

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГАЗПРОМ ТЕХНИКУМ НОВЫЙ УРЕНГОЙ»**

Сборник методических указаний

по выполнению практических работ

по разделу 4 Ресурсосберегающие технологии

МДК.02.02 Эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ

ПМ.02 Сооружение и эксплуатация объектов транспорта, хранения,
распределения газа, нефти, нефтепродуктов

21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ

Сборник методических указаний разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 21.02.03 «Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» базовой подготовки и рабочей программы ПМ.02 Сооружение и эксплуатация объектов транспорта, хранения, распределения газа, нефти, нефтепродук-

Предназначен для студентов очной формы обучения.

РАЗРАБОТЧИК:

Сергей Викторович Ялов, преподаватель профессионального цикла

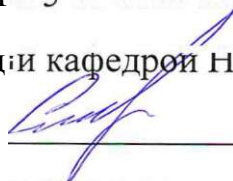
Данный сборник методических указаний
является собственностью

© ЧПОУ «Газпром техникум Новый Уренгой»

Рассмотрен на заседании кафедры НГС и
рекомендован к применению

Протокол Г. 5 2017 года 15 января 2017 г.

Заведующий кафедрой НГС



Д.В. Сборщиков

Зарегистрирован в реестре программной и
учебно-методической документации

Регистрационный номер

221 .МУ(ПР).ЭГ.ПМ.02.КНГС.001-17

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Критерии оценивания практических работ	5
Практическая работа № 1, 2,3.....	6
Практическая работа № 4.....	8
Практическая работа № 5.....	9
Практическая работа № 6.....	13
Практическая работа № 7.....	15
Список использованных источников.....	16
Лист согласования	17

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемый студент!

Ресурсосберегающие технологии — область знаний, охватывающая систему мер по обеспечению рационального использования ресурсов, удовлетворению прироста потребности в них народного хозяйства, главным образом за счет экономии.

Применение ресурсосберегающих технологий – является составной частью технологического процесса сооружения и эксплуатации газонефтепроводов и газонефтехранилищ. Основной задачей применения ресурсосберегающих технологий является снижение энергозатрат при одновременном повышении производительности технологического процесса. Техник должен знать и уметь применять современные энергоэффективные технологии.

Цель данных методических указаний – оказать Вам помощь качественно усвоить теоретические основы раздела профессионального модуля, а также приобрести практические умения и навыки при выполнении вычислений и расчетов.

Сборник содержит 7 практических работ. Описание каждой работы включает: тему практической работы, цель, приборы и оборудование, ход работы, теоретическое положение, пункты содержания отчета, контрольные вопросы, варианты заданий.

Также имеется необходимый справочный материал, приведенный в приложениях и список литературы, необходимый при выполнении практических работ.

Отчеты по практическим работам выполняются в тетради для практических работ.

Критерии оценивания практических работ

Оценка	Критерии
«Отлично»	Студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, возможные осложнения, нормативы и проч.), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений. При необходимости умело пользуется справочным материалом. Обучающийся с исчерпывающе полнотой отвечает на вопросы, грамотно и логически излагает ответ. Правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами решения практических задач.
«Хорошо»	Студент обладает теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков, возможные осложнения, нормативы и проч.), самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малосущественные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет. Студент не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми приемами их решения.
«Удовлетворительно»	Студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков, возможные осложнения, нормативы и проч.), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем. Студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении теоретического материала и испытывает трудности в выполнении практических заданий.
«Неудовлетворительно»	студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков, возможных осложнений, нормативы и проч.) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки.

Практическая работа № 1, 2, 3

1.1 Тема - Расчёт экономического эффекта от замены ГПА на КС (решение задачи). Определение влияния стоимости энергоресурсов на эффективность внедрения ресурсосберегающих технологий (решение задачи).

1.2 Цель - Приобретение практических навыков определения экономической эффективности внедрения ресурсосберегающих технологий, в частности при замене устаревших моделей газоперекачивающих агрегатов.

1.3 Приборы и оборудование - персональный компьютер (ноутбук) с установленным программным обеспечением Microsoft Excel.

1.4 Ход работы –

Работа выполняется синхронно с преподавателем, по своим данным в соответствии со своим вариантом. Допускается работа двоих студентов за одним компьютером.

1.5 Описание задачи –

В настоящее время наметилась устойчивая тенденция необходимости замены газоперекачивающих агрегатов имеющих срок эксплуатации более 25 – 30 лет. Данные агрегаты уже не отвечают современным требованиям надежности, ремонтпригодности, экономичности и, как правило, имеют нулевую остаточную стоимость.

Имеющееся оборудование КС

ГТК - 10-4 (1973 г.в.)	
Номинальная мощность МВт	10
Производительность млн.м.куб.сут.	37
Удельный расход топливного газа тыс.м.куб/кВт ч.	0,36
Номинальный расход топлива м.куб./ч.	3600
Степень сжатия компрессора	1,45 - 1,51

Оборудование планируемое к установке

ГПА-10 "Урал" (1998 г.в.)	
Номинальная мощность МВт	10
Производительность млн.м.куб.сут.	12,0 - 24,5
Удельный расход топливного газа тыс.м.куб/кВт ч.	0,212
Номинальный расход топлива м.куб./ч.	3030

Степень сжатия компрессора	1,35 - 1,7
Стоимость агрегата одного тыс. руб.	220000
Количество агрегатов / постоянно работающих шт.	4
Стоимость СМР тыс. руб.	88000

Дополнительные условия

Агрегат работает на номинальной мощности

Производительность КС при модернизации не изменяется

Стоимость товарного газа за 1000 м.куб.

на внутреннем рынке 3393

на внешнем рынке 12137

минимальная, обеспечивающая рентабельность 6762

Коэффициент дисконтирования 1,1

Срок исполнения работ по модернизации лет 2

Эксплуатационные затраты остаются неизменными

Ежегодный рост стоимости газа 1,03

Затраты на обучение 300

Часов в году 8640

В результате решения задачи необходимо:

- определить чистый накопленный денежный поток с учетом дисконтирования;
- определить срок окупаемости проекта;
- построить финансовый профиль проекта.

1.6 Содержание отчета -

Отчет принимается преподавателем в ходе занятий по факту решения задачи, а также с учетом ответов на вопросы.

1.7 Контрольные вопросы -

1.7.1. Что формирует денежный поток проекта?

1.7.2. Какой показатель учитывает инфляцию?

1.7.3. Какой показатель учитывает размещение инвестиций в альтернативные проекты?

1.7.4. Какой показатель является основным при определении эффективности внедрения ресурсосберегающих технологий?

Практическая работа № 4

1.1 Тема - Определение расхода газа через неплотность в газопроводе

1.2 Цель - Приобретение практических навыков расчета потерь природного газа через сквозной дефект (неплотность) трубопровода.

1.3 Приборы и оборудование - Калькулятор.

1.4 Ход работы –

Работа выполняется синхронно с преподавателем, по своим данным в соответствии со своим вариантом. Допускается работа двоих студентов за одним компьютером.

1.5 Пример решения задачи -

Эквивалентная площадь сквозного дефекта $f = 1 \text{ мм}^2$

Давление газа в трубопроводе $P_0 = 5,0 \text{ Мпа}$

Температура газа $t = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

Молярная масса газа $\mu_{\text{мет}} = 20$

Фактор сжимаемости газа $z = 0,9$

Показатель адиабаты истечения газа $k = 1,3$

Определить теоретическую суточную потерю газа

Решение:

При указанных параметрах истечения (давление в трубопроводе превышает 2 Мпа) истечения через неплотность будет являться критическим. Скорость истечения достигает значения скорости звука в данном газе. Массовый расход достигает максимального для данного сечения. При критическом режиме истечения:

$$G_{\text{кр}} = f \Psi_{\text{кр}} \sqrt{\frac{P_0}{v_0}}$$

Начальный удельный объем газа

$$v_0 = \frac{zRT}{P \cdot \mu} = \frac{0,9 \cdot 8314 \cdot 313,2}{5 \cdot 10^6 \cdot 20} = 0,0234 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Где:

$R = 8314 \text{ КДж/Моль} \cdot \text{К}$ – универсальная газовая постоянная

Характеристика критического режима истечения $\Psi_{\text{кр}}$ соответствующая показателю режима истечения $k = 1,3$ определяется по соотношению

$$\Psi_{\text{кр}} = \left[\frac{2}{(k+1)} \right]^{\frac{1}{(k-1)}} \sqrt{\frac{2k}{(k+1)}} = \left[\frac{2}{(1,3+1)} \right]^{\frac{1}{(1,3-1)}} \sqrt{\frac{2 \cdot 1,3}{(1,3+1)}} \\ = 0,6673$$

Критическая массовая скорость истечения определяется по соотношению

$$u_{\text{кр}} = \Psi_{\text{кр}} \sqrt{\frac{P_0}{\nu_0}} = 0,6673 \sqrt{\frac{5 \cdot 10^6}{0,0234}} = 9067 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$$

Суточный расход газа составит

$$G = 24 \cdot 3600 \cdot 9067 \cdot 10^{-6} = 783,4 \text{ кг}$$

Аналогично рассчитываются все задачи об утечках из сосудов при критическом режиме истечения.

Данные для расчётов

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_0 (Мпа)	5,5	5,0	7,0	7,5	6,0	6,5	5,2	7,3	6,5	5,4
t_r (С°)	10	15	20	45	30	33	22	40	35	25
f (мм ²)	1	1,5	1,7	1,3	2	1,1	1,6	1,8	1,9	1,4

1.6 Содержание отчета -

Отчет принимается преподавателем в ходе занятия по факту решения задачи, а также с учетом ответов на вопросы.

1.7 Контрольные вопросы -

- что характерно для критического режима истечения газов и жидкостей?
- какие параметры наиболее сильно влияют на объемы потерь газа?
- почему используется термин эквивалентной площади дефекта?

Практическая работа № 5

1.1 Тема - Расчет потерь газа при продувке полости трубопровода

1.2 Цель - Получение практических навыков определения потерь природного газа при проведении продувки полости трубопровода

1.3 Приборы и оборудование - Калькуляторы.

1.4 Ход работы –

Работа выполняется каждым студентом индивидуально синхронно с преподавателем, по своим данным в соответствии со своим вариантом.

1.5 Описание задачи –

При вводе газопроводов и оборудования в эксплуатацию согласно требований «Правил безопасности в газовом хозяйстве» следует производить продувку газом до полного вытеснения всего воздуха.

Расход газа $Q_{пр}$, м³, необходимый для осуществления продувки, определяется по формуле:

$$Q_{пр.} = \frac{0,0029 \cdot V_{тр.} \cdot k(P_a + P_r)}{273 + t_r}$$

где: $V_{тр.}$ – внутренний объем продуваемых трубопроводов (оборудования) м³;

k – поправочный коэффициент (1,25 – 1,3);

P_a и P_r – давление атмосферное и газа в продуваемом трубопроводе P_a . P_r для внутренних трубопроводов низкого давления принимается равным рабочему, для трубопроводов среднего и высокого давления не более 0,1 МПа;

t_r – температура газа в трубопроводе С⁰.

Поправочный коэффициент k учитывает реальное увеличение расхода газа на продувку, связанное с техническими сложностями точного определения момента завершения продувки. Коэффициент может быть уменьшен в зависимости от технической оснащенности эксплуатационной организации и квалификации персонала, в частности, при использовании переносных газоанализаторов для экспресс-анализа газа на наличие в нем воздуха.

Данные для расчётов

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_0 (Мпа)	5,5	5,0	7,0	7,5	6,0	6,5	5,2	7,3	6,5	5,4
t_r (С°)	15	- 10	20	40	35	- 5	22	- 40	35	-25
L (км)	1	20	15	22	17	5	10	3	6	7
$D_{вн}$ (мм)	1000	500	1200	700	1000	500	700	1400	200	300

1.6 Содержание отчета -

Отчет принимается преподавателем в ходе занятия по факту решения задачи, а также с учетом ответов на вопросы.

1.7 Контрольные вопросы -

- с какой целью проводятся продувки газопроводов?
- что является основным фактором определяющим объемы потерь газа при продувках?
- как определяется время проведения продувки трубопровода (оборудования)?
- какой процент кислорода допустим в вытесняемом газе при проведении продувок?

Аналогично рассчитывается расход газа необходимого для очистки и испытания газопровода.

Пример: расчёт необходимого количества газа для очистки полости и испытания газопровода.

Цель расчёта: определить объём газа необходимый для очистки полости и испытания магистрального газопровода.

Исходные данные:

Диаметр газопровода, $D_{тр}$, (мм) – 1420

Толщина стенки трубы, δ , (мм) – 18.7

Длина участка газопровода, L, (км) – 25

Температура газа на участке, T, (К) – 285

Рабочее давление в газопроводе, $P_{раб}$, (кгс/см²) – 75

Коэффициент сжимаемости газовой смеси, $Z = 0,97$

Коэффициент сжимаемости при стандартных условиях $Z_{ст}$, принимается равным 1

Давление газа при стандартных условиях, $P_{ст}$, принимается $1,033 \text{ кгс/см}^2$;

Определяем объем внутренней полости газопровода:

$$V_{г} = L \cdot (\pi \cdot (D_{(тр.)} - 2\delta)^2) / 4 \\ = 25000 \cdot (3,14 \cdot (1,42 - 2 \cdot 0,187)^2) / 4 = 37514,81 \text{ м}^2;$$

Давление газа для вытеснения воздуха из внутренней полости газопровода принимается 2 кгс/см^2 , определим количество газа:

$$V_n = V_{г} \cdot (P \cdot T_{ст} Z_{ст}) / (P_{ст} \cdot T \cdot Z) \\ = 37514,81 \cdot (2 \cdot 293 \cdot 1) / (1,033 \cdot 285 \cdot 0,97) = 76973 \text{ м}^3$$

Для очистки полости продувкой с пропуском очистных поршней необходимо давление 8 кгс/см^2 , отсюда необходимое количество газа будет определяться:

$$V_0 = V_{г} \cdot (P_0 \cdot T_{ст} \cdot Z_{ст}) / (P_{ст} \cdot T \cdot Z) \\ = 37514,81 \cdot (8 \cdot 293 \cdot 1) / (1,033 \cdot 285 \cdot 0,97) = 307894,66 \text{ м}^3$$

Так как для очистки используются три очистных поршня, то объем количества газа для пропуска поршней будет определяться:

$$V_{оз} = V_0 \cdot 3 = 307894,66 \cdot 3 = 923683,98 \text{ м}^3$$

Для того чтобы посчитать объем газа необходимого для испытания на прочность, вычислим испытательное давление ($P_{исп}$) по формуле:

$$P_{исп} = 1,1 \cdot P_{раб} = 1,1 \cdot 75 = 82,5 \text{ кгс/см}^2$$

Теперь найдем объем газа для испытания по формуле:

$$V_{\text{и}} = V_{\text{г}} \cdot \frac{P_{\text{исп}} \cdot T_{\text{ст}} \cdot Z_{\text{ст}}}{P_{\text{ст}} \cdot T \cdot Z} = 37514,81 \cdot \frac{82,5 \cdot 293 \cdot 1}{1,033 \cdot 285 \cdot 0,97} = 3175163,7 \text{ м}^3$$

Просуммировав полученные результаты, находим общее количество газа, необходимое для очистки и испытания участка газопровода:

$$V = V_n + V_{\text{оз}} + V_{\text{и}} = 76973,66 + 923683,98 + 3175163,7 \\ = 4175821,3 \text{ м}^3$$

Вывод: Для продувки трубопровода с пропуском трёх очистных поршней и испытания участка газопровода диаметром 1420 мм длиной 25 км потребуется 4175821,3 м³ газа.

Практическая работа № 6

1.1 Тема - Расчет объема газа содержащегося в участке газопровода

1.2 Цель - Получение практических навыков определения объемов природного газа содержащегося в участке газопровода.

1.3 Приборы и оборудование - Калькуляторы.

1.4 Ход работы –

Работа выполняется каждым студентом индивидуально синхронно с преподавателем, по своим данным в соответствии со своим вариантом.

1.5 Описание задачи -

Рассчитать запас газа на выведенном в ремонт участке магистрального газопровода или в сосуде, находящемся под давлением. Предполагается, что на участке магистрального газопровода по всей его длине уже выровнялись давление и температура. Формула для расчета:

$$Q_{\text{мг}} = \frac{V_{\text{геом}} \cdot P \cdot T_{\text{прив}}}{T \cdot Z \cdot P_{\text{прив}}}$$

Где: $V_{\text{геом}}$ – геометрический объем магистрального газопровода, м³;

$P_{\text{прив}}$ – приведенное давление в газопроводе, 1,033 кгс/см²;

$T_{\text{прив}}$ – приведенная температура, 288 К;

Z – коэффициент сжимаемости газа, принимается равным 1;

P – давление газа в газопроводе, кгс/см²;

T – температура газа, К;

Для сосуда, и для участка магистрального газопровода формула одна и та же, в любом случае нужно знать геометрический объем оборудования.

1.6 Содержание отчета -

Отчет принимается преподавателем в ходе занятий по факту решения задачи.

Практическая работа № 7

1.1 Тема - Расчет экономической эффективности использования энергосберегающих источников света.

1.2 Цель - Получение практических навыков определения экономической эффективности использования энергосберегающих источников света.

1.3 Приборы и оборудование - Калькуляторы.

1.4 Ход работы -

Работа выполняется каждым студентом индивидуально синхронно с преподавателем, по своим данным в соответствии со своим вариантом.

1.5 Описание задачи -

Лампа накаливания мощностью 100 Вт стоит 25 рублей и имеет ресурс 700 часов. Светодиодная лампа аналогичной световой яркости имеет мощность 12 Вт, ресурс 20000 часов и стоимость 400 рублей. Определить через какое время использования ламп применение светодиодной лампы станет экономически эффективным, при стоимости 3,5 руб./кВт. электрической энергии, как изменится этот показатель если стоимость электроэнергии составит 1,5 руб./кВт и 5 руб./кВт?

1.6 Содержание отчета -

Отчет принимается преподавателем в ходе занятий по факту решения задачи, а также с учетом ответов на вопросы.

1.7 Контрольные вопросы -

- какие источники света Вы знаете, каковы их достоинства и недостатки?
- какие преимущества имеют светодиодные лампы перед люминесцентными?
- почему лампы накаливания до сих пор имеют значительное распространение?
- как влияет стоимость электроэнергии на экономическую эффективность использования светодиодных ламп?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Коршак А.А. Ресурсо-энергосбережение при транспортировке и хранении нефти и нефтепродуктов: учеб. пособие. Ростов н/д: Феникс, 2016. 340 с.

2 Никишин В.И. Энергосберегающие технологии в трубопроводном транспорте природных газов: моногр. М.: Нефть и газ, 1998. 350 с.

3 Основы энергосберегающих технологий трубопроводного транспорта природных газов: моногр. /Б.П. Поршаков [и др.]. М.: РГУ Нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. 180 с.

4 Саликов А.Р. Технологические потери природного газа при транспортировке по газопроводам: магистральные газопроводы, наружные газопроводы, внутридомовые газопроводы: справочные материалы. М.: Инфра-Инженерия, 2015. 112 с. URL:<http://znanium.com/bookread2.php?book=521378> (договор на предоставление доступа к ЭБС).

5 Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология энергосбережения [Электронный ресурс]: учеб. пособие для СПО. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Форум-Инфра-М, 2013. 352с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=400962> (договор на предоставление доступа к ЭБС).

6 Ушаков В.Я., Чубик П.С. Потенциал энергосбережения и его реализация на предприятиях ТЭК [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2015. 388 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=701880> (договор на предоставление доступа к ЭБС).

7 РД 152-39.4-079-01. Методика определения расходов газа на технологические нужды предприятий газового хозяйства и потерь в системах распределения газа [Электронный ресурс]. Доступ из проф.-справочной системы «Техэксперт», справ.-правовой системы «Гарант».

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО

Старший методист



М.В. Отс

Методист по ИТ



Т.А. Сергеева