

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА**

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан факультета ТНВиВМ

_____ / Д.О. Лемешев

«__» _____ 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Химическая технология керамики

Направление подготовки
18.03.01 Химическая технология

Профиль:
Химическая технология керамики

Форма обучения:
очная

Квалификация: бакалавр

Москва 2022

1 Назначение фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) создается в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) для аттестации обучающихся на соответствие их достижений поэтапным требованиям соответствующей основной образовательной программы (ООП) для проведения входного и текущего оценивания, а также промежуточной аттестации обучающихся. ФОС является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения ООП ВО, входит в состав ООП.

ФОС – комплект методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений (результатов обучения) запланированным результатам освоения рабочих программ учебных дисциплин и образовательных программ.

ФОС сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- *валидности*: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- *надежности*: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- *объективности*: разные обучающиеся должны иметь равные возможности добиться успеха.

ФОС по дисциплине «Химическая технология керамики» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, ООП и рабочей программой дисциплины «Химическая технология керамики».

ФОС предназначен для профессорско-преподавательского состава и обучающихся РХТУ им. Д.И. Менделеева.

ФОС подлежит ежегодному пересмотру и обновлению.

2 Входной контроль

Входной контроль по дисциплине «Химическая технология керамики» не предусмотрен.

3 Текущий контроль

3.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы в соответствии с Рейтинговой системой оценки знаний обучающихся. Дополнительные к предусмотренным Рейтинговой системой точкам контроля по инициативе преподавателя могут быть предусмотрены точки контроля, расписание которых не противоречат принципам действующей в университете Рейтинговой системы.

Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины.

3.2 Описание фонда оценочных средств

Для текущего контроля предусмотрено: контрольная работа №1 по разделам 1 и 2; контрольная работа №2 по разделу 3. Максимальная оценка за контрольную работу №1 составляет 16 баллов, за контрольную работу №2 – 14 баллов. Также рабочей программой дисциплины предусмотрен лабораторный практикум в размере 32 акад. часа (24 астр. ч).

Максимальное количество баллов за выполнение практикума – 30.

3.2.1 Шкалы оценивания (методики оценки)

3.2.1.1 Рекомендации по оцениванию письменных и устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале каждого лекционного занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки:

- *правильность* ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- *полнота* и *глубина* ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- *осознанность* ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- *логика* изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- *рациональность* использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- *своевременность* и *эффективность* использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается способность грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Оценка **«отлично»** выставляется, если обучающийся:

- полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;
- обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- излагает материал последовательно и правильно.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

- излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;
- не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

3.2.2 Задания (вопросы) для текущего контроля по разделам (темам) и видам занятий

Для текущего контроля предусмотрено: контрольная работа №1 по разделам 1 и 2; контрольная работа №2 по разделу 3. Каждый вариант контрольной работы №1 содержит 4 вопроса, по 4 балла каждый; каждый вариант контрольной работы №2 содержит 2 вопроса по 7 баллов каждый. Максимальная оценка за контрольную работу № 1 составляет 16 баллов, за контрольную работу № 2 – 14 баллов. Также программой дисциплины предусмотрен лабораторный практикум в размере 32 акад. часа (24 астр. ч). Максимальное количество баллов за выполнение практикума – 30.

Примеры вопросов к контрольной работе №1. Максимальная оценка – 16 баллов. Контрольная работа №1 содержит 4 вопроса, по 4 балла за вопрос.

Вопрос 1.1

1. В вибрационной мельнице всухую смешивают $0,1 \text{ м}^3$ корунда с $0,25 \%$ оксида магния. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в каждой пробе объемом 10 см^3 содержится $0,03 \text{ г MgO}$. После одного часа перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна $0,147$, а после двух часов – $0,49$. Вычислите параметры процесса смешивания и постройте зависимость степени смешивания от длительности. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считается смешивание при котором доля проб составляет не менее 85% .

2. В лабораторной шаровой мельнице всухую смешивают 200 кг корунда с 15% глины. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в каждой пробе массой 10 г содержится $1,45 \text{ г}$ глины при теоретически возможном ее содержании $1,50 \text{ г}$. После одного часа перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна $0,25$, а после двух часов – $0,39$. Вычислите параметры процесса смешивания и постройте зависимость степени смешивания от длительности. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считается смешивание при котором доля проб составляет не менее 85% .

3. Выведите формулу для расчета количества воды, которое необходимо ввести в заданный объем суспензии для изменения ее влажности от одного значения до другого.

4. Какое количество глины с влажностью 21% необходимо добавить к 15 т водной суспензии с влажностью $42,0\%$ для доведения влажности суспензии до $33,0\%$? Плотности сухой глины $2,47 \text{ г/см}^3$. Рассчитайте начальное и конечное (массовое и объемное) содержание воды в суспензии, а также начальное и конечное количество глины и воды в смесителе.

5. Составьте рецепт загрузки шаровой мельницы объемом 10 дм^3 для приготовления суспензии корунда, если полезная загрузка мельницы по объему $0,50$, соотношение шары: корунд: связка по объему $1:1:1$, а плотность шаров, материала и парафина $7,80$, $3,95$ и $0,768 \text{ г/см}^3$, соответственно.

6. Параметры уравнения смешивания для смесителя 1 $K_c * S_p = -0,3602$; $C = -0,5736$ и $v/V = 0,949$, для смесителя 2 $K_c * S_p = -0,3102$; $C = -0,0421$ и $v/V = 0,952$. Постройте зависимости степени смешивания от длительности для обоих смесителей и оцените их эффективность. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считается смешивание, при котором доля таких проб составляет не менее 85% .

7. Параметры уравнения смешивания для смесителя 1 $K_c * S_p = -2,0302$; $C = -0,2731$ и $v/V = 0,8929$, а для смесителя 2 $K_c * S_p = -0,1352$; $C = -0,4217$ и $v/V = 0,9124$. Постройте зависимости степени смешивания от длительности для обоих смесителей и оцените их эффективность. Какова длительность перемешивания, если

удовлетворительным считается смешивание, при котором доля таких проб составляет не менее 85%.

8. В шаровой мельнице всухую смешивают 200 кг шамота с 15 % глины. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в каждой пробе массой 10 г содержится 1,45 г глины при теоретически возможном ее содержании 1,50 г. После 15 мин перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна 0,25, а после 20 мин – 0,39.

Вычислите параметры процесса, постройте зависимость степени смешивания от длительности. Оцените длительность перемешивания до момента, когда эта доля проб составит 85%.

9. Параметры уравнения смешивания для смесителя 1: $K_c \cdot S_p = -1,0302$; $C = -0,731$ и $v/V = 0,9829$, а для смесителя 2: $K_c \cdot S_p = -0,8352$; $C = -0,4217$ и $v/V = 0,9124$. Постройте зависимости степени смешивания от длительности для смесителей и оцените их эффективность. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считается смешивание при котором доля проб составляет не менее 85%.

10. При роспуске каолина в пропеллерной мешалке объемом 15 м³ необходимо получить суспензию с относительной влажностью 40%. Рассчитайте массовую загрузку мешалки, плотность и объем суспензии, если истинная плотность каолина 2,55 г/см³, его влажность 18,5%, полезная загрузка мешалки 0,80.

11. Рассчитайте пористость засыпки шаров, упакованных с координационными числами 8 и 6.

12. Составьте рецепт загрузки мельницы объемом 15 дм³, если полезная загрузка мельницы по объему 0,75, соотношение шары: материал: связка по объему 1:1:1, а плотности шаров материала и связки - 7,80, 3,15 и 0,853 г/см³, соответственно.

13. Составьте рецепт загрузки шаровой мельницы объемом 5 дм³, если объемная доля фарфоровых шаров 0,30, массовое соотношение шары: вода: материал - 1:1:1,5, плотности шаров и материала 2,65 и 3,15 г/см³, соответственно.

14. Составьте рецепт загрузки шаровой мельницы объемом 5 дм³, если объем фарфоровых шаров 0,40, массовое соотношение шары: вода: материал - 1:1:1,5, плотности шаров и материала - 2,65 и 3,15 г/см³, соответственно. Оцените коэффициент заполнения мельницы.

15. Параметры уравнения смешивания:

	$K_c \cdot S_p$	C	v/V
смеситель 1	-1,0302	-0,0711	0,9229
смеситель 2	-0,0352	-0,0421	0,9120

Постройте зависимости степени смешивания от длительности для смесителей и оцените их эффективность. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считается смешивание при котором доля проб составляет не менее 85%.

16. В Z-образном смесителе смешивают 20 кг корунда с 9,5 % связки. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в пробе массой 10 г содержится 0,940 г воды при теоретически возможном ее содержании 0,9450 г. Вычислите параметры процесса смешивания и постройте зависимость степени смешивания от длительности, если после 2 мин перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна 0,35, а после 4 мин – 0,50. Оцените длительность смешивания до технологически необходимого числа проб 85%.

17. В мельнице смешивают 12 кг корунда с 1,5 % спекающей добавки. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в каждой пробе массой 10 г содержится 0,145 г добавки при теоретически возможном ее содержании 1,50 г. После одного часа перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна 0,15, а после двух часов – 0,29. Вычислите параметры процесса смешивания и постройте

зависимость степени смешивания от длительности. Оцените длительность перемешивания до состояния, при котором доля проб составляет 70, 85% и 96%.

18. В планетарной мельнице смешивают 20 г корунда с 0,35 % оксида магния. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в пробе массой 0,10 г содержится 0,0003 г MgO. Вычислите параметры процесса смешивания и постройте зависимость степени смешивания от длительности, если после 2 мин перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна 0,55, а после 4 мин – 0,75. Оцените длительность смешивания до технологически необходимого числа проб 85%.

Выведите формулы для расчета истинной плотности двухкомпонентной смеси и пересчета массовых долей в объемные и наоборот.

19. Какое количество водной суспензии кварца с плотностью 1,84 г/см³ необходимо добавить к 20 дм³ суспензии с плотностью 1,10 г/см³, чтобы получить суспензию с влажностью 35%? Плотность кварца 2,54 г/см³. Рассчитайте начальное и конечное (объемное и массовое) содержание воды в суспензии. Какой объем займет эта суспензия, какова ее плотность?

20. Какое количество воды необходимо добавить в пропеллерную мешалку объемом 10 м³ для приготовления 5 т каолиновой суспензии плотностью 1,30 г/см³ из каолина с влажностью 20%? Плотность каолина 2,57 г/см³. Рассчитайте влажность, объемное содержание воды и общий объем суспензии, степень заполнения мешалки.

21. Какое количество глины с влажностью 5% необходимо добавить к 1,2 м³ водной суспензии для доведения влажности суспензии до 72%? Плотности суспензии и воздушно-сухой глины 1,73 и 2,57 г/см³, соответственно. Рассчитайте начальное и конечное объемное содержание воды в суспензии и ее массу.

22. Какое количество периклаза необходимо добавить в водную суспензию с относительной влажностью 80% для доведения ее плотности до 1,55 г/см³? Каков будет ее объем? Плотность периклаза 3,65 г/см³, исходная масса суспензии 1,6 кг. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание твердой фазы.

23. Оцените длительность измельчения материала от удельной поверхности 0,6 м²/г до 1,3 м²/г, если через 20 и 40 мин помола удельная поверхность составляла 0,87 и 1,15 м²/г, соответственно.

24. Параметры уравнения смешивания для смесителя 1: $K_c \cdot S_p = -2,0302$; $C = -0,2731$ и $v/V = 0,8929$, а для смесителя 2 $K_c \cdot S_p = -0,1352$; $C = -0,4217$ и $v/V = 0,9124$. Постройте зависимости степени смешивания от длительности для смесителей и оцените их эффективность. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считать смешивание, при котором доля таких проб составляет 80 и 95%.

25. Рассчитайте плотность водной суспензии диоксида циркония при содержании жидкости 0,7 по массе и по объему. Плотность диоксида циркония 5,53 г/см³.

26. Составьте рецепт загрузки шаровой мельницы объемом 8,5 дм³ для приготовления корундовой суспензии, если полезная загрузка мельницы по объему 0,85, соотношение шары: вода: материал по массе 1:1:1,5, а плотность шаров и материала 3,68 и 4,0 г/см³, соответственно. Как изменится производительность мельницы при уменьшении степени заполнения до 0,75.

27. Какое количество каолина с абсолютной влажностью 20% необходимо добавить к 1,4 м³ суспензии с относительной влажностью 50%, чтобы получить суспензию с плотностью 1,56 г/см³? Плотность каолина 2,53 г/см³. Какой объем займет эта суспензия, какова ее масса?

28. Оцените необходимую длительность измельчения материала от удельной поверхности 0,86 м²/г до 2,10 м²/г, если через 20 и 40 мин помола удельная поверхность составляла 1,07 и 1,35 м²/г, соответственно.

29. Параметры уравнения смешивания для смесителя 1 $K_c \cdot S_p = -2,3102$; $C = -0,1731$ и $v/V = 0,9329$, а для смесителя 2 $K_c \cdot S_p = -0,7352$; $C = -0,4217$ и $v/V = 0,9124$. Постройте зависимости степени смешивания от длительности для обоих смесителей и

оцените их эффективность. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считать смешивание, при котором доля таких проб составляет 75, 85 и 97%.

30. В Z-образном смесителе смешивают 120 кг корунда с 12,5 % связки. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в пробе массой 10 г содержится 1,190 г воды. Вычислите параметры процесса смешивания и постройте зависимость степени смешивания от длительности, если после 8 мин перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна 0,35, а после 14 мин – 0,50. Оцените длительность смешивания до технологически необходимого числа проб 75%, 80% и 97%.

31. В Z-образном смесителе смешивают 120 кг корунда с 12,5 % связки. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в пробе массой 10 г содержится 1,190 г воды. Вычислите параметры процесса смешивания и постройте зависимость степени смешивания от длительности, если после 8 мин перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна 0,35, а после 14 мин – 0,50. Оцените длительность смешивания до технологически необходимого числа проб 75%, 80% и 97%.

32. В бегунковом смесителе смешивают 2000 кг корунда с 6,5 % связки. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в пробе массой 10 г содержится 0,640 г воды при теоретически возможном ее содержании 0,6450 г. Вычислите параметры процесса смешивания и постройте зависимость степени смешивания от длительности, если после 2 мин перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна 0,235, а после 4 мин – 0,650. Оцените длительность смешивания до технологически необходимого числа проб 75%.

33. Вычислите истинную плотность смеси корунда и периклаза, взятых в соотношении 6:4 по массе, если их плотности равны 3,96 и 3,58 г/см³, соответственно.

34. Какое количество воды необходимо добавить к 1,5 т глины с относительной влажностью 16,5%, чтобы получить суспензию с влажностью 45%? Плотность глины 2,47 г/см³. Рассчитайте начальное и конечное объемное содержание воды в суспензии. Какой объем займет эта суспензия, какова ее плотность?

35. Какое количество кварца необходимо добавить к 1 дм³ водной суспензии для доведения ее плотности до 1,84 г/см³? Влажность исходной суспензии 70%, плотность кварца 2,63 г/см³. Рассчитайте конечное объемное содержание воды в суспензии и ее массу.

36. Определите длительность измельчения отощающих компонентов фарфоровой суспензии до остатка на сите 56 мкм 2%, если первоначально остаток на этом сите составлял 90%, а через 4 час - 13%.

37. Определите длительность измельчения фарфорового боя до удельной поверхности 0,87 м²/г, если исходная удельная поверхность составляла 0,34 м²/г, а после 5 и 8 час измельчения она составила 0,69 и 0,78 м²/г, соответственно.

38. Оцените необходимую длительность измельчения материала от удельной поверхности 1,5 м²/г, если начальная дисперсность составляла 0,6 м²/г, а через 20 и 45 мин помола удельная поверхность составляла 1,0 и 1,37 м²/г, соответственно.

39. Параметры уравнения смешивания для смесителя 1 $K_c \cdot S_p = -1,3102$; $C = -0,3731$ и $v/V = 0,8929$, а для смесителя 2 $K_c \cdot S_p = -0,9352$; $C = -0,6257$ и $v/V = 0,9324$. Постройте зависимости степени смешивания от длительности для смесителей и оцените их эффективность. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считать смешивание, при котором доля таких проб составляет 65, 85 и 95%.

40. Параметры уравнения смешивания для смесителя 1 $K_c \cdot S_p = -1,3102$; $C = -0,3731$ и $v/V = 0,8929$, а для смесителя 2 $K_c \cdot S_p = -0,9352$; $C = -0,6257$ и $v/V = 0,9324$. Постройте зависимости степени смешивания от длительности для смесителей и оцените их эффективность. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считать смешивание, при котором доля таких проб составляет 65, 85 и 95%.

41. Какое количество глины с влажностью 12% необходимо добавить к 15 м³ водной суспензии с влажностью 40% для доведения влажности суспензии до 33,0%? Плотность сухой глины 2,47 г/см³. Рассчитайте начальное и конечное объемное содержание воды в суспензии и ее массу.

42. Какое количество глины с влажностью 4,5 % необходимо добавить к 20 м³ водной суспензии с влажностью 44 % для доведения влажности суспензии до 33,0%? Плотность сухой глины 2,61 г/см³. Рассчитайте начальное и конечное объемное содержание воды в суспензии и ее массу.

43. Определите максимальную возможную плотность упаковки твердой фазы в корундовой заготовке при содержании временной технологической связки 8%, если плотность корунда и связки 4,00 и 1,20 г/см³, соответственно.

44. Определите максимальную возможную плотность упаковки твердой фазы в диоксид циркониевой заготовке при содержании временной технологической связки 8 %, если плотность диоксида циркония и связки 5,61 и 1,20 г/см³, соответственно.

45. Параметры уравнения смешивания для смесителя 1: $K_c \cdot S_p = -1,1102$; $C = -0,4731$ и $v/V = 0,9129$, а для смесителя 2: $K_c \cdot S_p = -0,9352$; $C = -0,6257$ и $v/V = 0,8324$. Постройте зависимости степени смешивания от длительности для смесителей и оцените их эффективность. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считать смешивание, при котором доля таких проб составляет 75, 85 и 90%.

46. Рассчитайте производительность мельницы с объемом камеры 30 дм³, если полезная загрузка составляет 0,7 по объему, соотношение шары: материал по массе 5:1, длительность измельчения 8 час, плотность шаров и материала 4,0 и 3,4 г/см³. Как изменится производительность при увеличении степени заполнения мельницы до 85 %?

47. Рассчитайте производительность мельницы с объемом камеры 30 дм³, если полезная загрузка составляет 0,7 по объему, соотношение шары: материал по массе 7:1, длительность измельчения 6 час, плотность шаров и материала 6,1 и 3,6 г/см³. Как изменится производительность при увеличении степени заполнения мельницы до 80 %?

48. Рассчитайте производительность мельницы с объемом камеры 30 дм³, если полезная загрузка составляет 0,75 по объему, соотношение шары: материал по массе 8:1, длительность измельчения 6 час, плотность шаров и материала 4,0 и 2,8 г/см³. Как изменится производительность при увеличении степени заполнения мельницы до 85 %?

49. Рассчитайте производительность мельницы с объемом камеры 40 дм³, если полезная загрузка составляет 0,75 по объему, соотношение шары: материал по массе 9:1, длительность измельчения 5 час, плотность шаров и материала 7,8 и 5,6 г/см³. Как изменится производительность при увеличении степени заполнения мельницы до 85%?

50. Рассчитайте производительность мельницы с объемом камеры 50 дм³, если полезная загрузка составляет 0,75 по объему, соотношение шары: материал по массе 8:1, длительность измельчения 5 час, плотность шаров и материала 7,8 и 5,6 г/см³. Как изменится производительность при увеличении степени заполнения мельницы до 80 %?

Вопрос 1.2

1. Выведите точное соотношение между объемной и линейной усадками в обжиге, если усадка изотропная. Оцените погрешность расчетов по упрощенной формулам для линейной усадки 1,0; 5,0 и 16,0%.

2. Выведите уравнение для расчета количества воды (массового и объемного), которое необходимо добавить для доведения влажности суспензии от одного значения до другого.

3. Выведите формулу для пересчета абсолютной влажности в объемное содержание жидкой фазы.

4. Выведите формулу для расчета количества жидкой фазы, которое необходимо добавить в заданный объем суспензии для изменения ее влажности от одного значения до другого.

5. Выведите формулу для расчета суммарной плотности трехкомпонентной системы в зависимости от объемного и массового содержания фаз.

6. Какое количество глины с влажностью 17% необходимо добавить к 11 м³ водной суспензии с влажностью 42% для доведения влажности суспензии до 33,0%? Плотность сухой глины 2,47 г/см³. Рассчитайте начальное и конечное объемное содержание воды в суспензии и ее массу.

7. Определите возможную максимальную плотность упаковки твердой фазы в заготовке при массовом содержании временной технологической связки 5,8%, если плотности твердой фазы и связки 5,27 и 1,05 г/см³, соответственно.

8. Определите максимальную возможную плотность упаковки твердой фазы в корундовой заготовке при содержании временной технологической связки 8%, если плотность корунда и связки 4,00 и 1,20 г/см³, соответственно.

9. Определите массовое содержание карбида кремния в его смеси с глиной, если истинная плотность смеси 3,08 г/см³, плотности карбида кремния и глины 3,20 и 2,60 г/см³, соответственно.

10. Определите плотность двухфазной смеси фенолформальдегидной смолы и кварца при массовом соотношении компонентов 1:1, если плотности смолы и кварца равны 1,30 и 2,65 г/см³, соответственно.

11. Оцените объемное содержание диоксида циркония в заготовке с плотностью 3,65 г/см³ и массовое содержание в ней парафина, если плотность диоксида циркония и связки 5,53 и 0,80 г/см³, соответственно.

12. Оцените силы, действующие на частицу диоксида титана размером 4 мкм в воде и глицерине. Плотность диоксида титана 4,20 г/см³. Рассчитайте критерий Рейнольдса для осаждения такой частицы.

13. Постройте кривую распределения частиц по размерам, если параметры уравнения Андреасена: $n = 0,15$ и $D_{max} = 1,3$ мм.

14. Рассчитайте истинную плотность смеси шамота и глины в соотношении по массе 2:1. Плотности глины и шамота 2,50 и 3,08 г/см³.

15. Постройте кривые распределения по размерам частиц по следующим зависимостям:

$$y_i = 0,32 + 0,75 (d_i/2,0)^{0,5} \text{ и } y_i = (d_i/2,0)^{0,4}$$

16. Определите минимальную пористость муллитовой заготовки, отпрессованной с использованием 10% раствора поливинилового спирта при массовом содержании связки в пресспорошке 6,5%. Плотность муллита и поливинилового спирта 3,15 и 1,20 г/см³. Оцените усадку заготовок при спекании до 5% пористости.

17. Оцените скорость оседания и силы, действующие на частицу диоксида титана размером 4 мкм в водном растворе поливинилового спирта с плотностью 1,05 г/см³, вязкостью 25 пз и пределом текучести 13 Па. Плотность диоксида титана 4,20 г/см³. Рассчитайте критерий Рейнольдса для осаждения такой частицы.

18. Постройте кривую распределения по размерам частиц (выход по минусу) по следующей зависимостям:

$$y_i = 0,32 + 0,75 (d_i/2,0)^{0,5} \text{ и } y_i = (d_i/1,2)^{0,6}$$

19. Оцените скорость оседания и число Рейнольдса для корундовых частиц диаметром 0,2 мм в водной суспензии корундовых частиц размером 1 мкм при влажности суспензии 50%, приняв суспензию тонкомолотого корунда за дисперсионную среду. Для расчета вязкости суспензии используйте уравнение Кургаева:

$$\eta = \eta_0 * [1 + 2 * C_v(1 + C_v)/(1 - C_v)]$$

где η_0 – вязкость воды; C_v – объемное содержание твердой фазы.

Сравните результат при случая расчета вязкости по уравнению Майклза:

$$\eta = \eta_0 * \{1 + [(1,25 * C_v)/(1 - C_v/0,74)]\}$$

20. Постройте кривую распределения частиц по размерам, если параметры уравнения Андреасена: $n = 0,35$ и $D_{max} = 2,5$ мм.

21. Постройте кривые распределения частиц по размерам по следующим данным:

Номер сита	2	1	08	063	05	045	035	020	проход
Остаток, г	1,0	2,3	4,3	5,6	7,2	6,3	4,5	8,9	3,5

Подберите параметры регрессионного уравнения.

22. Постройте кривую распределения по размерам частиц по следующим зависимостям:

$$y_i = (d_i/3,5)^{0,5} \text{ и } y_i = 0,15 + 0,885*(d_i/3,5)^{0,5}$$

23. Постройте функции распределения частиц по размерам.

Номер сита	2	1	085	06	05	04	025	015	<015
Масса, г	6,8	10,2	11,4	10,5	14,0	12,2	15,0	14,0	3,5

Подберите параметры регрессионного уравнения.

24. Постройте кривую распределения по размерам частиц (выход по минусу) по следующих зависимостей:

$$y_i = 0,15 + 0,85 (d_i/1,5)^{0,4} \text{ и } y_i = (d_i/1,5)^{0,35}$$

25. Можно ли использовать закон Стокса для описания седиментации частиц диаметром 20 мкм в суспензии глины, если плотность твердой фазы 3,15 г/см³, а плотность и вязкость суспензии 1,17 г/см³ и 18 спз, соответственно? Закон Стокса выполним, если число Рейнольдса не превышает 0,20.

26. Постройте кривую распределения по размерам частиц, если уравнение Андреасена имеет вид:

$$y_i = (d_i/0,50)^{0,43}$$

27. Постройте кривую распределения частиц по размерам, если параметры уравнения Андреасена: $n = 0,25$ и $D_{max} = 3$ мм.

28. Можно ли использовать закон Стокса для описания седиментации частиц диаметром 50 мкм в расплаве парафина, если плотность твердой фазы 3,58 г/см³, плотность и вязкость расплава парафина 0,766 г/см³ и 16 спз, соответственно? Закон Стокса выполним, если число Рейнольдса не превышает 0,20.

29. Постройте кривую распределения по размерам частиц, если уравнение Андреасена имеет вид:

$$y_i = (d_i/23,0)^{0,543}$$

30. Можно ли использовать закон Стокса для описания седиментации частиц диаметром 60 мкм в расплаве парафина, если плотность твердой фазы 3,58 г/см³, плотность и вязкость расплава парафина 0,766 г/см³ и 15 спз, соответственно? Закон Стокса выполним, если число Рейнольдса не превышает 0,20.

31. Определите скорость оседания частиц корунда диаметром 80 мкм в суспензии кварца с влажностью 50%, приняв суспензию тонкомолотого кварца за дисперсионную среду. Для расчета вязкости суспензии используйте уравнение Кургаева:

$$\eta = \eta_0 * [1 + 2 * C_V(1 + C_V)/(1 - C_V)]$$

где η_0 – вязкость воды; C_V – объемное содержание твердой фазы.

Сравните результат при случая расчета вязкости по уравнению Майклза:

$$\eta = \eta_0 * \{1 + [(1,25 * C_V)/(1 - C_V/0,74)]\}$$

Плотность корунда и кварца 4,0 и 2,53 г/см³.

32. Постройте функции распределения частиц по размерам и подберите параметры уравнения регрессии по следующим данным рассева частиц по фракциям:

Размер, мм,	2	1	0,8	0,5	0,4	0,25	0,1	<0,1
Масса порошка, г	2	1	1	2	0,5	0,4	0,3	0,7

33. Оцените скорость седиментации и силы, действующие на частицу диоксида циркония размером 4 мкм в водном растворе поливинилового спирта. Плотность диоксида циркония 5,62 г/см³. Плотность раствора 1,05 г/см³, а предел текучести 15 Па, вязкость раствора 15 сПз. Рассчитайте критерий Рейнольдса для осаждения такой частицы.

34. Оцените скорость оседания частиц кварца размером 10 мкм в суспензии бентонита с массовой концентрацией 3%, вязкостью 7 сПз и пределом текучести 14 Па. Плотности кварца и бентонита 2,65 и 2,53 г/см³.

35. Постройте распределение частиц по размера по следующим данным:

Размер, мм	> 3	3-2	2-1	1-0,5	< 0,5	< 0,09
Масса, г	2,5	15,0	30,0	14,5	56,5	32,0

Подберите параметры уравнения регрессии.

36. Оцените силы, действующие на частицу корунда размером 1 мм в суспензии глины. Плотность корунда и суспензии 4,0 и 1,50 г/см³. Рассчитайте критерий Рейнольдса и скорость осаждения такой частицы. Для расчета вязкости суспензии используйте уравнение Кургаева:

$$\eta = \eta_0 * [1 + 2 * C_v(1 + C_v)/(1 - C_v)]$$

где η_0 – вязкость воды; C_v – объемное содержание твердой фазы.

Сравните результат при случае расчета вязкости по уравнению Майклза:

$$\eta = \eta_0 * \{1 + [(1,25 * C_v)/(1 - C_v/0,74)]\}$$

37. Постройте функции распределения частиц по размерам по следующим данным:

Номер сита	2	1	085	05	04	025	015	проход
Масса порошка, г	1	2	4	2	1	4	35	47

Подберите параметры регрессионного уравнения.

38. Выведите точное соотношение между объемной и линейной усадками, если усадка изотропная. Оцените усадку заготовки и относительную погрешность расчетов по точной и упрощенной формулам при спекании от начальной пористости 24% до теоретической плотности и до остаточной пористости 5%.

39. Выведите формулу для расчета количества твердой фазы, которое необходимо добавить в суспензию для изменения ее плотности от одного значения до другого.

40. Постройте распределение частиц по размерам по следующим данным:

Размер, мм	> 3	3-1	1-0,5	0,5-0,1	< 0,1	< 0,05
Масса, г	2,5	15,0	30,0	12,5	58,0	32,5

Подберите параметры уравнения регрессии.

41. Постройте распределение частиц по размерам по следующим данным:

Размер, мм	> 3	3-2	2-1	1-0,1	< 0,1	< 0,05
Масса, г	10,5	10,0	30,0	22,5	48,0	32,5

Подберите параметры уравнения регрессии.

42. Определите плотность двухфазной смеси фенолформальдегидной смолы и кварца при массовом соотношении компонентов 0,8:1, если плотности смолы и кварца равны 1,30 и 2,65 г/см³, соответственно.

43. Определите плотность смеси ZrO₂ полностью стабилизированного Y₂O₃. Плотность оксида циркония – 6,1 г/см³, оксида иттрия – 5,03 г/см³.

44. Определите плотность смеси ZrO₂ частично стабилизированного Y₂O₃. Плотность оксида циркония – 5,62 г/см³, оксида иттрия – 5,03 г/см³.

45. Оцените скорость седиментации и силы, действующие на частицу диоксида циркония размером 3 мкм в водном растворе поливинилового спирта. Плотность диоксида циркония 5,62 г/см³. Плотность раствора 1,05 г/см³, а предел текучести 12 Па, вязкость раствора 15 сПз. Рассчитайте критерий Рейнольдса для осаждения такой частицы.

46. Определите скорость оседания частиц корунда диаметром 60 мкм в суспензии кварца с влажностью 55%, приняв суспензию тонкомолотого кварца за дисперсионную среду. Для расчета вязкости суспензии используйте уравнение Кургаева:

$$\eta = \eta_0 * [1 + 2 * C_v(1 + C_v)/(1 - C_v)]$$

где η_0 – вязкость воды; C_v – объемное содержание твердой фазы.

Сравните результат при случая расчета вязкости по уравнению Майкльза:

$$\eta = \eta_0 * \{1 + [(1,25 * C_v) / (1 - C_v / 0,74)]\}$$

Плотность корунда и кварца 4,0 и 2,53 г/см³.

47. Определите минимальную пористость муллитовой заготовки, отпрессованной с использованием 5% раствора поливинилового спирта при массовом содержании связки в пресспорошке 6,5%. Плотность муллита и поливинилового спирта 3,15 и 1,20 г/см³. Оцените усадку заготовок при спекании до 5% пористости.

48. Определите минимальную пористость муллитовой заготовки, отпрессованной с использованием 10% раствора поливинилового спирта при массовом содержании связки в пресспорошке 5,0%. Плотность муллита и поливинилового спирта 3,15 и 1,20 г/см³. Оцените усадку заготовок при спекании до 5% пористости.

49. Постройте функции распределения частиц по размерам.

Номер сита	2	1	085	06	05	04	025	015	<015
Масса, г	9,8	11,2	10,4	10,5	14,0	12,2	16,0	14,0	3,5

Подберите параметры регрессионного уравнения.

50. Постройте кривую распределения частиц по размерам, если параметры уравнения Андреасена: $n = 0,15$ и $D_{max} = 2,0$ мм.

Вопрос 1.3

1. Выведите формулу для расчета критической плотности и критического содержания жидкой фазы при полусухом прессовании заготовок.

2. Какое время необходимо для набора стенки толщиной 6 мм при шликерном литье, если стенка толщиной 2,8 мм формируется за 5 мин, а стенка толщиной 3,8 мм - за 10 мин?

3. Какое время необходимо для набора стенки толщиной 6 мм при шликерном литье, если стенка толщиной 2,8 мм формируется за 25 мин?

4. Можно ли на образцах диаметром 50 и высотой 20 мм моделировать прессование заготовок размером 45*70*150 мм? Какую форму образцов Вы можете предложить?

5. Можно ли на образцах диаметром 50 и высотой 40 мм моделировать прессование заготовок размером 45*70*150 мм с отверстием диаметром 30 мм? Предложите форму модельного образца.

6. Оцените давление воздуха, запрессованного в заготовке, если ее конечная пористость 12,0%, относительная насыпная плотность пресспорошка 0,50, а удалено 50% от первоначального количества воздуха.

7. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 12 мм от начальной относительной влажности 17,5% до конечной влажности 3,6%, если допустимый влагосъем составляет 1560 г/м²*час, а плотность влажной заготовки 2,32 г/см³. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды и количество испаряемой влаги, если начальная масса заготовки 18 кг. Сушка двусторонняя.

8. 4. Оцените давление воздуха, запрессованного в заготовке, если насыпная плотность пресспорошка составляет 1,4 г/см³, истинная плотность твердой фазы 2,65 г/см³, высота заготовки составляет 0,65 от высоты засыпки, при прессовании удалено 35% от первоначального количества воздуха.

9. В стальной прессформе при одностороннем прессовании (давление 100 МПа) отформованы 2 вида заготовок высотой 60 мм диаметром 30 и 60 мм. Оцените пористости на глубине 40 мм и у поверхности прессующего пунсона, если параметры уравнения Бережного $a=50$ и $b=15$, коэффициент внешнего трения 0,30, а бокового распора - 0,17. Сравните значения пористости образцов и их значения при двустороннем прессовании.

10. Вычислите скорость капиллярной пропитки и капиллярное давление жидкости в гипсовой форме с размером пор 0,25 мкм и керамической форме с размером пор 2,5 мкм для воды и ацетона. Температура 20 °С, смачивание считать полным.
11. Каким должен быть размер прессформы для изготовления цилиндрических образцов диаметром 30,0 мм, если усадки в сушке и обжиге изотропные, составляют соответственно 2,5 и 6,0%, а упругое расширение заготовки после прессования - 1,5%?
12. Какое время необходимо для набора стенки толщиной 3,5 и 5,0 мм при шликерном литье, если стенка толщиной 7,8 мм формируется за 8 час?
13. Какую минимальную пористость можно получить при полусухом прессовании корундовой заготовки, если массовое содержание связки 7,0%, а ее плотность 1,03 г/см³. Плотность корунда 4,0 г/см³.
14. Оцените силы, действующие на частицу диоксида циркония размером 4 мкм в воде и керосине. Плотность диоксида циркония и керосина 5,56 и 0,76 г/см³. Рассчитайте критерий Рейнольдса и скорость осаждения такой частицы.
15. Рассчитайте высоту засыпки прессформы, если насыпная плотность пресспорошка 1,45 г/см³, плотность заготовки 2,20 г/см³, а ее высота 7,5 мм.
16. Выведите уравнение Попильского - Смоля.
17. Каким должен быть размер прессформы для изготовления цилиндрических образцов диаметром 60,2 мм и высотой 75,4 мм, если усадки в сушке и обжиге составляют соответственно 1,5 и 4,0%, насыпная плотность пресспорошка 1,35 г/см³, плотность заготовки – 2,56 г/см³, а упругое расширение заготовки после прессования - 2,5%?
18. Каким должен быть размер прессформы для изготовления цилиндрических образцов диаметром 35,0 мм, если усадки в сушке и обжиге изотропные, составляют соответственно 0,5 и 11,0%, а упругое расширение заготовки после прессования - 2,5%?
19. Какое время необходимо для набора стенки заготовки толщиной 5 мм, если через 45 мин толщина стенки составляла 7 мм?
20. Можно ли на образцах диаметром 45 и высотой 45 мм моделировать процесс двустороннего прессования корундовых изделий размером 65*125*260 мм? Предложите свой вариант модельных образцов.
21. Определите высоту изделия, которое можно отпрессовать в форме высотой 100 мм, если насыпная плотность пресспорошка 1,60 г/см³, а конечная плотность заготовки 2,28 г/см³.
22. Определите долю связки с плотностью 1,05 г/см³ в заготовке из анатаза, если содержание воздуха в заготовке равно 29%. Плотность заготовки и анатаза 2,80 и 3,90 г/см³.
23. Оцените давление воздуха, запрессованного в заготовке, если ее конечная пористость 12,0%, относительная насыпная плотность пресспорошка 0,50, а удалено 50% от первоначального количества воздуха.
24. Оцените максимально допустимую влажность корундового пресспорошка для формования заготовок плотностью 3,60 г/см³. Плотность корунда 4,0 г/см³.
25. Оцените максимальную высоту корундовой заготовки, которая может быть отформована в прессформе высотой 100 мм, если плотность исходного пресспорошка 1,67 г/см³, а относительная плотность твердой фазы в заготовке 84%.
26. Оцените пористость муллитовой заготовки после удаления термопластичной связки, если объемная усадка составила 4,5%, а плотности заготовки, связки и муллита равны 2,65; 0,85 и 3,15 г/см³. Оцените усадку в обжиге до абсолютно плотного состояния и до пористости 11%.
27. При одностороннем прессовании заготовки диаметром 60 и высотой 70 мм пористость на расстоянии 1 и 60 мм от верхнего пуансона составила 18,2% и 19,0%, соответственно. Как изменятся эти показатели, если снизить коэффициент внешнего трения от 0,5 до 0,2?

28. Рассчитайте максимальную плотность упаковки твердой фазы и кажущуюся плотность заготовки, отпрессованной из корунда при 10% содержании связки. Плотность связки и корунда 1,08 и 4,00 г/см³.

29. Резец изготовлен пропиткой спеченной заготовки из карбида титана никелем. Определите массовую долю никеля в изделии, если плотность исходной заготовки, никеля и карбида титана составляют 3,70, 8,9 и 4,5 г/см³.

30. Сравните скорости набора стенки заготовки при литье в гипсовую и керамическую формы, если углы смачивания гипса и керамики шликером 83 и 79 град, а размер пор 0,17 и 2,5 мкм, соответственно.

31. Оцените минимальное время сушки заготовки полнотелого кирпича с размерами 68*130*260 мм от начальной относительной влажности 18,5% до конечной влажности 2,5%, если допустимый влагоъем составляет 2700 г/м²*час, а плотность влажной заготовки и твердой фазы 2,20 и 2,40 г/см³. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды и общее количество удаляемой влаги.

32. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 13 мм от начальной относительной влажности 17% до конечной влажности 5%, если допустимый влагоъем составляет 1700 г/м²*час. Плотность влажной заготовки 2,15 г/см³. Сушка двусторонняя. Рассчитайте исходное и конечное содержание воды в заготовке с исходной массой 15 кг и ее объемную концентрацию.

33. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 2 мм от начальной относительной влажности 14% до конечной влажности 1,5%, если допустимый влагоъем составляет 1700 г/м²*час, плотность влажной заготовки 2,2 г/см³, сушка односторонняя. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды в заготовке массой 50 г.

34. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 2,5 мм от начальной относительной влажности 16% до конечной влажности 2,5%, если допустимый влагоъем составляет 1770 г/м²*час, а плотность влажной заготовки 2,2 г/см³, сушка двусторонняя. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды в заготовке и количество воды испаряемой из заготовки объемом 100 см³.

35. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 23 мм от начальной относительной влажности 17% до конечной влажности 5%, если допустимый влагоъем составляет 1700 г/м²*час, а плотность влажной заготовки 2,15 г/см³, сушка двусторонняя. Рассчитайте начальное и конечное объемное содержание воды в заготовке массой 50 кг с исходной влажностью.

36. Какое время необходимо для набора стенки толщиной 5 мм при шликерном литье, если стенка толщиной 2,8 мм формируется за 20 мин?

37. Какое время необходимо для сушки заготовки плитки для полов, если ее толщина при толщине 13 мм.

38. Какое количество воды удаляется при уменьшении влажности заготовки размером 65*125*250 мм от 18,6 до 2,0%, если кажущаяся плотность твердой фазы 1,56 г/см³?

39. Можно ли на образцах диаметром 50 и высотой 65 мм моделировать процесс двустороннего прессования корундовых изделий размером 65*125*260 мм? Предложите свой вариант модельных образцов.

40. Оцените минимальное время сушки облицовочной плитки толщиной 6 мм от начальной относительной влажности 9% до конечной влажности 0,5%, если допустимый влагоъем 2200 г/м²*час, плотность влажной заготовки и твердой фазы 1,8 и 2,5 г/см³, сушка двусторонняя. Рассчитайте исходное и конечное содержание воды и воздуха в реальной заготовке размером 150*150*6 мм.

41. Оцените минимальное время сушки заготовки полнотелого кирпича с размерами 68*130*260 мм от начальной относительной влажности 20,5% до конечной влажности 3,0%, если допустимый влагоъем составляет 2500 г/м²*час, а плотность

влажной заготовки и твердой фазы 2,20 и 2,40 г/см³. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды и общее количество удаляемой влаги.

42. Оцените минимальное время сушки заготовки толщиной 3 см от начальной относительной влажности 19,5% до конечной влажности 2%, если допустимый влагосъем составляет 0,24 г/см²*час, плотность влажной заготовки 1,75 г/см³. Сушка двусторонняя.

43. Оцените минимальное время сушки заготовки толщиной 3,8 см от начальной относительной влажности 24% до конечной влажности 1,5%. Допустимый влагосъем 1900 г/м²*час, плотность влажной заготовки 2,20 г/см³, сушка двусторонняя. Рассчитайте исходное и конечное содержание воды по массе и объему, если масса высушенной заготовки составляет 6,8 кг.

44. Оцените минимальное время сушки заготовки толщиной 35 мм от начальной относительной влажности 19,4% до конечной влажности 1,5%, если допустимый влагосъем 2500 г/м²*час, плотность влажной заготовки и твердой фазы 2,20 и 2,56 г/см³. Сушка двусторонняя. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды и количество испаренной влаги, если начальный объем заготовки 1800 см³.

45. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 1,5 мм от начальной относительной влажности 21% до конечной влажности 2,5%, если допустимый влагосъем составляет 1400 г/м²*час, а плотность влажной заготовки 2,2 г/см³, сушка двусторонняя. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды и ее массу в высушенной заготовке весом 300 г.

46. Оцените плотность образца диаметром 350 и высотой 45 мм, полученного односторонним прессованием, и его усадку при спекании до абсолютно плотного состояния, если для образца диаметром 50 и высотой 50 мм средние значения пористости 18,8%, а для образца диаметром 30 и высотой 45 мм - 17,9%. Давление прессования постоянно, усадка изотропная.

47. Рассчитайте плотность и пористость заготовки после удаления термопластичной связки, если объемная усадка составила 12,5%. Плотности заготовки, связки и твердой фазы равны 2,65; 0,85 и 3,65 г/см³. Оцените исходное количество связки в заготовке объемом 250 см³.

48. Рассчитайте плотность и пористость муллитовой заготовки после удаления термопластичной связки, если объемная усадка составила 10,5%, а плотности заготовки, связки и муллита равны 2,65; 0,85 и 3,15 г/см³. Оцените исходное количество термопластичной связки в заготовке объемом 500 см³.

49. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 25 мм от начальной относительной влажности 17% до конечной влажности 5%, если допустимый влагосъем составляет 1700 г/м²*час, плотность влажной заготовки 2,15 г/см³, сушка двусторонняя. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды для заготовки массой 50 кг.

50. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 3,5 мм от начальной относительной влажности 24% до конечной влажности 2,5%, если допустимый влагосъем составляет 1500 г/м²*час, а плотность влажной заготовки 2,2 г/см³, сушка двусторонняя. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды и ее массу в высушенной заготовке весом 250 г.

Вопрос 1.4

1. Виброформование. Основные варианты метода.
2. Высокоэнергетические методы измельчения. Области применения, достоинства и недостатки.
3. Влияние зернового состава на седиментационную устойчивость шликеров.
4. Временные технологические связки и их роль при формовании и сушке, компоненты связок, требования к связкам.

5. Горячее литье заготовок. Влияние технологических факторов на их свойства. Виды брака и способы его предотвращения.
6. Горячее литье заготовок. Факторы, определяющие технологические свойства литейных шликеров.
7. Дополнительные виды обработки керамических изделий: глазурирование.
8. Дополнительные виды обработки керамических изделий: металлизация.
9. Измельчение исходных компонентов: типы измельчения, агрегаты для измельчения.
10. Измельчение порошков на вибромельницах. Особенности измельчения, достоинства и недостатки.
11. Измельчение порошков на мельницах планетарного типа. Особенности измельчения, достоинства и недостатки.
12. Измельчение сырья природного происхождения.
13. Изостатическое прессование. Сравните метод с прессованием в жесткую форму и виброформованием.
14. Методы литья заготовок из глиносодержащих масс. Способы интенсификации.
15. Механоактивация – цели и задачи.
16. Намол мелющих тел в ходе измельчения – причины и способы устранения.
17. Основные механизмы измельчения. Способы интенсификации тонкого помола.
18. Пластическое формование. Достоинства и недостатки. Способы интенсификации.
19. Пластическое формование. Причины возможного брака и способы их устранения.
20. Полусухое прессование. Источники трения при прессовании и способы их устранения.
21. Полусухое прессование. Сравнительная характеристика методов.
22. Прессуемость порошков как фактор, учитываемый при полусухом прессовании.
23. Причины образования трещин при прессовании. Способы предотвращения.
24. Способы описания и определения дисперсности порошков. Области применения.
25. Способы оценки формовочных свойств пластичных масс и глиносодержащего сырья. Сравнительная характеристика методов.
26. Сравнительная характеристика методов пластического формования, полусухого прессования и горячего литья.
27. Сравнительная характеристика процессов шликерного литья заготовок из глиносодержащих и оксидных материалов.
28. Факторы, определяющие технологические свойства водных литейных шликеров. Виды брака при шликерном литье.
29. Факторы, определяющие технологические свойства водных литейных шликеров. Виды брака при шликерном литье.
30. Физико-химические основы шликерного литья. Способы управления технологическими свойствами водных шликеров из оксидов.
31. Фракционирование исходных материалов.
32. Дополнительные виды обработки керамических изделий: шлифовка и полировка.
33. Допрессовка керамики.
34. Какой может быть максимальная концентрация твердой фазы в шликере? Каким образом можно достигнуть максимального содержания твердой фазы в шликере?

35. Классификация методов измельчения. Механизмы разрушения. Процессы, происходящие при измельчении и методы их интенсификации.
36. Массонабор при шликерном литье.
37. Основные процессы, происходящие при полусухом прессовании. Закономерности уплотнения при прессовании.
38. Поведение твердой, жидкой и газообразной фаз при прессовании при полусухом прессовании.
39. Процесс коалесценции в обжиге.
40. Процесс рекристаллизации в обжиге.
41. Раскатка. Основные факторы, определяющие протекание процесса. Формы для изготовления изделий и предъявляемые к ним требования.
42. Седиментационная устойчивость шликеров и способы ее повышения.
43. Сливное и наливное литье: сравнение.
44. Спекание как основной процесс, происходящий при обжиге. Основные стадии спекания.
45. Сушка заготовок в гипсовой форме.
46. Сушка заготовок. Движущая сила, основные закономерности.
47. Типовая схема приготовления формовочных масс для пластического формования.
48. Типовая схема приготовления формовочных масс для полусухого прессования.
49. Типовая схема приготовления формовочных масс для шликерного литья.
50. Экструзия. Особенности деформации массы в шнековых и поршневых прессах.

Примеры вопросов к контрольной работе №2. Максимальная оценка – 14 баллов. Контрольная работа №2 содержит 2 вопроса, по 7 баллов за вопрос.

Вопрос 2.1

1. Механическая прочность керамических материалов. Зависимость механической прочности от пористости, размера и формы пор, фазового состава.
2. Механическая прочность керамических материалов. Теоретическая и реальная прочность.
3. Механическая прочность. Теоретическая и реальная прочность. Зависимость прочности материалов различной природы от температуры.
4. Модуль Вейбулла. Способы оценки и физический смысл модуля Вейбулла.
5. Морозостойкость. Классификация пор с позиций морозостойкости.
6. Морозостойкость. Методы определения.
7. Трещиностойкость. Определение трещиностойкости.
8. Электропроводность. Зонная теория проводимости. Виды носителей электрического заряда.
9. Диэлектрическая проницаемость. Абсолютная и относительная проницаемость.
10. Крипоустойчивость. Стадии ползучести.
11. Механизмы поляризации.
12. Модули упругости I и II рода. Зависимость модуля упругости от фазового состава, пористости.
13. Модули упругости I и II рода. Коэффициент Пуассона. Связь между модулями упругости.
14. Определение влияния пористости на механическую прочность керамики по уравнению Вейла.

15. Ползучесть аморфных и кристаллических тел. Факторы, влияющие на ползучесть.
16. Ползучесть Кобла. Общее представление о картах деформации.
17. Ползучесть Набарро – Херринга. Общее представление о картах деформации.
18. Поляризация. Поляризуемость. Понятие о локальном поле диэлектрика.
19. Температура деформации под нагрузкой. Факторы, влияющие на температуру деформации под нагрузкой.
20. Температура деформации под нагрузкой. Характерные точки на кривой деформация – температура.
21. Электропроводность. Основное уравнение электропроводности. Влияние различных факторов на электропроводность.
22. Электропроводность. Температурная зависимость проводимости. Собственная и примесная проводимость.
23. Диэлектрическая проницаемость. Поляризация. Поляризуемость. Частотная зависимость поляризуемости.
24. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Температурная зависимость теплоемкости. Температура Дебая.
25. Диэлектрическая проницаемость. Группы материалов по диэлектрической проницаемости.
26. Диэлектрические потери. Виды потерь.
27. Пробой диэлектрика. Пробивное напряжение. Механизмы пробоя.
28. Сегнетожесткие и сегнетомягкие материалы.
29. Сегнетоэлектрики. Петля сегнетоэлектрического гистерезиса. Характерные точки.
30. Средний и истинный ТКЛР. Влияние структуры кристаллической решетки на ТКЛР. ТКЛР многофазных материалов.
31. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости.
32. Температурный коэффициент линейного и объемного расширения. Связь между ними.
33. Теплопередача. Теплопроводность. Фононная теория теплопроводности. Температурная зависимость теплопроводности. Температура Дебая.
34. Факторы, влияющие на теплопроводность. Теплопроводность многофазных материалов.
35. Частотная и температурная зависимости диэлектрических потерь.
36. Термостойкость. Теория максимальных напряжений. Критерии термической стойкости R^0 , R^I , R^{II} , их физический смысл.
37. Термостойкость. Способы повышения термической стойкости.
38. Пьезоэффект. Электрострикция. Параметры, характеризующие пьезоэлектрические свойства материалов.
39. Термостойкость. Теория двух стадий. Критерии термической стойкости R^{III} , R^{IV} , их физический смысл.
40. Сегнетоэлектрический эффект. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры для сегнетоэлектриков на примере $VaTiO_3$. Температура Кюри.
41. Длительная прочность. Способы оценки длительной прочности.
42. Классификация пор в керамических материалах по К. К. Стрелову.
43. Классификация пор по IUPAC.
44. Магнитный момент. Магнитожесткие и магнитомягкие материалы.
45. Магнитный момент. Природа магнитного поля. Магнетон Бора. Кривая магнитного гистерезиса, характерные точки.

46. Оценка огнеупорности керамики: требования к образцам, оборудованию, условия проведения эксперимента.
47. Оценка термической стойкости методами теплосмен, максимального температурного перепада, по потере прочности материала.
48. Понятия: фазовый состав; общая, открытая, закрытая пористость; относительная, средняя и истинная плотность. Связь между указанными характеристиками.
49. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Изменение теплоемкости при фазовых переходах I и II рода.
50. Термическая стойкость. Влияние хрупкости на термическую стойкость. Критерии сопротивления. Способы создания термостойких структур.

Вопрос 2.2

1. Биосовместимость керамики.
2. Виды пор в керамике. Классификация керамических материалов по величине пористости.
3. Газопроницаемость керамических материалов и способы ее оценки.
4. Длительная прочность керамических материалов и способы ее оценки.
5. Зонная теория электропроводности. Классификация материалов с точки зрения электропроводности.
6. Каталитические свойства керамики.
7. Керамика как полупрозрачное тело. Белизна керамики и методы ее оценки.
8. Определение влияния пористости на механическую прочность керамики по уравнению Рышкевича.
9. Оптические свойства керамики. Взаимодействие керамики со светом, рассеяние, поглощение и отражение света.
10. Основные сведения о природе ферромагнетизма. Строение магнитных шпинелей.
11. Понятие биоинертных и биоактивных керамических материалах.
12. Пьезоэлектрические характеристики керамических материалов.
13. Термическая стойкость. Оценка термической стойкости керамики методом «полого цилиндра». Достоинства и недостатки метода.
14. Удельная поверхность порошков.
15. Условия получения оптически прозрачного керамического материала.
16. Химическая стойкость керамики. Факторы, определяющие сопротивление коррозии.
17. Виды диэлектрических потерь в керамических материалах. Температурная и частотная зависимости диэлектрических потерь.
18. Влияние хрупкости керамики на термическую стойкость. Мера хрупкости. Критерии сопротивления.
19. Износостойкость керамических материалов. Способы оценки износостойкости.
20. Коэффициент Пуассона и его физический смысл.
21. Методы исследования фазового состава керамики.
22. Микротвердость керамики.
23. Параметры, характеризующие поровую структуру керамических материалов. Распределение пор по размерам.
24. Пластическое разрушение керамических материалов.
25. Собственная и примесная проводимость керамики. Температурная зависимость электропроводности. Энергия активации проводимости.
26. Способы повышения модуля упругости материалов на основе керамики.
27. Твердость керамических материалов. Способы оценки твердости.

28. Упругое разрушение керамики.
29. Факторы, оказывающие влияние на твердость керамики.
30. Фрагментарная теория термической стойкости. Пути повышения термической стойкости керамических материалов.
31. Хрупкость керамических материалов.
32. Электрическая прочность керамики, виды и механизмы пробоя диэлектрика.
33. Взаимосвязь поляризации и диэлектрической проницаемости.
34. Виды напряженного состояния при определении термостойкости методом последовательных теплосмен.
35. Водопоглощение керамических материалов.
36. Диэлектрические потери в кристаллических и аморфных материалах.
37. Механизмы разрушения керамики при воздействии агрессивных сред.
38. Механическая прочность. Виды напряженного состояния в керамических материалах.
39. Модуль Юнга. Определение модуля упругости керамики динамическим методом. Достоинства и недостатки.
40. Определение влияния пористости на механическую прочность керамики по уравнению Бальшина.
41. Определение влияния размера зерен на механическую прочность. Уравнение Кнудсена.
42. Плотность керамических материалов. Методы определения.
43. Подбор фракционного состава огнеупоров. Цели и основные принципы.
44. Поляризация керамики, ее виды и взаимосвязь с диэлектрической проницаемостью.
45. Пористость. Методы исследования пористости керамических материалов.
46. Природа ферромагнетизма. Понятие о магнитном гистерезисе ферритов. Характерные точки петли гистерезиса.
47. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Влияние пористости, размера и формы пор на механическую прочность.
48. Теория распространения трещин по Оровану-Гриффитсу.
49. Упругие свойства керамики. Модули упругости I и II рода, взаимосвязь между ними. Влияние различных факторов на модуль упругости.
50. Устойчивость керамики к расплавам стекол.

Лабораторный практикум

Лабораторный практикум по дисциплине «Химическая технология керамики» выполняется в соответствии с Учебным планом в 6 семестре и занимает 32 акад. ч. Лабораторные работы охватывают все три раздела дисциплины. В практикум входит 6 работ, по 4, либо по 8 ч на каждую работу.

Максимальное количество баллов за выполнение лабораторного практикума составляет 30 баллов (максимально по 5 баллов за каждую работу: 2 за решение задачи по тематике лабораторной работы, 2 за допуск к выполнению лабораторной и 1 – за защиту выполненной лабораторной работы). Количество работ и баллов за каждую работу может быть изменено в зависимости от их трудоемкости.

Примеры лабораторных работ и разделы, которые они охватывают

№ п/п	№ раздела дисциплины	Трудоемкость, акад. ч.	Наименование лабораторных работ
1	1	4	Определение пористости, водопоглощения и средней плотности керамических материалов
2	3	4	Определение модуля упругости керамических материалов
3	2	4	Изучение прессуемости керамических порошков
4	3	8	Определение термической стойкости и механической прочности керамики
5	2	4	Определение числа пластичности формовочной массы
6	2	8	Изучение разжижаемости, набора массы и водоотдачи глинистых шликеров

Для решения задач по тематике лабораторной работы всем обучающимся на первом занятии присваиваются варианты заданий.

За выполнение каждой задачи максимальное количество баллов составляет 2 балла. Количество задач, решаемых обучающимся, соответствует количеству лабораторных работ.

Примеры задач к лабораторному практикуму:

Задачи к лабораторной работе «Определение пористости, водопоглощения и средней плотности керамических материалов»

Определите графически температуру спекания, температурный интервал спекшегося состояния для керамических изделий по результатам определения линейной усадки и водопоглощения:

Вариант	1	2	3	4	5
Изделие	Техническая керамика	Фарфор	Техническая керамика	Фарфор	Техническая керамика
Температура обжига, °С	Водопоглощение, % / Линейная усадка, %				
600	-	32,2/-0,5	-	32,1/-0,6	-
650	-	32,0/0,0	-	-	-
700	-	-	-	31,5/1,0	-
750	-	31,1/1,8	-	-	-
800	-	-	-	29,0/2,9	-
850	-	25,9/4,0	-	-	-
900	-	-	29,4/-0,3	22,3/5,5	-
950	-	18,1/7,5	-	-	-
1000	-	-	22,4/0,0	14,0/9,8	30,2/-0,2
1050	31,0/-0,5	10,0/11,5	-	-	-
1100	25,8/0,0	-	17,8/0,5	6,0/13,1	20,2/0,2
1150	12,5/2,0	4,0/14,5	-	-	12,6/2,0
1200	5,5/9,5	-	12,2/2,4	1,6/15,5	8,4/6,0
1250	1,5/13,5	0,5/16,5	8,9/4,6	0,6/16,3	5,0/9,5
1300	0,4/14,0	0,1/16,7	5,6/7,3	0,1/17,0	3,0/12,0
1350	0,05/15,0	0,1/16,8	2,4/10,1	0,1/16,8	1,1/13,6

1400	0,01/15,3	0,1/16,7	1,5/12,9	0,3/16,6	0,4/14,2
1450	0,01/15,2	0,4/16,3	0,1/14,5	0,7/15,8	0,05/15,0
1500	0,02/15,1	1,5/15,4	0,01/15,5	-	0,01/15,3
1550	0,04/15,0	-	0,01/15,6	-	0,01/15,4
1600	-	-	0,01/15,5	-	0,02/15,3

Задачи к лабораторной работе «Определение модуля упругости керамических материалов»

Рассчитайте динамический модуль упругости материалов согласно экспериментальным данным, полученным для образцов, имеющих размеры: длина 100,0 мм, диаметр 7,0 мм.

Вариант	Материал	Масса, г	Частота резонанса, Гц
1	Микролит (Al_2O_3)	15,01	6170
2	ZrO_2	23,09	3300
3	SiC	12,20	7480
4	Шпинель ($MgOAl_2O_3$)	13,78	5050
5	MgO	13,08	5700

Задачи к лабораторной работе «Изучение прессуемости порошков»

Изучали прессуемость порошков, при этом для некоторых давлений прессования определяли общую пористость.

Требуется:

1. Вычислить усилие пресса, необходимое для получения каждого из данных давлений прессования.
2. Определить коэффициенты a и b в уравнении Бережного и изобразить графически зависимость $\Pi=f(P)$
3. Определить коэффициенты A и B в уравнении Бережного и изобразить графически зависимость $\rho=f(P)$
4. Рассчитать навеску при каждом давлении прессования, если высота прессовки составляет 0,6 от диаметра прессформы.
5. Представить давления прессования в H/mm^2 , kg/cm^2 .

Вариант	Материал	Диаметр прессформ, мм	Общая пористость при давлении прессования P , МПа			
			25	50	75	100
1	Муллит	20	38,0	36,0	35,0	34,0
2	Корунд	30	37,0	35,0	34,5	34,0
3	Шпинель	40	37,0	34,0	33,0	32,4
4	Кварц	50	37,0	35,0	34,0	33,5
5	Периклаз	60	37,0	34,0	33,0	31,5

Задачи к лабораторной работе «Определение термической стойкости и механической прочности керамики»

Рассчитайте термические напряжения, возникающие в материале при условии, что термическое расширение ограничено в одном, двух и трех направлениях. Материал

подвергают охлаждению от t_1 до t_2 . Коэффициент Пуассона=0,3.

Вариант	Материал	Е, ГПа	$\alpha \cdot 10^6, \text{K}^{-1}$	t_1	t_2
1	Периклазовый огнеупор	100	14	1050	50
2	Корундовый огнеупор	200	8	1000	20
3	Огнеупор из ZrO_2	170	15	1000	100
4	Уралит	150	4,9	800	20
5	Ультрафарфор УФ-53	200	5,5	1000	50

Задачи к лабораторной работе «Определение числа пластичности формовочной массы»

Определить число пластичности и класс пластичности глины, если при добавлении к 50 г глины с относительной влажностью w воды в количестве m_1 (г) получилась пластичная масса, которую испытывали на приборе Васильева. Для требуемого соединения пластов к массе пришлось добавить m_2 (г) абсолютно сухой глины. Предел раскатывания глины $W_{\text{раск}}$.

Вариант	W	m_1	m_2	m_3	$W_{\text{раск}}$
1	2	12	10	-	7
2	4	5	9	-	7
3	3	8	4	-	7
4	3	8	3	-	9
5	5	6	10	14	9

Задачи к лабораторной работе «Изучение разжижаемости, набора массы и водоотдачи глинистых шликеров»

Порцию массы m (г) и относительной влажностью w_1 (%) затворяли дистиллированной водой до получения массы относительной влажностью w_2 (%). Добавляя порции электролита V_1 (мл)/воды V_2 (мл), определяли время истечения шликера τ (с) (вискозиметр Энглера). Определить количество воды, необходимое изменения влажности и содержания электролита в массе. Концентрация раствора электролита – 10 мас. %

Вариант	1	2	3	4	5	6
M	194	196	198	200	202	204
w₁	12	13	14	15	16	18
w₂	33	34	35	36	37	38
V₁/V₂	0,3/3,0	0,2/2,0	0,4/4,0	0,3/3,0	0,4/4,0	0,15/3,0
τ_1	65/70	23/40	18/38	17/62	16/40	15/50
τ_2	55/67	19/36	16/34	15/58	15/36	12/44
τ_3	50/65	18/33	14/30	13/54	12/33	10/42
τ_4	52/64	21/32	18/29	16/52	14/31	13/41
τ_5	63/63	25/31	19/28	18/51	17/30	14/40
τ_6	65/63	27/30	27/30	20/49	19/29	16/40

Примеры вопросов для допуска к выполнению лабораторных работ:

Вопросы допуска к выполнению лабораторной работы «Определение пористости, водопоглощения и средней плотности керамических материалов»

1. Что такое микроструктура керамики?
2. Что такое макроструктура керамики?
3. Перечислите виды плотностей и их отличия друг от друга?
4. Перечислите методы определения истинной плотности.
5. Приведите примеры методов определения средней плотности.
6. Перечислите виды пористости по происхождению.
7. Что такое водопоглощение?
8. В чем заключается сущность процесса кипячения при определении средней плотности, открытой пористости и водопоглощения?
9. В чем отличие процесса кипячения от вакуумирования при определении средней плотности, открытой пористости и водопоглощения?
10. Для чего после кипячения необходимо проводить гидростатическое взвешивание?
11. Как изменяется водопоглощение с ростом температуры в процессе спекания?
12. Как изменяется средняя плотность с ростом температуры в процессе спекания?
13. Как изменяется открытая пористость с ростом температуры в процессе спекания?
14. Как изменяется линейная усадка с ростом температуры в процессе спекания?
15. Какие интервалы выделяются на кривых изменения линейной усадки, средней плотности, открытой пористости и водопоглощения с ростом температуры?
16. Что такое интервал спекания?
17. Что такое интервал спекшегося состояния?
18. Что такое пережог?
19. Что такое температура спекания?
20. Как графически можно определить температуру спекания материала?

Вопросы допуска к выполнению лабораторной работы «Определение модуля упругости керамических материалов»

1. Что такое модуль упругости?
2. Что такое модуль всесторонней объемной упругости?
3. Что такое коэффициент Пуассона?
4. Какие значения, как правило, принимает коэффициент Пуассона для керамических материалов?
5. Что такое модуль сдвига?
6. Взаимосвязь между модулем упругости и модулем сдвига.
7. Перечислите факторы, влияющие на модуль упругости.
8. Каким образом строение кристаллической решетки влияет на модуль упругости?
9. Опишите влияние пористости на модуль упругости?
10. Влияние температуры на модуль упругости.
11. Является ли модуль упругости аддитивной характеристикой в многофазном материале?
12. Модель Войта для расчета модуля упругости.

13. Модель Рейса для расчета модуля упругости.
14. Изобразите графически характер зависимости модуля упругости от температуры.
15. Почему на кривой влияния температуры на модуль упругости может появляться гистерезис?
16. Приведите примеры методов определения модуля упругости.
17. Приведите плюсы и минусы статического метода определения модуля упругости.
18. В чем заключается преимущество определения модуля упругости динамическим методом?
19. Что такое резонанс?
20. Методика определения модуля упругости динамическим методом?

Вопросы допуска к выполнению лабораторной работы «Изучение прессуемости порошков»

1. Что такое полусухое прессование?
2. Перечислите виды полусухого прессования по времени приложения нагрузки.
3. Какие изделия получают методом полусухого прессования?
4. Опишите процессы, происходящие при прессовании порошка (случай одноосного одностороннего прессования).
5. В результате каких явлений может происходить разрушение заготовки в ходе прессования?
6. Что такое критическое состояние системы при полусухом прессовании?
7. Перечислите основные соединения, применяемые в качестве временных технологических связей (ВТС) при прессовании и требования к ним.
8. Роль ВТС при полусухом прессовании.
9. Перечислите основные уравнения прессования.
10. Уравнения Бережного и физический смысл входящих в них величин.
11. Уравнение Бальшина.
12. Влияние времени прессования на пористость заготовки.
13. Распределение пористости по высоте заготовки. Уравнение Попильского-Смоля.
14. При каком соотношении диаметра к высоте заготовки применение полусухого прессования в качестве метода формования является целесообразным?
15. Изобразите распределение плотности по высоте заготовки при одностороннем прессовании.
16. Перечислите методы повышения равноплотности изделий.
17. Опишите влияние зернового состава на плотность прессовки.
18. В чем заключается сущность изостатического прессования?
19. Что из себя представляет динамическое прессование?
20. Перечислите плюсы и минусы полусухого прессования.

Вопросы допуска к выполнению лабораторной работы «Определение термической стойкости и механической прочности керамики»

1. Что такое прочность керамического материала?
2. Перечислите факторы, влияющие на прочность керамики.
3. Перечислите виды прочности, на определение которых проводятся испытания.

4. При каком виде напряженного состояния керамические материалы работают лучше всего?
5. Перечислите методы определения прочности на изгиб.
6. Какие напряжения присутствуют в материале при трехточечном изгибе?
7. Какие напряжения присутствуют в материале при четырехточечном изгибе?
8. В чем состоит принципиальное отличие трехточечного изгиба от четырехточечного?
9. Опишите требования, предъявляемые к образцам при испытании на прочность при изгибе.
10. Что такое термостойкость?
11. Для каких типов изделий необходимо проведение испытаний на определение термостойкости?
12. Перечислите факторы, влияющие на термостойкость.
13. Приведите критерии термостойкости.
14. Физический смысл критерия термостойкости R^0 .
15. Опишите влияние структуры на термическую стойкость.
16. Как пористость влияет на термостойкость?
17. Как влияет на термостойкость температурный коэффициент линейного расширения?
18. Какие критерии термостойкости используются для описания пористых материалов? Почему?
19. Приведите методы повышения термостойкости изделий.
20. Перечислите методы определения термической стойкости.

Вопросы допуска к выполнению лабораторной работы «Определение числа пластичности формовочной массы»

1. Что такое пластическое формование?
2. Какие изделия получают методом пластического формования?
3. Что такое число пластичности?
4. На какие классы подразделяют глины по числу пластичности?
5. Что такое предел текучести?
6. Что такое предел раскатывания?
7. Что такое оптимальная формовочная влажность?
8. Методика определения числа пластичности на приборе Васильева.
9. Как зависит вязкость массы от приложенного напряжения сдвига?
10. Как зависит скорость деформации от приложенного напряжения сдвига?
11. Какими процессами характеризуется предел практически неразрушенной структуры?
12. Какие виды деформаций характерны для пластической массы при приложении нагрузки?
13. Какие факторы влияют на оптимальную формовочную влажность массы?
14. Перечислите виды пластического формования.
15. Какие виды дефектов характерны для формования массы экструзией?
16. Предложите методы устранения дефектов при пластическом формовании.
17. Какое оборудование применяется при экструзии?
18. Что такое допрессовка?
19. Какие изделия получают методом обточки?
20. Перечислите плюсы и минусы пластического формования.

Вопросы допуска к выполнению лабораторной работы «Изучение разжижаемости, набора массы и водоотдачи глинистых шликеров»

1. Что такое шликер?
2. Перечислите виды шликерного литья.
3. Какие изделия получают шликерным литьем?
4. Из каких материалов изготавливаются формы для литья?
5. Какие факторы влияют на скорость набора массы при литье?
6. Каким образом можно улучшить смачиваемость частиц твердой фазы в шликере?
7. Как можно повысить седиментационную устойчивость шликеров?
8. Как влияет зерновой состав на процесс седиментации в шликере?
9. Какой может быть максимальная концентрация твердой фазы в шликере?
10. Формирование двойного электрического слоя в глинистых шликерах.
11. Как заряжены частицы глины в водном шликере?
12. Для чего применяются электролиты в шликерном литье?
13. В чем отличие индифферентных и неиндифферентных электролитов?
14. Что такое коэффициент загустевания шликера?
15. Методика определения коэффициента загустевания.
16. Методика подбора оптимальной влажности шликера.
17. Опишите метод пленочного литья.
18. Опишите метод электрофоретического литья.
19. Опишите метод литья термопластичных шликеров.
20. Каким образом удаляется ВТС при горячем литье шликеров?

Защита лабораторных работ проводится в виде устного опроса обучающихся. Максимальная оценка за защиту лабораторной работы – 1 балл.

Умение обучающегося предоставить ответы на вопросы, а также выполнение лабораторного практикума демонстрирует освоение им следующих компетенций и индикаторов их достижения: *ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.*

3.2.3. Рекомендации по оцениванию реферата

Реферат рабочей программой дисциплины не предусмотрен.

4. Промежуточный контроль

4.1. ФОС для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Химическая технология керамики» предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить результаты освоения дисциплины.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций и индикаторов их достижения у обучающихся по дисциплине является экзамен.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к экзамену.

4.2. Оценивание обучающегося на экзамене.

Оценка экзамена	Требования к знаниям
«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и полностью усвоил материал; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает; умеет тесно увязывать теорию с практикой; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; использует в ответе материал из различных литературных источников; правильно обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал; грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач; владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по дисциплине.
«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей; допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала; неуверенно отвечает; допускает серьезные ошибки; не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной дисциплине.

4.3. Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

Максимальное количество баллов за экзамен – 40 баллов. Экзаменационный билет содержит 3 теоретических вопроса и 1 задачу. Первый вопрос охватывает разделы 1-2 рабочей программы, вопросы 2-3 относятся к разделу 3 рабочей программы. Каждый из вопросов оценивается в 10 баллов. Решение задачи оценивается в 10 баллов.

Вопрос 1.

1. Временные технологические связки и их роль при формовании и сушке, компоненты связок, требования к связкам.
2. Методы представления и характеристики зернового состава. Классификация и характеристика методов диспергирования.
3. Механизмы диспергирования. Агрегаты, используемые для измельчения и области их применения.
4. Обобщенная схема технологического процесса производства керамики и огнеупоров. Характеристика основных переделов.
5. Основные типы структур керамических материалов. Плотносспекшаяся керамика, керамика зернистого строения, пористая проницаемая керамика, керамика из ультрадисперсных порошков.
6. Основные характеристики, используемые для описания упаковки твердой фазы. Соотношения между твердой, жидкой и газообразной фазами.
7. Полусухое прессование. Сущность метода. Классификация способов прессования по направлению усилий, скорости и режиму нагружения.
8. Разделение порошков по крупности.
9. Стеновой кирпич и камень. Типовая технология производства.
10. Технология оксидно-углеродистых огнеупоров.
11. Технология плитки для пола.
12. Технология производства дренажных и канализационных труб.
13. Технология производства хозяйственно-бытовой керамики.
14. Технология стеновой плитки.
15. Технология фасадной плитки.
16. Типовая схема производства алюмосиликатных огнеупоров.
17. Типовая схема производства безобжиговых огнеупоров.
18. Типовая схема производства карбидкремниевых огнеупоров.
19. Типовая схема производства керамики санитарно-технического назначения.
20. Типовая схема производства кордиеритовых огнеупоров.
21. Типовая схема производства фарфоровой посуды.
22. Типовая схема производства шамотных огнеупоров.
23. Типовая технология керамики электротехнического назначения.
24. Типовая технология технической керамики.
25. Типовые схемы приготовления формовочных масс для пластического формования.
26. Типовые схемы приготовления формовочных масс для полусухого прессования.
27. Типовые схемы приготовления формовочных масс для шликерного литья.
28. Тонкий помол. Основные способы тонкого помола. Методы защиты измельчаемых материалов от загрязнения. Особенности измельчения пластичных материалов.
29. Феноменологическое описание одноосного прессования в жесткой матрице. Поведение твердой, жидкой и газообразной фаз при прессовании.
30. Взрывное прессование. Варианты метода. Достоинства и недостатки.
31. Вибрационное формование. Варианты метода. Влияние основных факторов на плотность полуфабриката.
32. Влияние давления и времени прессования на плотность полуфабриката. Взаимосвязь уплотняемости и плотности полуфабриката с давлением прессования и содержанием связки. Понятия критических влажности, плотности и давления.
33. Влияние основных факторов (содержания дисперсионной среды, дисперсности твердой фазы, газовых включений) на свойства пластичных масс.
34. Гидродинамическое, электрогидродинамическое.

35. Дополнительные виды обработки керамических изделий: шлифовка, полировка, металлизация, пайка, декорирование.
36. Жидкофазное спекание при взаимодействии твердой и жидкой фаз.
37. Жидкофазное спекание при отсутствии взаимодействия твердой и жидкой фаз.
38. Жидкофазное спекание. Основные стадии процесса. Влияние основных факторов и способы интенсификации.
39. Изостатическое прессование и его варианты.
40. Литье керамических шликеров. Классификация методов литья.
41. Метод допрессовки.
42. Обжиг керамического полуфабриката. Основные процессы, происходящие при обжиге. Изменение свойств полуфабриката в обжиге.
43. Пластическое формование и его варианты. Деформационные свойства пластичных масс. Методы оценки пластичности.
44. Распределение давления и плотности по высоте заготовки. Способы повышения равномерности. Двустороннее и ступенчатое одноосное прессование, прессование в «плавающих» формах.
45. Реакционное спекание. Основные особенности процесса. Влияние пористости заготовки и объемного эффекта реакции.
46. Спекание как основной процесс, происходящий при обжиге. Основные стадии спекания. Способы оценки и характеристики спекания.
47. Твердофазное спекание. Влияние основных факторов. Способы интенсификации.
48. Формование заготовок выдавливанием. Особенности деформации массы в шнековых и поршневых прессах.
49. Формование методом обточки.
50. Формование методом раскатки. Основные факторы, определяющие протекание процесса. Формы для изготовления изделий и предъявляемые к ним требования.

Вопрос 2.

1. Механическая прочность керамических материалов. Зависимость механической прочности от пористости, размера и формы пор, фазового состава.
2. Механическая прочность керамических материалов. Теоретическая и реальная прочность. Причины различия.
3. Механическая прочность. Теоретическая и реальная прочность. Зависимость прочности материалов различной природы от температуры.
4. Модули упругости I и II рода. Зависимость модуля упругости от фазового состава, пористости.
5. Модули упругости I и II рода. Коэффициент Пуассона. Связь между модулями упругости.
6. Модуль Вейбулла. Способы оценки и физический смысл модуля Вейбулла.
7. Морозостойкость. Классификация пор с позиций морозостойкости.
8. Морозостойкость. Методы определения.
9. Трещиностойкость. Определение трещиностойкости.
10. Электропроводность. Зонная теория проводимости. Виды носителей электрического заряда.
11. Электропроводность. Температурная зависимость проводимости. Собственная и примесная проводимость.
12. Диэлектрическая проницаемость. Абсолютная и относительная проницаемость.

13. Диэлектрическая проницаемость. Группы материалов по диэлектрической проницаемости.
14. Диэлектрическая проницаемость. Поляризация. Поляризуемость. Частотная зависимость поляризуемости.
15. Диэлектрические потери. Виды потерь.
16. Крипоустойчивость. Стадии ползучести.
17. Механизмы поляризации.
18. Определение влияния пористости на механическую прочность керамики по уравнению Вейла.
19. Ползучесть аморфных и кристаллических тел. Факторы, влияющие на ползучесть.
20. Ползучесть Кобла. Общее представление о картах деформации.
21. Ползучесть Набарро – Херринга. Общее представление о картах деформации.
22. Поляризация. Поляризуемость. Понятие о локальном поле диэлектрика.
23. Средний и истинный ТКЛР. Влияние структуры кристаллической решетки на ТКЛР. ТКЛР многофазных материалов.
24. Температура деформации под нагрузкой. Факторы, влияющие на температуру деформации под нагрузкой.
25. Температура деформации под нагрузкой. Характерные точки на кривой деформация – температура.
26. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости.
27. Температурный коэффициент линейного и объемного расширения. Связь между ними.
28. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Температурная зависимость теплоемкости. Температура Дебая.
29. Частотная и температурная зависимости диэлектрических потерь.
30. Электропроводность. Основное уравнение электропроводности. Влияние различных факторов на электропроводность.
31. Пробой диэлектрика. Пробивное напряжение. Механизмы пробоя.
32. Сегнетожесткие и сегнетомягкие материалы.
33. Сегнетоэлектрики. Петля сегнетоэлектрического гистерезиса. Характерные точки.
34. Теплопередача. Теплопроводность. Фононная теория теплопроводности. Температурная зависимость теплопроводности. Температура Дебая.
35. Термостойкость. Способы повышения термической стойкости.
36. Термостойкость. Теория максимальных напряжений. Критерии термической стойкости R^0 , R^I , R^{II} , их физический смысл.
37. Факторы, влияющие на теплопроводность. Теплопроводность многофазных материалов.
38. Магнитный момент. Магнитожесткие и магнитомягкие материалы.
39. Магнитный момент. Природа магнитного поля. Магнетон Бора. Кривая магнитного гистерезиса, характерные точки.
40. Пьезоэффект. Электрострикция. Параметры, характеризующие пьезоэлектрические свойства материалов.
41. Сегнетоэлектрический эффект. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры для сегнетоэлектриков на примере $BaTiO_3$. Температура Кюри.
42. Термическая стойкость. Влияние хрупкости на термическую стойкость. Критерии сопротивления. Способы создания термостойких структур.
43. Термостойкость. Теория двух стадий. Критерии термической стойкости R^{III} , R^{IV} , их физический смысл.

44. Длительная прочность. Способы оценки длительной прочности.
45. Классификация пор в керамических материалах по К. К. Стрелову.
46. Классификация пор по IUPAC.
47. Оценка огнеупорности керамики: требования к образцам, оборудованию, условия проведения эксперимента.
48. Оценка термической стойкости методами теплосмен, максимального температурного перепада, по потере прочности материала.
49. Понятия: фазовый состав; общая, открытая, закрытая пористость; относительная, средняя и истинная плотность. Связь между указанными характеристиками.
50. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Изменение теплоемкости при фазовых переходах I и II рода.

Вопрос 3.

1. Биосовместимость керамики.
2. Виды пор в керамике. Классификация керамических материалов по величине пористости.
3. Длительная прочность керамических материалов и способы ее оценки.
4. Зонная теория электропроводности. Классификация материалов с точки зрения электропроводности.
5. Каталитические свойства керамики.
6. Керамика как полупрозрачное тело. Белизна керамики и методы ее оценки.
7. Определение влияния пористости на механическую прочность керамики по уравнению Рышкевича.
8. Оптические свойства керамики. Взаимодействие керамики со светом, рассеяние, поглощение и отражение света.
9. Основные сведения о природе ферромагнетизма. Строение магнитных шпинелей.
10. Понятие биоинертных и биоактивных керамических материалах.
11. Пьезоэлектрические характеристики керамических материалов.
12. Термическая стойкость. Оценка термической стойкости керамики методом “полого цилиндра”. Достоинства и недостатки метода.
13. Условия получения оптически прозрачного керамического материала.
14. Химическая стойкость керамики. Факторы, определяющие сопротивление коррозии.
15. Виды диэлектрических потерь в керамических материалах. Температурная и частотная зависимости диэлектрических потерь.
16. Газопроницаемость керамических материалов и способы ее оценки.
17. Износостойкость керамических материалов. Способы оценки износостойкости.
18. Методы исследования фазового состава керамики.
19. Микротвердость керамики.
20. Параметры, характеризующие поровую структуру керамических материалов. Распределение пор по размерам.
21. Собственная и примесная проводимость керамики. Температурная зависимость электропроводности. Энергия активации проводимости.
22. Твердость керамических материалов. Способы оценки твердости.
23. Удельная поверхность порошков.
24. Факторы, оказывающие влияние на твердость керамики.
25. Фрагментарная теория термической стойкости. Пути повышения термической стойкости керамических материалов.
26. Электрическая прочность керамики, виды и механизмы пробоя диэлектрика.

27. Виды напряженного состояния при определении термостойкости методом последовательных теплосмен.
 28. Влияние хрупкости керамики на термическую стойкость. Мера хрупкости. Критерии сопротивления.
 29. Водопоглощение керамических материалов.
 30. Коэффициент Пуассона и его физический смысл.
 31. Пластическое разрушение керамических материалов.
 32. Плотность керамических материалов. Методы определения.
 33. Поляризация керамики, ее виды и взаимосвязь с диэлектрической проницаемостью.
 34. Пористость. Методы исследования пористости керамических материалов.
 35. Природа ферромагнетизма. Понятие о магнитном гистерезисе ферритов.
- Характерные точки петли гистерезиса.
36. Способы повышения модуля упругости материалов на основе керамики.
 37. Упругие свойства керамики. Модули упругости I и II рода, взаимосвязь между ними. Влияние различных факторов на модуль упругости.
 38. Упругое разрушение керамики.
 39. Хрупкость керамических материалов.
 40. Взаимосвязь поляризации и диэлектрической проницаемости.
 41. Диэлектрические потери в кристаллических и аморфных материалах.
 42. Механизмы разрушения керамики при воздействии агрессивных сред.
 43. Механическая прочность. Виды напряженного состояния в керамических материалах.
 44. Модуль Юнга. Определение модуля упругости керамики динамическим методом. Достоинства и недостатки.
 45. Определение влияния пористости на механическую прочность керамики по уравнению Бальшина.
 46. Определение влияния размера зерен на механическую прочность. Уравнение Кнудсена.
 47. Подбор фракционного состава огнеупоров. Цели и основные принципы.
 48. Теоретическая и реальная прочность твердых тел. Влияние пористости, размера и формы пор на механическую прочность.
 49. Теория распространения трещин по Оровану-Гриффитсу.
 50. Устойчивость керамики к расплавам стекол.

Вопрос 4.

1. Составьте рецепт загрузки шаровой мельницы объемом 10 дм³ для приготовления суспензии корунда, если полезная загрузка мельницы по объему 0,50, соотношение шары: корунд: связка по объему 1:1:1, а плотность шаров, материала и парафина 7,80, 3,95 и 0,768 г/см³, соответственно.
2. В лабораторной шаровой мельнице всухую смешивают 200 кг корунда с 15 % глины. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в каждой пробе массой 10 г содержится 1,45 г глины при теоретически возможном ее содержании 1,50 г. После одного часа перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна 0,25, а после двух часов – 0,39. Вычислите параметры процесса смешивания и постройте зависимость степени смешивания от длительности. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считается смешивание при котором доля проб составляет не менее 85%.
3. В вибрационной мельнице всухую смешивают 0,1 м³ корунда с 0,25 % оксида магния. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в каждой пробе объемом 10 см³ содержится 0,03 г MgO. После одного часа перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна 0,147, а после двух часов – 0,49. Вычислите

параметры процесса смешивания и постройте зависимость степени смешивания от длительности. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считается смешивание при котором доля проб составляет не менее 85%.

4. Какое количество глины с влажностью 21% необходимо добавить к 15 т водной суспензии с влажностью 42,0% для доведения влажности суспензии до 33,0%? Плотности сухой глины 2,47 г/см³. Рассчитайте начальное и конечное (массовое и объемное) содержание воды в суспензии, а также начальное и конечное количество глины и воды в смесителе.

5. Параметры уравнения смешивания:

	$K_c \cdot S_p$	C	v/V
смеситель 1	-1,0302	-0,0711	0,9229
смеситель 2	-0,0352	-0,0421	0,9120

Постройте зависимости степени смешивания от длительности для смесителей и оцените их эффективность. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считается смешивание при котором доля проб составляет не менее 85%.

6. В шаровой мельнице всухую смешивают 200 кг шамота с 15 % глины. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в каждой пробе массой 10 г содержится 1,45 г глины при теоретически возможном ее содержании 1,50 г. После 15 мин перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна 0,25, а после 20 мин – 0,39.

7. Выведите формулу для расчета количества воды, которое необходимо ввести в заданный объем суспензии для изменения ее влажности от одного значения до другого.

Вычислите параметры процесса, постройте зависимость степени смешивания от длительности. Оцените длительность перемешивания до момента, когда эта доля проб составит 85%.

8. Какое количество периклаза необходимо добавить в водную суспензию с относительной влажностью 80% для доведения ее плотности до 1,55 г/см³? Каков будет ее объем? Плотность периклаза 3,65 г/см³, исходная масса суспензии 1,6 кг. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание твердой фазы.

9. Оцените длительность измельчения материала от удельной поверхности 0,6 м²/г до 1,3 м²/г, если через 20 и 40 мин помола удельная поверхность составляла 0,87 и 1,15 м²/г, соответственно.

10. Параметры уравнения смешивания для смесителя 1: $K_c \cdot S_p = -1,0302$; $C = -0,731$ и $v/V = 0,9229$, а для смесителя 2: $K_c \cdot S_p = -0,0352$; $C = -0,4217$ и $v/V = 0,9124$. Постройте зависимости степени смешивания от длительности для смесителей и оцените их эффективность. Какова длительность перемешивания, если удовлетворительным считается смешивание при котором доля проб составляет не менее 85%.

11. При роспуске каолина в пропеллерной мешалке объемом 15 м³ необходимо получить суспензию с относительной влажностью 40%. Рассчитайте массовую загрузку мешалки, плотность и объем суспензии, если истинная плотность каолина 2,55 г/см³, его влажность 18,5%, полезная загрузка мешалки 0,80.

12. Рассчитайте пористость засыпки шаров, упакованных с координационными числами 8 и 6.

13. Какое количество каолина с абсолютной влажностью 20% необходимо добавить к 1,4 м³ суспензии с относительной влажностью 50%, чтобы получить суспензию с плотностью 1,56 г/см³? Плотность каолина 2,53 г/см³. Какой объем займет эта суспензия, какова ее масса?

14. В планетарной мельнице смешивают 20 г корунда с 0,35 % оксида магния. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в пробе массой 0,10 г содержится 0,0003 г MgO. Вычислите параметры процесса смешивания и постройте

зависимость степени смешивания от длительности, если после 2 мин перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна 0,55, а после 4 мин – 0,75. Оцените длительность смешивания до технологически необходимого числа проб 85%.

Выведите формулы для расчета истинной плотности двухкомпонентной смеси и пересчета массовых долей в объемные и наоборот.

15. В бегунковом смесителе смешивают 2000 кг корунда с 6,5 % связки. Удовлетворительным считаем перемешивание, при котором в пробе массой 10 г содержится 0,640 г воды при теоретически возможном ее содержании 0,6450 г. Вычислите параметры процесса смешивания и постройте зависимость степени смешивания от длительности, если после 2 мин перемешивания доля проб, удовлетворяющих этому условию, равна 0,235, а после 4 мин – 0,650. Оцените длительность смешивания до технологически необходимого числа проб 75%.

16. Постройте кривую распределения частиц по размерам, если параметры уравнения Андресена: $n = 0,15$ и $D_{\max} = 1,3$ мм.

17. Постройте кривые распределения по размерам частиц по следующим зависимостям:

$$y_i = 0,32 + 0,75 (d_i/2,0)^{0,5} \text{ и } y_i = (d_i/2,0)^{0,4}$$

18. Оцените скорость оседания и силы, действующие на частицу диоксида титана размером 4 мкм в водном растворе поливинилового спирта с плотностью 1,05 г/см³, вязкостью 25 пз и пределом текучести 13 Па. Плотность диоксида титана 4,20 г/см³. Рассчитайте критерий Рейнольдса для осаждения такой частицы.

19. Определите минимальную пористость муллитовой заготовки, отпрессованной с использованием 10% раствора поливинилового спирта при массовом содержании связки в пресспорошке 6,5%. Плотность муллита и поливинилового спирта 3,15 и 1,20 г/см³. Оцените усадку заготовок при спекании до 5% пористости.

20. Оцените скорость оседания и число Рейнольдса для корундовых частиц диаметром 0,2 мм в водной суспензии корундовых частиц размером 1 мкм при влажности суспензии 50%, приняв суспензию тонкомолотого корунда за дисперсионную среду. Для расчета вязкости суспензии используйте уравнение Кургаева:

$$\eta = \eta_0 * [1 + 2 * C_v(1 + C_v)/(1 - C_v)]$$

где η_0 – вязкость воды; C_v – объемное содержание твердой фазы.

Сравните результат при случая расчета вязкости по уравнению Майклза:

$$\eta = \eta_0 * \{1 + [(1,25 * C_v)/(1 - C_v/0,74)]\}$$

21. Постройте функции распределения частиц по размерам.

Номер сита	2	1	085	06	05	04	025	015	<015
Масса, г	6,8	10,2	11,4	10,5	14,0	12,2	15,0	14,0	3,5

Подберите параметры регрессионного уравнения.

22. Оцените давление воздуха, запрессованного в заготовке, если насыпная плотность пресспорошка составляет 1,4 г/см³, истинная плотность твердой фазы 2,65 г/см³, высота заготовки составляет 0,65 от высоты засыпки, при прессовании удалено 35% от первоначального количества воздуха.

23. В стальной прессформе при одностороннем прессовании (давление 100 МПа) отформованы 2 вида заготовок высотой 60 мм диаметром 30 и 60 мм. Оцените пористости на глубине 40 мм и у поверхности прессующего пунсона, если параметры уравнения Бережного $a=50$ и $b=15$, коэффициент внешнего трения 0,30, а бокового распора - 0,17. Сравните значения пористости образцов и их значения при двустороннем прессовании.

24. Выведите точное соотношение между объемной и линейной усадками, если усадка изотропная. Оцените усадку заготовки и относительную погрешность расчетов по точной и упрощенной формулам при спекании от начальной пористости 24% до теоретической плотности и до остаточной пористости 5%.

25. Вычислите скорость капиллярной пропитки и капиллярное давление жидкости в гипсовой форме с размером пор 0,25 мкм и керамической форме с размером пор 2,5 мкм для воды и ацетона. Температура 20 °С, смачивание считать полным.

26. Каким должен быть размер прессформы для изготовления цилиндрических образцов диаметром 30,0 мм, если усадки в сушке и обжиге изотропные, составляют соответственно 2,5 и 6,0%, а упругое расширение заготовки после прессования – 1,5%?

27. Какое время необходимо для набора стенки толщиной 6 мм при шликерном литье, если стенка толщиной 2,8 мм формируется за 5 мин, а стенка толщиной 3,8 мм - за 10 мин?

28. Какую минимальную пористость можно получить при полусухом прессовании корундовой заготовки, если массовое содержание связки 7,0%, а ее плотность 1,03 г/см³. Плотность корунда 4,0 г/см³.

29. Можно ли использовать закон Стокса для описания седиментации частиц диаметром 20 мкм в суспензии глины, если плотность твердой фазы 3,15 г/см³, а плотность и вязкость суспензии 1,17 г/см³ и 18 спз, соответственно? Закон Стокса выполним, если число Рейнольдса не превышает 0,20.

30. Можно ли на образцах диаметром 50 и высотой 20 мм моделировать прессование заготовок размером 45*70*150 мм? Какую форму образцов Вы можете предложить?

31. Определите возможную максимальную плотность упаковки твердой фазы в заготовке при массовом содержании временной технологической связки 5,8%, если плотности твердой фазы и связки 5,27 и 1,05 г/см³, соответственно.

32. Определите долю связки с плотностью 1,05 г/см³ в заготовке из анатаза, если содержание воздуха в заготовке равно 29%. Плотность заготовки и анатаза 2,80 и 3,90 г/см³.

33. Определите максимальную возможную плотность упаковки твердой фазы в корундовой заготовке при содержании временной технологической связки 8%, если плотность корунда и связки 4,00 и 1,20 г/см³, соответственно.

34. Оцените давление воздуха, запрессованного в заготовке, если ее конечная пористость 12,0%, относительная насыпная плотность пресспорошка 0,50, а удалено 50% от первоначального количества воздуха.

35. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 12 мм от начальной относительной влажности 17,5% до конечной влажности 3,6%, если допустимый влагосъем составляет 1560 г/м²*час, а плотность влажной заготовки 2,32 г/см³. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды и количество испаряемой влаги, если начальная масса заготовки 18 кг. Сушка двусторонняя.

36. Оцените силы, действующие на частицу диоксида циркония размером 4 мкм в воде и керосине. Плотность диоксида циркония и керосина 5,56 и 0,76 г/см³. Рассчитайте критерий Рейнольдса и скорость осаждения такой частицы.

37. Оцените скорость седиментации и силы, действующие на частицу диоксида циркония размером 4 мкм в водном растворе поливинилового спирта. Плотность диоксида циркония 5,62 г/см³. Плотность раствора 1,05 г/см³, а предел текучести 15 Па, вязкость раствора 15 сПз. Рассчитайте критерий Рейнольдса для осаждения такой частицы.

38. Рассчитайте высоту засыпки прессформы, если насыпная плотность пресспорошка 1,45 г/см³, плотность заготовки 2,20 г/см³, а ее высота 7,5 мм.

39. Рассчитайте максимальную плотность упаковки твердой фазы и кажущуюся плотность заготовки, отпрессованной из корунда при 10% содержании связки. Плотность связки и корунда 1,08 и 4,00 г/см³.

40. Сравните скорости набора стенки заготовки при литье в гипсовую и керамическую формы, если углы смачивания гипса и керамики шликером 83 и 79 град, а размер пор 0,17 и 2,5 мкм, соответственно.

41. Выведите уравнение Попильского - Смоля.

42. Определите высоту изделия, которое можно отпрессовать в форме высотой 100 мм, если насыпная плотность пресспорошка $1,60 \text{ г/см}^3$, а конечная плотность заготовки $2,28 \text{ г/см}^3$.

43. Оцените максимально допустимую влажность корундового пресспорошка для формования заготовок плотностью $3,60 \text{ г/см}^3$. Плотность корунда $4,0 \text{ г/см}^3$.

44. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 2,5 мм от начальной относительной влажности 16% до конечной влажности 2,5%, если допустимый влагосъем составляет $1770 \text{ г/м}^2 \cdot \text{час}$, а плотность влажной заготовки $2,2 \text{ г/см}^3$, сушка двусторонняя. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание воды в заготовке и количество воды испаряемой из заготовки объемом 100 см^3 .

45. Оцените минимальное время сушки фарфоровой заготовки толщиной 23 мм от начальной относительной влажности 17% до конечной влажности 5%, если допустимый влагосъем составляет $1700 \text{ г/м}^2 \cdot \text{час}$, а плотность влажной заготовки $2,15 \text{ г/см}^3$, сушка двусторонняя. Рассчитайте начальное и конечное объемное содержание воды в заготовке массой 50 кг с исходной влажностью.

46. Оцените плотность образца диаметром 350 и высотой 45 мм, полученного односторонним прессованием, и его усадку при спекании до абсолютно плотного состояния, если для образца диаметром 50 и высотой 50 мм средние значения пористости 18,8%, а для образца диаметром 30 и высотой 45 мм - 17,9%. Давление прессования постоянно, усадка изотропная.

47. При одностороннем прессовании заготовки диаметром 60 и высотой 70 мм пористость на расстоянии 1 и 60 мм от верхнего пуансона составила 18,2% и 19,0%, соответственно. Как изменятся эти показатели, если снизить коэффициент внешнего трения от 0,5 до 0,2?

48. Резец изготовлен пропиткой спеченной заготовки из карбида титана никелем. Определите массовую долю никеля в изделии, если плотность исходной заготовки, никеля и карбида титана составляют 3,70, 8,9 и $4,5 \text{ г/см}^3$.

49. Какое время необходимо для сушки заготовки плитки для полов, если ее толщина при толщине 13 мм.

50. Какое количество воды удаляется при уменьшении влажности заготовки размером $65 \times 125 \times 250 \text{ мм}$ от 18,6 до 2,0%, если кажущаяся плотность твердой фазы $1,56 \text{ г/см}^3$?

Пример билета для экзамена:

<p>«Утверждаю» Зав. каф. ХТКиО _____ 20__ г. Н.А. Макаров _____</p>	<p>Министерство науки и высшего образования РФ</p>
	<p>Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева</p>
	<p>18.03.01 Химическая технология</p>
	<p>Профиль «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»</p>
	<p>Химическая технология керамики</p>
<p>Билет № 1</p>	
<p>1. Типовые схемы приготовления формовочных масс для шликерного литья</p> <p>2. Сегнетоэлектрический эффект. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры для сегнетоэлектриков на примере BaTiO_3. Температура Кюри.</p> <p>3. Факторы, оказывающие влияние на твердость керамики.</p> <p>4. Какое количество периклаза необходимо добавить в водную суспензию с относительной влажностью 80% для доведения ее плотности до $1,55 \text{ г/см}^3$? Каков будет ее объем? Плотность периклаза $3,65 \text{ г/см}^3$, исходная масса суспензии 1,6 кг. Рассчитайте исходное и конечное объемное содержание твердой фазы.</p>	

4.4. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, которые сформированы у обучающихся при успешном выполнении заданий

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения: ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3.

5. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов освоения по дисциплине

5.1. Положение о рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в РХТУ им. Д.И. Менделеева, принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 26.02.2020, протокол № 8, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 20.03.2020 № 27 ОД;

5.2. Порядок разработки и утверждения образовательных программ, принятый решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 25.06.2020, протокол № 12, введенный в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 29.06.2020 № 48-ОД.;

5.3. Положение об организации и использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», принятое решением Ученого совета РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020, протокол № 9, введенное в действие приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 27.03.2020 № 29 ОД.

Составители:
Заведующий кафедрой ХТКиО,
д.т.н., профессор

Н.А. Макаров

Доцент кафедры ХТКиО,
к.т.н., доцент

Д.О. Лемешев

Фонд оценочных средств по дисциплине «Химическая технология керамики» одобрен на заседании кафедры Химической технологии керамики и огнеупоров «15» апреля 2022 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой ХТКиО,
д.т.н., профессор

Н.А. Макаров

Согласовано:

Доцент кафедры Физической химии,
к.х.н., доцент

Г.М. Бондарева

Профессор кафедры ОНХ,
д.х.н., профессор

В.В. Щербаков

Дополнения и изменения к фонду оценочных средства по дисциплине
«Химическая технология керамики»

Основной образовательной программы
18.03.01 Химическая технология

Профиль **«Химическая технология тугоплавких неметаллических
и силикатных материалов»**

Номер изменения/ дополнения	Содержание дополнения/изменения	Основание внесения изменения/дополнения
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.
		протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20__ г.