

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВолгГТУ»)

Кафедра «Процессы и аппараты химических и пищевых производств»

Задание и методические указания
по выполнению контрольной работы
по дисциплине «Насосы и компрессоры»
для студентов заочной формы обучения бакалавров
по направлению подготовки 43.01.03 «Сервис»
«Сервис в нефтегазовых комплексах»

Карев В.Н. – доцент кафедры ПАХПП, к.х.н., доцент

Волгоград 2017-2018 учебный год

1. Общие сведения

При изучении курса «Насосы и компрессоры» в рамках СРС студент очной формы обучения выполняет семестровую работу, а студент заочной формы обучения контрольную работу, содержащую теоретические вопросы и задачи на основные тему - насосы и компрессоры.

В контрольной работе заданы два теоретических вопроса касающихся устройства, основах характеристик насосов и компрессоров. Третий вопрос практическая задача.

Варианты контрольных заданий студент-заочник находит по двум последним цифрам шифра своей студенческой книжки, пользуясь таблицей вариантов.

Таблица вариантов

Последние две цифры шифра				Номера контрольных заданий			
01	26	51	76	01	13	22	35
02	27	52	77	02	14	23	36
03	28	53	78	03	15	24	44
04	29	54	79	04	16	25	43
05	30	55	80	05	17	26	42
06	31	56	81	06	18	27	41
07	32	57	82	07	19	28	40
08	33	58	83	08	20	29	39
09	34	59	84	09	21	30	38
10	35	60	85	10	12	31	37
11	36	61	86	11	01	32	36
12	37	62	87	12	02	33	35
13	38	63	88	13	03	34	34
14	39	64	89	14	04	35	33
15	40	65	90	15	05	36	32
16	41	66	91	16	06	21	31
17	42	67	92	17	07	22	30
18	43	68	93	18	08	23	29
19	44	69	94	19	07	24	28
20	45	70	95	20	06	25	27
21	46	71	96	21	05	26	26
22	47	72	97	13	04	27	25
23	48	73	98	14	03	28	24
24	49	74	99	15	02	29	23
25	50	75	00	16	01	30	22

Содержание вопросов и задач

1. Что называется насосом, насосной установкой и насосной станцией?
2. Опишите лопастные насосы, укажите области их применения.
3. Опишите объемные насосы, укажите области их применения.
4. Приведите определения основных технических параметров насосов (подача, напор, потребляемая мощность, КПД, высота всасывания).
5. Что называется кавитацией, как она возникает и какое влияние оказывает на работу насосов?
6. Приведите определение понятия «характеристика насоса». Какое значение она имеет для эксплуатации насосов?
7. В чем состоит сущность совместной работы лопастных насосов в гидравлической сети при параллельном и последовательном их включении?
8. Как влияет необходимый напор на выбор конструкции лопаточных насосов?
9. Назовите основные сборочные единицы (узлы) лопастных насосов.
10. Каково назначение вентиляторов и дымососов? Опишите принцип их действия и укажите области применения.
11. На какие группы подразделяют объемные насосы? Каковы области их применения и принцип действия?
12. Перечислите основные сборочные единицы (узлы и детали) поршневых и плунжерных насосов. Опишите принцип их действия и укажите области их применения.
13. Что называется компрессором, компрессорной установкой и компрессорной станцией?
14. Как классифицируются компрессоры по принципу действия, избыточному давлению и подаче?
15. Приведите определения понятий одно- и многоступенчатого компрессоров.

16. Приведите определения понятий условного энергетического КПД компрессора, изотермного и адиабатного КПД.

17. Что представляет собой вредное пространство поршневого компрессора? Каково его влияние на эффективность процесса сжатия?

18. Перечислите основные узлы и детали поршневого и динамического компрессоров.

19. Каково назначение смазки объемных и динамических компрессоров?

20. В чем состоит регулирование подачи поршневых и динамических компрессоров?

21. Каково назначение систем охлаждения динамических и поршневых компрессоров? В чем состоит принцип их действия?

22. Насос (рис. 1) перекачивает 30 % серную кислоту при этом показания манометра на нагнетательном трубопроводе $1,8 \text{ кгс/см}^2$, показания вакуумметра (разрежение) на всасывающем трубопроводе перед насосом 29 мм рт. ст. Манометр присоединён на 0,5 м выше вакуумметра. Всасывающий и нагнетательный трубопроводы одинакового диаметра. Определить напор насоса.

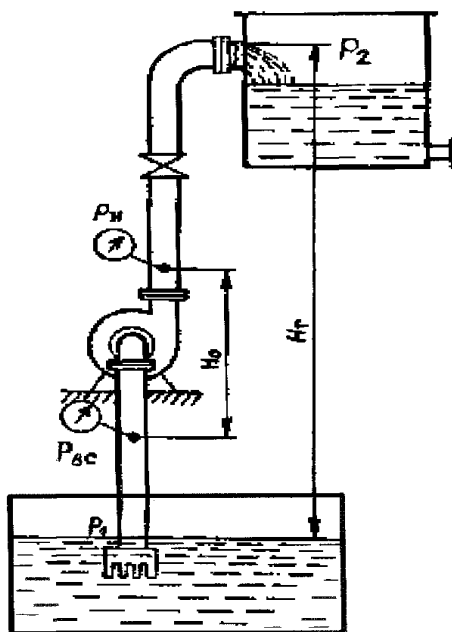


Рис. 1

23. Определить полный напор, развиваемый насосом при следующих условиях: плотность жидкости 960 кг/м^3 , высота подъёма 16 м , общее сопротивление всасывающей и нагнетательной линии $65,6 \text{ м}$, давление в выкачиваемой емкости равно $P_{\text{изб}} = 37 \text{ кгс/см}^2$.

24. Определить к. п. д. насосной установки. Насос подаёт $380 \text{ дм}^3/\text{мин}$ мазута относительной плотности $0,9$. Полный напор $30,8 \text{ м}$. Потребляемая двигателем мощность $2,5 \text{ кВт}$.

25. Производительность насоса $14 \text{ дм}^3/\text{с}$ жидкости относительной плотности $1,16$. Полный напор 58 м . К. п. д. насоса $0,64$, к. п. д. передачи $0,97$, к. п. д. электродвигателя $0,95$. Какой мощности двигатель надо установить?

25. Поршневой насос (рис. 2) установлен на заводе, расположенном на высоте 300 м над уровнем моря. Общая потеря высоты всасывания составляет $5,5 \text{ м вод. ст.}$ Геометрическая высота всасывания $3,6 \text{ м}$. При какой максимальной температуре воды ещё возможно всасывание?

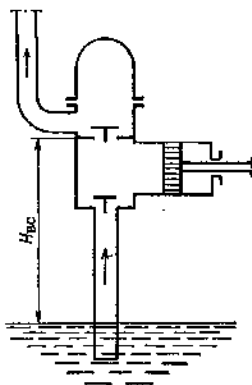


Рис. 2

27. Определить производительность дифференциального поршня насоса (рис. 3), который имеет больший диаметр ступенчатого плунжера 340 мм , меньший – 240 мм . Ход плунжера 480 мм , частота вращения 60 об/мин . Коэффициент подачи $0,85$. Определить также количество жидкости, подаваемой каждой стороной ступенчатого плунжера.

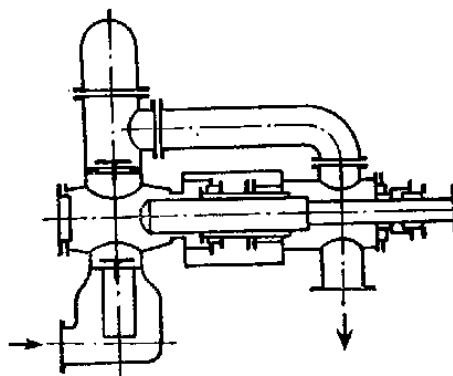


Рис. 3.

Указание к решению задачи: производительность всего поршня находим по формуле $Q = \eta_v \frac{F \cdot s \cdot n}{60}$, а количество жидкости, выходящее из правой камеры можно найти так: $Q_{\text{мал}} = \eta_v \frac{(F_{\text{плунжера}} - F_{\text{штока}}) \cdot s \cdot n}{60}$.

28. Поршневой насос (рис. 4) двойного действия наполняет бак диаметром 3 м и высотой 2,6 м за 26,5 мин. Диаметр плунжера насоса 180 мм, диаметр штока 50 мм, радиус кривошипа 145 мм. Частота вращения 55 об/мин. Определить коэффициент подачи насоса.

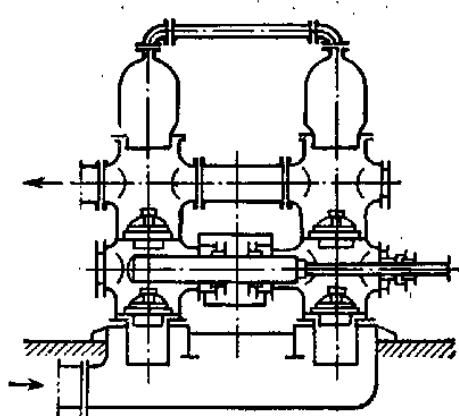


Рис. 4.

29. Центробежный насос, делающий 1800 об/мин, должен подавать 140 м³/ч воды, имеющей температуру 30 °С. Среднее атмосферное давление в месте установки насоса 745 мм рт. ст. Полная потеря напора во всасывающей линии составляет 4,2 м. Определить теоретически допустимую высоту всасывания.

Справочные данные: давление насыщенного пара воды при 30°С равно 0,43 м вод. ст., кавитационная поправка определяется по формуле $h_{\text{кав}} = 0,00125 \cdot (Q \cdot n^2)^{0,67}$

30. Центробежный насос при перекачке $280 \text{ дм}^3/\text{мин}$ воды создаёт напор $H = 18 \text{ м}$. Пригоден ли этот насос для перекачки жидкости относительной плотности $1,06$ в количестве $15 \text{ м}^3/\text{ч}$ по трубопроводу диаметром $70 \times 2,5 \text{ мм}$ из сборника с атмосферным давлением в аппарат с давлением $P_{\text{изб}} = 0,3 \text{ кгс/см}^2$? Геометрическая высота подъёма $8,5 \text{ м}$. Расчётная длина трубопровода (собственная плюс эквивалентная длина местных сопротивлений) 124 м . Коэффициент трения в трубопроводе $\lambda = 0,03$. Определить также какой мощности электродвигатель нужно установить, если к. п. д. насосной установки составляет $0,55$.

31. Центробежный насос для перекачки воды имеет следующие паспортные данные: $Q = 56 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H = 42 \text{ м}$, $N = 10,9 \text{ кВт}$ при $n = 1140 \text{ об/мин}$. Определить 1) к. п. д. насоса, 2) производительность его, развиваемый напор и потребляемую мощность при $n = 1450 \text{ об/мин}$, считая, что к. п. д. остался неизменным.

32. При испытании центробежного насоса получены следующие данные:

$Q, \text{ дм}^3/\text{мин}$	0	100	200	300	400	500
$H, \text{ м}$	37,2	38,0	37	34,5	31,8	28,5

Сколько жидкости будет подавать этот насос по трубопроводу диаметром $76 \times 4 \text{ мм}$, длиной 355 м (собственная плюс эквивалентная длина местных сопротивлений) при геометрической высоте подачи $4,8 \text{ м}$? Коэффициент трения $\lambda = 0,03$, $\Delta P_{\text{доп}} = 0$. (Построить характеристики насоса и трубопровода и найти рабочую точку.) Как изменится производительность насоса, если геометрическая высота подачи будет 19 м ?

33. Определить производительность шестеренного насоса (рис. 5) по следующим данным: частота вращения 650 об/мин , число зубьев на шестерне 12 , ширина зуба 30 мм , площадь сечения зуба, ограниченная внешней окружностью соседней шестерни, $7,85 \text{ см}^2$, коэффициент подачи $0,7$.

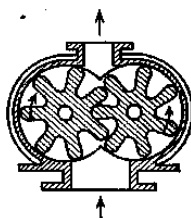


Рис. 5 Шестеренный насос

34. Требуется выкачивать $215 \text{ дм}^3/\text{мин}$ раствора относительной плотности $1,06$ из подвального бака водоструйным насосом. Высота подъёма $3,8 \text{ м}$.

Давление воды перед насосом $P_{изб} = 1,9 \text{ кгс/см}^2$. К. п. д. насоса 0,15. Сколько кубометров воды в час будет расходовать водоструйный насос?

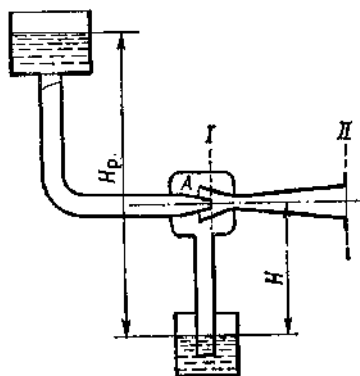


Рис. Схема водоструйного насоса

35. Какой мощности электродвигатель необходимо установить к вентилятору производительностью 110 м³/мин при полном напоре 834 Па (85 мм вод. ст.)? К. п. д. вентилятора 0,47.

36. Центробежный вентилятор, делающий 960 об/мин, подаёт 3200 м³/ч воздуха, потребляя при этом 0,8 кВт. Давление (избыточное), создаваемое вентилятором, 44 мм вод. ст. Каковы будут у того вентилятора подача, давление и затрачиваемая мощность при $n = 1250$ об/мин? Определить также к. п. д. вентилятора.

37. Осевые компрессоры: принцип действия, область применения.

38. Центробежно-вихревые насосы

39. Где фиксируются снятые при операции центровки осей валов численные значения биений одного вала относительно другого?

40. Когда считается выполненной операция центровки осей валов?

41. Чем вызывается необходимость периодической балансировки вращающихся роторов? Какие виды балансировки различают?

42. На каком устройстве выполняется статическая балансировка вращающихся роторов?

43. Последовательность операций по статической балансировки ротора.

44. Какие этапы можно выделить при статической балансировке ротора?

2. Требования к оформлению контрольной работы

Семестровая, контрольная работа должна быть представлена на стандартных листах белой бумаги А4 в рукописном или машинном варианте с соответствующим титульным листом. Титульный лист должен содержать наименование учебного заведения, с семестровой и контрольной работы по дисциплине «Насосы и компрессоры», ФИО студента, номер учебной группы и зачетки, год выполнения.

Все чертежи установок должны быть выполнены аккуратно, с помощью чертежных инструментов, карандашом. Все графики должны быть выполнены либо на миллиметровой бумаге, либо с помощью машинной графики с обозначением осей, размерности параметров и единиц измерения в произвольном масштабе, но так чтобы график занимал все поле листа размером А4.

Ответы на теоретические вопросы излагаются предельно сжато.

Таблица 1 – Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерии оценивания
Отлично (36-40)	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% задач): полные, последовательные, грамотные, логически излагаемые ответы, свободное владение материалом.
Хорошо 31-35	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 77-89% задач): правильное изложение основного материала, нарушение логической последовательности, без существенных неточностей.
Удовлетворительно (26-25)	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 60-76% задач): нарушение последовательности, ошибки и затруднения при изложении материала.
Неудовлетворительно (0-25)	В контрольной работе ответ дан на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем 60% вопросов)

3. Список рекомендуемой литературы

Основная литература

- 1 Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. для вузов / А.Г. Касаткин. - 14-е изд., стер. - М.: Альянс, 2008. - 750 с.
- 2 Машины и аппараты химических производств: учебник / А.С. Тимонин [и др.] / под ред. А.С. Тимониной. - Калуга: Ноосфера, 2014. - 854 с.
- 3 Рева, Л.С. Лабораторный практикум по курсу «Диагностика и организация ремонта». Ремонт оборудования [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.С. Рева, А.Е. Новиков, Г.И. Первакова; ВолгГТУ. - Волгоград: ВолгГТУ, 2014. - 44 с. - (ЭБС ВолгГТУ).

Дополнительная литература

- 4 Рахмилевич, З.З. Насосы в химической промышленности: справочное издание для рабочих / З.З. Рахмилевич. - М.: Химия, 1990. - 238 с.
- 5 Тимонин, А.С., Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: справочник. Т. 3 / А.С. Тимонин; МГУИЭ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Калуга: Изд-во Н. Бочкарёвой, 2002. - 965 с.
- 6 Насосы и компрессоры / И.В. Бредихин [и др.]; ВолгГТУ. - Волгоград: РПК «Политехник», 2005. - 150 с.
- 7 Дурнов, П.И. Насосы и компрессорные машины: учеб. пособие / П.И. Дурнов. - М.; К.: Машгиз, 1960. - 285 с.
- 8 Дуров, В.С. Эксплуатация и ремонт компрессоров и насосов: справочное пособие / В.С. Дуров, З.З. Рахмилевич, Я.С. Черняк. - М.: Химия, 1980. - 271 с.
- 9 Черкасский, В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учебник / В.М. Черкасский. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 416 с.
- 10 Рахмилевич, З.З. Компрессорные установки: справочное издание для рабочих / З.З. Рахмилевич, Е.Н. Мыслицкий, С.А. Хачатурян. - М.: Химия, 1977. - 279 с.
- 11 Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов. / К.Ф. Павлов [и др.]. Под редакцией члена-корреспондента АН СССР П. Г. Романкова. - 10-е издание, переработанное и дополненное - Ленинград: Химия, 1987 год. - 572 страниц.

ПРОГРАММА ЗАЧЕТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НАСОСЫ И КОМПРЕССОРЫ»

1. Перемещение жидкости. Общие сведения о гидромашинах.
2. Классификация насосов.
3. Что такое насосный агрегат и насосная станция?
4. Основные элементы конструкции центробежного насоса.
5. Основные параметры насосов.
6. Что такое характеристика насоса? Как она снимается?
7. Что такое универсальная характеристика насоса?
8. Что такое характеристика сети?
9. Как снимается характеристика сети?
10. Что такое рабочая точка насоса?
11. Как рассчитать гидравлическое сопротивление трубопроводной сети?
12. Для чего необходима операция по центровке осей валов привода и рабочего агрегата?
13. Какими способами можно выполнить эту операцию?
14. Какие биения вращающихся валов относительно друг друга различают при различных расположениях осей этих валов?
15. Каким способом можно выполнить операцию по центровке осей валов с численными значениями биений вращающихся валов?
16. Общие сведения о гидромашинах.
17. Перемещение жидкостей.
18. Классификация машин по принципу действия и степени сжатия.
19. Основные термины и определения насосов.
20. Классификация насосов.
21. Принципиальная схема действия насосной установки.
22. Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность. КПД.
23. Основное уравнение центробежных машин.
24. Высота всасывания.
25. Кавитация.
26. Характеристики центробежных насосов.
27. Характеристика сети. Рабочая точка насоса.
28. Центробежные насосы.
29. Принцип действия центробежных насосов.
30. Основные узлы и детали центробежных насосов.
31. Типы центробежных насосов.
32. Осевые насосы.
33. Насосы для химически активных жидкостей.
34. Вихревые и центробежно-вихревые насосы.
35. Лабиринтные насосы.
36. Струйные насосы.

37. Подъём жидкости эрлифтом.
38. Сифоны.
39. Монтежю.
40. Поршневые насосы. Типы поршневых насосов.
41. Теория и характеристики поршневых насосов.
42. Производительность.
43. Характеристика поршневого насоса.
44. Неравномерность подачи и воздушные колпаки.
45. Индикаторная диаграмма.
46. Ротационные насосы.
47. Общая характеристика ротационных насосов.
48. Винтовые насосы.
49. Шестерённые насосы.
50. Самовсасывающие водокольцевые насосы.
51. Пластинчатые насосы.
52. Радиально- и аксиально-поршневые насосы.
53. Диафрагменные и шланговые насосы.
54. Сравнительная оценка центробежных и поршневых насосов.
55. Сжатие газов. Общие сведения.
56. Классификация компрессорных машин.
57. Процессы сжатия газов в компрессорах.
58. Энтропийная (тепловая) T-S-диаграмма.
59. Уравнения состояния газа.
60. Основные характеристики работы компрессоров.
61. Индикаторная диаграмма, индикаторная мощность и индикаторное давление поршневого компрессора.
62. Производительность и коэффициент подачи.
63. Мощность компрессора. КПД.
64. Типы поршневых компрессоров.
65. Одноступенчатые поршневые компрессоры простого и двойного действия.
66. Многоступенчатые поршневые компрессоры.
67. Многоступенчатое сжатие.
68. Регулирование и обслуживание поршневых компрессоров.
69. Ротационные компрессоры.
70. Пластинчатый ротационный компрессор.
71. Ротационный водокольцевой компрессор.
72. Лопастные компрессоры.
73. Мощность и КПД лопастных компрессоров.
74. Рабочая характеристика лопастных компрессоров. Помпаж.
75. Регулирование лопастных компрессоров.
76. Особенности эксплуатации лопастных компрессоров.
77. Типы вентиляторов.

78. Характеристика вентиляторов.
79. Выбор вентилятора.
80. Турбогазоводувки и турбокомпрессоры.
81. Осевые вентиляторы и компрессоры.
82. Сравнение и выбор компрессорных машин.
83. Вакуум насосы.
84. Осевые компрессоры
85. Центробежно-вихревые насосы
86. Где фиксируются снятые при операции центровки осей валов численные значения биений одного вала относительно другого?
87. Когда считается выполненной операция центровки осей валов?
88. Чем вызывается необходимость периодической балансировки вращающихся роторов?
89. Какие виды балансировки различают?
90. На каком устройстве выполняется статическая балансировка вращающихся роторов?
91. Последовательность операций по статическим балансировкам ротора.
92. Какие этапы можно выделить при статической балансировке ротора?
93. Как выявляются «лёгкое» и «тяжёлое» места ротора?
94. Как определяется контргруз, компенсирующий неуравновешенную массу, приводящую к биению ротора?
95. В результате чего делается окончательный вывод о выполнении операции статической балансировки вращающегося ротора?

Таблица 2 – Критерии и шкала оценивания по оценочному средству зачет с оценкой

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерии оценивания
Отлично (36-40)	Ответ дан на высшем уровне (правильные ответы даны на 94-100% вопросов): полное изложение программного материала, последовательные, грамотные, логически излагаемые ответы, свободное владение материалом.
Хорошо (31-35)	Ответ дан на высоком уровне (правильные ответы даны на 86-93% вопросов): грамотное, последовательное, логическое изложение программного материала, без существенных неточностей.
Удовлетворительно (20-35)	Ответ дан на среднем уровне (правильные ответы даны на 77-85% вопросов): правильное изложение основного материала, нарушение логической последовательности, недостаточно правильные формулировки.
Неудовлетворительно (20-0)	Ответ дан на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны на менее 75% вопросов): изложение основного материала с нарушением логической последовательности, ошибочные формулировки.

Пример оформления титульного листа

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВолгГТУ»)

Кафедра «Процессы и аппараты химических и пищевых производств»

Контрольная работа

по дисциплине «Насосы и компрессоры»

Выполнил:

студент группы

(ФИО)

Вариант

Проверил:

к.х.н., доц. Карев В.Н.

Волгоград 2017