамические материалы

#### 2.4.1.1. Металлокерамика инструментальная

Инструментальные металлокерамические материалы (табл. 2.4) подразделяются на три группы: вольфрамовую, титановольфрамовую, титанотанталовольфрамовую и предназначены для использования при обработке резанием.

Табл. 2.4 – Марки, состав (%) и свойства металлокерамических инструментальных материалов

Марка	Содержание основных компонентов в смеси порошка, %				$\sigma_B$ , МПа, не менее	Плотность, г/см <sup>3</sup>	HRA, не менее
	карбид вольфрама	карбид титана	карбид тантала	кобальт			
ВК3	97	-	-	3	120	15,0-15,3	89,5
ВК10	90			10	180	14,2-14,6	87,0
ВК-15	85			15	190	13,9-14,0	86,0
ВК25	75			25	220	12,9-13,3	82,0
Т3ОК4	66	30	-	4	100	9,5-9,8	92,0
Т5К12	83	5		12	170	13,1-13,5	87,0
ТТ20К9	71	8	12	9	150	12,0-13,0	89,0

#### 2.4.1.2. Металлокерамика антифрикционная

Металлокерамические композиции с добавками графита (табл. 2.5) являются антифрикционными. В них используется эффективность графита в качестве сухой смазки. По металлической основе они подразделяются на железные (железографит) и медные (бронзографит) с оптимальным содержанием графита 1-3 % и максимальным содержанием до 7 %. Эти композиции достаточно пористые, их пропитывают смазочным маслом.

Табл. 2.5 – Марки и состав (%) железографита и бронзографита

Железографит*		Бронзографит**		
Марки	Графит	Марки	Олово	Графит
ЖГр1	1	БрОГр10-2	10	2
ЖГр3	3	БрОГр10-4	10	4
*Остальное железо		**Остальное медь		

#### 2.4.1.3. Металлокерамика фрикционная

Методы металлокерамической технологии позволили создать новый класс фрикционных материалов (табл. 2.6):

МК-5, состав, %:

Sn – 9, Pb – 9, графит – 7, остальное – Cu

ФАБ, состав, %:

Cu – 69, Pb – 8, графит – 7, Fe – 5, Al – 11

ФМК-11, состав, %:

Cu – 15, графит – 9, SiO<sub>2</sub> – 3, BaSO<sub>4</sub> – 6, асбест – 3, Fe – 64

МКВ-50А, состав, %:

Fe – 64, Cu – 10, графит – 8, асбест – 3, карбид кремния – 5, карбид бора – 5

СМК-80, состав, %:

Fe – 48, Cu – 23, Mn – 6,5-10, дисульфид молибдена – 2-5, нитрид бора – 6-12

Табл. 2.6 – Свойства металлокерамических фрикционных материалов

Характеристика	МК-5	ФАБ	ФМК-11	МКВ-50А	СМК-80
Плотность, г/см <sup>3</sup>	5,6-6,3	6,0-6,5	6,0	5,0	5,9
Пористость, %	-	-	5-10	5-10	15-20
Предел прочности, кгс/мм <sup>2</sup> :					
при растяжении	2-4		5,5-6,5	3-4	4-5
при сжатии	25-28	40-50	30-35	15-21	15-25
Твердость, НВ	15-45	60-100	80-100	100	85-95

## 2.4.2. Композиционные материалы на основе полимеров (пластмассы)

### 2.4.2.1. Пластмассы с порошкообразными наполнителями

В качестве порошкообразных наполнителей применяются: древесная мука, целлюлоза, сажа, кокс, графит, мел, тальк, каолин, слюда, асбест и другие материалы с дисперсностью частиц 2-20 мкм (табл. 2.7).

Табл. 2.7 – Пластмассы с порошкообразными наполнителями, марки и состав (%)

Марка	Материал связующего (полимер)	Наполнитель				
		Кокс	Гра- фит	Дисуль- фид мо- либдена	Бронза	Тальк
1	2	3	4	5	6	7
Ф-4К20	фторопласт-4	20	-	-	-	-
Ф-4К15М5		15		5		
Ф-4М15				15		
Ф-40Г40	фторопласт-40	-	40	-	70	
Ф-40М30			-	30		
Ф-40Б70				-		
ПМ-67-ДМ-3	полиимид-67	10	-	3	-	
ПМ-67-Г-10				-		
ПМ-69-ДМ-3	полиимид-69	-		3		
ПМ-69-Г-5						
ЭНГ-25	эпоксिनново- лачная смола		5	-		
ЭНМ-25			-	25		

1	2	3	4	5	6	7
ПНС-610-Т-10	полиамид-610			-		10
ПНС-610-Т-40						40
ПНС-610-Г-10			10			-
ПНС-610-ДМ-1,5			-	1,5		

#### 2.4.2.2. Пластмассы с волокнистыми наполнителями

В качестве волокнистых наполнителей используют хлопковые очесы, льняные очесы, ткани в виде, мелконарубленных лоскутов, обрезки бумаги, дробленую древесину, древесную стружку, асбестовое, каолиновое и стеклянное волокна и др. (табл. 2.8).

Табл. 2.8 – Пластмассы с волокнистыми наполнителями, марки и состав

Название, марка	Материал связующего (полимер)	Наполнитель			
		Асбо-волокно	Стекло-волокно	Латун-ная про-волока	Древес-ная стружка
Асбоволокниты					
К-65	фенол-формальдегидная смола	+	-	-	-
КФ-3		+	-	-	-
ФК-16Л		+	-	+	-
КМК-218	полисилоксановая смола	+	-	-	-
ФАА	фурфурольно-ацетоновая смола	+	-	-	-
Стекловолокниты					
АГ-4С	фенол-формальдегидная смола	-	+	-	-
ТВФЭ-2	эпоксидная смола	-	+	-	-
КМС-9	полисилоксановая смола	-	+	-	-
ФАС	фурфурольно-ацетоновая смола	-	+	-	-
Ф-4С15	фторопласт-4	-	+(15 %)	-	-
Древопластики					
П-1	фенол-формальдегидная смола	-	-	-	+
П-2		-	-	-	+
П-3		-	-	-	+

### 2.4.2.3. Пластмассы со слоистыми наполнителями

В качестве слоистых наполнителей используют различные листовые материалы: бумагу, хлопчатобумажные ткани, древесный шпон, асбестовые листы, стеклоткани и др. (табл. 2.9).

Табл. 2.9 – Пластмассы со слоистыми наполнителями, марки, состав

Наимено- вание, марка	Материал связующего (полимер)	Наполнитель				
		Хлоп. бум. ткань	Миткаль	Древес- ный шпон	Стеклан- ный шпон	Стекло- ткань
Текстолиты						
ПТК	фенолоальдегидная смола	+	-	-	-	-
ПТМ-1	крезолаальдегидная смола	+	-	-	-	-
ПТМ-2	ксиленоальдегидная смола	+	-	-	-	-
ПТМ-С	фенол- формальдегидная смола	-	+	-	-	-
Древесно-слоистые пластики						
ДСП-А	фенол- формальдегидная смола	-	-	+	-	-
ДСП-Б		-	-	+	-	-
ДСП-В		-	-	+	-	-
ДСП-Г		-	-	+	-	-
Стеклотекстолиты						
КАСТ	фенол- формальдегидная смола	-	-	-	-	+
КАСТ-В		-	-	-	-	+
СГМ-1		-	-	-	-	+
СВАМ	эпоксидная смола	-	-	-	+	-

### 2.5. Индивидуальные задания

Табл. 2.10 – Варианты условий к заданию 2

№ п/п	Марка машиностроительного материала					
1	2	3	4	5	6	7
1	НД	ДПО-П <sub>1</sub>	ВКЗ	Ф-4К20	К-65	МК-5
2	ВД	ДПО-П <sub>2</sub>	БрОГр10-4	Ф-4К15М5	КФ-3	ФАБ
3	ВН	ДПД-П	БрОГр10-2	Ф-4М15	ФК-16Л	ФМК-11
4	ВП	ДПГ-ПТ	ЖГр3	Ф-40Г40	КМК-218	МКВ-50А
5	ВНТ	ДПК-П	ЖГр1	ПНС-610-ДМ-1,5	СВАМ	СМК-80
6	Ф-3	ДПК-ПИ	ВК10	Ф-40М30	ФАА	МК-5

1	2	3	4	5	6	7
7	Ф-4	ДПР-Н	ВК15	Ф-40Б70	АГ-4С	ФАБ
8	ТОСП	ДПР-НИ	Т5К12	ПМ-67-ДМ-3	ДСП-Г	ФМК-11
9	ТОСН	ДПГ-ПТ	Т30К4	ПМ-67-Г-10	ТВФЭ-2	МКВ-50А
10	ТОСС	ДПГ-ППр	ВК3	ПМ-69-ДМ-3	КМС-9	СМК-80
11	НД	ДПО-П <sub>1</sub>	БрОГр10-4	ПМ-69-Г-5	ФАС	МК-5
12	ВД	ДПО-П <sub>2</sub>	БрОГр10-2	Ф-4К20	Ф-4С15	ФАБ
13	ТОСН	ДПД-П	Т5К12	ЭНГ-25	П-1	ФМК-11
14	ВН	ДПО-П <sub>3</sub>	ВК10	ПМ-67-ДМ-3	П-2	МКВ-50А
15	ВП	ДПК-ПИ	ВК15	ЭНМ-25	П-3	СМК-80
16	ВНТ	ДПР-НИ	ЖГр1	ПНС-610-Т-10	ПТМ-1	МК-5
17	Ф-3	ДПГ-ПТ	ВК3	ПМ-67-Г-10	ПТК	ФАБ
18	Ф-4	ДПО-П <sub>1</sub>	ЖГр3	ПНС-6Ю-Т-40	ДСП-А	ФМК-11
19	ТОСС	ДПО-П <sub>2</sub>	БрОГр10-2	ПНС-610-Г-10	КАСТ	МКВ-50А
20	ТОСП	ДПД-П	БрОГр10-4	ПНС-610-ДМ-1,5	СТМ-1	СМК-80

Литература: 2.

### ЗАДАЧА № 3

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОТЛИВОК СПОСОБОМ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

### 3.1. Общие положения

Литье под давлением – процесс получения отливок, основанный на заполнении расплавленным металлом стальных форм под давлением. Этим способом получают отливки повышенной точности, с малой шероховатостью поверхности, минимальными припусками на механическую обработку. Литье под давлением используют в основном в крупносерийном и массовом производствах для получения отливок из цинковых, алюминиевых, магниевых и медных сплавов, массой до нескольких десятков килограммов, с развитой поверхностью. Технология литья под давлением отличается кратким циклом, включает мало операций, но реализация их возможна только с применением специальных машин. Поверхностный слой отливки (0,02-0,2 мм) получается плотным, мелкокристаллическим, но пузырьки газа остаются во внутренних сечениях отливки.

В машинах с холодной горизонтальной камерой прессования (рис. 3.1) пресс-форма состоит из неподвижной 4 и подвижной 2 полуформ. Рабочую поверхность пресс-формы покрывают защитной смазывающей жидкостью и затем подвижную полуформу 2 прижимают к неподвижной 4 с помощью запорного механизма машины. После этого в камеру прессования 7 заливают порцию расплава и включают механизм прессования. Плунжер 6 перекрывает заливочное отверстие 5 и

создает давление в камере прессования. Расплав через тонкий (0,1-0,3 мм) щелевой питатель 8 заполняет полость 3 пресс-формы и затвердевает при давлении прессования 30-300 МПа. После затвердевания отливки отводят подвижную полуформу 2 вместе с отливкой, которая снимается выталкивателями 1. В момент заполнения полости 3 происходит гидравлический удар, стремящийся разъединить полуформы 2 и 4 пресс-формы. Для противодействия этому в машинах предусмотрены мощные устройства. Величина запирающего усилия  $P_{ЗАП}$  является главной характеристикой машин с горизонтальной холодной камерой прессования.

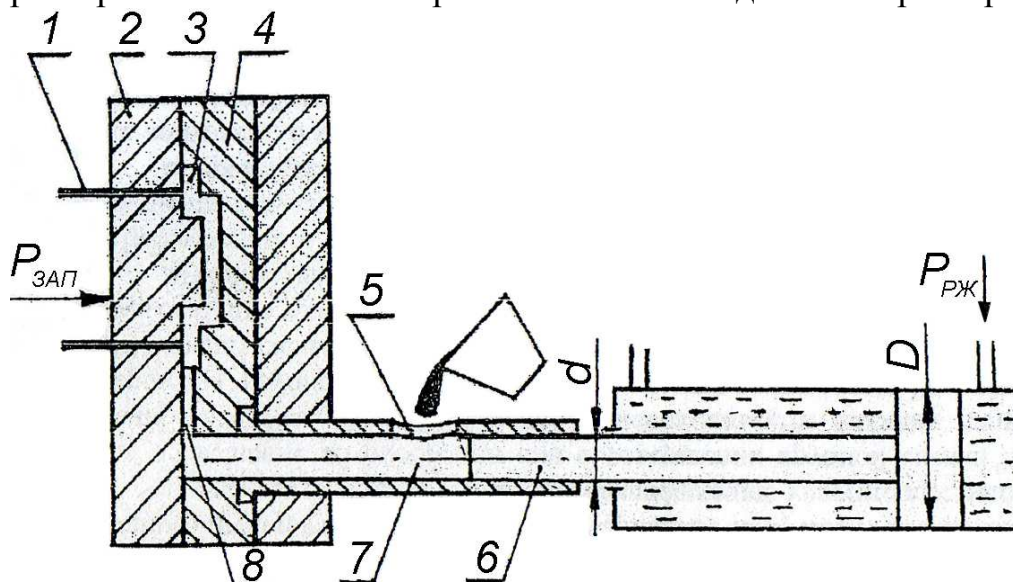


Рис. 3.1 – Схема процесса изготовления отливок на машинах с горизонтальной холодной камерой прессования:

1 – выталкиватель; 2 – подвижная полуформа; 3 – полость пресс-формы; 4 – неподвижная полуформа; 5 – заливочное отверстие; 6 – плунжер; 7 – камера прессования; 8 – щелевой питатель

### 3.2. Расчет параметров процесса литья, пресс-формы и выбор машины с горизонтальной холодной камерой прессования

Необходимо получить отливки способом литья под давлением из сплава БрА9ЖЗ. Давление рабочей жидкости  $P_{РЖ} = 150 \text{ кгс/см}^2$ . Диаметр плунжера  $d = 70 \text{ мм}$ , диаметр поршня  $D = 210 \text{ мм}$ . Площадь отливки  $S = 700 \text{ см}^2$ , масса отливки  $m = 4,5 \text{ кг}$ . Необходимо выполнить расчеты параметров литья, пресс-формы и выбрать модель литейной машины.

3.2.1. Изобразить схему литейной машины (рис. 3.1) с обозначением позиций. Значения  $P_{РЖ}$ ,  $D$ ,  $d$  указать согласно варианта, значение  $P_{ЗАП}$  – по результатам расчета.

3.2.2. Определение давления прессования  $P_{ПР}$  по формуле:

$$P_{ПР} = P_{РЖ} \left( \frac{D}{d} \right)^2 = 150 \cdot \left( \frac{21}{7} \right)^2 = 1350 \left( \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} \right) = 135 (\text{МПа})$$

3.2.3. Определение плотности сплава  $\rho$  по плотности компонентов  $\rho_i$  (табл. 3.1) и их процентному содержанию  $\alpha_i$  (табл. 3.2):

$$\rho_{\text{БрА9ЖЗ}} = \frac{\rho_{\text{Cu}} \cdot \alpha_{\text{Cu}} + \rho_{\text{Al}} \cdot \alpha_{\text{Al}} + \rho_{\text{Fe}} \cdot \alpha_{\text{Fe}}}{100} =$$

$$= 8960 \cdot 0,88 + 2699 \cdot 0,09 + 7874 \cdot 0,03 = 8386,9 \left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$$

Табл. 3.1 – Плотность отдельных компонентов сплава

Элемент	Al	Mn	Mg	Si	Zn	Zr
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	2699	7440	1740	2330	7130	6450
Элемент	Cu	Pb	Fe	Sn	Ti	
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	8960	11340	7874	7290	4520	

Табл. 3.2 – Процентное содержание компонентов сплава

Сплав	Основные комп., %	Сплав	Основные комп., %	Сплав	Основные комп., %
ЛЦ15К4	Zn – 15 Si – 4 Cu – 81	ЛЦ40Мц1,5	Zn – 40 Mn – 1,5 Cu – 58,5	ЛЦ40С	Zn – 40 Pb – 1 Cu – 59
ЛЦ30А3	Zn – 30 Al – 3 Cu – 67	АЛ	Si – 0,5 Mg – 0,5 Cu – 2 Mn – 0,7 Al – 96,3	АЛ4	Si – 10 Mn – 0,3 Al – 89,7
АЛ12	Si – 10 Al – 90	АЛ9	Si – 7 Mg – 0,3 Al – 92,7	АЛ19	Cu – 5 Mn – 0,8 Ti – 0,35 Al – 93,85
АЛ27	Mg – 10 Ti – 0,15 Al – 89,85	МЛ3	Al – 3 Mn – 0,5 Zn – 1 Mg – 95,5	МЛ4	Al – 6 Mn – 0,4 Zn – 3 Mg – 90,6
МЛ18	Zn – 6 Zr – 1 Mg – 93	МЛ12	Zn – 5 Zr – 0,8 Mg – 94,2	БрС30	Pb – 30 Cu – 70
БрА9ЖЗ	Al – 9 Fe – 3 Cu – 88	БрОЦ2	Sn – 10 Zn – 2 Cu – 88	БрО3Ц12С5	Sn – 3 Zn – 12 Pb – 5 Cu – 80

3.2.4. Определение толщины отливки  $\delta$ :

$$\delta = \frac{V}{S} = \frac{m}{\rho \cdot S},$$

где:  $V$  – объем отливки;

$S$  – площадь отливки;

$m$  – масса отливки;

$\rho$  – плотность сплава.

$$\delta = \frac{4,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^3}{8363,9 \text{ кг} \cdot 700 \text{ см}^2} = \frac{4,5 \cdot 10^6}{8363,9 \cdot 700} \frac{\text{см}^3}{\text{см}^2} = 0,76 \text{ см} = 7,6 \text{ мм}$$

### 3.2.5. Определение площади поперечного сечения питателя

$$S = \frac{m}{\rho \cdot K} = \frac{4,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^3}{8363,9 \text{ кг} \cdot 0,48 \text{ м}} = 1,12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 1120 \text{ мм}^2$$

Значение коэффициента  $K$  находим по табл. 3.3 При давлении прессования  $P_{\text{ПР}} = 135 \text{ МПа}$  ( $P_{\text{ПР}} > 100 \text{ МПа}$ ), для медного сплава, при толщине стенки  $\delta = 7,6 \text{ мм}$ , получаем  $K = 0,48 \text{ м}$ .

Табл. 3.3 – Значения коэффициента  $K$  для различных сплавов

Давление прессования $P_{\text{ПР}}$ , МПа	Коэффициент $K$ (м) для сплавов при толщине $\delta$ , мм							
	Цинковых		Алюминиевых		Магниевого		Медных	
	1-4	4-8	1-4	4-8	1-4	4-8	1-4	4-8
от 20 до 40	3,37	2,7	3,04	2,53	2,7	2,16	3	2,4
св. 40 до 60	1,69	1,35	1,52	1,21	1,35	1,1	1,5	1,2
св. 60 до 80	1,35	1,05	1,21	0,97	1,1	0,86	1,2	0,96
св. 80 до 100	1,02	0,82	0,91	0,73	0,8	0,65	0,9	0,72
св. 100	0,68	0,54	0,61	0,49	0,54	0,43	0,6	0,48

3.2.6. Определение длины питателя  $l$  при ширине питателя  $b = 1 \dots 3 \text{ мм}$ .  
Принимаем  $b = 3 \text{ мм}$ .

$$l = \frac{S_{\text{ПИТ}}}{b} = \frac{1120}{3} = 373 (\text{мм})$$

3.2.7. Определение скоростей впуска (течения металла в питателе)  $V_{\text{ВП}}$  и прессования (течения металла в камере прессования)  $V_{\text{ПР}}$  осуществляется по уравнению неразрывности потока:

$$V_{\text{сн}} \cdot S_{\text{пит}} = V_{\text{нр}} \cdot S_{\text{нр}}.$$

Так как  $S_{\text{ПР}}$  – площадь поперечного сечения камеры прессования, то:

$$S_{\text{ПР}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \text{ поэтому}$$

$$V_{\text{ПР}} = \frac{V_{\text{ВП}} \cdot S_{\text{ПИТ}}}{S_{\text{ПР}}}$$

Значение скорости впуска  $V_{\text{ВП}}$  выбирается по табл. 3.4 в зависимости от толщины отливки  $\delta$  для различных сплавов. Выбираем  $V_{\text{ВП}} = 5 \text{ м/с}$  для толщины отливки  $\delta = 7,6 \text{ мм}$  из медного сплава.

Табл. 3.4 – Скорость впуска  $V_{ВП}$  для отливок из различных сплавов

Толщина отливки $\delta$ , мм	Скорость впуска $V_{ВП}$ для отливок из сплавов, м/с			
	Цинковых	Магниевых	Алюминиевых	Медных
1,5-3	80-100	50-60	8-10	5-8
3-6	30-60	30-40	5-8	5-8
5-10	30-40	20-30	2-7	2-5

Скорость прессования равна:

$$V_{ПР} = \frac{4 \cdot V_{ВП} \cdot S_{ПИТ}}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 5 \frac{м}{с} \cdot 1,12 \cdot 10^{-3} м^2}{3,14 \cdot 7^2 \cdot 10^{-4} м^2} = 1,46 \frac{м}{с}$$

3.2.8. Проверка правильности расчета  $V_{ПР}$

$$0,5 < V_{ПР} < 120 \text{ (м/с)}$$

$5 < 1,46 < 120$  – расчет  $V_{ПР}$  выполнен правильно.

3.2.9. Определение времени заполнения формы  $t_{ЗАП}$ :

$$t_{ЗАП} = \frac{4 \cdot m}{\pi \cdot d^2 \cdot \rho \cdot V_{ПР}} = \frac{4 \cdot 4,5 \text{ кг}}{3,14 \cdot 7^2 \cdot 10^{-4} м^2 \cdot 8363,9 \frac{кг}{м^3} \cdot 1,46 \frac{м}{с}} = 0,1 \text{ с}$$

3.2.10. Проверка правильности расчета  $t_{ЗАП}$ :

$$0,01 < t_{ЗАП} < 0,60 \text{ (с)}$$

Расчет  $t_{ЗАП}$  выполнен правильно.

3.2.11. Определение площади пресс-остатка  $S_{ПО}$ :

$$S_{ПО} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 7^2 \text{ см}^2}{4} = 38,5 \text{ см}^2$$

3.2.12. Определение суммы площадей  $\Sigma S$  проекций отливки.  $S$  и пресс-остатка

$S_{ПО}$ . Обычно  $\Sigma S = 30 \dots 6000 \text{ см}^2$

$$\Sigma S = S + S_{ПР} = 700 \text{ см}^2 + 38,5 \text{ см}^2 = 738,5 \text{ см}^2$$

3.2.13. Определение дополнительного давления при гидравлическом ударе

$\Delta P_{ГУ}$ :

$$\Delta P_{ГУ} = 0,15 \dots 0,20 \text{ МПа или } 1,5 \dots 2,0 \text{ кгс/см}^2$$

Принимаем  $\Delta P_{ГУ} = 1,6 \text{ кгс/см}^2$ .

3.2.14. Определение запирающего усилия  $P_{ЗАП}$ :

$$P_{ЗАП} = \Sigma S \cdot (P_{ПР} + P_{ГУ}) = 738,5 \text{ см}^2 \cdot \left( 1350 \frac{кгс}{\text{см}^2} + 1,6 \frac{кгс}{\text{см}^2} \right) = 998156,6 \text{ кгс} = 9981,6 \text{ кН}$$

3.2.15. Выбор модели машины с горизонтальной холодной камерой прессования (табл. 3.5) проводится по расчетным данным  $P_{ЗАП}$ ,  $P_{ПР}$ ,  $m$ .

По результатам расчета  $P_{ЗАП} = 9981,6$  кН;  $m = 4,5$  кг;  $P_{ПР} = 135$  МПа.

Этим параметрам соответствует машина модели 711112.

$P_{ЗАП} = 10000$  кН;  $m = 18$  кг;  $P_{ПР} = 246$  МПа.

Табл. 3.5 – Машины с горизонтальной холодной камерой прессования

Модель машины	Усилие запирания пресс-форм, кН	Максимальная масса отливки из алюминиевого сплава, кг	Наибольшее давление прессования $P_{ПР}$ , МПа	Установленная мощность, кВт
711A07	1600	2,1	197	18,5
711B08	2500	3,6	189	22
711B09	4000	6,0		30
711A10	6300	10,0	200	50,4
711112	10000	18,0	246	63,5
71114	16000	32,0	238	65
71117	30000	42,0	200	75

### 3.3. Индивидуальные задания

Табл. 3.6 – Варианты условий к заданию 6

№ п/п	Сплав	Давление рабочей жидкости $P_{РЖ}$ кгс/см <sup>2</sup>	Диаметр плунжера $d$ , мм	Диаметр поршня $D$ , мм	Площадь отливки $S$ , см <sup>2</sup>	Масса отливки, $m$ , кг
1	2	3	4	5	6	7
1	ЛЦ15К4	100	80	240	750	4,0
2	ЛЦ40Мц1,5	90	80	230	700	3,5
3	ЛЦ40С	80	70	220	650	3,0
4	ЛЦ30А3	70	70	210	600	2,5
5	ЛЦ15К4	60	60	200	550	2,0
6	ЛЦ40С	50	60	190	500	1,5
7	МЛ3	95	80	235	1000	1,0
8	МЛ4	85	80	225	950	0,9
9	МЛ8	75	70	215	900	0,8
10	МЛ12	65	70	205	850	0,7
11	МЛ3	55	60	195	800	0,6
12	МЛ8	45	60	185	750	0,5
13	БрС30	100	70	210	700	3,5
14	БрА9Ж3	90	70	200	650	3,0
15	БрО10Ц2	80	60	190	600	4,0
16	БрО3Ц12С5	70	60	180	600	4,0

1	2	3	4	5	6	7
17	БрСЗО	60	50	170	550	3,0
18	БрА9ЖЗ	50	50	160	500	2,0
19	АЛ	95	70	230	900	1,0
20	АЛ2	85	70	220	800	0,8
21	АЛ4	75	60	210	700	0,7
22	АЛ9	65	60	200	650	0,6
23	АЛ12	55	50	180	550	0,5
24	АЛ27	45	50	170	300	0,5
25	АЛ2	100	60	180	800	0,9

Литература: 3, 4.

#### **ЗАДАЧА № 4**

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ И ИХ МАРКИРОВКА. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ**

#### **3.1. Характеристика шлифовальных кругов и их маркировка**

##### **3.1.1. Типы и материал кругов**

Различают следующие абразивные инструменты: шлифовальные круги, головки, сегменты, бруски, абразивные ленты и шкурки. Наиболее широкое применение имеют шлифовальные круги.



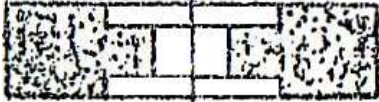

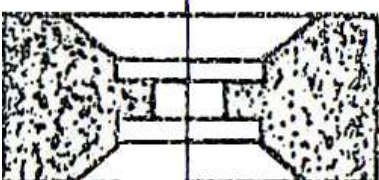

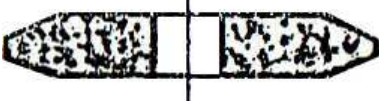


Шлифовальные круги представляют собой тела вращения. Они имеют сквозное осевое отверстие, предназначенное для крепления круга на шпинделе станка. Их изготавливают из зерен абразивного материала, скрепленных связующим веществом.


Шлифовальные круги характеризуются рядом параметров: типом и размерами, абразивным материалом, его зернистостью, овязкой, структурой, твердостью, классом точности, классом дисбаланса.

Типы и размеры шлифовальных кругов стандартизированы. В табл. 4.1 приведены некоторые типы шлифовальных кругов, их назначение и маркировка. Тип круга выбирают в зависимости от конструкции станка, крепежных приспособлений, характера выполняемой работы. При выборе размеров круга следует брать возможно большие размеры по диаметру и ширине, так как это улучшает условия шлифования и увеличивает производительность работы.

Абразивные материалы представляют собой природные, искусственные или синтетические вещества, обладающие высокой твердостью и прочностью, зерна и порошки которых способны обрабатывать поверхности других тел путем царапания, скобления или истирания.

Табл. 4.1 – Типы шлифовальных кругов (ГОСТ 2424-83)

Типы шлифовальных кругов	Профиль	Обоз- наче- ние	Область применения
1	2	3	4
Прямого профиля		ПП	Универсальное при- менение: круглое, внутреннее, плоское шлифование перифе- рией круга, заточка резцов
С выточкой		ПВ	Круглое шлифование, когда зажимные фланцы могут поме- шать подводке круга к месту обработки
С двусторонней выточкой		ПВД	Круглое шлифование о подрезкой торца обрабатываемой детали
С конической выточкой		ПВК	
С двусторонней конической выточкой		ПВДК	
Кольцевые		К	Плоское шлифование торцом круга
С двусторонним коническим профилем		2П	Для резьбошлифования, шлицевшлифования, зубошлифования
Чашечные цилиндрические		ЧЦ	Заточка режущего инструмента, плоское шлифование торцом круга
Чашечные конические		ЧК	

1	2	3	4
Тарельчатые		Т	Заточка и доводка зубьев фрез, разверток, протяжек и т.п.

Из природных материалов находят применение алмаз, кварц, корунд, наждак и др. К искусственным и синтетическим материалам относятся электрокорунд, карбид кремния, карбид бора, кубический нитрид бора, синтетические алмазы и др. Наиболее широко применяют искусственные электрокорундовые материалы, т.к. они обладают высокими и стабильными свойствами.

Электрокорунд – искусственный корунд (корунд – минерал, состоящий из кристаллической окиси алюминия  $Al_2O_3$  с различными примесями). Выпускается несколько разновидностей электрокорунда: электрокорунд нормальный, электрокорунд белый, монокорунд, электрокорунд титанистый, электрокорунд циркониевый, сфорокорунд.

Электрокорунд нормальный содержит от 87 до 95 %  $Al_2O_3$ ; подразделяется на марки 12А, 13А, 14А, 15А, 16А; применяется для обдирочных работ, предварительного и получистового шлифования.

Электрокорунд белый – содержание  $Al_2O_3$  от 98 до 99 %; марки 22А, 23А, 24А, 25А; используется для окончательной отделочной обработки, профильного шлифования, заточки инструмента.

Монокорунд –  $Al_2O_3$  от 96,5 до 97,4 %, содержит также сернистое железо; марки 43А, 44А, 45А; находит применение для обработки труднообрабатываемых сталей.

Электрокорунд хромистый – содержит не менее 97 %  $Al_2O_3$  и от 0,4 до 1,2 %  $Cr_2O_3$ ; марки 32А, 33А, 34А; применяют при окончательном, отделочном и профильном шлифовании сталей.

Электрокорунд титанистый – содержит присадки двуокиси титана; выпускается под маркой 37А; используется при тяжелых и неравномерных нагрузках.

Карбид кремния (карборунд) – химическое соединение  $SiC$ ; выпускаются две разновидности: карбид кремния зеленый, марки 62С, 63С, 64С; карбид кремния черный, марки 53С, 54С, 55С; применяется для заточки режущего инструмента и обработке чугуновых деталей.

Карбид бора – твердый раствор бора в  $B_4C$ , используется в порошках и пастах для доводки деталей из твердых сплавов.

Кубический нитрид бора (эльбор) обладает твердостью, износостойкостью; условное обозначение зерен с обычной механической прочностью ЛО, с повышенной – ЛП; применяется для заточки инструментов из быстрорежущей стали и шлифования деталей из шарикоподшипниковой стали.

Синтетические алмазы получают синтезом из графита при высоких давлениях и температуре; шлифпорошки имеют марки АСО, АСР, АСВ, АСС, отличающиеся в основном прочностью и хрупкостью; применяют для заточки и доводки твердосплавного режущего инструмента, шлифования легированных сталей некоторых марок, правки шлифовальных кругов.

### **3.1.2. Зернистость абразива**

Зернистость является характеристикой материала, определяющей размер зерна. Зерна подвергаются классификации по крупности частиц путем рассева через сита специальных установок или путем осаждения в жидкости (при разделении частиц размером менее 40 мкм).

По крупности зерна абразивные материалы разделяют на группы со следующими номерами зернистости:

- шлифзерно – 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16;
- шлифпорошки – 12, 10, 8, 6, 5, 4;
- микрошлифпорошки и тонкие микрошлифпорошки – М63, М50, М40, М28.

Номер зернистости шлифзерна и шлифпорошков соответствует величине стороны квадрата ячейки сита в сотых долях миллиметра, на котором остается данная фракция зерна. Например, если зерна проходят через ячейки со стороной 400 мкм, но задерживаются на сетке с размером ячейки 320 мкм, то зернистость порошка обозначается номером 32. Микрошлифпорошки и тонкие микрошлифпорошки обозначаются буквой М и числом, указывающий наибольший размер зерна в микрометрах.

В зависимости от процентного содержания основной фракции обозначение зернистости дополняют буквенным индексом В, П, Н, Д (в порядке уменьшения).

Выбор круга по зернистости зависит от вида шлифования, величины срезаемого припуска, требуемой шероховатости и точности обрабатываемой поверхности. Наиболее часто применяют абразивные круги средней зернистости 40-16, обеспечивающие высокую производительность, требуемую шероховатость поверхности и точность ее обработки.

### **3.1.3. Материал связки абразивного инструмента**

Связка – материал, с помощью которого абразивные зерна закрепляются в абразивном инструменте. Все связки разделяются на три вида: минеральные (керамические), органические и металлические.

Керамические связки состоят из нескольких компонентов – огнеупорной глины, полевого шпата, мела, кварца, жидкого стекла и др. Инструменты на керамической связке обладают высокой прочностью, теплостойкостью, химической стойкостью. Однако, круги на керамической связке имеют повышенную хрупкость и не могут применяться при ударной нагрузке и небольшой высоте круга (менее 3 мм). В зависимости от скрепляемого абразивного материала и его зернистости

применяется несколько разновидностей керамической связки, имеющей различную маркировку: К1, К2, К3 и др.

К органическим связке относятся бакелитовая, вулканитовая и др. Бакелитовая связка изготавливается на основе фенолформальдегидной смолы, которая придает инструменту прочность и эластичность. Вулканитовая связка изготавливается на основе каучука, подвергнутого вулканизации. Инструменты на этой связке имеют большую упругость, хорошую водостойкость; их широко применяют на прорезных и отрезных работах. Недостаток кругов на вулканитовой и бакелитовой связках – низкая теплостойкость (200-300 °С). Марки бакелитовой связки Б1, Б2, Б3, вулканитовой – В1, В2, В3 и др.

Металлические связки представляют собой сплавы меди, олова, цинка, никеля и других элементов и используются для алмазных кругов. Наиболее часто из металлических связок применяют связку М1 на бронзовой основе и связку М5 на цинково-алюминиевой основе.

### **3.1.4. Структура абразивного инструмента**

Структура абразивного инструмента характеризует его внутреннее строение, т.е. количественное соотношение и взаимное расположение зерен, связки и пор (мелких пустот) в массе круга.

Поры служат для размещения в них стружки. Стружка не должна застревать в порах и при выходе из зоны резания необходимо, чтобы она свободно вылетала из них, иначе круг потеряет свою режущую способность. Различают 4 группы структур:

- плотные (маркируются номерами от 1 до 4);
- средние (от 5 до 8);
- открытые (от 9 до 12);
- высокопористые (от 14 до 16).

Абразивные инструменты плотной структуры имеют очень тесное расположение зерен (малые поры) и применяются ограниченно, в основном для доводочных работ. У инструмента с открытой структурой обеспечивается большее расстояние между соседними абразивными зернами, лучший отвод стружки. Высокопористые круги предназначены для шлифования мягких и вязких материалов, например резины, кожи, дерева, пластмасс. Наиболее часто применяют круги со средней структурой.

### **3.1.5. Твердость абразивного инструмента**

3.1.5. Твердость абразивного инструмента характеризуется способностью связки сопротивляться вырыванию абразивных зерен с рабочей поверхности инструмента под действием внешних сил. Чем прочнее держатся зерна, тем тверже считается инструмент. По степени твердости абразивные инструменты подразделяются на группы (табл. 4.2).

Твердость круга выбирается в зависимости от вида шлифования, точности и формы обрабатываемых деталей, физико-механических свойств материала детали, типа станка. В большинстве случаев применяют круги средней твердости, так как они обеспечивают высокую производительность и большую стойкость.

Табл. 4.2 – Шкала твердости абразивных инструментов

Наименование	Обозначение	Степень твердости в порядке возрастания
Весьма мягкие	ВМ	ВМ1, ВМ2
Мягкие	М	М1, М2, М3
Среднемягкие	СМ	СМ1, СМ2
Средние	С	С1, С2
Среднетвердые	СТ	СТ1, СТ2, СТ3
Твердые	Т	Т1, Т2
Весьма твердые	ВТ	ВТ1, ВТ2
Чрезвычайно твердые	ЧТ	ЧТ1, ЧТ2

### 3.1.6. Класс точности абразивного инструмента

Класс точности инструмента характеризует предельные отклонения его размеров. Шлифовальные круги изготавливают трех классов точности: АА, А, Б (круги класса Б имеют наибольшие предельные отклонения размеров).

### 3.1.7. Класс дисбаланса шлифовальных кругов

Класс дисбаланса (неуравновешенности) шлифовальных кругов определяет допустимые отклонения от статического баланса. Установлено три класса неуравновешенности (по возрастанию дисбаланса): 1, 2, 3.

### 3.1.8. Маркировка шлифовальных кругов

Маркировкой шлифовального круга называется условное обозначение его характеристики, которая наносится несмываемой краской на нерабочую поверхность круга. Например, на рис.4.1 указана маркировка шлифовального круга: ЧАЗ ПП 500х50х305 24А 100П С2 7 К5 35 м/с 1 кл А ГОСТ 2424-83.

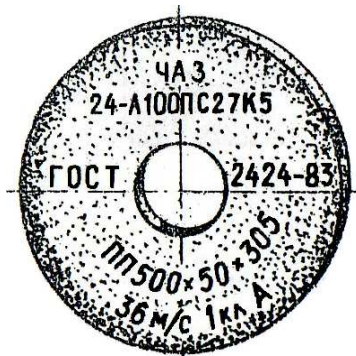


Рис. 4.1 – Шлифовальный круг с маркировкой

Расшифровка:

- ЧАЗ – завод-изготовитель (товарный знак);
- ПП – прямого профиля (тип круга);
- 500 – наружный диаметр, мм;
- 50 – высота (толщина) круга, мм;
- 305 – диаметр отверстия, мм;
- 24Л – электрокорунд белый (марка абразивного материала);
- 100П – номер и индекс зернистости;
- С2 – средний 2 (степень твердости);
- 7 – номер структуры (средняя);
- К5 – керамическая 5 (вид связки);
- 35 м/с – допустимая рабочая скорость резания;
- 1 кл – класс неуравновешенности;
- А – класс точности;
- ГОСТ 2424-83 – номер стандарта на шлифовальные круги.

Табл. 4.3 – Задания для расшифровки маркировки шлифовального круга

№ п/п	Условное обозначение характеристики шлифовального круга											
1	ЧАЗ	ПП	450x80x203	14А	50П	СМ2	8	К3	35 м/с	1 кл	А	
2	КАЗ	ПП	500x50x305	23А	40Н	СТ1	5	К2	35 м/с	2 кл	Б	
3	КАЗ	ПВ	500x63x305	16А	40П	СМ1	9	К1	40 м/с	1 кл	А	
4	КАЗ	ПВ	600x63x305	44А	32Н	СТ3	4	Б3	35 м/с	1 кл	А	
5	ЧАЗ	ПВД	400x63x305	53С	25П	СМ2	7	Б2	35 м/с	2 кл	Б	
6	ЧАЗ	ПВД	500x100x400	64С	40Н	СТ1	8	К2	35 м/с	2 кл	А	
7	КАЗ	ПВДК	600x80x305	62С	12П	С2	6	К3	35 м/с	1 кл	А	
8	ЧАЗ	ПП	350x13x127	13А	50Н	СМ2	7	В2	40 м/с	1 кл	А	
9	КАЗ	ЧК	300x20x127	32А	40П	С1	4	Б3	35 м/с	1 кл	А	
10	ЧАЗ	2П	350x16x127	37А	50П	СТ2	6	К1	35 м/с	1 кл	АА	
11	ЧАЗ	Т	500x40x203	15А	25Д	СТ3	5	К2	35 м/с	1 кл	АА	
12	ЧАЗ	ПП	300x13x76	34А	50П	С2	7	Б1	35 м/с	1 кл	А	
13	КАЗ	ЧК	300x40x127	63С	16Д	СМ1	9	В1	40 м/с	1 кл	А	
14	КАЗ	К	300x100x250	22А	25Н	СТ2	5	К2	35 м/с	2 кл	Б	
15	КАЗ	ЧЦ	300x150x150	54С	40П	С2	6	К3	35 м/с	1 кл	А	

## 3.2. Режимы резания при шлифовании

### 3.2.1. Выбор шлифовального круга

Характеристика шлифовального круга выбирается по нормативным данным, исходя из условий обработки, требуемого качества обработанной поверхности, материала заготовки и других факторов.

### 3.2.2. Припуски на обработку

Припуск на обработку представляет собой поверхностный слой заготовки, который необходим для компенсации погрешностей, возникающих при ее изготовлении, с целью обеспечения заданного качества обработанной поверхности. В процессе шлифования припуск срезается с поверхности детали.

Обычно назначают минимальный припуск в зависимости от геометрических размеров заготовки, ее материала, состояния поверхности, способа получения заготовки и т.д. Припуски на обработку при круглом и плоском шлифовании приведены в табл. 4.4 и 4.5.

Табл. 4.4 – Припуски на обработку при круглом шлифовании

Диаметр шлифуемой поверхности <b>d<sub>3</sub></b> , мм	Материал детали*	Длина шлифуемой поверхности <b>l<sub>шл</sub></b> , мм			
		до <b>100</b>	<b>100-250</b>	<b>250-400</b>	<b>400-630</b>
		Припуск на диаметр <b>2z</b> , мм			
10-30	Н	0,3	0,4	0,4	0,5
	З	0,4		0,5	
30-50	Н			0,4	
	З		0,5	0,5	0,6
50-80	Н		0,4		0,5
	З		0,5		0,6

\* Н – сталь незакаленная, З – сталь закаленная

Табл. 4.5 – Припуски на обработку при плоском шлифовании

Длина шлифуемой поверхности $l_{шл}$ , мм	Материал детали	Ширина шлифуемой поверхности $b_{шл}$ , (мм) до				
		10	50	100	260	400
		Припуск $z$ , мм				
до 100	Н	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
	З	0,13	0,20	0,25	0,30	0,35
100-500	Н	0,15				
	З	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
500-1000	Н					0,45
	З	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50

### 3.2.3. Расчет режима резания при круглом шлифовании с продольной подачей

Скорость резания зависит в основном от материала связки шлифовального круга. Допускаемая скорость резания для выбранного шлифовального круга определяется по маркировке, указанной на круге.

Круговая и продольная минутная подачи устанавливаются в зависимости от материала заготовки и его состояния, ширины круга, вида шлифования, диаметра шлифуемой поверхности по табл. 4.6.

Табл. 4.6 – Круговая и продольная минутная подачи при круглом шлифовании

Диаметр шлифу- емой поверх- ности d <sub>3</sub> , мм	Материал детали		Ширина круга В <sub>к</sub> , мм			
	Н	З	до 40		свыше 40	
			Вид шлифования			
			полу- чистовое	чистовое	полу- чистовое	чистовое
	Круговая подача S <sub>кр</sub> , м/мин	Продольная минутная подача S <sub>пр</sub> , мм/мин				
25	15	35	3200	2000	4000	2500
			7200	4500	2500	5600
32	16	38	2400	1500	3000	2370
			5600	3500	7000	4400
50	18	42	1440	900	1800	1750
			4400	2750	5500	3450
80	20	48	960	600	1200	750
			3200	2000	4000	2500

Поперечная подача назначается в зависимости от продольной минутной подачи, припуска на обработку, диаметра шлифуемой поверхности по табл. 4.7.

Табл. 4.7 – Поперечная подача при круглом шлифовании

Продольная минутная подача $S_{пр}$ , (мм/мин) до	Припуск на диаметр $2z$ , мм	Диаметр шлифуемой поверхности $d_3$ , (мм) до			
		25	32	63	80
		Поперечная подача $S_{п}$ , мм/ход			
700	0,30 0,50	0,060 0,075	0,050 0,063	0,038 0,047	0,038 0,041
1000		0,043 0,054	0,035 0,045	0,027 0,034	0,024 0,030
1700	0,30 0,50 0,70	0,019 0,024 0,029	0,016 0,020 0,025	0,011 0,015 0,019	0,010 0,013 0,016
2500		0,013 0,016 0,020	0,011 0,013 0,016	0,007 0,010 0,013	0,006 0,008 0,010
3600		0,087 0,011 0,013	0,007 0,009 0,011	0,005 0,007 0,009	0,004 0,006 0,007
5000		0,008 0,010 0,012	0,007 0,008 0,010	0,005 0,006 0,008	0,004 0,005 0,007

### 3.2.4. Определение основного времени при круглом шлифовании

Основным называется время, затрачиваемое непосредственно на процесс шлифования детали. При круглом шлифовании с продольной подачей основное время  $T_0$  (мин) рассчитывается по формуле:

$$T_0 = \frac{L \cdot z}{S_{\text{пр}} \cdot S_{\text{п}}}, \quad (4.1)$$

где  $L = l_{\text{шл}} + B_{\text{к}} + 30$  – длина хода стола, мм;

$l_{\text{шл}}$  – длина шлифуемой поверхности, мм;

$B_{\text{к}}$  – ширина шлифовального круга, мм;

$z$  – половина припуска на обработку на диаметр  $2z$ , мм;

$S_{\text{пр}}$  – продольная минутная подача, мм/мин;

$S_{\text{п}}$  – поперечная подача, мм/ход.

### 3.2.4. Расчет режима резания при плоском шлифовании периферией круга

Скорость резания зависит в основном от материала связки шлифовального круга. Допустимая скорость резания для выбранного шлифовального круга определяется по маркировке на круге.

Поперечная подача назначается в зависимости от ширины круга и вида шлифования по табл. 4.8.

Табл. 4.8 – Поперечная подача при плоском шлифовании

Ширина шлифовального круга $B_{\text{к}}$ , (мм) до	Вид шлифования		
	черновое	получистовое	чистовое
	Поперечная подача $S_{\text{п}}$ , мм/ход		
20	16	10	4
32	26	15	8
40	32	20	10
50	40	25	12
80	64	35	20

Продольная подача и подача на глубину резания определяются в зависимости от материала заготовки и его состояния, припуска на обработку и поперечной подачи по табл. 4.9.

Табл. 4.9 – Продольная подача и подача на глубину резания при плоском шлифовании

Материал детали	Продольная подача $S_{\text{пр}}$ , м/мин	Припуск на обработку $z$ , (мм) до	Поперечная подача $S_{\text{п}}$ , (мм/ход) до				
			8	12	18	27	38
			Подача на глубину резания, $S_{\text{в}}$ , мм				
Н	6-10	0,17	0,085	0,056	0,038	0,025	0,018
		0,35	0,133	0,089	0,059	0,039	0,028
		0,50	0,168	0,113	0,076	0,051	0,036
З	10-20	0,25	0,042	0,042	0,028	0,020	0,013
		0,35	0,058	0,043	0,029	0,021	0,013
		0,50	0,069	0,045	0,031	0,022	0,014

### 3.2.5. Определение основного времени при плоском шлифовании

Основное время при плоском шлифовании периферией круга  $T_0$  (мин) рассчитывается по формуле:

$$T_0 = \frac{L \cdot B \cdot z}{1000 \cdot S_{\text{пр}} \cdot S_{\text{п}} \cdot S_{\text{в}}}, \quad (4.2)$$

где  $L = l_{\text{шл}} + 30$  – длина шлифования, мм;

$l_{\text{шл}}$  – длина шлифуемой поверхности, мм;

$B = B_{\text{шл}} + B_{\text{к}} + 5$  – ширина шлифования, мм;

$B_{\text{шл}}$  – ширина шлифуемой поверхности, мм;

$z$  – припуск на обработку, мм;

$S_{\text{пр}}$  – продольная подача, м/мин;

$S_{\text{п}}$  – поперечная подача, мм/ход;

$S_{\text{в}}$  – подача на глубину резания, мм.

### 3.3. Пример расчета режима резания и основного времени при круглом шлифовании

Требуется провести чистовое шлифование цилиндрического вала размером  $\varnothing 350 \times 180$  мм ( $d_3 \times l_{\text{шл}}$ ) из закаленной стали, используя шлифовальный круг  $\varnothing 500 \times 80$  мм ( $D_{\text{к}} \times B_{\text{к}}$ ).

3.3.1. По формуле (4.3) определяем фактическую рабочую скорость резания (частота вращения шлифовального круга берется из паспортных данных станка):

$$V_{\text{к}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{к}} \cdot n_{\text{к}}}{1000 \cdot 60}, \quad (4.3)$$

где  $D_{\text{к}}$  – диаметр шлифовального круга, мм;

$n_{\text{к}}$  – частота вращения шлифовального круга, об/мин.

$$V_{\text{к}} = \frac{3,14 \cdot 500 \cdot 1200}{1000 \cdot 60} = 31,4 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

3.3.2. По табл. 4.4 выбирается припуск на обработку  $2z = 0,5$  мм.

3.3.3. Определяем круговую подачу  $S_{кр} = 48$  м/мин и продольную минутную подачу  $S_{пр} = 2500$  мм/мин по табл. 4.6. Из формулы (4.4) находим, что частота вращения заготовки:

$$S_{кр} = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_3}{1000}, \quad (4.4)$$

где  $d_3$  – диаметр шлифуемой поверхности, мм;

$n_3$  – частота вращения заготовки, об/мин.

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 48}{3,14 \cdot 78} \approx 196 \left( \frac{\text{об}}{\text{мин}} \right)$$

Принимаем по станку (из паспортных данных) ближайшую к расчетной частоту вращения заготовки  $n_3 = 150$  об/мин.

3.3.4. По табл. 4.7 определяем поперечную подачу  $S_{п} = 0,008$  мм/ход.

3.3.5. Основное время рассчитываем по формуле (4.1):

$$T_0 = \frac{(350 + 80 + 30) \cdot 0,25}{2500 \cdot 0,008} = 5,75 (\text{мин})$$

3.3.6. Результаты расчета сводим в таблицу:

2Z, мм	V <sub>к</sub> , м/с	n <sub>3</sub> , об/мин	S <sub>пр</sub> , мм/мин	S <sub>п</sub> , мм/ход	T <sub>0</sub> , мин
0,5	31,4	150	2500	0,008	5,75

#### 3.4. Пример расчета режима резания и основного времени при плоском шлифовании

Требуется провести получистовое шлифование плоской детали размером  $\varnothing 480 \times 150$  мм ( $I_{шл} \times B_{шл}$ ) из незакаленной стали, используя шлифовальный круг  $\varnothing 250 \times 40$  мм ( $D_k \times B_k$ ).

3.4.1. По формуле (4.3) определяем фактическую рабочую скорость резания (частота вращения шлифовального круга берется из паспортных данных станка):

$$V_k = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 2740}{1000 \cdot 60} = 35,8 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

3.4.2. По табл. 4.5 выбираем припуск на обработку  $z = 0,30$  мм.

3.4.3. Определяем поперечную подачу по табл. 4.8.  $S_{п} = 20$  мм/ход.

3.4.4. По табл. 4.9 определяем продольную подачу и подачу на глубину резания  $S_{пр} = 6$  м/мин,  $S_B = 0,039$  мм.

3.4.5. Основное время рассчитываем по формуле (4.2):

$$T_0 = \frac{(480 + 30) \cdot (150 + 40 + 5) \cdot 0,30}{1000 \cdot 6 \cdot 20 \cdot 0,039} = 6,4 (\text{мин})$$

3.4.6. Результаты расчета сводим в таблицу:

z, мм	V <sub>к</sub> , м/с	S <sub>п</sub> , мм/ход	S <sub>пр</sub> , м/мин	S <sub>в</sub> , мм	T <sub>0</sub> , мин
0,30	35,8	20	6	0,039	6,4

### 3.4. Варианты заданий для расчета

Табл. 4.10 – Варианты заданий для расчета режима резания

№ п/п	Вид шлифования	Размеры шлифуемой детали ( $d_3 \times l_{\text{шл}}$ или $l_{\text{шл}} \times B_{\text{шл}}$ ), мм	Материал детали	Размеры шлифо- вального круга типа ПП ( $D_k \times B_k$ ), мм
1	Плоское чистовое	480 x 150	Сталь закаленная	Ø 250 x 32
2	Круглое получистовое	Ø 65 x 300	Сталь незакаленная	Ø 600 x 80
3	Плоское черновое	550 x 180	Сталь незакаленная	Ø 250 x 40
4	Круглое чистовое	Ø 40 x 220	Сталь закаленная	Ø 500 x 63
5	Круглое получистовое	Ø 25 x 180	Сталь незакаленная	Ø 500 x 50
6	Плоское получистовое	300 x 170	Сталь незакаленная	Ø 250 x 32
7	Плоское чистовое	350 x 180	Сталь закаленная	Ø 250 x 40
8	Круглое получистовое	Ø 55 x 280	Сталь незакаленная	Ø 600 x 80
9	Круглое чистовое	Ø 45 x 240	Сталь незакаленная	Ø 600 x 63
10	Круглое чистовое	Ø 45 x 240	Сталь закаленная	Ø 450 x 63
11	Плоское получистовое	500 x 30	Сталь незакаленная	Ø 250 x 32
12	Плоское получистовое	680 x 150	Сталь закаленная	Ø 250 x 32
13	Круглое чистовое	Ø 75 x 400	Сталь закаленная	Ø 500 x 63
14	Плоское получистовое	500 x 120	Сталь незакаленная	Ø 250 x 32
15	Плоское черновое	700 x 180	Сталь закаленная	Ø 250 x 40

*Литература: 5-8.*

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Дриц М.Е., Москалев М.А. Технология конструкционных материалов и материаловедение. Учебник для ВУЗов / М.: Высш. шк., 1990. – 447 с.
2. Раскатов В.М. и др. Машиностроительные материалы. Краткий справочник / 3-е изд., перераб. и доп. / М.: Машиностроение, 1990. – 511 с.
3. Технология конструкционных материалов. Учебник / под ред. Дальского Л.М. / М.: Машиностроение, 2003. – 512 с.
4. Цветное литье. Справочник / под ред. Галдина И.М. / М.: Машиностроение, 1989. – 528 с.
5. Карабчиевский Л.П., Воскресенский Л.А. Автоматизация шлифовальных станков / М.: Машиностроение, 1982. – 95 с.
6. Кащук В.А., Верещагин А.Б. Справочник шлифовщика / М.: Машиностроение, 1988. – 480 с.
7. Лоскутов В.В. Шлифовальные станки / М.: Машиностроение, 1988. – 176 с.
8. Эфрос М.Г., Миронюк В.С. Современные абразивные инструменты / Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1987. – 158 с.