

ГБПОУ «Катав – Ивановский индустриальный техникум»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

по выполнению контрольной работы по дисциплине

### **МДК.01.02 «Порядок выполнения расчётов для проведения технологических процессов изготовления отливок»**

индекс, наименование учебной дисциплины

для студентов специальности

### **22.02.03 "Литейное производство черных и цветных металлов"**

код, наименование профессии/специальности

Катав-Ивановск

2018

«Согласованы»  
предметно-цикловой комиссией  
специальности

\_\_\_\_\_  
Председатель

\_\_\_\_\_  
протокол №1

от «\_\_»\_\_\_\_\_2018г

Составлены в соответствии с ФГОС  
по специальности 22.02.03  
"Литейное производство черных и  
цветных металлов" и рабочей  
программой дисциплины «Порядок  
выполнения расчётов для  
проведения технологических  
процессов изготовления отливок»

Составитель:

\_\_\_\_\_ М.Ф.Антропова

преподаватель спец. дисциплин  
ГБПОУ «К-ИИТ»

Рецензент:

\_\_\_\_\_ Н.А. Шабеева

преподаватель спец. дисциплин  
ГБПОУ «К-ИИТ»

## Содержание

Введение .....	5
1 Цель и задачи методических указаний .....	6
2 Требования к оформлению контрольной работы .....	6
3 Программа курса «Порядок выполнения расчётов для проведения технологических процессов изготовления отливок.....	8
4 Общие рекомендации.....	9
5 Контрольные задания.....	15
Литература .....	28

## Введение

Основными целями курса являются, во-первых, изучение на обобщённом уровне современных способов получения технических изделий с заданными параметрами; во-вторых, усвоение основ проектирования технологичных конструкций различных деталей технических объектов в зависимости от выбранного способа их изготовления; в-третьих, уяснение, каких специалистов в узких технологических областях следует привлекать к разработке технологического процесса изготовления той или иной детали.

Объём обязательной нагрузки при заочной форме обучения составляет 26 часов, из них 16 часов теоретических, 10 часов для - практических и лабораторных занятий. Учебный материал рекомендуется изучать в той последовательности, которая дана в методических указаниях:

- ознакомление с содержанием программы и методическими указаниями;
- изучение программного материала по рекомендуемой литературе.

### **1 Цель и задачи методических указаний**

Методические указания разработаны в помощь студентам при изучении дисциплины «Порядок выполнения расчётов для проведения технологических процессов изготовления отливок» и выполнения контрольной работы. Главной целью является изучения и познание строения и структуры материалов, а также получение необходимых свойств, для наиболее эффективного и надежного их использования в технике, получение умений обоснованно выбирать методы обработки заготовок деталей машин, обеспечивающих высокое качество продукции, высокую производительность и экономичность производства.

В ходе изучения дисциплины и выполнения контрольной работы студент должен знать:

- 1) изучить физико-механические особенности основных методов получения исходных заготовок и их последующей обработки;

- 2) усвоить технологические возможности современных методов изготовления необходимых технических изделий (*технологические возможности* характеризуются формой, размерами и материалом изделий, а также основными свойствами материала, производственными преимуществами и недостатками, которые можно получить в результате применения рассматриваемого метода обработки);
- 3) выяснить основные параметры конструкций и материалов деталей, оказывающие наибольшее влияние на их *технологичность*, т.е. простоту и удобство изготовления изделий требуемого качества с помощью имеющегося оборудования.

## **2 Требования к оформлению контрольной работы**

Контрольная работа оформляется в соответствии со требованиями на бумаге формата А4. Листы текстовой части рамками не обводятся. Текст набирается шрифтом Times New Roman, № 14 при графическом редакторе «Word». Интервал 1,5.

Текст должен иметь поля:

левое – 20 мм;

правое – 5 мм;

верхнее – 15 мм;

нижнее – 15 мм.

Нумерация страниц контрольной работы должна быть сквозной. Первой страницей является титульный лист. Номер страницы проставляется арабскими цифрами в правом нижнем углу без знаков препинания. На первой и второй страницах номер не проставляется.

Текст контрольной работы по мере ответов на поставленные вопросы делится на разделы, подразделы, пункты. Разделы, подразделы, пункты нумеруют арабскими цифрами. Для пояснения излагаемого ответа на поставленный вопрос должно быть достаточное количество иллюстраций. Все иллюстрации именуется рисунками и нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела.

Контрольная работа в указанной последовательности должна включать следующие элементы:

- титульный лист;
- содержание;
- основная часть;
- список использованных источников.

Студент выполняет тот вариант контрольной работы, номер которого соответствует его номеру в списке группы.

Приступая к выполнению работы, студент должен ознакомиться с материалами литературы в соответствии с вопросом контрольной работы. Ответы должны быть конкретными по содержанию, краткими по форме. Перед каждым ответом привести полный текст вопроса задания. Графическая часть работы (рисунки, таблицы, графики) выполняются карандашом с применением чертежных приспособлений, в соответствии с требованиями черчения. Допускается использовать светокопии и ксерокопии.

При несоблюдении вышеуказанных условий контрольная работа не зачитывается. Работа, выполненная небрежно, неаккуратно, с произвольными сокращениями слов не рассматривается и возвращается для устранения указанных ошибок.

Допуск к дифференцированному зачет по курсу «Порядок выполнения расчётов для проведения технологических процессов изготовления отливок» студент получает после успешной защиты контрольной работы.

**3 Программа курса «Порядок выполнения расчетов для проведения технологических процессов изготовления отливок»**

### **3.1 Способы расчета литниковых систем для производства отливок**

Заполнение форм сплавом является первым этапом формирования отливки. Несмотря на свою относительную кратковременность (единицы – десятки секунд), заполнение формы в значительной мере определяет качество отливки. Подавляющее большинство технологического брака в литейном производстве связано с неправильной организацией заливки. Управление заполнением форм осуществляется путем соответствующего конструирования и расчета литниковых систем. Литниковая система представляет собой совокупность каналов в форме, через которые сплав поступает из ковша в полость формы.

### **3.2 Методы расчета оптимальных составов шихты для изготовления отливок**

Составление шихты — подбор материалов, обеспечивающих их в процессе плавки в вагранке заданный химический состав чугуна и нужные механические показатели прочности при минимальной стоимости жидкого металла. В табл 10 приведены марки и составы серого чугуна, применяемого для наиболее характерных отливок в основных отраслях машиностроения.

По ней технологи в соответствии с условиями работы отливки в машине выбирают пределы отклонений основных элементов в чугуне и определяют химический состав отливки. Этот состав корректируют в каждом отдельном случае в зависимости от условий и характера производства, исходных материалов, условий изготовления отливки (формовка по-сырому, по-сухому, литье в кокиль и т.п.).

### **3.3 Расчет газового режима формы**

Газовый режим литейной формы существенно влияет на формирование качества отливок. Материалом, из которого изготавливаются формы и стержни, обычно служит песок и глина. В результате теплового воздействия залитого металла на песчаную форму, из нее выделяются газы, образующиеся при испарении воды, горении органических материалов и др. Часть возникающих газов удаляется естественным путем через знаковые части формы и стержня, другая часть проникает

в залитый металл и приводит к образованию различных газовых дефектов. Самый распространенный дефект – газовые раковины, которые образуются при давлении, превышающем некоторый критический порог.

Этой проблеме посвящен ряд работ, в которых получены математические модели газового режима, описывающие газовые выделения из стержней и форм, имеющих простейшее геометрическое строение (цилиндр, конус), также допускаются существенные ограничения (например, металл заливается мгновенно).

В литературе предлагаются различные математические формулы для описания газового режима формы в точке контакта металл-форма, не позволяющие анализировать детали сложной геометрии. Авторами была разработана математическая модель расчета давления газа при изготовлении отливки произвольной конфигурации.

### **3.4 Расчет объема прибыли для питания отливки**

Прибыль - это специальный технологический прилив к поверхности отливки, устанавливаемый над питаемым узлом отливки или всей отливкой, затвердевающий последним и удаляющийся при обрубке отливки. Основная цель применения прибылей - это получение плотной отливки без усадочных раковин и пористости. Место расположения прибыли необходимо выбирать таким образом, чтобы жидкий металл из прибыли мог поступать непрерывно в затвердевающие части отливки и компенсировать уменьшение их объема в результате усадки металла, то есть обеспечивал питание отливки. При этом усадочная раковина должна образоваться в самой прибыли, а не в отливке. Кроме этого прибыль выполняет функцию выпора, через который удаляется воздух из полости формы в процессе заполнения ее металлом. В прибыль могут всплывать засоры, случайно попавшие в форму и образовавшиеся в результате разрушения самой формы, а также продукты взаимодействия металла и формы и др. Главной целью применения прибылей является получение годной отливки без усадочных раковин и пористости. В общем виде картину формирования указанных дефектов можно представить в следующем виде: - за очень короткий промежуток времени на поверхности формирующейся



отливки образуется корочка затвердевшего сплава, определяющая внешний контур отливки;

### **3.5 Расчет массы груза при заливке металла в форму**

Жидкий металл, заполняющий полость формы, оказывает давление на стенки формы. Боковые и нижние стенки формы должны иметь достаточную прочность, чтобы противостоять давлению металла, а верхняя полуформа должна быть прижата к нижней с определенным усилием, чтобы металл не приподнял ее и не растекался по разьему формы. С этой целью перед заливкой формы скрепляют или нагружают, предварительно подсчитав давление жидкого металла на верхнюю полуформу. Иногда давление жидкого металла может быть весьма значительным, тогда форму устанавливают в кессон и уплотняют с боков формовочной смесью, а сверху кладут грузы.

### **3.6 Расчет объема ковша для заливки расплава в формы.**

Заливка литейных форм расплавом осуществляется с помощью разливочных ковшей, миксеров и специальными заливочными установками. При получении отливок специальными способами литья заливку форм производят с помощью раздаточных печей, пневматических и других дозаторов, автоклавов, а также магнитодинамических и вакуумных установок, обеспечивающих высокое качество получаемых отливок.

**Разливочные ковши.** Они представляют собой сосуды, сделанные из листовой стали. С внутренней стороны малые ковши обмазывают глиной, а крупные выкладывают огнеупорным кирпичом или набивают огнеупорной массой. Перед использованием ковши тщательно просушивают, чтобы предупредить насыщение расплава водяными парами и выброс его из ковша.

По размерам разливочные ковши подразделяют на малые — вместимостью до 100 кг и крупные — до 100 т. Транспортирование ковшей осуществляют вручную (при вместимости до 60 кг), по монорельсам (однорельсовым стальным балкам) и бирельсам (двухрельсовые балки) при вместимости до 5 т, а также мостовыми электрическими кранами (при вместимости свыше 0,5 т). В крупных ковшах для удобства их транспортирования на кожухе предусмотрены цапфы, служащие для монтажа траверс-подвесок.

По форме разливочные ковши делят на конические и барабанные. В конических ковшах, применяемых при получении отливок из чугуна и цветных сплавов, носик для выдачи расплава делают в верхней части ковша. В ковшах чайникового типа предусматривают специальную огнеупорную перегородку, не достигающую до дна ковша, которая предупреждает попадание шлака в форму во время ее заливки расплавом.

### **3.7 Расчет оптимальных размеров формы для изготовления отливок**

Получение отливок осуществляется с помощью разовых, полупостоянных и постоянных форм. Несмотря на некоторое уменьшение удельного веса применения разовых песчаных форм, они еще широко распространены.

Для изготовления песчаной литейной формы необходимо иметь модельный комплект, состоящий из модели, стержневых ящиков, модели литниковой системы прибылей, подмодельных плит. Модели служат для получения оттиска в литейной форме. Материалом для моделей и стержневых ящиков в индивидуальном и мелкосерийном производстве в большинстве случаев служат древесина, иногда гипс и цемент, а для массового производства - алюминиевые сплавы, пластмассы, чугуны.

В зависимости от сложности и конфигурации отливки модели могут быть цельными или разъемными. Неразъемными (цельными) называются такие модели, которые можно заформовать и целиком извлечь из формы, получив полный отпечаток наружного контура.

Разъемными называются такие модели, которые имеют по плоскости разъем. Разъем значительно облегчает процесс формовки в парных опоках.

Конструкция модели должна обеспечить легкость ее извлечения из форм. Поверхность модели должна быть гладкой, чистой, чтобы при формовке к ней не прилипал формовочный состав; прочной, не изменяться в размерах, противостоять влиянию влаги формовочной

## Задания для выполнения контрольной работы

### РАСЧЕТ ШИХТЫ

Рассчитать шихту арифметическим методом для выплавки алюминиевых литейных сплавов

**Вариант1.** Требуется приготовить 1 т алюминиевого литейного сплава марки АК9. Химический состав, %: 0,2–0,4 Mg; 8,0–11,0 Si; 0,2–0,5 Mn; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 40%; лигатура Al-Si (88/12), Al-Mn (92/8);

магний Mg90 (99,9% Mg); алюминий А0 (99,0% Al);

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0 Mg; 1,0–1,5 Si; 1,0–1,5 Mn; 0,8–1,0 Al.

**Вариант2.** Требуется приготовить 800 кг алюминиевого литейного сплава марки АК7. Химический состав, %: 0,2–0,5 Mg; 6,0–8,0 Si; 0,2–0,6 Mn; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 30%; лигатура Al-Si (80/20), Al-Mn (90/10);

магний Mg90 (99,9% Mg); алюминий А0 (99,0% Al);

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0 Mg; 1,0–1,5 Si; 1,0–1,5 Mn; 0,8–1,0 Al.

**Вариант3.** Требуется приготовить 500 кг алюминиевого литейного сплава марки АК5М. Химический состав, %: 0,35–0,6 Mg; 4,5–5,5 Si; 1,0–1,5 Cu; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 175 кг; лигатура Al-Si (85/15), Al-Cu (50/50); магний Mg90 (99,9% Mg); алюминий А0 (99,0% Al);

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0 Mg; 1,0–1,5 Si; 0,5–1,0 Cu; 0,8–1,0 Al.

**Вариант4.** Требуется приготовить 1,5 т алюминиевого литейного сплава марки АК5М2. Химический состав, %: 0,2–0,8 Mg; 4,0–6,0 Si; 0,2–0,8 Mn; 1,5–3,5 Cu; 0,05–0,2 Ti; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 30%; сплав АК5М1 50 кг хим.состава, %:

0,47 Mg; 5,0 Si; 1,25 Cu; Al ост.; сплав АК7 5% хим.состава, %: 0,35 Mg; 7,0 Si; 0,4 Mn; Al ост.; лигатура Al-Si (82/18), Al-Mn (91/9), Al-Cu (50/50), Al-Ti (95/5), Al-Cu-Ti (85/10/5); магний Мг90 (99,9% Mg); алюминий А0 (99,0% Al); угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0 Mg; 1,0–1,5 Si; 1,0–1,5 Mn; 0,5–1,0 Cu; 1,0–1,5 Ti; 0,8–1,0 Al.

20

**Вариант5.** Требуется приготовить 5 т алюминиевого литейного сплава марки АК5М7. Химический состав, %: 0,2–0,5 Mg; 4,5–6,5 Si; 6,0–8,0 Cu; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 30%; сплав АК5М1000 кг хим.состава, %: 0,5 Mg; 5,0 Si; 1,3 Cu; Al ост.; лигатура Al-Si (84/16), Al-Cu (50/50); магний Мг90 (99,9% Mg); алюминий А5 (99,5% Al); угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0 Mg; 1,0–1,5 Si; 0,5–1,0 Cu; 0,8–1,0 Al.

**Вариант6.** Требуется приготовить 8 т алюминиевого литейного сплава марки АК6М2. Химический состав, %: 0,3–0,45 Mg; 5,5–6,5 Si; 1,8–2,3 Cu; 0,1–0,2 Ti; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 35%; сплав АК5М7 800 кг хим.состава, %: 0,35 Mg; 5,0 Si; 7,0 Cu; Al ост.; сплав АМ5 12% хим.состава, %: 0,8 Mg; 5,0 Cu; 0,25 Ti; Al ост.; лигатура Al-Si (87/13), Al-Ti (96/4), Al-Cu-Ti (85/10/5); медь М2 (99,7% Cu); магний Мг90 (99,9% Mg); алюминий А0 (99,0% Al); угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0 Mg; 1,0–1,5 Si; 0,5–1,0 Cu; 1,0–1,5 Ti; 0,8–1,0 Al.

**Вариант7.** Требуется приготовить 2 т алюминиевого литейного сплава марки АК8М. Химический состав, %: 0,3–0,5 Mg; 7,5–9,0 Si; 0,3–0,5 Mn; 1,0–1,5 Cu; 0,1–0,3 Ti; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 25 %; сплав АК5М2 15% хим. Состав, %: 0,5 Mg; 5,0 Si; 0,5 Mn; 2,0 Cu; 0,12 Ti; Al ост.; сплав АК9 15 % хим.состава, %:

0,3 Mg; 9,0 Si; 0,35 Mn; Al ост.; лигатура Al-Si (81/19), Al-Mn (90/10), Al-Cu (50/50), Al-Ti (95/5), Al-Cu-Ti (85/10/5); магний Мг90 (99,9% Mg); алюминий А0 (99,0% Al);

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0 Mg; 1,0–1,5 Si; 1,0–1,5 Mn; 0,5–1,0 Cu; 1,0–1,5 Ti; 0,8–1,0 Al.

**Вариант8.** Требуется приготовить 400 кг алюминиевого литейного сплава марки АК5М4. Химический состав, %: 0,2–0,5 Mg; 3,5–6,0 Si; 0,2–0,6 Mn; 3,0–5,0 Cu; 0,05–0,2 Ti; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: сплав АМг7 4% хим.состава, %: 7,0 Mg; 0,75 Si; 0,425 Mn; Al ост.; сплав АК9 20 % хим.состава, %: 0,3 Mg; 9,0 Si; 0,35 Mn; Al ост.; лигатура Al-Si (83/17), Al-Mn (92/8), Al-Cu (50/50), Al-Ti (97/3), Al-Cu-Ti (85/10/5); магний Мг90 (99,9% Mg); алюминий А6 (99,6% Al);

21

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0 Mg; 1,0–1,5 Si; 1,0–1,5 Mn; 0,5–1,0 Cu; 1,0–1,5 Ti; 0,8–1,0 Al.

**Вариант9.** Требуется приготовить 1,2 т алюминиевого литейного сплава марки АК9М2. Химический состав, %: 0,2–0,8 Mg; 7,5–10,0 Si; 0,1–0,4 Mn; 0,5–2,0 Cu; 0,05–0,2 Ti; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 40%; лигатура Al-Si (80/20), Al-Mn (90/10), Al-Cu (50/50), Al-Ti (98/2), Al-Cu-Ti (85/10/5), Al-Cu-Mn-Ti (63/30/5/2); медь М2 (99,7% Cu); магний Мг90 (99,9% Mg); алюминий А5 (99,5% Al);

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0 Mg; 1,0–1,5 Si; 1,0–1,5 Mn; 0,5–1,0 Cu; 1,0–1,5 Ti; 0,8–1,0 Al.

**Вариант10.** Требуется приготовить 2,8 т алюминиевого литейного сплава марки АК12ММгН. Химический состав, %: 0,8–1,3 Mg; 11,0–13,0 Si; 0,8–1,5 Cu; 0,8–1,3 Ni; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 50%; лигатура Al-Si (85/15), Al-Cu (50/50), Al-Ni (91/9), Al-Cu-Ni (50/30/20); медь М2 (99,7% Cu); магний Мг90 (99,9%

Mg); алюминий А5 (99,5% Al);

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0

Mg; 1,0–1,5 Si; 0,5–1,0 Cu; 0,5–1,0 Ni; 0,8–1,0 Al.

**Вариант11.** Требуется приготовить 700 кг алюминиевого литейного сплава марки АК12М2МгН. Химический состав, %: 0,8–1,3 Mg; 11,0–13,0 Si; 0,3–0,6 Mn; 1,5–3,0 Cu; 0,05–0,2 Ti; 0,8–1,3 Ni; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 25%; сплав АК9 15 % хим.состава, %: 0,3

Mg; 9,0 Si; 0,35 Mn; Al ост.; лигатура Al-Si (86/14), Al-Mn (90/10), Al-Cu (50/50),

Al-Ti (98/2), Al-Ni (91/9), Al-Cu-Ti(85/10/5), Al-Cu-Ni (50/30/20); медь М2

(99,7% Cu); магний Мг90 (99,9% Mg); алюминий А5 (99,5% Al);

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0

Mg; 1,0–1,5 Si; 1,0–1,5 Mn; 0,5–1,0 Cu; 1,0–1,5 Ti; 0,5–1,0 Ni; 0,8–1,0 Al.

**Вариант12.** Требуется приготовить 1,7 т алюминиевого литейного сплава марки АК21М2,5Н2,5. Химический состав, %: 0,2–0,5 Mg; 20,0–22,0 Si; 0,2–0,4 Mn; 2,2–3,0 Cu; 0,1–0,3 Ti; 2,2–2,8 Ni; 0,2–0,4 Cr; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 25%; сплав АК9 15 % хим.состава, %: 0,3

Mg; 9,0 Si; 0,35 Mn; Al ост.; сплав АМ5 10% хим.состава, %: 0,8 Mg; 5,0 Cu;

0,25 Ti; Al ост.; лигатура Al-Si (80/20), Al-Mn (90/10), Al-Cu (50/50), Al-Ti

22

(98/2), Al-Ni (91/9), Al-Cr (95/5), Al-Cu-Ti (85/10/5), Al-Cu-Ni (50/30/20); медь

М2 (99,7% Cu); магний Мг90 (99,9% Mg); алюминий А5 (99,5% Al);

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0

Mg; 1,0–1,5 Si; 1,0–1,5 Mn; 0,5–1,0 Cu; 1,0–1,5 Ti; 0,5–1,0 Ni; 0,5–1,5 Cr; 0,8–1,0

Al.

**Вариант13.** Требуется приготовить 900 кг алюминиевого литейного сплава марки АМ5. Химический состав, %: 0,6–1,0 Mg; 4,5–5,3 Cu; 0,15–0,35 Ti; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 48%; лигатура Al-Cu (50/50), Al-Ti (98/2),

Al-Cu-Ti (85/10/5); медь М2 (99,7% Cu); магний Мг90 (99,9% Mg); алюминий А5 (99,5% Al);

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0 Mg; 0,5–1,0 Cu; 1,0–1,5 Ti; 0,8–1,0 Al.

**Вариант14.** Требуется приготовить 2,5 т алюминиевого литейного сплава марки АМ4,5Кд. Химический состав, %: 0,35–0,8 Mn; 4,5–5,1 Cu; 0,15–0,35 Ti; 0,07–0,25 Cd; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 37%; лигатура Al-Mn (92/8), Al-Cu (50/50), Al-Ti (98/2), Al-Cu-Ti (85/10/5); кадмий Кд2 (99,83% Cd); алюминий А5 (99,5% Al);

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 1,0–1,5 Mn; 0,5–1,0 Cu; 1,0–1,5 Ti; до 2,0 Cd; 0,8–1,0 Al.

**Вариант15.** Требуется приготовить 4 т алюминиевого литейного сплава марки АМг4К1,5М. Химический состав, %: 4,5–5,2 Mg; 1,3–1,7 Si; 0,6–0,9 Mn; 0,7–1,0 Cu; 0,1–0,25 Ti; 0,002–0,004 Be; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 23%; лигатура Al-Si (80/20), Al-Mn (92/8), Al-Cu (50/50), Al-Ti (98/2), Al-Be (96/4), Al-Cu-Ti (85/10/5), Al-Cu-Mn-Ti (63/30/5/2); магний Мг90 (99,9% Mg); алюминий А5 (99,5% Al);

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0 Mg; 1,0–1,5 Si; 1,0–1,5 Mn; 0,5–1,0 Cu; 1,0–1,5 Ti; 2,0–3,0 Be; 0,8–1,0 Al.

**Вариант16.** Требуется приготовить 7 т алюминиевого литейного сплава марки АМг5К. Химический состав, %: 4,5–5,5 Mg; 0,8–1,3 Si; 0,1–0,4 Mn; ост. Al.

Исходные данные:

шихтовые материалы: возврат 45%; лигатура Al-Si (80/20), Al-Mn (92/8); магний Мг90 (99,9% Mg); алюминий А5 (99,5% Al);

23

угар компонентов при плавке в индукционной тигельной печи, %: 2,0–3,0 Mg; 1,0–1,5 Si; 1,0–1,5 Mn; 0,8–1,0 Al.