

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых
производств»

Оценочные материалы по дисциплине
«Б.1.1.30 Химические реакторы»

направление подготовки

18.03.01 «Химическая технология»

- Профиль 4 «Технология химических и нефтегазовых производств»

Формы обучения: очная, заочная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 2 з.е.

в академических часах: 72 ак.ч.

1. Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Химические реакторы» должны сформироваться компетенции:

ОПК-2 - способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

Критерии определения сформированности компетенций на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-2	способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-1 опк-2 Способен овладеть теорией, определяющей конструктивные особенности оборудования производств базовых химических продуктов; изучить основные типы химических реакторов и конструкционных материалов, применяемых при их создании; овладеть навыками технологических расчетов для решения задач профессиональной деятельности	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	устный опрос, решение задач, вопросы для проведения зачёта, тестовые задания

Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p>Знает: на профессиональном уровне современные типы и назначение химических реакторов; конструктивные особенности различного реакторного оборудования; назначение и характеристику основных элементов химических реакторов и конструкционных материалов</p> <p>Умеет: на профессиональном уровне обосновать выбор типа реактора; произвести расчет материального и теплового баланса для заданного процесса; обосновать выбор конструкционного материала для реактора, применяемого в конкретном химическом процессе</p> <p>Владеет: на профессиональном уровне практическими навыками выбора типа химического реактора; методиками расчета материального и теплового балансов реакторного оборудования; методиками обоснованного подбора конструкционных материалов для различных типов химических реакторов.</p>
Повышенный (хорошо)	<p>Знает: в достаточной степени современные типы и назначение химических реакторов; конструктивные особенности различного реакторного оборудования; назначение и характеристику основных элементов химических реакторов и конструкционных материалов</p> <p>Умеет: в достаточной степени обосновать выбор типа реактора; произвести расчет материального и теплового баланса для заданного процесса; обосновать выбор конструкционного материала для реактора, применяемого в конкретном химическом процессе</p> <p>Владеет: в достаточной степени навыками выбора типа химического реактора; методиками расчета материального и теплового балансов реакторного оборудования; методиками обоснованного подбора конструкционных материалов для различных типов химических реакторов.</p>
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<p>Знает: основные типы и назначение химических реакторов; конструктивные особенности различного реакторного оборудования; назначение и характеристику основных элементов химических реакторов и конструкционных материалов</p> <p>Умеет: в определенной степени обосновать выбор типа реактора; произвести расчет материального и теплового баланса для заданного процесса; обосновать выбор конструкционного материала для реактора, применяемого в конкретном химическом процессе</p> <p>Владеет: в определенной степени навыками выбора типа химического реактора; методиками расчета материального и теплового балансов реакторного оборудования; методиками обоснованного подбора конструкционных материалов для различных типов химических реакторов.</p>

2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО

2.1 Оценочные средства для текущего контроля Вопросы для устного опроса

Тема 1. Основные типы химических реакторов. Их классификация – 2 часа.

1. Какова роль и назначение химических реакторов в химико-технологических процессах?
2. Классификация химических реакторов. Охарактеризуйте такой критерий классификации как гидродинамическая обстановка в аппарате.
3. Классификация химических реакторов. Охарактеризуйте такой критерий классификации как термические условия процесса.
4. Классификация химических реакторов. Охарактеризуйте такой критерий классификации как условия теплообмена с окружающей средой.
5. Классификация химических реакторов. Охарактеризуйте такой критерий классификации как фазовый состав компонентов реакционной среды.
6. Классификация химических реакторов. Охарактеризуйте такой критерий классификации как способ организации процесса.
7. Дайте характеристику дополнительных критериев классификации химических реакторов.
8. Назовите основные типы химических реакторов в соответствии с критериями классификации.

Тема 2. Алгоритм составления материального и теплового баланса химического реактора – 2 часа.

1. Дайте характеристику критериям эффективности химического процесса
2. Дайте определение и приведите расчетную формулу степени превращения (конверсии) компонентов реакционной смеси.
3. Дайте определение и приведите расчетную формулу выхода целевого продукта.

4. Дайте определение и приведите расчетную формулу характеристики селективности химического процесса.

5. Сформулируйте принцип составления материального и теплового балансов.

6. Прокомментируйте один из примеров составления материального баланса.

7. Охарактеризуйте основные слагаемые теплового баланса и формулы для их расчета.

8. Обоснуйте необходимость составления материального и теплового балансов.

Тема 3. Характеристика реакторов для химических реакций в системах Ж-Ж, Г-Ж, Г-Т, Г-Г – 10 часов.

1. Дайте характеристику емкостных реакторов для жидкостных гомогенных процессов и их основных элементов.

2. Дайте характеристику теплообменных устройств, применяемых в емкостных реакторах для жидкостных гомогенных процессов.

3. Дайте характеристику перемешивающих устройств в емкостных реакторах для жидкостных гомогенных процессов.

4. Дайте характеристику конструктивных особенностей экзотермических реакторов для гомогенных газовых процессов.

5. Дайте характеристику конструктивных особенностей эндотермических реакторов для гомогенных газовых процессов.

6. Дайте характеристику конструктивных особенностей распыливающих реакторов для газожидкостных процессов.

7. Дайте характеристику конструктивных особенностей барботажных реакторов для газожидкостных процессов.

8. Дайте характеристику конструктивных особенностей поверхностных реакторов для газожидкостных процессов.

9. Дайте характеристику конструктивных особенностей реакторов с неподвижным слоем твердого реагента для гетерогенных процессов.

10. Дайте характеристику конструктивных особенностей реакторов с механически перемещаемым слоем твердого реагента для гетерогенных

процессов.

11. Дайте характеристику конструктивных особенностей реакторов с взвешенным слоем твердого реагента для гетерогенных процессов.

Тема 4. Конструкционные материалы для производства химических реакторов.

1. Охарактеризуйте условия эксплуатации материалов конструкционного назначения, применяемых для производства реакторного оборудования.

2. Сформулируйте требования, предъявляемые к материалам конструкционного назначения.

3. Дайте характеристику стали как материала конструкционного назначения.

4. Дайте характеристику чугуна как материала конструкционного назначения.

5. Дайте характеристику цветных металлов (алюминий, медь, титан) как материалов конструкционного назначения.

6. Дайте характеристику неорганических материалов естественного и искусственного происхождения как материалов конструкционного назначения.

7. Дайте характеристику органических материалов (резина, пластмассы, полимерные композиционные материалы) как материалов конструкционного назначения.

Практические задания для текущего контроля

Тема 1. Основные типы химических реакторов. Их классификация – 2 часа.

Задание 1. Составление эссе «Химические реакторы как ключевой элемент химико-технологической системы».

Задание 2. Разработка и составление таблицы «Характеристика основных классификационных признаков химических реакторов»

Задание 3. Разработка и составление таблицы «Характеристика дополнительных классификационных признаков химических реакторов»

Тема 2. Алгоритм составления материального и теплового баланса химического реактора – 4 часа.

Задание 1. Обоснование выбора данных для составления материального баланса реактора для конкретного химического процесса. Расчет и составление баланса реактора.

Задание 2. Обоснование выбора данных для составления теплового баланса реактора для конкретного химического процесса. Расчет и составление теплового баланса реактора.

Тема 3. Характеристика реакторов для химических реакций в системах Ж-Ж, Г-Ж, Г-Т, Г-Г – 10 часов.

Задание 1. Разработка и составление таблицы «Характеристика конструктивных особенностей жидкофазных реакторов и их основных элементов».

Задание 2. Разработка и составление таблицы «Характеристика конструктивных особенностей газожидкостных реакторов: распыливающих, барботажных и поверхностных».

Задание 3. Разработка и составление таблицы «Характеристика конструктивных особенностей экзо- и эндотермических газофазных реакторов».

Задание 4. Разработка и составление таблицы «Характеристика конструктивных особенностей реакторов с неподвижным слоем, механически перемещаемым и взвешенным твердого реагента для гетерогенных процессов Г-Т».

Тема 4. Конструкционные материалы для производства химических реакторов– 2 часа.

Задание 1. Обоснование выбора конструкционного материала, используемого в производстве жидкостных реакторов.

Задание 2. Обоснование выбора конструкционных материалов, используемых в производстве газожидкостных реакторов.

Задание 3. Обоснование выбора конструкционных материалов, используемых в производстве реакторов для газовых гомогенных процессов.

Задание 4. Обоснование выбора конструкционных материалов, используемых в производстве реакторов для гетерогенных процессов с твердой фазой.

2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

Вопросы к зачету

1. Основные классификационные признаки химических реакторов.
2. Характеристика показателей материального баланса химических реакторов и методика его составления.
3. Характеристика показателей теплового баланса химических реакторов и методика его составления
4. Основные типы химических реакторов. Реакторы для химических реакций в жидкой среде.
5. Распыливающие реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере форсуночных абсорберов.
6. Распыливающие реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере прямоточных аппаратов на основе трубы Вентури.
7. Распыливающие реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере аппаратов с механическими распыливающими устройствами.
8. Барботажные реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере колонных аппаратов.
9. Барботажные реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере газлифтных аппаратов.
10. Барботажные реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере ёмкостных аппаратов с механическими перемешивающими устройствами.
11. Поверхностные реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере насадочных аппаратов.
12. Поверхностные реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере плёночных аппаратов.
13. Поверхностные реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере механических плёночных аппаратов.
14. Реакторы с неподвижным или компактно движущимся слоем твердого реагента для химических реакций в системах Г-Т.

15. Реакторы с механически перемещаемым слоем твердого реагента для химических реакций в системах Г-Т на примере барабанных вращающихся аппаратов.

16. Реакторы со взвешенным слоем твердого реагента для химических реакций в системах Г-Т на примере аппаратов с псевдооживленным (кипящим) слоем.

17. Реакторы со взвешенным слоем твердого реагента для химических реакций в системах Г-Т на примере аппаратов с аэрофонтанным (распылительным) слоем.

18. Реакторы со взвешенным слоем твердого реагента для химических реакций в системах Г-Т на примере вихревых (циклонных) аппаратов.

19. Экзотермические реакторы для гомогенных химических реакций в газовой фазе.

20. Эндотермические реакторы для гомогенных химических реакций в газовой фазе.

21. Условия эксплуатации химического оборудования и требования, предъявляемые к конструкционным материалам.

22. Классификация конструкционных материалов. Неорганические материалы естественного и искусственного происхождения, применяемые для оборудования химических производств.

23. Стали как основной конструкционный материал для оборудования химических производств.

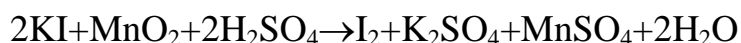
24. Цветные металлы и их сплавы как конструкционные материалы для оборудования химических производств.

25. Органические конструкционные материалы (резина, эбонит, пластмассы, полимерные композиты), применяемые для оборудования химических производств.

Практические задания для проведения зачета

Задание 1.

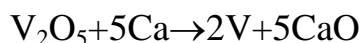
Составить материальный баланс получения йода по реакции:



если степень превращения иодида калия 85%, а 80%-ная H_2SO_4 берется с 10% избытком.

Задание 2.

Составить материальный баланс получения ванадия при 950⁰С по реакции:



если степень превращения оксида ванадия 85%, а технический кальций, содержащий 8% примесей берется с 30% избытком.

Задание 3.

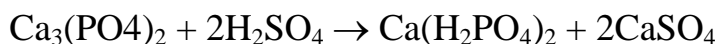
Составить материальный баланс получения аммиака по способу



если известно, что воздушносухой технический нитрат натрия содержит 13,5% примесей, влажность - 4,8%, берется с 15% избытком; содержание примесей в цинке - 3,5%, степень превращения -96%; концентрация раствора едкого натра - 68%, берется с избытком 28% от стехиометрически необходимого количества.

Задание 4.

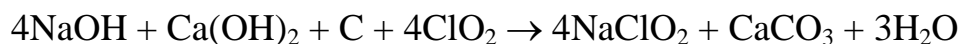
Составить материальный баланс получения суперфосфата



если известно, что воздушносухой фосфат кальция содержит 28% примесей, степень превращения - 80%, влажность - 8%; серная кислота концентрацией 88% берется с 25% избытком.

Задание 5.

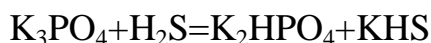
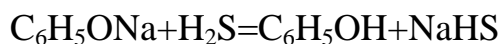
Составить материальный баланс получения хлорита натрия



если известно, что едкий натр поступает в виде 84% раствора с избытком 18%, степень превращения - 96%; воздушносухой гидроксид кальция содержит 11% примесей, влажность - 6%, берется с избытком 23%; технический углерод содержит 4% примесей, степень превращения =95%; оксид хлора берется с 15% избытком от стехиометрически необходимого количества, степень превращения = 0,76.

Задание 6.

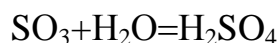
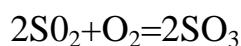
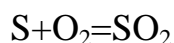
Составить материальный баланс очистки нефтепродуктов, содержащих 3,4% H_2S до содержания $\text{H}_2\text{S} = 0,3\%$ при помощи 1 т. смеси веществ, содержащей 16% этаноламина, 41% фенолята натрия и K_3PO_4 по реакциям:

$$2\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{S} = (\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OHNH}_3)_2\text{S}$$


считать, что реакции протекают полностью.

Задание 7.

Составить материальный баланс производства H_2SO_4 по реакциям:



окисление проводят кислородом воздуха (21% кислорода), избыток которого составляет 36%, избыток воды - 33%, содержание примесей в воздушносухой сере - 12%, влажность - 4%, степень превращения - 94%.

Задание 8.

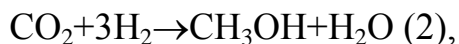
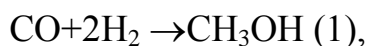
Составить материальный баланс процесса карбоната калия формиатным способом:



если известно, что содержание примесей в техническом сульфате калия 13%, степень превращения 69%; гашеная известь используется в виде 35% раствора, берется с 20% избытком; для окисления формиата калия используется воздух (содержание кислорода 21% масс.) с избытком 15% от стехиометрически необходимого количества.

Задание 9.

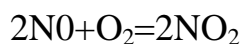
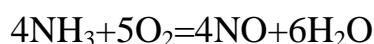
Составить материальный баланс производства метанола из 1000 м³ смеси CO и CO_2 в соотношении 3:1 по реакциям :



Степень превращения CO = 62%; степень превращения CO₂ = 93%; водород берется с 25% избытком от стехиометрически необходимого количества.

Задание 10.

Составить материальный баланс производства HNO₃ из 1000 м³ NH₃ (содержание примесей -8%, степень превращения - 48%) по реакциям:



для окисления используется кислород воздуха, избыток - 24%.

(состав воздуха: кислород -21%, азот - 79%)

Оценка результатов обучения:

Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенции проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме зачета:

а) оценка «зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на базовом уровне;

б) оценка «не зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) не сформированы.

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценки «Не зачтено» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Двухбалльная шкала	Зачтено	Обучающийся ответил на теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала. Выполнил практические задания. Подтвердил удовлетворительный уровень умения и владения навыками применения полученных знаний при решении задач в рамках учебного материала
	Не зачтено	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировали недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы были допущены неправильные ответы

2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Компетенция: ОПК-2 - способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.		Химическими реакторами называют аппараты, используемые в химической технологии, в которых протекают ...	ОПК-2	ИД-1опк-2 Способен овладеть теорией, определяющей конструктивные особенности оборудования производств базовых химических

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
2.		При классификации химических реакторов по гидродинамической обстановке в реакционной зоне емкостные аппараты, в которых для перемешивания реакционной среды используют механические мешалки или циркуляционные насосы относят к ...	ОПК-2	продуктов; изучить основные типы химических реакторов и конструкционных материалов, применяемых при их создании; овладеть навыками технологических расчетов для решения задач профессиональной деятельности
3.		При классификации химических реакторов по гидродинамической обстановке в реакционной зоне аппараты с удлиненным корпусом или каналом, отличающиеся направленным движением реакционной среды относят к ...	ОПК-2	
4.		При классификации химических реакторов по термическим условиям протекающих в них процессов аппараты, в которых химические реакции протекают с выделением тепла, называют ...	ОПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
5.		При классификации химических реакторов по термическим условиям протекающих в них процессов аппараты, в которых химические реакции протекают с поглощением тепла, называют ...	ОПК-2	
6.		При классификации химических реакторов по термическим условиям протекающих в них процессов аппараты, в которых в ходе химических реакций чередуются циклы выделения и поглощения тепла, называют ...	ОПК-2	
7.		Химический реактор, в котором в процессе химической реакции отсутствует теплообмен с окружающей средой,	ОПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		называют ...		
8.		Химический реактор, в котором в процессе химической реакции поддерживается постоянная температура во всем объеме реакционной среды с помощью теплообменных устройств, называют ...	ОПК-2	
9.		Химический реактор, в котором в процессе химической реакции поддерживается постоянная температура во всем объеме реакционной среды без использования теплообменных устройств, называют ...	ОПК-2	
10.		Химический реактор, в котором компоненты химической реакции находятся в одном агрегатном состоянии, называют ...	ОПК-2	
11.		Химический реактор, в котором химические реакции протекают на границе раздела фаз, называют ...	ОПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
12.		Химический реактор, в котором загрузка реагентов осуществляется до начала реакции, а продукты реакции выгружают по окончании реакции, называют ...	ОПК-2	
13.		Химический реактор, в котором загрузка реагентов, химические превращения и выгрузка продуктов реакции осуществляется параллельно, называют ...	ОПК-2	
14.		Если химический процесс в любой точке реакционной зоны характеризуется постоянством параметров во времени, режим реактора называют ...	ОПК-2	
15.		Если в произвольно выбранной точке реакционного пространства происходит изменение параметров химического процесса с течением времени, режим реактора называют ...	ОПК-2	
16.	Жидкой фазе...	Реакторы, основными элементами которых	ОПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		являются ёмкость с днищем и крышкой, теплообменное и перемешивающее устройства, используют для проведения химических реакций в какой фазе?		
17.	встроенным наружным теплообменным устройствам;	Гладкие рубашки и приваренные к корпусу реактора змеевики относятся к	ОПК-2	
18.	выносным теплообменным устройствам	Поверхностные кожухотрубчатые теплообменники, смонтированные совместно с реактором, относятся к	ОПК-2	
19.	встроенным внутренним теплообменным устройствам	Цилиндрическая или плоская трубчатая спираль, пучок прямых вертикальных труб, полые диффузоры в виде стаканов относятся к -	ОПК-2	
20.	лопастные, турбинные, листовые и клетьевые мешалки	Для перемешивания низковязких жидкостей при турбулентном режиме их движения применяют быстроходные перемешивающие устройства с	ОПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		перпендикулярным по отношению к плоскости вращения расположением лопастей, к которым относятся		
21.	все разновидности и винтовых мешалок	Для перемешивания низковязких жидкостей при турбулентном режиме их движения применяют быстроходные перемешивающие устройства с расположением лопастей под постоянным или переменным углом наклона к плоскости вращения, к которым относятся	ОПК-2	
22.	якорные и рамные мешалки	При реализации ламинарного режима вязких жидкостей применяют тихоходные перемешивающие устройства с перпендикулярным расположением лопастей по отношению к плоскости вращения, к которым относятся	ОПК-2	
23.	шнековые, ленточные, скребковые мешалки.	При реализации ламинарного режима вязких жидкостей применяют тихоходные перемешивающие	ОПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		устройства с расположением лопастей под постоянным или переменным углом наклона к плоскости вращения, к которым относятся		
24.	на каплях распыленной в потоке газа жидкости	В газожидкостных реакторах распыливающего типа, к которым относятся форсуночные аппараты, а также прямо-точные аппараты на основе трубы Вентури и аппараты с механическими распыливающими устройствами, поверхность контакта фаз создается	ОПК-2	
25.	на пузырьках газа, пропускаемого через объём жидкости	В газожидкостных реакторах барботажного типа, к которым относятся колонные, газлифтные и емкостные с механическими мешалками аппараты, поверхность контакта фаз создается	ОПК-2	
26.	между потоком газа и поверхность	В газожидкостных реакторах поверхностного типа, к которым относятся	ОПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	ю жидкости	насадочные, плёночные и механические плёночные аппараты, поверхность контакта фаз создаётся		
27.	механически перемещаемым слоем твёрдого реагента	В системах газ - твёрдое тело применяют горизонтальные с вращающимся корпусом (барабанные) печи-реакторы, в которых химические реакции протекают между потоком газа и	ОПК-2	
28.	взвешенным слоем твёрдого реагента	В системах газ - твёрдое тело применяют вихревые (циклонные) реакторы, а также реакторы с аэрофонтанным или псевдооживленным (кипящим) слоем твёрдого реагента, в которых химические реакции протекают между потоком газа и	ОПК-2	
29.	экзотермическими реакторами	Для проведения химических гомогенных реакций в газовой фазе применяют пламенные (реакция идёт в области температур воспламенения) и беспламенные (реакции протекают	ОПК-2	

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		ниже температур воспламенения) реакторы, которые называют		
30.	эндотермическими реакторами	Для проведения химических гомогенных реакций в газовой фазе применяют реакторы с прямым нагревом сырья (смешением газообразного /твёрдого теплоносителя или с помощью электрической дуги) или с не прямым нагревом (нагрев дымовыми газами через стенку), которые называют	ОПК-2	