

**Министерство образования и молодежной политики
Свердловской области**

ГАПОУ СО «Богдановичский политехникум»



Структура и свойства ТНиСМиИ

**Методические указания и контрольные задания для студентов –
заочников образовательных учреждений среднего профессионального
образования по специальности 18.02.05**

**«Производство тугоплавких неметаллических и силикатных
материалов и изделий»**

Утверждено
методическим советом
ГАПОУ СО «БПТ»

Протокол № 2
от «08» ноября 2021 г.

Составитель:

Озорнина И.А., преподаватель специальных дисциплин ГАПОУ СО «БПТ»
высшей квалификационной категории.

Методические указания составлены для студентов-заочников средних профессиональных образовательных учреждений специальности 18.02.05 «Производство тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий». Цель данной работы – помочь будущим специалистам сформировать знания в области структуры и свойств тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий и закрепить навыки (профессиональные компетенции) по практическому определению их структуры и свойств.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ПРАГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	5
1.1 Тематический план	5
2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
2.1. Структура изделий и материалов.	6
2.2. Сопротивляемость действию высокой температуры.	7
2.3. Механические свойства.	8
2.4. Термомеханические свойства.	9
2.5. Теплофизические и электрофизические свойства.	10
2.6. Химическая стойкость.	12
2.7. Оптические и эстетические свойства.	13
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	14
ПРИЛОЖЕНИЕ А	15
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	17
ПРИЛОЖЕНИЕ В	24

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина ОП.14 «Структура и свойства ТНиСМиИ» является общепрофессиональной профессионального цикла вариативной части основной профессиональной образовательной программы по специальности 18.02.05 «Производство тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий» базовой подготовки.

Главной задачей дисциплины является изучение структуры и общих свойств тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий. В методическом пособии даются рекомендации по изучению структуры изделий, сопротивляемости материалов действию высокой температуры, механических и термомеханических свойств, теплофизических и электрофизических свойств, химической стойкости, оптических и эстетических свойств.

Методические рекомендации по каждой теме заканчиваются вопросами для самоконтроля.

Знания, полученные студентами при изучении данной учебной дисциплины, являются базовыми для освоения дисциплин, изучающих технологические процессы производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий, профессиональных модулей ПМ 01, ПМ 02, а также при выполнении курсового проекта и дипломного проекта.

В целях более качественной подготовки студентов программой предусматривается проведение практических работ по расчету основных показателей физико-механических свойств изделий и материалов, а так же проведения лабораторной работы по определению структурных составляющих образца готового изделия. Лабораторные исследования, предложенные данным пособием, соответствуют реально проводимым на существующих производствах.

В результате обучающийся приобретает практический опыт за счет формирования профессиональных умений: работать с контрольно-измерительными приборами, работать с нормативной документацией, оформлять технологическую документацию, работать с лабораторным оборудованием, проводить необходимые технологические расчеты.

При изучении дисциплины предусмотрено выполнение контрольной работы.

Форма промежуточной аттестации: экзамен. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса (приложение В) и одну задачу. Экзамен проводится в устной форме (собеседование с экзаменатором).

Цели аттестации: оценить результаты освоения учебной дисциплины ОП 14 Структура и свойства ТНиСМиИ и определить готовность перехода к освоению профессиональных модулей ПМ 01 Хранение и подготовка сырья, ПМ 03 Ведение технологического процесса.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен *уметь*:

- анализировать зависимость между структурой и составом изделия или материала и формируемыми ими свойствами готовой продукции;

- определять свойства изделий и материалов лабораторными исследованиями;

- пользоваться нормативно-справочной литературой для описания свойств материала;

- выполнять расчеты показателей основных свойств ТНиСМиИ.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать**:

- классификацию структур изделий и материалов;

- строение и свойства ТНиСМиИ, методы их исследования;

- закономерности между структурой и свойствами ТНиСМиИ;

- методы определения показателей свойств;

- факторы, влияющие на формирование свойств готовой продукции;

- пути повышения качественных показателей готовой продукции.

обладать **профессиональными** и **общими компетенциями**, включающими в себя способность:

ПК 1.3 Осуществлять контроль качества сырья производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий.

ПК 3.2 Осуществлять контроль качества полупродуктов и готовой продукции.

ПК 5.2 Подготовка контрольно-измерительного оборудования и контроль количества и качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

1 ПРАГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Тематический план

Вид учебной работы	Количество часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	165
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	20
в том числе:	
лабораторные занятия	4
практические занятия	2
дифференцированный зачет	
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
контрольная работа	1
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	145
Итоговая аттестация в форме <i>экзамена</i>	

2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 2.1 Структура изделий и материалов.

Понятие о макро-микроструктуре. Виды пористости. Водопоглощение. Методика определения пористости и водопоглощения. Размер пор, их удельная поверхность. Анизотропия структуры и её формирование. Влияние структуры на свойства изделий и материалов. Пути совершенствования макро-микроструктуры.

Лабораторная работа. Определение пористости и водопоглощения изделий и материалов (приложение А).

Методические указания по изучению темы

При изучении темы необходимо отличать зернистую, монолитную, ячеистую, волокнистую, слоистую структуры различных изделий и материалов. Влияние закрытой и открытой пористости по-разному сказывается на показателях свойств изделий. Зная методику определения пористости и водопоглощения, можно определить качество готовой продукции, например, сделать заключение о степени спекаемости изделий. Структура изделий зависит от многих технологических процессов (подбор зернового состава компонентов, способа прессования, давления при прессовании, температуры обжига и т.д.). Необходимо ориентироваться в способах совершенствования макро-микроструктуры.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие поры более опасны - открытые или закрытые?
2. Какие из свойств ухудшаются при увеличении пористости изделий?
3. От какой пористости служебные свойства изделий в большей степени ухудшаются?
4. Какие открытые поры менее опасны?
5. Какие закрытые поры менее опасны?
6. Что такое: водопоглощение, общая пористость, кажущаяся пористость, кажущаяся плотность, истинная плотность?

Тема 2.2 Сопrotивляемость действию высокой температуры

Методические указания по изучению темы

При изучении темы необходимо иметь четкое представление о классификации материалов по сопротивляемости действию высоким температурам. Иметь понятие о точке плавления и огнеупорности, что такое огнеупорность. Использование стандартных пироскопов с известной огнеупорностью позволяет определить огнеупорность материала, из которого

изготавливают испытываемые пироскопы. Следует знать, что огнеупорность зависит от химического состава. Чем больше в материале тугоплавких составляющих (Al_2O_3 , SiO_2 и т.д.) и меньше легкоплавких (CaO , Na_2O , K_2O и т.д.)

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое точка плавления и огнеупорность?
2. Почему введено понятие-огнеупорность?
3. Что такое пироскоп?
4. Каков состав стандартного пироскопа?
5. Какова методика определения огнеупорности?
6. При каких условиях испытаний огнеупорность считается недействительной и испытания следует повторить?
7. Что означает номер стандартного пироскопа?

Тема 2.3 Механические свойства.

Методические указания по изучению темы

Изучаемая тема тесно связана с темой курса «Физика», «Механическая прочность». Более подробно необходимо ознакомиться с различными видами нагрузок (сжатие, удар, изгиб, растяжение, сдвиг, скручивание и т.д.) которые возникают при службе изделий. Материал разрушается при приложении предельной нагрузки, а предел прочности характеризует строительную прочность изделий.

При нагружении изделия происходит их деформация (упругая или пластическая), которая обратно пропорциональна величине модуля упругости. Механическая прочность зависит от множества факторов (пористости, размера зерен, размера пор, влажности, формы и размеров изделия, вида нагрузок и многих других).

Истираемость. Необходимо знать, когда и чем материал подвергается истиранию, а так же какими свойствами и структурой он должен обладать, чтобы противостоять данной нагрузке.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что такое механическая прочность?
2. Какие виды напряжений более опасны для изделий?
3. Какие виды нагрузок менее опасны для изделий?
4. Какой характер разрушения имеют наши изделия?
5. Какая структура изделий более прочная на удар зернистая или монолитная?
6. Как определяется механическая прочность изделий?
7. Формула определения предела прочности на сжатие? Единицы измерения?

8. Что такое истираемость?
9. От чего зависит степень истираемости изделий?
10. Формула определения истираемости? Единица измерения?

Тема 2.4 Термомеханические свойства.

Механическая прочность при высокой температуре. Температура начала деформации под нагрузкой. Методика ее определения. Построение кривых деформаций, их анализ. Интервал деформации. Пластический и хрупкий характер разрушения. Факторы, влияющие на величину температуры начала деформации. Пути повышения механической прочности при высокой температуре.

Термическая стойкость. Появление напряжений в изделиях при резких колебаниях температуры. Напряжения I и II рода. Теории термостойкости. Критерий термостойкости. Условия разрушения изделий при резких сменах температур. Методика определения термостойкости методом теплосмен до растрескивания и разрушения образца. Факторы, влияющие на величину термостойкости. Пути повышения термостойкости.

Морозостойкость. Разрушение изделий в условиях непрерывного замораживания и оттаивания. Методика определения морозостойкости. Факторы, влияющие на морозостойкость. Пути повышения морозостойкости.

Методические указания по изучению темы.

Температура начала деформации под нагрузкой - свойство характерное для огнеупорных изделий в службе. При изучении данной темы следует четко знать условия службы огнеупорных изделий и факторы разрушения. Изучив методику определения ТНД под нагрузкой необходимо уметь анализировать характер кривых деформаций изделий (шамотных, периклазовых, динасовых).

Четко представлять какие факторы влияют на величину ТНД под нагрузкой.

Термостойкость также является свойством характерным для огнеупорных изделий. При резком нагреве или охлаждении в изделии возникают термические напряжения из-за нагрузок (растяжения, сжатия), которые могут привести к разрушению. При изучении темы следует четко представлять, от чего зависит термостойкость тех или иных изделий.

Например, у шамотных термостойкость доходит до 15 теплосмен, а у динасовых только 1-3. Кроме того, необходимо знать структурную теорию термостойкости.

Морозостойкость – свойство строительных изделий, «работающих» при атмосферных условиях. Данное свойство находится в прямой зависимости от открытой (кажущейся) пористости и размера пор. Следует знать, что не все открытые поры доступны воде. При замерзании вода в порах расширяется и происходит постепенное разрушение изделий.

Вопросы для самоконтроля.

1. Какая нагрузка создается для образца изделия при определении его ТНД?
2. Причины разрушения (деформации) изделий при повышении температуры?
3. Что называется температурой разрушения?
4. Что такое температурный интервал размягчения?
5. Для каких изделий при определении ТНД точки «4%» и «40%» могут отсутствовать? Почему?
6. При скольких значениях деформации образца (при испытании на ТНД) фиксируется температура?
7. Что такое термостойкость?
8. Причины образования трещин при повышении температуры?
9. Какие виды термических напряжений возникают в материале при резком изменении температуры? Их причины?
10. В чем заключается структурная теория термостойкости?
11. Что для керамических изделий более опасно резкий нагрев или резкое охлаждение? Почему?
12. В чем заключается методика определения термостойкости?
13. Формула критерия термостойкости?
14. Факторы, влияющие на величину термостойкости?
15. Что такое морозостойкость?
16. Как определяется морозостойкость изделий?
17. Какие по размерам поры более опасны?
18. Безопасный размер пор?

Тема 2.5 Теплофизические и электрофизические свойства.

Теплопроводность. Методика ее определения. Влияние анизотропии структуры и других факторов на теплопроводность. Способы определения теплопроводности. Влияние теплопроводности на другие свойства изделий.

Линейное расширение при нагревании. Методика определения коэффициента линейного расширения. Влияние анизотропии структуры и других факторов на коэффициент линейного расширения. Влияние коэффициента линейного расширения на другие свойства изделий.

Постоянство объема. Дополнительная усадка и дополнительный рост. Влияние дополнительной усадки и дополнительного роста на условия эксплуатации тепловых агрегатов. Факторы, влияющие на величину дополнительной усадки и дополнительного роста.

Испаряемость. Испарение материалов при высоких температурах. Определение испаряемости. Факторы, влияющие на испаряемость. Пути снижения испаряемости.

Электропроводность. Электропроводность при нормальной и высоких температурах. Основные показатели диэлектрических свойств: удельное объемное сопротивление, удельное пробивное напряжение (электрическая

прочность). Факторы, влияющие на электропроводность. Практическое использование диэлектрических свойств. Методика определения диэлектрических показателей. Диэлектрическая проницаемость. Диэлектрические потери. Пьезоэлектрические и пирозлектрические свойства.

Методические указания по изучению темы.

Изучаемая тема тесно связана с темой курса «Основы термодинамики и теплотехники». При изучении свойства теплопроводности следует особое внимание обратить на способы передачи тепла, какова природа передачи тепла. Студент должен ориентироваться в области факторов, влияющих на теплопроводность материала, знать методику ее определения.

При нагревании происходит расширение тела, изменение его размеров характеризуется коэффициентом термического линейного расширения. Необходимо знать в каких случаях учитывается КТЛР и с какой целью, а так же факторы, влияющие на величину коэффициента термического линейного расширения материала.

В связи с неполнотой прохождения процессов спекания при обжиге (недостаточная температура и время при температуре) для огнеупорных изделий характерен в процессе службы дополнительный рост или дополнительная усадка.

Необходимо знать, как это сказывается на процессе службы и какие можно предложить пути по снижению ДУ и ДР.

Испаряемость характерна для огнеупорных изделий при службе в области высоких температур. Способность материала к испарению зависит от множества факторов.

По электропроводности ТН и СМ и И при нормальной температуре являются диэлектриками, но при высоких температурах которые становятся полупроводниками, а часть изделий проводниками. Следует знать, что является причиной. Изменения электропроводимости материалов. Характеристикой электрических свойств керамических изделий обычно считают их сопротивление прохождению тока по величине удельного объемного сопротивления.

Вопросы для самоконтроля.

1. Какова формула коэффициента теплопроводности?
2. Повторить общие сведения о передаче тепла (способы передачи тепла, фононная проводимость, фотонная проводимость).
3. Перечислите факторы, влияющие на теплопроводность?
4. От чего зависит величина КТЛР?
5. Увеличивается или уменьшается с увеличением температуры анизотропия линейного расширения?
6. На какие свойства изделий влияет КТЛР?
7. Каковы причины ДР и ДУ изделий?
8. Как снизить ДР и ДУ?
9. Чем в службе компенсируется ДР и ДУ?

10. Как снизить испаряемость изделий?
11. От каких факторов зависит величина испаряемости изделий?
12. Чему равна удельная сопротивляемость проводников, п/проводников и диэлектриков при обычных условиях?
13. Какие соединения остаются диэлектриками, а какие становятся полупроводниками и проводниками при повышении температуры?
14. Каковы пути снижения электропроводимости и пути её повышения?

Тема 2.6 Химическая стойкость.

Химический износ (коррозия). Стойкость против действия газов. Факторы, ускоряющие разрушение газами. Пути повышения стойкости против действия газов. Стойкость против действия агрессивных жидкостей. Стойкость против кислот и щелочей. Стойкость против действия грунтовых вод. Факторы, усиливающие износ агрессивными жидкостями. Пути повышения стойкости против агрессивных жидкостей. Щелочеустойчивость.

Стойкость против действия расплавов. Особенности эксплуатации изделий в условиях действия расплавов металлов, шлаков, стекол. Влияние смачиваемости и других факторов на процесс разрушения. Шлакоустойчивость. Пути повышения стойкости против действия расплавленных шлаков.

Методические указания при изучении темы.

При изучении данной темы следует опираться на знание курса «Химии», т.к. взаимодействия между материалом и агрессивной средой могут происходить при определенных условиях и описываются химическими реакциями взаимодействия. Необходимо иметь представление о видах корродиентов (твердые, газообразные, жидкие) и их разрушающем действии на изделия, т.е. студент должен знать механизм взаимодействия корродиента с материалом. Не следует забывать и о физическом разрушении материала (эрозия). Ориентироваться от каких факторов зависит химическая стойкость изделий.

Особое внимание следует уделить изучению металлоустойчивости, шлакоустойчивости изделий.

Вопросы для самоконтроля.

1. Перечислите виды корродиентов.
2. Каков механизм разрушения изделий под действием агрессивной среды?
3. Каковы факторы, влияющие на величину химической стойкости?
4. Как рассчитать основность шлаков?
5. Чем ограничена высота пропитки шлаком?
6. Как подобрать огнеупор, зная характер агрессивной среды?

Тема 2.7 Оптические и эстетические свойства.

Прозрачность. Показатель преломления. Дисперсия света. Светопропускание. Белизна. Методика определения белизны. Факторы, влияющие на белизну. Просвечиваемость. Методика определения просвечиваемости. Факторы, влияющие на просвечиваемость.

Методические указания по изучению темы.

Просвечиваемость и белизна – это качественные свойства фарфоровых изделий. Необходимо знать, почему по просвечиваемости и белизне судят о качестве фарфора, какие факторы влияют на степень данных свойств и как их повысить.

Практическая работа. Решение задач по свойствам раздела.

Вопросы для самоконтроля.

1. Что такое степень просвечиваемости?
2. Что такое белизна?
3. В какой зависимости находятся белизна и просвечиваемость?

Почему?

4. Как увеличить просвечиваемость и белизну фарфоровых изделий?

По окончании изучения данного раздела студент выполняет контрольную работу (приложение Б). Целью выполнения данной контрольной работы является закрепление умения расчетным путем определять свойства изделий и проверка этих умений.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Печатные издания

1. Земляной К.Г., Кашеев И.Д. Производство огнеупоров: Учебное пособие / К.Г.Земляной, И.Д. Кашеев, - СПб.: Издательство «Лань», 2022. – 342с. – ISBN 978-5-507-45001-5. Форма доступа: www.e.lanbook.com. ЭБС ЛАНЬ – Текст: электронный.
2. Кашеев И.Д., Земляной К.Г. Производство огнеупоров: Учебное пособие / И.Д. Кашеев, К.Г.Земляной - СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 342с. – ISBN 978-5-8114-2629-4. – Текст: непосредственный.
3. Сулименко Л.М. Общая технология силикатов / Л.М. Сулименко – М.: НИЦ-ИНФРА, 2020. – 336 с. – ISBN 978-5-16-009741-1. – Текст: непосредственный.
4. Местников А.Е. Вяжущие вещества: учебное пособие / А.Е. Местников, А.Д.Егорова, А.Л.Попов. – Москва: РУСАЙНС, 2023. – 104с. – ISBN 978-5-466-02549-1. – Текст: непосредственный.
5. Павлова, И.А. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов : учебник / И.А. Павлова, К.Г. Земляной, Е.П. Фарафонтова ; Мин-во науки и высш. обр. РФ.— Екате ринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020.— 192 с. — (Учебник УрФУ). ISBN 978-5-7996-3008-9. – Текст: непосредственный.

2. Электронные издания (электронные ресурсы)

1. <http://www.iqlib.ru/>
2. <http://koapp.narod.ru/russian.htm>
3. <http://www.zodchii.ws/>

3. Дополнительные источники

1. Севостьянов, В. . Механическое оборудование производства тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и изделий : учебник / В. Севостьянов ; Белгородский инженерно-экономический институт. - Москва : ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2020. - 432 с. - ISBN 978-5-16-009102-0. - ISBN 978-5-16-100427-2 : Б. ц. - Текст : непосредственный
2. [Самченко С.В.](#), [Алпацкий Д.Г.](#), [Алпацкая И.Е.](#) Печи и сушила в технологии художественной обработки силикатных материалов: учебное пособие. – Scientific magazine "Kontsep, 11 янв. 2016 г. – 143с. – Текст: непосредственный.
3. Действующие стандарты и технические условия на методы испытаний.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Определение открытой пористости, водопоглощения и кажущейся плотности.

Цель работы: Научиться определять открытую пористость, водопоглощение и кажущуюся плотность методом кипячения и гидростатического взвешивания, по полученным результатам сделать заключение о качестве образца изделия.

Оборудование: Весы для гидростатического взвешивания, технические весы, электроплитка, сосуд для кипячения.

Материалы: Образец шамотного изделия.

Объем работы: 4 учебных часа.

Краткая теория

Качество огнеупорных изделий во многом характеризуется открытой пористостью, водопоглащением и кажущейся плотностью. В частности, чем меньше открытая пористость, водопоглащение и больше кажущаяся плотность, тем выше степень спекаемости изделий. Открытая пористость определяется по формуле:

$$P_{\text{откр}} = (1 - \gamma_{\text{каж}} / \rho_{\text{ист}}) \cdot 100 \%$$

Водопоглащение определяется по формуле:

$$V = ((m_2 - m_1) / m_1) \cdot 100 \%$$

Кажущаяся плотность определяется по формуле:

$$\gamma_{\text{каж}} = m_1 / (m_2 - m_3) \text{ г/см}^3$$

где

m_1 - масса сухого образца, г.

m_2 - масса образца, насыщенного водой и взвешенного на воздухе, г.

m_3 - масса образца, насыщенного водой и взвешенного в воде, г.

Для определения открытой пористости, водопоглащения и кажущейся плотности применяют метод кипячения образцов в воде с последующим их гидростатическим взвешиванием. Для испытания используют образцы, идущие для испытания на воздушную, огневую и общую усадку, обожженные при температуре 1000 градусов.

Методика определения

Предварительно взвешенные сухие образцы для насыщения их водой помещают в сосуд и заливают водой. Образцы кипятят в течение 2 часов,

периодически добавляя воду. После кипячения образцы охлаждают в течение 1 часа. Насыщенные водой образцы взвешивают в воде, а затем на воздухе на гидростатических весах, изготовленных на основе технических весов с грузоподъемностью 1кг. Одну чашку весов заменяют проволочной сеткой и, опустив ее в сосуд с водой, уравнивают ее с другой чашкой. Вода в сосуде всегда должна быть на одном уровне в избежание нарушения равновесия чашек, для чего пользуются сливной трубкой. Образец при взвешивании помещается на сетку.

После взвешивания в воде с поверхности образцов удаляется вода с помощью увлажненного и отжатого полотенца. Снимать избыток воды фильтрованной бумагой или сухим полотенцем нельзя, т.к. они будут впитывать воду из объема образца.

После взвешивания по формулам определяют открытую пористость, водопоглощение и кажущуюся плотность. Результаты взвешивания и вычислений заносят в таблицу 1.

Таблица 1 Результаты исследований

№ образца	Масса образца, г.			Открытая пористость П _{откр.} %	Водопоглощение В %	Кажущаяся плотность γ _{каж} г/см ³
	Сухого m ₁	Насыщение водой взвешенного на воздухе m ₂	Насыщенного водой взвешенного в воде m ₃			

У хорошо обожженных изделий - $V < 10\%$, а $\gamma_{\text{каж}} > 2\text{г./см}^3$,
слабо обожженных - $V > 15\%$, а $\gamma_{\text{каж}} < 1,8\text{ г/см}^3$.

Вывод: По значениям V и $\gamma_{\text{каж}}$ сделать заключение о степени спекания образцов (слабая, средняя, хорошая).

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Внимание! Вариант контрольной работы соответствует порядковому номеру студента в учебном журнале. Контрольная работа состоит из 13 практических заданий – решить задачи на определение показателей физико-механических свойств ТНиСМиИ.

ЗАДАЧА 1

Определить истираемость керамических плиток с размерами $a \times b$ (мм) и массой m (г), если потеря массы при испытании составила Π (%)

№	a	b	m	Π	№	a	b	m	Π
1	100	100	250	9	16	100	100	260	8
2	150	150	600	8	17	150	150	620	9
3	200	200	1000	7	18	200	200	1050	10
4	50	100	125	10	19	50	100	120	9
5	50	50	60	11	20	50	50	70	12
6	50	150	180	12	21	50	150	190	10
7	100	150	375	8	22	100	150	390	9
8	100	200	500	9	23	100	200	520	8
9	150	200	800	9	24	150	200	780	7
10	50	75	90	10	25	50	75	95	9
11	75	75	135	13	26	75	75	130	11
12	75	100	180	7	27	75	100	190	9
13	75	150	270	12	28	75	150	280	10
14	75	200	360	11	29	75	200	380	9
15	50	200	250	10	30	50	200	240	11

ЗАДАЧА 2

Определить предел прочности огнеупорного изделия на сжатие в положении на "плашку", если образец его с размерами $a \times b \times v$ (мм) разрушился при прессовом усилии P (МН)

№	a	b	v	P	№	a	b	v	P
1	230	115	65	1	16	250	185	75	1,8
2	250	100	80	1,2	17	270	170	65	1,7
3	300	120	80	1,5	18	230	170	75	1,6
4	300	150	65	1,8	19	250	125	75	1,2
5	230	150	80	2	20	250	125	65	1,3
6	230	115	40	0,9	21	230	115	75	1,1
7	230	65	65	0,6	22	230	115	100	1
8	230	85	65	0,8	23	230	85	65	0,9
9	230	115	100	1,1	24	230	65	65	0,7
10	230	115	75	1,1	25	230	115	40	0,9
11	250	125	75	1,2	26	300	150	65	1,3
12	250	125	65	1,3	27	300	150	80	1,4

13	230	170	75	1,7	28	300	120	80	1,2
14	230	170	65	1,8	29	250	100	80	1,2
15	250	185	75	1,9	30	230	115	65	1,1

ЗАДАЧА 3

Определить количество тепла, передаваемого в течении τ (ч) через стенку из огнеупорного кирпича при толщине ее h (см), площадью поверхности S (m^2), температуре на горячей стороне T_1 ($^{\circ}C$), а холодной T_2 ($^{\circ}C$) и коэффициенте теплопроводности кирпича λ (Вт/м \times град).

№	τ	h	s	T_1	T_2	λ	№	τ	h	s	T_1	T_2	λ
1	1	5	10	1000	800	1.3	16	15	20	20	1000	800	1.2
2	2	6	15	1100	900	1.2	17	14	21	15	1100	900	1.5
3	3	7	20	1200	1000	1.5	18	13	22	10	1200	1000	1.6
4	4	8	10	1300	1200	1.6	19	12	23	20	1300	1200	1
5	5	9	15	1400	1000	2	20	11	24	15	1400	1000	1.2
6	6	10	20	1500	1200	1.9	21	10	25	10	1500	1200	1.5
7	7	11	10	1600	1300	2.5	22	9	26	20	1600	1300	2
8	8	12	15	1000	900	3	23	8	27	15	1000	900	2.5
9	9	13	20	1100	800	2.6	24	7	28	10	1100	800	1.9
10	10	14	10	1200	800	1.5	25	6	29	20	1200	800	1.8
11	11	15	15	1300	1200	1.7	26	5	30	15	1300	1200	1.6
12	12	16	20	1400	1200	1.9	27	4	31	10	1400	1200	1.3
13	13	17	10	1500	1000	2	28	3	32	20	1500	1000	0.9
14	14	18	15	1600	1500	1.2	29	2	33	15	1600	1500	1
15	15	19	20	1000	700	0.5	30	1	34	10	1000	700	1.2

ЗАДАЧА 4

Определить коэффициент газопроницаемости изделия, если через него по толщине при испытании проходит Q (л) газа в течении τ (ч), при разности давлений по сторонам изделия ΔP (мм в.ст). Размеры изделия, $a \times b \times v$ (см)

№	Q	τ	ΔP	$a \times b \times v$	№	Q	τ	ΔP	$a \times b \times v$
1	100	1	1	230 \times 115 \times 65	16	100	1	1	250 \times 185 \times 75
2	200	2	2	250 \times 100 \times 80	17	200	2	2	230 \times 170 \times 65
3	300	3	3	300 \times 120 \times 80	18	300	3	3	230 \times 170 \times 75
4	400	4	1	300 \times 150 \times 80	19	400	4	1	250 \times 125 \times 65
5	500	5	2	300 \times 150 \times 65	20	500	5	2	250 \times 125 \times 75
6	600	6	3	230 \times 115 \times 40	21	600	6	3	230 \times 115 \times 75
7	700	7	1	230 \times 65 \times 65	22	700	7	1	230 \times 115 \times 100
8	800	8	2	230 \times 85 \times 65	23	800	8	2	230 \times 85 \times 65
9	900	9	3	230 \times 115 \times 100	24	900	9	3	230 \times 65 \times 65
10	1000	10	1	230 \times 115 \times 75	25	1000	10	1	230 \times 115 \times 40
11	1100	11	2	250 \times 125 \times 75	26	1100	11	2	300 \times 150 \times 65

12	1200	12	3	250 × 125 × 65	27	1200	12	3	300 × 150 × 80
13	1300	13	1	230 × 170 × 75	28	1300	13	1	300 × 120 × 80
14	1400	14	2	230 × 170 × 65	29	1400	14	2	250 × 100 × 80
15	1500	15	3	250 × 185 × 75	30	1500	15	3	230 × 115 × 65

ЗАДАЧА 5

Определить удельное объемное сопротивление периклаза, если для его определения взята пластинка с размерами $a \times b \times v$ (мм), а сопротивление электрического тока в цепи составило R (Ом).

№	a	b	v	R	№	a	b	v	R
1	10	10	2	10	16	20	20	4	10
2	10	11	2	10	17	20	21	4	10
3	10	12	2	10	18	20	22	4	10
4	10	13	2	10	19	20	23	4	10
5	10	14	2	10	20	20	24	4	10
6	10	15	2	10	21	20	25	4	10
7	10	16	2	10	22	20	26	4	10
8	10	17	2	10	23	20	27	4	10
9	10	18	2	10	24	20	28	4	10
10	10	19	2	10	25	20	29	4	10
11	10	20	2	10	26	20	30	4	10
12	10	21	2	10	27	20	31	4	10
13	10	22	2	10	28	20	32	4	10
14	10	23	2	10	29	20	33	4	10
15	10	24	2	10	30	20	34	4	10

ЗАДАЧА 6

Определить скорость испарения огнеупорного изделия, если до испытания масса его была m_1 (г), а после испытания m_2 (г). Размеры изделия $a \times b \times v$ и время выдержки при максимальной температуре τ (ч).

№	m_1	m_2	a	b	v	τ	№	m_1	m_2	a	b	v	τ
1	5000	4995	300	100	50	1	16	3000	2995	230	110	65	1
2	5100	5090	300	102	50	2	17	3100	3095	230	112	65	2
3	5200	5192	300	104	50	3	18	3200	3196	230	114	65	3
4	5300	5291	300	106	50	4	19	3300	3293	230	116	65	4
5	5400	5396	300	108	50	5	20	3400	3393	230	115	70	5
6	5500	5493	300	110	50	1	21	3500	3494	230	118	70	1
7	5600	5590	300	100	60	2	22	3600	3595	230	120	70	2
8	5700	5694	300	102	60	3	23	3700	3696	230	122	70	3
9	5800	5791	300	104	60	4	24	3800	3797	230	124	70	4
10	5900	5890	300	106	60	5	25	3900	3891	230	126	70	5

11	6000	5993	300	100	70	1	26	4000	3993	230	115	75	1
12	6100	6092	300	102	70	2	27	4100	4093	230	117	75	2
13	6200	6194	300	104	70	3	28	4200	4196	230	120	75	3
14	6300	6295	300	106	70	4	29	4300	4298	230	122	75	4
15	6400	6394	300	108	70	5	30	4400	4392	230	124	75	5

ЗАДАЧА 7

Определить величину критерия термостойкости огнеупорных изделий, если известны его предел прочности на сжатие $\sigma_{сж}$ (МПа), коэффициент теплопроводности α (Вт/м×град), модуль упругости E (МПа), коэффициент линейного расширения λ (град⁻¹).

№	$\sigma_{сж}$	λ	E	α	№	$\sigma_{сж}$	λ	E	α
1	20	1,2	$9,0 \times 10^2$	$6,0 \times 10^{-6}$	16	40	1,9	1×10^{-6}	$5,0 \times 10^{-6}$
2	30	1,5	$8,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^{-6}$	17	45	1,6	1×10^4	$8,0 \times 10^{-6}$
3	35	1,0	$7,0 \times 10^2$	$6,5 \times 10^{-6}$	18	50	1,3	5×10^4	$9,0 \times 10^{-6}$
4	40	1,8	$8,0 \times 10$	$7,0 \times 10^{-6}$	19	55	2,0	9×10^3	$9,5 \times 10^{-6}$
5	50	2,0	$1,0 \times 10^3$	$7,5 \times 10^{-6}$	20	60	2,3	8×10^3	$8,0 \times 10^{-6}$
6	25	1,3	$2,0 \times 10^3$	$8,0 \times 10^{-6}$	21	70	2,2	7×10^3	$7,0 \times 10^{-6}$
7	30	1,4	$2,5 \times 10^3$	$5,0 \times 10^{-6}$	22	75	1,8	2×10^4	$1,0 \times 10^{-6}$
8	30	1,5	$3,0 \times 10^3$	$6,0 \times 10^{-6}$	23	65	2,0	8×10^3	$8,0 \times 10^{-6}$
9	40	1,4	$5,0 \times 10^3$	$4,0 \times 10^{-6}$	24	40	2,5	9×10^2	$4,5 \times 10^{-6}$
10	45	1,6	$9,0 \times 10^2$	$8,0 \times 10^{-6}$	25	45	1,9	8×10^2	$9,0 \times 10^{-6}$
11	50	1,8	$8,0 \times 10^3$	$9,0 \times 10^{-6}$	26	55	2,1	6×10^3	$9,5 \times 10^{-6}$
12	60	1,5	$7,0 \times 10^3$	$6,0 \times 10^{-6}$	27	25	2,2	5×10^3	$7,0 \times 10^{-6}$
13	25	1,6	$6,0 \times 10^3$	$5,0 \times 10^{-6}$	28	30	1,5	8×10^2	$5,0 \times 10^{-6}$
14	30	1,9	$5,0 \times 10^3$	$9,0 \times 10^{-6}$	29	45	1,4	5×10^3	$4,5 \times 10^{-6}$
15	40	1,5	$1,0 \times 10^3$	$8,0 \times 10^{-6}$	30	50	4,6	9×10^2	$3,0 \times 10^{-6}$

ЗАДАЧА 8

Определить изменение линейных размеров огнеупорной кладки длиной l_0 (м), если величина дополнительной усадки изделий $\Delta L_{доп}$ (%).

№	l_0	$\Delta L_{доп}$	№	l_0	$\Delta L_{доп}$
1	10	2	16	20	1.4
2	20	1.5	17	30	1.5
3	25	1.6	18	18	1.9
4	30	1.7	19	35	1.7
5	35	1.8	20	40	1.2
6	40	1.3	21	45	1.3
7	15	0.5	22	50	0.6
8	10	0.6	23	45	0.7
9	25	0.7	24	30	0.8
10	40	0.8	25	20	1.6
11	50	0.9	26	26	10

12	25	1.0	27	15	0.6
13	20	1.1	28	25	0.9
14	30	1.2	29	30	0.9
15	40	1.5	30	20	1.0

ЗАДАЧА 9

Определить средний коэффициент линейного расширения огнеупорных изделий, если участок кладки печи длиной **l** (м) увеличился на Δl (м) при нагревании в интервале температуры ΔT (°C).

№	l	Δl	ΔT	№	l	Δl	ΔT
1	10	0.10	1000	16	30	0.30	900
2	15	0.15	900	17	35	0.25	1000
3	20	0.15	1200	18	40	0.30	1500
4	25	0.30	1000	19	45	0.35	1200
5	30	0.25	800	20	50	0.35	1400
6	35	0.20	1100	21	55	0.45	1300
7	40	0.35	1200	22	60	0.40	1100
8	45	0.30	700	23	10	0.05	1000
9	50	0.30	800	24	15	0.15	1200
10	55	0.40	1000	25	20	0.15	1400
11	60	0.40	1200	26	25	0.20	1500
12	10	0.15	800	27	30	0.25	1600
13	15	0.20	900	28	35	0.15	1500
14	20	0.20	1000	29	40	0.25	1400
15	25	0.15	900	30	45	0.40	1200

ЗАДАЧА 10

Определить водопоглощение образца шамотных изделий, если масса его в сухом состоянии m_1 (г), а после насыщения водой m_2 (г).

№	m_1	m_2	№	m_1	m_2
1	100	150	16	250	290
2	110	160	17	260	320
3	120	180	18	270	320
4	130	150	19	280	350
5	140	180	20	290	340
6	150	200	21	300	360
7	160	200	22	310	370
8	170	220	23	320	380
9	180	250	24	330	390
10	190	240	25	340	400

11	200	270	26	350	400
12	210	290	27	360	410
13	220	300	28	370	420
14	230	310	29	380	420
15	240	320	30	390	440

ЗАДАЧА 11

Определить кажущуюся пористость образца огнеупорных изделий, если объем его V (см³), а масса поглощенной воды m (г).

№	V	m	№	V	m
1	50	10	16	50	9
2	55	12	17	55	10
3	60	13	18	60	11
4	65	14	19	65	12
5	70	15	20	70	13
6	75	17	21	75	15
7	80	20	22	80	16
8	85	21	23	85	18
9	90	22	24	90	20
10	95	23	25	95	21
11	100	24	26	100	22
12	105	25	27	105	24
13	110	26	28	110	25
14	115	26	29	115	25
15	120	27	30	120	26

ЗАДАЧА 12

Определить кажущуюся плотность образца огнеупорного изделия, если масса его в сухом состоянии m_1 (г), насыщенного водой и взвешенного на воздухе m_2 (г), насыщенного водой и взвешенного в воде m_3 (г).

№	m_1	m_2	m_3	№	m_1	m_2	m_3
1	100	120	80	16	100	110	90
2	110	130	90	17	110	120	90
3	120	140	100	18	120	130	90
4	130	150	110	19	130	140	100
5	140	160	120	20	140	150	110
6	150	170	110	21	150	180	120
7	160	180	130	22	160	190	120
8	170	200	140	23	170	210	140
9	180	220	150	24	180	210	160

10	190	230	160	25	190	220	170
11	200	240	130	26	200	230	170
12	210	250	140	27	210	240	180
13	220	260	150	28	220	250	190
14	230	270	160	29	230	260	200
15	240	290	170	30	240	280	210

ЗАДАЧА 13

Определить общую пористость огнеупорного изделия, имеющего γ (г/см³) и ρ (г/см³)

№	γ	ρ	№	γ	ρ
1	2,00	2,20	16	2,00	2,50
2	2,10	2,35	17	2,10	2,60
3	2,20	2,40	18	2,20	2,70
4	2,30	2,45	19	2,30	2,80
5	2,35	2,50	20	2,40	2,90
6	2,40	2,60	21	2,50	3,20
7	2,45	2,65	22	1,50	2,00
8	2,50	2,70	23	1,60	2,10
9	2,55	2,80	24	1,70	2,20
10	2,60	2,90	25	1,80	2,40
11	2,70	3,10	26	1,90	2,50
12	2,70	3,20	27	2,05	2,70
13	2,70	3,30	28	2,15	2,85
14	2,80	3,40	29	2,25	2,90
15	2,90	3,50	30	2,30	2,60

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

(теоретическая часть билета)

1. Перечислите виды структур ТНиСМиИ. Каковы составляющие структуры и как они влияют на свойства продукции?
2. Что такое пористость изделий и как она определяется?
3. Дайте определение водопоглощения, как оно влияет на свойства полуфабриката и продукции?
4. Охарактеризуйте причины анизотропии структуры изделий, поясните как она влияет на свойства готовой продукции.
5. Приведите примеры влияния особенностей структуры изделий на их служебные свойства.
6. Приведите классификацию материалов по сопротивляемости действию высокой температуры.
7. Дайте определение свойству огнеупорность, приведите факторы, влияющие на величину огнеупорности изделий.
8. В чем заключается методика определения огнеупорности материалов?
9. Дайте определение свойству механическая прочность изделий, приведите факторы, влияющие на величину механической прочности изделий.
10. В чем заключается методика определения механической прочности изделий?
11. Дайте определение свойству истираемость, для каких изделий это свойство имеет значение в службе?
12. Проанализируйте факторы влияющие на величину истираемости изделий.
13. В чем заключается методика определения истираемости изделий?
14. Проанализируйте причины разрушения изделий при высоких температурах под нагрузкой.
15. Проанализируйте график деформации шамотных, диносовых и периклазовых изделий под нагрузкой $0,2 \text{ Н/мм}^2$.
16. Проанализируйте факторы, влияющие на величину ТНД изделий под нагрузкой.
17. В чем заключается методика определения ТНД изделий под нагрузкой?
18. Проанализируйте изменения, происходящие в изделиях при резком изменении температуры (напряжения 1 рода).
19. Проанализируйте изменения, происходящие в изделиях при резком изменении температуры (напряжения 2 рода).
20. Проанализируйте факторы, влияющие на величину термостойкости изделий.

21. В чем заключается методика определения термостойкости изделий?
22. Дайте определение свойству теплопроводность изделий, для каких изделий это основное служебное свойство?
23. Приведите общие сведения о передаче тепла, видах теплопередачи.
24. В чем заключается методика определения теплопроводности изделий?
25. Проанализируйте факторы, влияющие на величину теплопроводности изделий.
26. Что такое температуропроводность, как она появляется в службе изделий?
27. Что такое коэффициент термического линейного расширения тел при нагревании, где учитывается этот коэффициент?
28. Проанализируйте факторы, влияющие на величину линейного расширения изделий при нагревании.
29. Дайте определение понятия испаряемости тел при нагревании, приведите факторы, влияющие на величину испаряемости тел при нагревании.
30. В чем заключается методика определения испаряемости изделий?
31. В чем заключаются причины объемных изменений изделий при обжиге и в службе?
32. В чем заключается методика определения дополнительного роста или дополнительной усадки изделий?
33. Предложите пути снижения дополнительного роста или дополнительной усадки изделий.
34. Проанализируйте электропроводность изделий при нормальной и повышенной температурах, приведите примеры.
35. Проанализируйте факторы, влияющие на величину электропроводности изделий.
36. Как осуществляется определение диэлектрических характеристик материала.
37. Приведите понятие о химической стойкости изделий.
38. Приведите краткую характеристику металлургических шлаков.
39. Проанализируйте капиллярные явления на границе огнеупор-расплав.
40. Проанализируйте влияние смачивания и растекания расплавов на разрушение изделий.
41. Проанализируйте процессы химического взаимодействия изделий с корродиентами в службе.
42. Что такое шлакоустойчивость, какие факторы влияют на ее величину?

43. Проанализируйте процесс взаимодействия огнеупоров с углеродом.

44. Проанализируйте процесс взаимодействия огнеупоров с металлами.

45. Проанализируйте процесс взаимодействия огнеупоров с газами.

46. Проанализируйте процесс взаимодействия огнеупоров различного химического состава между собой.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 487335726471474211034024297916462361476713766817

Владелец Тришевский Владимир Дмитриевич

Действителен с 22.08.2023 по 21.08.2024