

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ



Гидравлические и пневматические системы

**Методические указания
по выполнению самостоятельной и контрольной работы**

Новосибирск 2021

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы бакалавров рассматривается как одна из форм обучения, которая предусмотрена ФГОС и рабочим учебным планом по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Целью самостоятельной (внеаудиторной) работы студентов является обучение навыкам работы с учебной и научной литературой и практическими материалами, необходимыми для изучения дисциплины «Гидравлические и пневматические системы» и развития у них способностей к самостоятельному анализу полученной информации для подготовки контрольной работы и сдачи экзамена.

При изучении курса «Гидравлические и пневматические системы» у студентов формируются знания и практические навыки, которые необходимы выпускнику для понимания конструкций и принципа работы гидравлических и пневматических систем машин и оборудования.

Компетенции, освоенные студентами в ходе изучения дисциплины, могут быть использованы ими для защиты своих разработок проводимых в рамках подготовки по направлению через освоение ее составляющих – профессионально-методических действий, интегрирующих в себе соответствующие знания, умения и навыки.

Планируемые результаты освоения образовательной программы следующие.

Дисциплина «Гидравлические и пневматические системы» в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом ПООП направлена на формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

Общие положения самостоятельной работы

В самостоятельную работу студентов входит освоение теоретического материала, подготовка самостоятельных работ (контрольной), подготовку презентаций.

Организация самостоятельной работы включает:

- работу с учебником и с дополнительной литературой;
- подготовку к контрольным работам;
- написание контрольной работы по выбранному варианту задания.

Работы (контрольная) сдаются по графику, установленному преподавателем.

1.1. Виды контроля знаний студентов и их отчетности

Текущая аттестация по дисциплине «Гидравлические и пневматические системы» проводится в форме контрольных мероприятий (через представление, проверку и оценку письменных работ и презентаций) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Активность студента на занятиях оценивается на основе выполненных студентом работ и заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Кроме того, оценивание студента проводится на контрольной неделе. Оценивание студента на контрольной неделе проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия студента (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения студента по основным компонентам учебного процесса за текущий период. Оценивание осуществляется с выставлением оценок в ведомости и указанием количества пропущенных занятий.

1.2. Критерии оценки знаний студентов

Индивидуальная самостоятельная работа по дисциплине предполагает разработку студентами методик проведения занятий, анализ и оценку документации, работу по изучению перспективных технологий обучения с использованием дополнительных источников и передового опыта, выполнение индивидуальных заданий.

Критерии оценки применяются следующие:

– Если студент без ошибок и в срок выполнял контрольную работу по заданию преподавателя, то ему ставится отметка «зачтено» в журнал преподавателя напротив соответствующего задания.

– Если студент с ошибками выполнил контрольную работу или не выполнил её вовсе, то ему ставится отметка «не зачтено».

До экзамена студент, получивший отметку «не зачтено», должен внести правки, отмеченные преподавателем и отчитаться ещё раз по выполнению задания.

При завершении изучения дисциплины " «Гидравлические и пневматические системы» предусмотрен экзамен, при этом для аттестации сту-

дентов по дисциплине используется следующая шкала оценивания результатов их ответов.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

1.3. Перечень самостоятельных работ

Теоретический курс для самостоятельного изучения охватывает содержание учебного материала, которое не вошло в основные разделы дисциплины. Продуктом самостоятельного изучения теоретического курса являются планы-конспекты, разработанные студентами.

План-конспект – это знаковое средство обучения, в структуру которого входят: название темы, цели изучения, план вопросов, изучаемых по теме, краткое содержание в виде тезисов. План-конспект предъявляется преподавателю в соответствии с графиком самостоятельной работы после изучения теоретического курса. Темы самостоятельного изучения теоретического курса приведены ниже.

1.4 Задания и методические указания по выполнению контрольной работы

Контрольная работа по дисциплине «Гидравлические и пневматические системы» состоит из двух разделов. В первой части контрольной работы студент отвечает на 6 теоретических вопросов по устройству гидравлических и пневматических систем. При выборе задания учитывают предпоследнюю и последнюю цифры номера зачетки, а также первая буква фамилии.

Каждый студент получает индивидуальное задание контрольной работы, состоящее из 6 вопросов (по одному из каждой группы).

Выполнению задания должно предшествовать самостоятельное изучение разделов и тем дисциплины.

При этом следует руководствоваться методическими указаниями, лекционным материалом и литературными источниками.

Ответы на вопросы контрольной работы должны быть краткими, ясными и четкими. Недопустимо в качестве ответов переписывать отдельные части учебника. Схемы, эскизы и графики необходимо выполнять четко и аккуратно.

В конце работы приводится список использованной литературы, а в тексте работы ссылки на соответствующий источник.

Индивидуальное задание ко 2 части контрольной работы содержит исходные данные к расчету гидравлического привода. В контрольной работе необходимо рассчитать: мощность и подачу насоса, выбрать марку насоса, рассчитать трубопровод, рассчитать КПД гидропривода, подобрать гидроцилиндр или гидромотор.

Контрольная работа оформляется в соответствии с требованиями, принятыми для контрольных и курсовых работ в Инженерном институте. Контрольная работа защищается студентом по окончании лекционного курса. После защиты студент допускается к экзамену.

Номера вопросов для контрольной работы

Последняя цифра шифра		0		1		2		3		4	
		А-К	Л-Я	А-К	Л-Я	А-К	Л-Я	А-К	Л-Я	А-К	Л-Я
Первая буква фамилии											
Предпоследняя цифра шифра	0	18 23 44 65 86 120	1 37 58 79 85 104	13 35 57 63 85 118	6 24 50 78 94 112	19 38 56 75 94 113	19 24 45 66 87 111	2 38 59 80 86 105	14 36 58 64 86 119	7 25 51 79 95 113	20 39 57 76 95 114
	1	6 37 50 72 94 116	19 27 60 77 96 115	11 29 60 78 97 116	10 39 52 80 93 114	13 32 51 80 89 108	7 38 51 73 95 117	20 28 45 78 97 116	12 30 54 79 98 117	11 40 53 77 94 115	14 33 52 61 90 109
	2	19 25 46 80 88 109	3 24 55 66 87 108	17 28 49 80 91 112	5 26 57 78 89 110	18 37 49 68 87 106	20 26 47 71 88 110	4 25 56 67 88 109	18 29 50 73 92 113	6 27 58 79 90 111	19 38 50 69 88 107
	3	16 27 49 71 93 115	14 35 52 73 90 119	13 34 58 80 97 101	19 30 51 80 93 114	18 27 46 75 84 103	17 28 50 72 94 116	15 36 53 74 91 120	14 35 59 71 98 102	20 31 52 70 94 115	19 28 47 76 85 104
	4	9 31 53 75 97 103	17 35 45 78 89 120	1 40 45 77 89 111	16 35 41 77 98 120	12 34 56 78 100 106	10 32 54 76 98 104	18 36 46 79 90 105	2 31 46 78 90 112	17 36 42 78 99 101	13 35 57 79 100 107
	5	14 37 55 73 96 104	9 30 57 68 85 106	7 29 41 65 95 120	11 33 55 77 99 120	11 33 57 69 99 105	15 38 56 74 97 105	10 31 58 69 86 107	8 30 42 66 96 108	12 34 56 78 100 119	12 34 58 70 100 106
	6	18 25 47 69 91 120	13 34 51 72 89 110	12 28 54 70 97 120	2 24 46 78 90 112	11 32 49 80 87 118	19 26 48 70 92 101	14 35 52 73 90 111	13 29 55 71 98 112	3 25 47 79 91 113	12 33 50 61 88 119
	7	15 34 58 72 91 110	10 38 54 76 100 104	10 31 48 69 96 107	14 33 50 71 100 109	7 28 45 66 83 104	16 35 59 73 92 111	11 39 55 77 91 105	11 32 49 70 97 108	15 34 53 72 92 110	8 29 46 67 84 105
	8	15 33 51 79 87 120	16 22 57 66 99 110	17 38 48 67 90 109	13 31 59 77 85 117	18 37 48 66 92 120	16 34 52 80 88 119	17 23 58 67 100 111	18 39 49 68 91 110	14 32 60 78 86 118	19 38 49 67 93 111
	9	18 23 49 66 93 111	19 28 57 66 85 104	8 27 50 69 92 117	10 29 58 67 100 105	1 22 43 64 85 106	19 24 50 67 94 112	20 29 58 67 86 105	9 28 51 70 93 118	11 30 59 68 81 106	2 23 44 65 86 107

Окончание таблицы

Последняя цифра шифра		5		6		7		8		9	
Первая буква фамилии		А-К	Л-Я	А-К	Л-Я	А-К	Л-Я	А-К	Л-Я	А-К	Л-Я
Предпоследняя цифра шифра	0	20 25 46 67 88 112	3 39 50 61 87 106	15 37 59 65 87 120	8 26 52 80 96 114	19 40 58 77 96 115	1 26 47 68 89 113	4 40 51 62 88 107	16 38 60 66 88 113	9 27 53 79 97 115	20 41 59 78 97 116
	1	8 39 52 74 96 118	3 29 46 79 98 117	13 31 55 80 99 118	12 28 54 78 95 116	15 34 53 62 91 110	9 40 53 75 97 119	4 30 47 80 99 118	14 32 56 66 100 119	13 29 55 79 96 117	16 35 54 63 92 111
	2	1 27 48 72 89 111	5 26 57 68 89 110	19 30 51 74 93 114	7 28 59 80 91 112	20 39 51 70 89 108	2 28 49 73 90 112	6 27 58 69 90 111	20 31 52 75 94 115	8 29 60 62 92 113	17 40 52 71 90 109
	3	18 29 51 73 95 117	16 37 54 75 92 101	15 36 60 72 99 103	7 32 53 71 95 116	20 29 48 77 86 105	19 30 52 74 96 118	17 38 55 76 93 102	16 37 53 73 100 104	7 33 54 72 96 117	1 30 49 78 87 106
	4	11 33 55 77 99 105	19 37 47 80 91 106	3 32 47 79 91 113	18 37 43 79 100 102	14 36 58 80 97 108	12 34 56 78 100 106	20 38 48 71 92 107	4 33 47 80 92 114	19 38 44 69 99 103	15 37 59 74 98 109
	5	16 39 57 75 98 106	11 32 59 70 87 108	9 31 43 67 97 109	13 35 57 79 91 120	13 35 59 71 92 107	17 40 58 76 99 107	12 33 60 71 88 109	10 32 44 68 98 110	14 36 58 80 92 109	14 36 60 72 93 108
	6	20 27 49 71 93 102	15 36 53 74 91 112	14 30 56 72 99 113	4 26 48 80 92 114	13 34 51 62 89 120	5 28 50 72 94 103	16 37 54 75 92 113	15 31 57 73 100 114	5 27 49 72 93 115	14 35 52 63 90 119
	7	17 36 60 74 93 112	12 40 56 78 92 106	12 33 50 71 98 109	16 35 54 73 93 111	9 30 47 68 85 106	18 37 51 75 94 113	13 21 57 79 93 107	13 34 51 72 99 110	17 36 55 74 94 112	10 31 48 69 86 107
	8	17 35 53 62 89 120	18 24 59 68 82 112	19 40 50 69 92 111	15 33 46 79 87 119	18 39 50 68 94 112	18 36 54 63 90 119	19 25 60 69 83 113	20 31 51 70 93 112	16 34 47 80 88 120	19 40 51 69 95 113
	9	20 24 51 68 95 113	4 30 59 68 87 106	10 29 52 71 94 119	12 31 60 69 82 107	3 24 45 66 87 108	1 25 52 69 96 114	5 31 61 69 88 107	11 30 53 72 95 120	13 32 53 70 83 108	4 25 46 97 88 109

Вопросы для контрольной работы.

1. Назначение пневматического и гидравлического приводов мобильных машин, их преимущества и недостатки.
2. Классификация объемных гидро- и пневмомашин.
3. Требования, предъявляемые к пневматическим тормозным приводам автомобилей.
4. Особенность конструкции гидросистемы колесного передвижного погрузчика.
5. Компрессоры и компрессорные станции. Определение, типы.
6. Гидравлические реле давления и времени.
7. Аппараты подготовки и аккумуляирования сжатого воздуха.
8. Аппараты органов управления.
9. Элементы передаточного механизма.
10. Исполнительные органы пневмопривода.
11. Использование гидропередач в мобильных машинах
12. Какими тормозными системами оборудованы автомобили КамАЗ?
13. Назначение регулятора давления, где он установлен?
14. Назначение защитных клапанов. Какие защитные клапаны устанавливаются на автомобилях?
15. Способы разгрузки насосов от давления
16. Из-за чего при торможении рабочим тормозом колеса задней тележки срабатывают раньше, чем колеса переднего моста?
17. Типы тормозных камер, назначение, принцип работы.
18. За счет чего обеспечивается торможение автомобиля при включении вспомогательного тормоза?
19. Какие приборы обеспечивают опережение затормаживания колес задней тележки?
20. Дроссельное регулирование, объемное регулирование, комбинированное регулирование опишите особенности.
21. Чем отличаются пневмосистемы с однопроводным приводом и двухпроводным приводом?
22. Эксплуатация объемных гидроприводов в условиях низких температур.
23. Устройство и принцип работы лопастных гидромашин.
24. Основное уравнение гидротрансформатора, КПД, коэффициент трансформации.
25. Привести гидравлическую схему передачи рулевого управления автомобиля.
26. Выбор и эксплуатация рабочих жидкостей
27. Основные неполадки в гидросистемах и способы их устранения.
28. Последовательность расчета пневматического тормозного привода автомобиля.
29. Пневматические подвески, их преимущества и недостатки, требования к ним.

30. Область применения шестеренных насосов. Основные их характеристики. Преимущества и недостатки.
31. Классификация динамических насосов.
32. Каким образом и в каких отраслях применяется сжатый воздух.
33. Из чего состоит компрессорная установка, ее назначение. Определение компрессора.
34. Особенность конструкции гидросистемы телескопического погрузчика.
35. Поршневые компрессоры. Расчет мощности приводного двигателя компрессора.
36. Ротационные компрессоры, классификация, применение. Преимущества и недостатки.
37. Пневматический тормозной привод тормозов шасси автомобилей. Общие технические требования. Преимущества и недостатки. Структурное деление привода.
38. Однопроводный и двухпроводный привод. Преимущества и недостатки. Тенденции развития пневматических приводов тормозов автомобилей.
39. Основные элементы пневмоаппаратов. Клапаны.
40. Вихревые насосы. Область применения. Принцип действия.
41. Аппараты подготовки и аккумуляции сжатого воздуха. Фильтры, регуляторы, регуляторы, влагомаслоотделители, ресиверы.
42. Аппараты подготовки и аккумуляции сжатого воздуха. Предохранители против замерзания, осушители, защитные клапаны.
43. Способы разгрузки компрессоров от давления.
44. Работа воздухораспределителя прицепа.
45. Сравнение способов регулирования параметров воздушного потока в пневматических машинах
46. Исполнительные органы пневмопривода управления тормозами.
47. элементы контроля и сигнализации.
48. Пневматический тормозной привод автомобиля КАМАЗ-5320.
49. Пневматический тормозной привод автомобиля МАЗ-6420
50. Основные неполадки в пневмосистемах и способы их устранения
51. Пневматический тормозной привод полуприцепов.
52. Пневматический тормозной привод автомобиля ЗИЛ-433100.
53. Рабочая тормозная система (на примере пневмопривода КАМАЗ-5320).
54. Запасная и стояночная тормозные системы (на примере пневмопривода КАМАЗ-5320).
55. Вспомогательная и запасная тормозные системы (на примере пневмопривода КАМАЗ-5320).
56. Система подготовки сжатого воздуха (на примере пневмопривода КАМАЗ-5320).
57. Работа регулятора давления.
58. Работа тормозного двухсекционного крана.
59. Работа крана защитного одинарного.

60. Работа крана защитного двойного.
61. Поворотные гидроцилиндры, устройство принцип работы.
62. Работа ускорительного крана.
63. Работа тормозной камеры.
64. Работа пружинного аккумулятора.
65. Типовые схемы объемного гидропривода
66. Работа кнопочного пневматического крана.
67. Пластинчатые насосы и гидромоторы.
68. Гидростатическая трансмиссия мобильных машин.
69. Работа клапана управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом.
70. Работа регулятора тормозных сил.
71. Основные характеристики процесса сжатия воздуха. Понятие давления, влажности, состава газообразного рабочего тела.
72. Гидравлические навесные системы тракторов.
73. Пневматические подвески, их преимущества и недостатки, требования к ним.
74. Рабочие жидкости в объемных гидропередатках.
75. Вспомогательная тормозная система ТС.
76. Структурная схема гидропривода.
77. Схемы гидростатических трансмиссий
78. Преимущества и недостатки гидропривода
79. Выбор и эксплуатация рабочих жидкостей для гидропривода.
80. Коэффициент полезного действия гидравлических машин
81. Пластинчатые насосы и гидромоторы.
82. Радиально-поршневые насосы и гидромоторы.
83. Устройство и принцип действия аксиально-поршневых насосов и их основные характеристики. Достоинства и недостатки, области применения. Особенности конструкций.
84. Гидроцилиндры. Основные схемы. Методы выбора и расчет основных параметров гидроцилиндров.
85. Поворотные гидроцилиндры, устройство, принцип работы.
86. Гидроцилиндры прямолинейного действия, устройство, принцип работы.
87. Классификация гидрораспределителей.
88. Золотниковые гидрораспределители.
89. Крановые гидрораспределители.
90. Мощность и коэффициент полезного действия гидравлических двигателей. Нагрев рабочей жидкости в системах дроссельного регулирования.
91. Регулирующая и направляющая гидроаппаратура.
92. Напорные гидроклапаны.
93. Редукционные клапаны давления гидро- и пневмосистем
94. Обратные гидроклапаны.
95. Индикаторные диаграммы гидромашин. Пути совершенствования ра-

- бочих процессов в гидромашинах. Борьба с шумом. Определение потерь в гидромашинах.
96. Делители (сумматоры) потока.
 97. Гидробаки и теплообменники.
 98. Фильтры, применяемые в гидравлическом приводе, *Конструкции фильтров*
 99. Гидравлические аккумуляторы.
 100. Гидравлические следящие приводы, гидроусилители.
 101. Способы регулирования скорости движения гидравлических двигателей и их основные схемы
 102. Особенности пневматического привода, достоинства и недостатки.
 103. Аксиально-поршневые насосы и гидромоторы
 104. Суммирующие, телескопические и мембранные гидроцилиндры. Сильфоны. Их характеристики, особенности и область применения.
 105. Характеристика рабочих жидкостей
 106. Способы синхронизации движений двух и более гидро- и пневмоприводов
 107. Пластинчатые насосы и гидромоторы
 108. Радиально-поршневые насосы и гидромоторы
 109. Пневматический тормозной привод полуприцепов.
 110. Пневматический тормозной привод автомобиля ЗИЛ-433100.
 111. Пневматические подвески, их преимущества и недостатки, требования к ним.
 112. Пневматический тормозной привод тормозов шасси автомобилей. Общие технические требования. Преимущества и недостатки. Структурное деление привода.
 113. Задача, функции и структура пневматического тормозного привода
 114. Разновидности уплотнений гидро- и пневматических устройств
 115. Схема двухпроводного тормозного пневмопривода автопоезда
 116. Основные типы тормозных систем транспортных средств.
 117. Требования к тормозным системам автопоездов
 118. Какими тормозными системами оборудованы автомобили КамАЗ?
 119. Система подготовки сжатого воздуха.
 120. Разновидности аппаратуры для очистки рабочей жидкости и принцип ее действия.

БЗ19ЕТ137

БЗ19ЕТ
а=0

Таблица 1 – Номера вариантов контрольной работы

Исходные данные	Номер варианта																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Схема	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Усилие на шток, $P_{\text{ш}}$, кН	10	-	20	-	30	-	40	-	50	-	60	-	70	-	80	-	90	-	100	-	115	-	125	-	135	-	145	-	155	-
Круглый момент на валу, $M_{\text{кр}}$	-	35	-	60	-	80	-	100	-	150	-	95	-	105	-	115	-	125	-	140	-	130	-	160	-	170	-	180	-	190
Скорость штока v , м/с	0,21а	-	0,2а	-	0,19а	-	0,18а	-	0,17а	-	0,16а	-	0,15а	-	0,14а	-	0,13а	-	0,12а	-	0,11а	-	0,10а	-	0,09а	-	0,08а	-	0,08а	-
Угловая скорость ω , с ⁻¹	-	70а	-	65а	-	60а	-	55а	-	50а	-	45а	-	40а	-	35а	-	30а	-	25а	-	20а	-	15а	-	10а	-	5а	-	
Номинальное давление в системе, МПа	4	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14,0	14,5	15	15,5	16,0	16,5	17	17,5	18	19
Параметры системы, МПа	l_1	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,5	1,6	1,7	1,8	1,6	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,8	1,7	1,8	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,4	1,6	1,4	1,7	1,8
	l_2	1,5	1,7	1,7	1,8	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,7	1,8	1,8	1,6	1,8	1,6	1,8	1,8	1,9	1,9	1,5	1,7	1,7	1,8	1,5	1,5	1,8	1,5	1,8	1,8
	$l_3=l_4$	3,0	3,2	3,1	3,5	3,2	3,0	3,6	3,3	3,5	3,1	3,1	3,3	3,2	3,0	3,2	3,0	3,1	3,2	3,1	3,0	3,2	3,1	3,5	3,2	3,2	3,6	3,3	3,5	3,1
	l_5	2,0	1,8	1,9	2,0	1,7	2,0	1,5	1,9	2,0	2,0	1,9	1,9	1,7	2,0	1,7	2,0	2,1	1,7	2,2	2,0	1,8	1,9	2,1	1,8	1,8	1,9	1,5	1,7	2,2

II. Расчет гидравлического привода

Для передачи энергии от двигателя мобильной машины к рабочему органу и управления режимами его работы применен объемный гидропривод. Структурная схема приведена на рисунке 1.

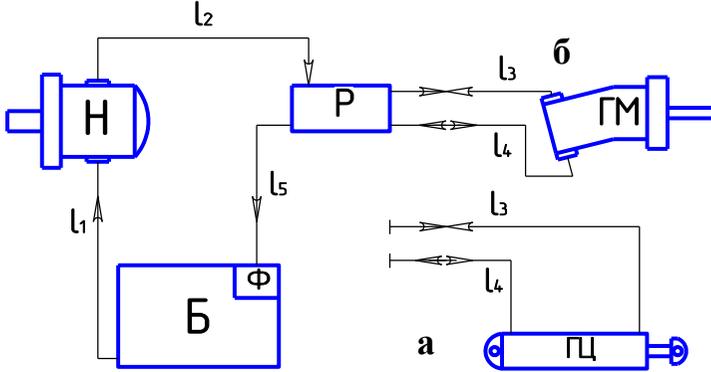


Рисунок 1 – Структурные схемы объемного гидропривода:

а – с гидроцилиндром; б – гидромотором;

Б – бак; Н – насос; Р – распределитель; ГМ – гидромотор; ГЦ – гидроцилиндр; Ф – фильтр

Рабочая жидкость – масло МГ-30, кинематическая вязкость $\nu = 0,00003$ м²/с при $t = 50^\circ\text{C}$, плотность $\rho = 900$ кг/м³.

Расчет мощности и подачи насоса. Выбор насоса

Мощность, подводимая к гидроцилиндру $N_{п.ц.}$, Вт, равна:

$$N_{п.ц.} = \frac{P_{ш} \cdot V_{ш}}{\eta_{общ.ц.}}, \quad (1)$$

где: $P_{ш}$ – усилие на штоке гидроцилиндра, Н ($P = P'_{ш} \cdot \alpha$);

$V_{ш}$ – скорость перемещения штока, м/с;

$\eta_{общ.ц.}$ – общий к.п.д. гидроцилиндра.

Величина $\eta_{общ.ц.}$ колеблется в пределах 0,92 - 0,94.

Мощность, подводимая к гидромотору $N_{п.м.}$, Вт, определяется по следующему выражению:

$$N_{п.м.} = \frac{M \cdot \omega}{\eta_{общ.м.}}, \quad (2)$$

где: M – крутящий момент на валу гидромотора, Н·м;

ω – угловая скорость вращения вала, с⁻¹ ($\omega = \omega' \cdot \alpha$);

$\eta_{общ.м.}$ – общий к.п.д. гидромотора.

Величину к.п.д. можно выбрать по таблице 12 приложения.

При расчете мощности насоса необходимо учесть возможные потери давления и расхода в гидросистеме коэффициентами запаса по усилию и по скорости.

Мощность насоса с учетом потерь давления и расхода N_n , Вт, определяется по формуле:

$$N_n = K_{з.у.} K_{з.с.} N_n, \quad (3)$$

где: $K_{з.у.}$ – коэффициент запаса по усилию, $K_{з.у.} = 1,1-1,2$;

$K_{з.с.}$ – коэффициент запаса по скорости, $K_{з.с.} = 1,1-1,3$.

Подачу насоса Q_n , м³/с, определим по формуле:

$$Q_n = \frac{N_n}{P}, \quad (4)$$

где: P – номинальное давление в гидросистеме, Па;

N_n – мощность насоса, Вт.

Зная P и Q_n по таблицам 6, 7 приложения выбираем насос. Для насосов (например, шестеренных), где указаны допустимые пределы частоты вращения, следует определить частоту вращения выбранного насоса, которая должна попасть в эти пределы. Частота вращения n , об/мин, определяется по следующей формуле:

$$n = \frac{60 \cdot Q_n}{q_n \cdot \eta_{о.н.}}, \quad (5)$$

где: q_n – рабочий объем насоса, то есть величина подачи насоса за один оборот его вала, м³/об;

$\eta_{о.н.}$ – объемный к.п.д. насоса (см. таблицу 12).

Если в результате расчета частота вращения вала оказалась выше или ниже рекомендованных в таблице, то необходимо повторить расчет, изменив рабочий объем в ту или иную сторону.

В гидросистемах легкого и среднего режимов работы целесообразно применить шестеренные насосы, как более простые по устройству, обслуживанию и стоимости, а для весьма тяжелого и тяжелого – роторно-поршневые насосы.

Расчет трубопроводов

По известному расходу Q_n и средней скорости V движения жидкости в трубопроводе вычисляем диаметры d и округляем их до стандартных значений (таблицы приложения 4).

Внутренний диаметр трубы находим, используя следующую формулу:

$$d = \sqrt{\frac{Q_n}{0,785 \cdot V}}; \quad (6)$$

В зависимости от назначения трубопровода, давления в гидросистеме и условий эксплуатации выбираем скорость V потока рабочей жидкости. Ниже приведены разработанные практикой рекомендации по выбору скорости V :

- для всасывающего трубопровода – 1,0-2,0 м/с;
- для сливного трубопровода – 1,5-2,0 м/с;
- для напорного трубопровода – 4-10 м/с.

Кроме того, при выборе скорости V для напорного трубопровода следует учитывать рекомендации по соотношению рабочего давления P и скорости V приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Соотношение рабочего давления и скорости.

Рабочее давление P , МПа	2,5-5,0	10,0	15,0	20,0	30,0
Скорость потока V , м/с	4,0	5,0	6,0	7,0	10,0

Толщину стенки металлического трубопровода δ , м, определяем по следующей формуле:

$$\delta = \frac{P \cdot d}{2 \cdot \sigma_p}, \quad (7)$$

где: σ_p – допускаемое напряжение на растяжение. Н/м^2 (для стали $\sigma_p = 20 - 140 \text{ МН/м}^2$, для меди $\sigma_p = 55 \text{ МН/м}^2$);

d – внутренний диаметр трубопровода, м;

P – рабочее давление, Н/м^2 .

Расчет потерь давления в гидросистеме

При проектировании системы гидропровода необходимо определить величину потерь давления рабочей жидкости, что позволит определить полный к.п.д системы, подобрать гидродвигатели, при необходимости установить пределы работоспособности гидропривода при низких температурах. Гидросистема считается оптимально спроектированной, если потери давления в ней не превышают 6 % от номинального давления насоса.

Для начала расчета потерь давления на трение по длине следует определить длины и диаметры напорных, всасывающих и сливных трубопроводов.

Диаметры труб были найдены по формуле (6), а длины даны в задании и распределяются на три следующие группы:

- всасывающий трубопровод – участок трубы между масляным баком и насосом. Если длина этого участка очень мала или он вообще отсутствует (например, насос располагается в масляном баке), то потери давления по длине равны нулю;

- напорный трубопровод – сумма участков трубы между насосом и распределителем; распределителем и гидродвигателем; гидродвигателем и распределителем;

- сливной трубопровод – участок между распределителем и масляным баком.

Таким образом, для каждой группы трубопроводов будут одинаковыми диаметры и скорости движения жидкости и тогда расчет всех потерь давления будет осуществляться по трем группам.

Расчет потерь давления на трение по длине трубы h_t , Па, проводим по формуле:

$$h_t = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \rho \cdot \frac{V^2}{2}, \quad (8)$$

где: λ – коэффициент гидравлического трения ($\lambda=0,02$);

l – сумма длин трубопроводов, м;

d – диаметр трубопроводов, м;

ρ – плотность жидкости, кг/м³;

V – средняя скорость движения жидкости, м/с.

Зная среднюю скорость V , кинематический коэффициент вязкости ν и диаметр d трубопроводов, найдем критерий Рейнольдса по формуле:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} \quad (9)$$

Если $Re \leq 2300$, то коэффициент гидравлического трения определяем по формуле для ламинарного режима:

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (10)$$

Если $2300 < Re < 6 \cdot 10^4$, то коэффициент λ определяем по формуле для турбулентного режима (область гидравлических гладких труб):

$$\lambda = 0,3164 \cdot Re^{-0,25} \quad (11)$$

Определив потери давления на трение по длине трубы во всасывающих ($h_{лвс}$), в напорных ($h_{лн}$) и сливных ($h_{лс}$) трубопроводах, суммируем их и получаем сумму потерь давления на трение по длине трубы в гидросистеме

$$\Sigma h_l = h_{лвс} + h_{лн} + h_{лс}. \quad (12)$$

Расчет местных потерь давления во всасывающих, в напорных и сливных трубопроводах проводим по формуле:

$$h_m = \frac{\Sigma \zeta \cdot \rho \cdot V^2}{2}, \quad (13)$$

где: $\Sigma \zeta$ – сумма коэффициентов местного сопротивления, величины которых можно найти в таблице 16 приложения.

Полные потери давления в гидросистеме найдем, как сумму величин из формул (12) и (13):

$$\Sigma h = \Sigma h_l + \Sigma h_m \quad (14)$$

Расчет к.п.д. гидропривода

Величина коэффициента полезного действия гидропривода позволяет установить эффективность спроектированного устройства. Причем для оптимально разработанной гидросистемы общий (полный) к.п.д. должен находиться в пределах от 0,6 до 0,8.

Общий кпд гидропривода определяем произведением гидравлического, механического и объемного к.п.д.:

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{о}}, \quad (15)$$

где $\eta_{\text{г}}$ – гидравлический к.п.д.;

$\eta_{\text{м}}$ – механический к.п.д.;

$\eta_{\text{о}}$ – объемный к.п.д.

$$\eta_{\text{г}} = (P - \Sigma h) / P \quad (16)$$

Механический к.п.д. определяем как произведение механических к.п.д. всех последовательно соединенных агрегатов, в которых происходит потеря энергии на трение (насос, распределитель, двигатель):

$$\eta_{\text{м}} = \eta_{\text{м.н}} \cdot \eta_{\text{м.р}} \cdot \eta_{\text{м.д}}, \quad (17)$$

где: $\eta_{\text{м.н}}$ – механический кпд насоса, который или задан в таблицах характеристик насосов, или выбирается по таблице 12 приложения;

$\eta_{\text{м.р}}$ – механический кпд распределителя, выбирается по таблице 12 приложения;

$\eta_{\text{м.д}}$ – механический кпд двигателя, который или задан в таблицах характеристики, или выбирается по таблице 12 приложения.

Объемный к.п.д. гидропривода $\eta_{\text{о}}$ определяем как произведение объемных к.п.д. насоса, распределителя и двигателя.

$$\eta_{\text{о}} = \eta_{\text{о.н}} \cdot \eta_{\text{о.р}} \cdot \eta_{\text{о.д}}, \quad (18)$$

где: $\eta_{\text{о.р}}$ – объемный к.п.д. распределителя, выбираем по таблице 12 приложения;

$\eta_{\text{о.д}}$ – объемный к.п.д. двигателя (или задан, или по таблице 12 приложения).

Выбор силовых гидроцилиндров

При проектировании гидропривода силовые гидроцилиндры выбираем по ГОСТ 6540 – 68, или по ОСТ 12.44.099 – 78 (таблица 17 приложения).

Выбор гидроцилиндров осуществляем по двум параметрам – величине хода поршня, которая выбирается конструктивно в соответствии с кинематической схемой, и внутреннему диаметру, который определяется расчетом.

Если при рабочем ходе поршня жидкость подается в поршневую полость цилиндра, то внутренний диаметр найдем по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot (P - \Sigma h) \cdot \eta_{\text{м.д}}}}, \quad (19)$$

где: P – усилие на штоке гидроцилиндра, Н;

p – рабочее давление, Н/м.;

Σh – суммарные потери давления, Н/м.;

$\eta_{м.ц}$ – механический КПД гидроцилиндра.

Далее выбираем гидроцилиндр (таблицы 17 приложения).

Расчет и выбор гидромотора

В зависимости от назначения гидропривода в нем применяются гидромоторы низкомомментные, имеющие большую частоту вращения и небольшой крутящий момент на выходном валу, либо высококомментные гидромоторы, которые имеют низкую частоту вращения вала, но большой крутящий момент. В качестве низкомомментных применяют шестеренные и роторно-поршневые аксиальные гидромоторы. В качестве высококомментных – радиальные роторно-поршневые гидромоторы.

Все типы гидромоторов позволяют регулировать частоту вращения выходного вала за счет изменения расхода рабочей жидкости, подаваемой в систему насосом. Максимальная частота вращения вала гидромотора обычно определяется по паспортным данным, а минимальную частоту вращения можно выбрать из следующих рекомендаций:

1) роторно-поршневые аксиальные – 50 об/мин;

2) шестеренные – 100 об/мин;

3) роторно-поршневые радиальные – 60 об/мин.

Крутящий момент на валу гидромотора M , Н·м, равен

$$M = 0,159 \cdot q_m \cdot (P - \Sigma h) \cdot \eta_{м.м}, \quad (20)$$

где: q_m – рабочий объем гидромотора, м³/об;

P – рабочее давление, Н/м.;

Σh – полные потери давления в гидросистеме, Н/м.;

$\eta_{м.м}$ – механический КПД гидромотора.

Из формулы (21) можно определить величину q_m , а затем по величине q_m и P выбираем гидромотор по таблицам 18, 19 приложения.

По известной подаче Q_n насоса и рабочему объему q_m гидромотора определяем частоту вращения вала гидромотора n_m , об/мин.

$$n_m = \frac{60}{Q_n} \cdot n_{о.м.} \quad (21)$$

Расчетная величина гидромотора n_m сравнивается с табличной и должна быть выше ее номинального значения.

Определение объема масляного бака

Выбор емкости масляного бака осуществляется конструктивно в зависимости от назначения и режима работы гидропривода.

Практикой выработаны рекомендации выбора объема бака в зависимости от назначения машины и ее температурного режима.

Для ориентировочного расчета можно принять емкость бака V_6 по формуле:

$$V_6 = 2 \cdot 60 \cdot Q_n \quad (22)$$

Объем V_6 округляем до стандартного значения (см. таблицу 15 приложения).

Тепловой расчет гидросистемы

Тепловой расчет гидросистемы выполняется для выяснения условий работы гидропривода, уточнения объема масляного бака, а также выяснения необходимости применения теплообменников.

Минимальная температура рабочей жидкости равна температуре воздуха окружающей среды. Максимальная температура определяется в результате теплового расчета.

Повышение температуры рабочей жидкости, прежде всего, связано с внутренним трением. Все потери мощности в гидросистеме в конечном счете превращаются в тепло, которое аккумулируется в жидкости.

Количество тепла, получаемое гидросистемой в единицу времени Q_T , Дж/с, соответствует потерянной в гидроприводе мощности и может быть определено по формуле:

$$Q_T = (1 - \eta_{\text{общ.}}) \cdot N_n \cdot K_n, \quad (23)$$

где: N_n – мощность, подводимая к насосу, Вт;

$\eta_{\text{общ.}}$ – общий к.п.д. гидропривода;

K_n – коэффициент продолжительности работы гидропривода под нагрузкой (для ориентировочного расчета можно принять $K_n = 0,7$).

Максимальная температура рабочей жидкости, которая достигается через один час после начала работы и не зависит от времени $t_{ж}$, °С, определяется по следующей формуле:

$$t_{ж} = t_{в.макс} + \frac{Q_T}{K \cdot F}, \quad (24)$$

где: $t_{в.макс}$ – максимальная температура окружающего воздуха, °С;

K – коэффициент теплоотдачи поверхностей гидроагрегатов ($K = 0,04$ кДж/(м²·°С));

F – суммарная площадь теплоизлучающих поверхностей гидропривода, м².

Суммарную площадь теплоизлучающих поверхностей гидропривода F , м², можно найти по следующей эмпирической формуле:

$$F = \sqrt[3]{V_6^2} \quad (25)$$

Зная минимальную температуру той климатической зоны, для которой проектируется машина, и определив максимальную температуру $t_{ж}$, можно установить диапазон температуры рабочей жидкости в гидросистеме.

Если в результате теплового расчета окажется, что максимальная установившееся температура превышает 70 °С, то необходимо увеличить

объем масляного бака или предусмотреть в гидросистеме теплообменное устройство.

2. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Из чего состоит компрессорная установка, ее назначение. Определение компрессора.
2. Какими тормозными системами оборудованы автомобили КамАЗ?
3. Рабочие жидкости в объемных гидропередачах (свойства, требования).
4. Классификация компрессоров и станций.
5. Требования, предъявляемые к пневматическим тормозным приводам автомобилей.
6. Шестеренные гидромашины (принцип действия и классификация, пульсация давления нагнетания, силы, действующие на подшипники и способы их компенсации).
7. Поршневые компрессоры. Расчет мощности приводного двигателя компрессора.
8. Исполнительные органы пневмопривода.
9. Пластинчатые гидромашины (классификация, принцип действия, потери мощности и неравномерность подачи, способы разгрузки пластин).
10. Ротационные компрессоры, классификация, применение. Преимущества и недостатки.
11. Типы тормозных камер, назначение, принцип работы.
12. Аксиально-поршневые гидромашины (определение, классификация, преимущества и недостатки, принцип работы).
13. Пневматический тормозной привод тормозов шасси автомобилей. Общие технические требования. Преимущества и недостатки. Структурное деление привода.
14. Привести гидравлическую схему передачи рулевого управления автомобиля.
15. Роторные радиально-поршневые гидромашины (определение, классификация, типовые конструкции, схемы контакта поршня со статорным кольцом).
16. Классификация компрессоров и станций.
17. Поршневые возвратно-поступательные насосы (определение, классификация, схемы, гидравлические преобразователи, область применения).
18. Основные элементы пневмоаппаратов. Клапаны.
19. Гидроцилиндры прямолинейного действия, устройство, принцип работы.
20. Требования к рабочему газу пневмопередат.
21. Работа пружинного аккумулятора.
22. Гидротрансформатор, гидромуфта устройство и принцип действия.
23. Аппараты подготовки и аккумуляции сжатого воздуха. Фильтры, регуляторы, регуляторы, влагомаслоотделители, ресиверы.
24. Работа тормозной камеры.
25. Требования к рабочему газу пневмопередат.

26. Аппараты подготовки и аккумуляции сжатого воздуха. Предохранители против замерзания, осушители, защитные клапаны.
27. Золотниковые гидрораспределители.
28. Классификация гидроцилиндров.
29. Крановые гидрораспределители.
30. Фильтры применяемые в гидравлическом приводе. Конструкции фильтров.
31. Пневматический тормозной привод автомобиля УРАЛ-4310.
32. Пластинчатые гидромашин (классификация, принцип действия, потери мощности и неравномерность подачи, способы разгрузки пластин).
33. Пневматический тормозной привод автомобиля ЗИЛ-433100
34. Характеристика рабочих жидкостей
35. Исполнительные органы пневмопривода управления тормозами.
36. Требования к тормозным системам автопоездов.
37. Элементы контроля и сигнализации в гидропневмосистемах.
38. Работа тормозного двухсекционного крана.
39. Пневматический тормозной привод автомобиля КАМАЗ-5320.
40. Пневматические подвески, их преимущества и недостатки, требования к ним.
41. Рабочая тормозная система (на примере пневмопривода КАМАЗ-5320).
42. Работа регулятора тормозных сил.
43. Вспомогательная и запасная тормозные системы (на примере пневмопривода КАМАЗ-5320).
44. Работа тормозного двухсекционного крана.
45. Структурная схема гидропривода фронтального погрузчика.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 5 – Средние значения коэффициентов объемного сжатия некоторых жидкостей.

Жидкость	Коэффициент объемного сжатия, м ² /Н	Жидкость	Коэффициент объемного сжатия, м ² /Н
Бензин	92·10 ⁻¹¹	Пентан	314 ·10 ⁻¹¹
Вода	47,5·10 ⁻¹¹	Ртуть	3,71·10 ⁻¹¹
Вода морская	43,1·10 ⁻¹¹	Сероуглерод	85,9·10 ⁻¹¹
Глицерин	24,8·10 ⁻¹¹	Спирт Этиловый	76,0·10 ⁻¹¹
Керосин	68,7·10 ⁻¹¹	Эфир	110·10 ⁻¹¹

Таблица 6 – Температурный коэффициент объемного расширения жидкостей.

Жидкость	10 ⁻⁶ °С ⁻¹
Бензин	1240
Вода	200
Глицерин	302
Керосин	12 600
Нефть	900
Ртуть	181
Спирт	1080
Скипидар	940

Таблица 7 – Плотность некоторых жидкостей (в кг/м³) в зависимости от температуры.

Жидкость	Температура, °С									
	0	20	40	60	80	100	120	140	170	180
Вода	999,87	998,23	991,18	983,18	972,69	950,7	942,9	925,8	897,3	886,9
Ацетон	813	791	767	745	721					
Бензол	900	879	858	836	815	793	769	744	719	691
Глицерин	1267	1259	1250	1238	1224	1208	1188	1163	1126	
Спирт метиловый	810	792	774	756	736	714	690	664	634	598
Спирт пропиловый	819	804	788	770	752	733	711	688	660	629
Спирт этиловый	806	790	772	754	735	716	693	663	633	598
Толуол	885	866	847	829	810	791	773	754		
Уксусная кислота		1049	1028	1006	984	960	936	909	883	856
Этиловый эфир	736	714	689	666	640	611	576	539	495	

Таблица 8 – Динамическая и кинематическая вязкость воды при раз-

ных температурах.

$t, ^\circ\text{C}$	$\mu, \text{Па}\cdot\text{с}$	$\nu\cdot 10^{-6},$	$t, ^\circ\text{C}$	$\mu, \text{Па}\cdot\text{с}$	$\nu\cdot 10^{-6},$	$t, ^\circ\text{C}$	$\mu, \text{Па}\cdot\text{с}$	$\nu\cdot 10^{-6},$
0	0,00179	1,79	12	0,00124	1,23	20	0,00101	1,01
6	0,00147	1,47	14	0,00117	1,17	30	0,0008	0,81
8	0,00139	1,38	16	0,00112	1,11	40	0,00065	0,60
10	0,00131	1,31	18	0,00106	1,06	50	0,00055	0,56

Таблица 9 – Кинематическая вязкость некоторых жидкостей (при $t = 20$ °С) и некоторых газов (при $t = 15$ °С и $p = 0,1$ МПа).

Жидкость или газ	$\nu\cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	Жидкость или газ	$\nu\cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$
Анилин	4,3	Масло минеральное	313 – 1450
Бензин	0,83 – 0,93	Нефть	8,1 – 9,3
Вода пресная	1,01	Ртуть	0,11
Глицерин безводный	4,1	Воздух	14,5
Дизельное топливо	5,0	Водород	94,5
Керосин	2,0 – 3,0	Кислород	1,4
Красочные растворы	90 – 120	Углекислый газ	7,2

Таблица 10 – Формулы для определения коэффициентов Дарси.

Характер сопротивления	Расчётные формулы, их авторы	Область применения формул
Гидравлически гладкие поверхности	$\lambda = 0,3164/Re^{0,25}$ (Г. Блазиус)	$4000 < Re < 10^5$
То же	$\lambda = (1,8 \lg Re - 1,5)^{-2}$ (П. К. Коначов) $\lambda = 64/Re$	$4000 < Re < 20d/\Delta$
То же, ламинарный режим	(Ж. Пуазейль) $\lambda = 0,11(\Delta/d + 68/Re)^{0,25}$	$Re > 4000$
Любые поверхности при турбулентном режиме	(А.Д. Альтшуль) $\lambda = 0,11(d/\Delta)^{0,25}$	$Re > 500d/\Delta$
Абсолютно шероховатые поверхности	(Б. Л. Шифринсон) $\lambda = (1,74 + 2 \lg(d/2\Delta))^{-2}$	$Re > 500d/\Delta$
То же	(И. Никурадзе)	$Re > 500d/\Delta$

	$\lambda=124,6n^2/\sqrt[3]{V_0^2}$	
То же	(Маннинг) $\lambda=8g/C^2$	$Re>500d/\Delta$

Таблица 11 – Значения эквивалентной шероховатости Δ .

Характеристика поверхности труб и каналов	Δ , мм
Трубы из стекла и цветных металлов тянутые новые	0,001...0,01 (0,005)
Стальные трубы бесшовные новые	0,02...0,05 (0,03)
Стальные трубы бесшовные после нескольких лет эксплуатации	0,15...0,3 (0,2)
Стальные трубы сварные новые	0,03...0,1 (0,05)
Стальные трубы сварные старые заржавленные	0,8...1,5 (1,0)
Стальные водопроводные трубы, находящиеся в эксплуатации	1,2..1,5
Стальные трубы водяных систем отопления	0,2
Стальные нефтепроводы для средних условий эксплуатации	0,2
Чугунные трубы новые	0,2...0,5(0,3)
Чугунные трубы, бывшие в эксплуатации, корродированные	0,3...1,5(1,0)
Чугунные трубы водопроводные, бывшие в эксплуатации	1,4
Бетонные трубы при хорошей поверхности с затиркой	0,3...0,8 (0,5)
Бетонные трубы при среднем качестве работ	2,5
Железобетонные трубы	2,5

Примечание. В скобках даны средние значения эквивалентной шероховатости, используемые в предварительных расчётах.

Таблица 12 – Значения коэффициентов полезного действия.

Тип гидромашины, гидро-устройства	Механический кпд, η_m	Объемный кпд, η_o	Общий кпд, η
Роторно — пластинчатые насосы	0,70 - 0,90	0,60 - 0,95	0,60 - 0,85
Роторно - поршневые радиальные насосы	0,8 - 0,95	0,85 - 0,98	0,76 - 0,93
Роторно - поршневые аксиальные насосы	0,82 - 0,90	0,88 - 0,98	0,82 - 0,96
Шестеренные насосы	0,70 - 0,85	0,75 - 0,92	0,54 - 0,80
Роторно - пластинчатые гидромоторы	0,70 - 0,90	0,60 - 0,95	0,50 - 0,85
Роторно — поршневые радиальные гидромоторы	0,85 - 0,95	0,95 - 0,98	0,90 - 0,94
Роторно — поршневые аксиальные гидромоторы	0,82 - 0,90	0,97 - 0,98	0,80 - 0,87
Шестеренные гидромоторы	0,70 - 0,85	0,95 - 0,96	0,87 - 0,90
Гидрораспределители золотниковые	1	0,97 - 0,99	0,92 - 0,98
Гидроцилиндры	0,85 - 0,97	0,98 - 0,99	0,92 - 0,94

Таблица 13 – Шестеренные нерегулируемые насосы.

Тип	Номинальное (максимальное) давление, МПа	Рабочий объем, см ³	Номинальная частота вращения, об/мин
НШ4-4;НШ6-4	20 (25)	4,0;6,3	2400
НШ 6Т-1	2,5 (4,0)	6,3	2000
НШ6Е-3;НШ10-3	16(21)	6,3;10,0	2400
НШ 50-У3	16(21)	49,1	1920
НШ 32У-2	14(17,5)	31,7	1920
НШ 40А-3	16(21)	32;48,8;69,7;98,8	1920
НШ 250-3	16(21)	250	1500
НШ 32-4;НШ50-4	20 (25)	31,5;48,8	2400
НШ71-4;НШ 100-4	20 (25)	69,7;98,8	1920
НШ 250-4	20 (25)	250	1500
НМШ 25;НМШ50; НМШ 125	1,6(2,5)	25;50;125	1500
НМШ 25 Р	0,25 (1)	25	1200
НМШ 80 - 1	1 (1-2)	80	2400
НШ 32У - 3	16(21)	32	2400

Таблица 14 – Аксиально-поршневые насосы с наклонным блоком.

Тип	Номинальное (максимальное) давление, МПа	Рабочий объем, см ³	Число оборотов, об/мин	Примечание
210	20 (35)	11,6	2400	Нерегулируемые
210	20 (35)	28,1	1920	Нерегулируемые
207	20 (32)	94,8	1500	Регулируемые (неревверсивный или реверсивный)
313	16(25)	28	1920	Регулируемый нереверсивный с регулятором давления
224	20(32)	54,8	1500	Регулируемый нереверсивный с регулятором мощности и двумя секциями
333	20(32)	56	1500	Регулируемый нереверсивный с регулятором мощности, двумя секциями и дополнительным нерегулируемым насосом рабочим объемом 11,6 см
311	20(35)	112;224	1200	Регулируемый (реверсив-

				ный или нереверсивный)
321	20(35)	112+112	1200	Регулируемый нереверсивный с регулятором мощности и двумя секциями
310	20(35)	56;112	1500	Нерегулируемый

Таблица 15 – Величины основных параметров гидроприводов.

Параметр	Величина
Номинальное давление, МПа	0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160;200;250
Номинальный расход жидкости л/мин	1; 1,6; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600;2000;2500
Условные проходы, мм	1; 1,6; 2; 2,5;3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160;200;250
Номинальная вместимость гидробаков, гидро- и пневмоаккумуляторов, л.	0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800;1000; 1250;1600; 2000; 2500; 3200; 4000; 5000; 6300; 8000;10000;12500; 16000; 20000; 25000

Таблица 16 – Значения коэффициентов местных сопротивлений.

Тип сопротивления	Значение коэффициентов
Распределитель золотниковый	3 – 5
Клапан предохранительный или обратный	2 – 3
Дроссель	2 – 2,2
Фильтр	2 – 3
Внезапное расширение	0,8 – 0,9
Внезапное сужение	0,5 – 0,7
Штуцер, переходник	0,1 – 0,15
Прямое колено	1,3 – 1,5
Тройник	1 – 2,5

Таблица 17 – Гидроцилиндры поршневые двустороннего действия.

Тип	Соотношение площадей поршня	Номинальное (максимальное) давление МПа	Диаметр поршня, мм	Ход поршня, мм	Максимальная скорость, м/с	Примечание

Ц 40-160-11	1,33	16(20)	40	160	0.5	На проушинах
Ц 40-200-11	1,33	16(20)	40	200	0.5	На проушинах
Ц 40-250 -11	1,33	16(20)	40	250	0.5	На проушинах
ГА-93000	1,64	16(20)	40	63	0.5	На проушинах
ГА-93000-02	1,64	16(20)	40	160	0.5	На проушинах
ГА-80000	1,64	16(20)	40	360	0.5	На проушинах
Ц 63-800160.001	1,44	16(20)	63	800	0.5	На проушинах

Продолжение Таблица 17

Ц 55 -1010001	1,49	14(17.5)	55	200	0.3	На валах
ГС 70-290.20.0 01	1,33	16(20)	70	290	1	На проушинах
ГС 70-400.20.0 01	1,33	16 (20)	70	395	1	На проушинах
Ц75-11110. 01А	1,33	14(17.5)	75	200	0.3	На валах
151.40.040- 3А	1,33	10	80	280	0.3	На проушинах

Таблица 18 – Гидромоторы шестеренные.

Тип	Номинальное давление, МПа	Рабочий объем, см ³	Частота вращения, об/мин	Примечание
ГПР-Ф	16	160	60...600	Нерегулируемые
ГПР-Ф	16	200	60...486	Нерегулируемые
ГПР-Ф	16	250	56...378	Нерегулируемые
ГПР-Ф	16	320	45...300	Нерегулируемые
ГПР-Ф	16	400	45...240	Нерегулируемые
ГПР-Ф	16	500	35...190	Нерегулируемые
ГПР-Ф	16	630	25...150	Нерегулируемые
МГП80	14	80	10...810	Нерегулируемые
МГП 100	14	100	10...650	Нерегулируемые
МГП 125	14	125	10...520	Нерегулируемые
МГП 160	14	160	10...400	Нерегулируемые

МГП 200	11	200	10...325	Нерегулируемые
МГП 315	7	315	10...210	Нерегулируемые
ГМШ 10-М	10	10	75...4800	Нерегулируемые
ГМШ 504-2	14	49,1	500...1920	Нерегулируемые
ГМШ50У-3	16	50	270...2400	Нерегулируемые

Таблица 19 – Гидромоторы аксиально-поршневые с наклонным блоком.

Тип	Номинальное давление, МПа	Рабочий объем, см ³	Частота вращения, об/ мин	Примечание
210	20	11.6	50. 6000	Нерегулируемые
210	20	28.1	50. 5000	Нерегулируемые
310	25	224	50. 2000	Нерегулируемые
310	20	56	50. 3750	Нерегулируемые
310	20	112	50. 3000	Нерегулируемые
303	20	112	50. 4000	Регулируемые

3. Рекомендуемая литература

1. Лепешкин, А. В. Гидравлика и гидропневмопривод. Гидравлические машины и гидропневмопривод : учебник / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин, А. А. Шейпак. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 446 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011954-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045211> (дата обращения: 21.09.2021).

2. Гидромеханические системы стационарных и мобильных технологических машин : учеб. пособие / В.С. Сидоренко, М.С. Полешкин, В.И. Антоненко [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 281 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5caaef22362082.95120074. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1009560>

3. Шейпак, А. А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа : учебник / А.А. Шейпак. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 272 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011848-2. текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1758026>

ИНТЕРНЕТ- РЕСУРСЫ

Образовательные порталы, сайты и библиотеки:

№ п/п	Наименование	Адрес
1.	<i>Официальный сайт Минсельхоза России</i>	http://www.mcx.ru/
2.	<i>ЭБС издательства «ИНФРА-М»</i>	znanium.com
3.	<i>Мехфак сайт инженерного института НГАУ</i>	http://www.mechfac.ru
4.	<i>ЭБС издательства «Лань»</i>	e.lanbook.com
5.	<i>Сайт «youtube» группа «Гидравлика и пневматика»</i>	https://www.youtube.com/channel/UCItKWaw_ngw5obbT3ilq_Gw

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Общие положения самостоятельной работы	4
1.1 Виды контроля знаний студентов и их отчетности	4
1.2 Критерии оценки знаний студентов	5
1.3 Перечень самостоятельных работ	6
1.4 Задания и методические указания по выполнению контрольной работы	6
2. Вопросы для подготовки к экзамену	15
3. Рекомендуемая литература	17

Составители: *С.В. Речкин*, ст. преподаватель; *А.А. Диденко* к.т.н., доцент

Гидравлические и пневматические системы

Методические указания
по выполнению самостоятельной и контрольной работы

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка С.В. Речкин

Подписано к печати г. Формат 60×84^{1/16}
Объем 1,0 уч.изд. л. Заказ №11 Тираж 30 экз.

Отпечатано в минитипографии Инженерного института НГАУ
630039, г. Новосибирск, ул. Никитина, 147, ауд. 209