



Р.с.Моздери

**МАТЕРИАЛО-
ВЕДЕНИЕ**

*Программированное пособие
для самоконтроля*

ТАЛЛИН
1969

339-B

IX1A-17825

ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра технологии металлов

Р.К. Мозберг

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ПРОГРАММИРОВАННОЕ ПОСОБИЕ

ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

И. В. Суров / ии. Талли
Liina Kehtematahoo
(Tehnikol)

339-13

Таллин
1969

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

В в е д е н и е

Прежде, чем приступить к работе с данным пособием, прочтите это введение.

Применяемые в течение многих поколений формы обучения в настоящее время уже не могут полностью решить тех задач, которые ставятся перед учебными заведениями.

Существующая форма обучения не обеспечивает передачи обучающимся того объема знаний, которого требуют современные темпы развития науки и производства. В связи с этим как за рубежом, так и в Советском Союзе все большее внимание уделяется изысканию новых, более эффективных форм обучения, которые позволили бы обучающемуся при одинаковом времени обучения освоить значительно большее количество учебного материала. С этой целью все шире внедряются в учебный процесс технические средства обучения, все большее внимание уделяется созданию учебных пособий, позволяющих без ущерба для качества приобретаемых знаний практиковать самостоятельное изучение материала.

Одним из весьма многообещающих форм прогрессивных методов обучения считается обучение по программированным учебным пособиям, использование которых позволяет как самостоятельно изучать материал, так и осуществлять самоконтроль степени усвоения материала обучающимися. К сожалению, количество программированных учебников в нашей стране крайне недостаточно. Это объясняется тем, что создание высококачественных программированных учебников — задача весьма сложная, требующая от автора не только хо-

рошего знания излагаемого материала, но и высокой эрудированности в вопросах педагогики и психологии. Кроме того, нет установившихся теоретических разработок, которыми следовало бы руководствоваться авторам при создании программированных учебных пособий.

Не случайно поэтому при внедрении программированного обучения в учебный процесс начинают обычно с наиболее простого звена — внедрения программированного контроля, положительной особенностью которого является оперативность контроля знаний учащихся со стороны преподавателя. Удобство и быстрота реализации такого контроля дают возможность широкого использования его для выяснения степени усвоения преподаваемого обычными методами материала в течение всего учебного процесса, стимулируя тем самым более эффективную и систематическую самостоятельную работу учащихся.

На кафедре технологии металлов Таллинского политехнического института за последние пять лет создано большое количество программированных контрольных работ, систематически используемых для контроля знаний студентов непосредственно во время учебных занятий. В связи с этим со стороны студентов высказывались пожелания, чтобы создать программированные вопросники в объеме полных курсов, читаемых на кафедре дисциплин, и чтобы эти вопросники были выданы для использования их при самоконтроле прорабатываемого по учебникам и лекциям материала.

Первый подобный сборник вопросов был разработан в 1966 году по курсу "Металловедение и термическая обработка" и охватывал все разделы курса, преподаваемого в объеме, требуемом для студентов механических специальностей. Вопросник использовался для самоконтроля степени усвоения материала, прослушанного на лекциях или проработанного по учебникам, а также для контроля знаний учащихся со стороны преподавателя.

Вопросы сборника были предложены также студентам-заочникам при выполнении ими контрольных работ.

Практическое применение составленного пособия дало положительные результаты.

Однако, составленные вопросы не охватывают полностью материал курса, который именуется теперь "Материаловедение" и включает материалы неметаллического характера. Кроме того, вопросы для самопроверки, снабженные выборочными ответами при проверке знаний, не позволяют в надлежащей мере выяснить степень знаний материала студентами.

По этим соображениям было подготовлено к изданию второе переработанное и дополненное пособие. Основным отличием от первого издания является то, что ряд вопросов требует конструирования ответов, для чего необходимо более глубокое изучение материала, чем при выборочной системе ответов.

Во втором издании, в отличие от первого, разъяснения способов решения отдельных задач даются в более развернутом виде. Добавлена серия вопросов и поясняющий материал по неметаллическим материалам. Составленное пособие является также методическим материалом для студентов-заочников при самостоятельной проработке материала по соответствующей программе.

Приступая к работе со сборником вопросов, следует в первую очередь постараться на поставленный вопрос самому найти правильный ответ, затем прочитать на следующей странице поясняющий текст к данному вопросу и на этой основе продумать, правилен ли был выбранный ответ, и если нет, то попытаться решить поставленную задачу снова. В случае, если приводимых в пояснительном тексте материалов окажется недостаточно, чтобы правильно ответить на вопрос, необходимо проработать соответствующий материал дополнительно по учебнику.

При составлении вопросов для контрольных работ за основу приняты вопросы из данного сборника или близкие к ним по смысловому значению. Если студентом все вопросы, относящиеся к данному разделу, тщательно продуманы и решены, выполнение контрольных работ на необходимом уровне не представляет трудностей.

**Методические указания по выполнению
контрольных работ по курсу "Материаловедение"
студентами-зочниками**

Общие положения

В соответствии с учебным планом студенты должны выполнить две контрольные работы, каждая из которой состоит из двух частей:

а) в первой части студент дает правильные ответы на контрольные вопросы, приводимые в данном пособии. Методика выполнения этой части работы изложена на стр.7-9.

б) задания по второй части для обеих контрольных работ приведены на стр. 10-11 данного пособия, и методика их выполнения вытекает непосредственно из поставленных задач и дополнительного разъяснения не требует.

Контрольная работа высылается для проверки через деканат заочного отделения преподавателю в обычном порядке. Если работа не зачтена, она высылается студенту для исправления с соответствующими комментариями. Зачтенная работа остается на кафедре.

В целях проверки самостоятельности выполнения работы каждый студент перед экзаменом (зачетом) подвергается контролю по вопросам сборника, из которого были выбраны вопросы контрольной работы. Если ответы окажутся неудовлетворительными, студент к экзамену (зачету) не допускается.

Программированное пособие для самопроверки возвращается студентом преподавателю во время экзамена (зачета), для повторного использования в учебном процессе и поэтому никаких пометок в пособии делать не разрешается.

Как следует выполнять контрольную работу по новой методике

Для проработки материала курса студент должен иметь учебники и пособия, отмеченные в программе. Так как контрольных вопросов в работе много и они касаются всех разделов курса, то вначале следует вдумчиво прочитать соответствующий раздел учебника полностью, чтобы приобрести цельное представление о данном разделе учебного материала. Прочитав ту или иную главу учебника, проверить степень усвоения материала по вопросам настоящего пособия и только после этого приступить к разбору вопросов контрольной работы. По проработанному учебнику Вам известны разделы, где излагается тот или иной материал, и легко найти те места в учебнике, которые дают ответы на поставленные вопросы. Ни в коем случае не следует идти по линии угадывания ответа, так как это естественно не прибавит студенту знаний и вероятность правильного угадывания очень мала.

Выбор варианта работы

Каждый студент должен выполнить две контрольные работы. Вопросы, на которые студент должен ответить, выбираются из настоящего пособия.

Контрольная работа №I охватывает вопросы от №1 по 140. В зависимости от значения последней цифры зачетной книжки студента выбираются номера вопросов, на которые следует представить ответы по следующему принципу: если номер зачетной книжки оканчивается цифрой 1 или 6, студент отвечает на вопросы, номера которых оканчиваются цифрой 1 и 6, т.е. на вопросы с номерами 1, 6, 11, 16, 21, 26 ... 136.

В том случае, если номер зачетной книжки оканчивается другой цифрой, выбираются другие варианты вопросов в соответствии с нижеприводимой таблицей.

Т а б л и ц а I

Вариант работы	Значение последней цифры номера зачетной книжки	Соответствующее значение последней цифры номера вопроса
I	I и 6	I и 6
II	2 и 7	2 и 7
III	3 и 8	3 и 8
IV	4 и 9	4 и 9
V	5 и 0	5 и 0

Таким образом, число вопросов в контрольной работе № I равно 28.

Контрольная работа № 2 охватывает вопросы от №14I по 4I2, т.е. 27I вопрос, которые также разделяются на 5 вариантов контрольных заданий. Выбор варианта задания и номеров вопросов, входящих в данный вариант производится на основе таблицы I.

Форма выполнения контрольной работы

Контрольная работа выполняется в ученической тетради. На обложке необходимо написать фамилию, имя, отчество студента, специальность, номер зачетной книжки, название дисциплины, номер контрольной работы и номер варианта работы.

Ответы на вопросы контрольной работы представить в виде нижеследующей таблицы, в которой показана также схема заполнения ее, например, для первого варианта работы № I.

Т а б л и ц а 2

№ во- проса	Номер выбранного вари- анта ответа	Отметка преподавателя при контроле
I	4	
6	2	
II	I	
16	3	
2I	I	
...	...	
136	3	

При проверке работы преподаватель против каждого номера вопроса в соответствующей графе делает пометку о качестве ответа: если ответ правильный, ставится "галочка", если неправильный — знак "минус".

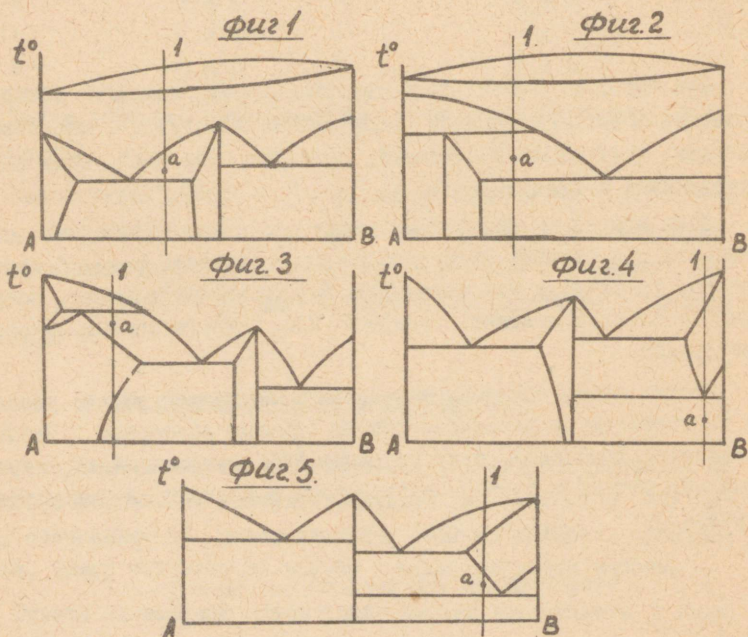
Если вопрос не снабжен ответами, то ответ необходимо составить и в столбце "Номер выбранного варианта ответа", словесно, графически или математически представить ответ, которых необходимо изложить конкретно без лишнего описательного материала.

Вторая часть контрольной работы выполняется после первой в соответствии с вариантом работы обычным способом. Работа считается зачтенной, если не менее 80% вопросов имеют правильные ответы и вторая часть работы выполнена на надлежащем уровне.

Вторая часть контрольной работы № I

- Нарисовать диаграмму состояния сплава:
 - I вариант — фиг. 1; II вариант — фиг. 2;
 - III вариант — фиг. 3; IV вариант — фиг. 4;
 - V вариант — фиг. 5.

2. Отметить фазы во всех областях диаграммы, придерживаясь общепринятой методики обозначения фаз (см. в учебнике).
3. Для сплава 1 нарисовать кривую охлаждения и привести схему фазовых превращений при охлаждении. Из чего состоит структура сплава после охлаждения.?
4. Каков состав фаз и их количество в точке "а" сплава 1?
5. В виде таблицы написать значения химического состава серого, ковкого и высокопрочного чугуна.



Вторая часть контрольной работы № 2

- I. Подобрать наиболее часто употребляемые марки стали (3-4 марки) для изготовления: I вариант - отрезной фрезы; II вариант - спирального сверла; III вариант - раз-

вертки, IV вариант - измерительной скобы; V вариант - матрицы штампа для холодной штамповки.

2. В виде таблиц привести химический состав выбранных марок сталей, температуры закалки и отпуска, твердость после термообработки.
3. По Вашему усмотрению приведите дополнительные сведения о выбранных материалах и режимах термообработки, если считаете это необходимым.

Дополнительное пособие: Н.С.Каменичный "Краткий справочник технолога термиста". Машгиз, 1963 г.

КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

1. Как определяется максимальное число электронов N на электронной оболочке атома, имеющей номер n ?

Ответ: 1) $N = n^2$; 2) $N = 2n$; 3) $N = 2n^2$;
4) $N = 4n^2$.

2. Какова схема распределения электронов в атоме хлора (порядковый номер 17)?

Ответ: 1) $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^5$; 2) $1s^2 2s^2 p^6 3s^1 p^6$;
3) $1s^1 2s^1 p^7 3s^2 p^6$; 4) $1s^2 2s^2 p^6 3p^7$;

3. Какова схема распределения электронов в атоме натрия (порядковый номер 11)?

Ответ: 1) $1s^2 2s^2 p^6 3s^1$; 2) $1s^2 2s^2 p^6 3s^2$;
3) $1s^2 2s^2 p^5 3s^2 p^1$; 4) $1s^2 2p^8 3s^1$;

4. Какова схема распределения электронов в атоме аргона (порядковый номер 18)?

Ответ: 1) $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6$; 2) $2s^2 p^6 3s^2 p^6 4s^2$;
3) $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^5 d^1$; 4) $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^4 d^2$.

5. Какова схема распределения электронов в атоме железа (порядковый номер 26)?

Ответ: 1) $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^4 4s^2 p^2$;
2) $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^6 4s^2$;
3) $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 4s^2 p^6$;
4) $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^2 4s^2 p^4$.

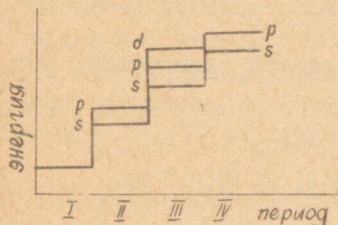
1. Из курса физики вспомните математическое выражение принципа Паули.

2 - 5. Необходимо:

а) на основе принципа Паули установить количество электронов, которые могут находиться в одной группе

б) вспомнить, что распределение электронов в группах подразделяется на подгруппы s , p , d , f , и т.д., в каждой из которых может находиться не более 2, 6, 10, 14 и т.д. электронов соответственно.

в) распределение электронов по группам и подгруппам подчиняется энергетическому принципу: электронами заполняются вначале те группы и подгруппы, энергетический уровень электронов в которых наименьший;



г) руководствоваться схемой энергетических состояний электронов в зависимости от периода, в котором находится элемент в таблице Менделеева.

В вопросах предложено разобрать электронное строение атомов щелочных металлов, галогенов, инертных газов и элементов переходной VIII группы. Обратите внимание на различие в их строении.

6. Чем объясняется высокая электропроводность металлов?

- Ответ: 1) малой связью внешних электронов в атоме;
2) незаполненностью d -электронной подгруппы;
3) кристаллическим строением металлов;
4) малым значением ионизационного потенциала.

7. Каков тип связи в кристаллах $LiCl$?

- Ответ: 1) ковалентная;
2) ионная;
3) полярная;
4) металлическая.

8. Каков тип связи в кристалле алмаза?

- Ответ: 1) ионная;
2) ковалентная;
3) металлическая;
4) полярная.

9. Какие типы кристаллических решеток свойственны металлам?

- Ответ: 1) К 6; 2) Г 12;
3) К 12; 4) К 8, К 12, Г 12.

10. Каковы индексы кристаллографической плоскости, параллельной координатной плоскости XOY ?

- Ответ: 1) (100); 2) (001);
3) ($\infty \infty$ 1); 4) (010).

6. Типичными металлами являются элементы I–III группы в периодической системе; для них характерно наличие незначительного количества электронов (от 1 до 3) на внешней электронной группе, которые легко отрываются от ядра при ничтожных значениях потенциала внешнего электрического поля.

7. Постройте электронную модель атома лития (порядковый номер 3) и хлора. Обратите внимание на количество внешних электронов в атомах этих элементов. Литий легко отдает свой валентный электрон хлору, благодаря чему он заряжается положительно, а хлор – отрицательно.

8. В кристалле алмаза связь между атомами осуществляется "электронными мостиками", создаваемыми обобществленными валентными электронами соседних атомов; вспомните, как называется подобный тип связи.

9. Вспомните, что называется координационным числом. Попробуйте установить число ближайших соседей в кристаллической решетке простого куба, объемноцентрированного и гранецентрированного куба и гексагональной решетки. Запомните, как условно обозначаются типы этих решеток.

10. Для определения индексов кристаллографической плоскости, отсекающей на осях координат соответствующие отрезки, например 2, 2 и 3, необходимо: 1) взять их обратные значения, которые в данном случае будут $1/2$, $1/2$ и $1/3$; 2) найти общий знаменатель для этих дробей, который будет 6, и дополнительные множители. Тогда имеем $3/6$; $3/6$ и $2/6$; 3) индексом плоскости будут числители этих дробей, то есть (332). В случае, если обратные значения окажутся целыми числами, не имеющими общего множителя, то эти числа будут индексами кристаллографической плоскости.

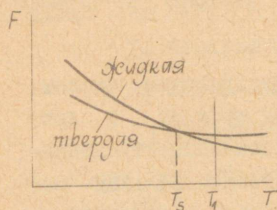
11. У куска поликристаллического литого материала свойства примерно одинаковы во всех направлениях. Как называется это явление?

- Ответ: 1) изотропией; 2) анизотропией;
3) квазиизотропией; 4) аллотропией.

12. Какой процесс имеет место при температуре T_I (см. график к вопросу 13)?

- Ответ: 1) кристаллизация;
2) плавление;
3) парообразование.

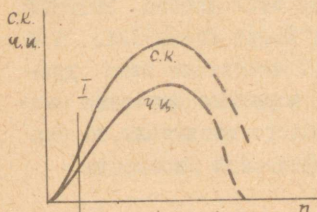
13. Какие фазы имели бы место при теоретической температуре кристаллизации T_S ?



- Ответ: 1) жидкая;
2) твердая;
3) жидкая и твердая;
4) газообразная.

14. Чем объясняется наличие площадки на кривой охлаждения чистого металла при кристаллизации?

- Ответ: 1) температурной остановкой;
2) выделением скрытой теплоты кристаллизации;
3) теплотой плавления.



15. На приведенной фигуре представлена зависимость ч.к. и с.к. от степени переохлаждения. Какая структура будет при степени переохлаждения "I"?

- Ответ: 1) мелкокристаллическая;
2) крупнокристаллическая.

II. Кажущаяся однородность свойств обусловлена различной ориентировкой отдельных кристаллов в поликристаллическом материале. Тщательно проанализируйте и запомните, каков смысл терминов, приведенных в ответе.

12, 13. Твердо запомните, что как при кристаллизации, так и перекристаллизации система подчиняется второму началу термодинамики, то есть стремится к состоянию с минимальной свободной энергией. Если при данных условиях (t° , p) твердое состояние имеет меньшее значение свободной энергии, то происходит кристаллизация. Температура, при которой сосуществуют твердое и жидкое состояния, называется теоретической температурой кристаллизации или плавления, так как ни тот, ни другой процесс полностью не реализуются.

14. При плавлении затрачивается энергия на разрушение межатомных связей в кристалле. При кристаллизации выделяется равное количество энергии.

15. Необходимо осмыслить кривые зависимости ч.д. и с.к. от степени переохлаждения. Очень легко разобраться в полученном результате, если иметь представление о модели кристаллизации по Миркину. Продумайте также условия образования аморфных веществ.

16. Каковы кристаллы, залегающие обычно в центральной части слитка?

Ответ: 1) столбчатые; 2) мелкие равноосные;
3) дендриты; 4) крупные равноосные.

17. Какой участок слитка является наиболее ослабленным?



Ответ: 1) 1; 2) 2;
3) 3; 4) 4.

18. Какова структура прокатного металла?

Ответ: 1) кристаллическая; 2) дендритная;
3) полосчатая; 4) волокнистая.

19. Что определяет величину кристаллов при полиморфных превращениях?

Ответ: 1) степень переохлаждения при превращении;
2) число центров кристаллизации;
3) скорость роста кристаллов;
4) величина зерна исходной структуры.

20. Чем обусловлена оловянная чума?

Ответ: 1) различием объемов фаз при полиморфном превращении;
2) низкой температурой превращения;
3) хрупкостью олова;
4) малой скоростью $Si_{\alpha} \rightarrow Si_{\beta}$ превращения.

21. Как изменяется объем железа при превращении Fe_{α} в Fe_{γ} ?

16, 17. Ознакомьтесь со структурой стального слитка. На основе закона кристаллизации объясните причину образования разных зон. Обратите особое внимание на направленность роста зоны столбчатых кристаллов. Подумайте, как следовало бы изменить форму сечения изложницы, чтобы эффект стыкования столбчатых кристаллов был бы менее развит.

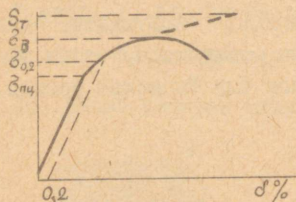
18. Необходимо знать, как влияет горячая механическая обработка на дендритную структуру слитка. Обратите внимание, как это влияет на механические свойства получаемых изделий.

19, 20. Уясните, в чем смысл полиморфизма (аллотропии). Нужно твердо запомнить, что как при кристаллизации из жидкости, так и при перекристаллизации в твердом состоянии нет принципиального различия. Образующиеся фазы при перекристаллизации имеют разный объем, в связи с чем в материале особенно при низких температурах превращений могут возникнуть значительные напряжения, превосходящие иногда прочность материала.

21. Для решения этой задачи необходимо знать параметры кристаллических решеток Fe_{α} и Fe_{γ} , которые соответственно равны 2,76 Å и 3,62 Å. Далее необходимо учесть, сколько атомов приходится на элементарную ячейку K8 и K12.

ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ И РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ

22. Каков физический смысл значений σ_b , $\sigma_{0.2}$, $\sigma_{пл}$?



23. Каков может быть механизм пластической деформации металлов?

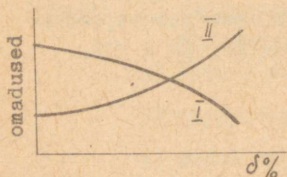
- Ответ:
- 1) межкусталические сдвиги;
 - 2) внутриксталические сдвиги и двойникование;
 - 3) изменение формы кристаллов за счет изменений в ксталической структуре;
 - 4) изменение плотности металла.

24. Как изменяются механические свойства при пластической деформации?

- Ответ:
- 1) повышается прочность (наклеп) и уменьшается вязкость;
 - 2) уменьшаются прочность и вязкость;
 - 3) увеличивается вязкость и прочность;
 - 4) увеличивается прочность.

25. На графике представлены кривые изменения свойств при холодной пластической деформации. Какие это свойства?

- Ответ: 1) $\bar{\sigma}$; $\bar{\delta}$; 2) $\bar{\sigma}$; $\bar{\delta}$;
3) $\bar{\sigma}_H$; $\bar{\psi}$; 4) $\bar{\delta}$; $\bar{\psi}$.



26. Что происходит при отдыхе металла?

- Ответ:
- 1) восстановление ксталической решетки;
 - 2) уменьшение напряжений;
 - 3) рекристаллизация;
 - 4) восстановление свойств.

22. Из курса "Сопротивление материалов" вспомните, что такое предел пропорциональности, текучести, прочности; как изменяется деформация по мере роста нагрузки. Необходимо помнить, что понижение значения σ после достижения предела прочности на кривой растяжения — явление кажущееся и наблюдается у пластичных материалов при появлении шейки на образце. Истинные напряжения по мере роста деформации должны непрерывно возрастать (пунктирная кривая).

23. Из раздела "Кристаллическое строение металлов" вспомните, чем обусловлена пластичность металла. Что такое плоскости наилегчайшего сдвига. Обратите внимание на механизм двойникования и скольжения.

Следует отметить, что при высоких температурах, превышающих температуру рекристаллизации, механизм пластического течения металлов более многообразен, чем при комнатной температуре — появляются дополнительно межкристаллические сдвиги.ги.

24. 25. При пластической деформации дробятся кристаллиты (зерна) и измельчается блочная структура, возникают внутренние напряжения, обусловленные смещением атомов из узлов кристаллической решетки, искривлением кристаллографических плоскостей (так называемые искажения III и II рода). Сообразите, как это может отразиться на свойствах?

26. По учебнику уясните себе сущность отжига металла. Проследите, какие изменения происходят в деформированном металле при его нагреве до различных температур.

27. Чему приблизительно равна температура рекристаллизации чистого алюминия, если температура плавления ее 657°C ?

- Ответ: 1) 450°C ; 2) 330°C ;
3) 500°C ; 4) 150°C .

28. Температура деформирования алюминия 250°C . Каков тип этой обработки?

- Ответ: 1) холодная;
2) горячая;
3) полугорячая.

29. Какова приблизительно критическая степень деформации металлов?

- Ответ: 1) 5-10%; 2) 15-20%;
3) 20-30%; 4) 30-40%.

30. От каких факторов зависит размер зерна после рекристаллизационного отжига?

- Ответ: 1) от степени деформации;
2) от температуры рекристаллизационного отжига;
3) от размера зерна перед деформацией;
4) от степени деформации и температуры рекристаллизационного отжига.

31. Какова приблизительно площадь кристаллов алюминия после рекристаллизационного отжига материала, подвергнутого критической степени деформации?

- Ответ: 1) $0,01-0,05 \text{ мм}^2$; 2) $0,1-1 \text{ мм}^2$;
3) $50-100 \text{ мм}^2$; 4) $200-500 \text{ мм}^2$.

32. Объясните, почему горячую обработку стали проводят при температуре значительно выше температуры рекристаллизации?

27-28. Необходимо знать формулу Бочвара $T_p \approx 0,4 T_{пл}$ и по ней подсчитать температуру рекристаллизации.

Из курса технологии металлов (раздел "Обработка давлением") вспомните, что называется горячей или холодной пластической деформацией? При проведении границы нужно помнить, что холодная деформация сопровождается наклепом и изменением кристаллического строения.

29 - 31. Необходимо уяснить смысл критической степени деформации и чем обусловлена особенность кристаллического строения после такой деформации по сравнению с исходным состоянием и состоянием при других степенях деформации, отличных от критической. Наличие резко выраженной неоднородности кристаллического строения обуславливает то обстоятельство, что к самопроизвольному процессу роста зерна при нагреве, что имеет место в металле при любом его состоянии, прибавляется структурный фактор - различные по величине кристаллы имеют различную степень стабильности. Это оказывает решающее значение на конечный размер зерна после рекристаллизационного отжига.

32. Для того, чтобы ответить на этот вопрос, нужно иметь в виду, что при горячей обработке протекают два процесса: измельчение зернистой структуры металла и рекристаллизация. Оба эти процесса протекают с определенными скоростями, причем скорость рекристаллизации существенно зависит от температуры металла.

ТЕОРИЯ СПЛАВОВ

33. Какие фазы в твердом состоянии имеют переменную растворимость?

- Ответ: 1) твердые растворы;
2) химические соединения;
3) чистые компоненты.

34. Чем отличаются химические соединения от других твердых фаз в сплавах?

- Ответ: 1) составом;
2) сингулярностью свойств;
3) отсутствием растворимости;
4) связью между атомами.

35. Чем характерно строение кристаллической решетки химического соединения?

- Ответ: 1) наличием различных атомов;
2) определенным соотношением разнородных атомов в кристалле;
3) стехиометрическим составом и новым типом кристаллической решетки.

36. В чем отличие кристаллической решетки упорядоченного твердого раствора от химического соединения?

- Ответ: 1) в отсутствии стехиометрического состава;
2) в наличии у раствора кристаллической решетки растворителя;
3) в степени порядка в строении кристаллов;
4) в наличии определенного типа решетки.

37. Какой вид твердого раствора образует углерод с металлами?

- Ответ: 1) замещения; 2) внедрения;
3) вычитания; 4) упорядоченный.

33. Приведенные в ответах три твердые фазы в сплавах являются важнейшими и их специфические свойства необходимо безусловно знать. Одной из особенностей некоторых из этих фаз является постоянство состава (так чистое железо, золото и т.д. имеют постоянный состав, точно также составы химических соединений, например, Na_2CO_3 , вполне определены). Очевидно, любые растворы, в том числе и твердые, не отличаются таким свойством. От жидких растворов твердые отличаются кристаллическим строением. Кристаллы твердых растворов состоят из разнородных атомов, относительное количество которых зависит от состава твердого раствора.

34 - 36. Необходимо твердо усвоить, что химические соединения имеют только им свойственный тип кристаллической решетки, где разнородные атомы занимают вполне определенные места, в связи с чем и свойства химических соединений отличаются от свойств веществ, из которых они образованы. Твердые растворы имеют тип кристаллической решетки растворителя. В общем случае разнородные атомы занимают случайные места в узлах решетки и их количество определяется концентрацией сплава.

Упорядоченные твердые растворы отличаются от обычных определенным количеством разнородных атомов в кристаллической решетке, что сближает их с химическими соединениями, но в отличие от последних такие фазы имеют тип решетки вещества растворителя. Необходимо запомнить, что твердые растворы бывают типа замещения, внедрения, вычитания (подробней об этом посмотрите в учебнике).

37. Для ответа на данный вопрос нужно помнить, что атомы углерода, азота, водорода, бора характеризуются малыми размерами, в силу чего они могут занимать поры в кристаллической решетке металла.

38. Какие фазы образуются при сплавлении меди с цинком?

- Ответ: 1) твердые растворы;
2) фазы внедрения;
3) электронные соединения;
4) химические соединения.

39. Каково отношение валентных электронов к числу атомов в электронном соединении $CuZn$?

- Ответ: 1) $\frac{2}{2}$; 2) $\frac{3}{2}$; 3) $\frac{2}{3}$; 4) $\frac{4}{3}$.

40. К каким фазам близки электронные соединения?

- Ответ: 1) к твердым растворам и химическим соединениям;
2) к упорядоченным твердым растворам;
3) к чистым компонентам;
4) к фазам внедрения.

41. Какова формула электронного соединения меди с цинком, если отношение валентных электронов к числу атомов равно $7/4$?

- Ответ: 1) Cu_3Zn ; 2) $CuZn_3$;
3) Cu_5Zn_2 ; 4) Cu_2Zn_6 .

42. Как называются фазы, образуемые металлами переходных групп с металлоидами, когда отношение атомного радиуса металлоида к атомному радиусу металла меньше 0,59?

- Ответ: 1) твердые растворы замещения;
2) твердые растворы вычитания;
3) фазы внедрения;
4) химические соединения.

38 - 42. С приведенными в вопросах фазами ознакомьтесь по учебнику.

Подводя итог данному разделу, обращаем внимание студента на необходимость иметь вполне определенное представление о возможных фазах, которые возникают при сплавлении исходных компонентов.

П о м н и т е характерные особенности строения этих фаз и чем они отличаются друг от друга.

Особенно для дальнейшего разбора диаграмм состояния необходимо помнить характерные особенности таких фаз, как чистый компонент, химическое соединение и твердый раствор, так как последние встречаются весьма часто.

Ознакомившись с фазами в сплавах и проверив себя решением соответствующих задач (33-42) переходим к наиболее трудному разделу курса - диаграммы состояния сплавов.

При решении задач на эту тему не ограничивайтесь нахождением нужного ответа из серии приведенных, но постарайтесь провести фазовый анализ всех приводимых диаграмм. В случае затруднений обратитесь за помощью к преподавателю для их разрешения. Обращаем внимание на то, что если приведенные диаграммы будут Вами основательно проанализированы, значительно облегчится усвоение последующих разделов курса, большинство из которых в той или иной степени связаны с диаграммами состояния сплавов.

Диаграммы состояния

43. Каково математическое выражение правила фаз?

Ответ: 1) $C = K - \Phi + I$;

2) $C = K + \Phi - I$;

3) $C = K - \Phi - I$;

4) $C = \Phi - K + I$.

44. Если в системе K компонентов и Φ фаз, сколько внутренних переменных она имеет?

Ответ: 1) $K\Phi$; 2) $(K-I)\Phi$;

3) $K(\Phi-I)$; 4) $(K+I)\Phi$.

45. Сколько уравнений описывают систему из K компонентов и Φ фаз?

Ответ: 1) $(\Phi-I)K$; 2) $(\Phi+I)K$;

3) $(K-I)\Phi$; 4) $(K+I)\Phi$.

46. Число переменных в системе " m "; число уравнений, описывающих систему " n "; каково число степеней свободы " s " системы?

Ответ: 1) $s = m - n$;

2) $s = n - m$;

3) $s = m + n$;

4) $s = m - (m - n)$.

47. Какие величины являются переменными, если в качестве систем рассматриваются сплавы?

Ответ: 1) давление и температура;

2) давление, температура, концентрация фаз;

3) температура и концентрация фаз;

4) концентрация фаз.

48. Перечислите известные Вам неинвариантные превращения в сплавах и объясните их сущность.

43 - 48. Для оперирования с правилом фаз, а также для анализа диаграмм состояний необходимо запомнить, что такое число степеней свободы, компонент и фаза. Обычно наблюдаются частые ошибки при распознавании фаз, поэтому следует усвоить три признака, которым должна удовлетворять часть системы, для того чтобы считаться фазой:

- а) однородность строения;
- б) наличие поверхности раздела;
- в) скачкообразное изменение свойств при переходе через поверхность раздела.

Только выполнение этих трех требований одновременно может служить основанием считать ту или иную часть системы самостоятельной фазой.

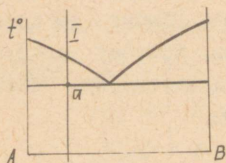
Следует обратить внимание на то, что ни формы, ни размеры, например кристаллов, имеющих одну природу, не являются признаком для отнесения их к разным фазам.

Так, например, кристаллы А-первичные и кристаллы А, входящие в эвтектику, - одна фаза.

Для определения числа степеней свободы в любом случае необходимо знать число уравнений, описывающих систему и число переменных, которые имеют в системе место.

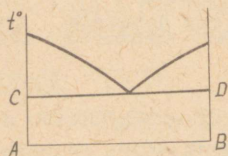
С выводом правила фаз познакомитесь по учебнику.

49. Чему равно число степеней свободы у сплава I в точке "а"?



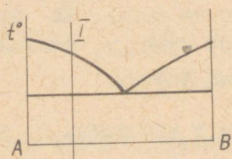
- Ответ: 1) 1; 2) 2;
3) 3; 4) 0.

50. Какие фазы находятся в равновесии на линии CD?



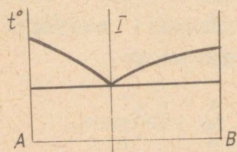
- Ответ: 1) A и L;
2) B и L;
3) A, L, B;
4) L, α , β .

51. Какова структура сплава I?



- Ответ: 1) A + \exists (A+B);
2) B + \exists (A+B);
3) A + B;
4) A + B + \exists (A+B).

52. Как называется превращение типа $L \rightarrow A + B$?



- Ответ: 1) эвтектоидное;
2) эвтектическое;
3) перитектическое.

53. В чем различие кривой охлаждения для компонента A и эвтектического сплава?

- Ответ: 1) в количестве критических точек;
2) в температурном уровне площадки;
3) в форме кривых;
4) различия нет.

49. Для решения всех вопросов, связанных с установлением числа степеней свободы, необходимо определить число компонентов в системе и количество фаз, сосуществующих в рассматриваемой точке. Воспользовавшись далее формулой $C = K - \Phi + I$, не представляет труда ответить на поставленный вопрос.

50. Для ответа на подобные вопросы необходимо знать физическую сущность процессов, происходящих в системе при той или иной температуре. Любая линия на диаграмме состояния соответствует началу или концу какого-либо фазового превращения, значит: одними (одной) фазами являются фазы, ранее существовавшие в системе, другими (другой) - фазы образующиеся. Необходимо твердо знать, что называется фазой (см. стр. 29)

51-52. Для определения характера структурных составляющих необходимо помнить, что структура есть форма проявления фаз. Анализ структурообразования необходимо провести из предшествующей однофазной области, проследив за изменениями в фазовом состоянии сплава при критических температурах (линии на диаграмме). При разборе диаграмм состояний во всех случаях поступаем по следующей схеме:

I. Определяем фазы в различных областях диаграммы (см. стр. 33, для чего:

а) устанавливаем линию ликвидус на диаграмме. На приводимой диаграмме (стр. 33) это линия СЕД. Выше линии ликвидус однофазное жидкое состояние L;

б) устанавливаем линию солидус - СРЕН;

в) между линиями ликвидус и солидус одной фазой всегда является кристаллизующаяся жидкость L, а другой - выкристаллизующаяся из нее твердая фаза, природу которой необходимо установить. Чтобы это сделать, помните, что могут быть в принципе различающиеся три вида твердых фаз: чистый компонент, химическое соединение и твердый раствор, из которых две первые имеют постоянный состав, твердый раствор - переменный. Исходя из сказанного, определим состав твердой

фазы в областях СЕФ и ЕДН, пользуясь правилом отрезков. Для сплава I, например, состав твердой фазы в точке I соответствует точке m^1 , в точке 2 — n^1 и т.д., то есть состав меняется по линии СФ, следовательно, это твердый раствор, который отмечается малой греческой буквой, например α . Состав твердой фазы в области ДЕН в точках 3, 4, 5 сплава У определяется проекциями точек O, P, Q на концентрационную ось и соответствует точке В, то есть выкристаллизовывающейся фазой является компонент В. Состав жидкой фазы в области СЕФ по мере понижения температуры изменяется по линии ликвидус СЕ, в области ДЕН — по линии ликвидус ДЕ. Чтобы установить, какая фаза будет иметь место ниже линии солидус СФ, можно рассуждать следующим образом: по мере понижения температуры сплава I от точки "а" до "в" идет непрерывное увеличение количества кристаллизующейся фазы α за счет убывания жидкой фазы L; в точке 2, например, количество фазы L по правилу отрезков будет равно отношению отрезков $\frac{n_2}{ne}$, в точке "в" отрезок $n - 2$ равен нулю, и в качестве фазы имеем лишь твердые кристаллы α .

По своей природе линия СФ соответствует концу кристаллизации жидкости, поэтому в области СФКА, кроме α -кристаллов, никакой другой фазы быть не может. Линия ФК на диаграмме показывает изменение предельно возможной концентрации компонента В в твердом растворе α при понижении температуры от точки F до точки К.

Чтобы установить природу фаз в области КРНВ, рассмотрим какой-либо сплав, который по своему составу находится в этой области, например сплав II. В интервале температур 1-2 происходит кристаллизация α -твердого раствора аналогично вышеразобранному. Образовавшиеся кристаллы охлаждаются до температуры точки 3. Так как точка 3 находится на линии ФК, определяющей предельную растворимость компонента В в α -твердом растворе, то при температурах ниже точки 3 α -твердый раствор не может растворить в себе весь компонент В, имеющийся в составе взятого сплава, равный отрезку А 4.

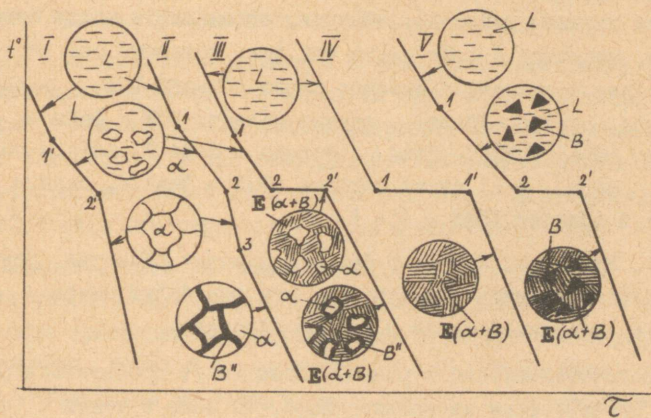
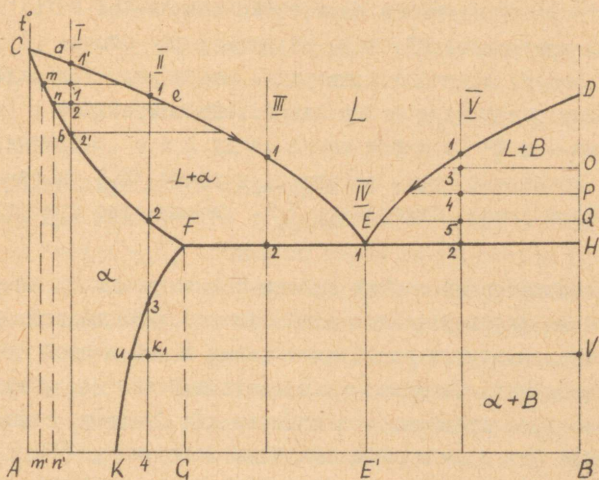


Схема разбора диаграммы состояния двойного сплава.

Поэтому, начиная с точки З, происходит выделение из α -твердого раствора избыточного количества компонента В в виде вторичных кристаллов В". Фаза В" выделяется обычно в виде оторочки вокруг кристаллов твердого раствора, определяя своеобразную структуру этого сплава. Относительное количество фаз α и В" в любой точке между З и 4 определяется правилом отрезков; так, например, в точке "К_I" количество α -кристаллов равно отношению $\frac{K_1V}{UV}$, количество кристаллов В" — $\frac{UK_1}{UV}$.

Определив фазовый состав сплава П ниже точки З, мы определили также фазовый состав всей области КРНВ данной диаграммы, так как других разграничивающих линий в этой области на диаграмме нет. Опираясь на приведенный анализ, можно вывести известное практическое правило для быстрого определения состава фаз в различных областях диаграммы. Для этого необходимо установить однофазные области на диаграмме (в нашем случае L, α и В); области, находящиеся между однофазными, включают в себя смесь тех фаз, которыми они ограничены слева и справа, а именно: слева области FCE находится α -фаза, справа — фаза L, внутри области FCE — фазы $\alpha + L$; слева области EDH — фаза L, справа — фаза В, внутри области EDH — фазы L + В; слева области КРНВ — фаза α , справа — В, внутри области КРНВ — $\alpha + В$.

П. Установив характер фаз в различных областях диаграммы, легко выявить и структуры, которые будут иметь место после охлаждения сплавов разного состава.

Естественно, что в разной форме могут проявляться фазы в том случае, если их больше одной, то есть в нашем случае сплавы в концентрационном интервале от К до В.

Структура сплавов в интервале концентрации КС была уже рассмотрена, и она состоит из α и В" кристаллов.

Рассмотрим далее сплав IV. Этот сплав кристаллизуется при постоянной температуре в точке Е. Очевидно, если в об-

ласти КРНВ могут существовать фазы α и В, возможно предположить три случая кристаллизации сплава в точке Е:

- а) в результате кристаллизации образуются кристаллы В;
- б) в результате кристаллизации образуются кристаллы α ;
- в) в результате кристаллизации образуются кристаллы α и В одновременно.

Предположения "а" и "б" неверны по той причине, что α -кристаллы при температуре кристаллизации имеют состав F, В-кристаллы состав - В; взятый же сплав имеет состав Е, поэтому процесс должен идти по варианту "в", когда из жидкости одновременно кристаллизуется и низкоконцентрационная относительно компонента В фаза α и высококонцентрационная фаза В, в результате чего используется жидкий сплав промежуточного состава в точке Е. Схема такого превращения: $L_E \rightarrow \alpha + В$; само превращение называется эвтектическим, а образующаяся структура - эвтектикой. Обычно это сравнительно мелкая, равномерно распределенная смесь кристаллов двух фаз.

При кристаллизации сплава III в интервале температур 1-2 выкристаллизовываются из жидкости первичные кристаллы α , которые к моменту достижения температуры точки 2 приобретут более или менее крупные размеры. Состав жидкой фазы в точке 2 соответствует точке Е, а количество еще незакристаллизовавшейся жидкости определяется отношением отрезков $\frac{F2}{FE}$. Эта жидкость, имея эвтектический состав, естественно кристаллизуется в эвтектику, и к концу кристаллизации имеем первичные кристаллы α , выделившиеся в интервале температур 1-2 состава точки F, и эвтектику ($\alpha + В$). Дальнейшее понижение температуры от точки 2 до 3 должно сопровождаться снижением концентрации α -фазы по линии FK, в результате чего выделяются около α -кристаллов кристаллы В", как это имело место и для сплава II. Окончательная структура сплава III состоит из α -кристаллов, эвтектики ($\alpha + В$) и В" кристаллов.

Из сплава У при кристаллизации в интервале температур I-2 выделяются первичные кристаллы В; жидкая фаза меняет свою концентрацию по линии ДЕ и в точке 2 имеет состав, соответствующий эвтектическому. Количество жидкой фазы при достижении сплавом температуры точки 2 определяется отношением отрезков $\frac{2H}{HE}$. Вся эта жидкость кристаллизуется в эвтектику ($\alpha + B$), и окончательная структура данного сплава будет состоять из первичных кристаллов В и эвтектики ($\alpha + B$).

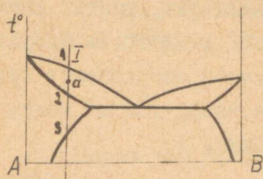
Подводя итог, видим, что в сплавах в концентрационном интервале К-В имеют место четыре различного типа структуры. В концентрационном интервале К - G - структура $\alpha + B$; при концентрации выше точки G, но ниже точки E^I структура $\alpha + \varepsilon (\alpha + B) + B$; сплав концентрации точки E^I имеет структуру $\varepsilon (\alpha + B)$; сплавы с концентрацией больше точки E^I и ниже точки В имеют структуру $B + \varepsilon (\alpha + B)$.

Еще раз обращаем внимание на то, что фазы во всех случаях у этих сплавов одни и те же, а именно: $\alpha + B$, структуры же разные. К изученной диаграмме представлены кривые охлаждения каждого из рассмотренных типовых сплавов и схема процессов фазовых превращений и структурообразования по мере понижения температуры.

Пользуясь правилом отрезков, докажите, что кривая охлаждения сплава I в точках "а" и "в", II - в точках I, 2 и 3; III и У - в точках I должны иметь перегиб, а для сплава III и У - в точках 2 и IV - площадку. Объясните, почему длина площадки максимальна для сплава IV, меньше для сплава У и еще меньше для сплава III. Используйте для этого правило рычага.

53. Постройте кривую охлаждения для чистого компонента и эвтектического сплава и сравните их между собой.

54. Как выглядит кривая охлаждения сплава I?



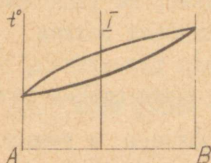
Ответ:



55. Чему равно число степеней свободы у сплава I в точке "а"? (см. рис. к вопросу 51)

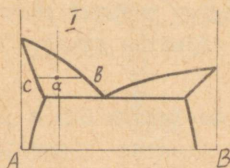
Ответ: 1) 1; 3) 2;
2) 0; 4) 3.

56. Каково максимальное число фаз может быть у сплава I?



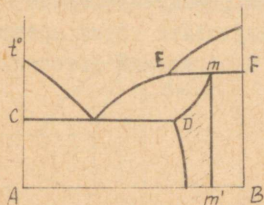
Ответ: 1) 2; 3) 0;
2) 1; 4) 3.

57. Как определить количество жидкой фазы у сплава I в точке "а"?



Ответ: 1) $L = \frac{ca}{cb}$; 3) $L = \frac{ab}{ac}$;
2) $L = \frac{ab}{cb}$; 4) $L = \frac{cb}{ac}$.

58. Каково превращение на линии CD диаграммы?



Ответ: 1) $L \rightarrow A + B$;
2) $L \rightarrow A + \beta$;
3) $L + A \rightarrow \beta$;
4) $\beta + L \rightarrow A$.

59. Объяснить сущность превращения на линии EF диаграммы (вопр. 58).

54-59. Для ответа на поставленные вопросы нужно хорошо помнить математическое выражение правила фаз, уметь установить число и характер фаз в различных областях и на различных линиях диаграммы состояния, умело оперировать правилом отрезков как для определения состава, так и количества фаз в двухфазных областях диаграммы.

При разборе диаграмм любого вида остаются в силе основные положения и схема разбора, представленная на страницах 31-36.

54. Сплав I пересекает три линии диаграммы. Каждая из этих линий соответствует началу или концу какого-либо фазового превращения. Если количество превращающейся фазы при какой-либо температуре (1,2,3) значительно, то тепловой эффект превращения велик и на кривой охлаждения должна быть площадка. Чтобы установить, какова кривая охлаждения, нужно в точках 1,2,3 определить количество превращающейся фазы.

58,59. Если бы не было заштрихованной области и точка Д находилась бы на вертикали mm' , мы имели бы диаграмму с нестойким химическим соединением состава в точке m' .

В данном случае это соединение образует твердый раствор с компонентом А. Обратите внимание на характер линий, пересекающихся в точке m .

Для установления типа превращений на линиях CD и EF нужно определить характер фаз во всех областях диаграммы. Рассматривая далее процессы охлаждения сплавов, проходящих через соответствующие тройные точки, установить, какие фазы превращаются и что образуется в результате этих превращений. Конечно, нужно знать сущность превращений эвтектического и перитектического типов.

60. Сколько максимально неинвариантных превращений могут иметь сплавы, которые кристаллизуются по диаграмме, приведенной к вопросу 58.

Ответ: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 0.

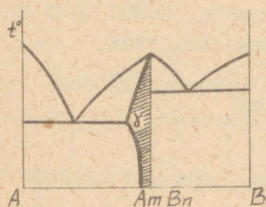
61. Каков тип превращения, когда $\alpha + L \rightarrow \beta$?

Ответ: 1) эвтектическое;
2) перитектическое;
3) эвтектоидное.

62. Если параметры кристаллической решетки компонента А 2,8 Å, компонента В 3,2 Å, то каковы примерно параметры решетки твердого раствора, состоящего из 50% А и 50% В?

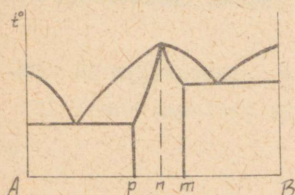
Ответ: 1) 3,0 Å; 2) 4,0 Å; 3) 3,2 Å; 4) 3,8 Å.

63. Какой фазой является фаза γ на представленной диаграмме?



Ответ: 1) твердым раствором;
2) твердым раствором А на базе химического соединения $A_m B_n$
3) химическим соединением;
4) твердым раствором В на базе химического соединения $A_m B_n$

64. Каков состав химического соединения на этой диаграмме?



Ответ: 1. m;
2. n;
3. p.

65. Нарисовать диаграмму, отметить фазы во всех областях диаграммы (вопр. 64).

60. Нонвариантные превращения (число степеней свободы равно нулю) имеют место во всех случаях, когда сосуществуют три фазы.

Нужно определить, какие фазы находятся в соответствующих областях диаграммы и число степеней свободы по математическому выражению правила фаз.

61. Необходимо запомнить физическую сущность всех приведенных в ответах превращений.

62. Вспомните, по какой зависимости изменяются параметры кристаллической решетки твердого раствора по мере изменения его состава.

63. Фаза γ имеет переменный состав, следовательно, по своей природе это твердый раствор. Далее нужно установить, что является растворителем и что растворенным веществом в этом твердом растворе. Растворителями могут быть компоненты А, В и химическое соединение $A_m B_n$. По правилу определения концентрации твердого раствора установите, какая фаза является растворителем и какая растворимым веществом.

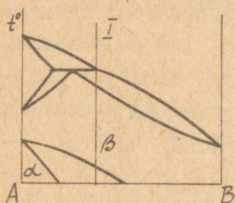
Сравните, в чем различие твердого раствора на базе химического соединения, приведенного на диаграмме к вопросу 64 и в данном случае.

64. Если компоненты при сплавлении образуют стойкое химическое соединение, то линия ликвидус на диаграмме состояния таких сплавов имеет точку максимума. Проекция этой точки на концентрационную ось дает состав химического соединения.

65. Используйте для этого методику, приведенную на стр.

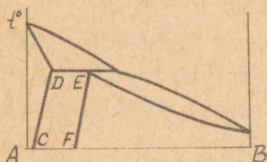
31-36.

66. Из чего состоит структура сплава I при комнатной температуре?



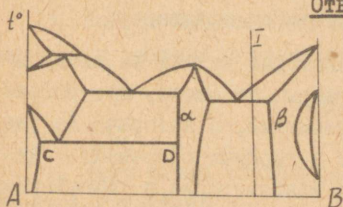
Ответ: 1) $A + \alpha$; 3) $B + \alpha$;
2) $\alpha + \beta$; 4) $A + \beta$.

67. Какие фазы имеют место в области CDEF диаграммы?



Ответ: 1) α ; 3) $\alpha + \beta$;
2) β ; 4) $A + B$.

68. Разберите диаграмму, отметив фазы, имеющие место во всех областях. Какова структура сплава I?



Ответ: 1) $\beta + \exists(\alpha + \beta)$;
2) $\beta + \alpha''$;
3) $\beta + \exists(A_m B_n + \beta)$;
4) $\alpha + \exists(\alpha + \beta)$.

69. Сколько фазовых (полиморфных) превращений в твердом состоянии у компонента B (см. диаграмму к предыдущему вопросу)?

Ответ: 1) 0; 3) 2;
2) 1; 4) 3.

70. Каков характер превращения на линии CD (см. вопрос 68.)?

Ответ: 1) эвтектическое;
2) эвтектоидное;
3) перитектическое.

66,68. На фигурах приведены диаграммы с компонентами, имеющими фазовые превращения в твердом виде. Как указывалось выше, перекристаллизация подчиняется тем же законам, что и кристаллизация из жидкого состояния. Разбор диаграмм следует произвести, руководствуясь теми же правилами, которые подробно были изложены на стр. 31-36.

67. Разберите диаграмму по методике, приведенной на стр. 31-36.

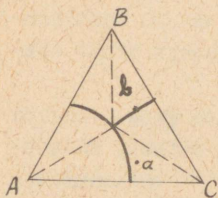
69. Об этом можно судить, рассматривая вертикаль из точки В. Любое пересечение линий диаграммы с вертикальной осью соответствует температуре фазового превращения компонента В.

70. Необходимо разобрать процесс, происходящий при температуре линии СД, и помнить, что называется эвтектическим, эвтектоидным и перитектическим превращением.

Далее Вам будут предложены некоторые задачи на диаграммы состояния тройных сплавов, которые по своему построению сложнее разобранных, но общие положения, с которыми Вы уже познакомились, остаются в силе и в тройных системах: характер фаз, методика определения концентрации и количества фаз, правило фаз и др.

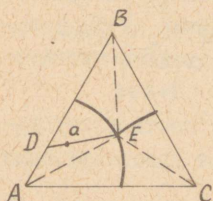
ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ ТРОЙНЫХ СПЛАВОВ

71. Какова структура сплава состава точки "а"?



- Ответ:
- 1) $A+(A+C)+(A+B+C)$;
 - 2) $C+(A+C)+(A+B+C)$;
 - 3) $(A+C)+(A+B+C)$;
 - 4) $C+(A+C)$.

72. Чему равно количество тройной эвтектики в сплаве состава точки "а"?



- Ответ:
- 1) $E = \frac{aE}{DE}$;
 - 2) $E = \frac{Da}{DE}$;
 - 3) $E = \frac{DE}{aE}$;
 - 4) $E = \frac{DE}{Da}$.

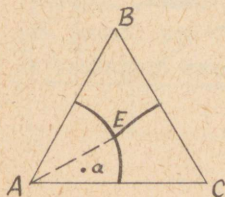
73. Каково максимально возможное количество степеней свободы в системе с тремя компонентами?

- Ответ:
- 1) 1;
 - 2) 2;
 - 3) 3;
 - 4) 4.

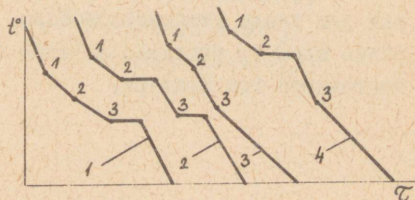
74. Чему равно число степеней свободы при кристаллизации тройной эвтектики?

- Ответ:
- 1) 1;
 - 2) 0;
 - 3) 2;
 - 4) 4.

75. Какова кривая охлаждения сплава "а"?



Ответ:



71. При разборе структурообразования тройных сплавов нужно:

а) посмотреть, в примыкающем к полю какого компонента находится изучаемый сплав; этот компонент будет кристаллизоваться первым;

б) знать, что изменение состава жидкой фазы сплава идет по продолжению прямой, соединяющей вершину концентрационного треугольника, где находится выделяющийся компонент с точкой, соответствующей составу сплава;

в) при достижении жидким сплавом состава, соответствующего началу выделения двойной эвтектики, дальнейшее изменение состава жидкой фазы идет по линии двойной эвтектики, и из жидкости кристаллизуется двойная эвтектика;

г) при достижении жидкостью состава, соответствующего точке тройной эвтектики E , происходит кристаллизация тройной эвтектики.

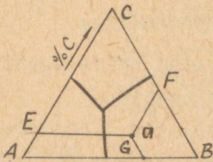
72. Количество фаз в тройных сплавах определяется по правилу отрезков.

73, 74. Используйте математическое выражение правила фаз.

75. Проследите мысленно процесс кристаллизации сплава.

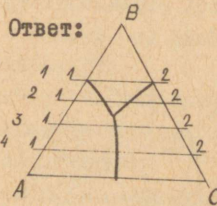
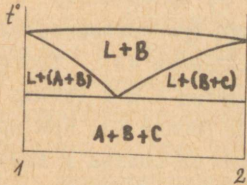
Для определения правильного хода кривой охлаждения используйте правило фаз в критических точках, определяя там число степеней свободы. Если это число не равно нулю, то очевидно фазовые превращения протекают не при постоянной температуре.

76. Сколько компонента А в тройном сплаве состава "а"?

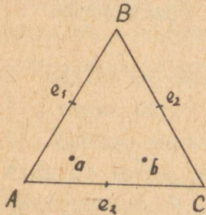


- Ответ: 1) BG; 3) CF;
2) AE; 4) AG.

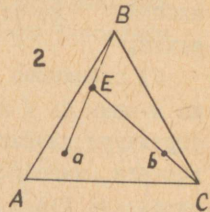
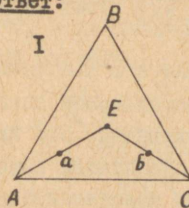
77. Как проходит в тройной системе вертикальное сечение, изображенное слева?



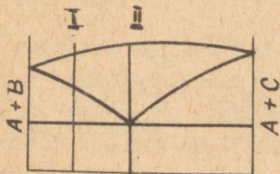
78. Два тройных сплава "а" и "в" не имеют в структуре двойных эвтектик. Каков состав тройной эвтектики?



Ответ:



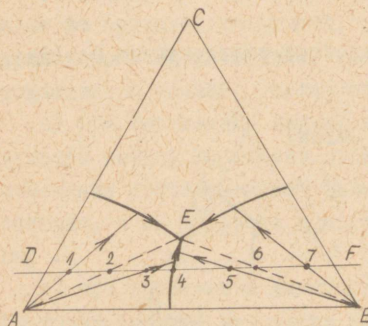
79. Какова структура тройного сплава I?



- Ответ: 1) $A+(A+C)+(A+B+C)$;
2) $B+(A+B)+(A+B+C)$;
3) $C+(A+C)+(A+B+C)$;
4) $A+(A+B)+(A+B+C)$.

76. Вспомните, по какому принципу на концентрационном треугольнике определяется состав тройного сплава. Обратите внимание на направление "обхода" треугольника.

77. Для решения этой задачи необходимо знать принцип построения вертикальных сечений тройных систем.



Пусть требуется построить сечение ДЕ. Для этого необходимо:

а) знать, что сплавы состава Д и Е, находящиеся на сторонах треугольника, являются двойными из системы компонентов А и С (сплав Д) и В и С (сплав Е). При кристаллизации сплава Д вначале выделяются кристаллы компонента А, затем двойная эвтектика А + С. На кривых охлаждения (см. кривые охлаждения на стр. 47) имеют место две критические точки;

б) соединить точки А и В с точкой тройной эвтектики Е; на линиях АЕ и ВЕ находящиеся сплавы (2 и 6) не имеют в структуре двойных эвтектик. При кристаллизации сплава 2 вначале выделяются кристаллы компонента А, затем тройная эвтектика А+В+С. При кристаллизации сплава 6 соответственно кристаллы В и тройная эвтектика А+В+С. На кривых охлаждения две критические точки;

в) взять сплавы в точках 1, 3, 5 и 7, которые являются типичными в данной системе, давая при кристаллизации чистый компонент, двойную эвтектику и тройную эвтектику (три критические точки на кривых охлаждения), но все они отличаются друг от друга либо по качеству выделяющегося первичного компонента, либо характером двойной эвтектики.

Структуры этих сплавов следующие:

1- $A+(A+C)+(A+B+C)$,

3- $A+(A+B)+(A+B+C)$,

5- $B+(A+B)+(A+B+C)$,

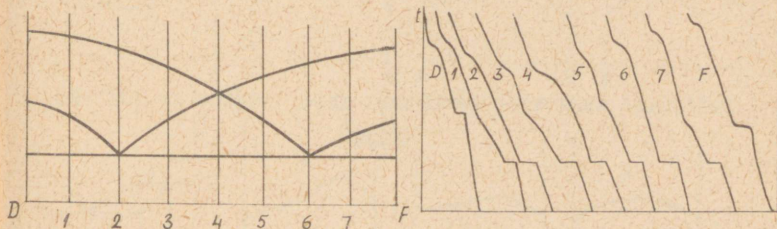
7- $B+(B+C)+(A+B+C)$;

г) знать, что кристаллизация сплавов, состав которых находится на линиях двойных эвтектик (сплав 4) начинается выделением двойной эвтектики и заканчивается кристаллизацией тройной эвтектики (на кривой охлаждения две критические точки). Структура сплава 4 состоит из двойной эвтектики $A + B$ и тройной эвтектики $A+B+C$;

д) взять отрезок $D - F$, отметить на нем точки 1, 2, 3..7, соответствующие составам рассмотренных тройных сплавов, и восстановить из этих точек перпендикуляры;

е) на перпендикуляре каждого сплава необходимо отметить критические точки из соответствующих кривых охлаждения;

ж) полученные системы однородных точек, соответствующих однотипным превращениям в сплавах при кристаллизации, необходимо соединить линиями, в результате чего и получим вертикальное сечение тройной системы.



78. Вспомните, какова характерная особенность состава подобных сплавов.

80. Постройте сечение 2 для тройной диаграммы, приведенной в ответе вопроса 77.

81. Из чего состоит структура сплава состава "В" (см. диаграмму к вопросу 71)?

82. Подсчитайте, чему равно число степеней свободы при кристаллизации двойной эвтектики в тройном сплаве.

83. Приведите методику расчета количества кристаллов компонента А в структуре сплава состава "а" (см. диаграмму к вопросу 72).

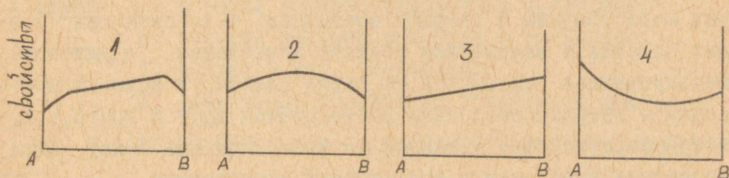
84. Какова структура сплава П (см. вертикальное сечение на диаграмме к вопросу 79)?

85. Чему равна концентрация компонентов В и С в сплаве состава "а" (см. диаграмму к вопросу 76)?

Физико-химический закон Курнакова

86. Как изменяются свойства сплавов в зависимости от состава, если растворимость в твердом состоянии отсутствует.

Ответ:

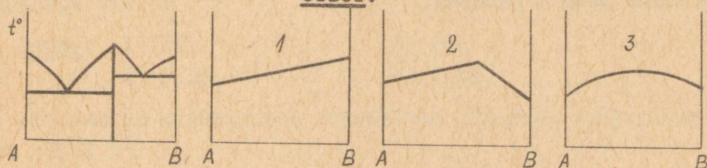


87. Какова электропроводность медно-железного сплава с 10% меди, если электропроводность меди 60, а железа 10 м/ом.мм² (растворимость компонентов в твердом состоянии отсутствует)?

Ответ: ом.мм²/м² 1) 16; 3) 30;
2) 26; 4) 40.

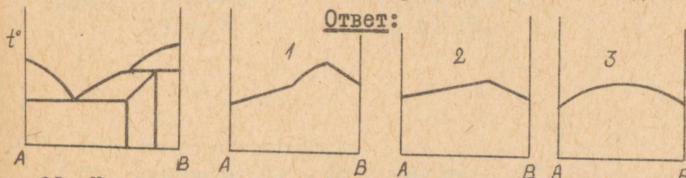
88. Как изменяются свойства, если диаграмма состояния подобная?

Ответ:



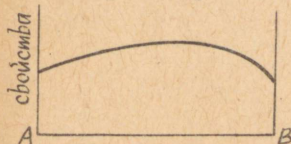
89. Тот же вопрос, если диаграмма состояния подобная?

Ответ:



90. У сплавов какого типа свойства изменяются по приведенному закону?

Ответ: у сплавов образующих:



- 1) механическую смесь;
- 2) твердые растворы;
- 3) химические соединения.

86-90. Связь между свойствами и характером фаз, которые образуются в сплавах, имеет большое значение при создании новых сплавов с требуемыми свойствами. Если, например, требуется создать сплав с высоким электросопротивлением, то, очевидно, нерационально создавать сплавы, компоненты в которых нерастворимы в твердом состоянии, т.к. свойства в таких сплавах с изменением состава изменяются аддитивно. Ориентироваться приходится на такие сплавы, в которых компоненты в твердом состоянии растворяются друг в друге, т.к. электросопротивление в данном случае у сплавов может быть значительно выше, чем у сплавляемых компонентов.

Характер изменения свойств сплавов в двухфазных областях, независимо от того, являются ли эти фазы чистыми компонентами, твердыми растворами или твердыми растворами и химическими соединениями и т.д., происходит по линейному закону. В областях, где имеют место твердые растворы, свойства с изменением состава сплава изменяются по закону кривой линии. Исходя из этого легко представить закономерность изменения свойств от состава сплавов, когда имеют место различные фазы в сплавах.

ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ

Диаграмма Fe - Fe₃C

91. Что называется ферритом?

- Ответ: 1) твердый раствор углерода в α -железе;
2) твердый раствор углерода в γ -железе;
3) феррит - это α -железо;
4) химическое соединение углерода в железе.

92. Какова максимальная растворимость углерода в феррите?

- Ответ: 1) 0,008% 3) 0,02%;
2) 0,1%; 4) 0,3%.

93. Что такое аустенит?

- Ответ: 1) твердый раствор углерода в α -железе;
2) химическое соединение железа с углеродом;
3) твердый раствор углерода в γ -железе;

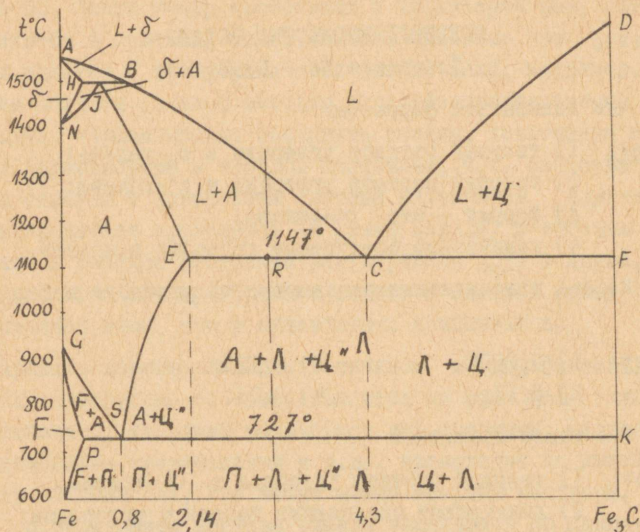
94. Какова предельная растворимость углерода в γ -железе при 960°С^{х)}?

- Ответ: 1) 1%; 3) 2%;
2) 1,5%; 4) 0,8%.

95. Каково минимальное содержание углерода в аустените при 775°С^{х)}?

- Ответ: 1) 0,2%; 3) 0,8%;
2) 0,5%; 4) 1%.

х) См. диаграмму Fe - Fe₃C на стр. 52.



91,93. Определение феррита и аустенита следует выучить.

92,94,95. Для правильного ответа необходимо использовать диаграмму Fe - Fe₃C. Линии, ограничивающие аустенитное поле справа JE и E3, показывают предельную растворимость углерода в аустените в температурном интервале от 1480° до 727°. Линия QS - минимальное количество углерода в аустените в интервале температур 911-727°С. Для разбора диаграммы Fe - Fe₃C необходимо хорошо уметь разбирать типовые диаграммы состояния, задачи на которые и соответствующие пояснения к ним были приведены выше. Основываясь на этом материале, разберите, какие неинвариантные превращения имеют место в железоуглеродистых сплавах, что в результате этих превращений образуется. Полностью разобрав диаграмму Fe - Fe₃C, следует ее выучить.

96. Докажите по диаграмме Fe - Fe₃C, что в структуре сплава с 3% С будет ледебуритная составляющая, имея в виду, что для образования ледебурита нужна жидкая фаза, содержащая 4,3% С при 1147°C.

97. Докажите, что в структуре сплава с 3% С будет перлит, имея в виду, что перлит образуется из аустенита с содержанием углерода 0,8% при 727°C.

98. В каком температурном интервале происходило образование вторичного цементита в структуре сплава с 3% С?

- Ответ:
- 1) при 1147°C;
 - 2) 1300-1147°C,
 - 3) 1147- 727°C;
 - 4) при 727°C.

99. Из какой фазы выделился вторичный цементит в сплаве с 3% С.

- Ответ:
- 1) из аустенита;
 - 2) из ледебурита;
 - 3) из жидкости;
 - 4) из перлита.

100. Из каких фаз состоит перлит?

- Ответ:
- 1) Ф + А;
 - 2) Ф + Ц;
 - 3) Fe₃C + Ц;
 - 4) А + Ц.

101. Из скольких фаз состоит ледебурит?

- Ответ: 1) 1; 1) 2; 3) 3.

96, 97. Для образования ледебурита (эвтектики) необходимо наличие жидкой фазы с содержанием углерода 4,3% при 1147°C , так как только из этой фазы может кристаллизоваться ледебурит. Чтобы доказать наличие жидкой фазы с $\%C=4,3$ при 1147° , вспомните, что при кристаллизации жидкая фаза изменяет свой состав по линии ликвидус, которая к 1147° приходит в точку С с содержанием углерода 4,3%, количество такой жидкости в точке R (см. диаграмму на стр. 47) определяется отношением отрезков $\frac{RE}{EC}$. Эта жидкость кристаллизуясь, дает эвтектику - ледебурит.

Аналогично рассуждая об аустенитной фазе, видим, что при 727°C она имеет концентрацию 0,8% С и превращается в перлит.

98, 99. При температуре 1147°C аустенит содержит 2,14% С, при 727°C - 0,8% С. Избыточный углерод в названном температурном интервале выделяется в виде вторичного цемента.

100-101. Необходимо запомнить, что представляет собой эвтектическое и эвтектоидное превращения (тип превращения, какая фаза превращается и что образуется).

Необходимо знать сущность процессов образования ледебурита и перлита (первый - эвтектический, второй - эвтектоидный продукт). Зная, какие фазы в данном случае превращаются, и какие новые фазы при этом образуются, легко ответить на этот вопрос. Конечно, необходимо четко представлять себе, что такое фаза и какими признаками должны отличаться части системы, чтобы их можно было считать за самостоятельные фазы.

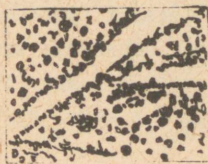
102. Какова формула цементита?

- Ответ: 1) FeC ; 3) Fe_2C ;
2) Fe_3C ; 4) FeC_3 .

103. Какова структура белого чугуна, содержащего 3,0% C?

- Ответ: 1) П+Ц'+Л; 3) П;
2) П + Ц; 4) Л + Ц.

104. Какова структура чугуна, приведенного на рисунке?



- Ответ: 1) Л; 3) Л + П;
2) Л + Ц; 4) П + Ц.

105. Сколько примерно углерода в стали, имеющей подобную структуру?



- Ответ: около 1) 0,10 C;
2) 0,8% C;
3) 1,3% C;
4) 2,5% C.

106. Сколько примерно углерода в стали, имеющей подобную структуру?



- Ответ: около 1) 0,8% C;
2) 0,2% C;
3) 1,2% C;
4) 4,0% C.

107. Нарисуйте структуру доэвтектического белого чугуна, отметив структурные составляющие.

102. Формулу цементита следует запомнить.

103. Вспомните, что этот сплав доэвтектический, и, зная диаграмму Fe - Fe₃C, нетрудно ответить на поставленный вопрос.

104. Необходимо запомнить, как выглядят различные структурные составляющие в белых чугунах, а именно: ледебурит чаще представляется в виде темных точек перлита на светлом фоне цементита; перлит как самостоятельная структурная составляющая представляется под микроскопом в виде сравнительно крупных темных кристаллов (при больших увеличениях удается различить пластическую структуру перлита); вторичный цементит выступает в виде светлой каймы около темных кристаллов перлита; цементит первичный - в виде прямолинейных светлых кристаллов.

105, 106. Если Вы запомнили форму ледебурита (см. пояснение к вопросу 104), то легко заметить, что в приведенных структурах его нет, то есть это сплавы с содержанием углерода до 2% (стали).

В сталях могут быть 3 вида структурных составляющих: перлит - темный, феррит и цементит - светлые. Чтобы отличить их друг от друга, надо помнить, что цементит располагается в сталях в виде сетки вокруг перлита. Определив, из чего состоит структура, легко определить и примерный состав стали.

107. При схематическом изображении структур сплавов необходимо представить структурные составляющие в принципе такими, какими они являются в действительности. Вместе с тем нужно отразить и характер относительного расположения отдельных структурных составляющих в структуре сплава.

Углеродистые стали

108. Какие элементы входят в состав углеродистой стали?

- Ответ:
- 1) Fe, C, Si, Mn, P;
 - 2) Fe, C, Si, Mn;
 - 3) Fe, C, Si, Mn, P, S;
 - 4) Fe, C, Si, Mn, Cr, P, S.

109. Для каких целей вводится марганец в углеродистые стали?

- Ответ: для:
- 1) упрочнения стали;
 - 2) раскисления;
 - 3) раскисления и локализации вредного влияния серы;
 - 4) раскисления и улучшения обрабатываемости.

110. В каких пределах может находиться кремний в углеродистой стали?

- Ответ:
- 1) 0,03 - 0,4%;
 - 2) 0,2 - 0,4%;
 - 3) 0,1 - 0,6%;
 - 4) 0,5 - 0,8%.

111. Какие раскислители обеспечивают получение спокойной стали:

- Ответ:
- | | |
|--------|---------------|
| 1) Si; | 3) Mn, Si; Al |
| 2) Mn; | 4) Al. |

112. Сколько углерода в стали общего назначения?

- Ответ:
- 1) 0,05 - 0,6%;
 - 2) 0,1 - 0,5%;
 - 3) 0 - 0,7%;
 - 4) 0,15 - 0,8%.

113. Перечислить известные Вам группы сталей общего назначения. По каким показателям они поставляются?

108-III. Необходимо вспомнить соответствующий раздел курса "Технология металлов", где разбирался вопрос технологии производства стали.

II2, II3. Сталь общего назначения, ее состав и свойства описываются ГОСТом 380-60. Необходимо подробно ознакомиться, на какие группы подразделяется сталь общего назначения, что служит характерным признаком стали группы А, Б, В.

Учитывая различное воздействие последующей обработки (обработка резанием, горячая обработка, сварка) на свойства изделий, выясните, сталь какой группы следует использовать в зависимости от характера последующей обработки.

Как маркируются стали общего назначения и каковы примерно их свойства. Для каких целей те или иные марки стали применяются.

Необходимо знать также технологические свойства сталей (обрабатываемость, свариваемость и т.д.) разного состава и от чего они зависят.

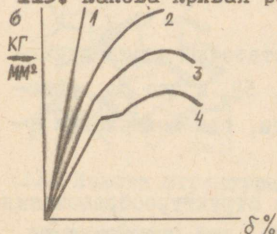
Все эти сведения чрезвычайно необходимы, учитывая, что из стали общего назначения изготавливается большинство железоконструкций и деталей машин.

ЧУГУН

II4. В чем резкое различие в механических свойствах стали и чугуна?

- Ответ:
- 1) в степени прочности;
 - 2) в пределе текучести;
 - 3) в пластичности;
 - 4) в пределе пропорциональности.

II5. Какова кривая растяжения чугуна (серого)?



- Ответ:
- 1) 1;
 - 2) 3;
 - 3) 2;
 - 4) 4.

II6. Каким методом изготавливаются детали из чугуна?

- Ответ:
- 1) прокаткой;
 - 2) ковкой;
 - 3) литьем;
 - 4) штамповкой.

II7. В чем различие между структурой стали и белого чугуна?

- Ответ: в структуре белого чугуна
- 1) нет перлита;
 - 2) нет феррита и имеется ледебурит;
 - 3) имеется цементит;
 - 4) имеется графит.

II8. В чем различие между структурой стали и серого чугуна?

- Ответ:
- 1) в содержании углерода;
 - 2) у стали нет графита;
 - 3) в структуре металлической основы;
 - 4) в количестве примесей.

II4, II5. Повышение содержания углерода делает сплав более хрупким, особенно когда в структуре появляется свободный цементит (белые чугуны). Наличие графита в чугунах вызывает нарушения сплошности металлической основы; места залегания графита являются концентраторами напряжений и охрупчивают материал, пластическая деформация практически отсутствует.

II6. Вспомните раздел "Литейное производство" из курса технологии металлов.

II7. Для ответа на этот вопрос достаточно знать диаграмму Fe - Fe₃C, приведенную на стр. 52, и что по диаграмме белые чугуны находятся в области, где содержание углерода больше 2,14%.

II8. По учебнику разберите процесс структурообразования серого чугуна. Обратите внимание на то, что графитизация, происходившая путем разложения предварительно образовавшегося цементита, протекает наиболее успешно при повышенных температурах. Поэтому в структуре серого чугуна нет цементитной структурной составляющей.

Структура металлической основы серого чугуна формируется в зависимости от того, происходит ли распад цементита перлита при последующем охлаждении или нет.

Серые чугуны могут иметь структуру металлической основы, аналогичную со структурой стали, и их единственным различием является то, что в сером чугуне углерод полностью или частично находится в свободном состоянии (в виде графита).

119. Какова структура данного сплава?



- Ответ: 1) эвтектоидная сталь;
2) перлитный серый чугун;
3) перлитный высокопрочный чугун;
4) ковкий чугун на перлитной основе.

120. Какова структура данного сплава?



- Ответ: 1) ферритный серый чугун;
2) ферритный ковкий чугун;
3) белый ферритный чугун;
4) феррито-перлитный серый чугун.

121. Какова структура данного сплава?



- Ответ: 1) ферритный серый чугун;
2) ферритный ковкий чугун;
3) высокопрочный чугун;
4) доэвтектоидная сталь.

122. Какой чугун представлен на данном рисунке (шлиф не травлен).



- Ответ: 1) серый;
2) серый ферритный;
3) ковкий чугун;
4) высокопрочный чугун.

123. Какова структура данного сплава?



- Ответ: 1) серый чугун ферритный;
2) ковкий чугун феррито-перлитный;
3) высокопрочный чугун ферритный;
4) высокопрочный феррито-перлитный чугун.

119 - 123. На всех рисунках представлены структуры чугунов, за исключением белого. Во всех структурах присутствует графит в той или иной форме (самые темные составляющие структуры), что и определяет класс чугуна (серый, ковкий, высокопрочный).

Форма графитовых включений определяется условиями графитообразования чугуна. В случае выделения графита из жидкой фазы в обычных серых чугунах, он имеет форму пластинок. Такой графит имеет место в серых чугунах.

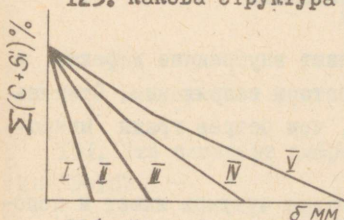
При производстве ковких чугунов графит образуется путем разложения цементита при отжиге. Сначала образуются центры графитовой фазы, которые постепенно растут за счет диффузии атомов углерода к этим центрам. Благодаря этому рост графитовых включений в ковких чугунах более или менее одинаков во всех направлениях, и форма графитовых включений гнездовидная.

В случае модифицирования чугуна магнием или церием графит при кристаллизации из жидкости приобретает шаровидную форму, что является отличительной особенностью структуры высокопрочного чугуна или чугуна с шаровидным графитом. При разборе структур всегда в первую очередь необходимо определить класс чугуна, для чего нужно знать, что в сером чугуне графит чешуйчатый, в ковком - гнездовидный, а в высокопрочном - шаровидный. Далее приступают к определению структурных составляющих металлической основы (если шлиф травлен и структура выявлена). При этом нужно помнить, что феррит выступает как светлая структурная составляющая, перлит кажется при малых увеличениях однородно окрашенной темной составляющей (но светлее графита!). При больших увеличениях разделяются феррит и цементит перлита и можно видеть его пластинчатую форму. В зависимости от того, какие структурные составляющие металлической основы найдены, дифференцируется и структура чугунов.

I24. Какие факторы влияют на структуру чугуна в процессе кристаллизации?

- Ответ: 1) % Si + %C;
 2) % Si + %C и скорость охлаждения;
 3) % Si + %C + %P и скорость охлаждения;
 4) химический состав чугуна.

I25. Какова структура чугуна в области III?

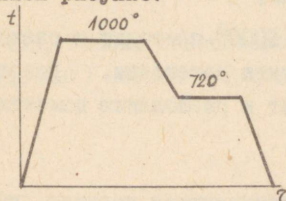


- Ответ: 1) Ф + П + Г;
 2) Ф + Ц + П + Г;
 3) П + Г;
 4) П + Ц + Г.

I26. Чем обусловлены различные механические свойства серых, ковких и высокопрочных чугунов?

- Ответ: 1) химическим составом;
 2) формой графитовых включений;
 3) технологией производства;
 4) содержанием кремния и углерода.

I27. График отжига какого ковкого чугуна представлен на данном рисунке?



- Ответ: 1) ферритного;
 2) феррито-перлитного;
 3) перлитного.

I28. Чем обусловлена шаровидная форма графита в высокопрочном чугуне?

- Ответ: 1) режимом термообработки;
 2) модифицированием магнием;
 3) химическим составом чугуна;
 4) высокой температурой заливки.

124, 125. Элементы, входящие в состав чугуна, могут действовать (C, Si) или тормозить графитацию (Mn, S), но так как последних в составе чугуна относительно мало, поэтому главное влияние на структуру (степень распада цементита) оказывает углерод и кремний. Процессу распада цементита содействует также длительность пребывания отливки в области высоких температур, или проще скорость охлаждения, определяемая толщиной стенки отливки; чем последняя больше, тем в большей мере распадается цементит.

126. Графитовые включения создают внутренние дефекты в структуре, действуя как концентраторы напряжения. Степень концентрации напряжения тем выше, чем острее грани микродефектов.

Однако наличие графита в структуре чугунов имеет и положительные стороны, которые выражаются в следующем:

1) наличие графита улучшает обрабатываемость чугуна резанием;

2) графитовые включения, действующие как твердая смазка, улучшают антифрикционные свойства чугунов;

3) графитовые включения содействуют затуханию вибраций и резонансного колебания в процессе службы чугунных деталей;

4) чугуны почти не чувствительны к поверхностным дефектам, которые в стальных изделиях наиболее часто приводят к усталостным поломкам деталей машин.

127. Выдержка при температуре 1000° приводит к разложению вторичного цементита и цементита эвтектики. Дополнительная выдержка при 720° приводит к разложению цементита, входящего в перлит.

128. Высокопрочные чугуны модифицируются магнием, который существенным образом влияет на форму кристаллизующегося графита.

129. Что означают цифры 15 и 32 в марке серого чугуна Сч 15-32?

- Ответ:
- 1) σ_B , $\sigma_{0,2}$;
 - 2) $\sigma_{0,2}$, σ_B ;
 - 3) δ , σ_B ;
 - 4) δ , $\sigma_{0,2}$.

130. Каково относительное удлинение серого чугуна?

- Ответ:
- 1) $0,1 + 0,5\%$;
 - 2) $1 + 5\%$;
 - 3) $15 + 20\%$;
 - 4) $3 + 10\%$.

131. Что означают цифры 35-10 в марке ковкого чугуна Кч 35-10?

- Ответ:
- 1) σ_B , $\sigma_{0,2}$;
 - 2) σ_B , δ ;
 - 3) σ_B , $\sigma_{изл}$;
 - 4) $\sigma_{0,2}$, δ .

132. Каково относительное удлинение перлитных (светло-сердечных) ковких чугунов?

- Ответ:
- 1) $3 - 4\%$;
 - 2) $6 - 10\%$;
 - 3) $10 - 15\%$;
 - 4) $15 - 20\%$.

133. Каково относительное удлинение ферритных (черно-сердечных) ковких чугунов?

- Ответ:
- 1) $8 - 12\%$;
 - 2) $3 - 6\%$;
 - 3) $15 - 20\%$;
 - 4) $20 - 25\%$.

134. Напишите, в каких пределах находится C, Si, Mn, P, S, Mg в ковких и серых чугунах.

129, 130. Серые чугуны весьма хрупки. Независимо от структуры и прочностных свойств их относительное удлинение остается малым, и поэтому нет смысла вводить его в марку чугуна. Что касается прочностных свойств, то они сильно зависят от структуры металлической основы и величины графитовых включений.

Сообразите, может ли быть предел текучести $\sigma_{0.2}$ у серых чугунов.

131–133. Ввиду гнездовидной формы графита ковкие чугуны приобретают известную пластичность, которая зависит также и от структуры металлической основы.

Естественно, что наличие перлитной структуры охрупчивает чугун. Так как пластичность ковких чугунов является важнейшей их характеристикой, то марка чугуна должна ее отображать.

Пределы пластических и прочностных свойств чугунов нужно запомнить.

134. Для графитизации из жидкой фазы необходимо повышенное количество в чугунах углерода и кремния. Очевидно в серых и высокопрочных чугунах количество этих элементов должно быть достаточно высоким. В ковких чугунах, в которых не допускается образование графита при кристаллизации, количество этих элементов должно быть ограничено, но все же достаточно высокое, чтобы обеспечить успешное протекание графитизации при отжиге. В высокопрочных чугунах для получения графита в шаровидной форме должно быть известное количество магния. Сера во всех случаях вредная примесь, ее содержание в чугуне следует ограничивать. Фосфор увеличивает жидкотекучесть чугуна, и поэтому в тонкостенных отливках допускаются его повышенные количества.

135. В чем преимущества чугуна перед сталью в конструкциях, подверженных циклическому воздействию нагрузок?

- Ответ: 1) чугун не чувствителен к концентраторам напряжений и гасит вибрации;
2) чугун обладает лучшими литейными свойствами;
3) чугун лучше обрабатывается резанием;
4) чугун имеет более высокую ударную вязкость.

136. Можно ли из ковкого чугуна выковать коленчатый вал?

- Ответ: 1) да; 2) нет.

137. Из каких чугунов изготавливают коленчатые вали?

- Ответ: 1) из серых;
2) из ковких;
3) из чугуна с шаровидным графитом;
4) из белых.

138. Из какого материала изготавливают станины токарных станков?

- Ответ: 1) из серого;
2) из высокопрочного;
3) из ковкого;
4) из модифицированного.

139. Какой из приведенных чугунов является наилучшим по своим свойствам?

- Ответ: 1) серый ферритный;
2) серый перлитный;
3) серый феррито-перлитный.

135. Концентраторы напряжений в стальных изделиях (риски от резца, переходы в сечениях, отверстия, выточки и т.д.) весьма опасны с точки зрения возможности зарождения около них очагов усталостных трещин. Чугунные изделия, ввиду наличия в них по всему сечению графитовых включений, являющихся фактически внутренними концентраторами напряжений, не чувствительны к наружным, вызванным конструктивными особенностями и технологией изготовления детали. Благодаря таким же внутренним порам чугуна хорошо гасит вибрации, и поэтому уменьшается возможность резонанса напряжений при повторных нагрузках.

136 137. Несмотря на известную пластичность ковких и высокопрочных чугунов, подвергнуть их ковке не представляется возможным. Высокоответственные детали целесообразно изготавливать литьем из чугуна с шаровидным графитом.

138. При решении таких вопросов необходимо исходить из условий работы отливки, свойств материалов и экономических соображений.

139. Необходимо помнить, что серые чугуны имеют вообще ничтожную пластичность, прочностные же свойства существенно зависят от структуры металлической основы. Вспомните, каковы примерно прочностные свойства феррита и перлита.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

I40. Какими параметрами характеризуется режим термообработки?

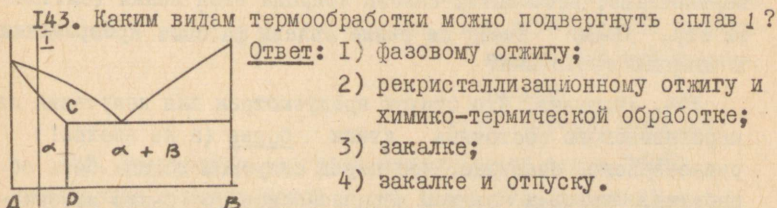
- Ответ: 1) временем нагрева;
 2) температурой нагрева, временем выдержки и скоростью охлаждения;
 3) температурой нагрева, временем охлаждения;
 4) скоростью нагрева, температурой нагрева, длительностью выдержки и скоростью охлаждения.

I41. Какой термической обработке подвергается изделие после предварительной холодной пластической деформации?

- Ответ: 1) отжигу;
 2) фазовому отжигу;
 3) рекристаллизационному отжигу;
 4) отпуску.

I42. Какому виду термообработки можно подвергнуть чистую медь?

- Ответ: 1) фазовому отжигу;
 2) рекристаллизационному отжигу;
 3) закалке;
 4) отпуску.



I44. Какая операция предшествует отпуску стали?

- Ответ: 1) фазовый отжиг;
 2) закалка;
 3) химико-термическая обработка;
 4) рекристаллизационный отжиг.

140. При термообработке температура нагрева определяет протекание нужных фазовых превращений; длительность нагрева предусматривает необходимую полноту превращений при высокой температуре; скорость охлаждения — в ряде случаев конечный результат, особенно когда при охлаждении имеют место фазовые превращения.

Для сталей с относительно низкой теплопроводностью (высоколегированные стали, например, быстрорежущие) имеет значение и скорость нагрева, при излишне высокой скорости изделия могут коробиться или даже растрескиваться из-за больших термических напряжений. Для углеродистой стали такая опасность в случае, если изделия не особенно крупные и имеют простую форму, отсутствует.

141. Для ответа на данные вопросы нужно запомнить сущность и назначение всех видов термообработки по классификации академика А.А. Бочвара.

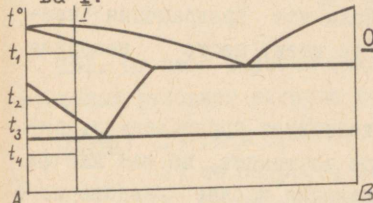
142. Чистая медь не имеет фазовых превращений в твердом виде. Зная это, а также сущность различных видов термообработки можно ответить на данный вопрос.

143. Обратите внимание, что линия СД на диаграмме идет вертикально, вспомните, какова природа этой линии (см. также стр. 31-36 **Имеют ли такие сплавы фазовые превращения в твердом состоянии?**)

144. Учитывая, что отпуск предусмотрен для получения из неравновесного состояния стали более (а не вполне!) равновесного, очевидно, что перед отпуском должна быть обработка, которая создала неравновесное состояние материала.

I45. Какова минимальная температура полной закалки спла-

ва I?



Ответ: 1) t_1 ; 2) t_2 ;
3) t_3 ; 4) t_4 .

I46. Какова может быть температура отпуска сплава (диаграмма к вопросу I45)?

Ответ: 1) t_1 ; 2) t_2 ;
3) t_3 ; 4) t_4 .

I47. Какова минимальная температура химико-термической обработки сплава I (диаграмма к вопросу I45)?

Ответ: 1) t_1 ; 2) t_2 ;
3) t_3 ; 4) t_4 .

I48. В чем принципиальное различие в режиме отжига и закалки сплава?

Ответ: 1) в температуре нагрева;
2) в скорости охлаждения;
3) в длительности выдержки при высокой температуре;
4) в скорости нагрева.

I49. Температура нагрева эвтектоидной стали 750°C , охлаждение в воде; какой это вид термообработки?

Ответ: 1) отжиг;
2) неполная закалка;
3) полная закалка;
4) отпуск.

I50. Какова температура закалки заэвтектоидной стали?

145, 146. Следует помнить, что для закалки необходим нагрев до температур, при которых имели бы место хотя бы частичные фазовые превращения. Если эти превращения претерпевают не все фазы в сплаве, то имеет место неполная закалка.

Нагрев закаленного сплава содействует превращениям, приводящим сплав в более равновесное состояние, но так как при отпуске не преследуется цель получения вполне равновесного состояния, температура отпуска должна быть ниже температуры фазового превращения.

147. Для реализации химико-термической обработки необходима растворимость насыщающего компонента в твердом состоянии. Посмотрите по диаграмме, при каких температурах это имеет место.

148. Вспомните, что такое закалка и отжиг.

149. Вспомните диаграмму состояния Fe - Fe₃C, сколько углерода в эвтектоидной стали и какова температура эвтектоидного превращения; какая фаза имеет место при температуре 750°C и может ли произойти эвтектоидное превращение A → П при большой скорости охлаждения.

150. Структура заэвтектоидной стали включает в себя перлит и цементит. Так как закалка преследует цель получения высокоизносостойких (твердых) изделий, то необходимо при термообработке обеспечить превращение в мартенсит лишь перлитной части структуры стали; цементит же, имея высокую твердость, не ухудшает свойств износостойкости. Исходя из этого легко сообразить, какова должна быть температура закалки заэвтектоидных сталей.

Теория термической обработки стали

Превращение перлита в аустенит

(П — А)

151. От чего зависит температура превращения П — А в реальных условиях нагрева железоуглеродистых сплавов?

- Ответ:
- 1) от % С;
 - 2) от скорости нагрева;
 - 3) от структуры стали;
 - 4) от величины зерна стали.

152. При какой температуре начинается интенсивный рост аустенитного зерна наследственно мелкозернистой стали?

- Ответ:
- 1) 800 — 850°C;
 - 2) 900 — 950°C;
 - 3) 950 — 1000°C;
 - 4) 750 — 800°C.

153. Сталь одного и того же состава раскислена различными раскислителями. В таком случае можно ожидать наследственно мелкозернистую структуру?

- Ответ: при раскислении:
- 1) Mn;
 - 2) Mn и Si;
 - 3) Mn, Si и Al;

154. Какие элементы уменьшают склонность к росту аустенитного зерна?

- Ответ:
- 1) Mn;
 - 2) Ti, V, Mo;
 - 3) Si, Mn;
 - 4) Ni, Si, Cu.

155. Какие свойства ухудшены у крупнозернистой стали?

- Ответ:
- 1) H_b ;
 - 2) a_{H^1} ;
 - 3) σ_b ;
 - 4) σ .

151. При рассмотрении диаграммы Fe - Fe₃C превращение П → А происходит при 727°C, однако надо учесть, что подобное положение имеет место при бесконечно медленном нагреве. В реальных условиях нагрев может осуществляться с различными скоростями, что сказывается на превращении П → А в том, что оно совершается при более высокой температуре и протекает в известном температурном интервале. Это объясняется тем, что превращение П → А связано с диффузионным перераспределением атомов углерода и перемещением атомов железа при перестройке кристаллической решетки, на что требуется определенное время. Превращение П → А реально происходит при тем более высоких температурах, чем выше скорость нагрева.

При нагреве поликристаллических веществ, в том числе и стали, имеет место тенденция к росту зерна, благодаря чему уменьшается свободная энергия системы за счет уменьшения поверхностной энергии отдельных зерен (крупнокристаллический материал имеет меньшую суммарную поверхность зерен, чем мелкокристаллический). Однако в сталях после определенной технологии производства можно создавать искусственные препятствия для роста зерен аустенита, благодаря чему рост зерен начинается при значительно более высоких температурах, чем температура образования аустенита.

152. Посмотрите в учебнике схему роста аустенитного зерна в зависимости от температуры.

153. Дополнительное раскисление Al вызывает замедленный рост зерна аустенита из-за образования дисперсных соединений Al₂O₃, служащих барьерами при росте зерна аустенита.

154. Затормаживают рост аустенитного зерна преимущественно элементы, образующие стойкие карбиды.

155. Крупное зерно, главным образом, ухудшает динамическую прочность стали при динамических нагрузках.

Преобразование аустенита в перлит

(А \rightarrow П)

156. Какие основные параметры определяют распад аустенита при охлаждении?

- Ответ:
- 1) скорость перекристаллизации;
 - 2) число центров и скорость роста кристаллов продуктов распада;
 - 3) степень переохлаждения;
 - 4) химический состав стали.

157. Какие факторы в основном влияют на скорость распада аустенита?

- Ответ:
- 1) разница в свободных энергиях аустенита и продуктов распада и скорость диффузии углерода;
 - 2) скорость диффузии углерода;
 - 3) состав стали;
 - 4) величина зерна аустенита.

158. Из каких фаз состоит сорбит?

- Ответ: 1) Ф; 2) Ф+П; 3) Ф+Ц; 4) Ц.

159. В чем различие в фазовом составе перлита, сорбита и троостита?

- Ответ:
- 1) состоят из разных фаз;
 - 2) разное количество феррита и цементита;
 - 3) разный состав феррита и цементита;
 - 4) различия нет.

160. Чем объясняется уменьшение скорости распада аустенита при температурах 200 – 300°C?

- Ответ:
- 1) стабилизацией аустенита;
 - 2) уменьшением скорости диффузии углерода;
 - 3) увеличением устойчивости аустенитной фазы;
 - 4) увеличением разности свободных энергий аустенита и продуктов распада.

161. Сколько углерода в цементите сорбита?

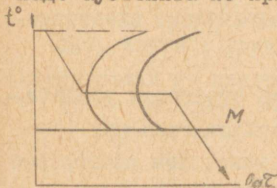
156, 157. Превращение А → П при понижении температуры подчиняется тем же законам, как и кристаллизация из жидкой фазы (см. стр. 12) (ч.ц. и с.к. зависят от степени переохлаждения системы). Увеличение степени переохлаждения, с одной стороны, ведет к увеличению разницы свободных энергий старой и новых фаз, что должно содействовать увеличению скорости распада; с другой стороны, для превращения А → П необходимо диффузионное перераспределение атомов углерода, скорость чего уменьшается с увеличением степени переохлаждения. Таким образом, оба эти фактора, рассматриваемые вместе, определяют скорость распада аустенита.

158, 159. Продуктами распада аустенита могут быть фазы, устойчивые при температурах ниже 727° . Вспомните, какие это фазы, сколько в них углерода и что состав аустенита при распаде равен 0,8% С.

160. Скорость диффузии углерода сильно падает с понижением температуры, и поэтому, несмотря на то что энергетически более стабильным при этих условиях являются фазы феррит и цементит, именно от диффузии будет зависеть длительность всего процесса превращения.

161. При распаде аустенита в зависимости от степени переохлаждения образуются различные структуры (перлит, сорбит, троостит, бейнит), но фазовый состав их во всех случаях одинаков (феррит + цементит). Очевидно и химический состав этих фаз должен быть одинаков и соответствовать данным диаграммы состояния $Fe - Fe_3C$ (исключение составляет состав феррита в бейните, который из-за недостаточной развитости диффузионных процессов при образовании бейнита, имеет повышенное (до 0,1 - 0,15% С) содержание углерода).

162. Какая структура образуется при изотермическом распаде аустенита по приведенному режиму?

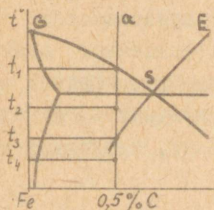


- Ответ: 1) перлит;
2) сорбит;
3) бейнит;
4) троостит.

163. Какая структура из приведенных в ответах имеет наибольшую твердость?

- Ответ: 1) перлит; 2) сорбит;
3) бейнит; 4) троостит.

164. При какой температуре (степени переохлаждения) у стали состава "а" (%C = 0,5) образуется квазиэвтектоидная структура?

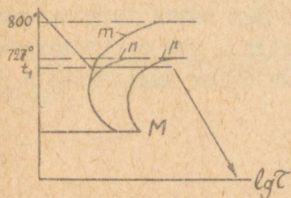


- Ответ: при 1) t_1 ; 2) t_2 ;
3) t_3 ; 4) t_4 .

165. Сколько углерода в перлитоподобной (квазиэвтектоидной) структуре стали "а" (см. вопрос 164) при переохлаждении ее до значений температуры t_3 ?

- Ответ: 1) 0,8%; 2) 0,5%;
3) 1,1%; 4) 0,3%.

166. Какая структура образуется от распада аустенита при степени переохлаждения " t_1 " (сталь доэвтектоидная)?



- Ответ: 1) Φ + перлит;
2) П + сорбит;
3) Ц + сорбит;
4) сорбит.

162. При температурах превращения аустенита, соответствующих его минимальной устойчивости, образуются самые тонкодисперсные продукты распада, еще сохраняющие пластинчатое строение.

163. Твердость продуктов превращения аустенита увеличивается по мере увеличения степени переохлаждения при распаде аустенита, так как твердость тем выше, чем дисперснее цементитные включения, входящие в пластичную ферритную фазу стали.

Повышенная твердость бейнита объясняется дополнительно и некоторой пересыщенностью углеродом ферритной фазы в ней.

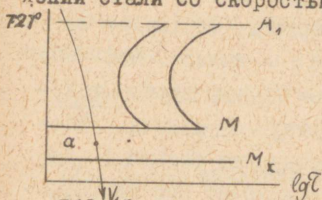
164, 165. Необходимо иметь в виду, что в до- и заэвтектоидных сталях при степенях переохлаждений, соответствующих минимальной устойчивости аустенита и выше, не выделяется феррит или цементит, как это следует из диаграммы состояния Fe - Fe₃C. Аустенит непосредственно превращается в перлитоподобные продукты, имеющие, естественно, отличный от нормального перлита состав по углероду. Степени переохлаждения, при которых возникает квазиэвтектоид у сталей того или иного состава можно установить, продолжив линии GS и SE диаграммы Fe - Fe₃C.

166. Необходимо разобраться, какой физический смысл линии *m*, *n*, *p* на кривых изотермического распада аустенита для данной стали (какие превращения начинаются или заканчиваются при этих кривых).

Так как линия " *m* " простирается в область выше температуры распада аустенита (727°C), то очевидно она должна соответствовать выделению из аустенита такой фазы, которая была бы при этих температурах устойчивой. Вспомните, какая это фаза для доэвтектоидных сталей. Эта линия продолжается и при температурах ниже 727°C. Очевидно, при соответствующих степенях переохлаждения эта фаза будет выделяться и в данных условиях.

Превращение аустенита в мартенсит
(A → M)

167. Какая структура образуется при непрерывном охлаждении стали со скоростью V_1 ?



- Ответ: 1) бейнит;
2) мартенсит;
3) сорбит;
4) троостит.

168. Каково содержание углерода в мартенсите стали с % C = 0,5?

- Ответ: 1) 0,2%; 2) 0,5%;
3) 0,3%; 4) 0%.

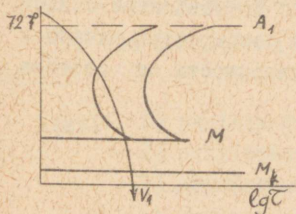
169. Из скольких фаз состоит мартенсит?

- Ответ: 1) 1; 2) 2;
3) 3; 4) 4.

170. Какие фазы имеют место, если сталь охлаждена со скоростью V_1 до температуры в точке "а" (см. фиг. к вопросу 167)?

- Ответ: 1) M; 2) M + Ф;
3) M + A; 4) M + T.

171. Какая получается структура при охлаждении стали со скоростью V_1 (см. фигуру)?



- Ответ: 1) M; 2) M + A;
3) M+T+A; 4) T + M.

172. Какова структура стали с 1,1% C после полной закалки?

167 - 170. При охлаждении с большими скоростями не происходит распад аустенита и он превращается непосредственно в мартенсит. Сущность этого превращения заключается в том, что углерод не успевает выделиться в виде цементита, кристаллическая же решетка γ -железа превращается в кристаллическую решетку α -железа; таким образом, мартенсит есть пересыщенный твердый раствор углерода в α -железе. Чем богаче углеродом закаливаемая сталь, тем больше атомы углерода деформируют кристаллическую решетку α -железа. Благодаря этому отношение $\frac{C}{A}$ решетки мартенсита больше 1. Характерно, что превращение $A \rightarrow M$ происходит при непрерывном охлаждении в интервале температур, и поэтому, прекратив охлаждение при температуре ниже M_H , но выше M_K , полного превращения $A \rightarrow M$ не происходит. Температурный интервал мартенситного превращения зависит от состава стали, и M_K понижается с увеличением содержания углерода свыше 0,6% в область отрицательных температур. Поэтому такие стали после охлаждения до комнатных температур имеют наряду с мартенситом в структуре также остаточный аустенит.

171. При такой скорости охлаждения в интервале температур 1 - 2 часть аустенита распадается на феррито-цементитную смесь, оставшаяся часть в интервале температур 3-4 превращается в мартенсит.

172. Полная закалка производится от температуры нагрева в аустенитную область. Для решения поставленной задачи необходимо вспомнить, как изменяется температура начала и конца мартенситного превращения в зависимости от состава стали.

Превращение при отпуске

(М → Ф + Ц)

173. На какие фазы разлагается мартенсит при отпуске?

Ответ: 1) Ф + П; 2) Ф + Ц; 3) П; 4) Ц + П.

174. При каких температурах отпуска заканчивается распад мартенсита?

Ответ: при 1) 200 – 300°C; 2) 400 – 450°C;
3) 600 – 650°C; 4) 100 – 200°C.

175. В чем различие в этапах отпуска средне- и высокоуглеродистой стали?

Ответ: у низкоуглеродистой стали:

- 1) отсутствует этап превращения остаточного аустенита в мартенсит отпуска;
- 2) не происходит коагуляция карбидов;
- 3) не снимаются внутренние напряжения;
- 4) образуются карбиды другого состава.

176. Чем объясняется вторичное увеличение размера образца при температурах отпуска 200 – 300°C у высокоуглеродистой стали?

Ответ: 1) нагревом мартенсита;
2) превращением остаточного аустенита в мартенсит отпуска;
3) распадом мартенсита на феррит и цементит;
4) выделением углерода из мартенсита.

177. Чем отличается мартенсит отпуска от мартенсита закалки?

Ответ: 1) меньшим содержанием углерода;
2) отсутствием углерода;
3) двухфазным строением;
4) большей степенью тетрагональности решетки.

I73. Так как мартенсит есть пересыщенный твердый раствор углерода в α -железе, то он стремится к разложению на те фазы, которые устойчивы при температурах ниже 727°C у железоуглеродистых сплавов. Не перепутайте понятия фаза и структурная составляющая.

I74. Посмотрите дилатометрическую кривую изменения удлинения отпускаемой стали. Очевидно при температурах, когда $\Delta l = 0$, весь углерод из мартенсита выделился.

I75. Из раздела "Превращение А \rightarrow М" вспомните зависимость температуры мартенситного превращения от состава стали.

Температуры начала и конца мартенситного превращения дозвтектоидных сталей с содержанием углерода до 0,5% выше комнатных. В стали с большим содержанием углерода температура M_s ниже 0°C . Исходя из этого для разных по составу сталей имеем различные структуры после закалки — это будет иметь отражение и в особенностях процессов, происходящих при отпуске таких сталей.

I76. При отпуске в стали могут сосуществовать фазы: М, Ц, $A_{\text{ост}}$ и Ф. Из названных фаз аустенит имеет минимальный объем, мартенсит — максимальный объем.

I77. См. пояснение к вопросу I74. Обратите внимание, что выделение углерода из мартенсита происходит в широком интервале температур нагрева, то есть имеет место пересыщенность углеродом α -железа до сравнительно высоких температур; и происходит постепенное выделение углерода из Fe_α (с) (мартенсита) по мере нагрева закаленной стали.

Влияние термической обработки на свойства стали

178. Чем объясняется высокая твердость мартенсита за-
калки?

- Ответ: 1) искажениями в кристаллической решетке, вызы-
ваемыми избыточным количеством углерода;
2) игольчатой формой кристаллов;
3) большими внутренними напряжениями термическо-
го происхождения;
4) низкой температурой образования мартенсита.

179. От чего зависит твердость закаленной стали?

- Ответ: 1) от содержания углерода;
2) от содержания других примесей;
3) от температуры нагрева под закалку;
4) от температуры образования мартенсита.

180. Чем объясняется высокая твердость мартенсита отпус-
ка?

- Ответ: 1) содержанием углерода в стали;
2) дисперсностью частиц, выделившихся карбидов;
3) температурой отпуска;
4) неоднородным составом мартенсита.

181. Чем объясняется пониженная твердость закаленной за-
эвтектоидной стали, подвергнутой полной закалке?

- Ответ: 1) укрупнением структуры мартенсита;
2) увеличением количества остаточного аустенита;
3) разложением аустенита на Φ + Ц ;
4) уменьшением внутренних напряжений.

182. Почему твердость мартенсита в заэвтектоидных сталях,
подвергнутых неполной закалке, одинакова?

- Ответ: 1) одинаковое количество углерода в мартенсите;
2) различное значение температур M_N и M_K ;
3) прекращение влияния углерода на твердость;
4) изменение количества остаточного аустенита.

178-179. Количество углерода в мартенсите растет пропорционально изменению содержания углерода в закаливаемой стали. По такому же закону изменяется тетрагональность кристаллической решетки мартенсита, создаваемая атомами углерода. Наличие насильственно внедренных атомов углерода в кристаллическую решетку вызывает большие внутренние напряжения, дробление мозаичных блоков, что зависит прямо пропорционально от количества углерода в решетке. Все эти факторы препятствуют пластической деформации, и сталь обнуживает высокую твердость.

180. Уже при сравнительно невысокой температуре отпуска начинается выделение углерода из мартенсита и образование мелкодисперсных цементитных частиц, кристаллическая решетка которых вначале когерентно связана с решеткой мартенсита. Большое количество цементитных включений блокируют плоскости скольжения α -твердого раствора, затрудняя пластическую деформацию. Роль пересыщенности углеродом мартенсита отпуска в прочностном отношении отодвигается на второй план.

181, 182. См. пояснение к вопросам 167-170. При полной закалке таких сталей наряду с мартенситом будет остаточный аустенит тем в большем количестве, чем больше углерода в стали. При неполной закалке с одинаковых температур заэвтектоидных сталей превращается в мартенсит аустенитная фаза одного и того же состава независимо от состава стали, что и определяет свойства полученных продуктов закалки.

Следует различать твердость закаленной заэвтектоидной стали и твердость мартенсита в стали. Твердость стали с увеличением количества углерода будет повышаться за счет увеличения содержания твердой цементитной составляющей стали.

183. Чем объясняется понижение твердости закаленной стали по мере повышения температуры отпуска свыше 350°C ?

- Ответ:
- 1) снижением внутренних напряжений;
 - 2) укрупнением частиц цементита и мозаичной структуры;
 - 3) выделением углерода из кристаллической решетки мартенсита;
 - 4) получением феррито-цементитной смеси.

184. Чем объясняется понижение ударной вязкости при температуре отпуска $200-300^{\circ}\text{C}$ у высокоуглеродистой стали?

- Ответ:
- 1) выделением углерода из мартенсита;
 - 2) превращением $A_{\text{ост}} \rightarrow M_{\text{отп}}$;
 - 3) высокой дисперсностью цементитных частиц;
 - 4) уменьшением внутренних напряжений.

185. Чем объясняются более высокие механические свойства высокоотпущенной стали по сравнению с закаленной?

- Ответ:
- 1) различной дисперсностью структуры;
 - 2) своеобразием в механизме образования феррито-цементитных фаз;
 - 3) формой цементитных включений; отсутствием внутренних напряжений.

186. Какие свойства стали обуславливаются не только степенью дисперсности структуры, но и формой цементитных частиц?

- Ответ:
- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1) $\sigma_{\text{в}}$; | 2) HB; |
| 3) $\delta, \psi, a_{\text{н}}$; | 4) $\delta_{\text{в}}, a_{\text{н}}, \psi$. |

187. От каких факторов зависят свойства отпущенной углеродистой стали?

- Ответ:
- 1) от $t^{\circ}_{\text{отп}}$, от времени отпуска, скорости охлаждения;
 - 2) от $t^{\circ}_{\text{отп}}$, времени отпуска;
 - 3) $t^{\circ}_{\text{отп}}$, скорости охлаждения;
 - 4) $t^{\circ}_{\text{отпуска}}$.

183. При температурах свыше 350° заканчивается снятие внутренних напряжений, при этих температурах весь углерод из мартенсита выделится и структура будет состоять из феррито-цементитной смеси. Основные процессы, протекающие в стали, заключаются в коагуляции цементитных частиц и в укрупнении мозаичной структуры.

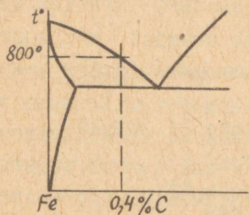
184. Второй этап отпуска таких сталей в интервале температур $200-300^{\circ}$ заключается в превращении остаточного аустенита в мартенсит отпуска, что вызывает известный прирост твердости и сопровождается увеличением размеров образца (см. дилатометрическую кривую отпуска). Учитывая различие в свойствах мартенсита отпуска и аустенита, можно судить о причинах понижения ударной вязкости.

185, 186. При распаде аустенита получают пластинчатые структуры продуктов распада, которые менее благоприятно сказываются на показателях пластичности стали по сравнению со структурами зернистыми, которые имеют место при разложении мартенсита в процессе отпуска. Особенно благоприятно влияют зернистые продукты отпуска на свойства пластичности.

187. При отпуске происходят процессы, уменьшающие степень неравновесности закаленной стали. Так как для этого необходима надлежащая подвижность атомов, то очевидно, чем выше температура отпуска, тем в большей мере обеспечиваются необходимые процессы. Известную роль здесь играет и время выдержки при температуре отпуска, чтобы необходимые процессы успели осуществиться. Так как свойства отпущенной стали формируются при соответствующей температуре отпуска, то скорость охлаждения на свойства стали после отпуска влияния не оказывает (если не говорить о термических напряжениях, которые конечно зависят от скорости охлаждения).

Практика термической обработки стали

188. Какова температура закалки стали с содержанием углерода 0,4?



- Ответ: 1) 800 °C;
2) 750 °C;
3) 900 °C;
4) 840 °C.

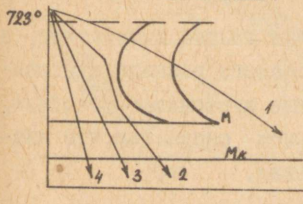
189. Какова температура закалки стали с 1,2% C?

- Ответ: 1) 760 °C; 2) 940 °C;
3) 850 °C; 4) 1000 °C.

190. Какова длительность нагрева под закалку квадратного изделия из стали сечением 10x10, если температура в электропечи 800°C?

- Ответ: 1) 5 мин; 2) 10 мин;
3) 7,5 мин; 4) 15 мин.

191. Какой из приведенных режимов охлаждения при закалке явился бы оптимальным?



- Ответ: 1) 2; 2) 3;
2) 1; 4) 4.

192. С какой скоростью охлаждает вода при 18°C и масло при 18°C в интервале температур 550–650°C.

- Ответ: 1) 600 и 150 °C/сек;
2) 150 и 600 °C/сек;
3) 1200 и 600 °C/сек;
4) 600 и 500 °C/сек.

188, 189. Для сталей (за исключением эвтектоидной) возможны полная ($t_{\text{зак}} > A_{\text{сз}}$ или $t_{\text{зак}} > A_{\text{см}}$) и неполная ($A_{\text{с1}} < t_{\text{з}} < A_{\text{сз}}$) закалка. В случае полной закалки получается у доэвтектоидной стали структура мартенсита, у заэвтектоидной — структура мартенсита с довольно значительным количеством остаточного аустенита, что снижает твердость. При неполной закалке структура доэвтектоидной стали — мартенсит и феррит (последний снижает твердость). Поэтому неполная закалка для доэвтектоидных сталей не практикуется.

В структуре заэвтектоидных сталей после полной закалки наблюдается повышенное количество остаточного аустенита, что также снижает твердость. Кроме того необходимость высоких температур нагрева для полной закалки заэвтектоидных сталей приводит к интенсивному росту зерна аустенита. После закалки такой стали образуется крупноигльчатый мартенсит, и сталь приобретает повышенную хрупкость. Поэтому для заэвтектоидных сталей рекомендуется неполная закалка. Структура стали после закалки — мартенсит и цементит.

190. Длительность нагрева зависит от многих факторов, как-то: нагревающая среда, температура в печи, сечение изделия и его форма, теплопроводность металла (см. подробнее в учебнике).

191. Идеальная скорость охлаждения должна выбираться в соответствии с диаграммой изотермического распада аустенита — на всех участках температур, где аустенит устойчив, следует вести охлаждение с минимальной скоростью, что значительно снижает внутренние напряжения.

192. Вода охлаждает быстро как при высоких, так и пониженных температурах. Охлаждающая способность масла низка при пониженных температурах и при высоких температурах (конкретные данные см. в учебнике).

Прокаливаемость стали

193. Какова структура прокаленного слоя?

Ответ: 1) М; 2) М + Т;
3) М + Т + С; 4) М + Ц.

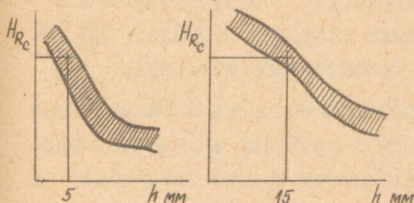
194. Какие главные факторы влияют на прокаливаемость?

Ответ: 1) состав стали;
2) состав и температура закалки;
3) состав стали, степень неоднородности и размер зерна аустенита,
4) состав стали, нерастворенные частицы в аустените, сечение детали.

195. В каких закалочных средах наибольшая прокаливаемость?

Ответ: 1) в воде 18°C; 2) в масле;
3) в 10% растворе NaOH в воде;
4) в воде 50°C.

196. Приведены полосы прокаливаемости стали 40 и 40X (по 0,4 %С). Определите критические диаметры для этих сталей при закалке в воде?



Ответ: 1) 15 и 50 мм;
2) 30 и 30 мм;
3) 6 и 15 мм;
4) 40 и 30 мм.

197. Какие свойства у изделия сечением 20 мм из стали 40 после высокого отпуска хуже, чем у стали 40 X?

Ответ: 1) H_B , σ_B ; 2) H_s , a_H ;
3) a_H , σ_{O_2} ; 4) σ_B , σ_{O_2} .

198. Каков критический диаметр для стали 50 при закалке в воде 18°C?

193. Основным методом при определении прокаливаемости является метод измерения твердости по сечению или метод торцевой закалки. Резкое понижение твердости наблюдается, когда структура включает больше половины троостита, поэтому глубина прокаливаемости измеряется глубиной проникновения полумартенситной зоны.

194. Глубина прокаливаемости зависит от стабильности аустенита, которая, в свою очередь, зависит от состава стали (все легирующие элементы, исключая кобальт, увеличивают стабильность аустенита), от наличия в аустените нерастворимых частиц и степени неоднородности аустенита (с увеличением этих показателей стабильность аустенита уменьшается); увеличение зерна аустенита содействует его стабилизации.

195. Чем больше скорость охлаждения, тем на большую глубину прокаливается сталь.

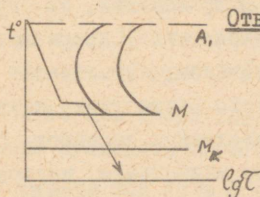
196. Необходимо по приведенным кривым прокаливаемости определить расстояние полумартенситной зоны от торца, далее по учебнику, определив твердость полумартенситной структуры для данного содержания углерода в сталях, по номограмме определить значение критического диаметра.

197. Сквозная прокаливаемость благоприятно сказывается на пластических свойствах стали и особенно на ударной вязкости. В известной степени улучшается предел текучести и предел прочности на разрыв.

198. Необходимо: 1) определить твердость полумартенситной зоны этой стали; 2) найти полосу прокаливаемости для этой стали и определить расстояние полумартенситной зоны от торца; 3) по номограмме определить критический диаметр.

Способы заковки

199. Режим какого способа заковки представлен на приведенном графике?



- Ответ: 1) изотермическая;
2) прерывистая;
3) ступенчатая;
4) с самоотпуском.

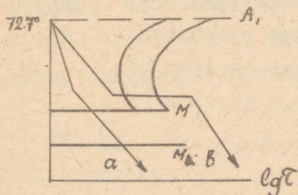
200. Какова структура после изотермической заковки?

- Ответ: 1) мартенсит; 3) бейнит;
2) мартенсит + бейнит; 4) троостит + бейнит.

201. Какие охлаждающие среды обычно применяются при прерывистой заковке?

- Ответ: 1) вода, масло; 3) масло, вода;
2) вода, соляная ванна; 4) масло, соляная ванна.

202. Режимы каких способов заковки представлены на приведенном графике?



- Ответ: 1) а - ступенчатая, б - изотермическая;
2) а - прерывистая, б - изотермическая;
3) а - изотермическая, б - ступенчатая;
4) а - самоотпуском; б - ступенчатая.

203. Каковы недостатки при заковке в одном охладителе?

- Ответ: 1) трудность получения мартенситной структуры;
2) слишком быстрый нагрев охлаждающей жидкости;
3) возможность образования мягких пятен;
4) излишне большие внутренние напряжения.

199-203. При проведении закалки необходимо:

а) добиться получения структур с желаемыми свойствами;

б) гарантировать отсутствие дефектов, которые могут быть вызваны излишне большими внутренними напряжениями. Из применяемых способов закалки — в одном охладителе, прерывистая закалка (закалка в двух средах), струйчатая, ступенчатая и изотермическая закалка — наиболее просто осуществить закалку в одном охладителе. Но из всех приведенных способов при закалке в одном охладителе имеют место наибольшие внутренние напряжения, которые могут привести к короблению или к растрескиванию детали, особенно тогда, когда в качестве охладителя необходимо использовать воду. Режимы других способов более сложны, но замедленное охлаждение или температурная остановка в области вторичной стабильности аустенита значительно уменьшают внутренние напряжения. При проведении закалки необходимо, чтобы охлаждение в первом охладителе было достаточно интенсивное, что предохраняет распад аустенита.

При изотермической закалке мартенсит не образуется, так как выдержка осуществляется при температурах выше мартенситного превращения до полного распада аустенита на феррито-цементитную смесь типа бейнита, которая несколько мягче, чем мартенсит.

204. Для чего необходима обработка стали холодом?

- Ответ: 1) для превращения остаточного аустенита в мартенсит;
2) для устранения мягких пятен;
3) для уменьшения внутренних напряжений;
4) для получения однородной структуры.

205. При каких содержаниях углерода в стали целесообразно применить обработку холодом?

- Ответ: при 1) $\% C < 0,3$; 2) $\% C > 0,6$;
3) $0,6 > \% C > 0,1$; 4) $\% C > 1,2$.

206. К какому дефекту приводит обезуглероживание поверхностного слоя при закалке?

- Ответ: 1) к избыточным внутренним напряжениям;
2) к повышенной хрупкости;
3) к пониженной твердости;
4) к увеличению количества остаточного аустенита.

207. По каким причинам изделие после закалки имеет повышенную хрупкость?

- Ответ: 1) пониженная температура нагрева под закалку;
2) излишне высокая температура;
3) высокая скорость охлаждения;
4) наличие остаточного аустенита.

208. Для чего необходимо перемешивание изделия в закалочной ванне?

- Ответ: 1) для интенсификации охлаждения;
2) для устранения паровой рубашки;
3) для предотвращения коробления;
4) для увеличения производительности труда при закалке.

204,205. Температура мартенситного превращения зависит от состава и в первую очередь от содержания углерода в стали (см. стр. 75). С увеличением % С, начиная с 0,6%, температура конца мартенситного превращения ниже нуля. В силу этого при охлаждении до нормальных температур в процессе закалки в структуре наряду с мартенситом содержится остаточный аустенит тем в больших количествах, чем выше % С в стали. Остаточный аустенит уменьшает твердость стали и ее сопротивление износу. Для превращения остаточного аустенита в мартенсит необходимо дополнительное охлаждение в область отрицательных температур.

206. Выше (см. стр. 84) было отмечено, что твердость закаленной стали зависит от содержания в ней углерода.

Выгорание углерода из поверхностных слоев уменьшает твердость и износостойкость стальных деталей. Для предотвращения этого необходимо осуществить нагрев в защитных средах.

207. Структуры, полученные при охлаждении аустенита, зависят от размера аустенитного зерна. Повышенный нагрев укрупняет зерно аустенита; полученный из такого аустенита мартенсит является грубоигольчатым и имеет повышенную хрупкость.

208. При контакте горячего изделия с охлаждающей жидкостью происходит обильное парообразование; прослойка пара может изолировать изделие от охлаждающей среды, вследствие чего скорость охлаждения его понижается, что особенно часто может иметь место в отверстиях, поднутрениях и т.д., откуда пар удаляется с трудом. Если скорость охлаждения ниже критической, происходит частичный распад аустенита и максимальная твердость не достигается.

Отжиг и нормализация стали

209. Какому отжигу следует подвергать стальные отливки?

Ответ: 1) неполному; 2) полному;
3) высокому; 4) отпуску.

210. Какова цель гомогенизирующего отжига?

Ответ: 1) устранение внутренних напряжений;
2) улучшение микроструктуры слитка;
3) выравнивание состава по сечению и в пределах кристаллитов;
4) уменьшение твердости.

211. Какому отжигу подвергаются стальные поковки?

Ответ: 1) гомогенизирующему;
2) неполному;
3) полному;
4) отпуску.

212. В каких случаях применяется неполный отжиг?

Ответ: 1) для перекристаллизации перлита и устранения внутренних напряжений после горячей обработки доэвтектоидных сталей;
2) для выравнивания состава стали;
3) для перераспределения феррита в структуре;
4) для устранения полосчатости в структуре.

213. Какова температура нормализации заэвтектоидной стали?

Ответ: 1) $A_{с1} + (30 + 50)$; 2) $A_{сm} + (30 + 50)$;
3) ниже $A_{с1}$; 4) при $1000-1050^{\circ}\text{C}$.

214. Как определяется температура изотермического отжига?

209,210. Температурный интервал кристаллизации стали значителен, поэтому имеют место достаточно сильно развитые ликвационные явления (см. стр. 26-31); кроме того, стали при кристаллизации из жидкого состояния имеют характерное игольчатое строение (видманштеттовская структура). Все это резко ухудшает свойства, особенно пластичность стали. Для выравнивания состава и устранения литой структуры сталь подвергается отжигу при температуре порядка 1000°C .

211,212. После горячей обработки, если температура окончания ее была слишком высокой, поковки имеют полосчатое крупнозернистое строение и внутренние напряжения, что отрицательно влияет на свойства. Для устранения этих дефектов поковки подвергаются отжигу при температуре $A_{c3} + (30+50^{\circ})$. В случае правильно законченной горячей обработки доэвтектоидных сталей можно ограничиваться отжигом при $t^{\circ} = 770 + 780^{\circ}$, при этом устраняются внутренние напряжения и происходит перекристаллизация перлита.

213. Нормализация — промежуточный между закалкой и отжигом вид термообработки. Температура нагрева при нормализации выше A_{c3} с последующим охлаждением на воздухе. Для низкоуглеродистой стали ($\% \text{C} < 0,3$) нормализация заменяет отжиг.

214. Изотермический отжиг выгодней, чем обычный, так как занимает меньше времени и режим отжига легче контролируется.

В настоящее время изотермический отжиг применяется чаще отжига с непрерывным охлаждением, особенно для легированных сталей.

Поверхностная закалка стали

215. Какова структура закаленных поверхностных слоев при пламенной закалке доэвтектоидной стали?

- Ответ: 1) мартенсит;
2) мартенсит + феррит;
3) мартенсит + мартенсит с ферритом;
4) мартенсит + троостит.

216. Каков температурный интервал нагрева при закалке т.в.ч. (токами высокой частоты)?

- Ответ: 1) $A_{сз} + (30 + 50^{\circ})$; 2) $850 + 1050^{\circ}C$;
3) $1100 + 1300^{\circ}C$; 4) $730 - 780^{\circ}C$;

217. Какие факторы влияют на глубину закаленного слоя при закалке т.в.ч.?

- Ответ: 1) ρ, ψ ; 2) ψ ;
3) ρ, μ, ψ ; 4) ρ, μ .

218. В каких пределах колеблется частота тока при использовании машинных генераторов?

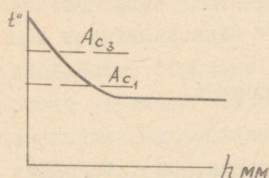
- Ответ: 1) 500 - 15000 гц; 2) 20000 - 100000 гц;
3) до 10 млн. гц; 4) 100 - 500 гц.

219. Какие преимущества индукционной закалки по сравнению с обычной?

- Ответ: 1) более высокие $\sigma_s, \sigma_{0.2}, \psi, \sigma_H$;
2) высокие механические свойства, отсутствие выгорания углерода, минимальное коробление;
3) быстрота нагрева;
4) возможность применения для сложных деталей при мелкосерийном производстве.

220. Напишите формулу $\delta = f(\rho, \mu, f)$ при закалке токами высокой частоты.

215. На рисунке представлен график изменения температуры в поверхностном слое при пламенном нагреве. Исходя из этого, легко установить, какие зоны по структуре в закаленном состоянии будут иметь место.



216. Ввиду большой скорости нагрева при применении т.в.ч. (около $600^\circ\text{C}/\text{сек}$) превращение $\text{P} \rightarrow \text{A}$ отодвигается в область более высоких температур (см. стр. 69), поэтому для получения аустенитной структуры при нагреве приходится допускать значительный перегрев, что, однако, не влияет отрицательно на получаемые качества мартенсита из-за малой длительности выдержки при высокой температуре.

217. Вспомните формулу, дающую зависимость между глубиной проникновения тока и другими параметрами.

218. При т.в.ч. применяют машинные и ламповые генераторы, первые дают токи сравнительно невысокой частоты.

219. Индукционная закалка эффективна при массовом производстве, так как она обеспечивает более высокие механические свойства, светлую закалку с отсутствием выгорания углерода и деформации деталей, легко осуществляется регулирование глубины закалки.

221. Для реализации процесса насыщения поверхностного слоя стального изделия нужным элементом необходимо иметь активные атомы насыщающего элемента, которые должны поглощаться поверхностью насыщаемой стали и иметь возможность перемещаться от поверхности вглубь.

222. Насыщение металла тем или иным элементом возможно при условии, если этот элемент с металлом образует твердые растворы. В случае образования нескольких типов твердых растворов разной концентрации поверхностный слой может иметь состав твердого раствора с максимальной концентрацией. Изменение концентрации по глубине происходит скачкообразно, минуя двухфазные состояния.

223. Данная реакция представляет собой разложение угарного газа; из курса химии Вы должны знать, как подобные процессы называются.

224. Формулу коэффициента диффузии нужно выучить наизусть.

225. Теплота диффузии Q (энергия активации) соответствует энергии, необходимой для переведения атома из одного положения в другое; чем меньше эта величина, тем больше коэффициент диффузии. При образовании твердых растворов внедрения Q значительно меньше, чем при образовании растворов замещения, и поэтому в первом случае диффузия реализуется с большей скоростью.

Насыщение поверхностных слоев металла элементами, образующими твердые растворы замещения, требует более высокой температуры и времени выдержки при этой температуре, чем при образовании твердых растворов внедрения.

226. Что является активным углеродом при цементации в твердой среде?

Ответ: 1) уголь древесный;

2) сажа;

3) углекислые соли;

4) углерод, получаемый по реакции $2CO \rightarrow CO_2 + C$.

227. Какова обычно температура цементации?

Ответ: 1) 850 - 900 °C; 2) 950 - 970 °C;

3) 750 - 850 °C; 4) 1100 - 1200 °C;

228. Какова желательная структура цементированного слоя?

Ответ: 1) П;

2) П + Ц'';

3) П + Ц'' + Л;

4) П + Ф.

229. Какая термообработка необходима после цементации?

Ответ: 1) отпуск;

2) закалка;

3) закалка и низкий отпуск;

4) закалка и высокий отпуск.

230. В каких условиях возможна закалка с цементационного нагрева?

Ответ: 1) при наследственно мелкозернистых сталях;

2) при газовой цементации;

3) при температуре цементации 700-750 °C;

4) при цементации высокоуглеродистой стали.

231. Напишите реакцию разложения метана при газовой цементации.

226. Абсорбироваться поверхностью могут активные атомы углерода, образующиеся в момент разложения какого-либо углеродсодержащего соединения.

227. Учитывая, что цементации подвергаются стали с содержанием углерода порядка 0,1 - 0,25%, процесс необходимо вести, по крайней мере, при температуре выше A_{C1} , когда имеет место аустенитная фаза, растворяющая в значительной степени углерод. Ограничиться же температурами, незначительно превышающими 727°C , нерационально из-за повышенной длительности процесса. Однако слишком высокие температуры, хотя и ускоряют процесс, не желательны из-за слишком интенсивного роста аустенитного зерна.

228. При цементации добиваются содержания углерода в поверхностном слое $\sim 1,0 - 1,1\%$. По диаграмме Fe - Fe_3C легко сообразить, какова структура при таком составе стали.

229. Цель цементации - получение высокоизносостойкого поверхностного слоя с высокой твердостью, но с умеренными внутренними напряжениями, исходя из этого следует выбирать и режим термообработки.

230. Закалка с цементационного нагрева дает крупноиглочатую структуру мартенсита, однако при уменьшении длительности цементации (при газовой цементации) и при использовании наследственно мелкозернистой стали возможно все же осуществить этот процесс.

232. Из чего получают атомарный азот при азотировании?

Ответ: от разложения: 1) NH_4Cl ;
2) NH_3 ;
3) HNO_3 ;
4) NaCN .

233. Какова температура азотирования с целью получения высокой твердости?

Ответ: 1) 900 - 950 °C;
2) 500 - 550 °C;
3) 700 - 800 °C;
4) 400 - 500 °C;

234. Какая последующая термообработка необходима для получения максимальной твердости азотированного слоя?

Ответ: 1) закалка;
2) закалка и отпуск;
3) нормализация;
4) не требуется.

235. Какие из приведенных сталей наиболее подходят для азотирования?

Ответ: 1) Ст. 5;
2) Ст. 7;
3) 38ХМКА;
4) 40 X.

236. Какие свойства повышает азотирование?

Ответ: 1) твердость, предел усталости, коррозионную стойкость;
2) относительное удлинение;
3) ударную вязкость;
4) износостойкость.

237. Какие фазы образуются в поверхностных слоях стали при азотировании?

233. Бывает азотирование при температуре 600 - 700 °С, применяемое для повышения коррозионной стойкости, однако твердость азотированного слоя при этом относительно низкая (800-900 НВ), что объясняется укрупнением нитридных частиц, поэтому приходится проводить азотирование при более низких температурах, однако все же при таких, когда реализуются диффузионные процессы.

234-235. Твердость азотированного слоя обусловлена твердостью нитридов, а не мартенситом закалки.

Так как азот может образовывать нитриды не только железа, но и нитриды титана, хрома, алюминия, молибдена и др., которые по сравнению с нитридами железа значительно более твердые, то эффективно применять этот процесс для сталей, легированных специальными нитридообразующими элементами.

236. Внедрение азота в поверхность стали и образование нитридов создает в поверхностном слое значительные сжимающие напряжения, благоприятно сказывающиеся на повышении сопротивления материала циклически действующим нагрузкам, не говоря уже о высокой твердости, способствующей повышенной износостойкости деталей.

237. Чтобы ответить на этот вопрос необходимо посмотреть диаграмму состояния Fe - N, откуда видно, что при содержании азота в пределе 9-II% в поверхностном слое должна иметь место ϵ -фаза (нитрид Fe_2N) далее следует γ' -фаза (нитрид Fe_4N) и смесь азотистого феррита с γ' -фазой.

238. Что такое цианирование?

Ответ: насыщение поверхности стали

- 1) цианом;
- 2) азотом;
- 3) азотом и углеродом;
- 4) цинком.

239. Чем обогащается преимущественно поверхностный слой при температуре цианирования порядка 600–700 °С?

Ответ: 1) цианом;

- 2) азотом;
- 3) углеродом;
- 4) углеродом и азотом.

240. Для чего применяется алитирование?

Ответ: для повышения:

- 1) износостойкости;
- 2) жаростойкости;
- 3) жаропрочности;
- 4) ударной вязкости.

241. Из каких соединений образуются обычно активные атомы металла?

Ответ: из

- 1) нитридов;
- 2) хлоридов;
- 3) оксидов;
- 4) карбидов.

242. Каковы температуры диффузионной металлизации?

Ответ: 1) 700 – 800 °С;

- 2) 800 – 900 °С;
- 3) 900 – 1000 °С;
- 4) 1100 – 1200 °С.

238-239. При проведении химико-термической обработки в солях, содержащих группу CN, происходит разложение ее на атомарный азот и углерод, которые диффундируют в металл. При этом, чем выше температура процесса, тем интенсивней процесс науглероживания, и наоборот при пониженных температурах преобладает насыщение азотом.

240. Алитирование относится к одной из разновидностей диффузионной металлизации. Сталь, насыщенная в поверхностных слоях алюминием, приобретает стойкость против окисления при высоких температурах.

241. При диффузионной металлизации одним из компонентов среды является хлористый аммоний (NH_4Cl), который, реагируя с насыщающим металлом (Al, Cr, W и т.д.), образует летучие хлориды данных металлов, разлагающиеся при контакте с поверхностью стали с образованием активных атомов соответствующего металла.

242. При диффузионной металлизации образуются твердые растворы замещения, диффузия в которых весьма затруднена (см. вопрос 225), поэтому приходится прибегать к высоким температурам и большей длительности процесса. При этом достигаются толщины слоев с измененным составом в пределах сотых долей мм, в то время как при азотировании толщина слоя измеряется десятками долями мм, а при цементации — миллиметрами.

243. Легирующие элементы преимущественно специально вводятся в состав стали, однако некоторые элементы (кремний, марганец), когда их количество превосходит обычное, также следует считать легирующими. Вспомните, каково количество марганца в обычных углеродистых сталях.

244-245. Для того, чтобы правильно ответить на эти вопросы, нужно посмотреть в книге и запомнить, какие элементы, какой тип диаграммы состояния образуют с железом. Общее положение заключается в том, что элементы, изоморфные α -железу образуют диаграмму с замкнутой γ -областью; элементы, изоморфные δ -железу - с открытой γ -областью.

246. Из возможных различных фаз наибольшее влияние на свойства стали оказывают элементы, растворяющиеся в феррите или образующие специальные карбиды. Некоторые элементы могут растворяться в феррите и образовывать карбиды. Следует запомнить элементы карбидообразующие и некарбидообразующие.

247. Изучение атомного строения карбидообразующих элементов показывает, что все они обладают недостроенной d -электронной подгруппой. Прочность карбидов и сродство элемента с углеродом связано со степенью недостройки этой подгруппы.

248. Карбиды каких из приведенных элементов обладают наибольшей стойкостью?

Ответ: карбиды 1) Cr; 2) Mo;
3) V; 4) Ti;

249. К какому типу соединений следует отнести карбид TiC?

Ответ: 1) к химическому соединению;
2) к твердому раствору;
3) к фазам внедрения;
4) к электронному соединению.

250. Какой из приведенных элементов, растворяясь в феррите, повышает одновременно его прочность и вязкость.

Ответ: 1) Cr; 2) Ni;
3) Mn; 4) Mo.

251. В чем, с практической точки зрения, самое существенное влияние легирующих элементов на процесс распада аустенита?

Ответ: 1) ускоряет распад;
2) замедляет распад;
3) изменяет форму кривой изотермического распада;
4) образуются отличные от углеродистых сталей фазы.

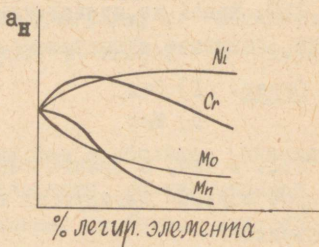
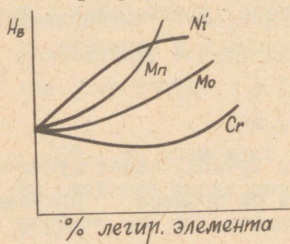
252. Как влияют легирующие элементы на прокаливаемость?

Ответ: 1) увеличивают;
2) уменьшают;
3) не влияют.

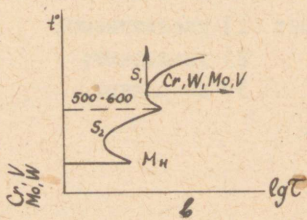
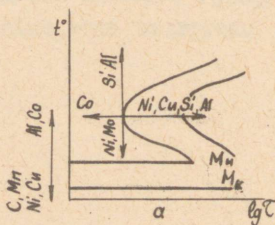
248. Для ответа на данный вопрос постройте распределение электронов в атомах приведенных элементов, используя для этого методику, указанную на стр. 8. Тот элемент, который имеет наименее достроенную d -электронную подгруппу, образует наиболее стойкие карбиды.

249. Вспомните, что представляют приведенные в ответах фазы.

250. На приведенных графиках представлены кривые влияния интересующих элементов на свойства феррита.



251, 252. На приведенных кривых изотермического распада аустенита представлено влияние легирующих элементов на стабильность аустенита. Увеличение стабильности аустенита способствует возможности проведения закалки в более мягких охладителях.



253. Какую обработку необходимо провести, чтобы после закалки высоколегированные стали приобрели максимальную твердость?

Ответ: 1) отпуск; 2) нормализацию;
3) обработку холодом; 4) отжиг.

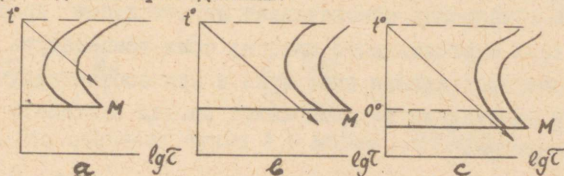
254. Какие из приведенных элементов тормозят рост аустенитного зерна при нагреве?

Ответ: 1) Ni; 2) Si;
3) Cu; 4) Ti.

255. Закалены и отпущены при одной и той же температуре углеродистая и легированная стали с равным содержанием углерода. Какая из них тверже?

Ответ: 1) углеродистая;
2) легированная.

256. К какому классу по структуре в нормализованном состоянии относятся стали, если их кривые изотермического распада подобны приведенным?



Ответ: 1) а - перлитный, б - ферритный, в - мартенситный;
2) а - перлитный, б - мартенситный, в - аустенитный;
3) а - перлитный, б - аустенитный, в - мартенситный.

257. Какова классификация легированных сталей в отожженном состоянии?

Ответ: подразделяются на
1) доэвтектоидные;
2) заэвтектоидные;
3) эвтектоидные;
4) до- и заэвтектоидные, эвтектоидные, ледебуритные.

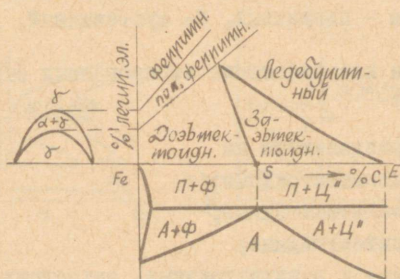
253. Известно, что большинство легирующих элементов снижают температуру мартенситного превращения, стало быть увеличивается после закалки количество остаточного аустенита, снижающего твердость. Чтобы остаточный аустенит превратить в мартенсит, необходимо провести дополнительное охлаждение при отрицательных температурах.

254. Наибольшее тормозящее влияние на рост аустенитного зерна оказывают карбидообразующие элементы, причем, чем прочнее карбиды и чем труднее они растворяются в аустенитной фазе, тем сильнее их влияние.

255. Как известно (см. стр. 83) твердость при отпуске обусловлена дисперсностью карбидной фазы. Выделяющиеся при отпуске из мартенсита карбиды легирующих элементов обладают меньшей склонностью к коагуляции, чем карбиды железа.

256. Если скорость охлаждения такова, что происходит распад аустенита, имеем стали перлитного класса; если скорость охлаждения обеспечивает мартенситное превращение - стали мартенситного класса; если температура мартенситного превращения ниже нуля и при соответствующей скорости охлаждения не происходит распад аустенита - стали аустенитные.

257. На графике показано влияние легирующих элементов на точки S и E диаграммы состояния Fe - C.



258. Каково содержание углерода в стали марок I2XHM; XI2; 9XC?

- Ответ: 1) I2%, 0%, 9%;
2) 0, I2%; 2, I%; 0, 9%;
3) 0, I2%; 0%; 0, 09%;
4) I, 2%, I%; 9%.

259. Каков примерно состав стали 30XГС?

- Ответ: 1) 0,3% C, ~ I% Cr, ~ I% Mn, ~ I% Si;
2) 3,0% C и по I% Cr, Mn, Si;
3) 0,03% C и по I0% Cr, Mn, Si;
4) 30% C и по I% Cr, Mn, Si.

260. Каков состав стали XI2?

- Ответ: 1) 0% C, I, 2% Cr;
2) 2, I% C, I2% Cr;
3) 0, I% C, I2% Cr;
4) I0% C, I2% Cr.

261. Как обозначается марганец в марке легированной стали?

- Ответ: 1) M;
2) Mn;
3) Г;
4) M_п.

262. Что означает буква А в марке 35ХМКА?

- Ответ: 1) содержание алюминия;
2) содержание азота;
3) качественность стали;
4) класс стали.

263. В стали 0,3% C, 2 % Cr, 8% W Напишите ее марку.

264. Расшифруйте марку стали 4XI4HI4B2M по составу.

258-263. При маркировке легированных сталей легирующий элемент обозначается первой буквой его названия, за исключением Al - Ю, Mn - Г, Si - Д, V - Ф. Если легирующего элемента больше 1,5%, то после его обозначения ставится цифра, означающая содержание этого элемента в целых процентах. Если перед маркой стоит двухзначная цифра, то она означает содержание углерода в сотых процента, если однозначная - в десятых процента. Если перед маркой нет цифры, то это означает, что процент углерода в ней больше 1%.

Буква А в конце марки стали означает ее качественность - содержание вредных примесей $S < 0,03$ и $P < 0,03\%$. Некоторым специальным сталям присвоена условная буква перед маркой, например Р-быстрорежущие стали, Э - электротехнические стали.

К сожалению, в литературе еще имеются отклонения от вышеуказанных правил маркировки, поэтому, не зная принципа, каким руководствовались при написании марки, не всегда представляется возможным по марке определить приближенный состав стали.

Конструкционные стали

265. На какие свойства конструкционной стали легирующие элементы оказывают положительное влияние?

- Ответ:
- 1) увеличивают прокаливаемость и уменьшают размеры зерна;
 - 2) увеличивают прокаливаемость, прочность и вязкость после отпуска, уменьшают размер зерна и упрочняют феррит;
 - 3) то же, что в п. 2, плюс увеличение твердости после закалки;
 - 4) увеличивают стабильность аустенита.

266. Какие легирующие элементы наиболее часто встречаются в конструкционных сталях, легированных одним элементом?

- Ответ:
- | | |
|----------------|----------------|
| 1) Cr, Mn; | 2) Cr, Mn, Si; |
| 3) Mo, Cr, Mn; | 4) Mo, V, Ti. |

267. Каковы оптимальные сочетания компонентов в стали, легированной двумя компонентами?

- Ответ:
- 1) Ni - Cr; Mn - Cr; Ni - Mo;
 - 2) Ni - Mo; Ni - Ti;
 - 3) Ni - Mn; Cr - Ni;
 - 4) Cr - Mo; Cr - Ti.

268. Каково оптимальное соотношение хрома к никелю в хромоникелевых конструкционных сталях?

- Ответ:
- | | |
|-----------|-----------|
| 1) 2 : 1; | 2) 1 : 3; |
| 3) 3 : 1; | 4) 2 : 3. |

269. Для какой цели главным образом вводится Ti, Mo, W, V в конструкционную сталь?

- Ответ:
- | | |
|---------------------|-------------------------|
| для 1) раскисления; | 2) измельчения зерна; |
| 3) упрочнения; | 4) увеличения вязкости. |

265. От конструкционных сталей требуется высокая прочность при достаточной пластичности; детали, работающие в условиях циклически действующих нагрузок, должны, кроме того, обладать также высокой сопротивляемостью усталости. Углеродистые стали, особенно при сечениях больше 20–25мм, после улучшения имеют пониженные показатели механических свойств по сечению (см. стр. 83). Легированные стали имеют повышенную прокаливаемость, обладают однородностью свойств по сечению; при высоком отпуске сохраняют повышенную прочность при высокой вязкости. Многие легирующие элементы способствуют получению мелкого зерна (Ti, Mo, V, W). Растворяясь в феррите, легирующие элементы увеличивают его прочность.

266. Наибольшее распространение при легировании одним элементом имеют хромистые и марганцовистые стали.

267–268. См. соответствующий раздел в учебнике.

Весьма оптимальны сочетания хрома и никеля с соотношением элементов 1 : 3, применяется также хромомарганцовистые и реже никельмолибденовые стали.

269. Карбидообразующие элементы, как правило, тормозят рост аустенитного зерна при нагреве тем в большей степени, чем устойчивей карбиды они образуют.

270. В чем преимущества легированных сталей по сравнению с углеродистыми в практике проведения закалки?

- Ответ: 1) в более высокой температуре закалки;
2) менее чувствительны к росту зерна аустенита и позволяют использовать мягкие охладители;
3) меньше окисляются при нагреве;
4) имеют меньшую теплопроводность.

271. Каков типовой режим термообработки низкоуглеродистой легированной стали и какая получается при этом структура?

- Ответ: 1) закалка $\sim 900^{\circ}$ + отп. $\sim 150^{\circ}$, мартенсит отпуска;
2) зак. 800° + отп. 300° , троостит отпуска;
3) зак. 1000° + отп. 650° , сорбит отпуска;
4) зак. 700° + отпуск 200° , мартенсит отп.

272. Каков типовой режим термообработки для среднеуглеродистой легированной стали и какова получается структура?

- Ответ: 1) зак. ($A_{Cз} + 50$), отп. 600° , сорбит;
2) зак. ($A_{C1} + 50$), отп. 600° , сорбит;
3) зак. ($A_{Cз} + 100^{\circ}$), отп. 150° , мартенсит отпуска;
4) зак. ($A_{Cз} + 150^{\circ}$), отп. 300° , троостит.

273. Рекомендуются ли применение легированной стали в нормализованном состоянии?

- Ответ: 1) да; 2) нет.

274. Для чего необходимо быстро охлаждать хромоникелевую сталь после высокого отпуска?

- Ответ: 1) для улучшения структуры;
2) для устранения отпускной хрупкости II рода;
3) для увеличения твердости;
4) для уменьшения внутренних напряжений.

270. Легирующие элементы, особенно при повышенном содержании их в стали, увеличивают устойчивость аустенита и позволяют проводить охлаждение при закалке с меньшей скоростью, что существенно уменьшает внутренние напряжения и возможность брака при термообработке.

271, 272. Низкоуглеродистые легированные стали после закалки и низкого отпуска имеют повышенную пластичность при высокой прочности. Обычно добиваются получения структуры мартенсита отпуска. Высокий отпуск для этих сталей существенно уменьшает прочностные свойства. При термообработке среднеуглеродистых сталей после закалки добиваются также структуры мартенсита; низкий отпуск не обеспечивает надлежащей вязкости, и поэтому такие стали подвергаются улучшению.

273. Легированные стали в нормализованном состоянии не имеют существенных преимуществ по сравнению с углеродистыми сталями. Их высокие качества проявляются лишь после более сложной термообработки.

Весьма благоприятные результаты получаются при термомеханической обработке конструкционных легированных сталей (σ_B до 220–300 кг/мм²). Сущность такой обработки заключается в пластической деформации стали, нагретой до аустенитного состояния последующей закалкой на мартенсит и в низком отпуске.

274. Стали, легированные хромом, никелем, марганцем, при медленном охлаждении от температуры отпуска 600–650°С имеют пониженную ударную вязкость из-за выделения по границам зерен хрупкой фазы; для устранения этого применяют быстрое охлаждение или используют стали, дополнительно легированные молибденом или вольфрамом.

275. Какие конструкционные стали из приведенных относятся к группе цементируемых?

- Ответ: 1) 15ХА; 12Г; 12ХНЗА; 18ХНВА;
2) то же, что в п.1 + 45; 38ХА;
3) 38ХА; 37ХНЗА, 40ХФА;
4) Х; 15ХА; 9ХС; ШХ15.

276. Каково предельное содержание углерода в цементируемых сталях?

- Ответ: 1) до 0,1; 2) до 0,2;
3) до 0,3; 4) до 0,4.

277. Какова типичная термообработка цементируемых сталей?

- Ответ: 1) закалка и цементация;
2) цементация, закалка, низкий отпуск;
3) цементация, закалка.

278. К какому классу по структуре в нормализованном состоянии относится сталь 18ХНВА?

- Ответ: 1) к перлитному;
2) к аустенитному;
3) к мартенситному;
4) к ферритному.

279. Каково преимущество легированных цементируемых конструкционных сталей перед углеродистыми после термообработки?

- Ответ: 1) повышенная твердость поверхностного слоя;
2) более высокая прочность внутренних слоев;
3) повышенная износостойкость;
4) лучшая обрабатываемость резанием.

280. Напишите марки известных Вам конструкционных сталей.

275-277, 279. Цементации подвергаются стали малоуглеродистые (см. стр. 97) с целью получения после закалки и низкого отпуска износостойкого поверхностного слоя и вязкой сердцевины. При повышенном содержании углерода повышается хрупкость внутренних слоев. Получение указанных свойств возможно, если последующий за закалкой отпуск не устраняет твердости, достигнутой закалкой, поэтому температура отпуска не должна превышать 150-170⁰С. После цементации и соответствующей последующей термообработки углеродистые и легированные стали имеют одинаковую твердость поверхностного слоя (см. стр. 79). Однако ввиду повышенной прокаливаемости легированных сталей внутренние слои таких сталей по сравнению с углеродистыми будут обладать повышенной прочностью.

278. У стали 18ХНВА отсутствует перлитное превращение аустенита, и поэтому при охлаждении на воздухе эта сталь превращается в мартенсит практически при любых сечениях. В этом особенность стали данной марки, которая широко используется при производстве высокоответственных деталей в машиностроении.

282. Каково предельное содержание углерода в улучшаемых конструкционных сталях?

Ответ: 1) до 0,2%; 2) до 0,3%;
3) до 0,4%; 4) до 0,5%.

283. Какова типовая термообработка улучшаемых сталей?

Ответ: 1) неполная закалка, высокий отпуск;
2) полная закалка, средний отпуск;
3) полная закалка, высокий отпуск;
4) полная закалка, низкий отпуск.

284. Какие легирующие элементы входят в хромансиль и заменителями каких сталей они являются?

Ответ: 1) Cr, Mn, Si ; хромоникелевых;
2) Cr, Mo, Si ; никелевых;
3) Cr, Si, Ti ; хромистых;
4) Cr, Si; марганцовистых.

285. Какие из приведенных сталей не подвержены отпускной хрупкости второго рода?

Ответ: 1) 20ХНЗА; 2) 37ХНЗА;
3) 25ХН4ВА; 4) 40ХНМ.

286. Что такое флокены и когда они образуются в стали?

Ответ: 1) микротрещины; при быстром охлаждении в температурном интервале от 200 до 20⁰С послековки;
2) газовые раковины; при недостаточной раскисленности стали;
3) неметаллические включения; при попадании шлака;
4) макротрещины; при больших внутренних напряжениях.

282-284. Для изготовления деталей машины используют стали с содержанием углерода до 0,5%. При отсутствии повышенных требований они могут применяться без термической обработки, однако термообработка (закалка + высокий отпуск) существенно повышает свойства прочности, при этом ввиду образования структуры типа сорбита отпуска не только сохраняется, но и повышается пластичность. Если изделия малого сечения, то могут быть с успехом использованы и углеродистые стали. Увеличение сечения приводит к тому, что прокаливаемость углеродистых сталей будет недостаточна и свойства внутренних слоев окажутся пониженными. В этих случаях применяют легированные стали. Увеличение степени легирования увеличивает прокаливаемость. Наиболее качественными являются стали, легированные хромом и никелем, однако ввиду дефицитности никеля их стараются заменять сталями, в которых никель отсутствует. Такой сталью является хромансиль, прочностные свойства которого соответствуют хромоникелевым сталям, но свойства пластичности оказываются ниже, особенно ударная вязкость.

285. Присадка к хромистым и хромоникелевым сталям вольфрама или молибдена делает сталь не чувствительной к отпускной хрупкости II рода.

286. Флокены - светлые пятна в изломе, фактически трещины, образующиеся при быстром охлаждении в интервале 200-200°С послековки из-за выделения водорода, создающего в металле большие напряжения, которые приводят к микроразрывам в металле. При медленном охлаждении водород успевает продиффундировать через толщу металла и сталь теряет склонность к флокенообразованию.

287. Для каких целей используют стали марок 50Г, 60С2, 50ХФА?

Ответ: для 1) конструкционных деталей;
2) для пружин;
3) инструмента;
4) жаростойких изделий.

288. Какова типовая термообработка пружинной стали?

Ответ: 1) закалка, средний отпуск;
2) закалка, низкий отпуск;
3) цементация, закалка, низкий отпуск;
4) закалка.

289. Какой показатель прочности для пружинной стали особенно необходим?

Ответ: высокое значение 1) ψ ; 2) σ_b ;
3) $\sigma_{пл}$; 4) $\sigma_{н.}$

290. Почему температура отпуска 350–400°C наиболее оптимальна для пружинной стали?

Ответ: 1) устраняются внутренние напряжения;
2) достигается максимальное значение $\sigma_{пл}$;
3) получается высокое значение $\sigma_{н.}$;
4) понижается НВ.

291. Какая из приведенных пружинных сталей наиболее качественная?

Ответ: 1) 50Г; 2) 55Г2;
3) 60С2; 4) 50ХФА.

292. Напишите марки известных Вам пружинных сталей.

287-291. Особую группу конструкционных сталей составляют стали пружинные, из которых изготавливаются рессоры и пружины различных видов. Содержание углерода в легированных пружинных сталях 0,5 - 0,65%, в качестве легирующих элементов служит марганец, кремний для не особо ответственных пружин; хром с ванадием - для пружин с высокими свойствами как при нормальных, так и при повышенных температурах. От пружин требуются высокие показатели упругости ($\sigma_{пл}$), так как они должны работать в условиях, когда действующие нагрузки не вызывают остаточной пластической деформации. $\sigma_{пл}$ после закалки не является достаточно высоким и достигает максимума после отпуска на 350 - 400°, отсюда и необходимость осуществления для пружин термообработки, заключающейся в закалке и последующем среднетемпературном отпуске. Кроме легированной стали для навивки пружин применяются также холодноотянутые углеродистые стали марок 65, 75, 70 и 85, то есть стали, близкие по составу к эвтектоидным. После навивки пружины из этих материалов подвергаются отпуску при 300°C. Холодноотянутая шлифованная проволока для пружин называется также "серебрянкой".

Так как пружины и рессоры работают в условиях циклически действующих нагрузок, то весьма часто причиной их разрушения является усталость металла. Ответственными за возникновение усталостных трещин является растягивающее напряжение, поэтому весьма эффективным является обработка поверхности пружин и рессор методом дробеструйного наклепа, создающего в поверхностных слоях остаточные напряжения сжатия. Благодаря этому долговечность изделия повышается до 150%.

Инструментальные стали

293. Каково содержание углерода в инструментальных сталях для режущего инструмента?

- Ответ: 1) 0,5 + 0,7%; 2) 0,7 - 1,3%;
3) 0,4 - 0,6%; 4) 1,1 - 1,7%.

294. Каково основное требование, предъявляемое к инструментальным сталям?

- Ответ: 1) высокая ударная вязкость;
2) высокая износостойкость;
3) высокая пластичность;
4) высокая прочность.

295. Каков типовой режим термообработки инструментальных сталей?

- Ответ: 1) закалка;
2) закалка и средний отпуск;
3) закалка и низкий отпуск;
4) цементация и закалка.

296. Какие комбинации легирующих элементов наиболее часто встречаются в инструментальных сталях?

- Ответ: 1) X, C, Г;
2) X, X-C, X-Г, X-B-Г, X-Ф;
3) X-M, X-H-B, X-Г-Т, В;
4) X, X-C, X-Г, X-Г-Т, X-H-B, X-H.

297. Какова твердость инструментальных сталей после термообработки?

- Ответ: 1) 60-65 HR_C;
2) 55-60 HR_C;
3) 65-68 HR_C;
4) 400-500 Н_В.

293—297. Учитывая, что инструмент в процессе работы подвергается интенсивному изнашиванию, необходимо выбирать такие стали, которые после соответствующей термообработки имели бы высокую твердость (не ниже 60 НР_C). Так как твердость закаленной стали зависит от содержания углерода, то инструментальные стали (за исключением некоторых) являются высокоуглеродистыми. При выборе режима термообработки необходимо добиваться максимальной износостойкости, что достигается закалкой. Для уменьшения внутренних напряжений после закалки проводится заключительная операция, которой является низкий отпуск. При выборе легированных сталей для изготовления инструмента исходят из того, чтобы в состав их входили преимущественно карбидообразующие элементы. Карбиды легирующих элементов обеспечивают сохранение высокой твердости при отпуске и нагреве инструмента в процессе работы. Кроме того, увеличивая стабильность аустенита, легирующие элементы содействуют повышению прокаливаемости и возможности использования для закалки масла, что уменьшает брак при термообработке.

Кроме определенных механических свойств к инструментальным сталям предъявляются и определенные технологические требования. К их числу следует отнести: хорошую обрабатываемость резанием, которая достигается обработкой материала на зернистый перлит; хорошую закаливаемость (возможность получения высокой твердости после закалки); хорошую прокаливаемость, достигаемую легированием стали; малую склонность к выгоранию углерода при нагревании под закалку; возможность получения качественной режущей кромки при шлифовке, что определяет характеристику чистоты обрабатываемой поверхности при обработке инструментами.

298. Сталь Х12Ф1 содержит много углерода (1,2 - 1,45%) и хрома (12%), в структуру ее входят карбиды хрома, которые с трудом растворяются в аустените. Для получения легированного хромом аустенита требуется повысить температуру нагрева до 1050°. Получаемый при этом легированный аустенит при охлаждении дает легированный хромом мартенсит с твердостью 62-64 НR_c. При температуре закалки 1150° наряду с мартенситом образуется большое количество остаточного аустенита и твердость понижается до 53-54 НR_c. В этом случае необходимо провести обработку холодом, что обеспечивает превращение аустенита в мартенсит. Твердость повышается.

Вместо такой обработки возможно проведение после закалки трехкратного отпуска при температуре 500°C, аналогично тому, как это делается для быстрорежущей стали.

299. Среднеуглеродистые (0,4-0,6% С) легированные стали имеют в термически обработанном состоянии повышенную пластичность и применяются для инструмента, подвергаемого при работе сильным ударным воздействиям.

300. Наличие высокого содержания вольфрама в стали ЗХ2В8 и сравнительно низкого содержания углерода придадут стали повышенную стойкость против износа при высоких температурах, а также хорошую сопротивляемость термическим ударам, имеющим место при заполнении форм жидким металлом.

301. Наличие мартенсита (увеличивает объем) и остаточного аустенита (уменьшает объем) создают возможность избегать деформации при термообработке, путем регулирования их относительного количества.

302. Количество вольфрама в быстрорежущих сталях от 9% (Р 9) до 18% (Р 18), что необходимо запомнить.

304. До каких температур сохраняется режущая способность быстрорежущей стали и чем это обусловлено?

- Ответ: 1) до 200°C ; твердостью мартенсита;
2) до $500 - 600^{\circ}\text{C}$; легирующие элементы повышают стойкость мартенсита и замедляют коагуляцию карбидной фазы;
3) до $300 - 400^{\circ}\text{C}$; твердостью карбидов вольфрама;
4) до 800°C ; дисперсностью карбидной фазы.

305. К какому классу по структуре в литом состоянии относятся быстрорежущие стали?

- Ответ: 1) к перлитному; 2) к ледебуритному;
3) к мартенситному; 4) к аустенитному.

306. Какова температура нагрева под закалку быстрорежущей стали?

- Ответ: 1) 1000°C ; 2) 900°C ;
3) 1200°C ; 4) 1300°C .

307. Из чего состоит структура закаленной быстрорежущей стали и какова твердость после закалки?

- Ответ: 1) из мартенсита; $\text{HRC } 63-65$;
2) из троостита; $\text{HRC } 55-60$;
3) из мартенсита и аустенита; $\text{HRC } 62-63$;
4) из троостита и мартенсита; $\text{HRC } 64-67$.

308. Каковы режимы отпуска быстрорежущей стали и твердость после отпуска?

- Ответ: 1) однократный при 550°C ; $\text{HRC } 60-62$;
2) однократный при 300°C ; $\text{HRC } 62-63$;
3) трехкратный при 550°C ; $\text{HRC } 64-65$;
4) трехкратный при 650°C ; $\text{HRC } 60-62$.

309. Напишите марки известных Вам инструментальных сталей.

304–308. Быстрорежущие стали в литом состоянии имеют в структуре эвтектику – ледебурит. Для получения необходимых свойств слитки обязательно подвергаются проковке, чтобы разрушить скопления карбидов и добиться равномерного распределения их по сечению поковки. Готовый инструмент подвергается закалке. Температура закалки выбирается 1280 – 1300⁰, чтобы добиться максимального растворения в аустените карбидов вольфрама. Наличие избыточных (нерастворившихся карбидов) предохраняет аустенитное зерно от чрезмерного роста. После закалки сталь имеет мартенситную структуру и значительное количество остаточного аустенита, твердость 62–63 Н_{RC}. Для получения максимальной твердости необходимо избавиться от остаточного аустенита, что достигается многократным отпуском при 550–560⁰С, вследствие чего остаточный аустенит превращается в мартенсит отпуска и твердость повышается до 65 Н_{RC}. Высокая теплостойкость быстрорежущей стали достигается тормозящим влиянием карбидообразующих элементов на распад мартенсита, который начинается при температурах выше 500⁰С. Выделяющиеся карбиды легирующих элементов сохраняют мелкодисперсное состояние до 600–650⁰С, благодаря чему сталь сохраняет высокую твердость и износостойкость до температуры 600⁰С.

При термообработке быстрорежущих сталей необходимо относительно медленно осуществить нагрев до температур 850–900⁰С, чтобы не возникли излишне большие термические напряжения и напряжения, связанные с фазовыми превращениями. Дальнейший нагрев необходимо вести с максимальной скоростью в хорошо раскисленных соляных ваннах для предотвращения излишнего роста аустенитного зерна и выгорания углерода из поверхностных слоев. Охлаждение от температуры закалки проводится обычно в масле.

Твердые сплавы

310. Как изготавливаются пластинки и инструмент из твердых сплавов?

- Ответ: 1) отливкой;
2) ковкой;
3) спеканием прессованных порошков;
4) механической обработкой.

311. Карбиды каких элементов наиболее часто входят в состав твердых сплавов?

- Ответ: карбиды 1) Mn, Cr; 2) Mo, V;
3) W, Ti; 4) Zr, Nb.

312. Какой элемент используется в качестве связующего в твердых сплавах?

- Ответ: 1) Fe; 2) Co;
3) Ni; 4) Cr.

313. До каких температур твердые сплавы сохраняют износоустойчивость?

- Ответ: 1) до 500 °C; 2) до 600 °C;
3) до 800 °C; 4) до 1000 °C.

314. Какие составляющие и в каких количествах входят в состав твердого сплава Т15К6?

- Ответ: 1) TiC - 15%; WC - 79%; Co - 6%;
2) Ti - 15%; Co - 6%; W - 79%;
3) TiC - 15%; CoC - 6%; W - 79%;
4) TiC - 6%; WC - 15%; Co - 79%.

315. Напишите марку твердого сплава, содержащего 8% кобальта и 92% карбида вольфрама.

310-312. Твердые сплавы для инструмента изготавливаются из порошков весьма стойких и твердых карбидов, каковыми обычно являются WC и TiC , и порошка кобальта, который служит в качестве связующей между частицами карбидной фазы. Технология приготовления сводится к смешиванию в необходимых пропорциях исходных порошков, прессованию порошка в прессформах при давлениях $4-6 \text{ т/см}^2$, спеканию полученных брикетов при $1450^\circ C$. При этих температурах образуется жидкая фаза, состоящая преимущественно из кобальта, которая цементирует частицы карбидов и, заполняя поры, дает после спекания монолитные изделия очень высокой прочности.

313. Твердые сплавы композиции $WC - Co$, $WC - TiC - Co$ сохраняют высокую твердость при нагрев до 1000° . До этих же температур сохраняются высокие режущие свойства инструмента из твердых сплавов.

314. При маркировке твердых сплавов буквы В и Т в марках означают соответственно карбид вольфрама и карбид титана, К - кобальт. Цифра после К соответствует содержанию кобальта в процентах, цифра после буквы Т - содержанию титана в процентах. Если твердый сплав составлен из двух карбидов TiC и WC , то обозначения карбида вольфрама в марку не вводится. При этом следует иметь в виду, что количество его равно $100 - \sum (TiC + Co)$ в процентах.

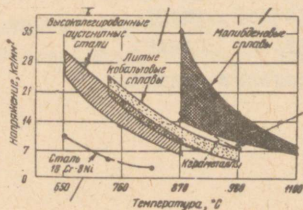
Марки твердых сплавов состава $WC-Co$ выпускаются от ВКЗ до ВК30, количество кобальта в которых от 3% до 30%.

315. При составлении марки твердого сплава следует руководствоваться положениями, приведенными к пояснению вопроса 314.

316-317. Железо с кислородом образует ряд соединений: Fe_2O_3 , Fe_3O_4 и FeO . При температурах ниже 570° окислы железа состоят из Fe_2O_3 и Fe_3O_4 с плотной кристаллической решеткой, диффузия через которую металлических атомов мала. Образовавшиеся тонкие плотные слои таких окислов защищают металлы от дальнейшего окисления. При 570° образуется FeO -вюстит с рыхлой кристаллической решеткой, через которую легко диффундируют атомы металла и, соединяясь с кислородом окружающей среды, вызывают быстрый рост окалин. Легирование стали хромом, алюминием, кремнием приводит при окислении к образованию на поверхности стали окислов типа Cr_2O_3 , Al_2O_3 или сложных окислов, содержащих дополнительно Fe . Подобные окислы затрудняют диффузию металла и предохраняют его от дальнейшего окисления.

318-319. Температура начала ползучести совпадает с температурой начала рекристаллизационных процессов, устраняющих эффект упрочнения от предварительной деформации, вызванной действующей нагрузкой. Естественно, что нагрузки при этом должны превосходить предел текучести при температурах испытания. Меры, способствующие повышению предела текучести и температуры рекристаллизации, содействуют повышению сопротивления материала ползучести.

320. На фигуре представлено значение длительной прочности различных сплавов.



321. Какие показатели служат для оценки жаропрочности материалов?

- Ответ: 1) предел прочности на разрыв; предел пропорциональности;
- 2) предел ползучести и длительная прочность;
 - 3) предел ползучести;
 - 4) удлинение при высоких температурах.

322. Чем обусловлена повышенная жаропрочность хромоникелевых сталей?

- Ответ: 1) высоким содержанием хрома и никеля;
- 2) аустенитной структурой;
 - 3) повышенными прочностными свойствами хромоникелевых сталей;
 - 4) малым содержанием углерода.

323. Какие сплавы применяются для конструкций, работающих при 350–500 °С?

- Ответ: 1) аустенитные стали;
- 2) ферритные стали;
 - 3) молибденовые сплавы;
 - 4) никелевые сплавы.

324. Для какой цели добавляется к стали IX18H9T титан?

- Ответ: 1) для повышения жаростойкости;
- 2) для повышения жаропрочности;
 - 3) для устранения чувствительности к межкристаллической коррозии;
 - 4) для получения аустенитной структуры.

325. К какому классу жаропрочных сплавов принадлежит виталлиум?

- Ответ: 1) к аустенитным сталям;
- 2) к кобальтовым сплавам;
 - 3) к никелевым сплавам;
 - 4) к титановым сплавам.

321. Для оценки работоспособности материала при температурах, при которых имеет место явление ползучести, служит предел ползучести — напряжение, вызывающее определенную степень деформации за определенное число часов работы. Другим показателем является длительная прочность — напряжение, вызывающее разрушение материала при данной температуре за заданное число часов работы.

322. Хромоникелевые стали имеют аустенитную структуру с кристаллической решеткой К 12, температура рекристаллизации которой выше, чем у феррита с решеткой К 8.

323. См. пояснения к вопросу 320.

324. При работе в интервале температур 500–700°C сталь IX18N9 обнаруживает межкристаллическую коррозию, вызванную тем, что по границам зерен образуются кристаллы карбида хрома, благодаря чему концентрация хрома в участках зерен, прилегающих к границам, становится недостаточной, чтобы обеспечить необходимую коррозионную стойкость, и металл в этих участках активно окисляется. Присадка титана как более интенсивного карбидообразователя чем хром связывает углерод в стали в карбиды TiC, благодаря чему содержание хрома в пределах зерна не изменяется и сталь становится не чувствительной к межкристаллической коррозии.

325. Виталлиум содержит 0,25% C, 28% Cr, 3% Ni, 6% Mo, остальное Co.

Нержавеющие и износостойкие стали

326. Что характеризует стойкость металлов против коррозии в атмосферных условиях?

- Ответ: 1) величина электрохимического потенциала;
2) количество легирующих элементов в стали;
3) содержание углерода в стали;
4) прочностные свойства стали.

327. К какому классу по структуре относится сталь Х17?

- Ответ: 1) к ферритному; 2) к перлитному;
3) к аустенитному; 4) к мартенситному.

328. Какие стали по составу применяются в качестве нержавеющих?

- Ответ: 1) кремнистые;
2) хромистые и хромоникелевые;
3) хромистые и марганцовистые;
4) силхромы.

329. В качестве какого материала используется сталь Г13 и сколько в ней углерода?

- Ответ: 1) нержавеющей; 1,2%;
2) износостойкого; 1,2%;
3) жаростойкого; 0,1%;
4) жаропрочного; 1,0%.

330. К какому классу по структуре относится сталь Г13?

- Ответ: 1) к ферритному;
2) к ледебуритному;
3) к аустенитному;
4) к мартенситному.

326. При нахождении металла в электролите, содержащем ионы данного металла, возможны три случая:

а) ионы из электролита будут оседать на металле и последний приобретет положительный потенциал – коррозии не будет;

б) скорость перехода ионов из электролита на металл и из металла в электролит одинакова; система имеет равновесный потенциал, и коррозии также не будет;

в) скорость перехода ионов из металла в электролит больше скорости обратного перехода, металл приобретает отрицательный потенциал и будет корродировать. Очевидно, чем выше значение отрицательного электрохимического потенциала металла, тем интенсивней коррозионный процесс.

327. Хром с железом дает диаграмму состояния с замкнутым γ -полем, и при содержаниях в сплаве 15–17% хрома сплавы имеют структуру α -твердого раствора.

328. Хром при содержании в стали больше 12% резко повышает электрохимический потенциал от $-0,44$ до $+0,2V$. Стали, легированные хромом больше 12% и дополнительно Ni , имеют еще большее значение электрохимического потенциала.

329. Обладая структурой аустенита, сталь П13 имеет сильную склонность к упрочнению при действии на него значительных нагрузок, вызывающих наклеп. Поэтому при подобном нагружении материал самоупрочняется тем больше, чем интенсивнее действуют нагрузки.

330. Вспомните, какого вида диаграмму имеет система Fe – Mn.

Прочие стали и сплавы с особыми физическими свойствами

331. Какие свойства характерны для никелина?

- Ответ: 1) высокое электросопротивление;
2) высокая электропроводность;
3) высокая магнитная индукция;
4) малый коэффициент теплового расширения.

332. Какой сплав имеет коэффициент линейного расширения, близкий к коэффициенту линейного расширения стекла?

- Ответ: 1) константан; 2) элинвар;
3) мегалир; 4) платинит.

333. Какие показатели характерны для магнитотвердых материалов?

- Ответ: 1) малая коэрцитивная сила;
2) большая коэрцитивная сила и остаточная индукция;
3) большая магнитная проницаемость;
4) малая площадь петли гистерезиса.

334. Какой из приведенных сплавов является наиболее качественным для изготовления постоянных магнитов?

- Ответ: 1) сталь X; 2) ални;
3) алнико; 4) УЮ.

335. Какие требования предъявляются к трансформаторной стали?

- Ответ: 1) высокая магнитная проницаемость, малая коэрцитивная сила и малые потери при перемагничивании;
2) высокая коэрцитивная сила и магнитная проницаемость;
3) большая остаточная индукция;
4) малая магнитная проницаемость.

331. Никелин — сплав 55% Cu с 45% Ni, применяется в качестве реостатного сплава.

332. Следует отметить, что сплавы состава Fe — Ni отличаются аномальным изменением свойств в зависимости от состава, так в частности сплав марки H36 (36% Ni) имеет минимальный коэффициент теплового расширения и называется инваром. Сплав с 36% Ni, 7-12% Cr (Fe — остальное) отличается постоянством модуля упругости и называется элинваром. Пермаллой содержит 78,5% Ni и отличается исключительно высокой магнитной проницаемостью.

В случаях необходимости пайки металла со стеклом необходимо, чтобы коэффициенты линейного расширения стекла и металла были бы одинаковы, иначе при пайке стекло растрескивается. Из чистых металлов таковым является платина ($\alpha = 9 \cdot 10^{-6}$), однако платина дорога, и поэтому в результате изысканий был найден сплав Fe — Ni с 48% Ni, имеющий коэффициент линейного расширения, близкий к платине.

333. Из магнитотвердых материалов путем намагничивания их в магнитном поле изготавливают постоянные магниты; их свойства тем лучше, чем выше остаточная индукция после намагничивания и коэрцитивная сила.

334. Найдите в учебнике показатели магнитных свойств приведенных материалов и сравните их.

335. Сердечники трансформаторов подвергаются непрерывному перемагничиванию в процессе работы; важно, чтобы затрата мощности на перемагничивание, что определяется площадью петли гистерезиса, была бы минимальная. Очевидно, это достигается при условии, если материал обладает максимальным значением μ , минимальными значениям B_r и H_c .

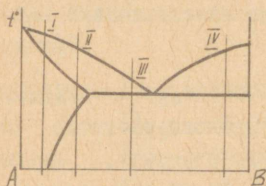
336. Какова температура плавления и плотность алюминия?

- Ответ: 1) 850 °С, $\gamma = 3,2$;
 2) 657 °С, $\gamma = 2,7$;
 3) 632 °С, $\gamma = 1,8$;
 4) 930 °С, $\gamma = 7,8$.

337. Какие примеси входят в состав дюралюмина?

- Ответ: 1) Cu, Mg, Mn, Fe; 2) Cu, Mg, Mn, Fe, Si;
 3) Cu, Mg, Fe, Co, Si; 4) Cu, Mg, Si.

338. Какие из приведенных сплавов дают максимальный эффект при термообработке?



- Ответ: 1) I;
 2) II;
 3) III;
 4) IV.

339. Чем объясняется пониженная прочность после искусственного старения дюралюмина при 200 °С?

- Ответ: 1) укрупнением структуры фаз упрочнителей;
 2) уменьшением твердости фаз упрочнителей;
 3) выгоранием фаз упрочнителей;
 4) торможением выделения фаз упрочнителей.

340. Какой из сплавов (см. вопрос 338) обладает наилучшими литейными свойствами?

- Ответ: 1) I; 2) II;
 3) III; 4) IV.

341. Напишите марки известных Вам алюминиевых литейных сплавов.

336. Познакомьтесь с этими данными в учебнике и запомните их.

337. Дюралюмин является сложным сплавом, включающим в себя элементы, растворимость которых в алюминии понижается с понижением температуры. Такими элементами являются Cu , Mg , Si . Mn вводится в алюминиевые сплавы для повышения коррозионной стойкости; железо входит как постоянная примесь, попадающая в сплав при его производстве. В процессе закалки дюралюмина образуются пересыщенные твердые растворы алюминия с магнием, медью и кремнием, которые при старении распадаются с выделением дисперсных фаз упрочнителей.

338. На приведенной диаграмме наибольший эффект при старении имеет сплав, который при закалке дает наиболее пересыщенный твердый раствор.

339. В процессе старения, когда температуры низки, образуются в кристаллической решетке α -твердого раствора зоны с повышенной концентрацией упрочняющего элемента, имеющие когерентную связь с кристаллической решеткой α -твердого раствора (зоны Гинье-Престона), которые при низких температурах очень дисперсны. Повышение температуры ведет к укрупнению этих зон, а затем к выделению самостоятельной фазы, например CuAl_2 , эффект упрочнения от которой относительно мал.

340. Сплавы с минимальным температурным интервалом кристаллизации имеют наилучшие литейные свойства: хорошая жидкотекучесть, малая склонность к ликвации, сосредоточенная усадка. Это является общим положением для любых сплавов.

342. Для чего применяется плакирование дюралюмина?

- Ответ: 1) для повышения прочности;
2) для увеличения коррозионной стойкости;
3) для улучшения качества поверхности;
4) для повышения пластичности.

343. К какой категории относятся сплавы системы Al-Si (силумины)?

- Ответ: к сплавам: 1) деформируемым;
2) деформируемым и упрочняемым термообработкой;
3) упрочняемым термообработкой;
4) литейным.

344. Какова прочность и пластичность состаренного дюралюмина?

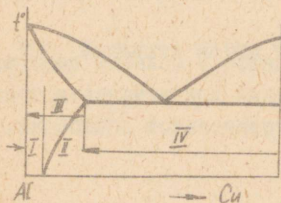
- Ответ: 1) $\sigma_b - 20 \text{ кг/мм}^2$; $\delta - 10\%$
2) $\sigma_b - 45 \text{ кг/мм}^2$; $\delta - 17\%$
3) $\sigma_b - 70 \text{ кг/мм}^2$; $\delta - 40\%$
4) $\sigma_b - 15 \text{ кг/мм}^2$; $\delta - 70\%$

345. Чем модифицируют силумин?

- Ответ: 1) $1/3\text{NaCl} + 2/3\text{NaF}$;
2) $1/3\text{NaF} + 2/3\text{NaCl}$;
3) $1/3\text{NaCl} + 2/3\text{Na}_2\text{CO}_3$;
4) $1/2\text{NaCl} + 1/2\text{KCl}$.

346. На участке диаграммы Al-Si приведены группы алюминиевых сплавов разного состава. К какому классу относятся сплавы I и IV групп?

- Ответ: 1) I - деформируемые, упрочняемые термообработкой, IV - литейные;
2) I - деформируемые, неупрочняемые термообработкой, IV - литейные;
3) I - упрочняемые термообработкой, IV - деформируемые;



342. Многофазные сплавы имеют пониженную коррозионную стойкость по сравнению с чистыми металлами. Покрытие дюралюмина слоем чистого алюминия путем совместной прокатки тонкого алюминиевого листа со слитком дюралюмина носит название плакирования и предусматривает увеличенные коррозионной стойкости дюралюмина.

343. Технические сплавы системы $Al-Si$ имеют близкий к эвтектическому состав.

344. Познакомьтесь с этими материалами из учебника.

345. Структура немодифицированного силумина отличается грубокристаллическим строением с пониженными механическими свойствами и состоит из первичных кристаллов Si и эвтектики их ($\alpha + Si$). Присадка к жидкому металлу до разливки в формы модификатора, состоящего из $2/3 NaF$ и $1/3 NaCl$, изменяет структуру, которая будет состоять из первичных кристаллов α -твердого раствора и эвтектики ($\alpha + Si$), причем последняя выделяется в мелкодисперсном состоянии. Свойства прочности повышаются от I_4 до I_8 $кг/мм^2$ (σ_c) и пластичности от 3% до 8% (δ).

346. Сплавы, которые состоят из твердого раствора и не меняют своего состава при изменении температуры, не подвержены термической обработке и обладают хорошей пластичностью. Сплавы, в состав которых входит эвтектическая составляющая, хрупки и не могут быть подвержены обработке давлением.

Сплавы, которые по составу находятся в области диаграммы, показывающей наличие фазовых изменений при изменении температуры, очевидно можно подвергать термической обработке.

347. Какова марка латуни, содержащей 38% Zn ?

Ответ: 1) Л 38; 2) Л 62;
3) Бр 62; 4) 38.

348. Какие фазы образует цинк при сплавлении с медью?

Ответ: 1) твердые растворы;
2) химические соединения;
3) электронные соединения;
4) механическую смесь.

349. Как называется латунь с содержанием цинка около 20%?

Ответ: 1) муниц-металлом;
2) полутомпаком;
3) латуню;
4) томпаком.

350. Какой элемент повышает коррозионную стойкость латуни в морской воде?

Ответ: 1) свинец; 2) олово;
3) цинк; 4) бериллий.

351. Какова марка бронзы, содержащей 10% олова и 1% фосфора?

Ответ: 1) Бр10 - I;
2) БрФ10-I;
3) БрФО10-I;
4) ЛОФ10-I.

352. Напишите марки известных Вам подшипниковых бронз.

347. Принцип маркировки латуни: впереди ставится буква Л, что означает "латунь", последующая цифра показывает содержание меди в сплаве в процентах.

348. Сплавы системы $Cu-Zn$ образуют ряд фаз: β -фаза, состава $CuZn$ с электронной концентрацией $3/2$; γ -фаза, состава Cu_5Zn_8 с электронной концентрацией $21/13$; ϵ -фаза, состава $CuZn_3$ с электронной концентрацией $7/4$. Вспомните, как называются подобные фазы.

Кроме того, медь в значительной степени растворяет цинк в твердом состоянии.

349. Латуни, содержащие 4–10% цинка, называются томпаком, из них изготавливают холодной пластической деформацией радиаторные трубки, лист, ленту. Сплавы, содержащие порядка 20% Zn (Л80), называются полутомпаком; сплавы с высоким содержанием цинка (Л60) носят название мунц-металла.

350. Латунь марки Л070-I называется морской латунью, так как обладает коррозионной стойкостью в морской воде.

351. Принцип маркировки бронз: впереди — буквы "Бр", что означает бронза, далее следуют русские буквы, являющиеся начальными буквами наименования соответствующих элементов; последующие цифры соответствуют содержанию этих элементов в составе бронзы. Например, БрОЦС6–6–3 есть бронза, содержащая 6% олова, 6% цинка и 3% свинца, остальное медь.

352. Подшипниковая бронза должна иметь структуру, одна из составляющих которой характеризуется повышенной вязкостью, обеспечивает хорошую прирабатываемость, другая — повышенной твердостью, обеспечивающей хорошую износостойкость.

353. Для какой цели используется бронза БрОФ10-1?

- Ответ:
- 1) для подшипников;
 - 2) для арматуры;
 - 3) для художественного литья;
 - 4) для пружин.

354. Для чего применяется бериллиевая бронза БрБ2?

- Ответ:
- 1) для подшипников;
 - 2) для пружин;
 - 3) для арматуры;
 - 4) для деталей машиностроения.

355. Какие из приведенных марок бронз являются антифрикционными материалами?

- Ответ:
- 1) БрОЦС6-6-3; БрБ2;
 - 2) БрОФ10-1, БрС30;
 - 3) БрКЦ4-4;
 - 4) Л62.

356. В учебнике посмотрите диаграмму $Cu-Sn$. В чем недостатки сплава с 5-10% Sn как литейного материала?

- Ответ:
- 1) сильная ликвация и склонность к образованию усадочной пористости;
 - 2) повышенная линейная усадка;
 - 3) склонность к образованию усадочных раковин;
 - 4) повышенный пригар.

357. Какой термообработке подвергаются алюминиевые бронзы?

- Ответ:
- 1) закалке;
 - 2) фазовому отжигу;
 - 3) отпуску;
 - 4) химико-термической обработке.

353. Бронза БрОФ10-I, содержащая 10% олова имеет структуру, состоящую из относительно мягкой основы α -твердого раствора, в которой распределен эвтектоид ($\alpha + \delta$), отличающийся значительной твердостью. Подобное сочетание свойств структурных составляющих весьма благоприятно для антифрикционных материалов.

354. Бериллиевая бронза БрБ2 - дисперсионно твердеющий сплав. После закалки и искусственного старения приобретает очень высокую упругость и прочность.

355. Антифрикционные сплавы применяются для изготовления подшипников скольжения. Для того чтобы подшипники хорошо прирабатывались, имели бы хорошую износостойкость и малый коэффициент трения, структура подшипниковых сплавов должна состоять из относительно мягкой металлической основы с твердыми включениями другой фазы или структурной составляющей. Сплавы меди, содержащие олово и свинец, обеспечивают подобное сочетание структур сплавов.

356. Обратите внимание на широкий температурный интервал кристаллизации оловянистых бронз. Вспомните, как это отражается на однородности состава после кристаллизации и на литейных свойствах.

357. Посмотрите диаграмму состояния CuAl . Сплавы, содержащие 10-15% алюминия имеют эвтектоидное превращение при 570°C . Вспомнив основы теории термообработки, легко установите, каким видам термообработки их можно подвергнуть.

Следует отметить, что в результате термообработки получают структуры, сходные по строению с соответствующими структурами термически обработанной стали.

ПОДШИПНИКОВЫЕ СПЛАВЫ И ПРИПОИ

358. Какие требования предъявляются к подшипниковым материалам?

- Ответ:
- 1) высокая износостойкость, малый коэффициент трения, хорошая прирабатываемость;
 - 2) высокая износостойкость, хорошая прирабатываемость, высокая прочность;
 - 3) высокая износостойкость, однородность строения, высокая коррозионная стойкость;
 - 4) хорошая прирабатываемость, износостойкость, высокая твердость.

359. Какие виды подшипниковых сплавов Вы знаете?

- Ответ:
- 1) чугуны, бронзы, баббиты;
 - 2) чугуны, бронзы, баббиты, стали;
 - 3) чугуны, бронзы, баббиты, металлокерамические материалы;
 - 4) чугуны, бронзы, баббиты, твердые сплавы.

360. Какова особенность микроструктуры литых подшипниковых материалов?

- Ответ:
- 1) наличие в мягкой основе твердых включений;
 - 2) твердая металлическая основа;
 - 3) мягкая металлическая основа;
 - 4) однородность строения.

361. Что означает марка Б88?

- Ответ:
- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1) бронза, 88% Cu ; | 2) баббит, 88% Sn ; |
| 3) баббит, 17% Sn ; | 4) баббит, 88% Sb . |

362. Каким припоем является "третник" и каков его состав?

- Ответ:
- 1) мягким, $2/3 Sn$; $1/3 Pb$;
 - 2) твердым $1/3 Sn$; $2/3 Pb$.

358. Смотри пояснения к вопросу № 355. Дополнительно к этому можно отметить, что подшипники должны удерживать смазку в зазоре между поверхностями вал — подшипник, быть коррозионностойкими в среде масел с кислотами, обладать хорошей теплопроводностью.

359. В качестве подшипников могут использоваться весьма различные материалы: сплавы типа оловянистых и свинцовистых бронз, оловянные, свинцовые, кальциевые и алюминевые баббиты, металлокерамические пористые сплавы из железного или бронзового порошка с графитом, антифрикционные чугуны.

360. Литые подшипниковые сплавы (бронза, баббиты) должны состоять из мягкой металлической основы, содействующей хорошей прирабатываемости, и твердого скелета, обеспечивающего износостойкость, удерживаемость смазки и низкий коэффициент трения.

361. Буква Б во всех марках этой группы сплавов означает "баббит", последующая цифра — содержание олова в сплаве.

362. Припой "мягкие" обладают низкой температурой плавления и обеспечивают лишь герметичность места пайки. "Твердые" припои имеют высокую температуру плавления и обеспечивают высокие механические свойства паяного соединения. Твердые припои имеют в своем составе медь и цинк или медь, серебро и цинк.

ПРОЧИЕ ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

363. Каковы особенности свойств магниевых сплавов?

- Ответ: 1) низкая плотность;
2) высокая прочность;
3) высокая коррозионная стойкость;
4) высокая упрочняемость при термообработке.

364. Каковы характерные особенности свойств титановых сплавов?

- Ответ: 1) высокая коррозионная стойкость, прочность и малый удельный вес;
2) высокая жаропрочность и жаростойкость;
3) высокая пластичность и прочность;
4) высокие свойства упругости.

365. Какая структура получается при закалке сплавов Ti - Fe?

- Ответ: 1) мартенсит как у стали;
2) пересыщенный β -твердый раствор как у дюралюмина.

366. Какие легирующие элементы входят в состав промышленных титановых сплавов?

- Ответ: 1) C, Mn, P, Si; 2) Cr, Mn, Fe, V, Al, Mo, W;
3) C, Fe, Mn, Si; 4) Fe, Cr, Ni, Co, Al.

367. Какие свойства циркония позволяют использовать его при строительстве атомных реакторов?

- Ответ: 1) высокая пластичность;
2) малая поглощаемость замедляющих нейтронов;
3) высокая способность абсорбировать газы;
4) высокая коррозионная стойкость.

363. Сплавы магния имеют плотность 1,8 (алюминиевые сплавы 2,7 - 2,9). Магниевые сплавы обладают малой коррозионной стойкостью, при повышенных температурах склонны к самовозгоранию. Сплавы $Mg-Al-Zn$ достаточно интенсивно упрочняются старением, приобретая значения σ_B до 30-35 кг/мм².

364. Титан один из самых распространенных металлов в земной коре. Титановые сплавы относительно легки и обладают исключительно высокой коррозионной стойкостью. Прочностные свойства некоторых титановых сплавов очень высокие ($\sigma_B = 150$ кг/мм²).

Удельная прочность титановых сплавов (значение отношения предела прочности к плотности сплава) весьма часто превосходит аналогичные показатели высокопрочных легированных сталей. Титановые сплавы взамен алюминиевых и магниевых находят применение в высокоскоростной авиации.

365. При закалке титановых сплавов образуется пересыщенный твердый раствор. Дальнейшее искусственное старение приводит к выделению очень мелкодисперсной α -фазы, упрочняющей сплав.

366. В промышленности применяются титановые сплавы, легированные алюминием и хромом, алюминием и марганцем, алюминием и ванадием, а также алюминием, молибденом и хромом, среди которых последние отличаются очень высокой прочностью.

367. Чистый цирконий - металл, по свойствам близкий к низкоуглеродистой стали. Цирконий и его сплавы используются в атомных реакторах, имея малое эффективное сечение поглощения тепловых нейтронов.

368. В результате каких основных реакций получают-ся синтетические связующие пластмассы?

- Ответ: 1) замещения компонентов в соединениях;
2) полимеризации и поликонденсации;
3) окислительных процессов;
4) восстановления из окислов.

369. Какие основные группы пластмасс по отношению к тепловому воздействию Вы знаете?

- Ответ: 1) термопластические, термореактивные;
2) кремнеорганические, слоистые, газонаполненные;
3) древеснослоистые, гетинакс, текстолит.

370. Можно ли изделия из полиэтиленовой пленки подвергнуть горячей сварке?

- Ответ: 1) да; 2) нет.

371. Какие основные компоненты входят в состав пластмасс?

- Ответ: 1) связующие вещества и пластификаторы;
2) связующие вещества, красители, наполнители, пластификаторы;
3) связующие вещества, катализаторы, наполнители;
4) термопласты, пресспорошки, катализаторы.

368-371. Основу пластмасс составляют связующие, называемые смолами, которые в основном являются синтетическими и которые получаются в результате реакции полимеризации или поликонденсации. При полимеризации в реакции участвует одно исходное вещество - низкомолекулярный мономер, молекулы которого соединяются в большие макромолекулы. При этом химический состав как исходного, так и полученного вещества остается неизменным. Полимеризацией получаются поливинилхлорид, полистирол, полиэтилен и др. При поликонденсации взаимодействуют несколько исходных веществ и помимо образования полимера происходит также и выделение побочных продуктов (NH_3 , H_2O и др.), в результате чего составы исходных веществ и полученного полимера неодинаковы. Поликонденсацией получают фенолформальдегидные смолы, мочевино- и меламиноформальдегидные смолы и др.

Большинство смол, получаемых полимеризацией, являются термопластическими, т.е. при повторных нагревах они размягчаются. Смолы, получаемые методом поликонденсации, в большинстве случаев термореактивны. Они при нагревании размягчаются и при дальнейшем нагреве переходят в непластичное состояние. Повторным нагревом их размягчение невозможно.

По составу пластмассы делятся на простые, которые состоят только из полимеров (полиэтилен, полистирол и др.) и композиционные - многокомпонентные, которые помимо полимера содержат наполнители, пластификаторы, красители.

372. Перечислите, какие наполнители могут использоваться для производства пластмасс.

373. Каково основное назначение волокнистых наполнителей в пластмассах?

- Ответ:
- 1) уменьшают стоимость пластмасс;
 - 2) улучшают прочность на разрыв и ударную вязкость;
 - 3) уменьшают пористость;
 - 4) уменьшают гигроскопичность.

374. Каково назначение пластификаторов в пластмассах?

- Ответ:
- 1) улучшают заполняемость формы;
 - 2) увеличивают пластичность пластмассовых изделий;
 - 3) уменьшают стоимость;
 - 4) улучшают прочность.

375. Какие порошковые наполнители наиболее часто используют при изготовлении пластмассовых изделий?

- Ответ:
- 1) мука, декстрин, кварц;
 - 2) древесная мука, графит;
 - 3) древесная мука, опилки, кварц, графит, слюда;
 - 4) древесная мука, кварц, графит, слюда.

376. Напишите, в каких количествах примерно вводят в композиционные пластмассы наполнители и связующие.

372-376. Наполнители, повышают прочность и уменьшают стоимость пластмасс. Наполнители могут быть минерального (слюда, кварц, асбест и др.) и органического (древесная мука, хлопковые очесы, бумага и т.д.) происхождения. По строению наполнители могут быть порошковыми (древесная мука, кварц, графит, слюда), волокнистые (лен, хлопок, асбест, стекловолокно), листовые (ткань, древесный шпон, бумага, фольга).

Органические наполнители хорошо пропитываются полимерами, волокнистые упрочняют изделия на разрыв и ударный изгиб, неорганические порошковые наполнители улучшают водо- и теплостойкость, твердость изделий, уменьшают пористость и гигроскопичность.

Пластификаторы добавляются в состав пластмасс для улучшения их технологических свойств - текучести. В качестве пластификаторов применяют высококипящие низкомолекулярные жидкости - сложные эфиры, хлорированные углеводороды и др.

Смазывающие вещества, (стеарин, воск, парафин и т.д.) устраняют прилипание материала к горячим стенкам пресс-формы. Красители придают пластмассам нужную окраску.

Соотношение компонентов в композиционных пластмассах в следующих пределах: связующие смолы 30-60%, наполнитель - 40-65%, красители I-0,5% и другие добавки (пластификатор).

377. Какие из нижеприводимых пластмасс используются в качестве оптических материалов?

- Ответ:
- 1) полистирол;
 - 2) полиамиды;
 - 3) полиметилметакрилат;
 - 4) полиэтилен.

378. Из каких пластмасс изготавливается синтетическое волокно?

- Ответ:
- 1) полиамидов;
 - 2) полистирола;
 - 3) полиэтилена;
 - 4) полиметилметакрилата.

379. Какие из нижеприведенных пластмасс можно использовать для изготовления антифрикционных деталей машин?

- Ответ:
- 1) полистирол;
 - 2) полиэтилен;
 - 3) полиметилметакрилат;
 - 4) полиамиды.

380. Что является исходным продуктом для получения капронового волокна?

- Ответ:
- 1) полиэтилен;
 - 2) капролактамы;
 - 3) полиметилметакрилат;
 - 4) полистирол.

381. Перечислите известные Вам синтетические волокнистые материалы.

Ниже приводятся краткие сведения о некоторых пластмассах и областях их применения. В таблице на стр. 167 приводятся данные о свойствах некоторых пластмасс.

Термопластические пластмассы

377-381. Полистирол - продукт полимеризации стирола, имеет очень высокие электроизоляционные свойства, высокую водо- и кислотостойкость. Применяется для деталей электро- и радиоаппаратуры, для изготовления труб, тары для минеральных кислот, корпусов приборов, предметов ширпотреба. Недостаток - малая термостойкость (80°C), хрупкость.

Полиэтилен - продукт полимеризации этилена. Имеет очень высокие диэлектрические свойства, водонепроницаемость и химическую стойкость, термостойкость до $+60^{\circ}\text{C}$. Из полиэтилена изготавливают прозрачную упаковочную пленку, изоляцию кабелей, детали химической аппаратуры, тары для химикатов.

Полиамиды получают поликонденсацией двухосновных кислот и диаминов (нейлон) или полимеризацией капролактама (капрон). Устойчивы к разбавленным растворам кислот и щелочей, имеют высокую термостойкость (до 200°C), высокую прочность на растяжение, высокую износостойкость и малый коэффициент трения, диэлектрические свойства невысокие. Изготавливают: шестерни, подшипники, уплотнения, товары ширпотреба. Очень часто используются в виде синтетического волокна (нейлон, капрон, перлон, силон).

Полиметилметакрилат - полимер метилметакрилата. Устойчив к бензину, слабым кислотам и щелочам, имеет хорошую ударную вязкость и оптические свойства. Изготавливают органическое стекло (плексиглас) применяется для остекления автомашин, самолетов, зданий, изготавливают также детали приборов и аппаратов.

382. К какой группе по отношению к термическому воздействию относятся пластмассы типа полиэтилен, полистирол, полиамиды, полиметилметакрилат, поливинилхлорид, фторопласт?

Ответ: к 1) термопластическим;
2) терморезактивным.

383. В результате каких реакций получается фторопласт и полиэтилен?

Ответ: реакций 1) поликонденсации;
2) полимеризации.

384. Какие пластмассы используются для антикоррозионных покрытий металлов?

Ответ: 1) полиамиды;
2) полистирол;
3) фторопласт;
4) полиметилметакрилат.

385. Какие пластмассы имеют высокие показатели термостойкости?

Ответ: 1) полиамиды и фторопласт;
2) поливинилхлорид;
3) полистирол и полиметилметакрилат;
4) винипласт.

386. Как называется пластифицированный поливинилхлорид?

Ответ: 1) фторопласт;
2) пластикат;
3) винипласт;
4) силон.

382-386. Поливинилхлорид - продукт полимеризации хлористого винила. Стоек к щелочам и кислотам. Имеет высокие прочностные свойства. Пластифицированный поливинилхлорид называется пластикатом. Непластифицированный - винипластом. Из винипласта изготовляют детали конструкций, трубопроводы, баки аккумуляторов, вентили. Недостаток винипласта - малая термостойкость (до 60°C). Пластикат менее прочен и химически стоек, чем винипласт, важное положительное свойство - морозостойкость. Используется для покрытия кабелей, электропроводов, изготовляют шланги, пленку (плащи, упаковку).

Фторопласт - продукт полимеризации газообразного фтористого этилена. Имеет очень высокую химическую стойкость и термостойкость (до 250°C) и диэлектрические свойства. Механические свойства, кроме ударной вязкости, относительно невысокие. Характерны также высокая износостойкость и малый коэффициент трения. Используется в химической промышленности (трубы, клапаны, уплотнения), в высокочастотной электротехнике как изоляционный материал, в машиностроении как антифрикционный материал, а также для антикоррозийных покрытий металлов.

Все вышеприведенные пластмассы (полиэтилен, полистирол, полиамиды, метилметакрилат, поливинилхлорид и фторопласт) отличаются тем, что при повторных нагревах способны переходить в пластическое состояние и при последующем охлаждении они снова твердеют.

387. К какой категории по составу относятся пластмассы типа фенопластов, текстолита, гетинакса?

Ответ: к 1) композиционным;
2) простым.

388. Какие наполнители применяются для улучшения электроизоляционных свойств фенопластов?

Ответ: 1) древесная мука,
2) слюда и кварцевая мука;
3) асбест.

389. Какие из перечисленных в ответах пластмасс можно использовать в качестве фрикционных материалов?

Ответ: 1) фторопласт;
2) текстолит;
3) асботекстолит;
4) поливинилхлорид.

390. Какие листовые наполнители используются для приготовления текстолита?

Ответ: 1) стеклоткань;
2) асбест;
3) хлопчатобумажная ткань;
4) бумага.

391. Перечислите известные Вам сложные пластмассы.

387-393. Фенопласты - продукт поликонденсации фенола с формальдегидом. Наибольшее распространение имеют фенопласты с наполнителем в виде древесной муки.

Механические и диэлектрические свойства невысокие. Из них изготавливают кнопки сигнальных устройств, рукоятки рычагов и другие ненагруженные детали. Для изготовления электротехнических деталей к древесной муке дополнительно добавляют слюду и кварцевую муку, чтобы улучшить электроизоляционные свойства. Фенопласты с наполнителями в виде асбестового листа обладают повышенной теплостойкостью и прочностью. Эти свойства еще более высокие у стекловолоконитов, в которых в качестве наполнителя используется стеклопряжа. Из них изготавливают детали сложной конструкции.

Из слоистых пластмасс широко применяются пластмассы, в которых связывающими являются фенолоформальдегидная смола и различные листовые наполнители.

Текстолит - слоистый пластик, получаемый спрессованием хлопчатобумажной ткани, пропитанной смолой. Выпускается в виде листов, стержней или трубок. Отличается высокой механической прочностью, хорошими антифрикционными и электроизоляционными свойствами. Изготавливают методами механической обработки подшипники, втулки, зубчатые колеса. В электротехнике изготавливают панели, щитки, клеммы. Недостаток текстолита - водопоглощение и низкая теплопроводность.

Асботекстолит. В качестве наполнителя - асбестовая ткань. Менее прочен, чем текстолит, но более высокая теплостойкость, имеет повышенный коэффициент трения. Используется для деталей сцепления и тормозных узлов.

392. Какими методами изготавливаются детали из текстолита?

- Ответ:
- 1) литьем;
 - 2) механической обработкой;
 - 3) выдавливанием;
 - 4) штамповкой.

393. Какие преимущества имеют связующие типа эпоксидных смол в пластмассах?

- Ответ:
- 1) получают высокие механические свойства;
 - 2) твердеют при комнатной температуре;
 - 3) повышенные электроизоляционные свойства;
 - 4) высокие антифрикционные свойства.

394. Для изготовления каких изделий предпочтительны пластмассы со связующими в виде эпоксидных смол?

- Ответ:
- 1) мелких деталей;
 - 2) крупногабаритных тонкостенных деталей;
 - 3) массивных малогабаритных изделий.

395. Какие наполнители используются при изготовлении пластмассовых крупногабаритных изделий?

- Ответ:
- 1) древесная мука;
 - 2) стеклоткань;
 - 3) асбест;
 - 4) хлопчатобумажная ткань.

396. Какие изделия изготавливаются из гетинакса?

394-398. Стеклотекстолит. Изготавливается на основе стеклянной ткани и смолы. Имеет высокие механические свойства, высокие показатели электросопротивления и антифрикционные свойства. Используется как конструкционный материал в автомобиле-, самолето- и судостроении, в электро- и радиотехнике. В последнее время стеклопластики стали изготавливать также с использованием в качестве связующего полиэфирных и эпоксидных смол, представляющих собой вязкие жидкости, затвердевание которых происходит при комнатной температуре под действием специальных отвердителей. Благодаря этому можно изготавливать крупногабаритные изделия по контактно-му методу. Используя в качестве наполнителя стеклоткани и стекловолокно, изготавливают детали типа корпусов малых судов, шлюпок, автомобилей, кровельные плиты, ванны, раковины и т.д. Полиэфирные и эпоксидные смолы используются в качестве универсальных склеивающих материалов благодаря их хорошей адгезии к весьма различным по природе материалам (металлы, керамика, стекло и т.д.)

Гетинакс - наполнителем являются листы бумаги. Имеет достаточно высокие механические и высокие электроизоляционные свойства. Изготавливают детали высоковольтной аппаратуры, радио- и телефонной аппаратуры, электрооборудование.

397. Какие материалы используются в качестве универсальных клеев?

- Ответ: 1) фторопласты и фенопласты;
2) полиамидные смолы;
3) эпоксидные и полиэфирные смолы;
4) пластикаты и винипласты.

398. Перечислите области применения гетинакса.

399. Какие из перечисленных пластмасс наиболее часто используются для изготовления деталей машин?

- Ответ: 1) фенопласты;
2) поливинилхлорид;
3) полиэтилен, полиметилметакрилат;
4) гетинакс, древесные пластики.

400. Каковы характерные свойства поропластов?

- Ответ: 1) высокая прочность;
2) малая плотность;
3) высокая пластичность;
4) высокие электроизоляционные свойства.

401. Перечислите области использования газонаполненных пластмасс.

400-401. Древеснослоистые пластики (ДСП). Наполнителем является древесный шпон. Выпускаются в виде листов и плит, отличаются достаточно высокими механическими свойствами, хорошими антифрикционными и электроизоляционными свойствами. Из древеснослоистых пластиков изготавливают зубчатые колеса, подшипники, втулки, шкивы и др. детали машин.

Широкое применение находят газонаполненные пластмассы (пенопласты и поропласты). Они состоят из двух основных компонентов - искусственной смолы и специального газотворного вещества - порофора. В качестве связующей используются полистирол, поливинилхлорид и др. Отличительными свойствами поропластов являются малая плотность (0,02-0,85 г/см³), высокие звуко-, тепло- и электроизоляционные свойства. Механическая прочность малая. Для успешного использования их применяют комбинирование поропластов с металлами или прочными пластмассами. Изготавливают трехслойные клееные плиты, где средний толстый слой сделан из поропласта, наружные - из более прочного материала. Такие плиты используются в самолетостроении в качестве звуко- и теплоизоляционных материалов, в качестве амортизационных прокладок и т.д.

Основные свойства пластмасс *

Наименование пластмасс	Плотность г/см ³	Ударная вяз- кость кгсм/см ²	Предел прочнос- ти при растяже- нии кг/см ²	Относительное удлинение при разрыве, %	Твердость по Бринеллю кг/мм ²	Теплостойкость по Маргенсу, ОС	Водопоглощение за 24 г, г/дм ³
Полистирол	1,1	16-22	350	2	15-20	80	0,05
Полиэтилен	0,92	16	100	150	-	50-60	0,01
Капрон	1,15	до 160	500- 800	150- 200	10-12	55	1,5- 5
Органическое стекло	1,2	12	500	3	21	80	0,3
Винипласт листовой	1,4	160- 180	400	20	13	65	0,02
Пластикат листовой	1,35	-	100	150	-	-	-
Фторопласт 4	2,3	100	140- 200	250- 500	3-4	250	0,00
Фторопласт 3	2,1	20- 30	350- 450	70- 200	10- 13	70	0,0
Пресспорошок общего назна- чения	1,4	5,0	300- 450	-	20- 25	125	0,1
Текстолит листовой	1,4	20	500- 800	-	-	135	0,3- 0,6
Асботекстолит	1,6	25	800	-	30- 45	250	2,0
Гетинакс листовой	1,3	13	800	-	25	150	0,5
Древесно- слоистые плас- тики	1,3	80	3000	-	-	-	до 25
Стеклостексто- лит	1,7	45-125	1100- 2700	-	-	180	2,0

вдоль основы

* В.М. Никифоров. Технология металлов и конструкционных ма-
териалов, Москва 1968 г.

402. В результате каких процессов получают каучуки?

- Ответ: 1) полимеризации;
2) поликонденсации;
3) вулканизации.

403. Какие каучуки отличаются высокой морозостойкостью?

- Ответ: 1) хлоркаучук;
2) силиконовый каучук;
3) фторкаучук;
4) тиоколы.

404. В результате какого процесса каучук перерабатывается в резину?

- Ответ: 1) полимеризации;
2) поликонденсации;
3) вулканизации.

405. Какие каучуки и резины на их основе отличаются высокой маслостойкостью?

- Ответ: 1) тиоколы;
2) хлоркаучук;
3) силиконовый каучук.

406. Перечислите основные характерные свойства резины.

402-406. Для получения резины используется каучук, обычно синтетический. Он получается полимеризацией или сополимеризацией ряда углеводов. Добавлением вулканизаторов (сера, окислы и перекиси металлов) каучук перерабатывается в резину.

Особое значение в технике имеют хлор- и фторкаучуки, кремнийорганические (силиконовые) и полисульфидные (тиоколы) каучуки.

Хлоркаучук получают эмульсионной полимеризацией хлорпрена. Он вулканизируется окислами металлов. Резина на основе хлоркаучука маслостойка, негорюча, стойка к переменным нагрузкам, устойчива к кислороду, кислотам и щелочам. Недостаток - малая морозо- и термостойкость. Изготавливают изоляцию кабелей, приводные ремни, транспортную ленту, на ее базе изготавливается также резиновый клей.

Фторкаучук получают полимеризацией трифторхлорэтилена и сополимеризацией его с винилиденфторидом. Резина на его основе теплостойка ($+200^{\circ}\text{C}$), химически стойка, имеет высокие механические свойства и негорюча. Наиболее качественный из всех эластичных материалов. Используется в авиации, для изготовления шлангов, уплотнителей, облицовки топливных баков и т.д.

Силиконовый каучук получают поликонденсацией силоксанов. Вулканизацией перекисью бензоила при $180-200^{\circ}\text{C}$ получают резину. Характерны: морозостойкость до -55°C и термостойкость до $+300^{\circ}\text{C}$. Используется в авиационной, электро- и радиотехнической промышленности (прокладки, мембраны, клапаны).

Тиоколы получают поликонденсацией дихлоропроизводных углеводов и полисульфидов натрия и калия. При получении резины вулканизируют перекисью марганца и свинца. Обладает стойкостью против растворителей, озона, света. Морозо- и теплостойкость низкие (-15°C и $+30^{\circ}\text{C}$), используется в качестве малостойкой резины.

Стекло

Вопрос 407. Какие материалы являются основой для изготовления стекла?

- Ответ:
- 1) органические соединения;
 - 2) неорганические окислы;
 - 3) пластмассы.

Вопрос 408. Какое стекло имеет наиболее высокие показатели термической стойкости?

- Ответ:
- 1) органическое стекло;
 - 2) пеностекло;
 - 3) обычное стекло;
 - 4) кварцевое стекло.

Вопрос 409. Перечислите важнейшие области использования стекла.

Вопрос 410. Для каких целей используется пеностекло?

- Ответ:
- 1) для стекления окон;
 - 2) для тепловой изоляции;
 - 3) в качестве конструкционного материала.

Вопрос 411. В чем особенности строения ситаллов в отличие от обычных стекол?

- Ответ: ситаллы имеют
- 1) аморфное строение;
 - 2) аморфно-кристаллическое строение;
 - 3) кристаллическое строение.

Вопрос 412. Перечислить для каких целей используются ситаллы.

407-412. Стекло получают расплавлением в соответствующих пропорциях различных неорганических окислов, которые можно подразделить на:

1) стеклообразующие (окислы SiO_2 , B_2O_3 , P_2O_5 , GeO), которые образуют структуру стекла;

2) модифицирующие (окислы Na_2O , K_2O , CaO , MgO , ZnO , BaO и др.), которые изменяют физико-химические свойства стекла;

3) промежуточные (окислы Al_2O_3 , PbO , Fe_2O_3 , TiO_2 , BeO) используются для замещения некоторой части стеклообразующих окислов в структурном каркасе стекла.

Механические свойства стекол зависят от их состава и тепловой обработки. Предел прочности на изгиб может изменяться от 3 до 16 кг/мм². Химическая стойкость стекла уменьшается с увеличением в их составе окислов щелочных металлов и свинца. Термическая стойкость стекла прямо пропорциональна пределу прочности при разрыве и обратно пропорциональна коэффициенту линейного расширения и упругости. Электропроводность стекла резко возрастает с увеличением в их составе ионов.

Кварцевое стекло

Исходный материал — горный хрусталь или кварцевый песок состава ($\text{SiO}_2 \geq 99,5\%$). Имеет по сравнению с другими стеклами максимальную термостойкость (800°C), низкий коэффициент теплового расширения ($\alpha = 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ град}^{-1}$), высокую температуру размягчения (1470°C), высокую химическую стойкость. Используется для изготовления химической стойкой аппаратуры, труб, змеевиков, тиглей, чехлов термопар, изоляторов высоковольтных линий, электровакуумных изделий.

Пеностекло

Получают из тонквизмельченного промышленного песка и газообразователя (кокс, уголь, мел) в количестве 0,2–0,3 % от веса шихты. Процесс вспенивания происходит при $700 - 900^\circ\text{C}$. Из стекла изготавливают плиты, блоки, строительные панели и другие тепло- и звукоизоляционные материалы. Пеностекло имеет очень высокие теплоизоляционные свойства (1 тонна пеностекла заменяет 85–90 т красного кирпича). Используется для тепловой изоляции холодильников, судов-рефрижераторов, изотермических вагонов, для изготовления фильтров.

Стеклокристаллические материалы-ситаллы

Ситаллы отличаются от стекла минералогическим составом и микрокристаллическим строением. За счет наличия в составе стекла кристаллизаторов при соответствующей термообработке до 95% массы стекла кристаллизуется, что и определяет в основном свойства ситалла: высокую твердость, малый вес, высокую прочность (более 5 раз прочнее обычного стекла), имеют термостойкость до 1000°C и высокую износостойкость. Весьма высока их химическая стойкость и диэлектрические показатели. Из ситаллов изготавливают обтекатели управляемых снарядов, трубы, подшипники для работы при температуре до 540°C без смазки, поршни и цилиндры двигателей внутреннего сгорания, футеровку мельниц, фильтры для искусственного волокна и т.д.

В в е д е н и е	3
Методические указания по выполнению контрольных работ по курсу "Материаловедение" студентами-заочниками.....	6
КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ	12
ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ И РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ..	20
ТЕОРИЯ СПЛАВОВ.....	24
Диаграммы состояния.....	28
ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ ТРОЙНЫХ СПЛАВОВ.....	43
Физико-химический закон Курнакова.....	49
ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ	51
Углеродистые стали	57
Чугун.....	59
ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА.....	69
Теория термической обработки стали.....	73
Влияние термической обработки на свойства стали	83
Практика термической обработки стали.....	87
Прокаливаемость стали	89
Способы закалки	91
Отжиг и нормализация стали	95
Поверхностная закалка стали	97
. ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ.....	99
ЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ	107
Конструкционные стали	115
Инструментальные стали	125
Твердые сплавы	131
Жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы	133
Нержавеющие и износостойкие стали	137
Прочие стали и сплавы с особыми физическими свойствами.....	139
АЛЮМИНИЙ И ЕГО СПЛАВЫ	141

МЕДЬ И ЕЕ СПЛАВЫ	I45
ПОДШИПНИКОВЫЕ СПЛАВЫ И ПРИПОИ	I49
ПРОЧИЕ ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ	I51
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	I53
Пластмассы.....	I53
Термопластические пластмассы	I58
Термореактивные пластмассы.....	I62
Каучук и резина	I68
Стекло	I70
Кварцевое стекло.....	I72
Пеностекло.....	I72
Стеклокристаллические материалы-ситаллы.....	I72

Отв. редактор Ю. Мазинг

Сдано в печать 8 апреля 1969г.
 Бумага 60x84/16. Печ. л. 11,0. Усл.печ. л. 10,23
 Тираж 1500. МВ- 03099. Зак. №168
 Ротапринт ТПИ, Таллин, Пикк ялг, 14.
 Цена 34 коп.

Hind 34 kop.

X1
1 A - 1782

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00694177 9