МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

Учреждение высшего образования

**«НИЖНЕВАРТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Инженерно**-**технический факультет**

Кафедра нефтегазового дела

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к контрольным работам по дисциплине: «Насосы и компрессоры»

Составитель: Родионцев Н. Н.

Кочина Т.Б.

Нижневартовск, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

[АННОТАЦИЯ 3](#_Toc13226950)

[ЗАДАНИЕ 1 4](#_Toc13226951)

[ЗАДАНИЕ 2 7](#_Toc13226952)

[ЗАДАНИЕ 3 2](#_Toc13226953)

[ЗАДАНИЕ 4 5](#_Toc13226954)

[ЗАДАНИЕ 5 8](#_Toc13226955)

[ЗАДАНИЕ 6 10](#_Toc13226962)

[СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 13](#_Toc13226963)

АННОТАЦИЯ

Методические указания включают условия задач к контрольным работам.

Результатом обучения по настоящей дисциплине должно быть:

* знакомство с принципом действия и устройством наиболее распространенных видов гидромашин и компрессоров, используемых при бурении и освоении нефтяных и газовых скважин;
* знание теории действия машин по вопросам, связанным с их применением;
* умение пользоваться характеристиками насосов, гидродвигателей, гидропередач, компрессоров;
* умение выбирать машины и привязывать их к комплексу оборудования по основным показателям;
* умение производить расчеты, связанные с приспособлением машин к технологическим условиям и регулированием;
* знание основных правил эксплуатации.

Методические указания содержат контрольные задания, которые посвящены процессам, возникающим при эксплуатации гидромашин и компрессоров.

Учебно-методическое пособие, в первую очередь, предна­значено для студентов бакалавриата по направлению подготов­ки 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

ЗАДАНИЕ 1

Центробежный насос, характеристика которого дана в таблице 1 откачивает воду из артезианской скважины в резервуар, в котором поддерживается постоянный уровень *Н*. Длины трубопроводов: всасывающего – *l*1, нагнетательного – *l*2; диаметры соответственно – *d*1 и *d*2.

При работе с постоянным числом оборотов *п* определить:

* глубину *h*, на которой установится уровень воды в скважине, если ее дебит составляет *Q*;
* наименьшее число оборотов насоса, которое обеспечит отсутствие переполнения скважины при заданном дебите.

При расчетах принять коэффициенты гидравлического трения и суммарные коэффициенты местных сопротивлений для всасывающего и нагнетательного трубопроводов равными соответственно: *λ*1 = 0,02 и *λ*2 = 0,025; Σ*ξ*1 = 4; Σ*ξ*2 = 6.

Данные для решения задачи выбрать па таблице 2.

Таблица 1 – Варианты данных к контрольному заданию 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **По последней цифре зачетки** | | | | | | | | | | |
| **0** | *Q*, л/с | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| *H*, м | 22 | 20,5 | 20,6 | 20,2 | 21,5 | 20 | 18 | 15 | 11 |
| **1** | *Q*, л/с | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| *H*, м | 23 | 21,5 | 21,6 | 21,2 | 22,5 | 21 | 19 | 16 | 12 |
| **2** | *Q*, л/с | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| *H*, м | 24 | 22,5 | 22,6 | 22,2 | 23,5 | 22 | 20 | 17 | 13 |
| **3** | *Q*, л/с | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| *H*, м | 25 | 23,5 | 23,6 | 23,2 | 24,5 | 23 | 21 | 18 | 14 |
| **4** | *Q*, л/с | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 |
| *H*, м | 26 | 24,5 | 24,6 | 24,2 | 25,5 | 24 | 22 | 19 | 15 |
| **5** | *Q*, л/с | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| *H*, м | 27 | 25,5 | 25,6 | 25,2 | 26,5 | 25 | 23 | 20 | 16 |
| **6** | *Q*, л/с | 6 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 |
| *H*, м | 28 | 26,5 | 26,6 | 26,2 | 27,5 | 26 | 24 | 21 | 17 |
| **7** | *Q*, л/с | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| *H*, м | 29 | 27,5 | 27,6 | 27,2 | 28,5 | 27 | 25 | 22 | 18 |
| **8** | *Q*, л/с | 8 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 |
| *H*, м | 30 | 28,5 | 28,6 | 28,2 | 29,5 | 28 | 26 | 23 | 19 |
| **9** | *Q*, л/с | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| *H*, м | 31 | 29,5 | 29,6 | 29,2 | 30,5 | 29 | 27 | 24 | 20 |

Таблица 2 – Варианты данных к контрольному заданию 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант (предпос**-**ледняя цифра зачетки)** | *H*, м | *Q*, л/с | *l*1, м | *L*2, м | **Вариант (пос-ледняя цифра зачетки)** | *d*1, мм | *d*2, мм | *п*,об/мин |
| **0** | 12 | 6 | 10 | 10 | **9** | 75 | 50 | 1450 |
| **1** | 10 | 8 | 8 | 12 | **8** | 100 | 75 | 1450 |
| **2** | 8 | 10 | 6 | 16 | **7** | 100 | 75 | 950 |
| **3** | 16 | 4 | 10 | 12 | **6** | 75 | 50 | 950 |
| **4** | 14 | 6 | 8 | 14 | **5** | 75 | 50 | 750 |
| **5** | 12 | 8 | 6 | 20 | **4** | 100 | 75 | 750 |
| **6** | 10 | 14 | 8 | 18 | **3** | 150 | 100 | 1950 |
| **7** | 8 | 12 | 10 | 16 | **2** | 150 | 100 | 2950 |
| **8** | 6 | 10 | 12 | 14 | **1** | 100 | 75 | 1450 |
| **9** | 12 | 8 | 20 | 10 | **0** | 100 | 75 | 750 |

**Методические указания**

Целью изучения данной темы является получение четкого представления о сложных гидродинамических процессах, происходящих в проточных частях центробежного насоса. Для этого необходимо, прежде всего, разобраться с геометрическими элементами лопастного аппарата, обратив особое внимание на конструктивные углы лопаток.

Рассматривая движение жидкости в лопастном колесе, сложное трехмерное состояние потока нужно несколько упростить и свести его к плоской задаче.

В этом случае абсолютное движение жидкости в межлопастном канале складывается из двух: переносного и относительного.

Движение же жидкости по отношения к стенкам канала можно представить, как сумму трех движений: в неподвижной решетке, вихревого и циркуляционного.

Получая, таким образом, приближенное представление о модели потока, можно переходить к рассмотрению планов скоростей и их анализу. Очень важно понять всю совокупность гидравлических явлений, происходящих в проточных каналах, которые обуславливают безударный режим работы насоса.

**Контрольные вопросы**

1. Как влияют форма, углы наклона лопастей на эффективность работы центробежного насоса?
2. Из каких составляющих складывается абсолютная скорость жидкости в рабочем колесе?
3. Что называется углом атаки?
4. Что называется безударным режимом работы насоса?
5. Как определить расход жидкости через рабочее колесо при безударном ее входе в отвод?
6. Как записывается уравнение Эйлера, в общем, и частном видах?
7. В каком случае теоретический напор рабочего колеса имеет максимальное значение?
8. Какие пути можно предложить для снижения механических, гидравлических и объемных потерь мощности в центробежном насосе?

ЗАДАНИЕ 2

Центробежная установка**,** состоящая из двух одинаковых насосов, характеристика каждого из которых дана в таблице 3, забирая воду из водоема с относительной отметкой уровня +300 м питает резервуар с отметкой +320 м. Длина напорного трубопровода *l*, а его диа­метр *d.* В случае переполнения резервуара установка работает на аварийный водопровод (автоматически закрывается задвижка 1 и открывается задвижка 2) и должна обеспечить расход *Qa* при напоре на станции *НА.*

При расчетах принять коэффициент гидравлического трения *λ =* 0,02, а местные потери и общие потери во всасывающих и соединительных трубах принять равным 10% от потерь по длине в нагнетательном трубопроводе. Частота вращения вала насоса *п,* об/мин.

Требуется:

* сделать трубопроводную обвязку насосной станции на случай последовательной работы насосов и каждого из них самостоятельно на напорный трубопровод;
* построить характеристику мощности насоса;
* определить подачу насосной станции при параллельной и последовательной совместной работа насосов на резервуар при заданной частоте вращения вала;
* сравнить какое соединение насосов – параллельное или пос­ледовательное – выгоднее при работе с заданным числом оборотов на резервуар;
* выяснить, сможет ли один насос при заданном числе оборотов вала удовлетворить требованиям работы на аварийный водопровод и если нет, то как должны работать насосы в этом случае – параллельно или последовательно;
* какое должно быть число оборотов вала насоса, чтобы он один удовлетворил требованиям работы на аварийный трубопровод.

Данные для решения задачи выбрать по таблицам 3 и 4.

Таблица 3 – Варианты данных к контрольному заданию 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **По последней цифре зачетки** | | | | | | | | | | |
| **9** | *Q*, л/с | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| *η*, % | 69 | 68 | 78 | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | 62 |
| *H*, м | 22 | 20,5 | 20,6 | 20,2 | 21,5 | 20 | 18 | 15 | 11 |
| **8** | *Q*, л/с | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| *η*, % | 61 | 60 | 59 | 58 | 57 | 56 | 55 | 54 | 53 |
| *H*, м | 23 | 21,5 | 21,6 | 21,2 | 22,5 | 21 | 19 | 16 | 12 |
| **7** | *Q*, л/с | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| *η*, % | 53 | 51 | 50 | 49 | 48 | 47 | 46 | 45 | 44 |
| *H*, м | 24 | 22,5 | 22,6 | 22,2 | 23,5 | 22 | 20 | 17 | 13 |
| **6** | *Q*, л/с | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| *η*, % | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 |
| *H*, м | 25 | 23,5 | 23,6 | 23,2 | 24,5 | 23 | 21 | 18 | 14 |
| **5** | *Q*, л/с | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 |
| *η*, % | 54 | 55 | 56 | 47 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 |
| *H*, м | 26 | 24,5 | 24,6 | 24,2 | 25,5 | 24 | 22 | 19 | 15 |
| **4** | *Q*, л/с | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| *η*, % | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 69 |
| *H*, м | 27 | 25,5 | 25,6 | 25,2 | 26,5 | 25 | 23 | 20 | 16 |
| **3** | *Q*, л/с | 6 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 |
| *η*, % | 68 | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | 62 | 61 | 60 |
| *H*, м | 28 | 26,5 | 26,6 | 26,2 | 27,5 | 26 | 24 | 21 | 17 |
| **2** | *Q*, л/с | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| *η*, % | 59 | 58 | 57 | 56 | 55 | 54 | 53 | 52 | 51 |
| *H*, м | 29 | 27,5 | 27,6 | 27,2 | 28,5 | 27 | 25 | 22 | 18 |
| **1** | *Q*, л/с | 8 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 |
| *η*, % | 50 | 49 | 48 | 47 | 46 | 45 | 44 | 43 | 42 |
| *H*, м | 30 | 28,5 | 28,6 | 28,2 | 29,5 | 28 | 26 | 23 | 19 |
| **0** | *Q*, л/с | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| *η*, % | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 |
| *H*, м | 31 | 29,5 | 29,6 | 29,2 | 30,5 | 29 | 27 | 24 | 20 |

Таблица 3 – Варианты данных к контрольному заданию 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант (предпослед**-**няя цифра зачетки)** | *l*, м | *QА*, л/с | *d*, м | **Вариант (последняя цифра зачетки)** | *НА*, м | *п*,об/мин |
| **0** | 2200 | 150 | 8 | **9** | 35 | 1600 |
| **1** | 2000 | 150 | 7 | **8** | 40 | 1600 |
| **2** | 1500 | 100 | 6 | **7** | 50 | 1450 |
| **3** | 1200 | 130 | 10 | **6** | 30 | 750 |
| **4** | 1000 | 50 | 16 | **5** | 10 | 2950 |
| **5** | 1200 | 50 | 14 | **4** | 20 | 2950 |
| **6** | 1500 | 75 | 12 | **3** | 30 | 750 |
| **7** | 1800 | 75 | 10 | **2** | 20 | 950 |
| **8** | 1600 | 100 | 8 | **1** | 40 | 1450 |
| **9** | 1000 | 50 | 8 | **0** | 36 | 2950 |

**Методические указания**

Результатом изучения данной темы должна являться полная готовность студента к выбору насоса и правильной его эксплуатации, приспособления к меняющимся условиям перекачивания жидкости.

Для определения режимов работы насоса нужно вспомнить из курса гидравлики вопросы расчета простых и сложных трубопроводов, уметь строить характеристики потребного напора в трубопроводе в зависимости от расхода жидкости.

Разбирая правила эксплуатации насосов, надо опираться на полученные теоретические знания, ибо в них можно найти ответ на большинство практических вопросов. Обратить внимание на порядок пуска и остановки насосов, объяснить разные требования, предъявляемые при этом к насосам лопастным и объемным.

**Контрольные вопросы**

1. Какие насосы применяют для добычи нефти и бурения скважин, перекачивания нефти по трубопроводам, закачки воды в пласты?
2. Где применяются роторные насосы?
3. Чем определяется режим работы насоса в гидравлической системе?
4. Какой режим работы насоса называется оптимальным?
5. Из каких составляющих суммируется потребный напор в гидросистеме?
6. В каких случаях применяют параллельное и последовательное соединение нескольких насосов при работе на гидросистему?
7. Какой из методов регулирования подачи центробежного насоса является самым экономичным?
8. В чем заключается дроссельное регулирование насоса и какие его недостатки?
9. Назовите особенности запуска центробежного и объемного насосов?
10. В чем заключаются особенности остановки центробежного насоса?
11. Что может случиться при внезапной остановке центробежного насоса?
12. Каковы отличительные особенности эксплуатации динамических и объемных насосов?
13. Назовите мероприятия по предотвращению загрязнения окружающей среды от утечек при перекачке насосом нефти и нефтепродуктов?

ЗАДАНИЕ 3

Объемный насос подает смазочное масло имеющее относительную плотность *δ =* 0,8 и кинематическую вязкость *v* к подшипникам коленчатого вала по системе трубок, состоящей из пяти одинаковых участков, каждый из которых длиной *l*1 = 0,5 м и диаметром *d*1*.* Магистральный маслопровод в системе трубок имеет длину 2 м и диаметр *d*.

Давление на выходе из трубок в подшипники считать одинаковыми и равными 0,1 МПа. Местными потерями и скоростными напорами пренебречь. Каждый из подшипников должен получать смазочного масла не менее *Qn*.

Определить:

подачу объемного насоса;

давление, развиваемое насосом, приняв его характеристику в координатах «*Q – Нн*» вертикальной прямой;

мощность на валу насоса, если его КПД равен 0,8.

Данные для решения задачи представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Варианты данных к контрольному заданию 3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант (последняя цифра зачетки)** | *v*, сСт | **Вариант (предпос-ледняя цифра зачетки)** | *d*1, мм | *d*, мм | **Вариант (последняя цифра зачетки)** | *Qn*, cм3/c |
| **0** | 6 | **0** | 4 | 4 | **9** | 8 |
| **1** | 8 | **1** | 4 | 6 | **0** | 10 |
| **2** | 10 | **2** | 6 | 6 | **8** | 16 |
| **3** | 12 | **3** | 6 | 8 | **4** | 20 |
| **4** | 14 | **4** | 8 | 10 | **7** | 22 |
| **5** | 16 | **5** | 8 | 10 | **3** | 24 |
| **6** | 18 | **6** | 10 | 12 | **6** | 30 |
| **7** | 20 | **7** | 10 | 12 | **2** | 32 |
| **8** | 22 | **8** | 10 | 12 | **5** | 36 |
| **9** | 11 | **9** | 4 | 6 | **1** | 12 |

**Методические указания**

Из всего разнообразия насосов выделить встречающиеся при разработке нефтяных, газовых месторождений и более подробно остановиться на их устройстве, обращая пристальное внимание на такие узлы, как цилиндропоршневая группа, поршни и плунжеры, клапаны, пневмокомпенсаторы, уплотнения, приводная часть и др. Изучение данной темы может быть успешным при полном понимании принципа действия возвратно-поступательных насосов. Это необходимо, например, для определения параметров, основным из которых является рабочий объем. Методологический подход к нахождению величины этого параметра является общим для всех объемных насосов и заключается в определении объема, описываемого всеми рабочими поверхностями вытеснителей за один оборот вала. По рабочему объему и числу оборотов вала насоса находят его теоретическую идеальную подачу, а затем – реальную. Для нахождения последней вводится не только объемный КПД, как это делалось для лопастных насосов, но и коэффициент наполнения. Произведение этих двух коэффициентов носит название объемного коэффициента. Не следует этот термин путать с объемным КПД. Целесообразно рассматривать энергетические характеристики и ВПН в сравнении с характеристиками лопастных насосов.

**Контрольные вопросы**

1. Чем отличается принцип действия объемного насоса и лопастного?
2. Как можно классифицировать возвратно-поступательные насосы по устройству?
3. Какие существуют механизмы передач движения рабочему органу ВПН?
4. Какие имеются типы клапанов?
5. Чем приводятся в действие клапаны насосов?
6. При каких условиях открываются и закрываются клапаны?
7. Где применяются шаровые клапаны?
8. Для чего служит пружина, прижимающая клапан в седло?
9. В каких случаях применяются весовые подъемные клапаны (без пружины)?
10. В каких случаях применяют резиновые или другие уплотнения в клапане или седле?
11. Какие существуют уплотнения штока?
12. Какой узел находится между штоком (полуштоком) и шатуном у насосов двукратного (двухстороннего) действия?
13. Для каких целей у ВПН устанавливают пневмокомпенсаторы?
14. Какие существуют типы пневмокомпенсаторов?
15. Какие существуют приводы скважинных насосов для добычи нефти?
16. Каким способом можно изменить подачу ВПН?
17. Каким образом можно изменить подачу дозировочного насоса?

ЗАДАНИЕ 4

Для подъема груза массой *G* со скоростью *V* используются два одинаковых параллельно работающих силовых гидроцилиндра диаметром *D.* Расстояние между осями гидроцилиндров *l*.

При укладке груза его центр тяжести может смещаться от среднего положения на расстояние *а =* 0,25 м. Для предотвращения перекашивания груза используют регулируемые дроссели, установленные к каждому из гидроцилиндров.

Диаметр напорного трубопровода равен 12 мм, плотность рабочей жидкости *ρ* = 180 кг/м3.

Пренебрегая потерями напора по длине трубопровода, трением и утечками в гидроцилиндрах, определить:

* каким должен быть коэффициент сопротивлений одного из дросселей, чтобы груз поднимался без перекашивания? Считать при этом, что второй дроссель открыт полностью и его коэффициент сопротивления равен нулю;
* подачу и давление, развиваемые при этом.

Данные для задачи представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Варианты данных к контрольному заданию 4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант (предпослед**-**няя цифра зачетки)** | *G*, кг | **Вариант (последняя цифра зачетки)** | *V*, м/с | *D*, мм | **Вариант (предпослед**-**няя цифра зачетки)** | *l*, м |
| **9** | 10000 | **0** | 0,1 | 80 | **0** | 4 |
| **8** | 12000 | **1** | 0,08 | 100 | **1** | 5 |
| **7** | 16000 | **2** | 0,06 | 120 | **2** | 4 |
| **6** | 18000 | **3** | 0,04 | 120 | **3** | 5 |
| **5** | 20000 | **4** | 0,04 | 140 | **4** | 4 |
| **4** | 10000 | **5** | 0,15 | 100 | **5** | 8 |
| **3** | 12000 | **6** | 0,14 | 90 | **6** | 7 |
| **2** | 14000 | **7** | 0,12 | 80 | **7** | 6 |
| **1** | 16000 | **8** | 0,1 | 100 | **8** | 5 |
| **0** | 8000 | **9** | 0,2 | 100 | **9** | 8 |

**Методические указания**

При изучении данной темы необходимо понять принцип действия всех видов гидродвигателей, выделить из них те, которые применяются или могут быть использованы в технологических процессах бурения нефтяных и газовых скважин.

Особое внимание следует уделить устройству турбобуров, их отличительным особенностям в зависимости от назначения. Нужно научиться различать турбобуры по типу турбин, конструкции опор, диаметру корпуса и числу секции. В устройстве турбобура нет лишних деталей, поэтому ничто не должно быть оставлено без внимания.

**Контрольные вопросы**

* 1. Что такое гидравлический двигатель?
  2. От каких параметров текучей среды зависят основные показатели гидродвигателей: крутящий момент, мощность на валу, мощность на выходном штоке силового гидроцилиндра, частота вращения вала.
  3. Что называется турбобуром?
  4. Почему турбобур выполняется многоступенчатым?
  5. Что такое ступень и секция турбобура?
  6. Что входит в ротор и статор турбобура?
  7. Чем воспринимается крутящий момент в статоре турбобура?
  8. Как крепятся детали на валу и в статоре турбобура?
  9. Чем фиксируется ротор относительно статора?
  10. Как регулируется взаимное положение лопастных систем ротора и статора?
  11. Что используется в качестве опор вала турбобура?
  12. Какие устройства применяются для уплотнения выхода вала из корпуса турбобура и для защиты опор качения от попадания абразива?
  13. Для чего служит шпиндель турбобура?
  14. Перечислите виды турбобуров.

ЗАДАНИЕ 5

Одноступенчатый поршневой компрессор всасывает в единицу времени *V* воздуха при температуре *t*, °С и при давлении 0,1 МПа.

Определить:

* + предельное значение давления, до которого можно сжимать воздух, если относительная величина вредного объема компрессора равна *а*;
  + температуру воздуха в конце политропного сжатия при предельных значениях давления;
  + теоретическую мощность привода для изотермического, адиабатного и политропного сжатия с показателем политропы *п* при предельном конечном давлении.

Данные для задачи представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Варианты данных к контрольному заданию 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Варианты | | | | | | | | | |
| **Вариант (последняя цифра зачетки)** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| *V*, м3/ч | 420 | 360 | 320 | 240 | 180 | 410 | 480 | 540 | 460 | 350 |
| **Вариант (предпослед**-**няя цифра зачетки)** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| *t*, C° | 0 | 13 | 17 | 23 | 30 | 33 | 37 | 43 | 47 | 27 |
| **Вариант (последняя цифра зачетки)** | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| *a* , % | 3 | 6 | 9 | 10 | 8 | 12 | 14 | 15 | 5 | 8 |
| *n* | 1,2 | 1,3 | 1,1 | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,3 |

**Методические указания**

Изучая эту тему, все время необходимо помнить, что компрессорные машины перекачивают газ, который при сжатии существенно уменьшается в объеме и может изменять свою массу.

Рассматривать показатели компрессорных машин можно по аналогии с техническими показателями насосов, но лишь с разницей, что работа изменения давления определяется не по разности конечного и начального давления, а интегралом. При этом следует выявить всю сложность процесса сжатия, заключающуюся в наличии теплообмена газа с окружающими поверхностями и изменчивости состояния газа в различных частях потока.

Процесс сжатия газа в действительности можно несколько схематизировать, принять его происходящим: по политропе, адиабате, изотерме. Анализируя эти три процесса, нужно выявить наиболее экономичный процесс, к которому следует стремиться, и наиболее неэкономичный, которого необходимо избегать.

Особо следует обратить внимание на понятие «вредный объем», его существенное влияние на величину подачи компрессоров, использование газа «вредного объема» для регулирования подачи и для привода компрессоров со свободно плавающими поршнями (СПДК).

**Контрольные вопросы**

1. Чем отличается массовая подача компрессора от массового расхода газа (воздуха) на входе?
2. Что такое объемная (стандартная) подача сухого газа?
3. Как математически описывается уравнение состояния идеального газа Клайперона?
4. Чем отличается адиабатический процесс сжатия от изотермического?
5. По какому процессу происходит сжатие в компрессоре при реальных условиях?
6. Какое различие между показателями: мощность компрессора и мощность на валу компрессора?

ЗАДАНИЕ 6

Поршневой компрессор производительностью *Q* сжимает воздух от давления 0,1 МПа до давления *Р*. Сжатие воздуха, начальная температура которого равна *t*, происходит по политропе с показателем 1,3. Средние потери давления между ступенями принять равными 5 %. Механический КПД компрессора – 0,8.

Требуется:

* + обосновать число ступеней компрессора, определить температуру воздуха в конце сжатия при наличии промежуточных холодильников с полным отводом образовавшегося при сжатии тепла и без охлаждения;
  + рассчитать мощность на валу компрессора при наличии промежуточных холодильников;
  + нарисовать возможные схемы данного компрессора.

Данные для задачи представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Варианты данных к контрольному заданию 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Варианты | | | | | | | | | |
| **Вариант (последняя цифра зачетки)** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| *Q*, м3/ч | 600 | 420 | 360 | 300 | 240 | 180 | 260 | 330 | 440 | 540 |
| **Вариант (предпослед**-**няя цифра зачетки)** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| *t*, C° | 10 | 20 | 30 | 40 | 15 | 25 | 35 | 50 | 45 | 28 |
| **Вариант (последняя цифра зачетки)** | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** | **0** |
| *Р*, МПа | 0,6 | 1,2 | 1,8 | 3,6 | 6 | 15 | 8 | 10 | 12 | 16 |

**Методические указания**

В начале изучения данной темы необходимо прежде всего понять принцип действия поршневых компрессоров и лишь после этого переходить к их классификации по типам, схемам и другим конструктивным признакам. Далее надо выделить из всего разнообразия компрессоров конструкции, получившие наиболее широкое распространение при бурении нефтяных и газовых скважин на промыслах, и на их основе изучить особенности выполнения основных узлов и деталей. Если чередование этапов рабочего процесса в поршневом компрессоре такое же, как и в поршневом насосе, то состояние сжимаемой поршнем среды в этих машинах различное. Газ при сжатии существенно меняет свой объем и температуру, поэтому на эти особенности следует заострить внимание. Если подробно разобраться с теоретической (схематизированной) индикаторной диаграммой, а затем – с действительной, то все последующие вопросы, связанные с определением параметров, не будут представлять трудности. Необходимость ступенчатого сжатия возникает сама собой, после полного представления о конечной допустимой температуре и ограничивающей величине «мертвого» (вредного) пространства на увеличение степени сжатия в одной ступени. При изучении этих вопросов нужно уметь доказать необходимость ступенчатого сжатия, его экономическую целесообразность, научиться определять распределение давлений по ступеням.

**Контрольные вопросы**

1. В чем сходство и различие поршневого кривошипного насоса и поршневого компрессора?
2. Чем определяется тип компрессора?
3. Какие типы компрессоров находят применение при бурении скважин?
4. Какие схемы поршневых компрессоров наиболее распространены при бурении скважин?
5. В чем заключаются преимущества и недостатки СПДК?
6. Что такое оппозитивный компрессор?
7. Перечислите разновидности клапанов поршневых компрессоров.
8. Из каких элементов состоят сальниковые уплотнения поршневых компрессоров?
9. Что такое «мертвое» пространство, чем и как определятся его величина?
10. Что такое коэффициент объемного расхода газа на выходе?
11. Какие факторы влияют на изменение состояния газа на пути до входа в цилиндр компрессора?
12. Какие коэффициенты учитывают изменение состояния газа на пути входа в цилиндр?
13. Какой экономический эффект получается в многоступенчатом процессе сжатия при наличии промежуточных холодильников?
14. Как определяется конечная температура сжатия в одной ступени?
15. Как находится степень повышения давления в многоступенчатом компрессоре?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдурашитов С. А., Тупиченков А. А., Вершинин И. М., Тененгольц С .М. Насосы и компрессоры. – М.: Недра, 1974.
2. Бадеке К., Градевальд А., Хандт X. и др. Насосы. Справочное пособие. Перевод с немецкого В. В.Малюшенко, М. К. Бобка – М.: Машиностроение, 1979.
3. Башта Т. Н., Руднев С. С., Некрасов Б. Б. и др. Гидравлика, гидравлические машины и гидроприводы. – М.: Недра, 1982.
4. Ибатулов К. А. Гидравлические машины и механизмы в нефтяной промышленности. – М.: Недра, 1972.
5. Касьянов В. М. Гидромашины и компрессоры. – М.: Недра, 1982.
6. Молчанов А. Г., Чичеров В. Л. Нефтепромысловые машины и механизмы. – М.: Недра, 1983.
7. Муравьев В. М. Спутник нефтяника. – М.: Недра, 1977.
8. Сборник задач по машиностроительной гидравлике. Под ред. И. И. Куколевского и Л. Г. Подвидза. – М.: Машиностроение, 1974.
9. Храпач Г. К. Эксплуатация компрессорных установок. – М.: Недра, 1973.
10. Черкасский В. В. Насосы, вентиляторы, компрессоры. – М.: Энергия, 1977.