

ФГБОУ ВО "Воронежский государственный  
технический университет"

Кафедра материаловедения и физики металлов

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к составлению программ  
литейных цехов на практических занятиях,  
в курсовых и дипломных проектах  
и выполнению самостоятельной работы  
по дисциплине  
“Проектирование литейных цехов”  
для студентов направления 22.03.02 «Металлургия»  
(направленность «Технология литейных процессов»)  
очной формы обучения

Воронеж 2016

Составитель канд. техн. наук Л.С. Печенкина

УДК 621.742

Методические указания к составлению программ литейных цехов на практических занятиях, в курсовых и дипломных проектах и выполнению самостоятельной работы по дисциплине “Проектирование литейных цехов” для студентов направления 22.03.02 «Металлургия», (направленность «Технология литейных процессов») очной формы обучения / ФГБОУ ВО “Воронежский государственный технический университет”; сост. Л.С. Печенкина. Воронеж, 2016. 33 с.

Методические указания содержат рекомендации, формулы и таблицы, необходимые для расчета и оформления проектных приведенных годовых программ литейных цехов.

Предназначены для студентов четвертого курса.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле ПЛЦ.pdf.

Табл. 4. Ил. 0. Библиогр.: 5 назв.

Рецензент канд. физ.-мат. наук, доц. А.А. Лукин

Ответственный за выпуск зав. кафедрой  
канд. физ.-мат. наук, доц. Д.Г. Жилияков

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

© ФГБОУ ВО "Воронежский государственный  
технический университет", 2016

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММАХ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

По своему назначению программы литейных цехов можно разделить на две группы:

а) программы, предназначенные для проектирования литейных цехов, - эти программы будем называть проектными;

б) программы, предназначенные для ежедневной работы действующих литейных цехов, - эти программы назовем рабочими.

Проектная программа представляет собой документ (ведомость), в котором указано, сколько и каких отливок необходимо учесть в проекте литейного цеха, чтобы этот проект можно было разработать с достаточной точностью и с минимальными трудовыми затратами. Проектные программы могут быть точными, приведенными и условными.

Рабочие программы бывают, естественно, только точными при любой серийности производства: в самом деле, нельзя же ежедневно изготавливать неизвестно какие отливки - без названия, назначения, чертежей и т.п.

В данных методических указаниях речь будет идти о проектной приведенной программе.

Приведенную программу для проектируемого литейного цеха составляют в том случае, когда необходимо изготовить десятки или сотни наименований отливок. При такой большой номенклатуре отливок для нормального состава и загрузки литейного цеха на длительный период времени достаточно, чтобы ежегодный выпуск отливок был: серийным или мелкосерийным.

Чертежи, спецификации, технические условия (ТУ) для приведенной программы можно иметь на все отливки или только на часть из них [1, с.20].

## 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЕКТИРУЕМОГО ЦЕХА

Прежде чем приступить к составлению приведенной программы, необходимо установить следующие параметры проектируемого литейного цеха:

а) марки сплавов, которые целесообразно использовать для изготовления отливок;

б) годовую мощность цеха, т.е. годовую массу, т/г., выпускаемых годных отливок;

в) количество групп отливок по массе и диапазон масс отливок в каждой группе;

г) годовую массу, т/г., годных отливок в каждой групп по массе;

д) перечень изделий, для которых будут изготавливаться отливки в каждой группе по массе;

е) годовую массу, т/г., годных отливок выпускаемых для каждого изделия;

ж) массовую долю, %, запасных частей (ЗЧ) для каждого изделия;

В курсовых и дипломных проектах указанные показатели литейного цеха задаются руководителем проекта и являются основной частью технического задания (ТЗ) на проектирование.

## 3. ВЫБОР ОТЛИВОК - ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Приведенную программу литейного цеха составляют с использованием так называемых отливок - представителей (О-П). Рассмотрим методику выбора О-П на конкретном примере.

Пусть в сталелитейном цехе для одного изделия А необходимо изготовить 63 наименования отливок массой свыше 100 до 500 кг из сталей 25Л и 35Л. Но чтобы спроектировать литейный цех, не обязательно учитывать

особенности каждой из 63-х отливок, а нужно знать лишь основные сведения о них: марку сплава, массу и габаритные размеры каждой отливки, их годовое количество и годовую массу. Учитывая это обстоятельство, поступают следующим образом.

В первую очередь все отливки разбивают на группы по видам и, при необходимости, по маркам сплавов, не обращая внимания на массу отливок и прочие параметры. В результате разбивки получают группы отливок из серого чугуна, ковкого чугуна, углеродистой стали, легированной стали и т.д. Будем считать, что изделие А содержит отливки только из углеродистой стали, поэтому указанную выше разбивку про водить не нужно.

Затем отливки из одного вида сплава распределяют на группы по массе и группам можно присвоить номера. В нашем примере все 63 отливки изделия А распределяем на две группы по массе: отливки массой свыше 100 до 250 кг составляют первую группу (допустим, в эту группу вошли 42 разных отливок) и массой свыше 250 до 500 кг - вторую группу, в которой находятся остальные отливки (21 наименование).

Диапазоны масс отливок в группах назначают с учетом рекомендаций авторов [1] или [2], но с таким расчетом, чтобы все отливки из одной группы можно было изготавливать в одинаковых опоках при литье в разовые объемные песчаные формы (РОПФ), с применением одних и тех же машин для литья под давлением (ЛПД), кокильных машин или другого типового оборудования для соответствующих способов литья.

Далее могут иметь место два варианта. Первый, вариант (идеальный) характеризуется тем, что в первой или второй группе все без исключения отливки оказались подобными по геометрической форме (допустим, имеют форму диска или втулки), близкими по габаритным размерам и массе аналогичными по сложности

изготовления (например, для производства всех отливок требуются стержни). В такой группе можно сразу выбирать одну так называемую отливку-представитель, которая как бы олицетворяет собой и заменяет все остальные отливки в группе. При прочих равных условиях представителем может быть отливка, годовой выпуск которой (шт./г. или т/г.) будет наибольшим по сравнению с другими, «рядовыми» отливками в своей группе [3, с. 411].

Если в одной группе оказались отливки со стержнями и без стержней, то представителем выбирают только отливку со стержнями.

После выбора О-П считают, что в данной группе проектируемом цехе изготавливают не все наименования отливок, а только эту О-П, но в увеличенном в несколько раз годовом количестве.

По второму (реальному) варианту в одну группу по массе чаще входят отливки, существенно отличающиеся по геометрической форме, размерам и сложности изготовления. В таких условиях нельзя выбрать одну О-П, общую для всех отливок в группе, поэтому группу разбивают на подгруппы или семейства подобных отливок, после чего в каждом семействе выбирают О-П, соблюдая указанные выше требования.

В качестве примера первую группу отливок для изделия А разбиваем на три подгруппы. В первой подгруппе представителем выбираем отливку «а», во второй подгруппе - отливку «б», в третьей подгруппе - отливку «в». Группу отливок массой свыше 250 до 500 кг для изделия А разбиваем на две подгруппы. В одной из них представителем является отливка «г», в другой - отливка «д».

Важно понимать, что в действующем литейном цехе на самом деле для изделия А будут изготавливать 42 наименования отливок в первой группе и 21 наименование во второй группе, но проектируют этот цех и его

отделения, ориентируясь лишь на пять О-П («а», «б», «в», «г», «д»), так как считают, что стальные отливки (39 наименований в первой подгруппе и 19 наименований во второй подгруппе) примерно такие же, как соответствующие им О-П в подгруппах. Следовательно, в производственных проектах техническую документацию (т.е. чертежи отливок, маршрутную технологию, технологические инструкции, выбор моделей и расчет количества всех видов оборудования и пр.) разрабатывают не на все отливки изделия А, а только на пять О-П. В курсовых и дипломных проектах допускается разрабатывать техническую документацию на одну - две О-П.

В этом и заключается достоинство приведенной программы, сокращающей, в частности, объем проектных работ во много раз.

Как первый, так и второй, варианты характеризуются общими предпосылками, а именно: перед началом выбора О-П у заказчика имелись чертежи, ТУ и прочие документы не только да О-П, но и на все остальные отливки, входящие, скажем, в изделие А. Благодаря этому можно было подробно изучить параметры каждой из 63-х отливок и абсолютно точно отнести ее к тому или иному семейству (подгруппе). Но бывают программы, в которых собраны «известные» отливки" Т.е. обеспеченные исходными данными, и «неизвестные», для которых указаны лишь вид или марка сплава и масса каждой из них. В подобной ситуации создают смешанные семейства из тех и других отливок и одну из «известных» отливок выбирают в качестве О-П. Естественно, что исходные сведения, об О-П распространяются на все остальные отливки данного семейства. Любую «рядовую» отливку присоединяют к той О-П, которая к ней ближе по массе.

Таким образом, особенность проектной приведенной программы заключается в том, что, с целью сокращения

объема проектных работ, в ней указываются не все наименования отливок, которые будут изготавливать в действующем литейном цехе, а только наиболее характерные О-П, общая годовая масса которых в несколько раз меньше годовой мощности (т/г.) проектируемого цеха.

#### 4. ОФОРМЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Исходные данные для составления приведенной программы можно оформлять в виде табл. 4.1.

Для обозначения показателей, входящих в эту и последующие таблицы, приняты буквенно-цифровые условные обозначения (шифры).

Буква  $\Psi$  принимается вместо слова «показатель (ли)». Индексы при букве  $\Psi$  имеют следующий смысл: цифра, стоящая впереди точки, обозначает номер таблицы; цифры расположенные между точкой и скобкой, указывают номер колонки в данной таблице. Индексы внутри скобок обозначают: цифра в скобках - номер группы отливок по массе; прописная или строчная буква - условное название соответственно изделия или О - П. Буква  $\Psi^*$  (со звездочкой) используется вместо слова «итога».

Например, символ  $\Psi_{1.11(a)}$  следует рассматривать, как показатель табл. 4.1 в колонке 11 для О-П «а», т. е. масса О - П «а»:  $\Psi_{1.11(a)} = 160$  кг. Символ  $\Psi_{1.16(1A)}$  - это «итога» таблицы 1 в колонке 16 в первой группе отливок изделия А т. е. масса О - П «а», «б», «в» основного комплекта на одно изделие А:  $\Psi_{1.16(1A)} = 3026$  кг.

Таблица 4.1

Исходные данные для составления приведенной программы проекта цеха мощностью 50000 т/г.

Группа отливок по массе, кг	Годовая масса годных отливок в группе, т/г.	Название изделия	Масса отливок		Годовое количество изделий, т/г.	Название О-П
			На одно изделие, т.	На годовую программу, т/г.		
1	2	3	4	5	6	7
Свыше 100 до 250 (первая группа)	30 000	А	44,167	29 150	660	а б в
		Итого	-	-	-	-
		Итого в 1-й группе	-	-	30 000	-
Свыше 250 до 500 (вторая группа)	20 000	А	16,992	11 215	660	г д
		Итого	-	-	-	-
		Б	19,401	6 500	335	е ж
		Итого	-	-	-	-
		К	17,585	2 285	130	и к
		Итого	-	-	-	-
	Итого во 2ой группе	-	20 000	-	-	

Продолжение табл. 4.1

Группа отливок по массе, кг	Марка (вид) сплава	Масса одной Д-П, кг	КИ М %	Масса одной О-П, кг	Габаритные размеры О-П, мм		
					Длина	Ширина	Высота
1	8	9	10	11	12	13	14
Свыше 100 до 250 (певрая группа)	35 Л	108,800	68	160	...	...	...
	35 Л	119,680		176	...	...	...
	35 Л	137,360		202	...	...	...
	-	-	-	-	-	-	-
	35 Л	80,240	68	118	...	...	...
	35 Л	90,440		133	...	...	...
	35 Л	99,960		147	...	...	...
	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	
Свыше 250 до 500 (вторая группа)	25Л	178,500	70	255	...	...	...
	25Л	191,100		273	...	...	...
	-	-	-	-	-	-	-
	25Л	203,000	70	290	...	...	...
	25Л	217,000		310	...	...	...
	-	-	-	-	-	-	-
	25Л	228,900	70	327	...	...	...
	25Л	241,500		345	...	...	...
-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	

Продолжение таблицы 4.1

Группа отливок по массе, кг.	Количество О-П на одно изделие, шт.	Масса О-П на одно изделие, кг.	Массовая доля ЗЧ, %	Годовой выпуск основных и запасных годных О-П		Переводной коэффициент
				шт./Г	т/Г.	
1	15	16	17	18	19	20
Свыше 100 до 250 (первая группа)	6	960	-	3690	633,600	14,297
	6	1056	6	4198	738,778	
	5	1010	-	3300	666,600	
		3026	-	-	2038,978	
	5	590	-	175	20,650	
	5	665	-	175	23,275	
	3	441	-	105	15,435	
		1696			59,35	
	-	-	-	-	2098,338	
Свыше 250 до 500 (вторая группа)	3	765	4	2059	525,096	10,524
	3	819	-	1980	540,540	
	-	1584	-	-	1065,636	
	3	870	5	1055	306,023	
	3	930	-	1005	311,550	
	-	1800	-	-	617,573	
	3	981	-	390	127,530	
	2	690	-	260	89,700	
	1671	-	-	217,230		
	-	-	-	-	1900,439	

Числовые коэффициенты в формулах обозначают следующее:

100 - количество процентов, %;

0,01 - коэффициент, с помощью которого вычисляют один процент от какого-либо показателя;

0,001 - коэффициент, с помощью которого килограммы преобразуют в тонны, т.е. количество тонн в одном килограмме, т/кг.

Остальные условные обозначения легко понять из построения табл. 4.1 и других таблиц, поэтому подобные обозначения в тексте и формулах в дальнейшем не поясняются.

Тремя точками обозначены показатели, которые должны быть в табл. 4.1 и в аналогичных таблицах. Рассмотрим пояснения к этой таблице.

Колонка 1. В курсовых и дипломных проектах задают одну - две, группы отливок по массе для каждого изделия. Общее количество разновесных групп отливок в программе рекомендуется не более двух - трех. Группы отливок по массе каждого изделия необходимо записывать по мере увеличения диапазона масс отливок. В пределах одной про граммы самой легкой группе присваивают номер один, последующим группам (по мере возрастания средней массы отливок) - номера два, три и т.д. Если в изделиях А и Б имеются одинаковые группы отливок, то их объединяют в один технологический поток.

Можно считать, что любая отливка и изготовленная из нее деталь (путем обработки резанием) входят в одну и ту же группу по массе.

Для приведенной программы выбраны две группы отливок: массой свыше 100 до 250 кг (первая группа) и массой свыше 250 до 500 кг (вторая группа).

Колонка 2. Проектная годовая масса годных отливок в первой группе ( $\Psi_{1,2(1)}^* = 30000$  т/г.) и во второй группе ( $\Psi_{1,2(2)}^* = 20000$  т/г.) выбрана с таким расчетом, чтобы

можно было нормально загрузить (на 70 - 80 % [1, с. 85]) типовые формовочные автоматические линии, например линию Л651 для изготовления отливок первой группы и линию НЛ453С для отливок второй группы [4, с. 36 - 41]. В каждой группе  $\Psi_{*1.2}$  учитывает сумму годовых масс годных отливок основного и запасного комплектов.

Колонка 3, Название изделия (( $\Psi_{1.3}$ )) может быть производственным (экскаватор, станок, сельскохозяйственная машина и др.) или условным (А, Б и т.д.). Количество разных изделий в одной группе отливок по массе и даже в одной программе рекомендуется принимать не более двух-трех.

Кроме изделий А и Б можно считать условными изделиями семейство отливок для собственных нужд (СН) и для поставок по кооперации (К).

В проектной приведенной про грамме учитывают годные основные и запасные отливки для производственных изделий, поставок по кооперации, собственных нужд литейного цеха, а также предусматривают дополнительный выпуск отливок для восполнения неизбежного брака.

Если проектируют цех литья в РОПФ, то к отливкам для собственных нужд будут относиться: литые модели отливок, стержневые ящики и опоки; плиты под модели и для транспортировки опок, стержневых ящичков и стержней; рамки, холодильники, ремонтные заготовки [1, с.346]. Выпуск отливок для собственных нужд в состав товарной про граммы не включают, но учитывают при определении мощности литейного цеха.

Колонка 4. Масса отливок на одно изделие (( $\Psi_{1.4}$ )) включают массу всех наименований отливок, входящих в это изделие. Например, если в первой группе изделие А содержит отливки «а»... «i»... «n», то масса отливок на изделие А, равная  $\Psi_{1.4(1A)} = 44,167$  т, получается по формуле

$$\Psi_{1.4(1A)} = \sum_{i=1}^n m_{отл.i} \cdot П_{отл.i} \quad (4.1)$$

где  $m_{отл.i}$  - масса произвольной отливки «i», т;

$П_{отл.i}$  - количество отливок «i» на одно изделие А, шт.

Аналогично определяется масса отливок на изделия Б, СН и К. Эти данные в табл. 4.1 выбраны произвольно. В производственных проектах указанные массы  $\Psi_{1.4}$  получают из спецификаций литых деталей на изделия.

Колонка 5. В каждой группе необходимо указать с точностью 0,5 - 1% проектные годовые массы годных отливок (основных и запасных) для всех изделий. Например, в первой группе годовая масса годных основных и запасных отливок для изделия А  $\Psi_{1.5} \approx 29150$  т/г. ( $\approx 97\%$  от 30000 т/г.) и для СН  $\Psi_{1.5(1СН)} \approx 850$  т/г. ( $\approx 3\%$  от 30000 т/г.)

Годовая масса отливок например для изделия А (29150 т/г.) зависит от наличия других изделий в этой группе (т.е. изделия СН), так как заранее заданную проектную мощность этого группового. потока  $\Psi_{1.2(1)} = 30000$  т/г. необходимо распределить на всю номенклатуру изделий, т.е. исходя из производственной необходимости решить, сколько тонн отливок в год нужно изготавливать для' изделия А и для собственных нужд. Если для изделия А изготавливают отливки во второй группе по массе, то годовую массу, т/г., отливок для изделия А в этой группе вычисляют по формуле

$$\Psi_{1.5(2A)} = \frac{\Psi_{1.4(2A)} * \Psi_{1.5(2A)}}{\Psi_{1.4(1A)}}, \quad (4.2)$$

$$\Psi_{1.5(2A)} = \frac{16,992 * 29150}{44,167} \approx 11215 \text{ т/г.}$$

Годовые массы, т/г., отливок для изделий Б и К

принимаются таким расчетом, чтобы обеспечить общий планируемый годовой выпуск (20000 т/г.) годных отливок во второй группе по всем изделиям А, Б и К.

Колонка 6. Округленное годовое количество, шт./г., изделий А в первой группе отливок

$$\Psi_{1.6(1A)} = \frac{\Psi_{1.3(1A)}}{\Psi_{1.4(1A)}} \quad (4.3)$$
$$\Psi_{1.6(1A)} = \frac{29150}{44,167} \approx 600 \text{ изделий.}$$

Аналогично вычисляют  $\Psi_{1.6}$  для остальных изделий в группах.

Колонка 7. Названия Д-П и соответствующих им О-П ( $\Psi_{1.7}$ ) могут быть производственными (втулка, муфта, фланец и т.п.) или условными («а», «б», «в» и т.д.). О-П «а», «б», «в», «л», «м», «н», принадлежащие разным изделиям, но относящиеся к одной группе по массе (свыше 100 до 250 кг), должны быть из одной марки сплава. О-П, входящие в разные группы по массе, могут быть из разных марок сплавов.

Записывать Д-П (О-П) для каждого изделия необходимо по мере увеличения массы одной Д-П (О-П).

В каждой группе отливок по массе рекомендуется принимать от одной до трех Д-П (О-П).

Обращаем внимание на то, что в данной колонке необходимо указывать наименования только О-П, но не всех отливок (если они известны), входящих в то или иное изделие.

Колонка 8. Не нужно стремиться к большому разнообразию видов и марок сплавов ( $\Psi_{1.8}$ ). При литье в РОПФ достаточно включить в программу О-П из одной - двух марок сплавов. В дипломном проекте следует указывать марки сплавов, причем марка сплава должна соответствовать эксплуатационному назначению О-П. В

курсовом проекте можно указывать вид сплава (серый чугун, углеродистая сталь).

Если в программе имеется два вида сплава, например чугун и сталь, то годовые массы как чугуновых, так и стальных О-П должны быть достаточно большими, чтобы при дальнейшей разработке проекта можно было загрузить плавильное, формовочное, стержневое и прочее оборудование не ниже нормативных коэффициентов загрузки.

Колонка 9. Массу  $\Psi_{1.9}$ , кг, каждой Д-П берут из чертежей и указывают с требуемой точностью (до 1,0; 0,1; 0,01 или 0,001 кг). В колонке 9 необходимо указывать единичные массы готовых Д-П (т.е. обработанных резанием), но не их литых заготовок (т.е. О-П). Массы Д-П «а», «б», «в» и других обозначают соответственно  $\Psi_{1.9(a)}=108,800$  кг,  $\Psi_{1.9(b)}=119,680$  кг,  $\Psi_{1.9(c)}=137,360$  кг и т.д..

Напоминаем, что массы Д-П для каждого изделия должны быть записаны в колонке 9 в нарастающем порядке.

Колонка 10. Коэффициент использования металла (КИМ)  $\Psi_{1.10}$  - это отношение массы готовой Д-П (обработанной резанием) к массе О-П (без литниковопитающих элементов), из которой эта Д-П изготовлена.

В курсовых и дипломных проектах новых литейных цехов величину КИМ ( $\Psi_{1.10}$ ) каждой О-П берут из литературных источников. Так, согласно [5, с.324] для литья в РОПФ отливок массой до 10000 кг КИМ =  $\Psi_{1.10} = 60 - 70$  %.

Для проекта реконструкции действующего литейного цеха КИМ ( $\Psi_{1.10}$ ) принимают по цеховым данным и используют, при необходимости, для расчета массы стружки, полученной после обработки отливок резанием [1, с.20].

Колонка 11. Для проекта нового литейного цеха

массу  $\Psi_{1.11}$ , кг, какой-либо О-П (например «а») вычисляют по формуле

$$\Psi_{1.11(a)} = \frac{\Psi_{1.9(a)} + 100}{\Psi_{1.10(a)}}, \quad (4.4)$$

$$\Psi_{1.11(a)} = \frac{108,8 + 100}{60} = 160 \text{ кг.}$$

Для проекта реконструкции действующего литейного цеха массу любой О-П берут из ее чертежа [1, с.20].

Колонки 12, 13, 14. Длину ( $\Psi_{1.12}$ ) ширину ( $\Psi_{1.13}$ ) и высоту ( $\Psi_{1.14}$ ) О-П принимают по их чертежам. Допускается в каждой группе отливок по массе указывать габаритные размеры только наиболее крупной О-П. Самая крупногабаритная О-П не всегда является и самой тяжелой. Габаритные размеры О-П необходимо знать для того, чтобы в дальнейшем можно было выбрать размеры опок в свету и формовочное оборудование. Если приведенная годовая программа составляется для КП плавильного, стержневого или смесеприготовительного отделений, то габаритные размеры О-П можно не задавать.

Колонка 15. Количество, шт., О-П «а», «б», «в» и других на какое-либо одно изделие (А, СН и пр.) можно брать произвольным от одной до 20 – 25 О-П, но с учетом пояснений к колонке 5. Представляется естественным, что чем тяжелее О-П, тем меньшее их количество потребуется на изделие. Так, в первой группе для изделия А требуется шесть О-П «а» ( $\Psi_{1.15(a)} = 6$  шт.), шесть О-П «б» ( $\Psi_{1.15(b)} = 6$  шт.) и пять О-П «в» ( $\Psi_{1.15(v)} = 5$  шт.).

Колонка 16 Масса, кг, например О-П «а» на одно изделие А

$$\Psi_{1.16(a)} = \Psi_{1.11(a)} * \Psi_{1.15(a)}, \quad (4.5)$$

$$\Psi_{1.16(a)} = 160 * 6 = 960 \text{ кг}$$

Итого, кг, отливок «а», «б», «в» в первой группе для каждого изделия А

$$\Psi_{1.16(1A)}^* = \Psi_{1.16(a)} + \Psi_{1.16(b)} + \Psi_{1.16(v)} \quad (4.6)$$

$$\Psi_{1.16(1A)}^* = 960 + 1056 + 1010 = 3025 \text{ кг.}$$

Колонка 17. Дополнительный выпуск О-П на запасные части принимают в массовых долях (в процентах по массе) от годовой массы годных О-П основного комплекта. Выбор конкретной О-П на ЗЧ и количества процентов ( $\Psi_{1.14}$ ) в курсовых и дипломных проектах осуществляют произвольно, но с таким расчетом, чтобы годовая масса ЗЧ не очень увеличивала итоговую массу годных О-П в соответствующей группе, Т.е. чтобы не слишком возрастали годовые мощности технологических потоков отливок. Дополнительный выпуск технологических потоков отливок. Дополнительный выпуск какой-либо О-П на ЗЧ можно принимать от одного до 15 % для О-П массой соответственно от 5000 до 8 кг. На ЗЧ рекомендуется выбирать не более 50 % наименований О-П.

Колонка 18. Если О-П (например «а») изготавливают только для основного комплекта (т.е. без ЗЧ), то их годовое количество годных, шт./г.,

$$\Psi_{1.18(a)} = \Psi_{1.6(a)} * \Psi_{1.15(a)} \quad (4.7)$$

$$\Psi_{1.18(a)} = 660 * 6 = 3960 \text{ шт./г.}$$

Если О-П (например «б») изготавливают для основного комплекта и для ЗЧ, то годовое количество годных, шт./г., этих О-П

$$\Psi_{1.18(б)} = \Psi_{1.6(б)} * \Psi_{1.15(б)} * 0,01(100 + \Psi_{1.17(б)}), \quad (4.8)$$

$$\Psi_{1.18(б)} = 600 * 6 * 0,01(100 + 6) = 4197,6 \approx 4198 \text{ шт./г.}$$

Колонка 19. Если О-П (например «а») выпускают только для основного комплекта, то их годовая масса годных, т/г.,

$$\Psi_{1.19(а)} = \Psi_{1.6(а)} * \Psi_{1.16(а)} * 0,001 \quad (4.9)$$

$$\Psi_{1.19(а)} = 660 * 960 * 0,001 = 663,3 \text{ т/г.}$$

Так как О-П «б» изготавливают для основного и запасного комплектов, то годовая масса годных, т/г., таких О-П

$$\Psi_{1.19(б)} = \Psi_{1.6(а)} * \Psi_{1.16(б)} * 0,001 * 0,01(100 + \Psi_{1.17(б)}), \quad (4.10)$$

$$\Psi_{1.19(б)} = 660 * 1056 * 0,001 * 0,01(100 + 6) = 738,77$$

Итого, т/г., годных О-П «а», «б», «в» основного и запасного комплектов в первой группе отливок для изделия А

$$\Psi_{1.19(Л4)}^* = \Psi_{1.19(а)} + \Psi_{1.19(б)} + \Psi_{1.19(в)}, \quad (4.11)$$

$$\Psi_{1.19(Л4)}^* = 633,600 + 738,778 + 666,600 = 2038,978 \text{ т/г.}$$

Итого, т/г., годных О-П основного и запасного комплектов в первой группе отливок для изделий А СН

$$\Psi_{119(1)}^* = \Psi_{119(1A)}^* + \Psi_{119(1CH)}^*, \quad (4.12)$$

$$\Psi_{119(1)}^* = 2038,978 + 59,360 = 2098,338 \text{ т/г.}$$

Колонка 20. Переводной коэффициент  $\Psi_{1.20}$  применяют для того, чтобы в соответствующее число раз (в  $\Psi_{1.20}$  раз) увеличить годовое количество и массу годных О-П (основной плюс основных) и тем самым учесть в проектной программе годовой выпуск «рядовых» отливок.

Переводной коэффициент можно вычислять отдельно для каждой подгруппы отливок (1А, 1 СН, 2А, 2Б, 2К) или отдельно для первой и второй группы.

Например, для подгруппы 1А (О-П «а», «б», «в») подгруппы 1 СН (О-П «л», «м», «н») в первой группе отливок переводные коэффициенты соответственно равны

$$\Psi_{1.20(1A)} = \frac{\Psi_{1.2(1A)}}{\Psi_{1.19(1A)}}, \quad (4.13)$$

$$\Psi_{1.20(1A)} = \frac{29150}{2038,978} = 14,296;$$

$$\Psi_{1.20(1CH)} = \frac{\Psi_{1.2(1CH)}}{\Psi_{1.19(1CH)}}, \quad (4.14)$$

$$\Psi_{1.20(1CH)} = \frac{850}{59,360} = 14,319.$$

Если значения переводных коэффициентов  $\Psi_{1.20(1A)}$  и  $\Psi_{1.20(1CH)}$ , относящихся к одной группе отливок

по массе (свыше 100 до 500 кг), находятся в пределах свыше 10 до 15, рекомендуемых для этой группы (табл. 4.2), то вычисляют переводной коэффициент, общий для всех отливок в первой группе (как в табл. 4.1):

$$\Psi_{1.20(1)} = \frac{\Psi_{1.2(1)}}{\Psi_{1.19(1)}}, \quad (4.15)$$

$$\Psi_{1.20(1)} = \frac{3000}{2098,338} = 14,297.$$

Значение  $\Psi_{1.20}$  необходимо вычислять с точностью до 0,001.

Таблица 4.2  
Рекомендуемые значения переводных коэффициентов  $\Psi_{1.20}$

Группа О-П по массе, кг	Св. 8 до 20	Св. 20 до 100	Св. 100 до 500	Св. 500 до 1000	Св. 1000 до 5000	Св. 5000 до 10000	Св. 10000 до 50000
$\Psi_{1.20}$	25- 20	20- 15	15- 10	10-7	7-5	5-3	3-2

Меньшие величины  $\Psi_{1.20}$  относятся к большей массе О-П в группе.

Если переводной коэффициент получился слишком большой, то его можно уменьшить только за счет увеличения  $\Psi_{1.19(1)}$ , так как  $\Psi_{1.2(1)}$  изменять нельзя. Чтобы увеличить  $\Psi_{1.19(1)}$ , нужно, например, вместо трех наименований О-П ( $\Psi_{1.7} = \langle \text{а} \rangle, \langle \text{б} \rangle, \langle \text{в} \rangle$ ) взять четыре или больше наименований, поскольку количество О-П на одно изделие ( $\Psi_{1.15}$ ) также является величиной определенной. Например, в производственных условиях для изделия А

требуется шесть О-П «а» - не больше и не меньше.

На этом завершается формирование исходных данных для приведенной программы.

## 5. ОФОРМЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННОЙ ПРОГРАММЫ

Приведенную программу можно оформлять в виде табл. 5.1. Рассмотрим комментарии к этой таблице. Колонки 1,2,3. Показатели в эти колонки переписывают из колонок 1, 2, 3 табл. 4.1

Колонка 4. См. колонку 5 табл. 4.1.

Колонки 5, 6.См. соответственно колонки 7, 8 табл. 4.1

Колонка 7. См. колонку 11 табл. 4.1.

Колонка 8. См колонку 17 табл. 4.1.

Колонки 9, 10, 11. См. соответственно колонки 18, 19,20 табл. 4.1.

Колонка 12. Приведенное годовое количество, шт./г., годных О-П «а» основного комплекта

Таблица 5.1

Приведенная готовая программа проекта цеха мощностью 50000 т/г.

Группа отливок по массе, кг	Годовая масса годных отливок в группе, т/г.	Название изделия	Годовая масса отливок на все изделия, т/г.	Название О-П	Марка (вид) сплава	Масса одной О-П
1	2	3	4	5	6	7
Свыше 100 до 250 (первая группа)	30000	А	29150	а б в	35Л 35Л 35Л	160 176 202
		Итого	-	-	-	-
		СН	850	л	35Л	118
				м		133
				н		147
		Итого	-	-	-	-
Итого в 1-й группе	30000	-	-	-		
Свыше 250 до 500 (вторая группа)	20000	А	11215	г	25Л	255
				д	25Л	273
		Итого	-	-	-	-
		Б	6500	е	25Л	290
				ж	25Л	310
Итого	-	-	-	-		
К	2285	и	25Л	327		
		к	25Л	345		

Продолжение табл. 5.1

Группа отливок по массе, кг	Массовая доля ЗЧ, %	Годовой выпуск основных и запасных годных О-П		Переводной коэффициент	Годные отливки	
		шт./г.	т/г.		Основной комплект	
					шт./г.	т/г.
1	8	9	10	11	12	13
Свыше 100 до 250 (первая группа)	-	3960	633,600	14,297	56616	9058,579
	6	4198	738,778		56622	9964,443
	-	3300	666,600		47180	9530,380
	-	-	2038,978		160418	28553,402
	-	175	20,650		2502	295,233
	-	175	23,275		2502	332,763
	-	105	15,435		1501	220,674
	-	-	59,360		6505	848,670
Свыше 250 до 500 (вторая группа)	-	-	2098,338	166923	29402,072	
	4	2059	525,096	10,524	20835	5313,568
	-	1980	540,540		20838	5688,543
	-	-	1065,636		41673	11002,211
	5	1055	306,023		10574	3067,225
	-	1005	311,550		10577	3278,752
	-	-	617,573		21151	6345,977
	-	390	127,530		4104	1342,126
	-	260	89,700		2736	944,003
	-	-	217,230		6840	2286,129
-	-	1900,439	69664		19634,317	

Продолжение таблицы 5.1

Группа отливок по массе, кг	Годные		отливки	
	Запасные части к основному комплекту		Основной и запасной комплект	
	шт./г.	т./г.	шт./г	т./г.
1	14	15	16	7
Свыше 100 до 250 (первая группа)	-	-	56 616	9 058,579
	3 397	597,867	60 019	10 562,310
	-	-	47 180	9 530,380
	3 387	597,867	163 815	29 151,269
	-	-	2 502	295,233
	-	-	2 502	332,763
	-	-	1 501	220,674
	-	-	6 505	848,670
	3 397	597,867	170 320	29 999,939
Свыше 250 до 500 (вторая группа)	833	212,543	21 668	5 526,111
	-	-	20 838	5 688,643
	833	212,543	42 06	11 214,754
	529	153,361	11 103	3 220,586
	-	-	10 577	3 278,752
	529	153,361	21 680	6 499,338
	-	-	4 104	1 342,127
	-	-	2 736	944,003
	-	-	6 840	2 286,129
	1 362	365,904	71 026	20 000,221

Продолжение табл. 5.1

Группа отливок по массе, кг	На покрытие брака Основного и запасного Комплектов			Приведенный годовой Выпуск отливок	
	%	шт./г.	т./г.	шт./г	т./г.
1	18	19	20	21	22
Свыше 100 до 250 (первая группа)	3	1 751	280,162	58367	9338,741
		1 856	326,669	61 875	10888,979
		1 459	294,754	48639	9825,134
		5 066	901,585	168 881	30052,854
		77	9,131	2579	304,364
		77	10,292	2579	343,055
		47	6,825	1 547	227,499
		200	26.248	6 705	874,918
Свыше 250 до 500 (вторая группа)	3	5 266	927,833	175 586	30927,772
		670	170,911	22338	5697,022
		644	175,937	21482	5 864,580
		1 314	346,848	43820	11561,602
		343	99,606	11446	3 320,192
		427	101,405	10904	3380,157
		670	201,011	22350	6700,349
		127	41,509	4231	1 383,635
85	29,196	2821	973,199		
212	70,705	6 840	2356,834		
2 196	618,564	71 026	20618,785		

$$\Psi_{3.12(a)} = \Psi_{3.9(a)} * \Psi_{3.11(1)} \quad (5.1)$$

$$\Psi_{3.12(a)} = 3960 * 14,297 = 56616 \text{ шт./г.}$$

Если О-П (например «б») изготавливают для основного комплекта и ЗЧ, то

$$\Psi_{3.12(b)} = \frac{\Psi_{3.9(b)} * \Psi_{3.11(2)} * 100}{100 + \Psi_{3.9(b)}} \quad (5.2)$$

$$\Psi_{3.12(b)} = \frac{4198 * 14,297 * 100}{100 + 6} = 56622 \text{ шт./г.}$$

Строго говоря,  $\Psi_{3.12(1a)}$  должен равняться  $\Psi_{3.12(1a)}$ . Т.е. 56616 шт./г., поскольку в исходных данных (см. табл. 4.1) задано одинаковое количество О-П «а» и «б» (по шесть штук) на каждое изделие А. Число 56622 шт./г. получилось потому, что вместо точного значения  $\Psi_{3.9(b)} = 4197,6$  шт./г. (см. вычисление по формуле (4.8)) взяли округленное (до целого количества штук) значение  $\Psi_{3.9(b)} = 4198$  шт./г..

Итого, шт./г., в первой группе отливок для изделия А

$$\Psi_{3.12(1A)}^* = \Psi_{3.12(a)} + \Psi_{3.12(b)} + \Psi_{3.12(6)} \quad (5.3)$$

$$\Psi_{3.12(1A)}^* = 56616 + 56622 + 47180 = 160418 \text{ шт./г.}$$

Итого, шт./г., в первой группе отливок для изделий А и СН

$$\Psi_{3.12(1)} = \Psi_{3.12(1A)} + \Psi_{3.12(1CH)} \quad (5.4)$$

$$\Psi_{3.12(1)} = 160418 + 6505 = 166923 \text{ шт./г.}$$

Колонка 13. Приведенная годовая масса, т/г., годных О-П “б” основного комплекта

$$\Psi_{3.13(a)} = \Psi_{3.10(b)} * \Psi_{3.11(1)} \quad (5.5)$$

$$\Psi_{3.13(a)} = 633,600 * 14,297 = 9058,579 \text{ т./г.}$$

Если О-П (например, “б”) изготавливают для основного комплекта и ЗЧ, то

$$\Psi_{3.13(с)} = \frac{\Psi_{3.10(b)} + \Psi_{3.11(1)} * 100}{100 + \Psi_{3.8(с)}} \quad (5.6)$$

$$\Psi_{3.13(с)} = \frac{738,778 + 14,297 * 100}{100 + 6} = 9964,443 \text{ т./г.}$$

Итого, т./г., в первой группе отливок для изделий

$$\Psi_{3.13(1A)}^* = \Psi_{3.13(a)} + \Psi_{3.13(1с)} + \Psi_{3.13(с)} \quad (5.7)$$

$$\Psi_{3.13(1A)}^* = 9058,579 + 9964,443 + 9530,380 =$$

$$28553,402 \text{ т./г}$$

Итого, т./г., в первой группе отливок для изделий А и СН

$$\Psi_{3.13(1)}^* = \Psi_{3.13(1A)}^* + \Psi_{3.13(1CH)}^* \quad (5.8)$$

$$\Psi_{3.13(1)}^* = 2853,402 + 848,670 = 29402,072 \text{ т./г.}$$

Колонка 14. Приведенное годовое количество, шт./г., годных О-П “б” запасного комплекта

$$\Psi_{3.14(\sigma)} = \Psi_{3.12(\sigma)} * \Psi_{3.8(\sigma)} * 0.01 \quad (5.9)$$

$$\Psi_{3.14(\sigma)} = 56622 * 6 * 0.01 = 3397 \text{ шт./г.}$$

Колонка 15. Приведенная годовая масса, т/г., годных О-П “б” запасного комплекта

$$\Psi_{3.15(\sigma)} = \Psi_{3.13(\sigma)} * \Psi_{3.8(\sigma)} * 0.01 \quad (5.10)$$

$$\Psi_{3.15(\sigma)} = 9964,443 * 6 * 0.01 = 567,867 \text{ т/г.}$$

Колонка 16. Приведенное годовое количество, шт./г., годных О-П “б” основного запасного комплектов

$$\Psi_{3.16(\sigma)} = \Psi_{3.12(\sigma)} + \Psi_{3.14(\sigma)} \quad (5.11)$$

$$\Psi_{3.16(\sigma)} = 56622 + 3397 = 60019 \text{ шт./г.}$$

Итого, шт./г., в первой группе отливок для изделий А

$$\Psi_{3.16(1A)}^* = \Psi_{3.16(a)} + \Psi_{3.16(1\sigma)} + \Psi_{3.16(\sigma)} \quad (5.12)$$

$$\Psi_{3.16(1A)}^* = 56616 + 60019 + 47180 = 163815 \text{ шт./г.}$$

Итого, шт./г., в первой группе отливок для изделий А и СН

$$\Psi_{3.16(1)}^* = \Psi_{3.16(1A)}^* + \Psi_{3.16(1CH)}^* \quad (5.13)$$

$$\Psi_{3.16(1)}^* = 163815 + 6505 = 170320 \text{ шт./г.}$$

Колонка 17. Приведенная годовая масса, т/г., годных О-П “б” основного и запасного комплектов

$$\Psi_{3.17(\sigma)} = \Psi_{3.13(\sigma)} + \Psi_{3.15(\sigma)} \quad (5.14)$$

$$\Psi_{3.14(\sigma)} = 9964,443 + 597,867 = 10562,310 \text{ т/г.}$$

Итого, т/г., в первой группе отливок для изделий А

$$\Psi_{3.17(1A)}^* = \Psi_{3.17(a)} + \Psi_{3.17(b)} + \Psi_{3.17(a)} \quad (5.15)$$

$$\Psi_{3.17(1A)}^* = 9058,579 + 1 + 562,310 + 9350,380 = 29151,269 \text{ т/г}$$

Итого, т/г., в первой группе отливок для изделий А и СН

$$\Psi_{3.17(1)}^* = \Psi_{3.17(1A)}^* + \Psi_{3.17(1СН)}^* \quad (5.16)$$

$$\Psi_{3.17(1)}^* = 29151,269 + 848,670 = 29999,939 \text{ т/г.}$$

Как и следовало ожидать,  $\Psi_{3.17(1)}^* = \Psi_{3.2(1)}$ , т.е. 29999,839 т/г.  $\approx$  30000 т/г., что свидетельствует о правильности вычисления показателей в предыдущих колонках табл. 5.1. Во второй группе отливок также  $\Psi_{3.17(2)}^* = 20000,221$  т/г. Практически соответствует  $\Psi_{3.2(2)} = 20000$  т/г.

Колонка 18. В литейном производстве неизбежно получают бракованные отливки. Для восполнения потерь в следствии брака в проектных программах

предусматривают дополнительный годовой выпуск отливок. Различают внутренний, внешний и общий брак отливок.

К внутреннему браку относят отливки, которые можно повторно переплавить по месту их изготовления. Этот брак обнаруживают в литейном, термообрубном и механическом цехах завода – изготовителя.

Внешний брак выявляют за пределами литейного цеха или завода после отгрузки отливок потребителям, где может производиться, например, их механическая обработка.

Общий брак – это суммарная величина внутреннего и внешнего брака.

Потери на брак планируют в процентах (массовых долях) от произведенной годовой массы  $O=П$  основного и запасного комплектов. В случае отсутствия конкретных производственных данных общие потери на брак любых отливок при литье в РОПФ не должны превышать 2 – 3 % [1, с. 160]. В некоторых источниках [2] брак отливок планируют в зависимости от их массы (табл. 5.2)

Таблица 5.2

Планируемый брак отливок в зависимости от их массы.

Группа отливок по массе, кг	Массовая доля брака, %	
	внутреннего	внешнего
До 10 включ.	4,0	2,0
Св. 10 „ 100 „	3,0	1,5
„ 100 „ 500 „	2,5	0,5
„ 500 „ 2 500 „	2,0	0,5

В курсовых и дипломных проектах необходимо обосновать планируемые проценты брака отливок. В пределах одной программы общая закономерность планируемый брак. Так как в табл. 5.1 обе группы отливок входят в диапазон свыше 100 до 500 кг, то массовую долю общего брака для них принимаем  $\Psi_{3.18} = 3\%$

Колонка 19. Приведенное годовое количество, шт./г., бракованных О-П “а”

$$\Psi_{3.19(a)} = \frac{\Psi_{5.16(a)} * \Psi_{5.18(a)}}{100 - \Psi_{5.18(a)}} \quad (5.17)$$

$$\Psi_{3.19(a)} = \frac{56616 * 3}{100 - 3} = 1751 \text{ шт./г.}$$

Итого, шт./г., в первой группе отливок для изделий А

$$\Psi_{3.19(A)}^* = \Psi_{3.19(a)} + \Psi_{3.19(b)} + \Psi_{3.19(c)} \quad (5.18)$$

$$\Psi_{3.19(A)}^* = 1751 + 1856 + 1459 = 5066 \text{ шт./г.}$$

Итого, шт./г., в первой группе отливок для изделий А и СН

$$\Psi_{3.19(A)}^* = \Psi_{3.19(A)}^* + \Psi_{3.19(СН)}^* \quad (5.19)$$

$$\Psi_{3.19(1)}^* = 5066 + 200 = 5266 \text{ шт./г.}$$

Колонка 20. Приведенная годовая масса, т/г., бракованных О-П “а”

$$\Psi_{3.20(1)} = \frac{\Psi_{5.17(a)} * \Psi_{5.18(b)}}{100 - \Psi_{5.18(b)}} \quad (5.20)$$

$$\Psi_{3.20(1)} = \frac{9058,579 \times 3}{100 - 3} = 280,162 \text{ шт./г.}$$

Итого, шт./г., в первой группе отливок для изделий  
А

$$\Psi_{3.20(1A)}^* = \Psi_{3.20(a)} + \Psi_{3.20(б)} + \Psi_{3.20(в)} \quad (5.21)$$

$$\Psi_{3.20(1A)}^* = 280,162 + 326,669 + 294,754 = 901,585 \text{ шт./г.}$$

Итого, шт./г., в первой группе отливок для изделий  
А и СН

$$\Psi_{3.20(1)}^* = \Psi_{3.20(1A)}^* + \Psi_{3.20(1СН)}^* \quad (5.22)$$

$$\Psi_{3.13(1A)}^* = 901,585 + 26,248 = 927,833 \text{ шт./г.}$$

Колонка 21. Приведенное годовое количество, шт/г., годных и бракованных О-П “а” основного и запасного комплектов

$$\Psi_{3.21(a)} = \Psi_{3.16(a)} + \Psi_{3.19(a)} \quad (5.23)$$

$$\Psi_{3.21(a)} = 56616 + 1751 = 58367 \text{ шт./г.}$$

Итого, шт./г., в первой группе отливок для изделий  
А

$$\Psi_{3.21(1A)}^* = \Psi_{3.21(a)} + \Psi_{3.21(б)} + \Psi_{3.21(в)} \quad (5.24)$$

$$\Psi_{3.21(1A)}^* = 58367 + 61875 + 48639 = 168881 \text{ шт./г.}$$

Итого, шт./г., в первой группе отливок для изделий  
А и СН

$$\Psi_{3.21(1)}^* = \Psi_{3.21(1A)}^* + \Psi_{3.21(1CH)}^* \quad (5.25)$$

$$\Psi_{3.21(1)}^* = 168881 + 6705 = 175586 \text{ шт./г.}$$

Колонка 22. Приведенная годовая масса, т/г., годных и бракованных О-П “а” основного и запасного комплектов

$$\Psi_{3.22(a)} = \Psi_{3.17(a)} + \Psi_{3.20(a)} \quad (5.26)$$

$$\Psi_{3.14(a)} = 9058,579 + 280,162 = 9338,741 \text{ т/г.}$$

Итого, т/г., в первой группе отливок для изделий А

$$\Psi_{3.22(1A)}^* = \Psi_{3.22(a)}^* + \Psi_{3.22(b)}^* + \Psi_{3.22(c)}^* \quad (5.27)$$

$$\Psi_{3.22(1A)}^* = 9338,741 + 10888,979 + 9825,134 = 30052,854 \text{ т./г.}$$

Итого, т/г., в первой группе отливок для изделий А и СН

$$\Psi_{3.22(1)}^* = \Psi_{3.22(1A)}^* + \Psi_{3.22(1CH)}^* \quad (5.28)$$

$$\Psi_{3.22(1)}^* = 30052,854 + 874,918 = 30927,772 \text{ т./г.}$$

Таким образом, в результате составления данной программы установлено, что проект, литейного цеха, мощностью 50000 тонн годных отливок в год необходимо разрабатывать на основе следующих показателей: общий годовой выпуск годных и бракованных О-П массой свыше 100 до 250 кг (первая группа) равен 175586 шт/г. И 30927,772 т/г. И 20618,785 т/г.

Ещё раз обращаем внимание на то, что в табл. 5.1 представлена не рабочая, а проектная, упрощенная программа литейного цеха, предназначенная для сокращения объемов и сроков проектных работ (потому и приведенная).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы проектирования литейных цехов и заводов / Л.И. Фанталов, Б.В. Кнорре, С.И. Четверухин и др.; под ред. Б.В. Кнорре. – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1979.-376 с.
2. Соловьев В.П. Проектирование литейных цехов: учеб. Пособие для практических занятий для студентов специальности 11.06 / В.П. Соловьев, СП. Герасимов. – М: МИСиС, 1989.-88 с.
3. Матвеев И.В. Оборудование литейных цехов / И.В. Матвеев, В.Л. Татарский. – М.: Машиностроение, 1976.-440 с.
4. Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию / В.Я. Сафронов – М.: Машиностроение, 1985.-320 с.
5. Цветное литьё: справочник / Н.М. Галдина. – М.: Машиностроение, 1989 – 528 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения о программах литейных цехов.....	1
2. Основные технологические параметры проектируемого цеха.....	2
3. Выбор отливок – представителей.....	2
4. Оформление исходных данных.....	6
5. Оформление приведенной программы.....	20
6. Библиографический список.....	33

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к составлению программ  
литейных цехов на практических занятиях,  
в курсовых и дипломных проектах  
и выполнению самостоятельной работы  
по дисциплине  
“Проектирование литейных цехов”  
для студентов направления 22.03.02 «Металлургия»,  
(направленность «Технология литейных процессов»)  
очной формы обучения

Составитель Печенкина Лариса Степановна  
В авторской редакции

Компьютерный набор Д. А. Гладкова

Подписано к изданию 18.11.2016.  
Уч. – изд. л. 2,1.

ФГБОУ ВО "Воронежский государственный  
технический университет"

394026 Воронеж, Московский просп., 14