

**Министерство образования и науки,
молодежи и спорта Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия**

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПЛАВКИ ЛИТЕЙНЫХ СПЛАВОВ

**Методические указания для самостоятельной
подготовки к сдаче контрольной работы и зачета**

**(для студентов специальности 6.05040201
заочной формы обучения)**

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры ТОЛП
Протокол № 14 от 18.12.12 г.

Краматорск, 2012

УДК 669.02(07)

Основы теории плавки литейных сплавов. Методические указания для самостоятельной подготовки к сдаче контрольной работы и зачета для студентов специальности 6.05040201 заочной формы обучения / Сост. М.А. Турчанин. – Краматорск: ДГМА, 2012. – 19 с.

Методические указания предназначены для самостоятельной подготовки к написанию контрольной работы и сдаче зачета по дисциплине «Основы теории плавки литейных сплавов» для студентов заочной формы обучения специальности 6.05040201. Данное пособие содержит структуру и примеры билетов к контрольной работе, примеры ответов на билеты, перечень вопросов для подготовки к их выполнению, ссылки на методразработки и учебники, в которых были подробно освещены эти вопросы, критерии оценки ответов и др.

Составитель

М.А. Турчанин, д.х.н., проф.

Отв. за выпуск

А.Н. Фесенко, к.т.н., доц.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 СТРУКТУРА БИЛЕТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	6
2 ПРИМЕР БИЛЕТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	6
3 ПРИМЕР ОТВЕТА НА БИЛЕТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	7
4 ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ.....	14
5 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ БИЛЕТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	16
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	16

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для самостоятельной подготовки студентов заочной формы обучения специальности 6.05040201 к написанию контрольной работы и сдаче зачета по дисциплине «Прогрессивные методы плавки и литья». Данное пособие содержит: структуру и примеры билетов к контрольной работе, примеры ответов на билеты, перечень вопросов для подготовки к их выполнению, ссылки на методразработки, в которых были подробно освещены эти вопросы, критерии оценки ответов и др.

Рекомендуется следующий порядок самостоятельной проработки тем курса:

- ознакомиться с содержанием темы и методическими указаниями, чтобы представить объем и последовательность изложения материала;
- прочитать соответствующие разделы в основном учебнике;
- для расширения представлений о рассматриваемом вопросе обратиться к дополнительной литературе.

Приступая к изучению каждой новой темы курса необходимо четко представить себе объем темы и последовательность разбираемых в ней вопросов [1]. После изучения методических указаний можно переходить к предварительному ознакомлению с материалом по учебникам [2–4].

Когда этот первый этап работы выполнен, следует перейти к детальному изучению материала учебника. Читать учебник нужно вдумчиво, внимательно, не торопясь и не пропуская текста, стараясь понять каждую фразу. Если после тщательного изучения темы по учебнику с использованием методических указаний останутся неясные места, нужно обратиться за консультацией к преподавателю.

Чтобы легче запомнить и усвоить материал, рекомендуется составлять краткий конспект по каждому изученному разделу, так как конспект в сочетании с учебником помогает лучше подготовиться к контрольной работе и зачету.

После изучения каждой темы нужно ответить устно на вопросы для самопроверки, помещенные в методических указаниях. Ответы на вопросы для

самопроверки - важное средство самоконтроля. Они помогают закрепить в памяти материал курса.

Для лучшего закрепления теоретического материала рекомендуется решение задач. Задачи по основным темам курса и примеры их решения приведены в [5].

Контрольная работа и зачет – заключительные этапы изучения курса. Залогом успешной их сдачи является систематическая работа над курсом и полное выполнение изложенных здесь требований.

1 СТРУКТУРА БИЛЕТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

./п.	Структура билета	Количество баллов
	Вопрос из темы 2 «Плавка сплавов на основе меди»	35
	Вопрос из темы 3 «Плавка сплавов на основе алюминия»	35
	Вопрос из темы 1 «Основы теории литейных сплавов» или из темы 4 «Плавка сплавов на основе магния», или из темы 5 «Низкотемпературные и тугоплавкие сплавы»	30
Оценка билета		100

2 ПРИМЕР БИЛЕТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1 ВОПРОС (35 баллов)

Маркировка медных сплавов.

2 ВОПРОС (35 баллов)

Плавка силумина марки АК12.

3 ВОПРОС (30 баллов)

Группы легирующих элементов. Комплексное легирование.

3 ПРИМЕР ОТВЕТА НА БИЛЕТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

ВОПРОС 1 (35 баллов)

Маркировка медных сплавов.

Для ответа на этот вопрос необходимо воспользоваться теоретическим материалом, который представлен в следующих работах:

- 1 Воздвиженский В.М. Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении / В.М. Воздвиженский, А.В. Грачев, В.В. Спасский – М.: Машиностроение. – 1984. – 431 с.
- 2 Курдюмов А.В. Литейное производство цветных и редких металлов / А.В. Курдюмов, М.В. Пикунов, В.М. Чурсин. – М.: Металлургия. – 1982. – 352 с.
- 3 Методические указания к практической и самостоятельной работе по дисциплине «Основы теории плавки и производства отливок» для студентов специальности 7.090403 дневной формы обучения / Сост. Н.П. Калашник, М.А. Турчанин. – Краматорск: ДГМА, 2002. – 56 с.

Ответ.

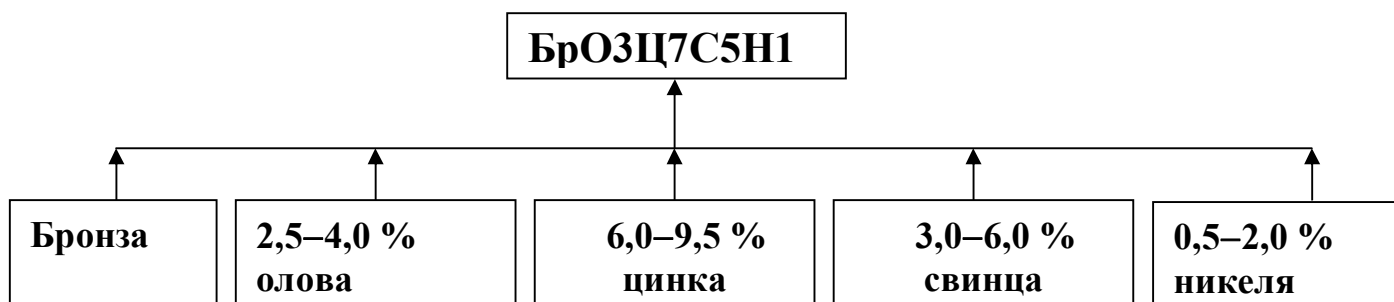
Для изготовления фасонных отливок применяют сплавы на основе меди. По химическому составу медные сплавы делят на две основные группы: бронзы и латуни. Бронзы в свою очередь различают оловянные (у которых основным легирующим компонентом является олово) и безоловянные, содержащие в качестве основных легирующих компонентов алюминий, кремний, никель, бериллий и другие элементы. Название безоловянных бронз определяется по содержанию основного легирующего компонента, например, различают алюминиевые, кремнистые, бериллиевые и другие бронзы. Латуни представляют собой сплавы меди с цинком.



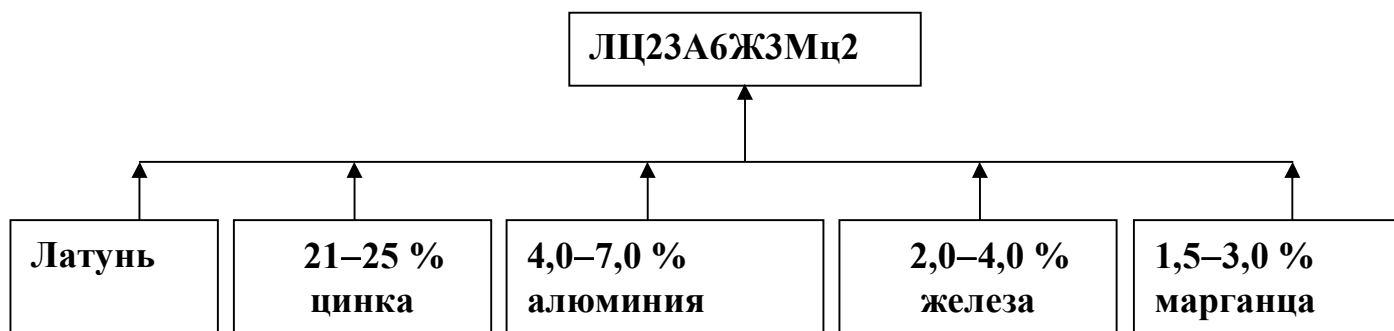
Медные сплавы обозначаются буквами и цифрами, непосредственно определяющими наименование сплава, его химический состав в качественном и количественном отношениях.



Пример маркировки бронзы



Пример маркировки латуни



Основное преимущество медных сплавов состоит в том, что они обладают высокой коррозионной стойкостью, теплопроводностью и электропроводностью, хорошим сопротивлением износу, низким коэффициентом трения, хорошей притираемостью в паре с другими более твердыми металлами, хорошо работают при отрицательных температурах до -250°C .

Недостаток медных сплавов: высокая плотность и низкие свойства при повышенных температурах. Медные сплавы подразделяются на литейные и деформируемые.

ВОПРОС 2 (35 баллов)

Плавка силумина марки АК12

Для ответа на этот вопрос необходимо воспользоваться теоретическим материалом, который представлен в следующих работах:

- 1 Воздвиженский В.М. Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении / В.М. Воздвиженский, А.В. Грачев, В.В. Спасский – М.: Машиностроение. – 1984. – 431 с.
- 2 Курдюмов А.В. Литейное производство цветных и редких металлов / А.В. Курдюмов, М.В. Пикунов, В.М. Чурсин. – М.: Металлургия. – 1982. – 352 с.
- 3 Методические указания к практической и самостоятельной работе по дисциплине «Основы теории плавки и производства отливок» для студентов специальности 7.090403 дневной формы обучения / Сост. Н.П. Калашник, М.А. Турчанин. – Краматорск: ДГМА, 2002. – 56 с.

Ответ.

При плавке литейных алюминиевых сплавов в качестве шихтовых материалов применяют алюминий технической чистоты по ГОСТ 11069-2001, силумины в чушках, чистые металлы, лигатуры, отходы собственного производства (возврат), предварительные сплавы.

Исходными шихтовыми материалами для приготовления сплава марки АК12 являются чушковый силумин марок АК12пч, АК12ч, АК12ж и алюминий технической чистоты для подшихтовки. Расчет шихты ведется на содержание 11,5 % кремния. В состав шихты могут также входить возврат собственного производства и переплав мелких отходов в количестве до 60 % от массы шихты.

Шихту загружают в нагретую до 700...750°C печь или тигель (температура красного каления). В печь или тигель загружают подогретый чушковый силумин и отходы собственного производства. Сплав перегревают до 700...730°C и подвергают рафинированию хлористым марганцем в количестве 0,1 % от массы металла. Затем производится модифицирование сплава тройным модификатором в количестве 1,5...2,0% от массы металла с последующей выдержкой под слоем флюса-модификатора в течение 12 мин. Далее флюс снимают с поверхности сплава и производят разливку сплава.

Разливку производят в ковши, просушенные при температуре 500...700°C. В случае применения универсальных флюсов операции рафинирования и модифицирования совмещаются. Рекомендуется применять флюс в порошкообразном состоянии. Флюс, предварительно нагретый до 250...300°C, засыпают на зеркало металла в разливочном ковше в количестве 1 % от массы сплава. Перед модифицированием универсальным флюсом температура сплава должна быть на 20...40°C выше температуры разливки. Через 2...4 мин после засыпки флюса корочку солей рубят и замешивают в сплав на глубину 50...100 мм. Образовавшийся шлак загущают посредством добавления NaF или NaCl и удаляют с поверхности расплава. Замеряют температуру и заливают сплав в формы.

Если плавку ведут с использованием лигатуры алюминий-кремний, то в этом случае сначала расплавляют чушковый силумин и отходы собственного производства, затем загружают лигатуру алюминий-кремний. После расплавления всей шихты металл рафинируют, модифицируют и разливают.

ВОПРОС 3 (30 баллов)

Группы легирующих элементов. Комплексное легирование.

Для ответа на этот вопрос необходимо воспользоваться теоретическим материалом, который представлен в следующих работах:

- 1 Воздвиженский В.М. Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении / В.М. Воздвиженский, А.В. Грачев, В.В. Спасский – М.: Машиностроение. – 1984. – 431 с.
- 2 Курдюмов А.В. Литейное производство цветных и редких металлов / А.В. Курдюмов, М.В. Пикунов, В.М. Чурсин. – М.: Металлургия. – 1982. – 352 с.
- 3 Методические указания к практической и самостоятельной работе по дисциплине «Основы теории плавки и производства отливок» для студентов специальности 7.090403 дневной формы обучения / Сост. Н.П. Калашник, М.А. Турчанин. – Краматорск: ДГМА, 2002. – 56 с.

Ответ.

Специально вводимые в сплав с целью управления его свойствами элементы, могут быть разделены на четыре группы: основные легирующие (1...35 %), вспомогательные легирующие (0,1...2 %); микролегирующие (0,1...0,5 %), модифицирующие добавки (0,05...0,2 %).

Основные легирующие элементы должны обладать высокой растворимостью (от 1 % (ат) и выше). Эти элементы являются сильными упрочнителями и вводятся в относительно больших количествах. Растворение добавок происходит в основном на атомном уровне. Растворение любого элемента в данной основе всегда повышает характеристики ее прочности – твердость, временное сопротивление, предел текучести. Для упрочнения основы решающую роль играет не природа элемента, а величина его предельной растворимости α . При $\alpha > 50$ % добавка становится основой сплава.

Вспомогательные легирующие добавки обладают невысокой предельной

растворимостью: $0,1 \% < \alpha < 2 \%$. Вспомогательные легирующие добавки могут повышать пластичность основы и выступать в роли пластификаторов. При совместном введении с основными легирующими добавками они могут усиливать их действие или частично заменять основные легирующие.

Под термином микролегирование имеется в виду введение в сплав малых ($0,1 \% \text{ (ат)}$), но относительно сильнодействующих добавок.

Введение нескольких легирующих добавок из этих рядов в сплав одновременно называется комплексным легированием. Необходимость комплексного легирования определяется следующими причинами:

- необходимостью одновременного удовлетворения нескольким требованиям или решения компромиссных;
- необходимостью снижения вредных эффектов от введения некоторых легирующих или действия вредных примесей;
- повышением уровня свойств сплава за счет суммарного эффекта взаимодействия легирующих добавок между собой.

Рассмотрим пример для сплавов на основе системы Al–Si–Mg. Основу сплавов составляет алюминий. Введение в алюминий основного легирующего элемента – кремния – приводит к увеличению механической прочности сплава. Кроме того, кремний при содержании 11,7% образует с алюминием эвтектику, что обеспечивает хорошие технологические свойства силуминов: высокую жидкотекучесть, малую склонность к образованию трещин и рассеянной усадочной пористости. Введение в них до 1 % магния (вспомогательный легирующий элемент) позволяет проводить термообработку с целью упрочнения. Модифицирование осуществляют введением в расплав 0,05...0,1 % натрия. Наиболее вредной примесью является железо, образующее с компонентами сплава β -фазу, кристаллизующуюся в форме хрупких пластин, резко снижающих пластичность. Для нейтрализации вредного влияния железа в сплавы вводят марганец.

4 ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

- 1 Основные понятия теории литейных сплавов.
- 2 Классификация металлов по рабочим свойствами.
- 3 Взаимодействие между компонентами в литейных сплавах.
- 4 Рабочие и технологические свойства литейных сплавов и их связь с критериями диаграмм состояния.
- 5 Группы легирующих элементов. Комплексное легирование.
- 6 Влияние на основу сплава модифицирования.
- 7 Методы упрочнения литейных сплавов.
- 8 Влияние легирования на технологические свойства литейных сплавов.
- 9 Общая характеристика меди как основы литейных сплавов и ее взаимодействие с другими элементами.
- 10 Маркировка меди.
- 11 Технологические схемы получения меди.
- 12 Огненное рафинирования меди.
- 13 Маркировка медных сплавов.
- 14 Оловянные бронзы.
- 15 Безоловянные бронзы.
- 16 Литейные латуни.
- 17 Печи для плавки медных сплавов.
- 18 Плавка оловянных литейных бронз на свежей шихте.
- 19 Плавка оловянных литейных бронз на отходах.
- 20 Плавка алюминиевых литейных бронз на свежей шихте.
- 21 Плавка литейных латуней на свежей шихте.
- 22 Общая характеристика алюминия как основы литейных сплавов и его свойств.
- 23 Маркировка алюминия.
- 24 Технологические схемы получения алюминия.
- 25 Алюминиевые сплавы на основе системы Al-Si-Mg.

- 26 Алюминиевые сплавы на основе систем Al-Si-Cu и Al-Cu.
- 27 Алюминиевые сплавы на основе системы Al-Mg и сложнолегированные сплавы.
- 28 Отражательные печи для плавки алюминиевых сплавов.
- 29 Методы дегазации и рафинирования алюминиевых сплавов.
- 30 Модифицирования алюминиевых сплавов.
- 31 Покровные флюсы для плавки алюминиевых сплавов.
- 32 Плавка силумина марки АК12.
- 33 Плавка специальных силуминов.
- 34 Особенности плавки сплавов на основе системы Al-Mg.
- 35 Общая характеристика магния как основы литейных сплавов и его свойств.
- 36 Технологические схемы получения магния.
- 37 Литейные сплавы на основе магния и их применение.
- 38 Классификация, маркировка и свойства сплавов на основе магния.
- 39 Влияние легирующих примесей на свойства магниевых сплавов.
- 40 Особенности плавки магниевых литейных сплавов.
- 41 Общая характеристика, свойства, маркировка и области применения низкотемпературных сплавов на основе Zn, Pb, Sn, Sb.
- 42 Особенности плавки низкотемпературных сплавов.
- 43 Общая характеристика, свойства, маркировка и области применения тугоплавких сплавов на основе Ti, V, Cr, Nb, Mo.
- 44 Особенности плавки тугоплавких сплавов.

5 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ БИЛЕТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ п./п.	Структура билета	Количество баллов
1	Вопрос из темы 2 «Плавка сплавов на основе меди»	50
2	Вопрос из темы 3 «Плавка сплавов на основе алюминия»	50
3	Вопрос из темы 1 «Основы теории литейных сплавов» или из темы 4 «Плавка сплавов на основе магния», или из темы 5 «Низкотемпературные и тугоплавкие сплавы»	
Оценка билета		100

- оценки «А» (90-100 баллов, «отлично») за билет заслуживает студент, который в полном объеме ответил на все вопросы билета, логично и последовательно их обосновал, сопровождая их необходимыми формулами, уравнениями химических реакций, схемами агрегатов и т.д., а также продемонстрировал понимание связи рассматриваемых вопросов с основными положениями курса и с реальными процессами, имеющими место в металлургических и литейных системах;

- оценки «В» (81-89 баллов, «хорошо») за билет заслуживает студент, который правильно и в полном объеме с минимальными ошибками ответил на все вопросы билета, логично и последовательно их обосновал, сопровождая их необходимыми формулами, уравнениями химических реакций, схемами агрегатов и т.д., а также продемонстрировал понимание связи рассматриваемых вопросов с основными положениями курса и с реальными процессами, имеющими место в металлургических и литейных системах;

- оценки «С» (75-80 баллов, «хорошо») за билет заслуживает студент, который в основном правильно и в достаточном для усвоения объеме ответил на все вопросы билета, дал им обоснование, сопровождал необходимыми формулами, уравнениями химических реакций, схемами агрегатов и т.д., допустив при этом, незначительные ошибки, а также продемонстрировал понимание связи рассматриваемых вопросов с основными положениями курса и с реальными процессами, имеющими место в металлургических и литейных системах;

- оценки «D» (65-74 балла, «удовлетворительно») за билет заслуживает студент, который в основном правильно и в достаточном объеме ответил на вопросы билета, но при этом не в полной мере и не всегда последовательно сопровождал необходимыми формулами, уравнениями химических реакций, схемами агрегатов и т.д., а также не всегда демонстрировал понимание связи рассматриваемых вопросов с основными положениями курса;

- оценки «E» (55-64 балла, «удовлетворительно») за билет заслуживает студент, который в минимально допустимом объеме ответил на вопросы билета, но при этом не в полной мере и не всегда последовательно и логично аргументировал и иллюстрировал свои ответы;

- оценки «FX» (30-54 балла, «неудовлетворительно») за билет заслуживает студент, который при ответе на вопросы билета допустил ошибки и испытывал затруднения с обоснованием ответов, а также испытывал затруднения в понимании связи рассматриваемых вопросов с основными положениями курса и проблемами металлургического и литейного производств;

- оценки «F» (1-29 баллов, «неудовлетворительно») за билет заслуживает студент, который при ответе на вопросы билета допустил принципиальные ошибки и продемонстрировал непонимание связи рассматриваемых вопросов с основными положениями курса и проблемами металлургического и литейного производств.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Воздвиженский В.М. Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении / В.М. Воздвиженский, А.В. Грачев, В.В. Спасский – М.: Машиностроение. – 1984. – 431 с.
- 2 Курдюмов А.В. Литейное производство цветных и редких металлов / А.В. Курдюмов, М.В. Пикунов, В.М. Чурсин. – М.: Metallurgy. – 1982. – 352 с.
- 3 Воскобойников, В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Metallurgy, 1979, - 478 с.
- 4 Челищев, Е.В. Общая металлургия (Металлургия черных и цветных металлов): учебник для вузов / Е.В. Челищева, П.П. Арсентьев, В.В. Яковлев, Д.И. Рыжонков – М.: Metallurgy, 1971. – 478 с.
- 5 Методические указания к практической и самостоятельной работе по дисциплине «Основы теории плавки и производства отливок» для студентов специальности 7.090403 дневной формы обучения / Сост. Н.П. Калашник, М.А. Турчанин. – Краматорск: ДГМА, 2002. – 56 с.
- 6 Методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Литейные сплавы и плавка” для студентов дневного отделения специальностей 7.090403 и 7.090205 / Сост.: В.Н. Денисенко, А.В. Яковлев. – Краматорск: ДГМА, 2004. – 24 с.

Дополнительная литература

- 7 Курдюмов А.В. Производство отливок из цветных сплавов / А.В. Курдюмов, М.В. Пикунов, В.М. Чурсин, Е.Л. Бибилов: Учебник для ВУЗов. – М.: Metallurgy. – 1986. – 416 с.
- 8 Воскобойников, В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Metallurgy, 1998, - 768 с. – ISBN 5-229-01148-3.

- 9 Трухов А.П. Литейные сплавы и плавка / А.П. Трухов, А.И. Маляров – М.: Академия, 2004. – 336 с.
- 10 Пикунов М.В. Плавка металлов, кристаллизация сплавов, затвердевание отливок: Учебн. пособие для вузов – М.: «МИСИС», 1997. – 376 с.

**Министерство образования и науки,
молодежи и спорта Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия**

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПЛАВКИ ЛИТЕЙНЫХ СПЛАВОВ

**Методические указания для самостоятельной
подготовки к сдаче контрольной работы и зачета**

**(для студентов специальности 6.05040201
заочной формы обучения)**

Краматорск, 2012

