

Латуни:						
ЛЦ16К4	100	0,15–0,24	0,009–0,016	12	2	10
ЛЦ38Мц2С2	80			10,6	1	10
Алюминиевый сплав						
А09–2	31	0,1–0,15	0,008	25	20	100

Бронзы относятся к лучшим антифрикционным материалам. Особое место среди них занимают оловянистые и оловянисто-цинково- свинцовистые бронзы. К первым относятся бронзы БрО10Ф1, БрО10Ц2, ко вторым — БрО5Ц5С5, БрО6Ц6С3 (ГОСТ 613–79). Бронзы применяют для монолитных подшипников скольжения турбин, электродвигателей, компрессоров, работающих при значительных давлениях и средних скоростях скольжения (табл. 4.2)

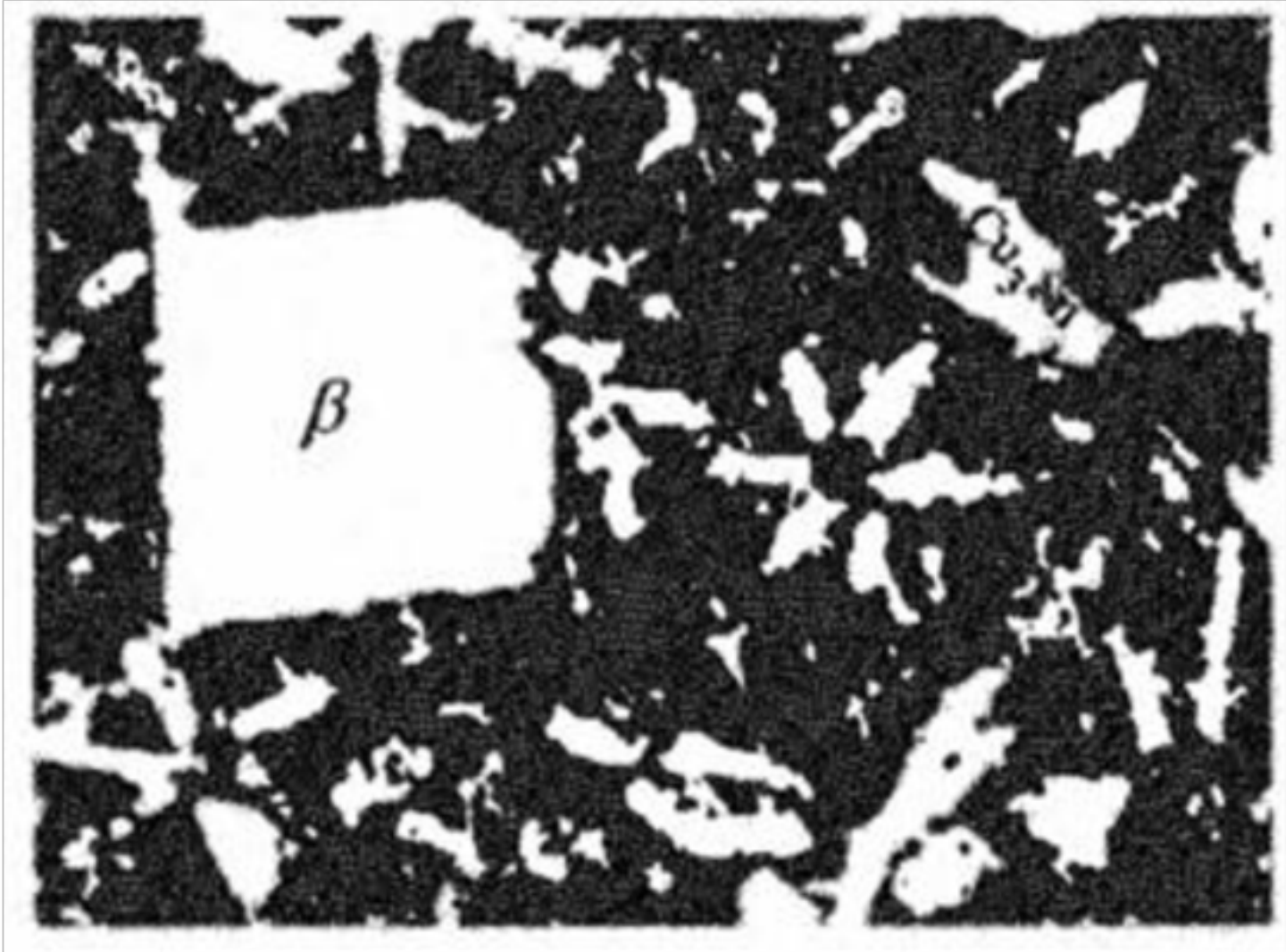


Рисунок 4.5 – Микроструктура баббита Б86.х400

В последнее время бронзы широко используются как компоненты порошковых антифрикционных материалов или тонкостенных пористых покрытий, пропитанных твёрдыми смазочными материалами.

Латуни применяют в качестве заменителей бронз для опор трения. Однако по антифрикционным свойствам они уступают бронзам. Двухфазные латуни ЛЦ16К4, ЛЦ38Мц2С2, ЛЦ40Мц3А и т.д. (ГОСТ 17711–93) применяют при малых скоростях скольжения (< 2 м/с) и невысоких нагрузках. Их часто используют для опор трения приборов.

К сплавам второго типа относятся свинцовистая бронза БрС30 с 30 % Pb (ГОСТ 493–79), и алюминиевые сплавы с оловом, например, сплав А09–2 (9 % Sn, 2 % Cu). Функцию мягкой составляющей в этих сплавах выполняют включения свинца или олова. При граничном трении на поверхность вала переносится тонкая плёнка этих мягких легкоплавких металлов, защищая шейку стального вала от повреждения.

Антифрикционные свойства сплавов достаточно высокие, особенно у алюминиевых сплавов. Из-за хорошей теплопроводности граничный слой смазочного материала на этих сплавах сохраняется при больших скоростях скольжения и высоком давлении (см. табл. 4.2).

Алюминиевый сплав А09–2 применяют для отливки монометаллических вкладышей, бронзу – для наплавки на стальную ленту.

В настоящее время наибольшее распространение получили многослойные подшипники, в состав которых входят многие из рассмотренных выше сплавов. Сплавы или чистые металлы в них уложены слоями, каждый из которых имеет определённое назначение.

Строение четырёхслойного подшипника, применяемого в современном автомобильном двигателе, показано на рис. 4.6.

Он состоит из стального основания, слоя (250 мкм) свинцовистой бронзы (БрС30), тонкого (≈ 10 мкм) слоя никеля или латуни и слоя свинцово-оловянного сплава толщиной 25 мкм. Стальная основа обеспечивает прочность и жёсткость подшипника; верхний мягкий слой улучшает прирабатываемость. Когда он изнашивается, рабочим слоем становится свинцовистая бронза. Слой бронзы, имеющий невысокую твёрдость, также обеспечивает хорошее прилегание шейки вала, высокую теплопроводность и сопротивление усталости. Слой никеля служит барьером, не допускающим диффузию олова из верхнего слоя в свинец бронзы.

Вопросы и задания

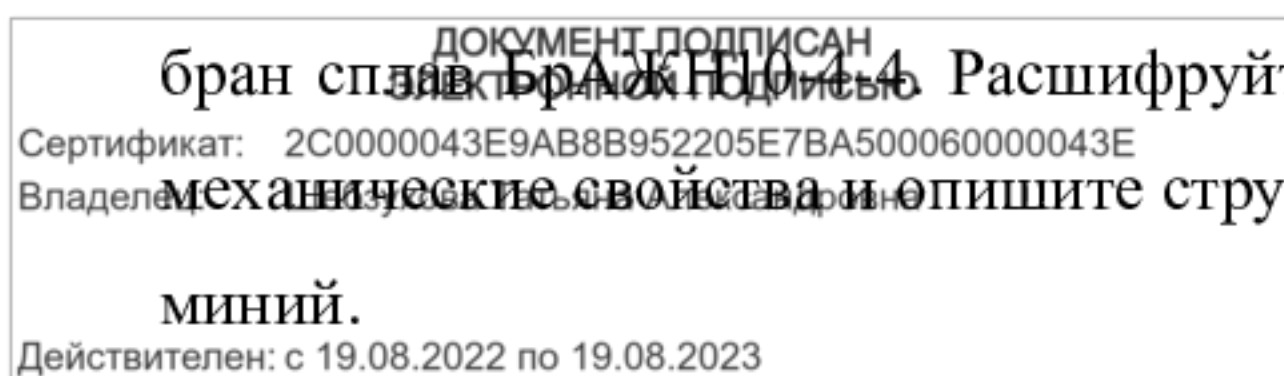
1. Какой термической обработке подвергается сплав дуралюмин? Для обоснования ответа приведите диаграмму состояния алюминий – медь. Каков механизм упрочнения дуралюмина?

2. Какой материал используют для часовых и приборных пружин? Опишите его состав и структуру, приведите механические характеристики.

3. Назначьте марку латуни, устойчивой к коррозии в морской воде. Расшифруйте её состав и опишите структуру, используя диаграмму состояния медь – цинк. Укажите способ упрочнения и основные свойства латуни.

4. Из чего изготавливают вкладыши подшипников скольжения? Опишите состав и структуру сплавов, назовите марки.

5. Для изготовления ответственных деталей (втулки, клапаны, зубчатые колёса) выбран сплав БрАЖНц0,4-4. Расшифруйте состав, укажите режим термической обработки, механические свойства и опишите структуру, используя диаграмму состояния медь – алюминий.



6. Для изготовления мембран и других упругих элементов применяют бронзу БрБНТ1,9. Укажите состав, режим термической обработки и механические свойства материала. Какие процессы происходят при термической обработке? Объясните природу упрочнения в связи с диаграммой состояния медь – бериллий.

7. Приведите марки и опишите структуру литейных алюминиевых сплавов. Каким образом повышают их эксплуатационные свойства? Укажите области применения отливок из алюминиевых сплавов.

8. Для изготовления деталей в авиастроении применяется сплав Д18. Расшифруйте состав сплава, укажите способ изготовления деталей из него и приведите характеристики механических свойств.

9. Для изготовления некоторых деталей в авиастроении применяется сплав АК6. Расшифруйте состав сплава, укажите способ изготовления деталей из него и приведите характеристики механических свойств. Какой упрочняющей термообработке подвергают этот сплав?

10. Для деталей уплотнения используют бронзу БрОФ6,5-0,4. Расшифруйте состав сплава, опишите структуру и термическую обработку бронзы, приведите характеристики механических свойств.

11. Для деталей пароводяной арматуры выбрана бронза БрО5Ц5С5. Расшифруйте состав сплава, опишите структуру и объясните назначение легирующих элементов. Приведите характеристики механических свойств.

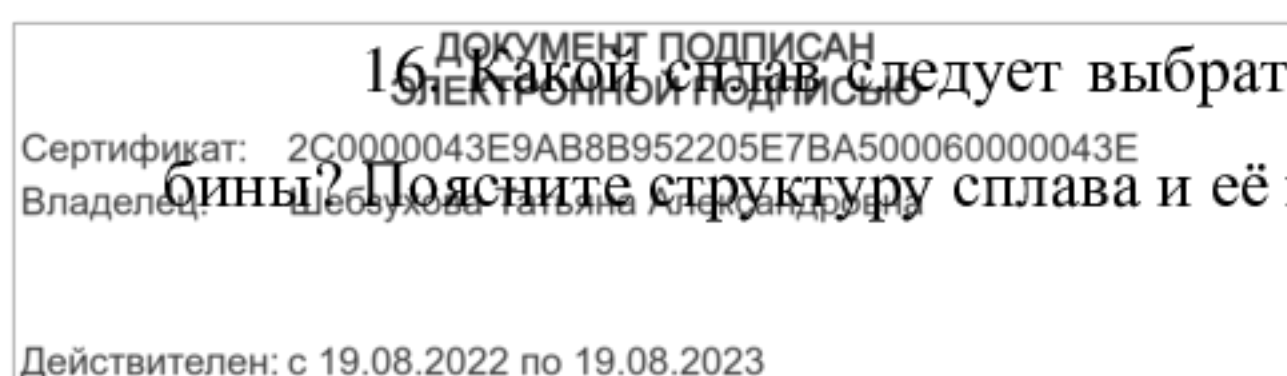
12. Для изготовления деталей способом глубокой вытяжки применяют латунь Л68. Укажите состав и опишите структуру сплава. Назначьте режим термической обработки, применяемой между отдельными операциями вытяжки, и обоснуйте его выбор. Приведите характеристики механических свойств этого сплава.

13. Образец из сплава Д16 медленно охладили от 550 °С до комнатной температуры. Твёрдость составила 65 НВ. Второй образец закалили с той же температуры в воде, а затем подвергли нагреву на 150 °С в течение 100 ч. Твёрдость сплава оказалась равна 120 НВ. Объясните разницу значений твёрдости.

14. Образцы закалённого сплава Д16 нагревали на 150 °С в течение различного времени. Измерения твёрдости дали следующие результаты:

15. Постройте графическую зависимость твёрдости от времени отжига. Объясните такое поведение сплава.

16. Какой сплав следует выбрать для изготовления подшипников скольжения турбины? Поясните структуру сплава и её влияние на антифрикционные свойства.



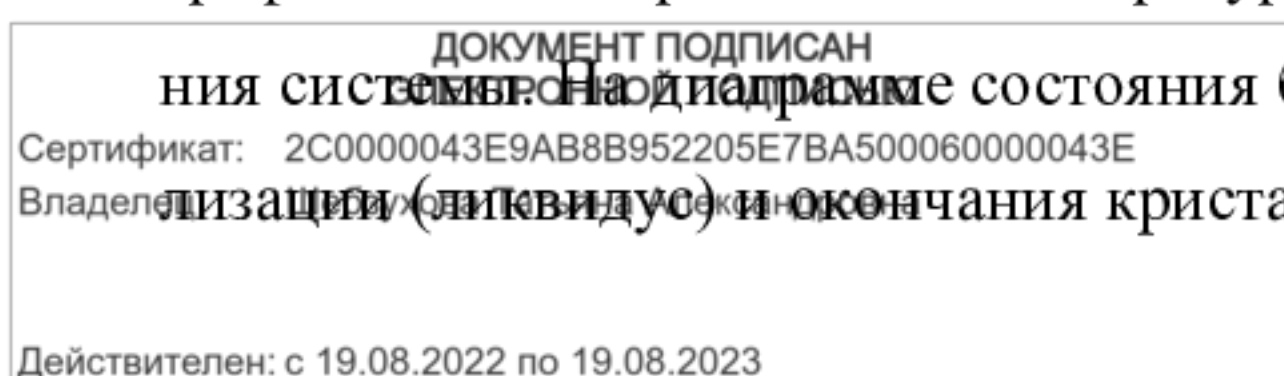
Практическая работа № 3. Диаграмма железо-цементит и фазовые превращения. Диаграммы состояния сплавов.

Цель: Изучить основные разновидности диаграмм состояния двойных сплавов; научиться анализировать диаграммы состояния: определять температуры начала и окончания плавления сплавов, находить области равновесного существования твёрдых растворов, обосновывать возможность проведения упрочняющей термической обработки сплавов, оценивать их технологические свойства.

Основы теории:

Для практической работы с двойными сплавами необходимо знать их структуру, возможность её изменения с изменением температуры и состава сплава и, таким образом, судить о свойствах сплавов и о возможностях изменения свойств в нужном направлении. Необходимость изменить структуру и свойства сплавов может возникнуть, если при получении детали методом литья произошла внутрикристаллическая ликвация, если нужно упрочнить сплав термической обработкой, и в некоторых других случаях. Для определения возможности проведения термической обработки и назначения её температурного режима нужно знать закономерности изменения фазового состава в зависимости от температуры и химического состава сплава в данной системе. Графическая зависимость, содержащая эту информацию, называется диаграммой состояния. Диаграммы состояния позволяют получать разностороннюю информацию о сплавах. С их помощью можно судить о литейных свойствах сплавов и, соответственно, о возможности получения из них отливок, о склонности сплавов к внутрикристаллической ликвации и ликвации по удельному весу при кристаллизации, о пластичности различных сплавов и возможности их пластического деформирования при изготовлении изделий.

Чаще всего для построения диаграмм состояния металлических систем используют термический анализ, основанный на том, что плавление, кристаллизация и все структурные изменения сплавов в твёрдом состоянии происходят с тепловыми эффектами (с поглощением или выделением тепла). Следовательно, снимая кривые нагрева или охлаждения сплавов разного состава какой-либо системы, можно зафиксировать температуры, при которых происходят те или иные изменения в структуре. Если затем эту информацию представить графически в координатах «температура - состав сплава», то получится диаграмма состояния системы. На диаграмме состояния будут, по крайней мере, две линии: начала кристаллизации (ликвидус) и окончания кристаллизации (солидус). У многих сплавов, кроме того,



происходят различные превращения в твёрдом состоянии, что тоже отражается линиями на диаграмме.

В зависимости от характера взаимодействия компонентов в сплаве, соответствия или различия в их атомно-кристаллическом строении возможно образование различных фаз: твёрдых растворов, механической смеси кристаллов отдельных компонентов, химических соединений и др. Это взаимодействие описывается различными видами диаграмм состояния с разными возможностями изменения структуры и проведения термической обработки сплавов.

Вопросы и задания

1. Зарисовать, соблюдая масштаб, приведенную ниже диаграмму состояния медь-серебро и выполнить следующие задания:

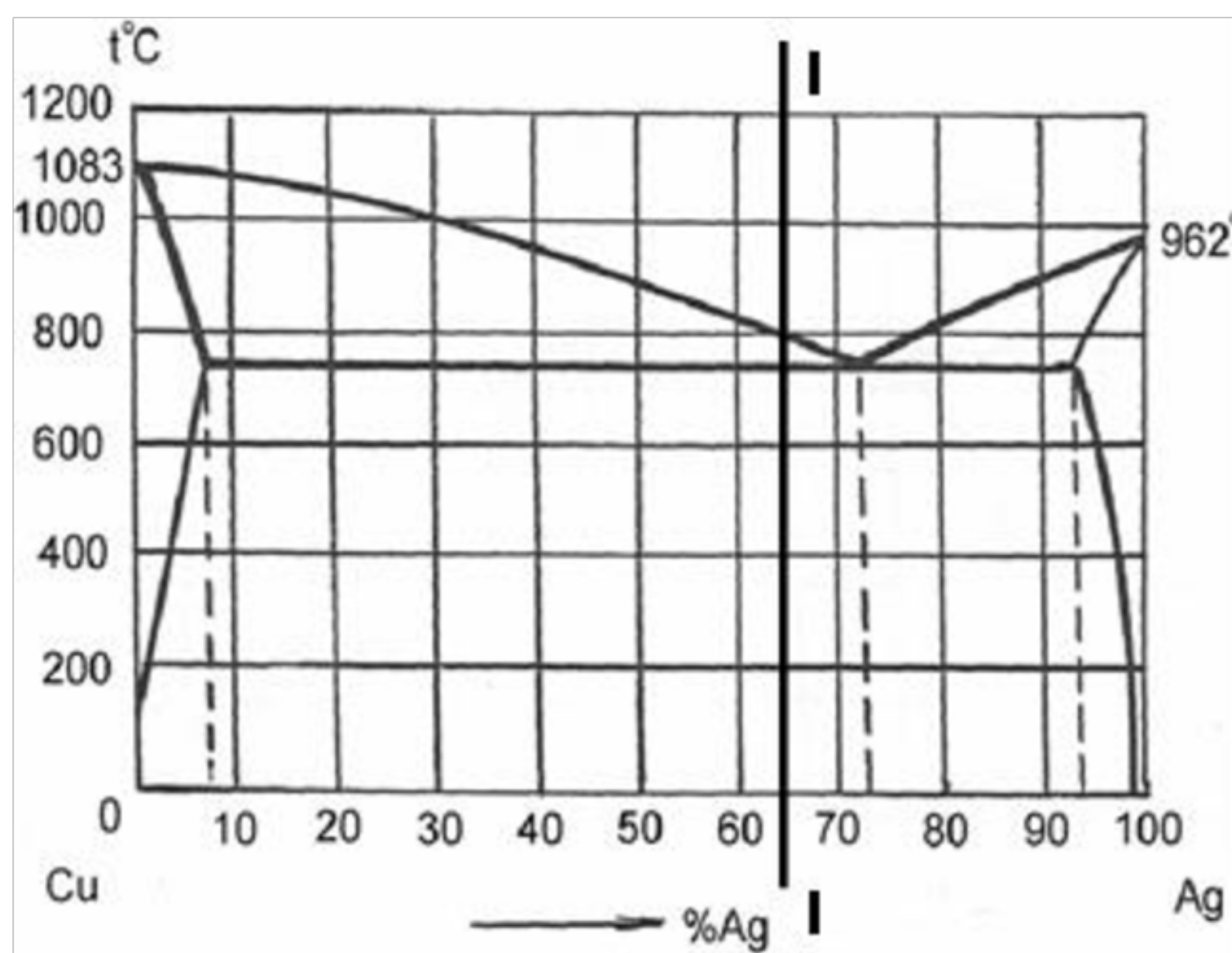


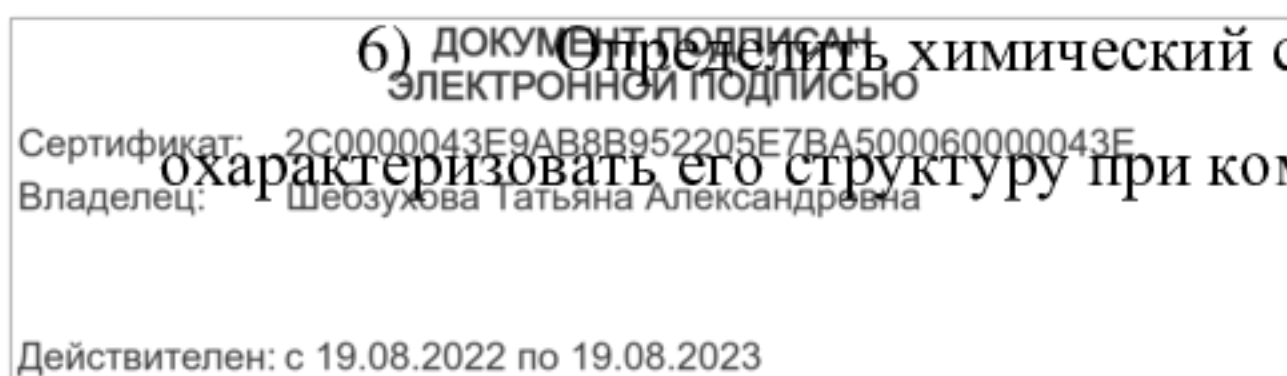
Рисунок 2.1 – Диаграмма медь-серебро

- 1) Установить тип диаграммы состояния.
- 2) Каков физический смысл температур 1083 и 962 °C?
- 3) Укажите линии ликвидус и солидус и объясните их физический смысл.
- 4) Заполнить все области на диаграмме состояния буквенными обозначениями.

Дать определения сплавам, соответствующим этим обозначениям.

5) Указать химический состав сплава, обладающего минимальной температурой плавления. Какова эта температура? Как называется такой сплав?

6) Определить химический состав сплава по заданной на диаграмме линии I-I и охарактеризовать его структуру при комнатной температуре.



7) Определить, используя правило рычага (отрезков), для сплава, содержащего 30 % Ag, концентрацию Ag в жидкой фазе при 900 °С и отношение масс жидкой и твёрдой фаз.

8) Дать заключение о возможностях использования диаграмм состояния для практической работы со сплавами.

2. Зарисовать, соблюдая масштаб, приведенную ниже диаграмму состояния магний-германий и выполнить следующие задания:

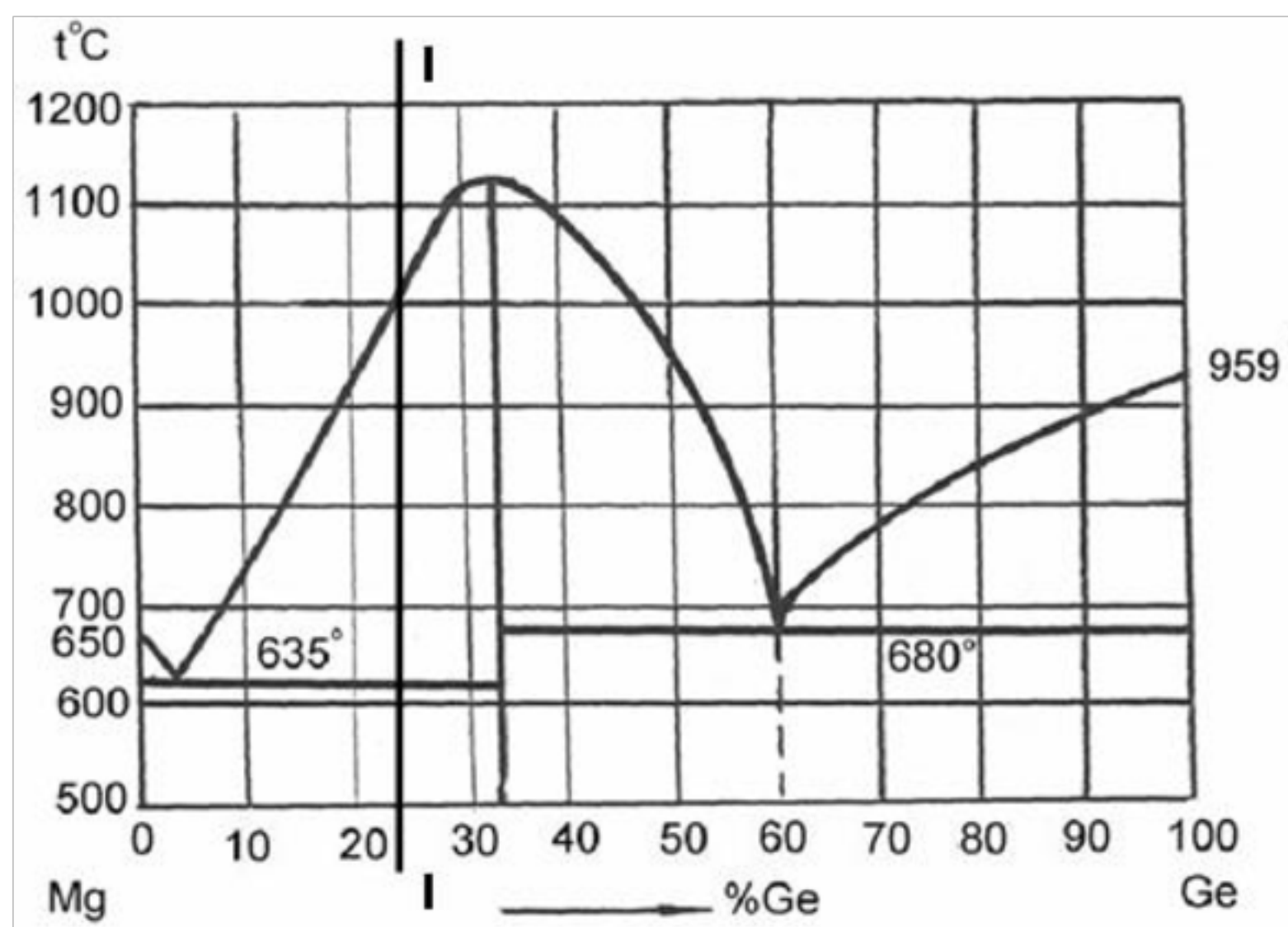


Рисунок 2.2 – Диаграмма магний германий

- 1) Установить тип диаграммы состояния.
- 2) Каков физический смысл температур 650, 1110 и 959 °С?
- 3) Укажите линии ликвидус и солидус и объясните их физический смысл.
- 4) Заполнить все области на диаграмме состояния буквенными обозначениями. Дать определения сплавам, соответствующим этим обозначениям.

5) Указать химический состав сплава, обладающего минимальной температурой плавления. Какова эта температура? Как называется такой сплав?

6) Определить химический состав сплава по заданной на диаграмме линии I-I и охарактеризовать его структуру при комнатной температуре.

7) Определить, используя правило рычага (отрезков), для сплава, содержащего 80 % Ge, концентрацию Ge в жидкой фазе при 800 °С и отношение масс жидкой и твёрдой фаз.

8) Дать заключение о возможностях использования диаграмм состояния для практической работы со сплавами.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Практическая работа №4. Теория и технология термической обработки стали. Термическая обработка углеродистых сталей.

Цель: Получить представление об операциях термической обработки, применяемых для упрочнения и разупрочнения углеродистых сталей. Изучить взаимосвязь между содержанием углерода в стали, структурой и механическими свойствами стали после термической обработки; научиться выбирать режим термической обработки стали для получения необходимых в эксплуатации свойств.

Основы теории:

Термическая обработка – совокупность операций нагрева и охлаждения с целью изменить структуру и свойства сплава в нужном направлении.

Любую операцию термической обработки можно представить графически в виде кривой в координатах «температура – время», включающей участки нагрева, выдержки и охлаждения. Главные параметры, определяющие результат термической обработки, – температура нагрева t_n , время выдержки τ_v и скорость охлаждения $v_{охл}$. (рис. 3.1).

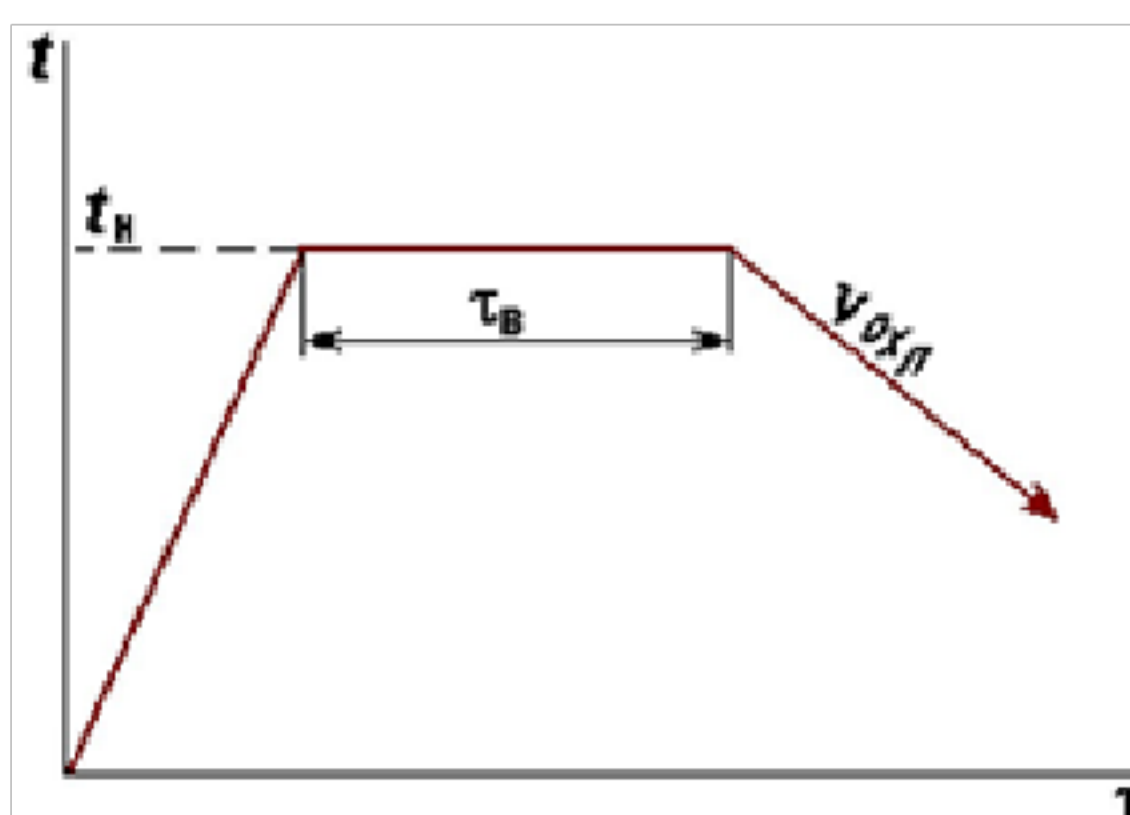


Рисунок 3.1 – Графическое изображение режима термической обработки

Различают упрочняющую термическую обработку, при которой повышаются твёрдость, прочность и износостойкость, и разупрочняющую обработку, повышающую пластические свойства и вязкость, но снижающую твёрдость и сопротивление деформации и разрушению.

Для стальных изделий широко применяются оба варианта термической обработки.

Термическая обработка стали основана на фазовых превращениях, происходящих при её нагреве выше критических температур и охлаждении с различными скоростями. Благодаря разной растворимости углерода в железе с ОЦК и ГЦК решёткой, существует возможность значительного упрочнения стали в результате закалки. Получаемый при закалке

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: E30000043E9AB1B932205B7BA30006000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

пересыщенный твёрдый раствор углерода в α -железе можно подвергнуть отпуску для получения более равновесных структур. При этом в зависимости от режима отпуска можно получить широкий спектр механических характеристик стали, что обуславливает её применение для деталей и конструкций, работающих в разных условиях нагружения.

Превращения при нагреве стали

Температуры превращений, или критические точки, при нагреве стали принято обозначать (рис. 3.2):

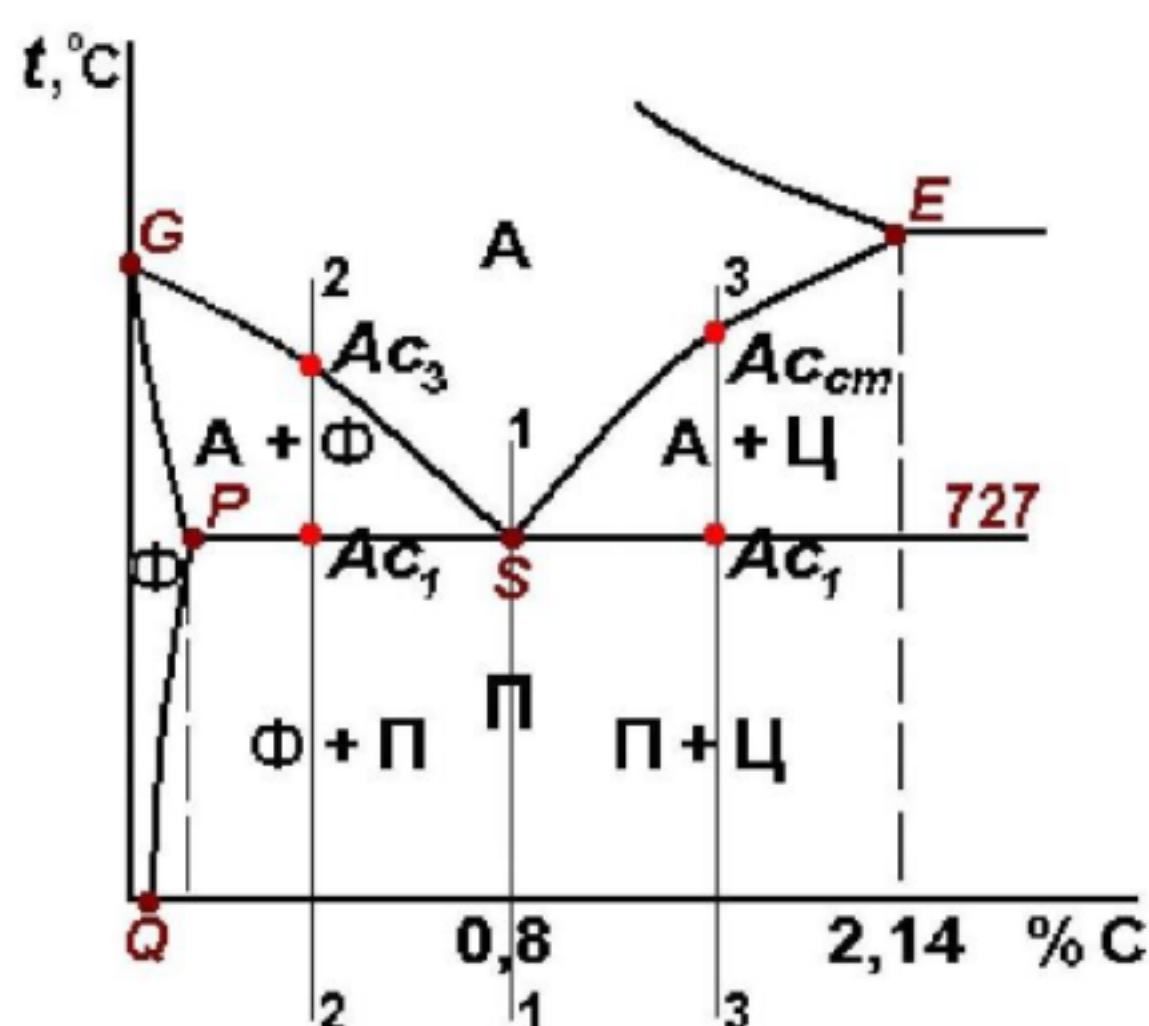


Рисунок 3.2 – Критические точки при нагреве стали

Основные виды термообработки стали – отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

Отжиг

Отжиг является разупрочняющей термической обработкой.

Отжигом I рода называют, нагрев стали с неравновесной в результате предшествующей обработки структурой до (или ниже) температуры фазового превращения.

Обычно причиной появления неравновесной структуры является холодная обработка давлением или ускоренное охлаждение после горячей обработки. Температурный режим отжига I рода не связан с фазовыми превращениями в стали.

Цель: Перевести сталь в более устойчивое, равновесное состояние. Пример: рекристаллизационный отжиг для снятия наклёпа; смягчающий отжиг для улучшения обрабатываемости резанием (его ещё называют низким).

Отжигом II рода называют нагрев стали выше температуры фазового превращения с последующим медленным охлаждением (вместе с печью).

Цель: Получить устойчивое, равновесное состояние (как на диаграмме).

Разновидности:

Полный отжиг доэвтектоидных (конструкционных) сталей выполняется с целью

полной фазовой перекристаллизации.

Для этого сталь нагревают на 30-50 °C выше критической точки A_{c3} (т. е. линии GS) и после небольшой выдержки медленно охлаждают.

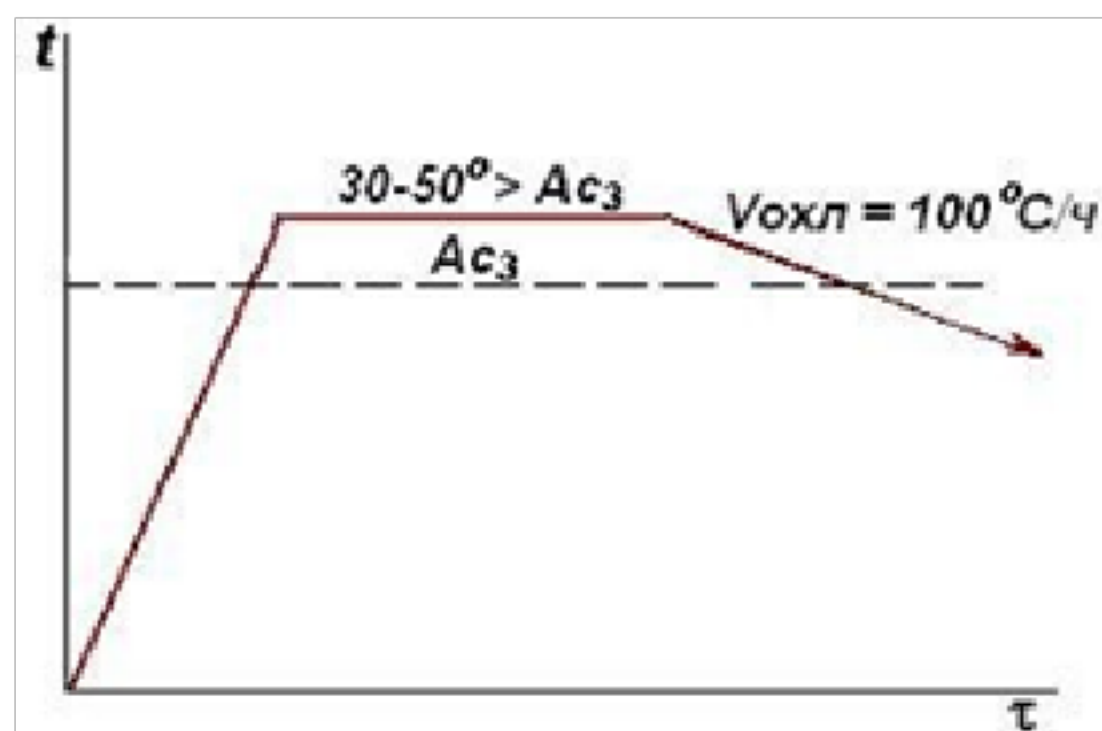


Рисунок 3.3 – Режим полного отжига

Практически детали охлаждаются вместе с печью со скоростью 30–100 C/ч (рис. 3.3). При нагревании феррит и перлит доэвтектоидной стали превращаются в аустенит. Затем, при медленном охлаждении, распад аустенита происходит в верхней части C-образной диаграммы с образованием новых зёрен феррита и перлита. Таким образом, если структура была дефектная (крупные зёрна, зёрна искажённой формы и т. п.), то при полном отжиге она исправляется, получается однородной и мелкозернистой.

Сталь после отжига имеет хорошие пластические свойства и низкую твёрдость. Это обеспечивает хорошую обрабатываемость стали резанием и давлением.

Нормализация является разновидностью отжига II рода с ускоренным охлаждением.

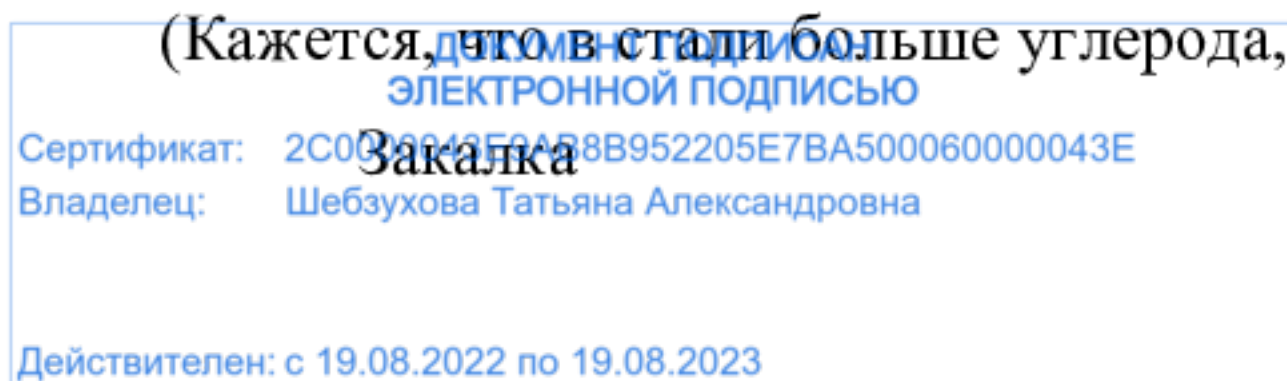
Нормализация заключается в нагреве стали до температур на 50–70 C выше линии GSE и в охлаждении на воздухе после небольшой выдержки. В этом случае распад аустенита происходит в верхней части C-образной диаграммы, но при несколько меньших температурах, чем при отжиге. Это связано с более быстрым охлаждением.

Поэтому при нормализации получается более мелкая перлитная структура, чем при полном отжиге. Может даже образоваться сорбит – более мелкая, чем перлит, феррито-цементитная смесь.

Для доэвтектоидных сталей нормализация часто заменяет полный отжиг как более производительная и экономичная операция.

После нормализации сталь твёрже и прочнее, чем после полного отжига. Микроструктура тоже отличается от равновесной: феррит образует сетку вокруг участков перлита.

(Кажется, что в стали больше углерода, чем есть на самом деле.)



Закалка – это упрочняющая термическая обработка, которая таким образом изменяет структуру стали, чтобы максимально повысить твёрдость и прочность.

Закалка заключается в нагреве стали выше температуры фазового превращения с последующим достаточно быстрым охлаждением (со скоростью больше критической).

Цель: получение неравновесной структуры – пересыщенного твёрдого раствора углерода в -железе – мартенсита. Практическая цель – получение максимальной твёрдости, возможной для данной марки стали.

Быстрое охлаждение при закалке необходимо, чтобы углерод не успел выделиться из твёрдого раствора – аустенита – и остался в решётке железа после охлаждения (рис. 3.4).

Чтобы закалить сталь, необходимо правильно выбрать температуру нагрева и скорость охлаждения. Эти два параметра являются определяющими при проведении закалки.

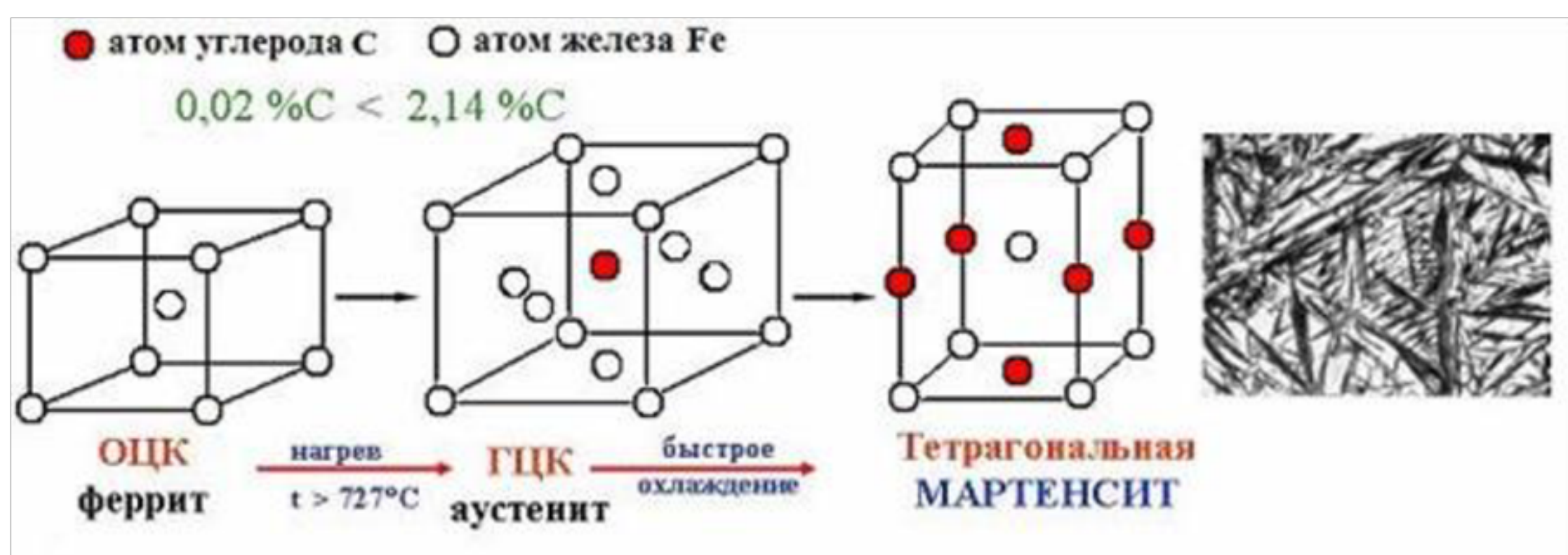


Рисунок 3.6 – Схема образования структуры, закаленной стали – мартенсита

Чтобы закалить сталь, необходимо правильно выбрать температуру нагрева и скорость охлаждения. Эти два параметра являются определяющими при проведении закалки.

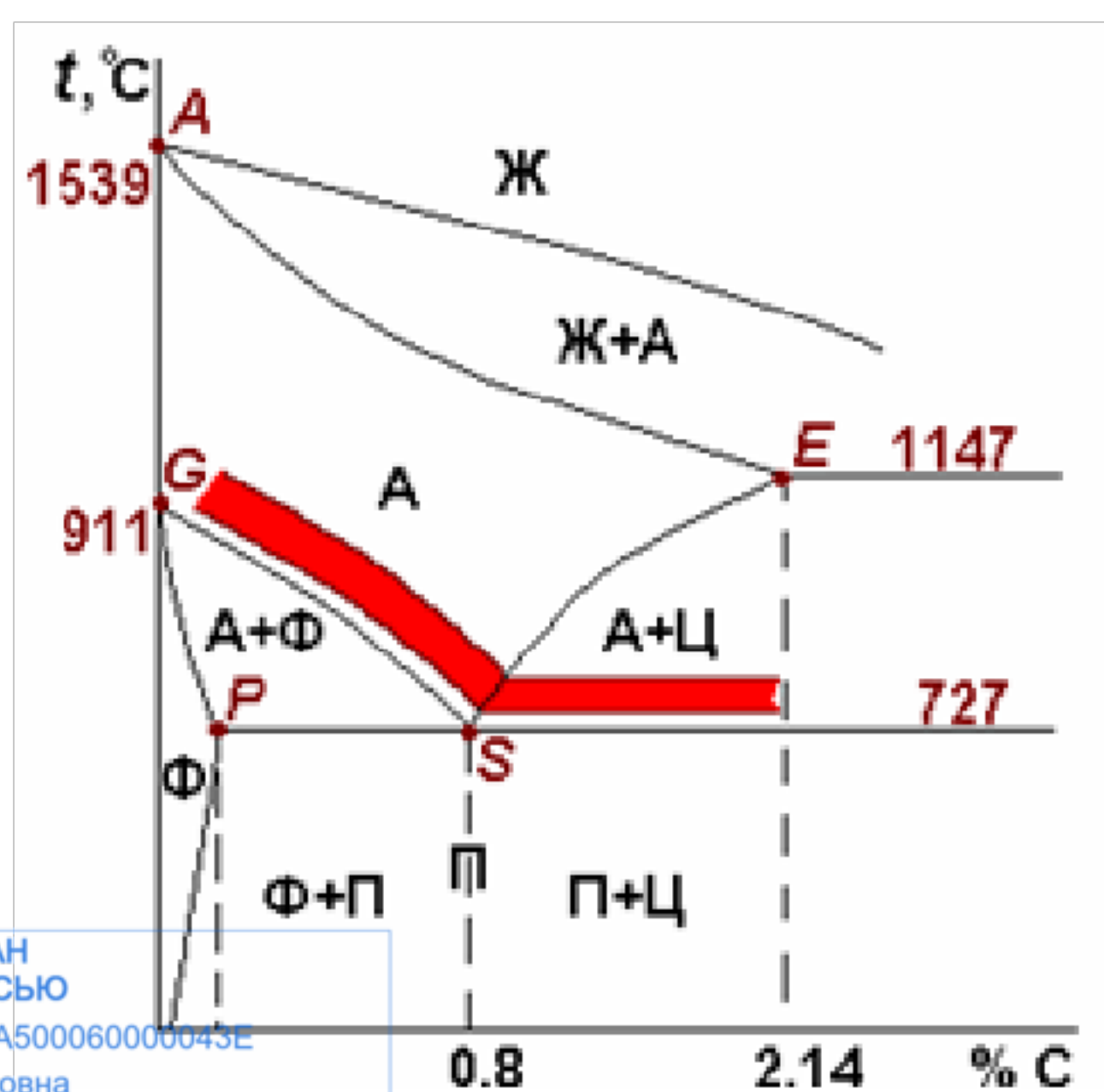


Рисунок 3.7 – Температурный интервал нагрева стали под закалку

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

При выборе температуры нагрева действует следующее правило: доэвтектоидные стали нагреваются под закалку на 30–50 С выше критической точки A_{c3} , а заэвтектоидные – на 30–50 С выше точки A_{c1} (рис. 3.7).

Небольшое превышение критической точки необходимо, так как в печах для термообработки неизбежны некоторые колебания температуры относительно заданного значения.

Почему закалочная температура выбирается для доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей по-разному?

В структуре доэвтектоидных сталей ниже линии GS присутствует феррит. Если закалить сталь из этой температурной области, то аустенит превратится в твёрдый и прочный мартенсит, а феррит не изменится, так как он является равновесной фазой. Поскольку феррит очень мягкий, то его присутствие в закалённой стали снижает ее твёрдость. Цель закалки не будет достигнута. Поэтому необходим нагрев до более высоких температур (выше линии GS), где феррит уже отсутствует.

Закалка из однофазной (аустенитной) области, с температур выше A_{c3} , называется полной. Так закалывают доэвтектоидные (конструкционные) стали.

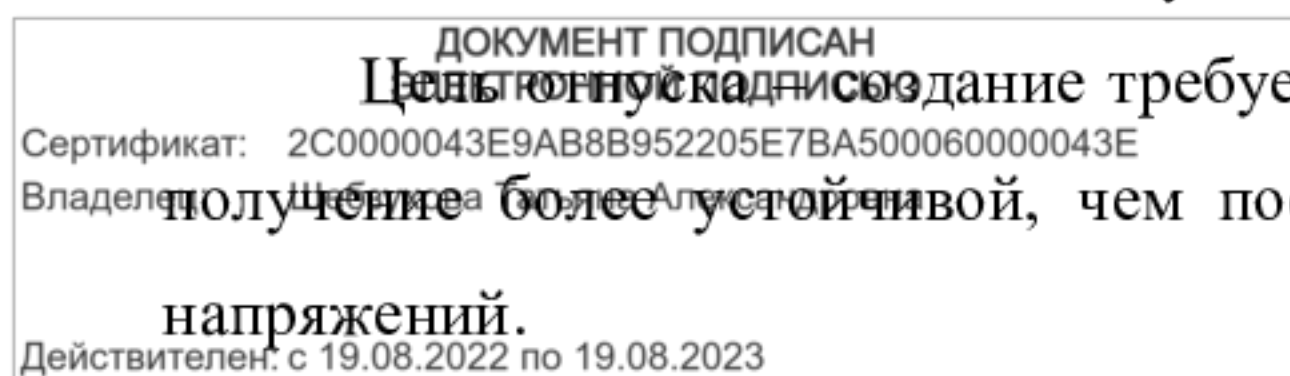
Для заэвтектоидных сталей такой высокий нагрев не требуется, так как выше точки A_1 , но ниже линии SE структура состоит из аустенита и цементита. При закалке из этой области аустенит превратится в мартенсит, а цементит сохранится, так как он является равновесной фазой. Наличие в закалённой стали такой твёрдой структурной составляющей полезно, потому что мелкие частицы цементита являются дополнительными препятствиями для движения дислокаций, повышают твёрдость и износостойкость.

Закалка из двухфазной области, где присутствуют аустенит и цементит, или аустенит и феррит, называется неполной. Такой закалке подвергают заэвтектоидные (инструментальные) стали.

Закалённая сталь очень твёрдая, но она хрупкая, у неё низкая пластичность и большие внутренние напряжения. В таком состоянии изделие не работоспособно, не надёжно в эксплуатации. Поэтому для уменьшения внутренних напряжений и повышения пластичности после закалки всегда следует еще одна операция термической обработки, которая называется отпуск.

Отпуск – это нагрев закаленной стали до температур ниже критических с последующим охлаждением, обычно на воздухе.

Цель отпуска – создание требуемого комплекса эксплуатационных свойств стали, получение более устойчивой, чем после закалки, структуры, уменьшение внутренних напряжений.



Отпуск – последняя операция в технологической цепочке термообработки стали, поэтому полученная при отпуске структура должна обеспечивать свойства, необходимые при работе детали.

В процессе отпуска происходит распад мартенсита за счет выделения из него углерода, тем более полный, чем больше температура и время выдержки. Поэтому уменьшаются внутренние напряжения и плотность дислокаций. Остаточный аустенит при отпуске превращается в мартенсит.

При *низкотемпературном* (или *низком*) *отпуске* (150–200 °С) из мартенсита выделяется часть избыточного углерода с образованием мельчайших карбидных частиц. Но поскольку скорость диффузии здесь еще мала, некоторая часть углерода в мартенсите остается.

Такая структура представляет собой малоуглеродистый мартенсит и очень мелкие карбидные частицы. Ее называют *отпущенный мартенсит*.

В результате низкого отпуска уменьшаются внутренние напряжения, немного увеличивается вязкость и пластичность, твердость почти не снижается. Детали могут работать в условиях, где необходима высокая твердость и износостойкость.

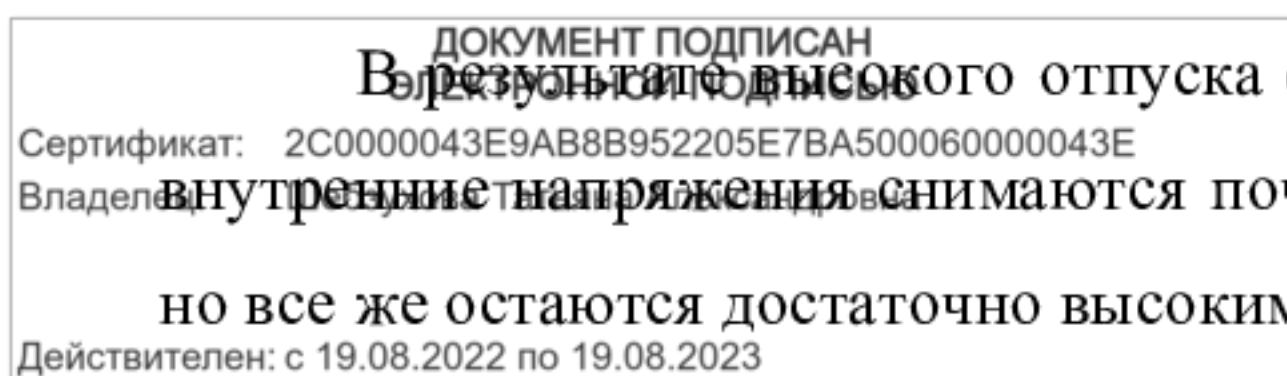
Низкий отпуск применяют для режущего и мерительного инструмента, деталей подшипников качения.

Среднетемпературный (или средний) отпуск проводится при более высоких температурах – 300–450 °С. При этом из мартенсита уже выделяется весь избыточный углерод с образованием цементитных частиц. Тетрагональные искажения кристаллической решетки железа снимаются, она становится кубической. Мартенсит превращается в феррито-цементитную смесь с очень мелкими, в виде иголок, частицами цементита, которая называется трооститом отпуска.

Средний отпуск ещё уменьшает внутренние напряжения, увеличивает вязкость, при этом прочность остается высокой, а предел текучести и предел выносливости достигают максимума. Такому отпуску подвергают рессоры, пружины и другие упругие элементы, а также штамповый инструмент.

В интервале 500–650 °С скорость диффузионных процессов уже настолько возрастает, что при распаде мартенсита образуется феррито-цементитная смесь с более крупными, сферической формы, зернами цементита. Такой отпуск называется высокотемпературным (или высоким); получаемая структура – сорбит отпуска.

В результате **высокого** отпуска сильно возрастают вязкость и пластичность стали, внутренние напряжения снимаются почти полностью, твердость и прочность снижаются, но все же остаются достаточно высокими.



Закалка с высоким отпуском называется термическим улучшением стали. Такой обработке подвергают детали машин, работающие в условиях знакопеременных и ударных нагрузок: валы, рычаги, шестерни и др.

Для некоторых деталей при эксплуатации необходима высокая твёрдость и износостойкость поверхности в сочетании с хорошей вязкостью в сердцевине. Это касается деталей, работающих в условиях износа с одновременным действием динамических нагрузок (например, шестерни, пальцы, скрепляющие звенья трака гусеничных машин).

В таких случаях подвергают упрочнению не всю деталь, а только тонкий (несколько мм) поверхностный слой.

Поверхностная закалка – это нагрев до закалочных температур только поверхностного слоя детали с последующим быстрым охлаждением и образованием мартенситной структуры только в этом слое.

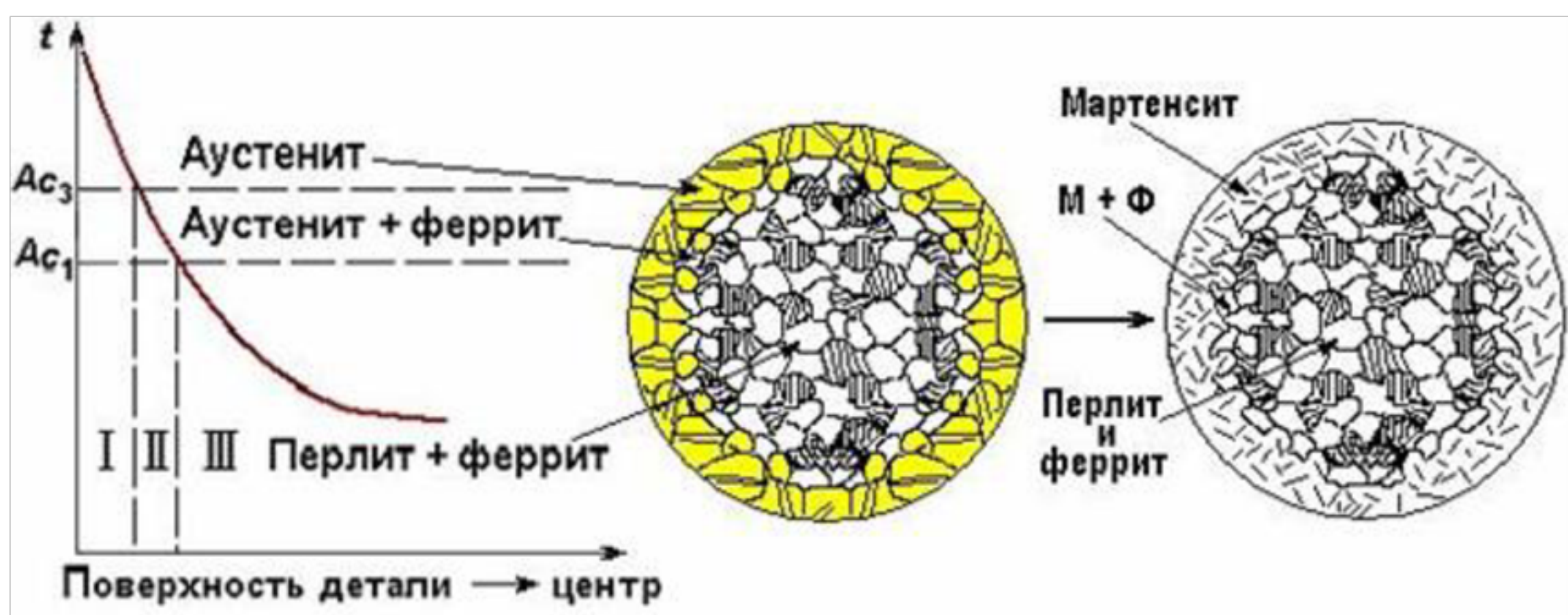
Осуществляют такую закалку быстрым нагревом поверхности, при котором сердцевина не успевает прогреться за счет теплопроводности. При таком нагреве температура по сечению детали резко падает от поверхности к центру.

После охлаждения в сечении детали получаются три характерных зоны с разной структурой и свойствами (см. рис. 3.8).

В зоне I после закалки получается мартенситная структура с максимальной твёрдостью, так как эта зона нагревалась выше критической температуры A_{c3} .

В зоне II после закалки в структуре, кроме мартенсита, будет присутствовать и феррит. Следовательно, твёрдость там будет ниже.

В зоне III нагрев и охлаждение не приводят к каким-либо изменениям структуры. Значит, здесь сохраняется исходная феррито- перлитная структура с низкой твёрдостью, но высокими пластическими свойствами.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Рисунок 3.8 – Поверхностная закалка стали

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

а – распределение температур по сечению; б – структура при
поверхностном нагреве; в – структура после закалки

После поверхностной закалки деталь может сопротивляться динамическим нагрузкам за счет вязкой сердцевины и хорошо работать в условиях износа благодаря твёрдой поверхности.

Быстрый нагрев поверхности, необходимый при такой технологии, осуществляется чаще всего индукционным способом (закалка ТВЧ). Деталь помещается в индуктор, подключённый к генератору тока высокой частоты. Переменное магнитное поле высокой частоты наводит в тонком поверхностном слое металла вихревые токи, и нагрев осуществляется за счет сопротивления металла протеканию этих токов. Немедленно после нагрева, который длится секунды, деталь помещают в спрейер для охлаждения.

Поверхностная закалка должна сопровождаться низким отпускком.

Чем выше частота внешнего переменного магнитного поля, тем тоньше слой, в котором сосредоточены вихревые токи. Поэтому глубина закалённого слоя может легко регулироваться и составляет от десятых долей миллиметра до 3–5 мм. Операцию закалки ТВЧ можно полностью автоматизировать. Способ очень производительный; коробление и окисление поверхности детали при этом минимально.

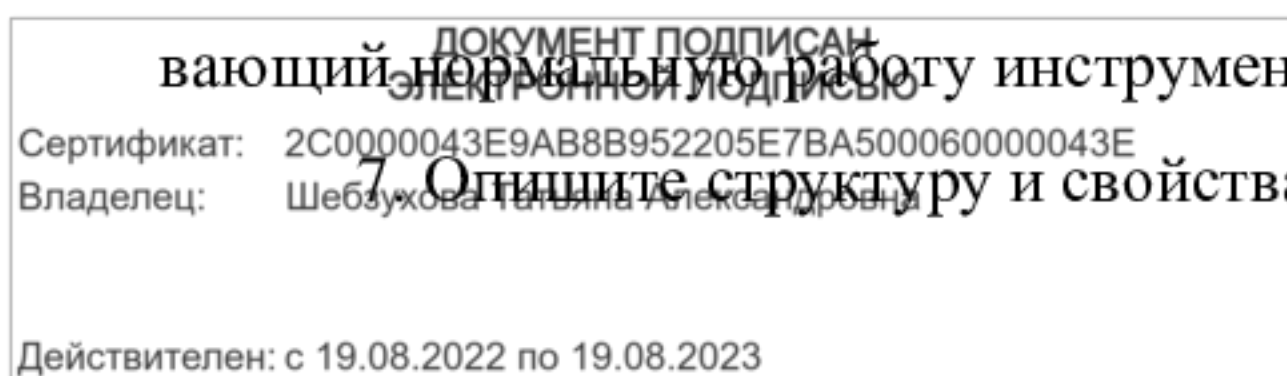
Иногда для поверхностной закалки используют и другие способы нагрева: газопламенный, лазерный, в расплавах солей, в электролитах.

Для такого способа термообработки специально созданы стали пониженной прокаливаемости, например, 55ПП (0,55 % С и не более 0,5 % примесей).

Вопросы и задания

1. Используя диаграмму состояния железо – цементит, определите температуру полной и неполной закалки для стали 40.
2. Дайте описание структуры и свойств стали после каждого вида термической обработки.
3. Что такое отжиг? Используя диаграмму состояния железо – цементит, назначьте температуру отжига для сталей 35 и У10.
4. Опишите превращения, происходящие в сталях при выбранном режиме обработки, получаемую структуру и свойства.
5. Режущий инструмент из стали У12 был перегрет при закалке. Чем вреден перегрев, и как можно исправить этот дефект?
6. Назначьте режим термической обработки для исправления структуры, обеспечивающий нормальную работу инструмента.

7. Опишите структуру и свойства стали после правильной термообработки.



8. Используя диаграмму состояния железо – цементит и график зависимости твёрдости от температуры отпуска, назначьте режим термической обработки (температуру закали, охлаждающую среду и температуру отпуска) втулок из стали 45, которые должны иметь твёрдость HRC 28–30.

9. Опишите превращения, происходящие на всех этапах термической обработки, и получаемую структуру.

10. С помощью диаграммы состояния железо – цементит определите температуру нормализации, отжига и закали для стали 30.

11. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого вида обработки.

12. После закали углеродистой стали была получена структура, состоящая из феррита и мартенсита.

13. Проведите на диаграмме состояния железо – цементит примерную ординату, соответствующую составу заданной, стали, укажите принятую в данном случае температуру нагрева под закали.

14. Как называется такая обработка? Какие превращения произошли при нагреве и охлаждении стали?

15. Сталь 40 закалили от температур 760 и 840 °C. Укажите на диаграмме состояния железо – цементит выбранные температуры нагрева и опишите превращения, которые произошли при двух режимах закали.

16. Какому режиму следует отдать предпочтение и почему?

17. Углеродистые стали 45 и У8 после закали и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска. Твёрдость первой – HRC 50, второй – HRC 60.

18. Используя диаграмму состояния железо – карбид железа и учитывая превращения, происходящие в этих сталях при отпуске, укажите температуру закали и температуру отпуска для каждой стали.

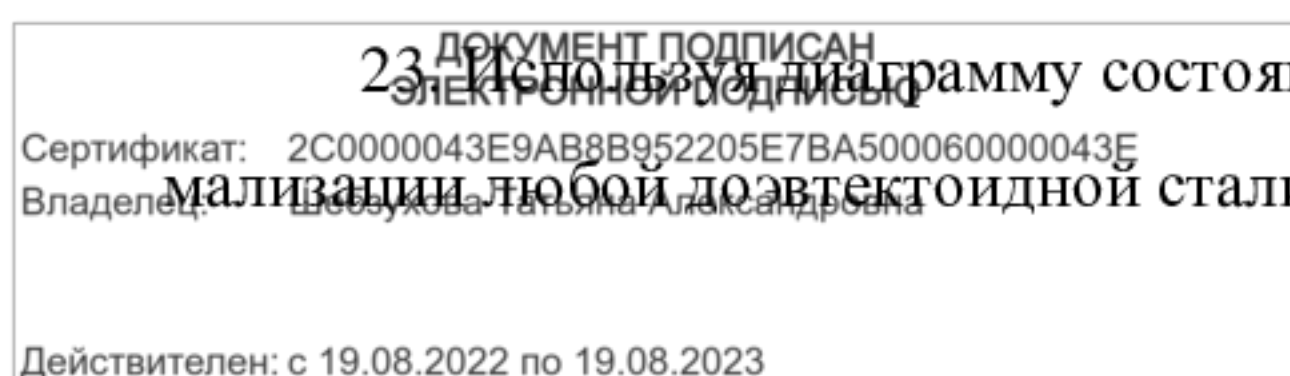
19. Опишите превращения, происходящие в этих сталях в процессе закали и отпуска, и объясните, почему сталь У8 имеет большую твёрдость, чем сталь 45.

20. Изделия из стали 50 требуется подвергнуть улучшению.

21. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства стали после обработки.

22. Что такое нормализация?

23. Используя диаграмму состояния железо – цементит, назначьте температуру нормализации любой доэвтектоидной стали.



24. Опишите превращения, происходящие в стали при выбранном режиме обработки, получаемую структуру и свойства.

25. На изделиях из стали 20 требуется получить поверхностный слой высокой твёрдости. Выберите способ химико-термической обработки и обоснуйте выбор.

26. Какая структура будет на поверхности стали и в сердцевине после окончательной термообработки?

27. Требуется произвести поверхностное упрочнение изделий из стали 15.

28. Назначьте вид обработки, опишите технологию, происходящие в стали превращения, структуру и свойства поверхности и сердцевины изделия.

29. Валики из стали 40 закалены: один – от температуры 760 С, а другой – от температуры 840 С.

30. Нанесите выбранные температуры нагрева на диаграмму состояния железо – цементит и объясните, какой из этих валиков имеет более высокую твёрдость и лучшие эксплуатационные свойства и почему.

31. В структуре углеродистой стали 30 после закалки остаточный аустенит не обнаруживается, а в структуре стали У12 наблюдается до 3 % остаточного аустенита. Объясните причину этого явления. Какой обработкой можно устранить остаточный аустенит?

32. Как можно устранить крупнозернистую структуру в ковanej стали 30?

33. Используя диаграмму состояния железо – цементит, обоснуйте выбор режима термической обработки для исправления структуры. Опишите структурные превращения и изменение свойств стали.

34. Шестерни из стали 45 закалены: первая – от температуры 750 С, а вторая – от 850 0С.

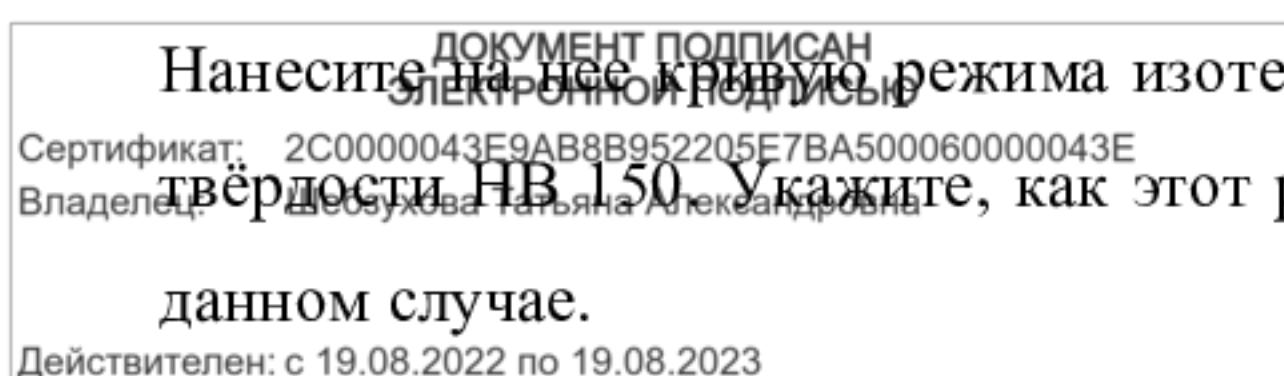
35. Нанесите выбранные температуры нагрева на диаграмму состояния железо – цементит, и объясните, какая из этих шестерен имеет более высокую твёрдость и лучшие эксплуатационные свойства и почему.

36. В чем преимущества и недостатки поверхностного упрочнения стальных изделий при нагреве токами высокой частоты по сравнению с упрочнением методом цементации? Назовите марки стали, применяемые для этих видов обработки.

37. Для каких сталей применяется отжиг на зернистый перлит? Объясните выбор режима и цель этого вида обработки.

38. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8.

Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твёрдости HB 150. Укажите, как этот режим называется, и какая структура получается в данном случае.



39. После термической обработки углеродистой стали получена структура цементит и мартенсит отпуска. Нанесите на диаграмму состояния железо – цементит примерную ординату заданной стали и обоснуйте выбор температуры нагрева этой стали под закалку. Укажите температуру отпуска и опишите превращения, которые произошли при термической обработке.

40. При непрерывном охлаждении стали У8 получена структура троостит. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита кривую охлаждения, обеспечивающую получение данной структуры. Укажите температурный интервал превращения и опишите его характер.

41. Используя диаграмму состояния железо – цементит, установите температуры нормализации, отжига и закалки для стали 50. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого вида обработки.

42. Углеродистые стали 35 и У8 после закалки и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска и твердость: первая HRC 45, вторая HRC 60.

43. Используя диаграмму состояния железо – карбид железа и учитывая превращения, происходящие при отпуске, укажите температуру закалки и отпуска для каждой стали, объясните, почему сталь У8 имеет большую твердость, чем сталь 35.

44. С помощью диаграммы состояния железо – цементит установите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 20. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали в каждом случае.

Практическая работа №5. Диэлектрики. Расчет опорно-стержневого изолятора наружной установки.

Цель: Познакомиться с конструкцией и основами расчета опорных стержневых изоляторов.

Основы теории:

Опорные стержневые изоляторы, как правило, представляют собой сплошные керамические стержни с выступающими ребрами. На торцевых частях изоляторов закреплены металлические фланцы (электроды) с нарезными отверстиями для крепления на аппаратах и в распределительных устройствах.

В обозначениях типов опорных стержневых изоляторов буквы и цифры обозначают: О - опорный; Н - наружной установки; С - стержневой; 1-я цифра - нормальное напряжение, кВ; 2-я цифра – минимальная разрушающая нагрузка на изгиб.

Например, ОНС-35-2000 (опорный стержневой изолятор наружной установки на напряжение 35 кВ, разрушающая нагрузка его 2000 Па). Опорный стержневой изолятор типа ОНС (см. рис. 5.1) имеет следующие основные размеры можно выразить диэлектрические потери в изоляционных материалах:

h – высота, мм;

A – диаметр керамического стержня, мм;

Д – диаметр, учитывающий величину выступающих ребер, которые увеличивают длину пути утечки тока по поверхности изолятора, мм.

Последовательность расчета изоляторов

1. Для определения полного тока утечки следует учитывать ток утечки через объем изолятора и ток утечки по его поверхности, а для этого надо определить полное электрическое сопротивление опорного изолятора по формуле

$$\frac{1}{R_n} = \frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_s}$$

где R_n – полное сопротивление изолятора, им; R_v – объемное сопротивление, Ом; R_s – поверхностное сопротивление, Ом;

Чтобы упростить решение задачи, длину пути прохождения тока по поверхности изолятора следует принять равной 1,75 l, т.е. считать её в 1,75 раза больше длины прохож-

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННО ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	2C0000043E9AB8B952205E7BA5000600000043E
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

Длину электрода (фланца), соприкасающегося с поверхностью, рас-считать по диа-метру А. Помнить, что объемное электрическое сопротивление зависит от удельного объ-емного сопротивления и размеров изолятора (ρ_v , S, h), а поверхностное сопротивление зависит от удельного поверхностного сопротивления, длины окружности стержня, сопри-касающегося с электродом, и высоты стержня - изолятора (ρ_s , b, H).

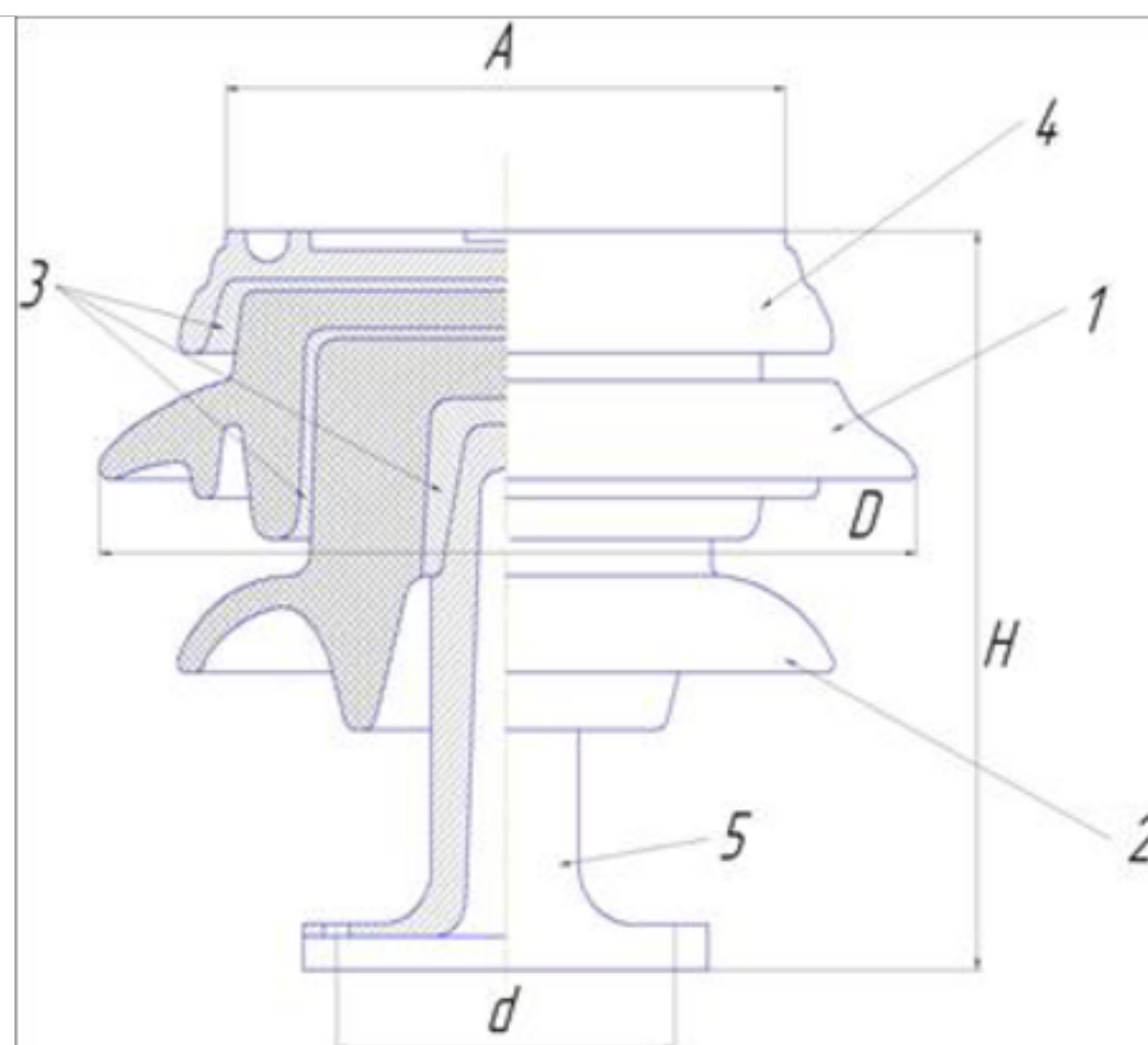


Рисунок 5.1. Опорно-стержневой изолятор наружной установки:

- 1 – верхняя часть изолятора, 2 – нижняя часть изолятора,
3 – цементно-песчаная связка, 4 – чугунный колпак,
5 – чугунный штырь

$$R_v = \rho_v \cdot \frac{H}{S} \text{ где } S = \frac{\pi A}{4};$$

$$R_s = \rho_s \cdot \frac{H_s}{l_A}, \text{ где } l_A = \pi A, H_s = 1,75 \cdot H$$

2. При расчете емкости изолятора площадь электрода, находящегося под напряже-нием, следует определять по наименьшему диаметру стержня А, а расстояние между элек-тродами будет равно высоте стержня h. Формулой пользоваться для расчета емкости обыч-ного конденсатора:

$$C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 S}{h}$$

где С – ёмкость конденсатора, Ф.

3. Диэлектрические потери в опорном изоляторе складываются из потерь на поляри-зацию в материале стержня и из потерь, обусловленных сквозной проводимостью, то есть это активная мощность, рассеиваемая в изоляторе, которая вызывает его нагрев Ра:

$$Pa = U^2 \cdot \omega \cdot C \cdot \operatorname{tg} \delta$$

4. Все величины в расчетные формулы надо подставлять в единицах СИ.

Вопросы и задания

1. Опорный стержневой керамический изолятор ОНС изолирует и поддерживает шины контактных деталей в открытом распределительном устройстве. Изолятор представляет собой сплошной круглый стержень с выступающими ребрами. На торцевых частях изолятора закреплены металлические фланцы (колпаки), являющиеся электродами (рис.5.1). Определить полный ток утечки, протекающий в изоляторе, емкость и диэлектрические потери в нем

Таблица 5.1 – Исходные данные

Материал изолятора	Уд. объёмное сопр ρ_v , Ом м	Уд. поверхн. сопр. ρ_s , Ом м	Отн. диэл. прониц, ϵ	Тангенс угла потерь $\text{tg}\delta$	Напряжение U , кВ	Высота и зол. A , мм	Диаметр D , мм	Диаметр A , мм	Частота
стеатит	$7 \cdot 10^{10}$	10^{13}	8,6	0,001	35	420	220	160	50

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Практическая работа №6. Электропроводность металлов. Расчет свинцового высоковольтного кабеля.

Цель: Познакомиться с конструкцией и основами расчета свинцового высоковольтного кабеля.

Основы теории:

Электрическое поле кабеля подобно полю цилиндрического конденсатора, которое характеризуется осевой симметрией. Последовательность решения следующая.

1. В соответствии с теоремой Гаусса, напряженность электрического поля по толщине изоляции выражается формулой

$$E_x = \frac{q}{\varepsilon \varepsilon_0 2\pi r_x l}$$

где q — заряд жилы кабеля, Кл;

r_x - переменная величина, определяющая гиперболический закон изменения напряженности электрического поля по толщине изоляции кабеля, м; l - длина кабеля, м;

E_x — напряженность электрического поля, кВ/м.

2. Напряжение между жилой кабеля и свинцовой оболочкой выражается через определенный интеграл вектора напряженности поля по пути убывания (знак минус) потенциала вдоль направления силовых линий:

$$U = - \int_R^0 E_x dx = - \frac{q}{\varepsilon \varepsilon_0 2\pi r_x l} \int_R^0 \frac{dx}{rx}$$

где $R=r+d$ - внутренний радиус свинцовой оболочки, мм; r – радиус медной жилы, мм; d – толщина изоляции, мм; U – напряжение, кВ.

2. В соответствии с определением ёмкости кабеля, как отношения заряда к напряжению, имеем

$$C = \frac{2\pi \varepsilon \varepsilon_0 l}{\ln \frac{R}{r}}$$

где C – ёмкость кабеля, Ф. 4. Подставив в (1) $q = UC$, получим

$$E_x = \frac{U}{x \ln \frac{R}{r}}$$

3. Реактивная мощность в кабеле (зарядная мощность) выражения

$$Q = \omega C U_{\phi}^2$$

Документ подписан ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

Задание №1

1. Питание электрической установки осуществляется трехфазным током с помощью трех свинцовых высоковольтных кабелей.
2. Определить ёмкость одного свинцового высоковольтного кабеля, минимальную и максимальную напряженности электрического поля в изоляции кабеля и реактивную (зарядовую) мощность в нём, если известны: линейное напряжение U , частота поля f , сечение алюминиевой жилы кабеля S , толщина бумажной пропитанной изоляции d с диэлектрической проницаемостью ϵ , длина кабеля l . Числовые значения всех параметров указаны в табл. 6.1.

Таблица 6.1 – Исходные данные

Напряжение U , кВ	Сечение жилы кабеля S , мм	Толщина изоляции d , мм	Диэл. прониц, ϵ	Длина кабеля l , км	Частота f , Гц
10	70	10	4	18	50

Практическая работа №7. Классификация проводниковых материалов и их основные свойства. Расчет питающей линии электрической установки.

Цель: Познакомиться с основами расчета питающей линии электрической установки.

Основы теории:

Согласно ПУЭ проводники любого назначения должны удовлетворять требованиям в отношении предельно допустимого нагрева. Количество теплоты, выделяемое каждую секунду в проводе сопротивлением R в проходящем токе, определяется выражением

$$\frac{W}{t} = I^2 R$$

где W - количество теплоты, Вт; t - время, с.

Часть этого тепла идет на повышение температуры провода, а другая часть рассеивается в окружающей среде.

В установившемся тепловом режиме количество рассеиваемого каждую секунду тепла станет равным количеству тепла, выделяемого током. Уравнение теплового баланса имеет следующий вид

$$I^2 R = \sigma S_{\text{п}} \theta_{\text{уст}}$$

где σ - коэффициент теплоотдачи, Вт/мм² • град;

$S_{\text{п}}$ - поверхность охлаждения провода, мм²;

$\theta_{\text{уст}}$ - установившаяся разность температур провода и окружающей среды:

$$\theta_{\text{уст}} = \theta_{\text{прод}} - \theta_{\text{окр}}$$

Плотность тока определяется из выражения

$$\delta = \frac{l}{S}$$

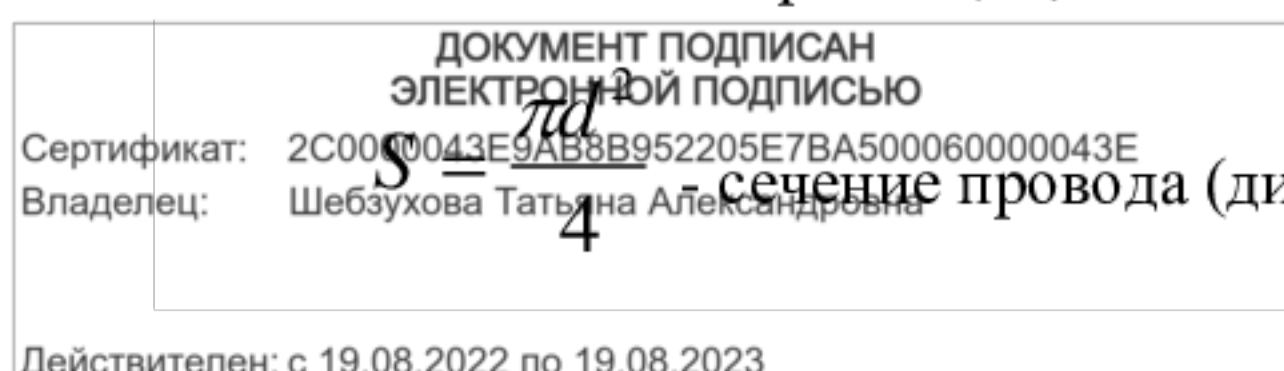
где δ - плотность тока, А/мм

Сопротивление провода:

$$R = \frac{l}{\gamma S}$$

где l - длина провода, м;

$S = \frac{\pi d^2}{4}$ - сечение провода (диаметра), мм²;



γ - удельная проводимость токоведущей жилы провода (обратная величине удельного сопротивления), Ом⁻¹ м⁻¹

R - сопротивление провода, Ом.

Принимаем в первом приближении, что поверхность охлаждения равна боковой поверхности цилиндрического провода, т.е.

$$S_{\text{п}} = \pi d l \cdot 10^3, \text{ где } l \text{ выражено в мм.}$$

Уравнение теплового баланса будет иметь вид

$$\delta^2 S^2 \frac{l}{\gamma S} = k S_n \theta_{\text{уст}}$$

$$\delta^2 \frac{\pi d^2 t}{4\gamma} = k \pi d l \theta_{\text{уст}} 10^3$$

Соответственно получим, что плотность тока определяется из выражения:

$$\delta = \sqrt{\frac{4k\theta_{\text{уст}}\gamma 10^3}{d}}$$

где δ - плотность тока, А/мм².

Допустимая плотность тока $I_{\text{доп}}$ получается, если в это выражение подставить значение $\gamma = \gamma_{\theta}$ т.е. удельную проводимость проводника при изменении температуры до $\theta_{\text{пред}}$.

При нагреве сопротивление проводника возрастает. Температурный коэффициент сопротивления

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(\theta_2 - \theta_1)}$$

где R_1 - сопротивление проводника при температуре $\theta_1 = 20^\circ \text{C}$ т.е. температуре, для которой приводятся в справочниках удельные сопротивления (проводимости) материалов;

R_2 — сопротивление проводника, соответствующее температуре:

$$\theta_{\text{пред}} = \theta_2$$

$$R_2 = R_1(1 + \alpha(\theta_2 - \theta_1))$$

При нагреве провода до θ_2 его удельное сопротивление возрастает значения

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

$$\rho_0 = \rho_{20}(1 + \alpha(\theta_2 - \theta_1))$$

и, следовательно,

$$\gamma_0 = \frac{1}{\rho_0}$$

Параметры ρ , γ и λ задаются в справочниках для каждого материала проводника.

Получив для предельной температуры $\delta = \delta_{доп}$, определяем длительно допустимый ток:

$$I_{доп} = \delta_{доп} S$$

где S - площадь сечения провода, мм². Рабочий ток определяется по формуле:

$$I_{раб} = \frac{P}{U}$$

где $I_{раб}$ - рабочий ток, А.

После полученных результатов необходимо сделать вывод о работе установки.

Вопросы и задания

Электрическая установка, имеющая мощность P , питается от электрической сети напряжением U . Питающая линия выполнена проводами, имеющими предельно допускаемую температуру нагрева $\theta_{пред}$, и коэффициент теплопередачи σ .

Рассчитать допустимую по условиям нагрева плотность тока и допустимый ток, сравнить его с рабочим током и определить надежность и экономичность работы установки с данными проводами.

Числовые значения параметров установки, материалы проводов и их изоляции приведены в табл.7.1.

Таблица 7.1 – Исходные данные

Материал провода	Материал изоляции	Сечение провода S , мм ²	Предельно допустимая температура $\theta_{пред}$ °C	Мощность уст-ки P , Вт	Напряжение сети U , В	Коэфф. теплоотдачи $\sigma \cdot 10^5$ Вт/мм ² град
М	ПХ	2,5	100	800	220	3,2

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1.2 Перечень основной литературы:

1. Бондаренко, Г. Г. Основы материаловедения : учебник / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под редакцией Г. Г. Бондаренко. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 761 с. — ISBN 978-5-00101-755-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/37076.html>
2. Электроматериаловедение : учеб. Пособие / А.С. Красько, С.Н. Павлович, Е.Г. Пономоренко. — 2-изд., стер. — Минск : РИПО, 2015. — 212 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=463625
3. Привалов, Е. Е. Электротехнические материалы систем электроснабжения: учебное пособие / Е.Е. Привалов. — М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. — 266 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436753

5.1.3 Перечень дополнительной литературы:

1. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, В.И. Аникина — Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. — 152 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=364047

5.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».
3. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».
4. Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».

***5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет,
необходимых для освоения дисциплины***

1. <http://www.biblioclub.ru> -ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению контрольной работы
по дисциплине «ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ И КОНСТРУКЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕ-
ДЕНИЕ»
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Содержание

№ п/п	Содержание	Стр.
	Введение	3
1.	Цель, задачи и реализуемые компетенции дисциплины	4
2.	Формулировка задания и ее объем	6
3.	Общие требования к написанию и оформлению работы	13
4.	Рекомендации по выполнению задания	15
5.	План-график выполнения задания	19
6.	Критерии оценивания работы	20
7.	Порядок защиты работы	22
8	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	23
8.1	Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освое- ния дисциплины	23
8.2	Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обу- чающихся по дисциплине	23
8.3	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины	24

Введение

Одним из основных видов занятий по курсу дисциплины «Электротехническое и конструкционное материаловедение» является выполнение контрольной работы. Предлагаемые в методическом указании задания охватывают весь основной материал курса и соответствуют утвержденной программе.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

1. Цель, задачи и реализуемые компетенции дисциплины

Целью дисциплины является изучение состава и свойств конструкционных и электротехнических материалов в зависимости от их химического состава, структуры и той среды, в которой им предстоит находиться или работать.

Задачами изучения дисциплины являются:

- знакомство с основными достижениями в области электротехнического и конструкционного материаловедения;
- понимание процессов и явлений, которые происходят в электротехнических и конструкционных материалах при различных воздействиях;
- умение влиять на свойства материалов с помощью технологических процессов, позволяющих предотвращать вредные воздействия окружающей среды в процессе работы соответствующего оборудования.

При выполнении контрольной работы реализуются следующий перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-5} Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.	Знает современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств, классификацию современных конструкционных электротехнических материалов по их назначению, составу и свойствам, основные характеристики электротехнических материалов для эффективного использования электротехнического оборудования, организации его технического обслуживания и ремонта, а также для технической диагностики и прогнозирования оставшегося ресурса работы.
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA5000600000414 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023		ИД-2 _{ОПК-5} Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик
		Умеет работать со справочной литературой, отражающей

	и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками.	щей характеристики материалов, правильно выбрать или оценить материал для элемента, изделия, устройства, для работы в электроэнергетике в тех или иных условиях. Владеет методами оценки свойств и способами подбора материалов для проектируемых систем, методиками выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов, навыками проведения стандартных испытаний и входного контроля материалов и комплектующих электроэнергетического и электротехнического оборудования.
--	---	---

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

2. Формулировка задания и ее объем

Задание на контрольную работу состоит из двух частей соответственно по разделам «Конструкционное материаловедение» и «Электротехническое материаловедение». Вариант задания выбирается по списку группы.

Задание №1

Дать ответ на следующие теоретические вопросы (по варианту):

1. Исследование точечных дефектов. Исследование линейных дефектов. Исследование поверхностных дефектов.
2. Твердые растворы. Химические соединения. Фазы внедрения.
3. Отжиг. Нормализация. Закалка.
4. Отпуск. Легирование, как метод защиты цветных металлов от коррозии. Закалка.
5. Оксидирование, как метод защиты цветных металлов от коррозии. Электроискровая обработка металлов. Электроимпульсная обработка металлов.
6. Анодно – механическая обработка металлов. Электрохимическая обработка металлов. Ультразвуковая обработка металлов.
7. Фазы внедрения. Особенности применения сварки плавлением и давлением. Легирование, как метод защиты цветных металлов от коррозии.
8. Плакирование, как метод защиты цветных металлов от коррозии. Закалка. Исследование поверхностных дефектов.
9. Нормализация. Анодно-механическая обработка металлов. Образование сварного соединения.
10. Отжиг. Электрохимическая обработка металлов. Твердые растворы.
11. Исследование точечных дефектов. Химические соединения. Особенности применения сварки плавлением и давлением.
12. Фазы внедрения. Исследование поверхностных дефектов. Нормализация.
13. Ультразвуковая обработка металлов. Отжиг. Анодно – механическая обработка металлов.
14. Исследование линейных дефектов. Нормализация. Легирование, как метод защиты цветных металлов от коррозии.
15. Плакирование, как метод защиты цветных металлов от коррозии. Закалка. Химические соединения.

Документ подписан
Электронной подписью

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебухова Татьяна Александровна

16. Оксидирование, как метод защиты цветных металлов от коррозии. Электроимпульсная обработка металлов. Отпуск.

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

17. Ультразвуковая обработка металлов. Твердые растворы. Исследование точечных дефектов.

18. Легирование, как метод защиты цветных металлов от коррозии. Исследование поверхностных дефектов. Закалка.

19. Особенности применения сварки плавлением и давлением. Ультразвуковая обработка металлов. Фазы внедрения.

20. Твердые растворы. Легирование, как метод защиты цветных металлов от коррозии. Закалка.

21. Фазы внедрения. Особенности применения сварки плавлением и давлением. Легирование, как метод защиты цветных металлов от коррозии.

22. Нормализация. Химические соединения. Образование сварного соединения.

23. Анодно-механическая обработка металлов. Образование сварного соединения. Отжиг.

24. Плакирование, как метод защиты цветных металлов от коррозии. Закалка. Исследование поверхностных дефектов.

25. Твердые растворы. Электроимпульсная обработка металлов. Отжиг.

26. Исследование точечных дефектов. Исследование линейных дефектов. Исследование поверхностных дефектов.

27. Ультразвуковая обработка металлов. Твердые растворы. Исследование точечных дефектов.

28. Нормализация. Анодно-механическая обработка металлов. Образование сварного соединения.

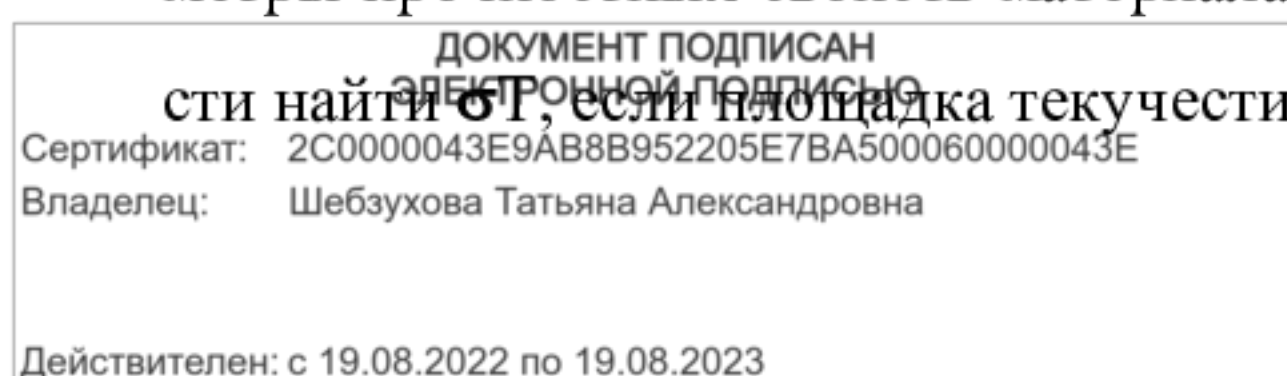
29. Отжиг. Электрохимическая обработка металлов. Твердые растворы.

30. 3 Фазы внедрения. Особенности применения сварки плавлением и давлением. Легирование, как метод защиты цветных металлов от коррозии.

Задание №2

В соответствии с данными таблицы 2 требуется:

1. Определить E , ν и G – параметры упругих свойств материала.
2. Определить δ и ψ – параметры пластических свойств материала.
3. По заданной диаграмме рисунок 2 определить $\sigma_{пл}$, $\sigma_{в}$, $\sigma_{г}$ (или $\sigma_{0,2}$) – параметры прочностных свойств материала (для диаграммы с выраженной площадкой текучести найти $\sigma_{г}$, если площадка текучести отсутствует – оценить величину $\sigma_{0,2}$).



4. Определить G , исходя из данных, полученных в эксперименте на кручение образца.

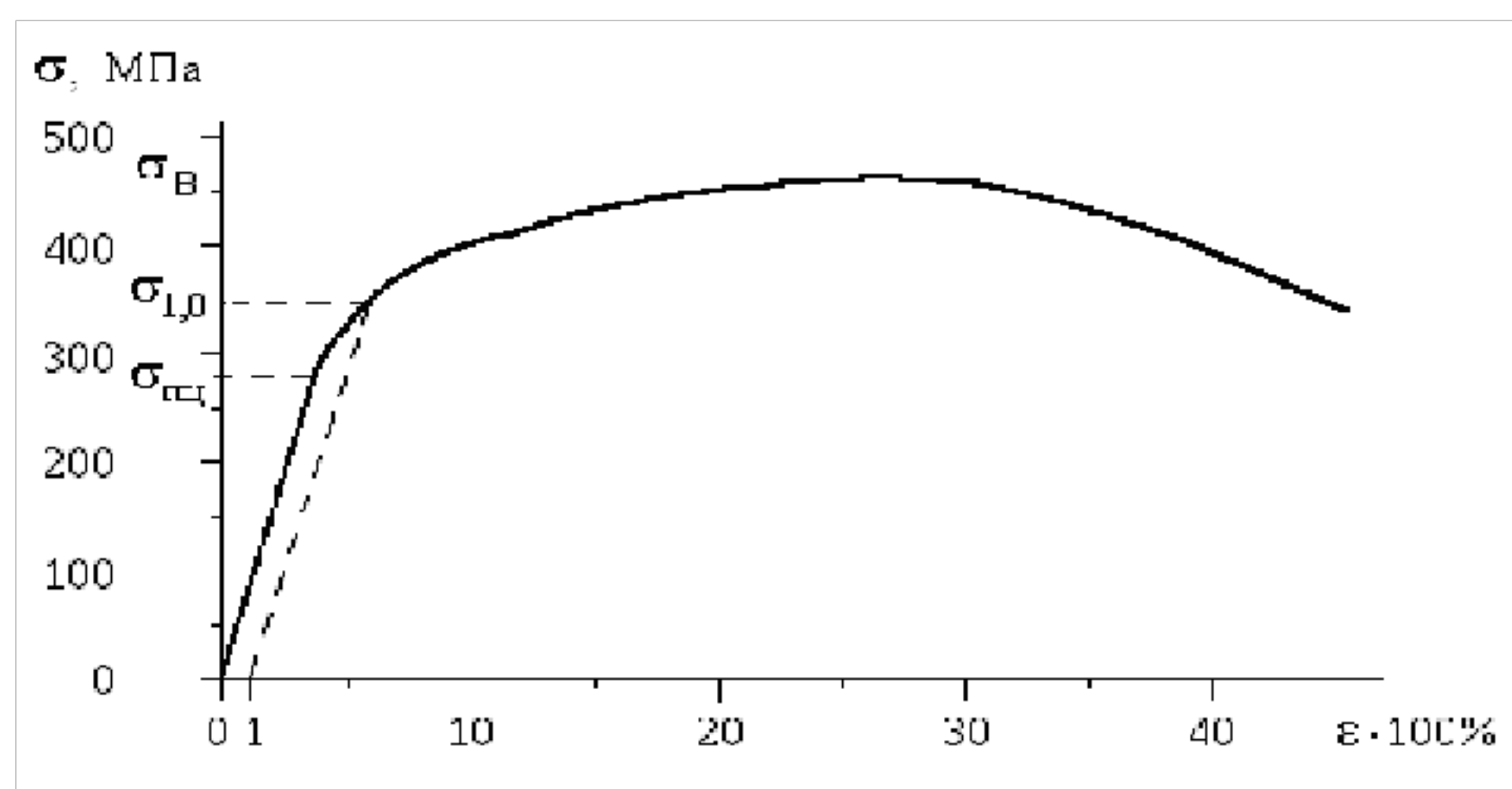


Рисунок 1 – Пример диаграммы растяжения

Таблица 1 – Исходные данные к заданию 2

Номер строки	l_0 , мм	A_0 , мм ²	F , Н	$l \cdot 10^3$, мм	A_k , мм ²	l_k , мм	ϵ' , %	ϵ , %	M , Н·м	рад	d , мм	Номер диаграммы рисунок
1	100	320	1680	2,5	272	130	0,06	-0,25	90	0,005	24	I
2	80	180	810	2,0	135	104	-0,02	0,25	80	0,003	22	II
3	75	80	530	2,6	57	84	0,08	-0,35	60	0,014	15	III
4	50	50	360	1,7	35	56	-0,15	0,38	50	0,03	18	IV
5	40	30	190	1,6	24	50	0,05	-0,40	30	0,02	16	V
6	30	20	160	1,2	18	39	-0,13	0,32	20	0,009	20	VI
7	25	12	82	1,0	10	35	-0,09	0,37	10	0,01	10	VII
8	20	10	72	0,6	7,5	24	0,14	-0,33	8	0,008	25	VIII
9	15	8	24	0,5	6,2	18	-0,13	0,31	6	0,009	12	IX
10	125	490	3090	3,7	392	150	-0,05	0,3	100	0,004	25	X
11	100	320	1680	2,5	272	130	0,05	-0,40	60	0,014	15	III
12	80	180	810	2,0	135	104	-0,13	0,32	50	0,03	18	IV
13	75	80	530	2,6	57	84	-0,09	0,37	30	0,02	16	V
14	50	50	360	1,7	35	56	0,14	-0,33	20	0,009	20	VI
15	40	30	190	1,6	24	50	-0,13	0,31	10	0,01	10	VII
16	30	20	160	1,2	18	39	-0,05	0,3	8	0,008	25	VIII
17	25	12	82	1,0	10	35	0,06	-0,25	6	0,009	12	IX
18	20	10	72	0,6	7,5	24	-0,02	0,25	100	0,004	25	X
19	15	8	24	0,5	6,2	18	0,08	-0,35	90	0,005	24	I
20	125	490	3090	3,7	392	150	-0,15	0,38	80	0,003	22	II
21	100	320	1680	2,5	272	130	0,05	-0,40	60	0,014	15	III
22	80	180	810	2,0	135	104	-0,13	0,32	50	0,03	18	IV
23	75	80	530	2,6	57	84	-0,09	0,37	30	0,02	16	V
24	50	50	360	1,7	35	56	0,14	-0,33	20	0,009	20	VI
25	40	30	190	1,6	24	50	-0,13	0,31	10	0,01	10	VII
26	30	20	160	1,2	18	39	-0,05	0,3	8	0,008	25	VIII
27	25	12	82	1,0	10	35	0,05	-0,40	6	0,009	12	IX
28	20	10	72	0,6	7,5	24	-0,13	0,32	100	0,004	25	X

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

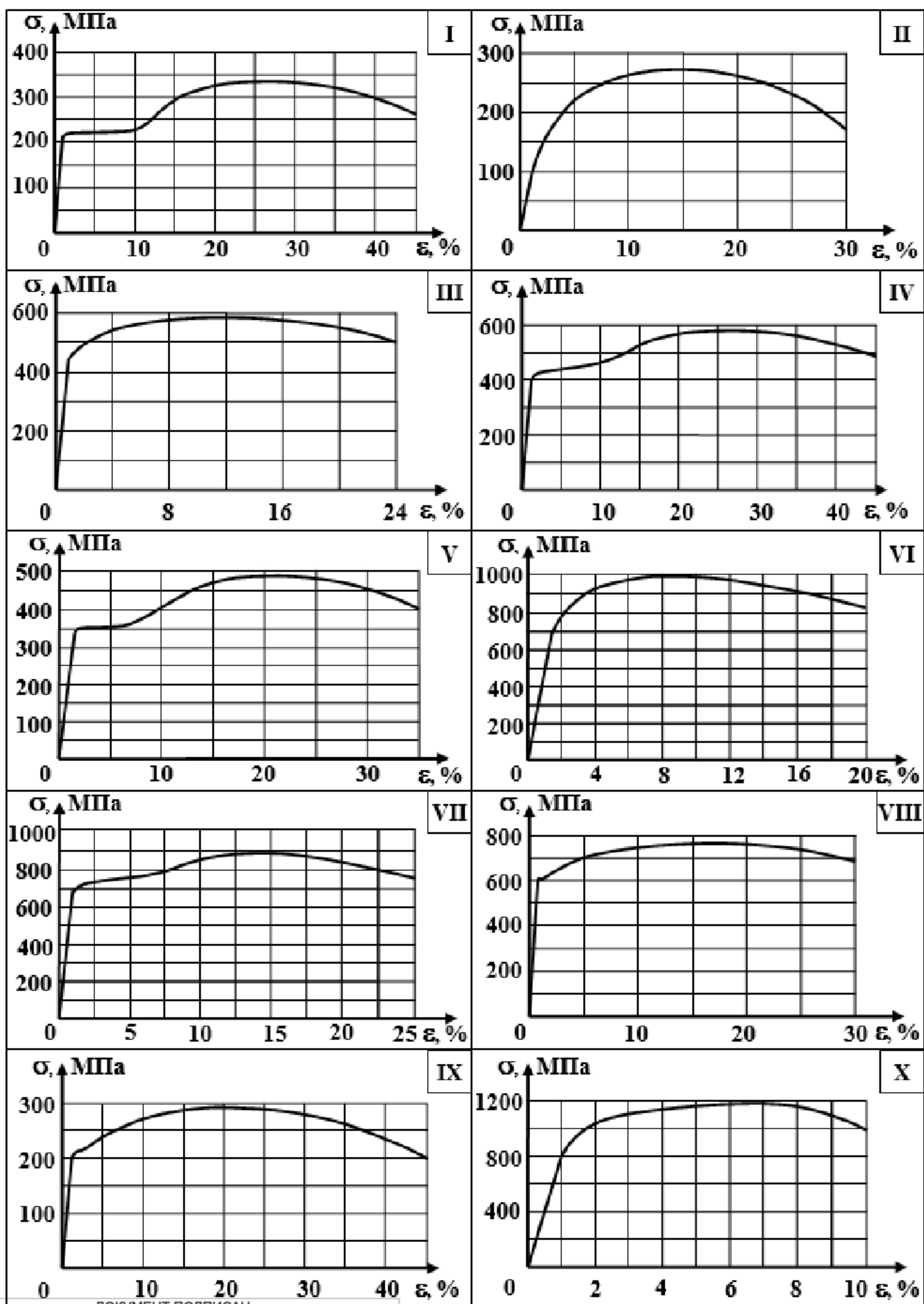
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

29	15	8	24	0,5	6,2	18	-0,09	0,37	60	0,014	15	III
30	125	490	3090	3,7	392	150	0,14	-0,33	10	0,01	10	VII

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

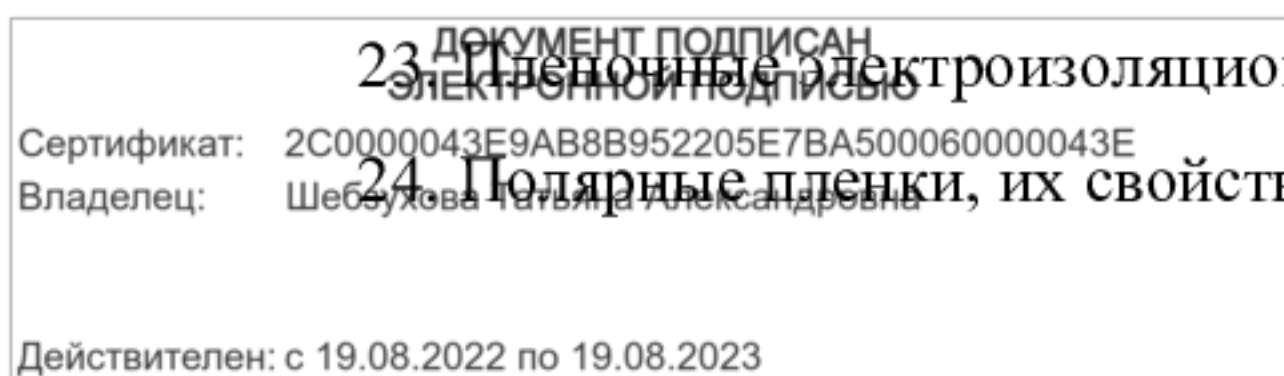
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Задание №3

Дать ответ на следующие теоретические вопросы (по варианту):

1. Классификация материалов по электрическим свойствам. Сущность зонной теории проводимости.
2. Классификация материалов по магнитным свойствам.
3. Классификация проводниковых материалов. Основные свойства и характеристики проводниковых материалов.
4. Материалы с высокой проводимостью. Медь и ее сплавы. Свойства, области применения.
5. Материалы с высокой проводимостью. Алюминий и его сплавы. Свойства и области применения.
6. Материалы с высоким сопротивлением. Проводниковые резистивные материалы. Области применения.
7. Проводниковые материалы. Благородные материалы. Область применения.
8. Тугоплавкие металлы. Вольфрам, титан, молибден, их свойства и область применения.
9. Сверхпроводники, их свойства, области применения.
10. Криопроводники, их свойства, области применения.
11. Материалы для электроугольных изделий. Графит. Основные характеристики и области применения.
12. Материалы для подвижных контактов, их свойства.
13. Припои. Область применения, свойства. Твердые и мягкие припои.
14. Обмоточные провода, марки, область применения, виды изоляции проводов.
15. Монтажные провода, марки, виды изоляции, область применения.
16. Полупроводниковые материалы. Свойства полупроводников.
17. Электропроводность полупроводников, виды электропроводности.
18. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках.
19. Полимеризационные синтетические полимеры, их свойства, области применения.
20. Поликонденсатные синтетические полимеры, их свойства области применения.
21. Электроизоляционные пластмассы, их состав, свойства, области применения.
22. Слоистые пластики, их виды, состав, области применения.
23. Электроизоляционные материалы, их виды, области применения.
24. Полярные пленки, их свойства, области применения.



25. Электроизоляционные материалы на основе каучука, их виды, свойства, области применения.

26. Лаки и эмали, их виды, свойства, области применения.

27. Компаунды, их виды, свойства, области применения.

28. Твердые неорганические диэлектрики, их виды, свойства, области применения.

29. Жидкие диэлектрики, их виды, свойства, области применения.

30. Газообразные диэлектрики, их виды, свойства, области применения.

Задание №4

Опорный стержневой керамический изолятор ОНС изолирует и поддерживает шины контактных деталей в открытом распределительном устройстве. Изолятор представляет собой сплошной круглый стержень с выступающими ребрами. На торцевых частях изолятора закреплены металлические фланцы (колпаки), являющиеся электродами (рис.2).

Определить полный ток утечки, протекающий в изоляторе, емкость и диэлектрические потери в нем, если известны: номинальное напряжение на нем XIH частота электрического поля f размеры и основные электрические параметры диэлектрика, из которого изготовлен изолятор - P_s , P_v , $tg\delta$ и др. Исходные данные приведены в табл. 2.

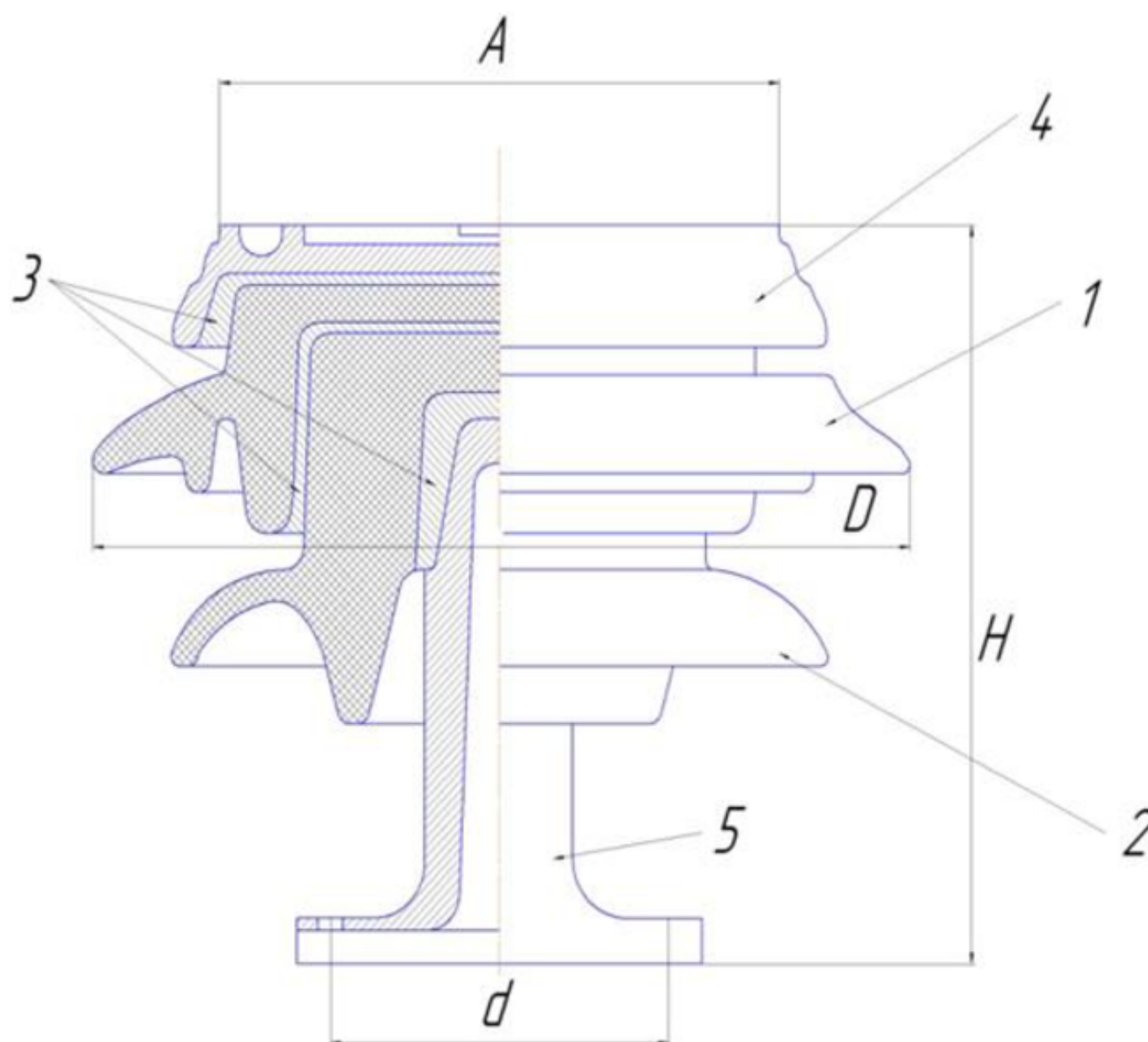


Рисунок 2 – Опорно-стержневой изолятор наружной установки

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Семёновна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

1 – верхняя часть изолятора, 2 – нижняя часть изолятора,
3 – цементно-песчаная связка, 4 – чугунный колпак, 5 – чугунный штырь

Таблица 2 – Исходные данные к задаче 4

Параметры	Варианты и исходные данные									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предпоследняя цифра шифра										
Материал изолятора	электрофарфор	ультра	стеатит	ультрафарфор	электрофарфор	стеатит	электрофарфор	стеатит	ультрафарфор	электрофарфор
Уд.. объёмное сопротивление ρ_v , Ом м	$7 \cdot 10^{10}$	10^{12}	10^{13}	10^{13}	$2 \cdot 10^{11}$	$5 \cdot 10^{13}$	$8 \cdot 10^{10}$		$5 \cdot 10^{12}$	$4 \cdot 10^{11}$
Уд. поверхн.	10^{12}	10^{13}	$5 \cdot 10^{10}$	$5 \cdot 10^{13}$	$5 \cdot 10^{12}$	$8 \cdot 10^{13}$	10^{13}	10^{14}	10^{14}	$3 \cdot 10^{12}$
Отн. диэл. прониц, ϵ	6	8,6	6,3	8	7	6,8	6	7	8,5	7
Тангенс угла по-	0,025	0,001	0,001	0,0005	0,03	0,002	0,035	0,003	0,0008	0,032
Последняя цифра шифра										
Напряжение U, кВ	10	35	20	10	35	10	20	ПО	35	10
Высота и зол. А, мм	170	420	315	1050	500	210	360	1060	420	240
Диаметр Д, мм	160	180	170	220	225	170	180	220	200	180
Диаметр А, мм	140	160	150	200	200	150	160	200	180	160
Частота	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

3. Общие требования к написанию и оформлению работы

Основные требования к работе

При выполнении и оформлении контрольной по ГОСТу надо учитывать общие требования, которые предъявляются к работе:

- студент должен придерживаться заданной тематики;
- запрещено менять тему самостоятельно без обращения к преподавателю;
- при оформлении работы нужно учитывать нормы и ГОСТы;
- контрольная выполняется на основании не менее семи источников, выбранных автором;
- работа должна быть авторской, в ней должны содержаться собственные выводы студента;
- текст контрольной должен иметь объем не менее 7 листов.

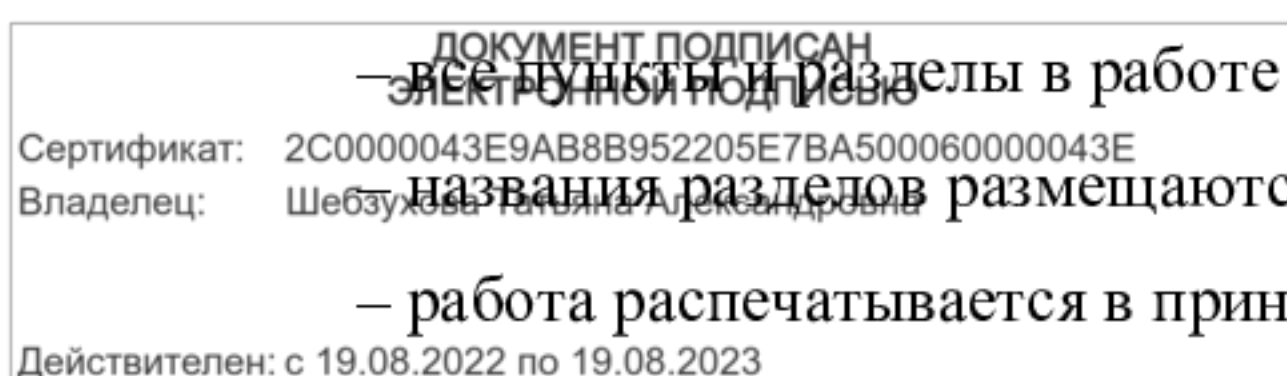
Оформление по ГОСТу текста контрольной

Когда работа выполнена, ее необходимо привести в соответствующий вид согласно ГОСТам:

- контрольную набирают в Word или другом текстовом редакторе с аналогичным функционалом;
- при наборе нужно использовать шрифт Times New Roman;
- интервал между строк — полуторный;
- размер шрифта — 14;
- текст выравнивается по ширине;
- в тексте делают красные строки с отступом в 12,5 мм;
- нижнее и верхнее поля страницы должны иметь отступ в 20 мм;
- слева отступ составляет 30 мм, справа — 15 мм;
- контрольная всегда нумеруется с первого листа, но на титульном листе номер не ставят;
- номер страницы в работе всегда выставляется в верхнем правом углу;
- заголовки работы оформляются жирным шрифтом;
- в конце заголовков точка не предусмотрена;
- заголовки набираются прописными буквами;

- все пункты и разделы в работе должны быть пронумерованы арабскими цифрами;
- названия разделов размещаются посередине строки, подразделы — с левого края;

- работа распечатывается в принтере на листах А4;



– текст должен располагаться только на одной стороне листа.

Работа имеет такую структуру:

1. Титульный лист;
2. Оглавление и введение;
3. Основной текст и расчет контрольной;
4. Заключительная часть работы;
5. Перечень использованной литературы и источников;
6. Дополнения и приложения.

Если в работе есть приложения, о них надо упоминать в оглавлении.

Ссылки нумеруются арабскими цифрами, при этом учитывают структуру работы (разделы и подразделы).

4. Рекомендации по выполнению задания

В данном разделе приведены основные положения и расчетные формулы, необходимые для решения задач в данной контрольной работе.

Указание к решению задачи №1

Дать развернутый ответ на теоретический вопрос.

Указание к решению задачи №2

Основные положения и расчетные формулы. Прочность материала, его твердость, упругость, пластичность, вязкость, ползучесть относятся к механическим свойствам. Они являются основными свойствами конструкционных материалов и определяются по результатам испытаний. Наиболее важными из них являются статические испытания на растяжение. Пример диаграммы такого испытания приводится на рисунке 2. Здесь по оси абсцисс откладывается продольная относительная деформация образца $\varepsilon = (l - l_0) / l_0 = \Delta l / l_0$, выраженная в процентах. По оси ординат откладывается нормальное напряжение в поперечном сечении образца $\sigma = F/A_0$ Па. В формулах использованы следующие обозначения: l_0 , м – длина ненагруженного измеряемого участка, l – его длина при действии нагрузки F , Н и A_0 , м² – площадь поперечного сечения ненагруженного образца.

Основные механические свойства материалов при нормальных температурах характеризуются параметрами упругости, пластичности и прочности.

К упругим параметрам относятся:

Модуль упругости при растяжении (сжатии), или модуль Юнга I рода:

$$E = \sigma / \varepsilon = F l_0 / (\Delta l A_0) , \text{ Па};$$

Коэффициент Пуассона:

$$\nu = |\varepsilon' / \varepsilon|, \quad 0 < \nu < 0,5,$$

где ε – поперечная относительная деформация;

Модуль сдвига, или модуль Юнга Π рода,

$$G = M l_0 / (\varphi l_p), \text{ Па,}$$

Определяемый при испытаниях образцов на кручение, здесь M , N^*_m – величина крутящего момента, ϕ – угол поворота сечения под действием момента M ; $I_p = \pi d^4 / 32 \approx 0,1 d^4$ – полярный момент инерции поперечного сечения образца.

Для изотропного материала упругие параметры связаны следующей зависимостью:

Для изотропного материала упругие параметры связаны следующей зависимостью:

$$G = E / [2 (1 + \nu)] .$$

Пластичность материала характеризуют следующие параметры: относительное остаточное удлинение:

$$\delta = [(l_k - l_0) / l_0] 100\% ,$$

где l_k – длина измеряемого участка после разрыва образца;

Относительное остаточное сужение:

$$\psi = [(A_0 - A_k) / A_0] 100\% ,$$

где A_k – минимальная площадь поперечного сечения измеряемого образца после его разрыва.

Прочность материала определяют параметры:

предел пропорциональности:

$$\sigma_{пц} = F_{пц} / A_0 ,$$

Наибольшее напряжение, до которого материал следует закону Гука:

Предел текучести:

$$\sigma_T = F_T / A_0 ,$$

Напряжение, при котором рост деформации происходит без заметного увеличения нагрузки (для диаграмм I, IV, V, VII, VIII, и IX с выраженной площадкой текучести).

Условный предел текучести $\sigma_{0,2}$ – величина напряжения, при котором остаточная деформация $\epsilon_{ост} = 0,002$ или 0,2% для диаграмм II, III, VI, и X, на которых площадка текучести отсутствует;

Предел прочности (или временное сопротивление) –

$$\sigma_B = F_B / A_0 ,$$

Отношение максимальной нагрузки F_B , которую способен выдержать образец, к его начальной площади поперечного сечения.

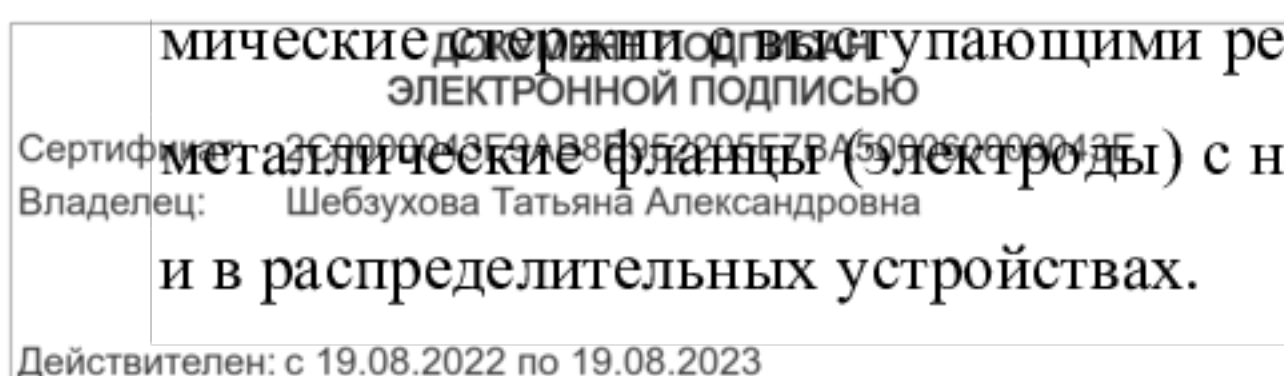
Указание к решению задачи №3

Дать развернутый ответ на теоретический вопрос.

Указание к решению задачи №4

Опорные стержневые изоляторы, как правило, представляют собой сплошные кера-

мические стержни с выступающими ребрами. На торцевых частях изоляторов закреплены металлические фланцы (электроды) с нарезными отверстиями для крепления на аппаратах и в распределительных устройствах.



В обозначениях типов опорных стержневых изоляторов буквы и цифры обозначают: О - опорный; Н - наружной установки; С - стержневой; 1-я цифра - нормальное напряжение, кВ; 2-я цифра — минимальная разрушающая нагрузка на изгиб.

Например, ОНС-35-2000 (опорный стержневой изолятор наружной установки на напряжение 35 кВ, разрушающая нагрузка его 2000 Па). Опорный стержневой изолятор типа ОНС (см. рис. 2) имеет следующие основные размеры можно выразить диэлектрические потери в изоляционных материалах?

h - высота, мм;

A - диаметр керамического стержня, мм;

Д — диаметр, учитывающий величину выступающих ребер, которые увеличивают длину пути утечки тока по поверхности изолятора, мм.

Последовательность решения задачи:

1. Для определения полного тока утечки следует учитывать ток утечки через объем изолятора и ток утечки по его поверхности, а для этого надо определить полное электрическое сопротивление опорного изолятора по формуле

$$\frac{1}{R_n} = \frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_s}$$

где R_n - полное сопротивление изолятора, Ом; R_v - объемное сопротивление, Ом; R_s - поверхностное сопротивление, Ом;

Чтобы упростить решение задачи, длину пути прохождения тока по поверхности изолятора следует принять равной $1,75 l$, т.е. считать её в 1,75 раза больше длины прохождения тока по объему.

Длину электрода (фланца), соприкасающегося с поверхностью, рассчитать по диаметру A. Помнить, что объемное электрическое сопротивление зависит от удельного объемного сопротивления и размеров изолятора (ρ_v , S, h), а поверхностное сопротивление зависит от удельного поверхностного сопротивления, длины окружности стержня, соприкасающегося с электродом, и высоты стержня - изолятора (ρ_s , b, H).

$$R_v = \rho_v \cdot \frac{H}{S} \text{ где } S = \frac{\pi A^2}{4};$$

$$R_s = \rho_s \cdot \frac{H_s}{l_A} \text{ где } l_A = \pi A, H_s = 1,75 \cdot H$$

2. При расчете емкости изолятора площадь электрода, находящегося под напряжением, следует определять по наименьшему диаметру стержня A, а расстояние между электродами будет равно высоте стержня h. Формулой пользоваться для расчета емкости обычного конденсатора:

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E	
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна	
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

$$C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 S}{h}$$

где C — ёмкость конденсатора, Φ .

3. Диэлектрические потери в опорном изоляторе складываются из потерь на поляризацию в материале стержня и из потерь, обусловленных сквозной проводимостью, то есть это активная мощность, рассеиваемая в изоляторе, которая вызывает его нагрев Pa :

$$Pa = U^2 \cdot \omega \cdot C \cdot \operatorname{tg} \delta$$

4. Все величины в расчетные формулы надо подставлять в единицах СИ.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

5. План-график выполнения задания

Работа над контрольной работой может быть представлена в виде выполнения следующих этапов:

№ п/п	Наименование этапа	Сроки выполнения
Очная форма обучения		
1.	Получения задания	На первом практическом занятии
2.	Первичная консультация с преподавателем	На первом практическом занятии
3.	Работа с информационными источниками	В течении семестра
4.	Написание контрольной работы	В течении семестра
5.	Предоставление контрольной работы на кафедру	В течении семестра
6.	Защита контрольной работы	На последнем практическом занятии
Заочная форма обучения		
1.	Получения задания	На первом практическом занятии
2.	Первичная консультация с преподавателем	На первом практическом занятии
3.	Работа с информационными источниками	В течении сессии
4.	Написание контрольной работы	В течении сессии
5.	Предоставление контрольной работы на кафедру	В течении сессии
6.	Защита контрольной работы	На последнем практическом занятии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

6. Критерии оценивания работы

В целях повышения качества выполняемых контрольных работ преподаватель руководствуется следующими критериями оценивания письменных работ студентов.

Оценка «зачтено (отлично)» выставляется, если студент:

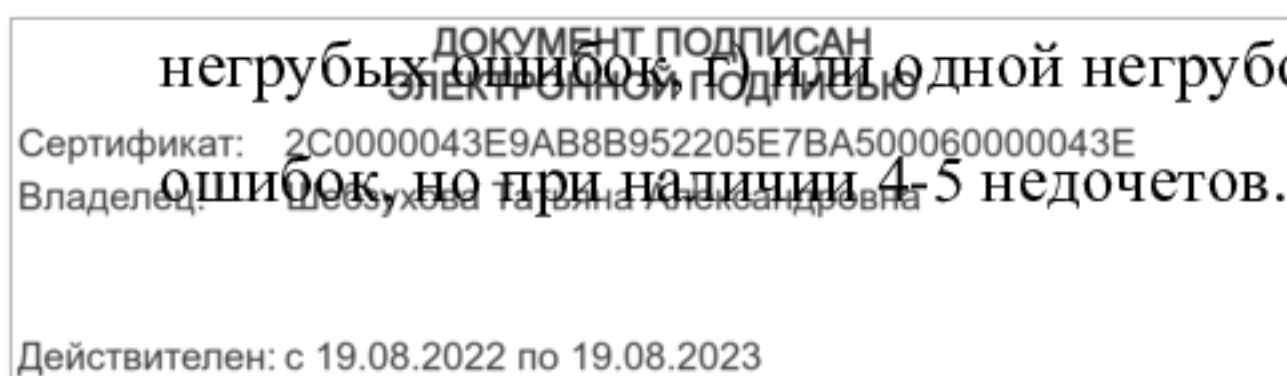
- представил контрольную работу в установленный срок и оформил ее в строгом соответствии с изложенными требованиями;
- использовал рекомендованную и дополнительную учебную и страноведческую литературу;
- при выполнении упражнений показал высокий уровень знания лексико-грамматического и страноведческого материала по заданной тематике, проявил творческий подход при ответе на вопросы, умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие выводы;
- выполнил работу грамотно с точки зрения поставленной задачи, т.е. без ошибок и недочетов или допустил не более одного недочета.

Оценка «зачтено (хорошо)» выставляется, если студент:

- представил контрольную работу в установленный срок и оформил ее в соответствии с изложенными требованиями;
- использовал рекомендованную и дополнительную литературу;
- при выполнении упражнений показал хороший уровень знания лексико-грамматического и страноведческого материала по заданной тематике, практически правильно сформулировал ответы на поставленные вопросы, представил общее знание информации по проблеме;
- выполнил работу полностью, но допустил в ней: а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета б) или не более двух недочетов.

Оценка «зачтено (удовлетворительно)» выставляется, если студент:

- представил работу в установленный срок, при оформлении работы допустил незначительные отклонения от изложенных требований;
- показал достаточные знания по основным темам контрольной работы;
- использовал рекомендованную литературу;
- выполнил не менее половины работы или допустил в ней а) не более двух грубых ошибок, б) или не более одной грубой ошибки и одного недочета, в) или не более двух-трех негрубых ошибок, г) или одной негрубой ошибки и трех недочетов, д) или при отсутствии ошибок, но при наличии 4-5 недочетов.



Оценка «незачтено (неудовлетворительно)» выставляется:

– когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «зачтено (удовлетворительно)» или если правильно выполнено менее половины работы;

– если студент не приступал к выполнению работы или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

7. Порядок защиты работы

Написанная студентом контрольная работа сдается на кафедру в срок для рецензирования. Студент защищает расчетно-графическую работу до экзамена (зачета) перед преподавателем. Без защиты КР студент к экзамену (зачету) не допускается.

Работа не допускается к защите, если она не носит самостоятельного характера, списана из литературных источников или у других авторов, если основные вопросы не раскрыты, изложены схематично, фрагментарно, в тексте содержатся ошибки, научный аппарат оформлен неправильно, текст написан небрежно.

В ходе защиты контрольной работы задача студента — показать углубленное понимание вопросов конкретной темы, хорошее владение материалом по теме.

Защита расчетно-графической работы может проходить в различных формах по усмотрению преподавателя:

- в форме индивидуальной беседы студента с руководителем по основным положениям работы;
- в форме индивидуальной защиты в присутствии всей группы студентов;
- в форме групповой защиты – одновременной защиты контрольной работы по одному направлению. В этом случае каждый следит за ходом рассуждений товарищей, дополняет, уточняет их, что, несомненно, усиливает работу мысли и способствует развитию экономического мышления.

Любая форма защиты контрольной работы учит отстаивать свою точку зрения, убедительно аргументировать ее, что способствует перерастанию знаний в убеждения.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.2 Перечень основной литературы:

1. Бондаренко, Г. Г. Основы материаловедения : учебник / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под редакцией Г. Г. Бондаренко. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 761 с. — ISBN 978-5-00101-755-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/37076.html>
2. Электроматериаловедение : учеб. Пособие / А.С. Красько, С.Н. Павлович, Е.Г. Пономоренко. — 2-изд., стер. — Минск : РИПО, 2015. — 212 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=463625
3. Привалов, Е. Е. Электротехнические материалы систем электроснабжения: учебное пособие / Е.Е. Привалов. — М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. — 266 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436753

8.1.3 Перечень дополнительной литературы:

1. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, В.И. Аникина — Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. — 152 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=364047

8.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».
3. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».
4. Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218	~ 220 В / 16 А
A1	Электронагреватель	394.2	30...100°C, источник +5 В,
	Набор образцов резисторов	600.19	6 образцов.
PP1	Мультиметр	1416	MY60T

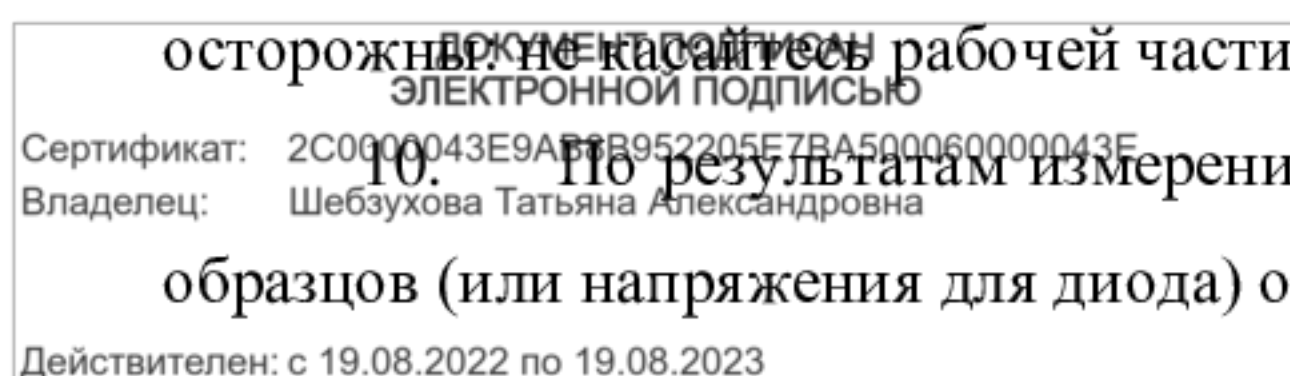
Указание по технике безопасности:

Указания по технике безопасности при выполнении лабораторных работ приведены в приложение А.

Указания по выполнению лабораторной работы:

1. Проверьте схему электропитания блоков электронагревателя и источника питания G1. Убедитесь, что выключатели «СЕТЬ» этих блоков отключены.
2. Соедините блоки в соответствии со схемой электрической соединений рис. 1.2.
3. Выберите значения температуры, при которых Вы хотите измерить сопротивления образцов. Из-за инерционности нагревателя целесообразно выбрать не более 5...7 точек в диапазоне температур до 100°C. Начальное значение – комнатная температура.
4. Включите устройство защитного отключения и автоматический выключатель в однофазном источнике питания G1.
5. Включите выключатель «СЕТЬ» блока электронагревателя.
6. При включении питания автоматический режим регулятора температуры электронагревателя выключен. Установите требуемую температуру (см. раздел «Блок электронагревателя»). Включите автоматический режим регулятора температуры. Начнется разогрев нагревателя (включены светодиоды индикаторов K1 и RS).
7. Измерьте сопротивление образцов при комнатной температуре. Для исключения нагрева образцов от рук их необходимо брать за корпус вблизи выводов.
8. После стабилизации температуры нагревателя вблизи заданного значения поочередно вставьте каждый из образцов в отверстие нагревателя до упора. Выждите 2..3 минуты для стабилизации температуры и измерьте сопротивление образца.
9. Задайте следующее значение температуры, дождитесь её стабилизации и повторите измерения сопротивления образцов. При высоких температурах образцов будьте осторожны, не касайтесь рабочей части образца, извлеченного из нагревателя.

10. По результатам измерений постройте графики зависимостей сопротивления образцов (или напряжения для диода) от температуры.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ И КОНСТРУКЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕ-
ДЕНИЕ»
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

	Введение	
1	Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины «Электротехническое и конструкционное материаловедение»	
2	План-график выполнения самостоятельной работы	
3	Контрольные точки и виды отчетности по ним	
4	Методические рекомендации по изучению теоретического материала	
5	Методические указания по подготовке к контрольной работе	
6	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	

Введение

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента.

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины «Электротехническое и конструкционное материаловедение»

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

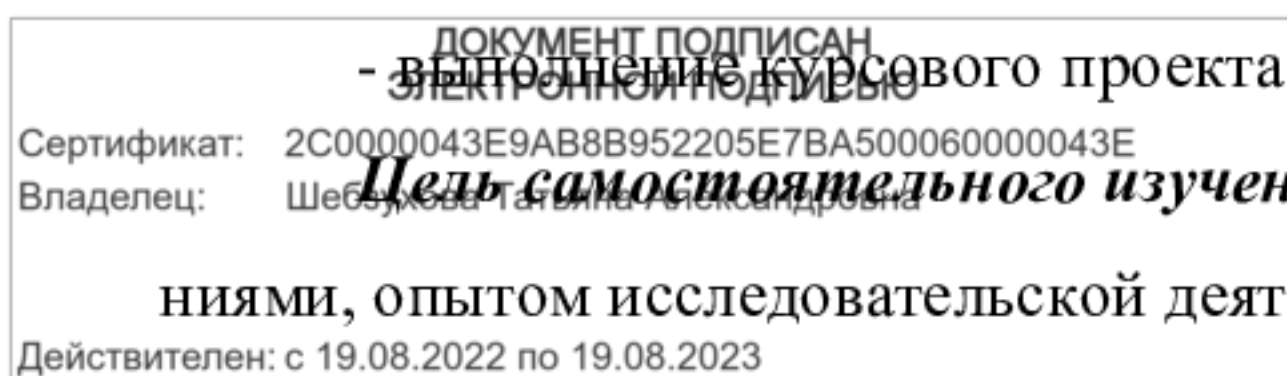
Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. В соответствии с рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студента:

- самостоятельное изучение литературы;
- самостоятельное решение задач;

- выполнение курсового проекта.

Цель самостоятельного изучения литературы – самостоятельное овладение знаниями, опытом исследовательской деятельности.



Задачами самостоятельного изучения литературы являются:

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов.

Цель самостоятельного решения задач - овладение профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю будущей деятельности.

Задачами самостоятельного решения задач являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Целью самостоятельного выполнения расчетно-графической работы по дисциплине является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности.

Задачами данного вида самостоятельной работы студента являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовой работы.

В результате освоения дисциплины формируются следующий перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-5} Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.	Знает современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств, классификацию современных конструкционных электротехнических материалов по их назначению, составу и свойствам, основные характеристики электротехнических материалов для эффективного использования электротехнического оборудования, организации его технического обслуживания и ремонта, а также для технической диагностики и прогнозирования оставшегося ресурса работы.
	ИД-2 _{ОПК-5} Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками.	Умеет работать со справочной литературой, отражающей характеристики материалов, правильно выбрать или оценить материал для элемента, изделия, устройства, для работы в электроэнергетике в тех или иных условиях. Владеет методами оценки свойств и способами подбора материалов для проектируемых систем, методиками выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов, навыками проведения стандартных испытаний и входного контроля материалов и комплектующих электроэнергетического и электротехнического оборудования.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C00000043E9AB8B952205E7BA5000600000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

План-график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
Очная форма обучения					
ОПК-5 ИД-1опк-5 ИД-2опк-5	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-18	Собеседование	6,795	0,755	7,55
	Подготовка к лекциям	Собеседование	2,43	0,27	2,7
	Подготовка к практическим занятиям	Письменный отчет о решении типовых, разноуровневых задач	2,43	0,27	2,7
	Подготовка к лабораторным работам	Собеседование	3,645	0,405	4,05
	Выполнение контрольной работы	Собеседование	9	1	10
Итого за 4 семестр:			24,3	2,7	27
Итого:			24,3	2,7	27
Заочная форма обучения					
ОПК-5 ИД-1опк-5 ИД-2опк-5	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-18	Собеседование	54,18	6,02	60,2
	Подготовка к лекциям	Собеседование	0,27	0,03	0,3
	Подготовка к практическим занятиям	Письменный отчет о решении типовых, разноуровневых задач	0,54	0,06	0,6
	Подготовка к лабораторным работам	Собеседование	0,81	0,09	0,9
	Выполнение контрольной работы	Собеседование	9	1	10
Итого за 4 семестр:			64,8	7,2	72
Итого:			64,8	7,2	72

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Контрольные точки и виды отчетности по ним

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
4 семестр			
1.	Практическое занятие № 2	6 неделя	25
2.	Лабораторная работа № 5	10 неделя	15
3.	Практическое занятие № 7	16 неделя	15
	Итого за 4 семестр		55
	Итого		55

Максимально возможный балл за весь текущий контроль Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Рейтинговая система для заочной формы обучения не предусмотрена.

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельная работа студента начинается с внимательного ознакомления с содержанием учебного курса.

Изучение каждой темы следует начинать с внимательного ознакомления с набором вопросов. Они ориентируют студента, показывают, что он должен знать по данной теме. Вопросы темы как бы накладываются на соответствующую главу избранного учебника или учебного пособия. В итоге должно быть ясным, какие вопросы темы учебного курса и с какой глубиной раскрыты в конкретном учебном материале, а какие вообще опущены. Требуется творческое отношение и к самому содержанию дисциплины.

Вопросы, составляющие ее содержание, обладают разной степенью важности. Есть вопросы, выполняющие функцию логической связки содержания темы и всего курса, имеются вопросы описательного или разъяснительного характера, а также исторического экскурса в область изучаемой дисциплины. Все эти вопросы не составляют сути понятийного, концептуального содержания темы, но необходимы для целостного восприятия изучаемых проблем.

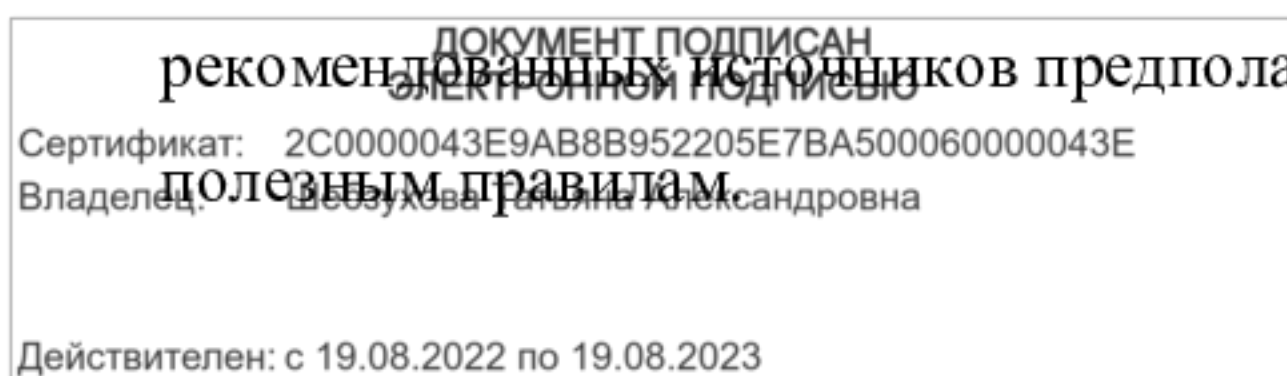
Изучаемая дисциплина имеет свой категориально-понятийный аппарат. Научные понятия — это та база, на которой строится каждая наука. Понятия — узловые, опорные пункты как научного, так и учебного познания, логические ступени движения в учебе от простого к сложному, от явления к сущности. Без ясного понимания понятий учеба крайне затрудняется, а содержание приобретенных знаний становится тусклым, расплывчатым.

Студент должен понимать, что самостоятельное овладение знаниями является главным, определяющим. Высшая школа создает для этого необходимые условия, помогает будущему высококвалифицированному специалисту овладеть технологией самостоятельного производства знаний.

В самостоятельной работе студентам приходится использовать литературу различных видов: первоисточники, монографии, научные сборники, хрестоматии, учебники, учебные пособия, журналы и др. Изучение курса предполагает знакомство студентов с большим объемом научной и учебной литературы, что, в свою очередь, порождает необходимость выработки у них рационально-критического подхода к изучаемым источникам.

Чтобы не «утонуть» в огромном объеме рекомендованных ему для изучения источников, студент, прежде всего, должен научиться правильно их читать. Правильное чтение

рекомендованных источников предполагает следование нескольким несложным, но весьма полезным правилам.



Предварительный просмотр книги включает ознакомление с титульным листом книги, аннотацией, предисловием, оглавлением. При ознакомлении с оглавлением необходимо выделить разделы, главы, параграфы, представляющие для вас интерес, бегло их просмотреть, найти места, относящиеся к теме (абзацы, страницы, параграфы), и познакомиться с ними в общих чертах.

Научные издания сопровождаются различными вспомогательными материалами — научным аппаратом, поэтому важно знать, из каких основных элементов он состоит, каковы его функции.

Знакомство с книгой лучше всего начинать с изучения аннотации — краткой характеристики книги, раскрывающей ее содержание, идейную, тематическую и жанровую направленность, сведения об авторе, назначение и другие особенности. Аннотация помогает составить предварительное мнение о книге.

Глубже понять содержание книги позволяют вступительная статья, в которой дается оценка содержания книги, затрагиваемой в ней проблематики, содержится информация о жизненной и творческой биографии автора, высказываются полемические замечания, разъясняются отдельные положения книги, даются комментарии и т.д. Вот почему знакомство с вступительной статьей представляется очень важным: оно помогает студенту сориентироваться в тексте работы, обратить внимание на ее наиболее ценные и важные разделы.

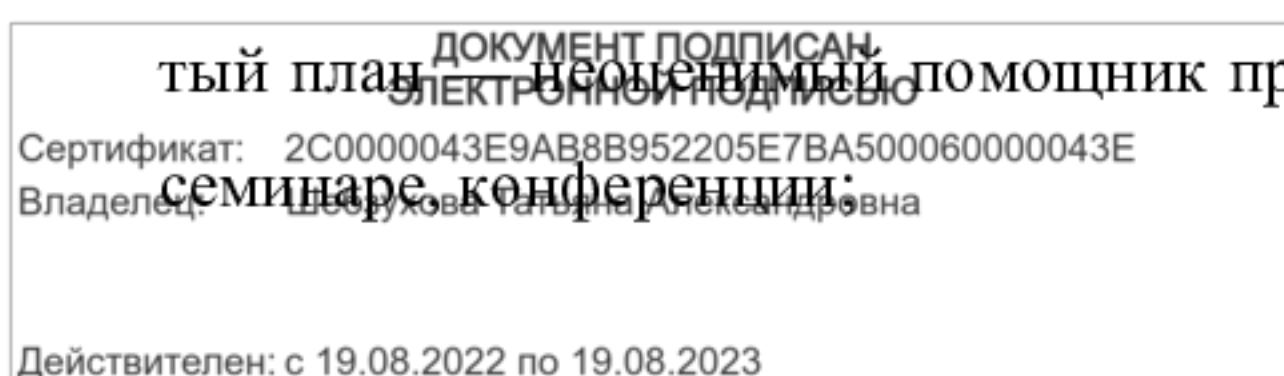
Той же цели содействует знакомство с оглавлением, предисловием, послесловием. Весьма полезными элементами научного аппарата являются сноски, комментарии, таблицы, графики, списки литературы. Они не только иллюстрируют отдельные положения книги или статьи, но и сами по себе являются дополнительным источником информации для читателя.

Если читателя заинтересовала какая-то высказанная автором мысль, не нашедшая подробного освещения в данном источнике, он может обратиться к тексту источника, упоминаемого в сноске, либо к источнику, который он может найти в списке литературы, рекомендованной автором для самостоятельного изучения.

Существует несколько форм ведения записей:

— план (простой и развернутый) — наиболее краткая форма записи прочитанного, представляющая собой перечень вопросов, рассматриваемых в книге или статье. Развернутый план представляет собой более подробную запись прочитанного, с детализацией отдельных положений и выводов, с выпиской цитат, статистических данных и т.д. Разверну-

тый план — необходимый помощник при выступлении с докладом на конкретную тему на семинаре, конференции.



— тезисы — кратко сформулированные положения, основные положения книги, статьи. Как правило, тезисы составляются после предварительного знакомства с текстом источника, при его повторном прочтении. Они помогают запомнить и систематизировать информацию.

Составление конспектов

Большую роль в усвоении и повторении пройденного материала играет хороший конспект, содержащий основные идеи прочитанного в учебнике и услышанного в лекции. Конспект — это, по существу, набросок, развернутый план связного рассказа по основным вопросам темы.

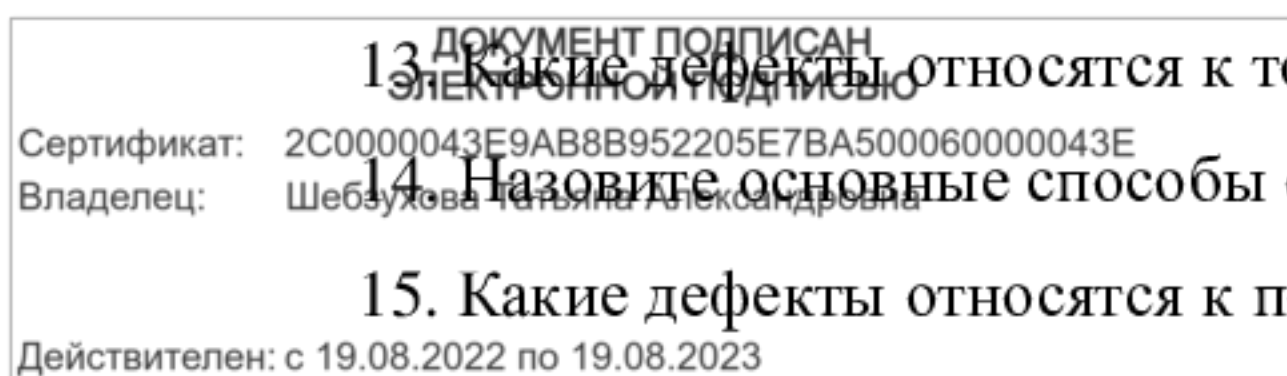
В какой-то мере конспект рассчитан (в зависимости от индивидуальных особенностей студента) не только на интеллектуальную и эмоциональную, но и на зрительную память, причем текст конспекта нередко ассоциируется еще и с текстом учебника или записью лекции. Поэтому легче запоминается содержание конспектов, написанных разборчиво, с подчеркиванием или выделением разрядкой ключевых слов и фраз.

Самостоятельно изученные темы предоставляются преподавателю в форме конспекта, по которому происходит собеседование. Теоретические темы курса (отдельные вопросы), выносимые на самостоятельное изучение, представлены ниже.

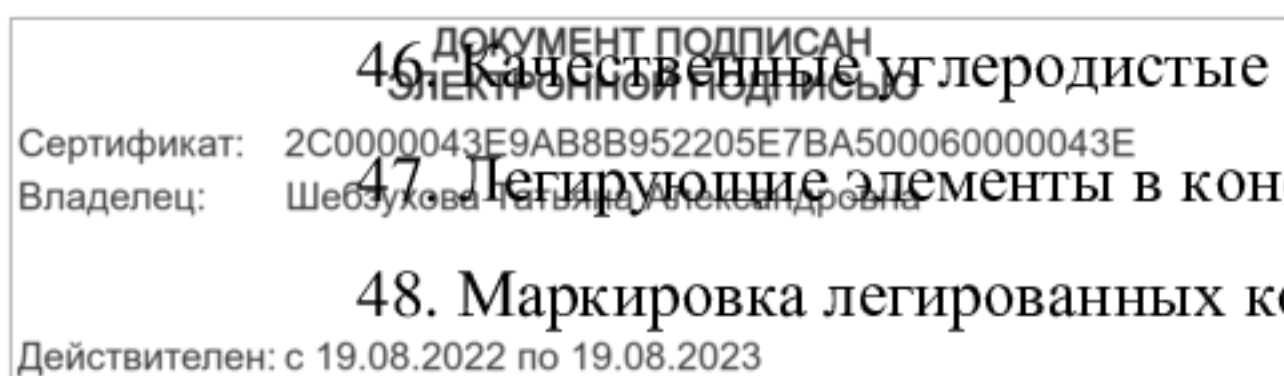
Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

Вопросы для собеседования

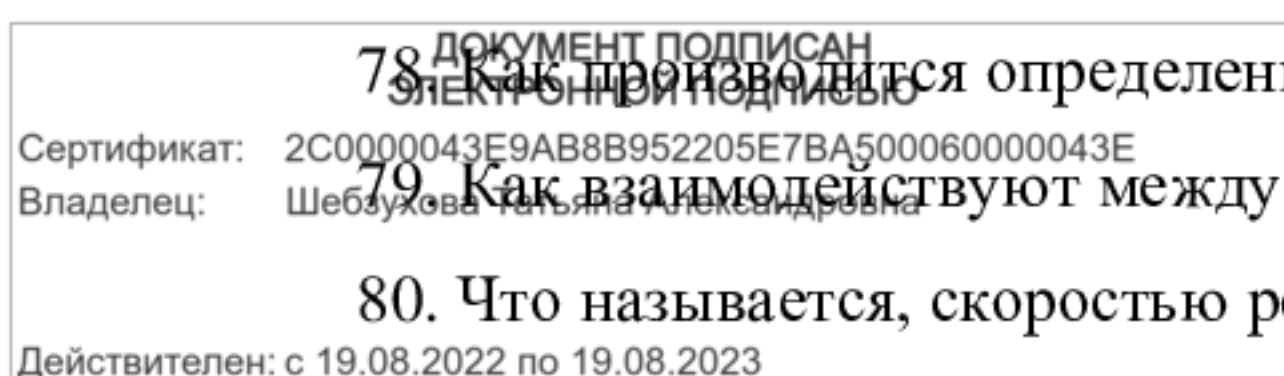
1. Что называют металлами?
2. Какие свойства относятся к физическим?
3. Какие свойства относятся к химическим?
4. Какие свойства относятся к механическим?
5. Какие свойства относятся к технологическим?
6. Какие свойства относятся к эксплуатационным?
7. Что называют элементарной ячейкой?
8. Какие существуют типы кристаллических решеток?
9. Что называют ферромагнетизмом?
10. Какие вещества относятся к ферромагнетикам?
11. Как изменяются ферромагнитные свойства при нагреве?
12. Что называют точкой Кюри (пример для железа)?
13. Какие дефекты относятся к точечным дефектам?
14. Назовите основные способы образования линейной дислокации.
15. Какие дефекты относятся к поверхностным дефектам?



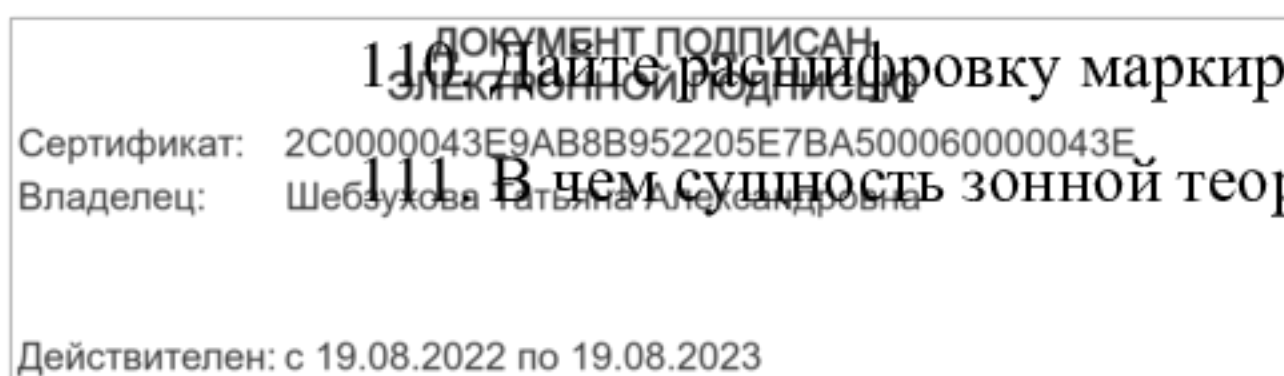
16. Что называют линейными дефектами?
17. Что такое критическая температура для металла?
18. Что такое центры кристаллизации?
19. Опишите механизм кристаллизации
20. Какое вещество понимают под сплавом?
21. Какие сплавы различают в зависимости от характера взаимодействия компонентов?
22. Что является основным отличием процесса кристаллизации сплавов?
23. Какие методы построения диаграмм состояния знаете?
24. Назовите самые распространённые в промышленности сплавы железа.
25. Какую диаграмму называют стабильной диаграммой равновесия?
26. Охарактеризуйте основные компоненты в системе Fe – C.
27. Какую диаграмму называют метастабильной диаграммой равновесия?
28. Назовите химическую формулу цементита?
29. Назовите характерные точки диаграммы состояния Fe – Fe₃C.
30. Какие состояния выражают горизонтальные линии диаграммы? Охарактеризуйте их.
31. Что такое деформация?
32. Что называют статическими испытаниями? Приведите примеры.
33. Дайте определение твердости и назовите методы измерения твердости?
34. Какие виды термической обработки стали вы знаете?
35. Какая термическая обработка называется отжигом? Цель отжига.
36. Какие вы знаете виды отжига?
37. Что такое закалка стали? Цель закалики.
38. Назовите способы охлаждения при закалке.
39. Что такое отпуск стали? Цель отпуска.
40. Какие вы знаете виды отпуска.
41. Что такое ХТО стали?
42. Что такое диффузионная металлизация?
43. С какой целью проводят цементацию?
44. Области применения и свойства конструкционных сталей.
45. Углеродистые конструкционные стали. Стали обыкновенного качества.
46. Качественные углеродистые стали.
47. Легированные элементы в конструкционных сталях.
48. Маркировка легированных конструкционных сталей.



49. Классификация и характеристика инструментальных сталей
50. Маркировка инструментальных сталей
51. Стали для режущего инструмента
52. Быстрорежущие стали
53. Стали для измерительного инструмента.
54. Из чего состоят атомы и молекулы?
55. Какие виды связей могут образовываться в молекулах в зависимости от строения внешних электронных оболочек атомов?
56. Что такое поляризация? Каким параметром она характеризуется?
57. В чем отличие электрического поля в конденсаторе без диэлектрика и с ним?
58. Что такое электропроводность металлов?
59. Назовите основные свойства металлических проводников.
60. Приведите классификацию проводниковых материалов. Их основные свойства.
61. Приведите классификацию металлических проводников.
62. Изобразите энергетическую диаграмму полупроводника.
63. Как можно управлять электропроводностью полупроводников?
64. Какие полупроводники называются собственными? Изобразите зонную диаграмму собственного полупроводника.
65. Приведите основные характеристики магнитного поля
66. Какие вещества называются парамагнетиками, а какие диамагнетиками?
67. Какие вещества относят к слабомагнитным и сильномагнитным?
68. Что называют отливками?
69. Назовите литейные свойства металлов?
70. Что такое цвет металла?
71. Назовите основные параметры кристалла.
72. Назовите ученого, который провел классификацию видов кристаллических решеток.
73. Назовите вещества с ОЦК-кристаллической решеткой.
74. Что такое изотропия и анизотропия?
75. Что такое аллотропия? Приведите пример.
76. Что называют дефектами Шоттки?
77. Что такое дефекты Френкеля?
78. Как производится определение вектора Бюргерса?
79. Как взаимодействуют между собой силовые поля линейной дислокации?
80. Что называется, скоростью роста кристаллов?



81. От чего зависит структура кристаллизовавшегося металла?
82. Опишите процесс образования и схему строения слитка
83. Запишите правило фаз.
84. Что представляет собой диаграмма состояния?
85. Что называют линиями ликвидуса?
86. Что называют линиями солидуса?
87. Какие фазы различают в системе Fe – C?
88. Какие состояния выражают горизонтальные линии диаграммы? Охарактеризуйте их.
89. Что называют чугунами?
90. Что называют сталями?
91. Покажите на диаграмме линию солидуса.
92. Какие фазы различают в системе Fe – Fe₃C?
93. Что называют эвтектикой?
94. Что называют эвтектоид?
95. Покажите на диаграмме линию ликвидуса.
96. Какие виды напряжений существуют?
97. Что такое упругая и пластическая деформации?
98. Как разрушается материал?
99. В чем заключаются методы Бринелля, Роквелла и Виккерса измерения твердости?
100. В чем заключается процесс нормализации?
101. Что называют закаливаемостью и прокаливаемостью?
102. Что называют термической обработкой?
103. С какой целью проводят азотирование?
104. С какой целью и при каких условиях проводят цианирование?
105. С какой целью и в каких средах проводят нитроцементацию?
106. Назовите два класса углеродистых конструкционных сталей по ГОСТ?
107. Какие вещества упрочняют сталь?
108. Дайте расшифровку маркировки стали: 15X, 40XФА, 12ХНЗА, 20Х2Н4А, 18ХГ?
109. Какой твердостью обладают инструментальные стали?
110. Дайте расшифровку маркировки стали: У7, У8, У10, У10А.
111. В чем сущность зонной теории твердых тел?



112. Какие материалы называются диэлектриками, полупроводниками и проводниками?
113. Какие молекулы называются нейтральными и какие полярными?
114. Назовите основные виды поляризации диэлектриков
115. Охарактеризуйте диэлектрическую проницаемость газообразных, жидких и твердых диэлектриков.
116. Какие материалы относят к материалам высокой проводимости?
117. Что такое сверхпроводники и криопроводники?
118. Приведите классификацию неметаллических проводников.
119. Приведите классификацию жидких и газообразных проводников.
120. Какая проводимость называется примесной?

Методические указания по подготовке к контрольной работе

Контрольная работа – это самостоятельная письменная работа студента, которая должна показать не только его владение теоретическим материалом, но и продемонстрировать практические умения проводить расчеты.

Цели выполнения контрольной работы заключаются:

- закрепить и систематизировать теоретические знания и практические навыки студента;
- научить работать с литературой – изучать, анализировать информацию из научных источников;

При выполнении контрольной работы реализуются следующие компетенции:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-5} Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.	Знает современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств, классификацию современных конструкционных электротехнических материалов по их назначению, составу и свойствам, основные характеристики электротехнических материалов для эффективного использования электротехнического оборудования, организации его технического обслуживания и ремонта, а также для технической диагностики и прогнозирования оставшегося ресурса работы.
	ИД-2 _{ОПК-5} Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками.	Умеет работать со справочной литературой, отражающей характеристики материалов, правильно выбрать или оценить материал для элемента, изделия, устройства, для работы в электроэнергетике в тех или иных условиях. Владеет методами оценки свойств и способами подбора материалов для проектируе-

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

		мых систем, методиками выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов, навыками проведения стандартных испытаний и входного контроля материалов и комплектующих электроэнергетического и электротехнического оборудования.
--	--	--

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Перечень основной литературы:

1. Бондаренко, Г. Г. Основы материаловедения : учебник / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под редакцией Г. Г. Бондаренко. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 761 с. — ISBN 978-5-00101-755-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/37076.html>
2. Электроматериаловедение : учеб. Пособие / А.С. Красько, С.Н. Павлович, Е.Г. Пономоренко. — 2-изд., стер. — Минск : РИПО, 2015. — 212 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=463625
3. Привалов, Е. Е. Электротехнические материалы систем электроснабжения: учебное пособие / Е.Е. Привалов. — М.-Берлин: Директ-Медиа, 2016. — 266 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436753

Перечень дополнительной литературы:

1. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, В.И. Аникина — Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. — 152 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=364047

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».
3. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».
4. Методические указания по организации и проведению самостоятельной работы по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение».

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> -ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023