

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Технология связанного азота»**

**1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины**

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-1: Способен разрабатывать процесс получения химического продукта или полуфабриката и технологическую схему его производства, подбирать режимы производства, оборудование и средства автоматизации	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета
ПК-4: Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов и эксплуатации производственного оборудования	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

**2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Технология связанных азота».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Технология связанных азота» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент освоил изучаемый материал, выполняет задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций, может допускать отдельные ошибки.	25-100	Зачтено
Студент не освоил основное содержание изученного материала, задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно.	0-24	Не засчитано

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами**

1. Задание на разработку процесса получения химического продукта и технологической схемы его производства

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-1 Способен разрабатывать процесс получения химического продукта или полуфабриката и	ПК-1.1 Разрабатывает процесс получения химического продукта или полуфабриката и

технологическую схему его производства, подбирать режимы производства, оборудование и средства автоматизации	технологическую схему его производства
--	--

### ТЕСТ № 1

**Описание ситуации:**

Природный газ, поступающий из магистрального газопровода, имеет состав (% об.): CH<sub>4</sub> – 90,0; C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> – 7,3; C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> – 0,7; C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> – 1,0; C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> – 0,3; N<sub>2</sub> – 0,7.

**Задание:**

Разработать процесс первой ступени двухступенчатой каталитической конверсии природного газа водяным паром с целью получения водорода для производства аммиака:

- а) предложить химическую схему конверсии природного газа водяным паром;
  - б) предложить технологическую схему производства водорода из природного газа.
- конверсии природного газа водяным паром на коксообразование в катализаторе.

### ТЕСТ № 2

**Описание ситуации:**

Конвертированный газ после конверсии метана второй ступени имеет следующий состав:

CO<sub>2</sub> - 4,80%; CO – 7,79%; H<sub>2</sub> – 34,47%; CH<sub>4</sub> – 0,24%; N<sub>2</sub> – 13,62%; H<sub>2</sub>O -39,098

**Задание:**

Разработать процесс двухступенчатой каталитической конверсииmonoоксида углерода (CO) водяным паром с целью получения водорода для производства аммиака:

- а) предложить химическую схему конверсии monoоксида углерода водяным паром;
- б) предложить технологическую схему конверсии monoоксида углерода водяным паром.

*2. Задание на подбор режимов производства, оборудования в соответствии с заданными критериями*

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-1 Способен разрабатывать процесс получения химического продукта или полуфабриката и технологическую схему его производства, подбирать режимы производства, оборудование и средства автоматизации	ПК-1.2 Подбирает режимы производства, оборудование и средства автоматизации в соответствии с заданными критериями

## ТЕСТ № 3

### **Описание ситуации:**

В реальной азотоводородной смеси, получаемой при конверсии природного газа, наряду с азотом и водородом присутствуют инертные газы – метан и аргон. Их суммарная концентрация составляет 1,0–1,5%. Метан и аргон не являются каталитическими ядами и не участвуют в реакциях, но по мере циркуляции азотоводородной смеси их концентрация в циркуляционном газе возрастает. Это приводит к снижению парциального давления азота и водорода и к уменьшению выхода аммиака

### **Задание:**

Подобрать режимы проведения процесса синтеза аммиака, выбрать катализаторы и предложить оборудование.

## ТЕСТ № 4

### **Описание ситуации:**

В агрегате синтеза аммиака производительностью 1360 тонн в сутки получен аммиак. Аммиак является исходным компонентом для получения соединений связанного азота.

### **Задание:**

Подобрать режимы проведения процесса синтеза разбавленной азотной кислоты, выбрать катализаторы для окисления аммиака и предложить оборудование.

*3. Задание на нахождение конкретных технических решений при разработке технологических процессов*

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-4 Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов и эксплуатации производственного оборудования	ПК-4.1 Принимает конкретные технические решения при разработке технологических процессов

## ТЕСТ № 5

### **Описание ситуации:**

В агрегате синтеза аммиака производительностью 1360 тонн в сутки получен аммиак. При очистке технологического газа от оксида углеродаmonoэтаноламином, из десорбционной колонны выходит диоксид углерода. Выброс CO<sub>2</sub> в атмосферу не целесообразен по экономическим и экологическим причинам.

### **Задание:**

Какое техническое решение вы примете при разработке процесса синтеза карбамида – рассчитайте практический расход реагентов в производстве карбамида из расчета на 1т :

мольное отношение NH<sub>3</sub>: CO<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>O.....4,0:1:0,5

степень превращения CO<sub>2</sub>, %.....60

общие потери карбамида, .....5

Сравнить технологические схемы производства карбамида применяемых в отечественной, современной химической промышленности. Указать на достоинства и недостатки, особенности используемой аппаратуры.

## ТЕСТ № 6

### **Задание:**

Какое техническое решение вы примете при разработке процесса очистки технологического газа от диоксида углерода – вам необходимо рассчитать количество воды на 100 м<sup>3</sup> технологического газа и состав газа после очистки. На очистку поступает конвертированный газ следующего состава, % (об.): H<sub>2</sub> – 50; N<sub>2</sub> – 16; CO<sub>2</sub> – 28; CO – 3; H<sub>2</sub>O – 3 %. От диоксида углерода газ очищается водой при 25 °C и давлении 30 · 10<sup>5</sup> Па. После очистки во влажном газе должно содержаться не более 1,5% (об.) CO<sub>2</sub>. Степень насыщения воды газами принять 70 % от теоретически возможной. Условно считать поступающую на очистку воду свободной от растворённых в ней газов.

### **4. Задание на знание эксплуатационных характеристик производственного оборудования**

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-4 Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов и эксплуатации производственного оборудования	ПК-4.2 Способен эксплуатировать производственное оборудование

## ТЕСТ № 7

### **Описание ситуации:**

Природный газ, поступающий из магистрального газопровода, имеет состав (% об.): CH<sub>4</sub> – 90,0; C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> – 7,3; C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> – 0,7; C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> – 1,0; C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> – 0,3; N<sub>2</sub> – 0,7.

### **Задание**

Выполнить анализ работы реактора конверсии метана с водяным паром.

Рассчитать материальный баланс реактора конверсии природного газа водяным паром:

- а) Объем природного газа поступающего в реактор – 30000нм<sup>3</sup>/час.
- б) Соотношение П : Г (пар : газ), на входе в реактор, составляет 3:1.
- в) Степень конверсии по метану составляет 0,9.
- г) Отношение объемов CO : CO<sub>2</sub> в конвертированном газе равно значению константы равновесия реакции конверсии оксида углерода водяным паром при выбранной температуре конверсии.

Провести анализ влияния соотношения пар : газ в реакторе конверсии природного газа водяным паром на коксообразование в катализаторе.

## ТЕСТ № 8

### **Описание ситуации**

После очистки от диоксида углерода конвертированный газ содержит 0,01–0,05 % CO<sub>2</sub> и 0,3–0,5 % CO, так как оксид углерода при абсорбционной очистке практически не поглощается. В то же время допустимое содержание кислородсодержащих соединений в газе, идущем на синтез аммиака, не должно превышать 0,001–0,002 %. Поэтому обязательной стадией получения азотоводородной смеси для синтеза аммиака является глубокая очистка от CO и других кислородсодержащих соединений.

### **Задание**

Предложить оборудование для процесса тонкой очистки технологического газа от соединений CO<sub>x</sub>. Выполнить анализ работы реактора метанования. Провести анализ влияния концентрации оксидов углерода на температуру в реакторе метанования.

**4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.**