

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.06.2026 10:29:15
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bb98f3b6cb77a486b9a87688b522523



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория гомогенных и гетерогенных процессов»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Теория гомогенных и гетерогенных процессов**

Направление подготовки (специальность)
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль)
Физико-химия процессов и материалов

Присваиваемая квалификация (степень)
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора **2026**

Челябинск 2026 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория гомогенных и гетерогенных процессов»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 2	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория гомогенных и гетерогенных процессов»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 3	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Направленность (профиль): Физико-химия процессов и материалов
Дисциплина: Теория гомогенных и гетерогенных процессов
Семестр: 7, 8
Форма промежуточной аттестации: зачет (7 семестр), экзамен (8 семестр)

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Теория гомогенных и гетерогенных процессов» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции и согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1.1. Использует математический аппарат для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов ОПК-1.2. использует физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности ОПК-1.3. использует основные экспериментальные методы определения физико-химических свойств материалов и изделий из них	Для достижения ОПК-1.1 знать основные законы термодинамики и химической кинетики; теоретические методы и модели описания шлаковых расплавов; методы моделирования и оптимизации технологических процессов получения материалов. Для достижения ОПК-1.2 уметь решать практические задачи различных металлургических процессов; использовать на практике современные представления наук о материалах, о влиянии микро- и нано- масштаба на свойства материалов, взаимодействии материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками частиц. Для достижения ОПК-1.3



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория гомогенных и гетерогенных процессов»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 4	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

			владеть : представлением о различных элементах в металлургических расплавах; навыками исследования структуры и свойств материалов.
--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория гомогенных и гетерогенных процессов»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	<p>Для освоения компетенции ОПК-1 в ходе изучения дисциплины «Теория гомогенных и гетерогенных процессов» обучающиеся должны сформировать следующие навыки: Для достижения ОПК-1.1 ЗНАТЬ: основные законы термодинамики и химической кинетики; теоретические методы и модели описания шлаковых расплавов; методы моделирования и оптимизации технологических процессов получения материалов. Использовать математический аппарат для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов. Для достижения ОПК-1.2 УМЕТЬ: решать практические задачи различных металлургических процессов; использовать на практике современные представления наук о материалах, о влиянии микро- и нано- масштаба на свойства материалов, взаимодействии материалов с окружающей средой, электромагнитным излучением и потоками частиц. Использовать физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности; Для достижения ОПК-1.3 ВЛАДЕТЬ: представлением о различных элементах в металлургических расплавах; навыками исследования структуры и свойств материалов.</p>	<p>Введение</p> <p>Состав и свойства высокотемпературной газовой атмосферы</p> <p>Анализ процессов горения твердого углерода</p> <p>Оценка прочности химических соединений</p> <p>Процессы восстановления металлов</p> <p>Металлургические расплавы</p> <p>Газы в сталях</p> <p>Раскисление металлических расплавов</p> <p>Распределение элементов между металлом и шлаком</p>	<p>задачи к практическим занятиям; проведение контрольных работ по разделам курса</p>	<p>вопросы: к зачету, экзамену</p>



3.2 Содержание оценочных средств

Примеры типовых задач к практическим занятиям.

1. При анализе кинетики фазового превращения было получено, что оно подчиняется уравнению Аврами с коэффициентом $n = 3,08$. Что можно сказать о характере кинетики превращения на основании этого результата?

2. При анализе кинетики фазового превращения было получено, что оно подчиняется уравнению Аврами с коэффициентом $n = 3,98$. Что можно сказать о характере кинетики превращения на основании этого результата?

3. При анализе кинетики фазового превращения было получено, что оно подчиняется уравнению Аврами с коэффициентом $n = 4,25$. Что можно сказать о характере кинетики превращения на основании этого результата?

4. Чему должно быть равно значение коэффициента n при фазовом превращении, если все частицы новой фазы образовались почти сразу после выхода на изотерму, и в дальнейшем происходил только их рост? Ответ поясните.

5. Наблюдаемое время начала и конца фазового превращения (распада 1 и 99 % исходной фазы) в некотором сплаве при постоянной температуре составляет 15 и 70 с. Сколько времени потребуется для протекания распада на 50 %? Коэффициент n считайте постоянным.

6. Фазовое превращение протекает в изотермических условиях и подчиняется уравнению Аврами с $n = 4$. Во сколько раз сократится наблюдаемый «инкубационный период», если повысить чувствительность метода измерения так, что минимальная фиксируемая доля образующейся фазы уменьшится с 2 % до 0,5 %?

7. При изотермическом превращении в некотором сплаве наблюдаемый «инкубационный период» был равен 20 с, а соответствующая ему доля превращения $f = 5$ %. Рассчитанный по экспериментальным данным коэффициент n уравнения Аврами составил $n = 3,80$. Найдите коэффициент K .

8. При изотермическом превращении в некотором сплаве наблюдаемый «инкубационный период» был равен 100 с, а соответствующая ему доля превращения $f = 0,2$ %. Рассчитанный по экспериментальным данным коэффициент K уравнения Аврами составил $\ln K = -24,17$. Найдите коэффициент n .

9. При изотермическом превращении в некотором сплаве наблюдаемый «инкубационный период» был равен 60 с, а «завершение» превращения произошло через 240 с от начала выдержки. Рассчитанный коэффициент n уравнения Аврами составил $n = 3,20$. Каким долям превращения f_n и $f_k = 1 - f_n$ соответствовали его наблюдаемое «начало» и «завершение»?

10. При фазовом превращении при температуре T_1 «инкубационный период» составил $t_1 = 30$ с, а при температуре T_2 он составил $t_2 = 80$ с. Во сколько раз отличаются коэффициенты K (т.е. чему равно отношение K_2 / K_1)? Используемые метод и аппаратура были одинаковы.



11. Ниже приведена таблица зависимости объёмной доли распавшейся β -фазы от времени изотермической выдержки в сплаве, предварительно нагретом в однофазную β -область. Определите значения параметров уравнения Аврами. Что можно сказать о характере протекания превращения?

Время, с	Распад β -фазы, %
4,12	2,2
4,95	3,7
7,93	8,5
11,4	21,3
20,0	41,0
26,5	63,0
40,5	86,1
48,5	98,3
55,5	99,7

12. Ниже приведена таблица зависимости объёмной доли образовавшейся α -фазы от времени при $\beta \rightarrow \alpha$ -превращении в сплаве, предварительно нагретом в однофазную β -область. Определите значения параметров уравнения Аврами. Что можно сказать о характере протекания превращения?

Время, мин	α -фаза, %
56	1
69	5
100	12
130	27
190	51
270	85
300	97
370	100



13. Ниже приведена таблица зависимости объёмной доли распавшейся β -фазы от времени изотермической выдержки в сплаве, предварительно нагретом в однофазную β -область. Определите значения параметров уравнения Аврами. Что можно сказать о характере протекания превращения?

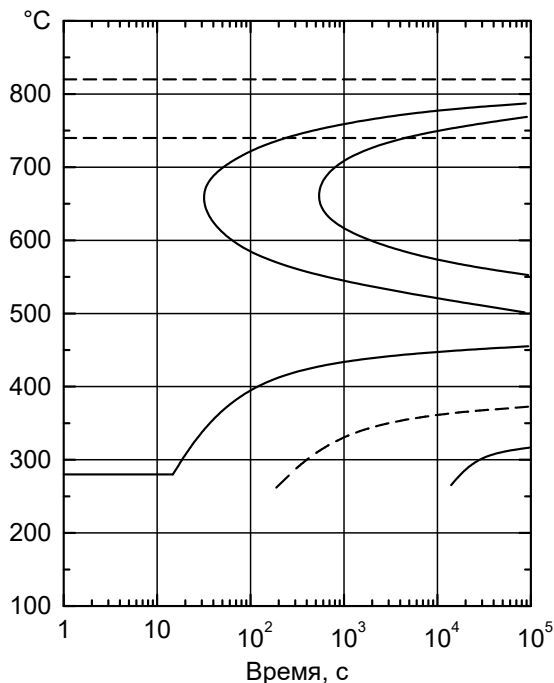
Время, мин	Распад β -фазы, %
75	1
100	3
120	8
160	20
180	32
220	58
270	86
350	100

14. Ниже приведена таблица зависимости объёмной доли образовавшейся α -фазы от времени при $\beta \rightarrow \alpha$ -превращении в сплаве, предварительно нагретом в однофазную β -область. Определите значения параметров уравнения Аврами. Что можно сказать о характере протекания превращения?

Время, с	α -фаза, %
400	1
480	3
600	8
800	18
920	42
1300	68
1450	92
1800	100



15. Считая, что превращение подчиняется уравнению Аврами, оцените его коэффициенты при температуре «носа» С-образной кривой диффузионного превращения.



16. Считая, что превращение подчиняется уравнению Аврами, оцените его коэффициенты при температуре «носа» С-образной кривой диффузионного превращения.

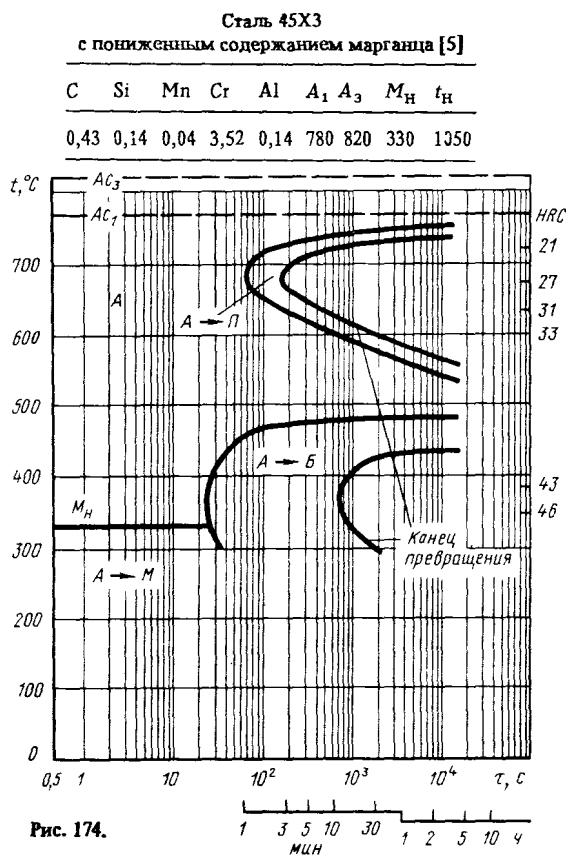


Рис. 174.



Сталь 75 [8]

17. Считая, что превращение подчиняется уравнению Аврами, оцените его коэффициенты при температуре 600 °С.

C	Si	Mn	Cr	Ni	A ₁	A ₃	M _H	t _H
0,75	0,33	0,70	0,17	0,20	725	775	230	800

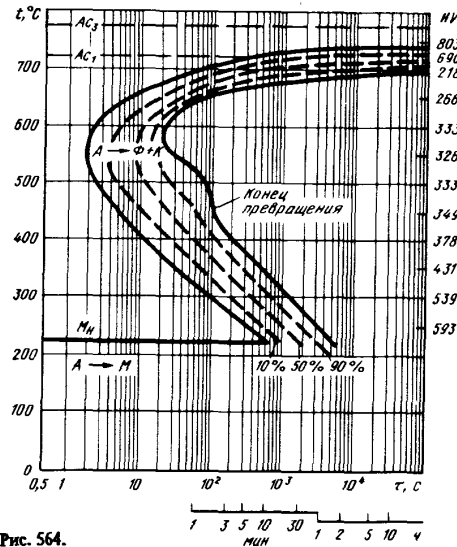


Рис. 564.

Сталь 30Н [8]

18. Считая, что превращение подчиняется уравнению Аврами, оцените его коэффициенты при температуре 600 °С.

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	A ₁	M _H	t _H
0,33	0,21	0,62	0,10	0,89	0,05	690	365	845

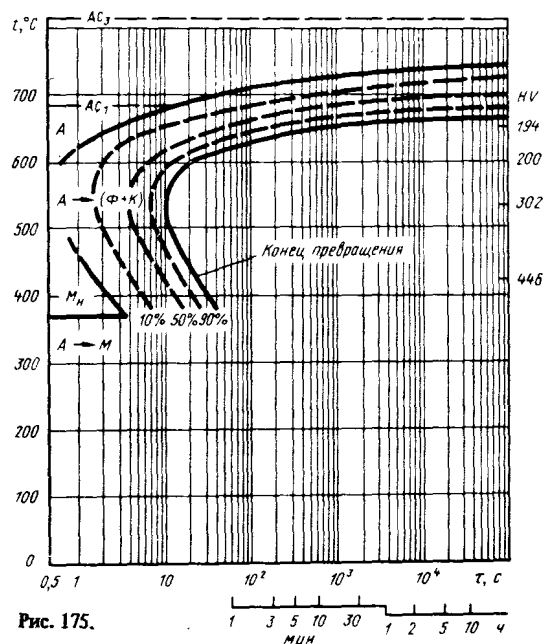


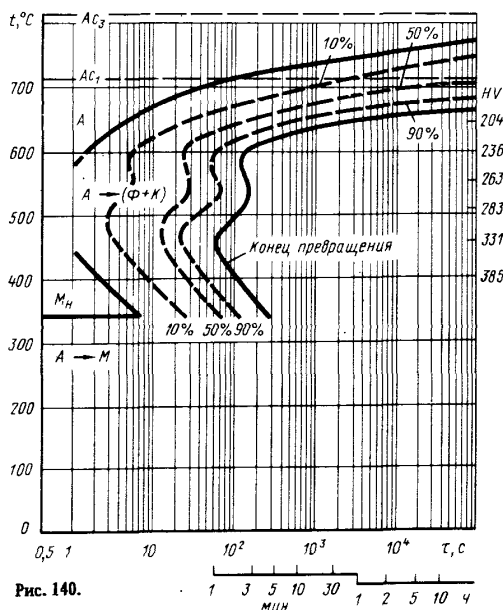
Рис. 175.



19. Считая, что превращение подчиняется уравнению Аврами, оцените его коэффициенты при температуре 600 °С.

Сталь 35Г2 [8]

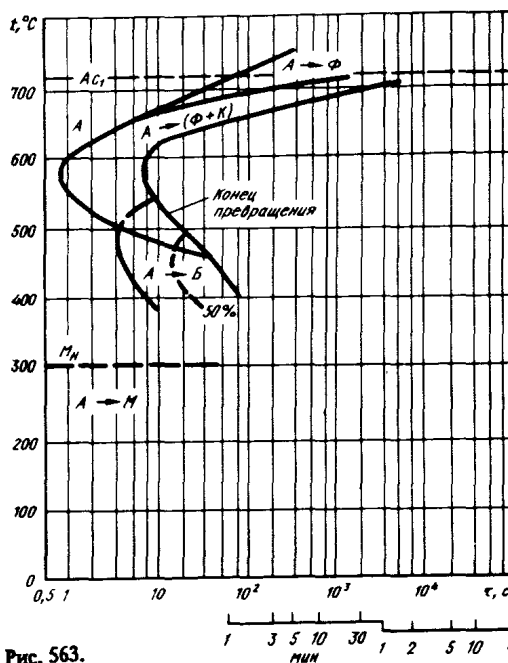
C	Si	Mn	Cr	Cu	A ₁	A ₃	M _H	t _H
0,33	0,23	1,54	0,15	0,18	715	820	340	860



20. Считая, что превращение подчиняется уравнению Аврами, оцените его коэффициенты при температуре 600 °С.

Сталь 65 [30]

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	A ₁	M _H	t _H
0,68	0,22	0,34	—	—	—	720	300	1300





Версия документа - 1	стр. 12	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

21. При аустенит→перлитном превращении в ванадийсодержащей эвтектоидной стали зарождение колоний перлита происходит преимущественно на нерастворённых частицах VC. Как должен меняться наклон графика в координатах $\ln(-\ln(1-f)) - \ln t$ в ходе превращения? Почему?

22. При $\beta \rightarrow \alpha$ -превращении в сплаве зарождение частиц α -фазы происходит преимущественно в вершинах зёрен исходной β -фазы. Как должен меняться наклон графика в координатах $\ln(-\ln(1-f)) - \ln t$ в ходе превращения? Почему?

23. При $\beta \rightarrow \alpha$ -превращении в сплаве зарождение частиц α -фазы происходит преимущественно на рёбрах зёрен исходной β -фазы. Как должен меняться наклон графика в координатах $\ln(-\ln(1-f)) - \ln t$ в ходе превращения? Почему?

24. При $\beta \rightarrow \alpha$ -превращении в сплаве зарождение частиц α -фазы происходит преимущественно на поверхности зёрен исходной β -фазы. Как должен меняться наклон графика в координатах $\ln(-\ln(1-f)) - \ln t$ в ходе превращения? Почему?

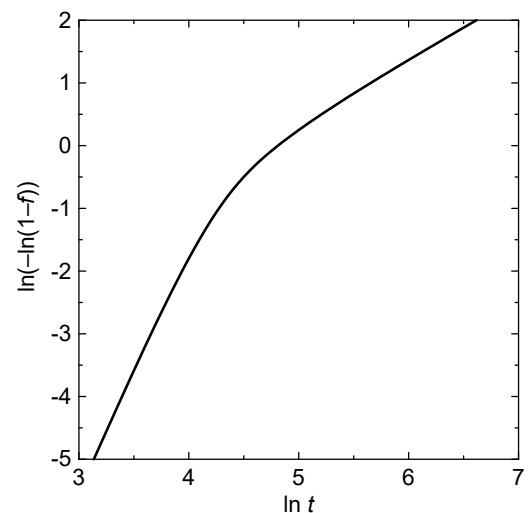
25. Ниже приведена таблица зависимости объёмной доли образовавшейся фазы от времени при изотермическом полиморфном превращении в чистом металле. Проанализируйте её. Что можно сказать о характере протекания превращения?

Время, мин	6,5	7,5	9,3	12	25	60	150	350	600
% превращения	1	2	5	10	23	48	80	98	100

26. В ходе изотермического превращения значение показателя n уравнения Аврами меняется с 4,02 до 1,1. Что можно сказать о характере развития превращения? Поясните ответ.

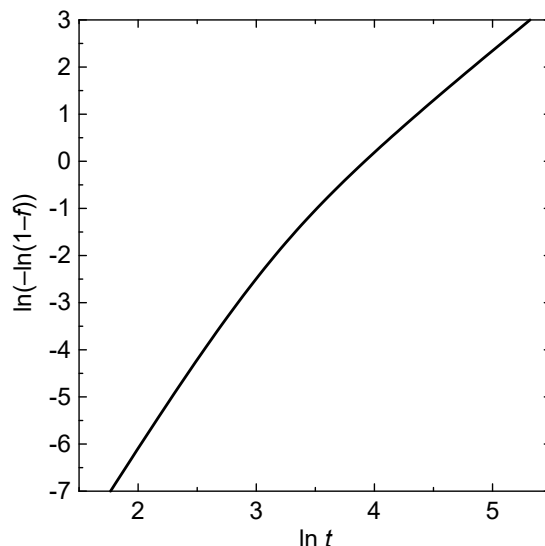
27. В ходе изотермического превращения значение показателя n уравнения Аврами меняется с 3,82 до 0,94. Что можно сказать о характере развития превращения? Поясните ответ.

28. Справа изображён график кинетики фазового превращения в двойном логарифмическом масштабе. Чему равен коэффициент n уравнения Аврами на ранних и поздних стадиях превращения? Что это говорит о характере развития превращения? В каком из двух случаев коэффициент K того же уравнения будет больше? Поясните ответ.





29. Справа изображён график кинетики фазового превращения в двойном логарифмическом масштабе. Чему равен коэффициент n уравнения Аврами на ранних и поздних стадиях превращения? Что это говорит о характере развития превращения? В каком из двух случаев коэффициент K того же уравнения будет больше? Поясните ответ.



30. Фазовое превращение происходит с исчерпанием мест зарождения на поверхности зёрен, которое наступает на ранних стадиях превращения ($f \approx 0,5\%$). Чему будет равен определённый из экспериментальных данных коэффициент уравнения Аврами n , если чувствительность используемого метода составляет 3–5 % новой фазы?

Вопросы к зачету (7 семестр)

1. Термодинамика реакций горения газов.
2. Термодинамика реакций горения твердого топлива.
3. Диссоциация карбонатов.
4. Диссоциация сульфидов.
5. Константы равновесия реакций диссоциации.
6. Свойства различных окислов диаграммы состояния Fe-O.
7. Закономерности реакций между твердыми фазами.
8. Газодинамика процесса агломерации.
9. Факторы, влияющие на газопроницаемость слоя аглошихты.
10. Механизм реакции между твердыми фазами при спекании.
11. Теории строения жидкого металлического расплава.
12. Свойства металлических расплавов.
13. Диффузионные процессы в жидких металлах и сплавах.
14. Активность компонентов в металлическом расплаве.
15. Окисление и восстановление различных элементов.
16. Вязкость шлаков и методы определения.

Вопросы к экзамену (8 семестр)

1. Термодинамика газовых атмосфер.
2. Упругость диссоциации оксидов.



Версия документа - 1	стр. 14	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

3. Гомогенные газовые процессы.
4. Термическая диссоциация карбонатов.
5. Анализ процессов горения твердого углерода.
6. Зонное легирование и рафинирование.
7. Диссоциация карбонатов.
8. Распределение элементов между металлом и шлаком.
9. Диссоциация оксидов железа.
10. Активность компонентов в металлическом расплаве.
11. Механизм и кинетика процессов диссоциации.
12. Вязкость шлаков.
13. Механизм и кинетика процессов восстановления.
14. Диффузионные процессы в жидких металлах и сплавах.
15. Окисление твердых металлов.
16. Теории строения жидкого металлического расплава.
17. Восстановление оксидов железа твердыми и газообразными восстановителями.
18. Механизм реакции между твердыми фазами при спекании.
19. Термодинамические свойства металлических расплавов. Параметры взаимодействия.
20. Газодинамика процесса агломерации.
21. Шлаковые расплавы. Состав, строение, термодинамические свойства.
22. Свойства различных окислов диаграммы состояния Fe-O.
23. Газы в сталях.
24. Диссоциация карбонатов, оксидов, сульфидов.
25. Раскисление металлических расплавов.
26. Термодинамика реакций горения твердого топлива.
27. Распределение элементов между металлом и шлаком.
28. Термодинамика реакций горения газов.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета и экзамена.

На зачете студенты вытягивает билет, содержащий два теоретических вопроса. Время подготовки ответа – 30 минут Экзаменационный билет содержит два теоретических и один практический вопрос. Время подготовки ответа – 45 минут.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

Задания к практическим занятиям студенты выполняют в течение семестра на практических занятиях и в форме самостоятельной работы. Студент допускается к сдаче зачета/экзамена при успешном выполнении практических задач.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория гомогенных и гетерогенных процессов»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 15

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Зачёт	Письменное выполнение контрольных заданий	Зачтено: Ответы без грубых ошибок, решение задачи при указании метода решения Не зачтено: Грубые ошибки, неспособность решить задачу даже при указании метода
Экзамен	Письменный или устный опрос студентов.	Отлично: Безошибочные ответы, верный выбор метода решения задачи и его реализация. Хорошо: Ответы с небольшими ошибками или пропусками, незначительные ошибки при решении задачи. Удовлетворительно: Ответы, содержащие значительные погрешности, затруднения при самостоятельном выборе метода решения задачи. Неудовлетворительно: Грубые ошибки в ответах, неспособность решить задачу даже при указании метода.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированной компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом курса «Теория гомогенных и гетерогенных процессов», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Теория гомогенных и гетерогенных процессов»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач по коррозии;
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум», имеет пробелы в усвоении материала, излагает его фрагментарно. Недостаточно владеет методами решения базовых задач по курсу «Теория гомогенных и гетерогенных процессов»;
4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория гомогенных и гетерогенных процессов»
по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Не раскрыл основное содержание материала; студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом курса «Теория гомогенных и гетерогенных процессов»; не делает выводов и обобщений; не выполнена контрольная работа и не решена задача на экзамене. Не владеет навыками решения базовых задач по курсу «Теория гомогенных и гетерогенных процессов».

