

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 25.09.2022 14:24:48  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
теплогазоводоснабжения  
Н.Е. Семичева  
«15» *сентября* 2022 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

Производство, хранение и транспортировка сжиженного природного газа  
(наименование дисциплины)

08.03.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
(код и наименование ОПОП ВО)

Курск – 2022

# 1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

## 1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

### 1. Использование сжиженного природного газа в России и за рубежом.

- 1 Что собой представляет сжиженный природный газ?
- 2 Для чего природный газ переводят в сжиженное состояние?
- 3 Какими преимуществами обладает сжиженный природный газ перед традиционными видами топлива?
- 4 Назовите сферы применения сжиженного природного газа.
- 5 Какие перспективные области применения сжиженного природного газа вы знаете?
- 6 Какие страны являются основными импортерами сжиженного природного газа?
- 7 Какие страны являются основными производителями сжиженного природного газа?
- 8 Как и где производят сжиженный природный газ?
- 9 Где и как хранится сжиженный природный газ?
- 10 Как транспортируют сжиженный природный газ потребителям. Перечислите основные виды транспорта.
- 11 Расскажите об опыте применения сжиженного природного газа в зарубежных странах.
- 12 Какие достижения в области производства и использования сжиженного природного газа в России?

### 2. Производство сжиженного природного газа.

- 1 При какой температуре природный газ переходит в сжиженное состояние при атмосферном давлении?
- 2 Перечислите технологии крупнотоннажного производства сжиженного природного газа.
- 3 Опишите и дайте принципиальную схему установки сжижения с классическим каскадным циклом.
- 4 Опишите и дайте принципиальную схему установки однопоточного каскадного цикла на смешанном хладагенте.
- 5 Опишите и дайте принципиальную схему получения сжиженного природного газа с двумя ступенями давления.
- 6 Опишите и дайте принципиальную схему сжижения природного газа на смесях хладагентов с двумя контурами.
- 7 Перечислите технологии сжижения природного газа в установках малой и средней производительности.

8 Опишите и дайте принципиальную схему цикла с однократным дросселированием.

9 Опишите и дайте принципиальную схему детандерного цикла с использованием перепада давления на ГРС.

10 Для чего нужна очистка и осушка природного газа? Какими методами она выполняется?

11 Перечислите и дайте краткое описание способов получения сжиженного природного газа повышенной плотности.

### **3. Хранение сжиженного природного газа.**

1 В каких емкостях храниться сжиженный природный газ?

2 При каком давлении и температуре хранится сжиженный природный газ в изотермических хранилищах?

3 Какую теплоизоляцию используют в конструкции изотермических резервуаров для хранения сжиженного природного газа?

4 Из каких металлов или сплавов делают конструкцию внутреннего резервуара хранилища сжиженного природного газа?

5 Из каких материалов делают наружную стенку хранилища сжиженного природного газа?

6 Какими методами и способами, оборудованием выполняется наполнение и опорожнение изотермических хранилищ?

7 Какими методами и способами, оборудованием выполняется наполнение и опорожнение криогенных резервуаров?

### **4. Транспортировка сжиженного природного газа.**

1 В каких емкостях транспортируется сжиженный природный газ?

2 При каком давлении и температуре транспортируется сжиженный природный газ в криогенных цистернах?

3 Какую теплоизоляцию используют в конструкции криогенных цистерн для транспортировки сжиженного природного газа?

4 Из каких металлов или сплавов делают конструкцию внутреннего резервуара криогенной цистерны для сжиженного природного газа?

5 Каким видом транспорта перевозятся криогенные цистерны со сжиженным природным газом?

6 Каким видом транспорта доставляется природный газ между странами, расположенными на разных материках?

7 Какими методами и способами, оборудованием выполняется наполнение и опорожнение криогенных цистерн для сжиженного природного газа?

## **5. Регазификация сжиженного природного газа.**

- 1 При какой температуре сжиженный природный газ переходит в газообразное состояние при атмосферном давлении?
- 2 Каким образом происходит регазификация сжиженного природного газа?
- 3 Какие устройства применяются для регазификации сжиженного природного газа.
- 4 Опишите устройство и принцип действия регазификационных установок высокого давления.
- 5 Опишите устройство и принцип действия регазификационных установок низкого давления. Чем они отличаются от установок высокого давления?
- 6 Какие типы теплообменных аппаратов могут применяться для регазификации сжиженного природного газа?
- 7 Какие установки применяются для регазификации жидкого азота, аргона и кислорода? Могут ли они применяться для регазификации сжиженного природного газа?

## **6. Вопросы пожаробезопасности и экологические аспекты использования сжиженного природного газа.**

- 1 При какой температуре сжиженный природный газ переходит в газообразное состояние при атмосферном давлении?
- 2 При какой концентрации природного газа в смеси с воздухом образуется взрывоопасная смесь?
- 3 Какова минимальная взрывоопасная концентрация кислорода в %?
- 4 Каковы концентрационные пределы воспламенения природного газа?
- 5 Какова температура самовоспламенения природного газа?
- 6 Какова скорость распространения пламени природного газа?
- 7 Какое количество одоранта необходимо для придания запаха 1000 м<sup>3</sup> газа?
- 8 Каковы безопасные расстояния от резервуаров со сжиженным природным газом до жилых и общественных зданий при давлении в резервуаре 0,6 МПа и различных объемах резервуаров (8, 16, 50 и 100 м<sup>3</sup>)?
- 9 Каково минимальное расстояние от обвалочного криогенного резервуара до ограждения территории объекта?
- 10 Каково минимальное расстояние от открытых технологических блоков производственной зоны до площадок налива-слива?
- 11 Перечислите способы борьбы с пожарами, вызванными сжиженным природным газом.

**Шкала оценивания:** 3 балльная.

**Критерии оценивания** (нижеследующие критерии оценки являются

*примерными и могут корректироваться):*

**6 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**4 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балл** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**0 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

## ***1.2 ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ***

## **1. Использование сжиженного природного газа в России и за рубежом.**

- 1 Состав и свойства сжиженного природного газа.
- 2 Состояние и тенденции развития мировой промышленности производства и использования сжиженного природного газа.
- 3 Перспективы производства сжиженного природного газа в России.
- 4 Использование сжиженного природного газа для покрытия пиковых нагрузок газопотребления.
- 5 Использование сжиженного природного газа для газификации удаленных населенных пунктов.
- 6 Использование сжиженного природного газа в сельскохозяйственном производстве.
- 7 Использование сжиженного природного газа на автомобильном транспорте.
- 8 Использование сжиженного природного газа на железнодорожном транспорте.
- 9 Использование сжиженного природного газа в водном транспорте.
- 10 Использование сжиженного природного газа в ракетно-космической технике.
- 11 Использование сжиженного природного газа в авиации.
- 12 Использование холода, получаемого при регазификации сжиженного природного газа.

## **2. Производство сжиженного природного газа.**

- 1 Состав и свойства сжиженного природного газа.
- 2 Зависимость свойств сжиженного природного газа от его компонентного состава.
- 3 Характеристики примесей в сжиженном природном газе, представляющих опасность при эксплуатации заправочных систем.
- 4 Факторы, влияющие на изменение кондиции сжиженного природного газа в процессе эксплуатации заправочных систем.
- 5 Получение сжиженного природного газа: общие принципы расчета холодильных циклов.
- 6 Технологические схемы установок (заводов) по сжижению природного газа. Очистка и осушка природного газа.
- 7 Получение и использование сжиженного природного газа повышенной плотности.
- 8 Технологии крупнотоннажного производства сжиженного природного газа.
- 9 Комплексы производства, хранения и выдачи сжиженного природного газа на базе газораспределительных станциях (ГРС) магистральных газопроводов.
- 10 Комплексы производства, хранения и выдачи сжиженного природного газа на базе автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях.

### **3. Хранение сжиженного природного газа.**

- 1 Какие резервуары для хранения сжиженного природного газа вы знаете?
- 2 Конструкции криогенных резервуаров для хранения сжиженного природного газа.
- 3 Конструкции изотермических резервуаров для хранения сжиженного природного газа.
- 4 Конструкции и материалы для резервуаров, трубопроводов и арматуры, используемых при хранении и транспортировке сжиженного природного газа.
- 5 Средства получения газообразного азота. Холодильно-газовые машины.
- 6 Виды вакуумной теплоизоляции, используемой в криогенной технике.
- 7 Тепловая изоляция, используемая для изотермических резервуаров сжиженного природного газа.
- 8 Основные измерительные приборы и автоматика, используемые при хранении сжиженного природного газа.
- 9 Основные виды теплотерь и теплоступлений при хранении сжиженного природного газа. Принципы их расчета.
- 10 Комплексы производства, хранения и выдачи сжиженного природного газа на базе газораспределительных станциях (ГРС) магистральных газопроводов.
- 11 Комплексы производства, хранения и выдачи сжиженного природного газа на базе автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях.

### **4. Транспортировка сжиженного природного газа.**

- 1 Средства транспортировки сжиженного природного газа. Заправка баков потребителя.
- 2 Конструкции криогенных резервуаров для транспортировки сжиженного природного газа.
- 3 Автомобильные и железнодорожные цистерны для перевозки сжиженного природного газа.
- 4 Морской транспорт сжиженного природного газа: танкеры-метановозы.
- 5 Авиационный транспорт сжиженного природного газа.
- 6 Тепловая изоляция криогенных трубопроводов.
- 7 Насосные агрегаты для перекачки сжиженного природного газа.
- 8 Конструкции криогенных трубопроводов для сжиженного природного газа при заправке потребителей.
- 9 Основные измерительные приборы и автоматика, используемые при транспортировке сжиженного природного газа в цистернах и по трубопроводам.

### **5. Регазификация сжиженного природного газа.**

- 1 Регазификационные установки высокого давления.
- 2 Регазификационные установки низкого давления и теплообменные

аппараты.

3 Основные типы теплообменных аппаратов, применяемые для регазификации сжиженного природного газа.

4 Основные измерительные приборы и автоматика, используемые при регазификации сжиженного природного газа.

5 Использование холода и испарившегося газа, получаемого при регазификации сжиженного природного газа в авторефрежераторах, танкерах-метановозах и других транспортных средствах.

6 Установки для регазификации жидкого азота, аргона и кислорода. Перспективы их использования применяться для регазификации сжиженного природного газа.

## **6. Вопросы пожаробезопасности и экологические аспекты использования сжиженного природного газа**

1 Экологические и экономические аспекты применения природного газа в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания.

2 Экологические и экономические аспекты применения природного газа в качестве котельного топлива для негазифицированных регионов.

3 Пожаровзрывобезопасность и экологические аспекты применения сжиженного природного газа.

4 Противопожарная защита при производстве, хранении, транспортировке и регазификации сжиженного природного газа.

5 Использование холода, получаемого при регазификации сжиженного природного газа.

***Шкала оценивания:*** 3 балльная.

***Критерии оценивания*** (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

**6 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта полно и глубоко, при этом убедительно и аргументированно изложена собственная позиция автора по рассматриваемому вопросу; структура реферата логична; изучено большое количество актуальных источников, грамотно сделаны ссылки на источники; самостоятельно подобран яркий иллюстративный материал; сделан обоснованный убедительный вывод; отсутствуют замечания по оформлению реферата.

**4 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта полно и глубоко, сделана попытка самостоятельного осмысления темы; структура реферата логична; изучено достаточное количество источников, имеются ссылки на источники; приведены уместные примеры;



сделан обоснованный вывод; имеют место незначительные недочеты в содержании и (или) оформлении реферата.

**2 балл** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если тема реферата раскрыта неполно и (или) в изложении темы имеются недочеты и ошибки; структура реферата логична; количество изученных источников менее рекомендуемого, сделаны ссылки на источники; приведены общие примеры; вывод сделан, но имеет признаки неполноты и неточности; имеются замечания к содержанию и (или) оформлению реферата.

**0 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если содержание реферата имеет явные признаки плагиата и (или) тема реферата не раскрыта и (или) в изложении темы имеются грубые ошибки; материал не структурирован, излагается непоследовательно и сбивчиво; количество изученных источников значительно менее рекомендуемого, неправильно сделаны ссылки на источники или они отсутствуют; не приведены примеры или приведены неверные примеры; отсутствует вывод или вывод расплывчат и неконкретен; оформление реферата не соответствует требованиям.

### ***1.3 РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА***

#### **3. Средства хранения и транспортировки сжиженного природного газа. Оборудование и материалы для сжиженного природного газа.**

##### *Расчетно-графическая работа*

##### *Вариант 1*

Задание №1. 1. Выполнить расчет комплекса получения, хранения и выдачи сжиженного природного газа (СПГ) для обеспечения природным газом населенного пункта. Определить годовую потребности в газе, объем резервуара для хранения СПГ, расчетно-часовые расходы газа и производительность установки сжижения, толщину стенки внутренней ёмкости хранилища СПГ, толщину тепловой изоляции хранилища СПГ, мощность холодильной установки, объем цистерны для транспортировки СПГ, толщину тепловой изоляции трубопроводов СПГ.

Исходные данные выдаются преподавателем индивидуально согласно таблице 1 методических указаний\* для выполнения РГР:

Таблица 1 – Исходные данные для расчетно-графической работы

1. Номер генерального плана	
2. Номер ГРС	
3. Город	
4. Номера жилых кварталов:	
А - с горячим водоснабжением от районной газовой котельной и центральным отоплением (9 - этажная застройка)	
Б – без горячего водоснабжения с отоплением от индивидуальных отопительных установок (1 – этажная застройка)	
В - с горячим водоснабжением от проточных водонагревателей и центральным отоплением (5 – этажная застройка)	
5. Районная газовая котельная; квартал №	
6. Хлебозавод; квартал №	
7. Банно-прачечный комбинат; квартал №	
8. Процент охвата газификацией общественных зданий и сооружений	
9. Удельная кубатура жилых зданий	
10. Промышленные предприятия:	
а) Трехсменное производство (плавка бронзы); квартал № $R_{пр}^{п1}$	
б) Двухсменное производство (обжиг кирпича); квартал № $R_{пр}^{п2}$	
в) Односменное производство (обжиг кирпича); квартал № $R_{пр}^{п3}$	
11. Плотность населения жилой части района газификации; $n$	

Примечание:

\* Использование сжиженного природного газа: методические указания и задания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 08.04.01 «Строительство»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост. В.А. Жмакин. – Курск, 2017. – 45 с. – Библиогр.: с. 38.

**Шкала оценивания: 24 балльная.**

**Критерии оценивания** (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

**24 балла** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если правильно выполнено 100-90% заданий.

**18 баллов** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если правильно выполнено 89-75% заданий.

**12 баллов** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если правильно выполнено 74-60% заданий.

**0 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если правильно решено 59% и менее % заданий.

## 2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 2.1 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

#### 1 Вопросы в закрытой форме.

1.1 Какой основной компонент входит в состав сжиженного природного газа?

а) пропан; б) бутан; **в) метан**; г) кислород; д) водород.

1.2 Какие перспективные области применения сжиженного природного газа вы знаете?

а) в ракетно-космической технике и авиации;

б) на железнодорожном транспорте;

в) в водном транспорте;

**г) все перечисленные варианты;**

д) ни один из вариантов.

1.3 В каком агрегатном состоянии используется сжиженный природный газ?

а) сжиженный природный газ используется только в качестве хладагента в жидком состоянии в рефрижераторах;

**б) перед использованием сжиженный природный газ регазифицируют, а затем сжигают в газообразном состоянии;**

в) сжиженный природный газ не используют вообще, служит как стратегический запас топлива;

г) сжиженный природный газ используют только в качестве хладагента в жидком состоянии для исследования явления "сверхпроводимости" проводников;

д) ни один из вариантов.

1.4 При какой концентрации природного газа в смеси с воздухом образуется взрывоопасная смесь?

а) 5-25%; б) 10-15%; в) 4-13%; г) 8-22%; **д) 4,5-16%.**

1.5 Где сосредоточено крупнотоннажное производство сжиженного природного газа?

а) Россия, США, Япония, страны Западной Европы;

б) Япония, Южная Корея, Франция, Испания, Бельгия;

в) Россия, Китай, Индия;

**г) Алжир, Ливия, Индонезия, Малайзия, в Персидском заливе, Австралия;**

д) Ни один из вариантов.

1.6 Каковы основные преимущества сжиженного природного газа по сравнению трубопроводным транспортом газа?

а) транспортировка сжиженного природного газа обходится дешевле, чем строительство газопровода при расстоянии до потребителя более 40 км;

б) сжиженный природный газ может доставляться любым видом транспорта в любом направлении, что увеличивает количество возможных потребителей газа на мировом рынке энергоносителей;

в) сжиженный природный газ может доставляться в страны, расположенные на других континентах;

г) **все перечисленные варианты;**

д) ни один из вариантов.

1.7 Что образуется при неполном сгорании природного газа ?

а) **угарный газ CO**; б) диоксид углерода CO<sub>2</sub>; в) оксиды серы SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>;

г) оксиды азота NO<sub>x</sub>; д) водяные пары H<sub>2</sub>O.

1.8 Какой вид транспорта сжиженного природного газа в настоящее время не используется в мировой практике?

а) танкеры-метановозы; б) **магистральные газопроводы**; в) авиация;

г) автомобильные криоцистерны; д) железнодорожные криоцистерны;

1.9 Каковы основные преимущества и недостатки сжиженного природного газа в качестве моторного топлива по сравнению с традиционными видами топлив?

а) повышается срок службы двигателя до капитального ремонта, повышается мощность двигателя и запас хода между заправками, слабо развита сеть автомобильных заправочных станций сжиженным природным газом;

б) образуется больше вредных компонентов выхлопных газов, но повышается срок службы двигателя до капитального ремонта;

в) **в продуктах его сгорания содержится меньше окиси углерода и окислов азота, повышается срок службы двигателя до капитального ремонта, уменьшается мощность двигателя и запас хода между заправками;**

г) повышается мощность двигателя и запас хода между заправками, но сокращается срок службы двигателя до капитального ремонта;

д) ни один из вариантов.

1.10 Какие холодильные циклы используются в крупнотонажных установках сжижения природного газа?

а) **классические каскадные циклы на однокомпонентных хладагентах, однопоточные каскадные циклы на многокомпонентном хладагенте;**

б) простые дроссельные холодильные циклы;

- в) детандерные дроссельные холодильные циклы;
- г) циклы на многокомпонентных хладагентах;
- д) цикл с использованием жидкого азота.

1.11 В каком году построен первый завод сжижения в России и для каких целей?

- а) в 2015 г. построен завод сжижения "Сахалин -II" в основном на внутренний рынок;
- б) в 2017 г. построен завод сжижения "Ямал-СПГ" в основном для продажи природного газа на экспорт;
- в) заканчивается строительство завода сжижения "Ямал-СПГ" в основном для продажи природного газа на экспорт;
- г) **в 2009 г. построен завод сжижения "Сахалин -II" в основном для продажи природного газа на экспорт;**
- д) ни один из вариантов.

1.12 Что называется криогеникой?

- а) наука, изучающая методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты, а также принцип действия и конструктивные особенности тепло- и парогенераторов тепловых машин;
- б) **раздел физики низких температур, изучающий закономерности изменения свойств различных веществ в условиях крайне низких («криогенных») температур, а также наука, охватывающая исследование, развитие и применение криогенной техники;**
- в) раздел физики, изучающий наиболее общие свойства макроскопических систем и способы передачи и превращения энергии в таких системах;
- г) наука, изучающая холодильные машины и установки предназначены для искусственного снижения и поддержания пониженной температуры ниже температуры окружающей среды в охлаждаемом объекте;
- д) ни один из вариантов.

1.13 Какие вещества не относятся к криогенным жидкостям?

- а) метан; б) азот; **в) пропан;** г) кислород; д) водород.

1.14 Какова температура кипения жидкого кислорода при атмосферном давлении?

- а) минус 197 °С; б) минус 161 °С; в) минус 253 °С; **г) минус 183 °С;**
- д) минус 269 °С.

1.15 Какие компоненты природного газа являются балластными и подлежат

удалению в процессе очистки природного газа?

- а) **водяные пары  $H_2O$ , оксид углерода  $CO$ , сероводород  $H_2S$ ;**
- б) оксиды азота  $NO_x$ , оксиды серы  $SO_2, SO_3$ ;
- в) водяные пары  $H_2O$ ;
- г) диоксид углерода  $CO_2$ , сероводород  $H_2S$ , водяные пары  $H_2O$ , азот  $N_2$ ;
- д) водород  $H_2$ , кислород  $O_2$ , азот  $N_2$ .

1.16 Какие существующие области применения сжиженного природного газа в мировой практике вы знаете?

- а) в качестве резервного топлива для покрытия "пиковых" нагрузок газопотребления;
- б) в сельскохозяйственном производстве;
- в) для газификации удаленных населенных пунктов и предприятий;
- г) в качестве моторного топлива в автомобильном транспорте;
- д) **все перечисленные варианты**

1.17 Для чего природный газ переводят в сжиженное состояние?

- а) чтобы использовать в качестве хладагента;
- б) **для удобства хранения и транспортировки;**
- в) чтобы повысить массовый расход трубопроводного транспорта газа;
- г) для удобства хранения;
- д) ни один из вариантов.

1.18 Какова температура самовоспламенения природного газа?

- а)  $500\text{ }^\circ\text{C}$ ; б)  $740\text{ }^\circ\text{C}$ ; **в)  $600\text{--}800\text{ }^\circ\text{C}$ ;** г)  $595\text{ }^\circ\text{C}$ ; д)  $542\text{ }^\circ\text{C}$ .

1.19 Какие страны являются основными импортерами сжиженного природного газа?

- а) Алжир, Ливия, Индонезия, Малайзия, в Персидском заливе, Австралия;
- б) Россия, США, Япония, страны Западной Европы;
- в) Россия, Китай, Индия;
- г) **Япония, Южная Корея, Франция, Испания, Бельгия;**
- д) ни один из вариантов.

1.20 В чем преимущества сжиженного природного газа в качестве котельного топлива по сравнению с традиционными видами топлив?

- а) на порядок выше теплота сгорания топлива;
- б) **в продуктах его сгорания содержится меньше окиси углерода и окислов азота, за счет очистки природного газа перед сжижением от балластных компонентов и более полного сгорания газообразного топлива по**

**сравнению с твердыми и жидкими видами топлив;**

в) больше запасов сжиженного природного газа по сравнению с другими видами топлив;

г) инфраструктура для производства, хранения и транспортировки сжиженного природного газа развита лучше, чем для других видов топлив;

д) ни один из вариантов.

1.21 Какова температура кипения сжиженного природного газа при атмосферном давлении?

а) минус 197 °С; б) минус 270 °С; в) минус 180 °С; г) минус 19 °С; д) **минус 161,5 °С.**

1.22 Где может храниться сжиженный природный газ?

**а) в изотермических хранилищах и криогенных резервуарах;**

б) в естественных подземных хранилищах газа;

в) в обычных баллонах без теплоизоляции под избыточным давлением;

г) в обычных баллонах без теплоизоляции;

д) ни один из вариантов.

1.23 Где и когда был построен первый завод сжижения природного газа?

а) в 1954 г. в Советском Союзе построен Московский завод сжижения природного газа;

**б) в 1964 г. в г. Арзеве (Алжир) был пущен в эксплуатацию крупный завод сжижения природного газа;**

в) в 1941 г. в Кливленде (США) в промышленных масштабах было осуществлено сжижение природного газа для покрытия суточных «пиковых» нагрузок потребления газа в зимнее время;

г) в 20...30-х годах XX столетия в США после открытия крупных месторождений природного газа, расположенных вдали от крупных городов;

д) ни один из вариантов.

1.24 Выберите формулировку закона Шарля:

а) Объем определенного количества идеального газа при постоянном давлении увеличивается с повышением температуры.

б) При постоянной температуре объем идеального газа изменяется обратно пропорционально давлению.

в) Общее давление смеси равняется сумме давлений отдельных компонентов, образующих смесь, т.е. сумме парциальных давлений.

г) Равные объемы различных газов при одинаковых температурах, и давлении прямо пропорциональны их молекулярным весам.

**д) Соотношение между абсолютной температурой и давлением для одного и того же количества газа при постоянном объеме будет прямо пропорционально.**

1.25 Какие способы выдачи сжиженного природного газа из хранилищ в цистерны потребителя существуют?

- а) компрессором;
- б) газлифтная система;
- в) насосом или вытеснением собственными парами жидкости или другим инертным газом (азотом);**
- г) гравитационный способ (самотеком);
- д) ни один из вариантов.

1.26 Какие отрасли народного хозяйства нашей страны могут потреблять сжиженный природный газ?

- а) авиация и космонавтика;
- б) железнодорожный и автомобильный транспорт;
- в) речной и морской транспорт;
- г) газификация отдаленных районов и сельского хозяйства, а также для регулирования пиковых нагрузок газопотребления обеспеченных сетевым газом районов;
- д) все перечисленные варианты.**

1.27 Какие температуры называются криогенными?

- а) минус 100 °С и выше; б) ниже 0 °С; в) от 0 до минус 100 °С;
- г) минус 100 °С и ниже; д) ни один из вариантов.**

1.28 Что называется дросселированием потока газа?

- а) понижение давления потока вещества за счёт его прохода через узкое проходное сечение;**
- б) адиабатное расширение потока вещества с получением внешней работы;
- в) метод получения температур ниже 0,7 К, основанный на эффекте выделения теплоты из парамагнитных солей при их намагничивании и последующем поглощении теплоты при их размагничивании;
- г) обратимый круговой процесс, состоящий из двух адиабатических и двух изотермических процессов;
- д) ни один из вариантов.

1.29 Выберите формулировку закона Дальтона:

- а) Соотношение между абсолютной температурой и давлением для одного и



того же количества газа при постоянном объеме будет прямо пропорционально.

б) Объем определенного количества идеального газа при постоянном давлении увеличивается с повышением температуры.

**в) Общее давление смеси равняется сумме давлений отдельных компонентов, образующих смесь, т.е. сумме парциальных давлений.**

г) При постоянной температуре объем идеального газа изменяется обратно пропорционально давлению.

д) Равные объемы различных газов при одинаковых температурах, и давлении прямо пропорциональны их молекулярным весам.

1.30 Какие виды вакуумной изоляции используются в криогенной технике?

а) порошково-вакуумная; б) экранно-вакуумная; в) слоисто-вакуумная;

**г) все перечисленные варианты;** д) ни один из вариантов.

1.31 Где в основном строятся заводы сжижения природного газа?

**а) непосредственно на месторождении природного газа;**

б) в любом удобном месте;

в) в странах-импортерах сжиженного природного газа;

г) в странах-экспортерах сжиженного природного газа;

д) ни один из вариантов.

1.31 Что называется низшей теплотой сгорания топлива?

а) количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании топлива, включая теплоту конденсации водяных паров при охлаждении продуктов сгорания;

б) количество выделившейся теплоты при полном сгорании массовой (для твердых и жидких веществ) или объёмной (для газообразных) единицы топлива;

в) теплота сгорания, отнесённая к единице массы или объёма топлива;

**г) количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании топлива без учёта теплоты конденсации водяного пара;**

д) количество теплоты, которое надо подвести для осуществления химической реакции окисления кислородом топлива.

1.32 Что называется высшей теплотой сгорания топлива?

**а) количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании топлива, включая теплоту конденсации водяных паров при охлаждении продуктов сгорания;**

б) количество выделившейся теплоты при полном сгорании массовой (для твердых и жидких веществ) или объёмной (для газообразных) единицы топлива;

в) теплота сгорания, отнесённая к единице массы или объёма топлива;

г) количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании топлива без

учёта теплоты конденсации водяного пара;

д) количество теплоты, которое надо подвести для осуществления химической реакции окисления кислородом топлива.

1.33 Какие виды теплоизоляции используются для изотермических хранилищ?

- а) перлит вспученный в мешках;
- б) маты минераловатные;
- в) маты из стекловолокна;
- г) экранно-вакуумная;
- д) слоисто-вакуумная.

1.34 Каким видом транспорта сжиженный природный газ доставляется странам-импортерам от завода сжижения?

- а) по криогенным магистральным трубопроводам;
- б) в криогенных судах-метановозах;**
- в) в криогенных автоцистернах;
- г) в криогенных железнодорожных цистернах;
- д) в криобаках авиацией.

1.35 Что принято за единицу условного топлива (у.т.)?

- а) теплотворная способность 1 кг каменного угля = 29,3 МДж или 7000 ккал;**
- б) теплотворная способность 1 кг каменного угля = 29,3 кДж или 7 ккал;
- в) теплотворная способность 1 кг каменного угля = 29,3 ГДж или 7000 Мкал;
- г) теплотворная способность 1 кг природного газа при нормальных физических условиях;
- д) теплотворная способность 1 м<sup>3</sup> природного газа при нормальных физических условиях.

1.36 Во сколько раз уменьшается в объеме природный газ при сжижении?

- а) в 591 раз;**
- б) в 500 раз;
- в) в 100 раз;
- г) в 1000 раз;
- д) в 10 раз.

1.37 Какие перспективные области применения сжиженного природного газа вы знаете?

- а) в ракетно-космической технике и авиации;
- б) на железнодорожном транспорте;
- в) в водном транспорте;
- г) все перечисленные варианты;**

д) ни один из вариантов.

1.38 Из каких материалов выполняют внутреннюю емкость изотермического хранилища?

**а) сплавы цветных металлов или низколегированные хладостойкие стали;**

б) обычная углеродистая сталь;

в) железобетон;

г) чугун;

д) пенополиэтилен.

1.39 Какие типы газификаторов применяются для регазификации сжиженного природного газа?

**а) теплообменник "труба в трубе", кожухотрубчатый теплообменник;**

б) скрубберы;

в) градирни;

г) естественные теплопритоки;

д) ни один из вариантов.

1.34 По какой формуле определяется объем сжиженного природного газа массой  $G$ ?

**а)  $V_{спг} = G_{спг} / \rho_{спг}$ , где  $\rho_{спг}$  - плотность сжиженного природного газа;**

б)  $V_{спг} = G_{спг} * \rho_{спг}$ , где  $\rho_{спг}$  - плотность сжиженного природного газа;

в)  $V_{спг} = G_{спг} + \rho_{спг}$ , где  $\rho_{спг}$  - плотность сжиженного природного газа;

г)  $V_{спг} = G_{спг} - \rho_{спг}$ , где  $\rho_{спг}$  - плотность сжиженного природного газа;

д) ни один из вариантов.

1.35 Что называется эффектом Джоуля-Томпсона?

**а) изменение температуры газа при адиабатическом дросселировании — медленном протекании газа под действием постоянного перепада давлений сквозь дроссель (пористую перегородку);**

б) эффект температурного разделения газа при закручивании в цилиндрической или конической камере при условии, что поток газа в трубке проходит не только прямо, но и обратно;

в) явление подъема или опускания жидкости в капиллярах - узких трубках, каналах произвольной формы, пористых телах в поле силы тяжести;

г) термоэлектрическое явление, при котором происходит выделение или поглощение тепла при прохождении электрического тока в месте контакта (спая) двух разнородных проводников;

д) ни один из вариантов.

1.36 Что называется условным топливом?

а) единица измерения, предназначенная для учета органического топлива, к которому относят нефть и ее производные, природный газ, торф и газ, получаемый при перегонке каменного угля и сланцев;

б) топливо, предназначенное для сравнения различных видов топлива по теплотворной способности;

в) топливо, принятое в качестве единицы измерения запасов различных видов топлив;

г) топливо, параметры которого приведены к нормальным физическим условиям.

д) ни один из вариантов;

1.37 Выберите формулировку закона Бойля - Мариотта:

а) При постоянной температуре объем идеального газа изменяется обратно пропорционально давлению.

б) Объем определенного количества идеального газа при постоянном давлении увеличивается с повышением температуры.

в) Соотношение между абсолютной температурой и давлением для одного и того же количества газа при постоянном объеме будет прямо пропорционально.

г) Общее давление смеси равняется сумме давлений отдельных компонентов, образующих смесь, т.е. сумме парциальных давлений.

д) Равные объемы различных газов при одинаковых температурах, и давлении прямо пропорциональны их молекулярным весам.

1.38 Какие существующие области применения сжиженного природного газа в мировой практике вы знаете?

а) в качестве резервного топлива для покрытия "пиковых" нагрузок газопотребления;

б) в сельскохозяйственном производстве;

в) для газификации удаленных населенных пунктов и предприятий;

г) в качестве моторного топлива в автомобильном транспорте;

д) все перечисленные варианты.

1.39 По какой формуле определяется объем хранилища сжиженного природного газа  $V_{хр}$ ?

а)  $V_{хр} = V_{год} / 591$ , где  $V_{год}$  - годовая потребность в природном газе,  $m^3/год$ ;

б)  $V_{хр} = V_{год} * 591$ , где  $V_{год}$  - годовая потребность в природном газе,  $m^3/год$ ;

в)  $V_{хр} = V_{год} / 600$ , где  $V_{год}$  - годовая потребность в природном газе,  $m^3/год$ ;

- г)  $V_{\text{хр}} = V_{\text{год}} * 600$ , где  $V_{\text{год}}$  - годовая потребность в природном газе,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  
д) ни один из вариантов.

1.40 Что называют критической температурой фазового перехода?

**а) температуру, при которой плотность и давление насыщенного пара становятся максимальными, а плотность жидкости, находящейся в динамическом равновесии с паром, становится минимальной;**

б) температуру, при которой жидкость переходит из жидкой фазы в газообразную или наоборот;

в) температуру, при которой жидкость переходит из жидкой фазы в твердую или наоборот;

г) температура, при которой жидкость переходит из газообразной фазы в твердую минуя жидкую фазу. температура, при которой жидкость переходит из газообразной фазы в твердую минуя жидкую фазу;

д) температуру, при которой жидкость переходит из твердой фазы в газообразную минуя жидкую фазу.

1.41 Что называется адсорбцией?

**а) поглощение (растворение) газа или жидкости твердым пористым телом;**

б) поглощение (растворение) газа или жидкости другой жидкостью;

в) выделение газа или жидкости из другой жидкости;

г) выделение газа или жидкости из твердого пористого тела;

д) ни один из вариантов.

1.42 Какова плотность сжиженного природного газа при нормальных физических условиях?

**а)  $424,5 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;**

б)  $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;

в)  $1,25 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;

д)  $600 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;

г) ни один из вариантов.

1.43 Какое вещество применяется в качестве одоранта природного газа?

**а) этилмаркаптан;**

б) селикогель;

в) алюмогель;

г) сероводород;

д) ни один из вариантов.

1.44 Какой вид транспорта сжиженного природного газа в настоящее время не используется в мировой практике?

- а) магистральные газопроводы;**
- б) танкеры-метановозы;
- в) автомобильные криоцистерны;
- г) железнодорожные криоцистерны;
- д) авиация.

1.45 Какова химическая формула метана?

- а) CH<sub>4</sub>**
- б) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>
- в) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>
- г) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>
- д) C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>

1.45 Какова допустимая величины испарения сжиженного природного газа в изотермическом хранилище от полного объёма хранилища?

- а) 0,03 - 0,05 %/сут;**
- б) 1-2 %/сут;
- в) 3-5 %/сут;
- г) 0 %/сут;
- д) ни один из вариантов.

1.46 Какая страна не относится к основным импортерам сжиженного природного газа?

- а) Австралия;** б) Япония; в) Китай; г) Индия; д) Великобритания.

1.47 Что такое криостат?

**а) устройство, с помощью которого рабочий объём поддерживается при низкой температуре за счёт постороннего источника холода;**

б) прибор для поддержания постоянной температуры за счёт использования терморегуляторов, либо осуществлением фазового перехода (например, таяние льда);

в) аппарат, служащий для регулировки силы тока и напряжения в электрической цепи путём получения требуемой величины сопротивления;

г) устройство, предназначенное для утилизации тепла (холода) рабочего тела за счет процессов теплопередачи;

- д) ни один из вариантов.

1.48 Что называется сублимацией?

**а) переход вещества из твёрдого состояния в газообразное без пребывания в жидком состоянии;**

б) переход вещества из твёрдого состояния в жидкое;

в) переход вещества из жидкого состояния в газообразное;

г) переход вещества из газообразного состояния в жидкое;

д) переход вещества из газообразного состояния в твердое без пребывания в жидком состоянии.

1.49 Что такое критическое давление?

**а) предельное (наивысшее) давление насыщенного пара в условиях сосуществования жидкой фазы и пара;**

б) давление, при котором пар находится в термодинамическом равновесии с жидкостью или твердым телом того же состава;

в) давление, при котором жидкость превращается в пар;

г) давление, при котором пар превращается в жидкость;

д) ни один из вариантов.

1.50 Что называется абсорбцией?

а) поглощение (растворение) газа или жидкости твердым пористым телом;

**б) поглощение (растворение) газа или жидкости другой жидкостью;**

в) выделение газа или жидкости из другой жидкости;

г) выделение газа или жидкости из твердого пористого тела;

д) ни один из вариантов.

1.51 Что такое давление насыщения?

**а) давление, при котором пар находится в термодинамическом равновесии с жидкостью или твердым телом того же состава;**

б) давление, при котором жидкость превращается в пар;

в) предельное (наивысшее) давление насыщенного пара в условиях сосуществования жидкой фазы и пара;

г) давление, при котором пар превращается в жидкость;

д) ни один из вариантов.

1.52 Что называется нормальными физическими условиями?

**а) температура 0 °С и давление 760 мм рт.ст. (101,3 кПа);**

б) температура 20 °С и давление 760 мм рт.ст. (101,3 кПа);

в) температура 0 °С и текущее атмосферное давление;

г) текущая температура и давление 760 мм рт.ст. (101,3 кПа);

д) ни один из вариантов.

1.53 Выберите формулировку закона Гей-Люссака:

**а) Объем определенного количества идеального газа при постоянном давлении увеличивается с повышением температуры.**

б) При постоянной температуре объем идеального газа изменяется обратно пропорционально давлению.

в) Соотношение между абсолютной температурой и давлением для одного и того же количества газа при постоянном объеме будет прямо пропорционально.

г) Общее давление смеси равняется сумме давлений отдельных компонентов, образующих смесь, т.е. сумме парциальных давлений.

д) Равные объемы различных газов при одинаковых температурах, и давлении прямо пропорциональны их молекулярным весам.

1.54 По какой формуле определяется объем цистерны для завоза сжиженного природного газа в хранилище?

**а)  $V_{ц} = V_{хр} / 330$ , где  $V_{хр}$  - объем хранилища сжиженного природного газа;**

б)  $V_{ц} = V_{хр} / 365$ , где  $V_{хр}$  - объем хранилища сжиженного природного газа;

в)  $V_{ц} = V_{хр} * 330$ , где  $V_{хр}$  - объем хранилища сжиженного природного газа;

г)  $V_{ц} = V_{хр} * 365$ , где  $V_{хр}$  - объем хранилища сжиженного природного газа.

д) ни один из вариантов.

1.55 Какие виды транспорта в США в настоящее время используют сжиженный природный газ в качестве моторного топлива?

**а) муниципальный транспорт, самосвалы, автобусы и автопогрузчики;**

б) личные легковые автомобили;

в) самолеты и вертолеты;

г) мотоциклы;

д) ни один из вариантов.

1.56 Какая страна не относится к основным производителям сжиженного природного газа?

**а) Япония;** б) Катар;

в) Австралия; г) Индонезия;

д) Алжир.

1.57 Какова температура кипения жидкого водорода при атмосферном давлении?

**а) минус 253 °С;**

б) минус 197 °С;

в) минус 161 °С;



г) минус 183 °С;

д) минус 273 °С.

1.58 Что такое температура насыщения?

**а) температура, при которой жидкость переходит из жидкой фазы в газообразную или наоборот;**

б) температура, при которой жидкость переходит из жидкой фазы в твердую или наоборот;

в) температура, при которой жидкость переходит из твердой фазы в газообразную минуя жидкую фазу;

г) температура, при которой жидкость переходит из газообразной фазы в твердую минуя жидкую фазу;

д) ни один из вариантов.

1.59 Что называется парциальным давлением?

**а) давление, которое имел бы каждый газ, если бы он один занимал весь объем газовой смеси, при температуре смеси;**

б) давление газа, пропорциональное занимаемому им объему в составе смеси;

в) суммарное давление компонентов газовой смеси;

г) разница между абсолютным и барометрическим давлением;

д) ни один из вариантов.

1.60 Где может храниться сжиженный природный газ?

**а) в изотермических хранилищах и криогенных резервуарах;**

б) в естественных подземных хранилищах газа;

в) в обычных баллонах без теплоизоляции под избыточным давлением;

г) в обычных баллонах без теплоизоляции;

д) ни один из вариантов.

1.61 Что называется детандированием потока газа?

**а) адиабатное расширение потока вещества с получением внешней работы;**

б) понижение давления потока вещества за счёт его прохода через узкое проходное сечение;

в) метод получения температур ниже 0,7 К, основанный на эффекте выделения теплоты из парамагнитных солей при их намагничивании и последующем поглощении теплоты при их размагничивании;

г) обратимый круговой процесс, состоящий из двух адиабатических и двух изотермических процессов;

д) ни один из вариантов.

1.62 Когда был построен и запущен и как называется первый завод по производству сжиженного природного газа в России?

- а) в 2009 г. «Сахалин-2» (пос. Пригородное);
- б) в 2017 г. «Ямал СПГ» (на полуострове Ямал);
- в) «Арктик СПГ-2»;
- г) «Балтийский СПГ».
- д) «Дальневосточный СПГ».

1.63 Что такое критическая температура фазового перехода?

а) температура, при которой плотность и давление насыщенного пара становятся максимальными, а плотность жидкости, находящейся в динамическом равновесии с паром, становится минимальной;

б) температура, при которой жидкость переходит из жидкой фазы в газообразную или наоборот;

в) температура, при которой жидкость переходит из жидкой фазы в твердую или наоборот;

г) температура, при которой жидкость переходит из газообразной фазы в твердую минуя жидкую фазу;

д) температура, при которой жидкость переходит из твердой фазы в газообразную минуя жидкую фазу.

1.64 Выберите правильную формулу уравнения состояния для идеального газа:

а)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$

б)  $p \cdot V = z \cdot m \cdot R \cdot T$

в)  $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

г)  $p_1/p_2 = T_1/T_2$

д)  $T_1/T_2 = V_1/V_2$

1.65 Что включает в себя завод по сжижению природного газа?

а) установки предварительной очистки и сжижения газа;

б) технологические линии производства СПГ; дополнительные службы для обеспечения завода электроэнергией и водой для охлаждения;

в) резервуары для хранения;

г) оборудование для загрузки на танкеры;

д) все перечисленные варианты.

1.66 Какая страна является одновременно экспортером и импортером сжиженного природного газа?

а) США; б) Россия; в) Япония; г) Австралия; д) Алжир.

1.67 Выберите правильную формулу уравнения состояния для реального газа:

а)  $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$

**б)  $p \cdot V = z \cdot m \cdot R \cdot T$**

в)  $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

г)  $p_1/p_2 = T_1/T_2$

д)  $T_1/T_2 = V_1/V_2$

1.68 Какие первые малопроизводительные установки сжижения природного газа появились в России?

а) детандерная установка производительностью 800 кг/ч на ГРС ООО "Лентрансгаз", дроссельно-вихревая установка с предварительным фреоновым охлаждением производительностью 1000 кг/ч на АГНКС ООО "Лентрансгаз".

б) экспериментальная дроссельная установка в г. Самара, работающая на теплообмене с жидким азотом.

в) дроссельная установка производительностью 600 кг/ч на базе АГНКС ООО "Уралгазтранс".

г) дроссельная установка с предварительным фреоновым охлаждением производительностью 1000 кг/ч на базе АГНКС Московского газоперерабатывающего завода.

**д) все перечисленные варианты.**

1.69 Что называется кипением?

**а) процесс парообразования во всем объеме жидкости;**

б) процесс парообразования с поверхности жидкости;

в) переход вещества из твердого состояния в газообразное;

г) переход вещества из жидкого состояния в твердое ;

д) переход вещества из твердого состояния в жидкое .

1.70 Что называется конденсацией?

**а) переход вещества из газообразного состояния в жидкое;**

б) переход вещества из жидкого состояния в газообразное;

в) переход вещества из твердого состояния в газообразное;

г) переход вещества из газообразного состояния в твердое;

д) процесс парообразования во всем объеме жидкости.

1.71 Холодопроизводительность холодильной машины – это:

а) количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта одним килограммом холодильного агента.

**б) количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта за единицу времени.**

в) температура, созданная в холодильной камере.

г) количество теплоты, отведенной от охлаждаемого объекта в окружающую среду.

д) массовый секундный расход холодильного агента в холодильной установке.

1.72 Что называется испарением?

**а) парообразование только со свободной поверхности жидкости;**

б) парообразование во всем объеме жидкости;

в) переход 1 кг жидкости в пар;

г) переход 1 м<sup>3</sup> жидкости в пар;

д) парообразование по всей массе жидкости.

## **2 Вопросы в открытой форме.**

2.1 Химическая формула метана — \_\_\_\_\_. **Ответ: «СН<sub>4</sub>».**

2.2 Основной компонент, который входит в состав сжиженного природного газа — \_\_\_\_\_. **Ответ: «метан».**

2.3 Химическая формула азота — \_\_\_\_\_. **Ответ: «N<sub>2</sub>».**

2.4 Химическая формула кислорода — \_\_\_\_\_. **Ответ: «O<sub>2</sub>».**

2.5 Химическая формула водорода — \_\_\_\_\_. **Ответ: «H<sub>2</sub>».**

2.6 Химическая формула пропана — \_\_\_\_\_. **Ответ: «С<sub>3</sub>H<sub>8</sub>».**

2.7 Химическая формула бутана — \_\_\_\_\_. **Ответ: «С<sub>4</sub>H<sub>10</sub>».**

2.8 Поглощение (растворение) газа или жидкости твердым пористым телом называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «адсорбцией».**

2.9 Поглощение (растворение) газа или жидкости другой жидкостью называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «абсорбцией».**

2.10 Переход вещества из твёрдого состояния в газообразное без пребывания в жидком состоянии называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «сублимацией».**

2.11 Понижение давления потока вещества за счёт его прохода через узкое проходное сечение называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «дресселированием».**

2.12 Раздел физики низких температур, изучающий закономерности изменения свойств различных веществ в условиях крайне низких («криогенных») температур, а также наука, охватывающая исследование, развитие и применение криогенной техники называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «криогеникой».**

2.13 Температуры ниже минус 100 °С называются \_\_\_\_\_. **Ответ: «криогенными».**

2.14 Переход вещества из газообразного состояния в жидкое называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «конденсацией».**

2.15 Процесс парообразования во всем объеме жидкости называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «кипением».**

2.16 Парообразование только со свободной поверхности жидкости называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «испарением».**

2.17 Адиабатное расширение потока вещества с получением внешней работы называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «детандированием».**

2.18 Температура, при которой жидкость переходит из жидкой фазы в газообразную или наоборот, называется \_\_\_\_\_. **Ответ: «температурой насыщения».**

### **3 Вопросы на установление последовательности.**

3.1 . Выберите правильную последовательность цикла сжижения природного газа с детандерным циклом?

- 1) охлаждение природного газа,
- 2) расширение газа в детандере,
- 3) сжатие природного газа до высокого давления,
- 4) сжижение природного газа;

**Ответ: 3, 1, 2, 4.**

3.2 Доставка сжиженного природного газа потребителям включает в себя несколько стадий. Выберите правильную последовательность:

- 1) добыча природного газа из месторождения;
- 2) трансформация природного газа в сжиженный природный газ на заводе сжижения;
- 3) хранение сжиженного природного газа в специальных криоцистернах, устроенных по принципу сосуда Дьюара;
- 4) транспортировка природного газа по газопроводам к заводу сжижения;
- 5) регазификация сжиженного природного газа и транспортировка конечным потребителям по газопроводам в газообразном состоянии;

**Ответ: 1, 4, 2, 3, 5.**

3.3 Выберите правильную последовательность цикла сжижения природного газа с однократным дросселированием?

- 1) охлаждение природного газа;
- 2) дросселирование потока природного газа;
- 3) сжатие природного газа до высокого давления;
- 4) сжижение природного газа;

**Ответ: 3, 1, 2, 4.**

3.4 Выберите правильную последовательность процессов в цикле

парокомпрессионной холодильной установки: 1) конденсация; 2) сжатие в компрессоре; 3) дросселирование в редукционном вентиле; 4) кипение в испарителе.

**Ответ: 2, 1, 3, 4.**

3.5 Выберите правильную последовательность процессов в воздушной холодильной установке: 1) сжатие в компрессоре; 2) расширение в детандере; 3) охлаждение воздуха в теплообменнике; 4) нагрев воздуха в холодильной камере.

**Ответ: 1, 3, 2, 4.**

3.6 Из каких термодинамических процессов и в какой последовательности происходит цикл работы компрессора?

- 1) изохорный процесс;
- 2) изобарный процесс;
- 3) адиабатный процесс;
- 4) изотермический процесс;
- 5) изоэнтальпийный процесс.

**Ответ: 2, 3, 2, 1.**

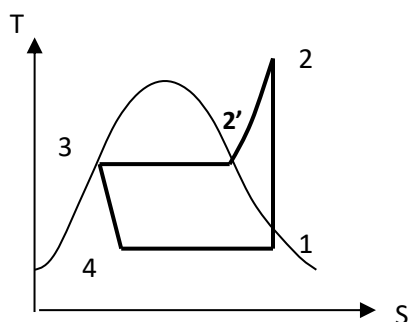
3.7 Из каких термодинамических процессов и в какой последовательности происходит цикл работы холодильной машины?

- 1) изохорный процесс;
- 2) изобарный процесс;
- 3) адиабатный процесс;
- 4) изотермический процесс;
- 5) изоэнтальпийный процесс.

**Ответ: 3, 2, 4, 5, 4.**

#### 4 Вопросы на установление соответствия.

4.1 Выберите правильно процессы холодильной машины:



- а) Процесс 1-2
- б) Процесс 2-2'

- 1) дросселирование потока хладагента;
- 2) кипение хладагента в испарителе;

- |                 |   |
|-----------------|---|
| в) Процесс 2'-3 | 3) охлаждение хладагента в конденсаторе;  |
| г) Процесс 3-4  | 4) сжатия в компрессоре;                  |
| д) Процесс 4-1  | 5) конденсация хладагента в конденсаторе. |

- Ответ: а) – 4  
б) – 3  
в) – 5  
г) – 1  
д) – 2

4.2 Какими приборами измеряется давление:

- |                      |  |
|----------------------|--|
| а) избыточное        | 1) дифманометром;                      |
| б) вакуумметрическое | 2) барометром;                         |
| в) атмосферное       | 3) манометром;                         |
| г) абсолютное        | 4) вакуумметром;                       |
| д) перепад давлений  | 5) косвенными измерениями по формулам. |

- Ответ: а) – 3  
б) – 4  
в) – 2  
г) – 5  
д) – 1

4.3 Какой термодинамический процесс называется:

- |                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| а) адиабатным     | 1) при постоянном давлении;     |
| б) изобарным      | 2) при постоянной энтропии;     |
| в) изотермическим | 3) при постоянной теплоемкости; |
| г) изохорным      | 4) при постоянной температуре;  |
| д) политропным    | 5) при постоянном объеме.       |

- Ответ: а) – 2  
б) – 1  
в) – 4  
г) – 5  
д) – 3

**Шкала оценивания результатов тестирования:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации

обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения - 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной</i>	<i>Оценка по дихотомической</i>
100-50	зачтено
49 и менее	не зачтено

***Критерии оценивания результатов тестирования:***

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено - **2 балла**, не выполнено - **0 баллов**.



**2.2 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ**  
(производственные (или ситуационные) задачи и (или) кейс-задачи)

**ЗАДАЧИ**

*Компетентностно-ориентированная задача № 1.*

Определить парциальные давления компонентов, входящих в газовую смесь следующего состава  $\text{CH}_4$  - 90%,  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 5%,  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 5%. Смесь находится под давлением 1МПа. К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

- а)  $\text{CH}_4$  - 0,8 МПа,  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 0,15 МПа,  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 0,05 МПа.
- б)  $\text{CH}_4$  - 0,9 МПа,  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 0,5 МПа,  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 0,05 МПа.
- в)  $\text{CH}_4$  - 0,9 МПа,  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 0,05 МПа,  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 0,05 МПа.**
- г)  $\text{CH}_4$  - 10,0 МПа,  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 0,05 МПа,  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 0,05 МПа.
- д)  $\text{CH}_4$  - 0,9 МПа,  $\text{C}_2\text{H}_6$  – 0,07 МПа,  $\text{C}_3\text{H}_8$  – 0,03 МПа.

*Компетентностно-ориентированная задача №2.*

Определить низшую теплоту сгорания газообразного топлива, имеющего следующий состав ( в % по объему) : метан – 95,1%, этан – 2,3 %, пропан - 0,7 %, бутан – 0,4 %, пентан – 0,8%, окись углерода – 0,2%, водород – 0,5%. К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

- а) 37873 кДж/м<sup>3</sup>.**
- б) 38773 кДж/м<sup>3</sup>.
- в) 33778 кДж/м<sup>3</sup>.
- г) 37783 кДж/м<sup>3</sup>.
- д) 37387 кДж/м<sup>3</sup>.

*Компетентностно-ориентированная задача №3.*

Продукты сгорания газа охлаждаются от 927 °С до 327 °С. Определить во сколько раз уменьшится их объем. К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

- а) 2**
- б) 2,5
- в) 3
- г) 1,5
- д) 4

*Компетентностно-ориентированная задача №4.*

Определить плотность  $\text{CH}_4$  при  $t=20$  °С и  $P=760$  мм. рт. ст., если плотность газа при н.у. равна 0,7168 кг/м<sup>3</sup>. К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

- а) **0,67 кг/нм<sup>3</sup>.**
- б) 1,67 кг/нм<sup>3</sup>.
- в) 0,5 кг/нм<sup>3</sup>.
- г) 0,37 кг/нм<sup>3</sup>.
- д) 1 кг/нм<sup>3</sup>.

*Компетентностно-ориентированная задача №5.*

Определить парциальные давления компонентов, входящих в состав воздуха, находящегося при нормальном давлении, если объемный состав воздуха: O<sub>2</sub> - 21%, N<sub>2</sub> - 79%. К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

- а) **P(O<sub>2</sub>) = 160 мм рт.ст., P(N<sub>2</sub>) = 600 мм рт.ст.**
- б) P(O<sub>2</sub>) = 200 мм рт.ст., P(N<sub>2</sub>) = 800 мм рт.ст.
- в) P(O<sub>2</sub>) = 150 мм рт.ст., P(N<sub>2</sub>) = 500 мм рт.ст.
- г) P(O<sub>2</sub>) = 140 мм рт.ст., P(N<sub>2</sub>) = 560 мм рт.ст.
- д) P(O<sub>2</sub>) = 100 мм рт.ст., P(N<sub>2</sub>) = 500 мм рт.ст.

*Компетентностно-ориентированная задача №6.*

Определяем сопротивление теплопередаче  $r_{tot}$  криогенного трубопровода для сжиженного природного газа по нормированной линейной плотности теплового потока, если известно, что:

$t_m = -160,64$  °С – средняя температура СПГ в хранилище;

$t_e = 24$  °С — температура наружного воздуха, °С, для наиболее жаркого месяца;

$q_l = 22$  Вт/м — нормированная линейная плотность теплового потока с 1 м длины теплоизолированного трубопровода при  $d_y = 100$  мм и  $t_m = -160,64$  °С;

$K_I = 1,0$  — коэффициент, учитывающий район строительства и способ прокладки трубопровода, для Европейского района строительства и прокладки трубопровода на открытом воздухе.

**Ответ:**

- а)  **$r_{tot} = 8,39$  (м<sup>2</sup>·°С)/Вт.**
- б)  $r_{tot} = 9,38$  (м<sup>2</sup>·°С)/Вт.
- в)  $r_{tot} = 8,93$  (м<sup>2</sup>·°С)/Вт.
- г)  $r_{tot} = 9,83$  (м<sup>2</sup>·°С)/Вт.
- д)  $r_{tot} = 3,89$  (м<sup>2</sup>·°С)/Вт.

*Компетентностно-ориентированная задача №7.*

Определить газовую постоянную метана CH<sub>4</sub>, если молекулярная его масса равна 16. К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

- а) **520 Дж/(кг·°С).**
- б) 273 Дж/(кг·°С).
- в) 462 Дж/(кг·°С).
- г) 297 Дж/(кг·°С).
- д) 189 Дж/(кг·°С).

*Компетентностно-ориентированная задача №8.*

Определить количество тепла  $Q_2$ , вносимое с жидкой фазой из транспортных цистерн в резервуар хранилища сжиженного природного газа, если известно, что:

$v_{\text{ц}}=35$  т/ч — скорость наполнения резервуара;

$c_p = 3450$  Дж/(кг·°С) — теплоёмкость СПГ, равная теплоёмкости жидкой фазы метана;

$t_{\text{ц}} = -161,3$  °С — температура жидкой фазы СПГ в цистерне, равная температуре кипения СПГ при атмосферном давлении;

$t_{\text{м}} = -160,64$  °С — средняя температура СПГ в хранилище.

**Ответ:**

а)  $Q_2 = 22138$  Вт;

б)  $Q_2 = 21238$  Вт;

в)  $Q_2 = 23128$  Вт;

г)  $Q_2 = 282132$  Вт;

д)  $Q_2 = 22831$  Вт.

*Компетентностно-ориентированная задача №9.*

Во сколько раз увеличится давление в баллоне с метаном емкостью 200 л, если его температура увеличится с 10 °С до 40 °С? К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

а) 1,1

б) 1

в) 1,2

г) 1,5

д) 2

*Компетентностно-ориентированная задача №10.*

Во сколько раз изменится в объеме метан  $\text{CH}_4$ , если его охладить при постоянном давлении с 10 °С до -37 °С? К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

а) 0,83 раз.

б) 2 раза.

в) 1,5 раза.

г) 1 раз.

д) 0,5 раз.

*Компетентностно-ориентированная задача №11.*

Определить плотность метана при температуре 20 °С и давлении 1 МПа если плотность при н.у. 0,7268 кг/м<sup>3</sup>. К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

- а) 6,67 кг/м<sup>3</sup>.
- б) 6,55 кг/м<sup>3</sup>.**
- в) 6,63 кг/м<sup>3</sup>.
- г) 6,78 кг/м<sup>3</sup>.
- д) 6,93 кг/м<sup>3</sup>.

*Компетентностно-ориентированная задача №12.*

Определить массу метана CH<sub>4</sub> находящегося в баллоне емкостью 200 л при температуре 20 °С и давлении 1 МПа. К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

- а) 1,3 кг.**
- б) 1,5 кг.
- в) 2,25 кг.
- г) 0,9 кг.
- д) 2,1 кг.

*Компетентностно-ориентированная задача №13.*

Определить теплоприток к резервуару через ограждающие конструкции Q<sub>1</sub>, Вт, если известно, что:

k = 0,028 Вт/(м<sup>2</sup>·°С) — коэффициент теплопередачи через стенку к жидкой фазе;

t<sub>m</sub> = -160,64 °С – средняя температура СПГ в хранилище;

t<sub>e</sub> = 24 °С — температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца;

F = 5841,9 м<sup>2</sup> — полная наружная поверхность резервуара;

**Ответ:**

- а) Q<sub>1</sub> = 30202 Вт;**
- б) Q<sub>1</sub> = 20302 Вт;
- в) Q<sub>1</sub> = 20203 Вт;
- г) Q<sub>1</sub> = 30000 Вт;
- д) Q<sub>1</sub> = 20000 Вт.

*Компетентностно-ориентированная задача №14.*

Баллон со сжиженным газом, имеющим давление 0,2 МПа и температуру 20°С, нагрели до температуры 50 °С. Определить давление в баллоне после нагревания. К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

- а) 0,11 МПа.
- б) 0,15 МПа.
- в) 0,22 МПа.**
- г) 0,25 МПа.
- д) 0,33 МПа.

*Компетентностно-ориентированная задача №15.*

Во сколько раз измениться в объеме метан  $\text{CH}_4$ , если его охладить при постоянном давлении с  $-37^\circ\text{C}$  до  $-100^\circ\text{C}$ ?

**Ответ:**

- а) 0,83 раза.
- б) 2 раза.
- в) 1,5 раза.
- г) **0,73 раза.**
- д) 0,5 раз.

*Компетентностно-ориентированная задача №16.*

Определить годовой расход газа в жилом квартале с 9-этажной застройкой и численностью населения – 11016 чел. Бытовые газовые приборы: 4-х конфорочные газовые плиты. Низшая теплота сгорания топлива –  $38897 \text{ кДж/нм}^3$ .

**Ответ:**

- а)  $Q_i = 729987 \text{ нм}^3/\text{год}$ ;
- б)  **$Q_i = 792987 \text{ нм}^3/\text{год}$ ;**
- в)  $Q_i = 799287 \text{ нм}^3/\text{год}$ ;
- г)  $Q_i = 792978 \text{ нм}^3/\text{год}$ ;
- д)  $Q_i = 792897 \text{ нм}^3/\text{год}$ .

*Компетентностно-ориентированная задача №17.*

Определить годовой расход газа в жилом квартале с 5-этажной застройкой и численностью населения – 10021 чел. Бытовые газовые приборы: 4-х конфорочные газовые плиты, проточные газовые водонагреватели. Низшая теплота сгорания топлива –  $38897 \text{ кДж/нм}^3$ .

**Ответ:**

- а)  $Q_j = 2033610 \text{ нм}^3/\text{год}$ ;
- б)  **$Q_j = 2061033 \text{ нм}^3/\text{год}$ ;**
- в)  $Q_j = 2601033 \text{ нм}^3/\text{год}$ ;
- г)  $Q_j = 2016033 \text{ нм}^3/\text{год}$ ;
- д)  $Q_j = 2306103 \text{ нм}^3/\text{год}$ .

*Компетентностно-ориентированная задача №18.*

Определить годовой расход газа в жилом квартале с 1-этажной застройкой и численностью населения – 10021 чел. Бытовые газовые приборы: 4-х конфорочные газовые плиты, проточные газовые водонагреватели, аппараты отопительные газовые водяное АОГВ. Низшая теплота сгорания топлива –  $38897 \text{ кДж/нм}^3$ .

**Ответ:**

- а)  **$Q_k = 1185094 \text{ нм}^3/\text{год}$ ;**
- б)  $Q_k = 1815094 \text{ нм}^3/\text{год}$ ;
- в)  $Q_k = 1158094 \text{ нм}^3/\text{год}$ ;
- г)  $Q_k = 1108594 \text{ нм}^3/\text{год}$ ;

д)  $Q_k = 1148509 \text{ м}^3/\text{год}$ .

*Компетентностно-ориентированная задача №19.*

Определить потребляемый расход газа газовой плитой, если нормативная тепловая нагрузка газовой плиты  $43576 \text{ кДж/ч}$ , низшая теплота сгорания газа  $37625 \text{ кДж/м}^3$ .

**Ответ:**

а)  $g_i = 1,16 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

б)  $g_i = 1,61 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

в)  $g_i = 6,11 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

г)  $g_i = 1,61 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

д)  $g_i = 1,06 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

*Компетентностно-ориентированная задача №20.*

Определить годовой расход газа  $Q_o$  на отопление от котельной, если известно:  $g_o = 1,77 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C})_o$  - удельная отопительная характеристика зданий с 5-этажной застройки для г. Курск при температуре наиболее холодной пятидневки наружного воздуха  $t_{н.о} = -26 \text{°C}$ ;

$V_{уд} = 36 \text{ м}^3/\text{чел}$  – удельная кубатура жилых зданий,  $\text{м}^3/\text{чел}$ ;

$\Sigma N_o = 14305 \text{ чел}$  – число жителей в кварталах, отапливаемых от котельной;

$t_{вн} = 20 \text{°C}$  - температура воздуха внутри помещения;

$t_{но}^{cp} = -2,4 \text{°C}$  - средняя температура наружного воздуха за отопительный период;

$n_o = 198 \text{ сут}$  - продолжительность отопительного периода;

$k_1 = 0,25$  – коэффициент, учитывающий расход газа на отопление;

$\eta_k = 0,85$  - КПД котельной;

$Q_{н.с} = 37625 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$  – низшая теплота сгорания природного газа.

**Ответ:**

а)  $Q_o = 3792300 \text{ м}^3/\text{год}$ ;

б)  $Q_o = 3972300 \text{ м}^3/\text{год}$ ;

в)  $Q_o = 3279300 \text{ м}^3/\text{год}$ ;

г)  $Q_o = 3379200 \text{ м}^3/\text{год}$ ;

д)  $Q_o = 3079230 \text{ м}^3/\text{год}$ .

*Компетентностно-ориентированная задача №21.*

Определить годовое потребление газа прачечными  $Q_{год}^{пр}$ , если известно:  $g_{пр} = 8800 \text{ МДж}$  - годовая норма потребления газа на стирку белья в прачечной на 1 человека;

$b_1 = 0,1 \text{ т}/\text{чел} \cdot \text{год}$  – годовая норма сухого белья на 1 человека в год;

$N_{пр} = 12250 \text{ чел}$ . - число жителей района газификации, которые пользуются услугами прачечной;

$Q_{н.с} = 37625 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{°C})$  – низшая теплота сгорания природного газа.

**Ответ:**

- а)  $Q_{год}^{np} = 343814 \text{ м}^3/\text{год};$
- б)  $Q_{год}^{np} = 334814 \text{ м}^3/\text{год};$
- в)  $Q_{год}^{np} = 384314 \text{ м}^3/\text{год};$
- г)  $Q_{год}^{np} = 344381 \text{ м}^3/\text{год};$
- д)  $Q_{год}^{np} = 314381 \text{ м}^3/\text{год}.$

*Компетентностно-ориентированная задача №22.*

Определить годовое потребление газа в банях  $Q_{год}^б$ , если известно:

$k=52$  раза в год – норма посещения бани 1 человеком в год;

$g_б = 40$  МДж – годовая норма потребления газа в бане на 1 человека;

$N_б = 12250$  чел – число жителей района газификации, которые пользуются услугами бани;

$Q_{н}^c = 37625$  кДж/( $\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ ) – низшая теплота сгорания природного газа.

**Ответ:**

- а)  $Q_{год}^б = 677209 \text{ м}^3/\text{год};$
- б)  $Q_{год}^б = 767209 \text{ м}^3/\text{год};$
- в)  $Q_{год}^б = 697720 \text{ м}^3/\text{год};$
- г)  $Q_{год}^б = 679720 \text{ м}^3/\text{год};$
- д)  $Q_{год}^б = 627709 \text{ м}^3/\text{год}.$

*Компетентностно-ориентированная задача №23.*

Определить годовое потребление газа на хлебозаводе, если известно:

$g_{хз}$  - годовая норма потребления газа для выпечки хлебобулочных изделий на 1 человека в год, вычисляется по формуле:  $g_{хз} = 0,6g_x + 0,31g_б + 0,1g_{ки}$ ,

где  $g_x$ ;  $g_б$ ;  $g_{ки}$  - годовые нормы потребления газа для выпечки хлеба, булок и кондитерских изделий на 1 человека,  $g_x = 2500$  МДж,  $g_б = 5450$  МДж,  $g_{ки} = 7750$  МДж.

$\Sigma N_i' = 19402$  чел – количество жителей в районе газификации;

$b_2 = 0,292$  т/чел – годовая норма выпечки хлебобулочных изделий в т на 1 человека;  $Q_{н}^c = 37625$  кДж/( $\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ ) – низшая теплота сгорания природного газа.

**Ответ:**

- а)  $Q_{год}^{хз} = 596955 \text{ м}^3/\text{год};$
- б)  $Q_{год}^{хз} = 569955 \text{ м}^3/\text{год};$
- в)  $Q_{год}^{хз} = 599655 \text{ м}^3/\text{год};$
- г)  $Q_{год}^{хз} = 659955 \text{ м}^3/\text{год};$
- д)  $Q_{год}^{хз} = 559695 \text{ м}^3/\text{год}.$

*Компетентностно-ориентированная задача №24.*

Подобрать требуемую емкость резервуара  $V_{хр}$  для хранения сжиженного природного газа, если известно:

$Q_{\text{год}} = 14772226 \text{ м}^3/\text{год}$  – годовое потребление природного газа составляет.

591 – коэффициент, учитывающий уменьшение объема природного газа при сжижении.

0,85 – процент заполнения резервуара сжиженным природным газом. Номинальный объем  $V$ , м резервуаров для хранения сжиженного природного газа составляет:  $5000 \text{ м}^3$ ,  $10000 \text{ м}^3$ ,  $20000 \text{ м}^3$ ,  $40000 \text{ м}^3$ ,  $50000 \text{ м}^3$ .

**Ответ:**

а)  $V_{\text{хр}} = 30000 \text{ м}^3$ ;

б)  $V_{\text{хр}} = 20000 \text{ м}^3$ ;

в)  $V_{\text{хр}} = 10000 \text{ м}^3$ ;

г)  $V_{\text{хр}} = 5000 \text{ м}^3$ ;

д)  $V_{\text{хр}} = 50000 \text{ м}^3$ .

*Компетентностно-ориентированная задача №25.*

Определить требуемую производительность установки сжижения природного газа  $G_{\text{сут}}^{\text{СПГ}}$ , т/сут, если известно:

$Q_{\text{год}} = 14772226 \text{ м}^3/\text{год}$  – годовое потребление газа районом газификации;

591 – коэффициент, учитывающий уменьшение объема природного газа при сжижении;

$\rho_{\text{СПГ}} = 424,5 \text{ кг/м}^3$  – плотность СПГ,  $\text{кг/м}^3$ , равная плотности жидкой фазы метана.

**Ответ:**

а)  $G_{\text{сут}}^{\text{СПГ}} = 24 \text{ т/ч}$ ;

б)  $G_{\text{сут}}^{\text{СПГ}} = 30 \text{ т/ч}$ ;

в)  $G_{\text{сут}}^{\text{СПГ}} = 12 \text{ т/ч}$ ;

г)  $G_{\text{сут}}^{\text{СПГ}} = 40 \text{ т/ч}$ ;

д)  $G_{\text{сут}}^{\text{СПГ}} = 45 \text{ т/ч}$ .

*Компетентностно-ориентированная задача №26.*

Определить требуемую величину завоза сжиженного природного газа в цистернах  $N$ , если известно:

$V_{\text{хр}} = 1000 \text{ м}^3$  – внутренний объем хранилища для сжиженного природного газа;

$V_{\text{ц}} = 65 \text{ м}^3$  – емкость одной цистерны;

**Ответ:**

а)  $N=15$  шт;

б)  $N=10$  шт;

в)  $N=20$  шт;

г)  $N=25$  шт;

д)  $N=5$  шт.

*Компетентностно-ориентированная задача №27.*

Баллон со сжиженным газом, имеющим давление 0,2 МПа и температуру



20°C, нагрели до температуры 50 °С. Определить давление в баллоне после нагревания. К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

- а) 0,11 МПа.
- б) 0,15 МПа.
- в) 0,22 МПа.**
- г) 0,25 МПа.
- д) 0,33 МПа.

*Компетентностно-ориентированная задача №28.*

Определить допустимый теплоприток  $Q$  через все ограждающие конструкции с учетом заданной величины испарения СПГ в сутки, если известно, что :

$V = 25500 \text{ м}^3$  — объём СПГ, хранящегося в резервуаре,  $\text{м}^3$ ;

$\rho = 424,5 \text{ кг/м}^3$  — плотность СПГ,  $\text{кг/м}^3$ , принимаем равной плотности жидкой фазы метана как основного компонента СПГ;

$c_p = 3450 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}$  — теплоёмкость СПГ,  $\text{кДж/(кг} \cdot \text{°C)}$ , принимаем равной теплоёмкости жидкой фазы метана;

$r_{СПГ} = 509,54 \text{ кДж/кг}$  — теплота испарения СПГ,  $\text{кДж/кг}$ ;

$T_1 = 111,52 \text{ К}$  — начальная температура СПГ в хранилище,  $\text{К}$ ;

$T_2 = 113,21 \text{ К}$  — температура кипения СПГ при давлении в хранилище  $p = 1,15$  бар,  $\text{К}$ .

**Ответ:**

- а)  $Q = 32285 \text{ Вт}$ .**
- б)  $Q = 23285 \text{ Вт}$ .
- в)  $Q = 38225 \text{ Вт}$ .
- г)  $Q = 35228 \text{ Вт}$ .
- д)  $Q = 32528 \text{ Вт}$ .

*Компетентностно-ориентированная задача №29.*

Определить низшую теплоту сгорания газообразного топлива, имеющего следующий состав ( в % по объему ) : метан – 86,9%, этан – 6,0 %, пропан – 1,6 %, бутан – 1,0 %, пентан – 0,5%, окись углерода – 1,2%, водород – 2,8%. К ответу обязательно приложить решение задачи.

**Ответ:**

- а)  $38762 \text{ кДж/м}^3$ .**
- б)  $37862 \text{ кДж/м}^3$ .
- в)  $36872 \text{ кДж/м}^3$ .
- г)  $32876 \text{ кДж/м}^3$ .
- д)  $37268 \text{ кДж/м}^3$ .

*Компетентностно-ориентированная задача №30.*

Определить требуемую толщину стенки резервуара ёмкостью  $30000 \text{ м}^3$  для безопасного хранения СПГ. Для расчёта используем следующие данные:

- стенка внутренней ёмкости выполнена из стали марки X18H9T с нормативным сопротивлением растяжению  $\sigma_B=520 \cdot 10^3$  кПа;
- диаметр внутреннего резервуара  $D_{вн}=45,6$  м;
- высота залива внутреннего резервуара  $H=18,0$  м;
- вакуум в межстенном пространстве  $P_B=0,2$  кПа;
- избыточное давление во внутреннем резервуаре  $P_u=15$  кПа.

**Ответ:**

- а)  $\delta = 11$  мм.
- б)  $\delta = 10$  мм.
- в)  $\delta = 9$  мм.
- г)  $\delta = 8$  мм.
- д)  $\delta = 5$  мм.

### **Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:**

в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения - 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи - 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

Сумма баллов по 100-балльной	Оценка по дихотомической шкале
100-50	зачтено
49 и менее	не зачтено

### **Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи**

(нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):

**6-5 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи

(последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

**4-3 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

**2-1 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.

## ***Инструкция по выполнению тестирования на промежуточной аттестации обучающихся***

Необходимо выполнить 16 заданий. На выполнение отводится 1 акад. час.

Задания выполняются на отдельном листе (бланке ответов), который сдается преподавателю на проверку. На отдельном листе (бланке ответов) запишите свои фамилию, имя, отчество и номер группы, затем приступайте к выполнению заданий. Укажите номер задания и рядом с ним:

- при выполнении заданий *в закрытой форме* запишите букву (буквы), которой (которыми) промаркированы правильные ответы;
- при выполнении задания *в открытой форме* запишите пропущенное слово, словосочетание, цифру или формулу;
- при выполнении задания *на установление последовательности* рядом с буквами, которыми промаркированы варианты ответов, поставьте цифры так, чтобы они показывали правильное расположение ответов;
- при выполнении задания *на установление соответствия* укажите соответствия между буквами и цифрами, располагая их парами.

При решении *компетентностно-ориентированной задачи (задания)* запишите развернутый ответ. Ответ записывайте аккуратно, разборчивым почерком. Количество предложений в ответе не ограничивается.

Баллы, полученные Вами за выполнение заданий, суммируются. Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме - 2 балла,
- задание в открытой форме - 2 балла,
- задание на установление последовательности - 2 балла;
- задание на установление соответствия - 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи (задания) - 6 баллов.

Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации - 36 (для обучающихся по очно-заочной и заочной формам обучения - 60).