

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

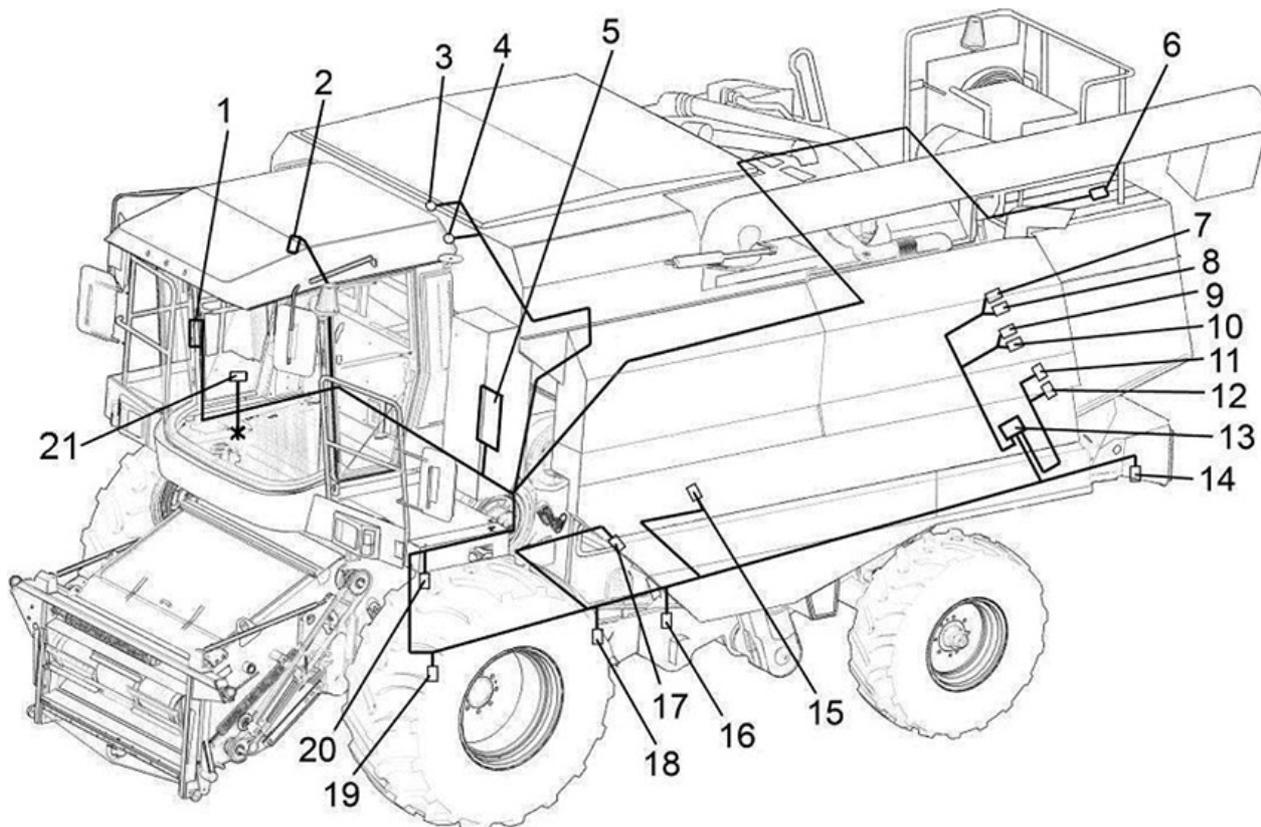
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для выполнения контрольных работ по дисциплине
«ЭЛЕКТРОГИДРОСИСТЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН»**
(для студентов очной и заочной формы обучения ИМиТС
по направлению 35.03.06 – Агроинженерия)



Казань, 2017

УДК 631.3
ББК 40.728

Составители: Халиуллин Д.Т., Булгариев Г.Г., Иванов Б.Л., Лукманов Р.Р.,
Фёдоров Д.Г.

Рецензенты:

Директор ООО «ДаМилк-Агро»

Рахмеева Г.Р.

Кандидат технических наук, доцент кафедры общеинженерных
дисциплин ФГБОУ ВО Казанский ГАУ Пикмуллин Г.В.

Методические указания рассмотрены и одобрены:

Решением заседания кафедры машин и оборудования в агробизнесе
Казанского ГАУ (протокол № 2 от 08.09.2017 г.)

Решением методической комиссии ИМ и ТС Казанского ГАУ (протокол
№ 2 от 12.10.2017г.)

Халиуллин Д.Т. Электрогидросистемы сельскохозяйственных машин: метод.
указания для сам. и контр. работ / Д.Т. Халиуллин, Г.Г. Булгариев, Б.Л. Иванов,
Р.Р. Лукманов, Д.Г. Фёдоров. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2017. – 24 с.

В методических указаниях приведены задания и методические
рекомендации по выполнению контрольных работ дисциплины
«Электрогидравлические системы сельскохозяйственных машин», а также
образцы оформления и порядок выполнения задач по гидравлической и
электрической части дисциплины.

Изучение дисциплины «Электрогидросистемы сельскохозяйственных
машин» направлено на формирование профессиональных компетенций в
соответствии с ФГОС ВО 35.03.06 – Агроинженерия.

УДК 631.3
ББК 40.728

© Казанский государственный аграрный университет, 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	3
ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	4
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ВОПРОСАМ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОГИДРОСИСТЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН» ...	6
Задание по блоку №1 «Зерноуборочные комбайны»	6
Задание по блоку №2 «Кормоуборочные комбайны»	7
Задание по блоку №3 «Посевные комплексы»	7
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ВОПРОСАМ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОГИДРОСИСТЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН» ...	8
Задания по блоку №4 «Решение задач по электрической части.....	8
Задания по блоку №5 «Решение задач по гидравлической части	14
ОБРАЗЦЫ ОФОРМЛЕНИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ	20
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	23

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Электрогидросистемы сельскохозяйственных машин» является изучение двух систем в сельскохозяйственных машинах: гидравлической и электрической. Эти системы тесно взаимодействуют между собой и служат для облегчения оператору управление рабочими органами и комбайном в целом.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: основы законов и теории электрических и гидравлических приводов; устройство и принцип действия исполнительных механизмов и средств электрогидравлики; порядок синтеза систем управления, построенных на элементах электрогидравлики.

Уметь: читать гидравлические и электрические схемы оборудования; выполнять проектные работы по созданию электрогидравлических приводов и их систем управления.

Владеть: навыками работы по наладке, настройке, регулировке, опытной проверке, регламентному техническому, эксплуатационному обслуживанию электро- гидроприводов.

ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

По дисциплине «Электрогидросистемы сельскохозяйственных машин» в соответствии с рабочим учебным планом студенты самостоятельно выполняют по одной контрольной работе. Номера вопросов указаны в таблице 1.

Требования к оформлению

Контрольная работа оформляется в виде расчетно-пояснительной записки на листах формата А4 (297×210) с последующей брошюровкой или в порядке исключения работу можно представить в обычной (школьной) тетради разборчивым почерком.

При выполнении на листах формата А4, объем работы должен составлять не менее 15 листов машинописного текста. Шрифт текста должен быть Times New Roman и иметь размер 14. Межстрочный интервал текста – 1,5, выравнивание – по ширине. Размеры полей: левое и правое – 30 мм, верхнее и нижнее – 20 мм. Абзацный отступ по всему тексту должен быть 1,25 см. Работа должна быть пронумерована. Порядковый номер страницы размещается в правом верхнем углу. Нумерация страниц начинается с титульного листа, но проставляется, начиная с содержания (задания).

Методические указания по выполнению

Ответы на вопросы должны излагаться четким изложением исходных сведений, содержания решений, содержать необходимые таблицы, формулы, причем каждая формула должна быть расшифрована, дана размерность каждой величине, входящей в формулу, указан литературный источник. Результаты расчетов необходимо представить с применением Международной системы единиц измерения (СИ).

Последовательность изложения ответов должна соответствовать порядку задания вопросов в данных методических указаниях. Для замечаний рецензента на каждой странице с правой стороны оставляются поля размером 30 мм.

Студент выполняет контрольные задания строго в соответствии со своим шифром. Работы, выполненные не по индивидуальному шифру, не рецензируются.

Задания

Номера вопросов контрольных заданий, на которые должен ответить студент, устанавливаются по двум последним цифрам его шифра в таблице 1, (по горизонтали – предпоследняя цифра, а по вертикали – последняя). Например, для студента, имеющего шифр 2537, номера вопросов контрольных заданий указаны на пересечении строки 7 со столбцом 3, т.е. контрольная работа включает задания 34, 44, 51, 64/8, 78/4.

Таблица 1 – Номера контрольных заданий

Посл. цифра шифра	Предпоследняя цифра шифра студента									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1, 41, 51, 61/1, 71/1	2, 42, 52, 62/1, 71/2	3, 43, 53, 63/1, 71/3	4, 44, 54, 64/1, 71/4	5, 45, 55, 65/1, 71/5	6, 46, 56, 66/1, 72/6	7, 47, 57, 67/1, 71/7	8, 48, 58, 68/1, 71/8	9, 49, 59, 69/1, 71/9	10, 50, 60, 70/1, 71/10
1	11, 41, 52, 61/2, 72/1	12, 42, 53, 62/2, 72/2	13, 43, 54, 63/2, 72/3	14, 44, 55, 64/2, 72/4	15, 45, 56, 65/2, 72/5	16, 46, 57, 66/2, 72/6	17, 47, 58, 67/2, 72/7	18, 48, 59, 68/2, 72/8	19, 49, 60, 69/2, 72/9	20, 50, 51, 70/2, 72/10
2	21, 41, 53, 61/3, 73/1	22, 42, 54, 62/3, 73/2	23, 43, 55, 63/3, 73/3	24, 44, 56, 64/3, 73/4	25, 45, 57, 65/3, 73/5	26, 46, 58, 66/3, 73/6	27, 47, 59, 67/3, 73/7	28, 48, 60, 68/3, 73/8	29, 49, 51, 69/3, 73/9	30, 50, 52, 70/3, 73/10
3	31, 41, 54, 61/4, 74/1	32, 42, 55, 62/4, 74/2	33, 43, 56, 63/4, 74/3	34, 44, 57, 64/4, 74/4	35, 45, 58, 65/4, 74/5	36, 46, 59, 66/4, 74/6	37, 47, 60, 67/4, 74/7	38, 48, 51, 68/4, 74/8	39, 49, 52, 69/4, 74/9	40, 50, 53, 70/4, 74/10
4	1, 41, 55, 61/5, 75/1	2, 42, 56, 62/5, 75/2	3, 43, 57, 63/5, 75/3	4, 44, 58, 64/5, 75/4	5, 45, 59, 65/5, 75/5	6, 46, 60, 66/5, 75/6	7, 47, 51, 67/5, 75/7	8, 48, 52, 68/5, 75/8	9, 49, 53, 69/5, 75/9	10, 50, 54, 70/5, 75/10
5	11, 41, 56, 61/6, 76/1	12, 42, 57, 62/6, 76/2	13, 43, 58, 63/6, 76/3	14, 44, 59, 64/6, 76/4	15, 45, 60, 65/6, 76/5	16, 46, 51, 66/6, 76/6	17, 47, 52, 67/6, 76/7	18, 48, 53, 68/6, 76/8	19, 49, 54, 69/6, 76/9	20, 50, 55, 70/6, 76/10
6	21, 41, 57, 61/7, 77/1	22, 42, 58, 62/7, 77/2	23, 43, 59, 63/7, 77/3	24, 44, 60, 64/7, 77/4	25, 45, 51, 65/7, 77/5	26, 46, 52, 66/7, 77/6	27, 47, 53, 67/7, 77/7	28, 48, 54, 68/7, 77/8	29, 49, 55, 69/7, 77/9	30, 50, 56, 70/7, 77/10
7	31, 41, 58, 61/8, 78/1	32, 42, 59, 62/8, 78/2	33, 43, 60, 63/8, 78/3	34, 44, 51, 64/8, 78/4	35, 45, 52, 65/8, 78/5	36, 46, 53, 66/8, 78/6	37, 47, 54, 67/8, 78/7	38, 48, 55, 68/8, 78/8	39, 49, 56, 69/8, 78/9	40, 50, 57, 70/8, 78/10
8	1, 41, 59, 61/9, 79/1	3, 42, 60, 62/9, 79/2	5, 43, 51, 63/9, 79/3	7, 44, 52, 64/9, 79/4	9, 45, 53, 65/9, 79/5	11, 46, 54, 66/9, 79/6	13, 47, 55, 67/9, 79/7	15, 48, 56, 68/9, 79/8	17, 49, 57, 69/9, 79/9	19, 50, 58, 70/9, 79/10
9	21, 41, 60, 61/10, 80/1	24, 42, 51, 62/10, 80/2	26, 43, 52, 63/10, 80/3	28, 44, 53, 64/10, 80/4	31, 45, 54, 65/10, 80/5	34, 46, 55, 66/10, 80/6	36, 47, 56, 67/10, 80/7	40, 48, 57, 68/10, 80/8	38, 49, 58, 69/10, 80/9	39, 50, 59, 70/10, 80/10

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ВОПРОСАМ ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭЛЕКТРОГИДРОСИСТЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН»**

**Задание по блоку №1
«Зерноуборочные комбайны»**

Описать принцип работы при различных режимах (нейтраль, работа, при достижении максимального давления) и привести принципиальную электрогидравлическую схему с условными обозначениями

- 1) Подъем и опускание жатвенной части ЗУК «Акрос 550».
- 2) Подъем и опускание жатвенной части ЗУК «Акрос 585».
- 3) Подъем и опускание жатвенной части ЗУК СК-5М «Нива-Эффект».
- 4) Подъем и опускание жатвенной части ЗУК «ДОН-1500».
- 5) Подъем и опускание жатвенной части ЗУК «TORUM».
- 6) Вертикальное перемещение мотовила (высота мотовила) ЗУК «Акрос 550».
- 7) Вертикальное перемещение мотовила (высота мотовила) ЗУК СК-5М «Нива-Эффект».
- 8) Вертикальное перемещение (высота мотовила) ЗУК «Дон-1500Б».
- 9) Вертикальное перемещение мотовила (высота мотовила) ЗУК «Вектор».
- 10) Вертикальное перемещение мотовила (высота мотовила) ЗУК КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12».
- 11) Управление реверсом наклонной камеры ЗУК «Акрос 550».
- 12) Управление реверсом наклонной камеры ЗУК «Дон-1500».
- 13) Управление оборотами мотовила ЗУК «Акрос 550».
- 14) Управление оборотами мотовила ЗУК «Дон-1500».
- 15) Управление оборотами мотовила ЗУК СК-5М «Нива-Эффект».
- 16) Управление оборотами мотовила ЗУК «TORUM».
- 17) Управление оборотами молотильного барабана ЗУК «Акрос 550».
- 18) Управление оборотами молотильного барабана ЗУК «Дон-1500».
- 19) Управление оборотами молотильного барабана ЗУК СК-5М «Нива-Эффект».
- 20) Управление оборотами молотильного ротора ЗУК «TORUM».
- 21) Управление оборотами вентилятора очистки ЗУК «Акрос 550».
- 22) Управление оборотами вентилятора очистки ЗУК СК-5М «Нива-Эффект».
- 23) Управление оборотами вентилятора очистки ЗУК «TORUM».
- 24) Управление лениксом ИРС ЗУК «Акрос 550».
- 25) Управление лениксом ИРС ЗУК «TORUM».
- 26) Поворот выгрузного шнека ЗУК «Акрос 550».
- 27) Поворот выгрузного шнека ЗУК «Дон-1500Б».
- 28) Включение, выключение выгрузки бункера ЗУК «Акрос 550».
- 29) Включение, выключение выгрузки бункера ЗУК «Дон-1500Б».
- 30) Включение, выключение выгрузки бункера ЗУК «TORUM».
- 31) Работа вибраторов бункера ЗУК «Акрос 550».

- 32) Закрытие копнителя ЗУК «Дон-1500».
- 33) Открытие защелок копнителя ЗУК «Дон-1500».
- 34) Открытие и закрытие копнителя ЗУК РСМ-101«Вектор 410».
- 35) Объемная гидросистема рулевого управления ЗУК «Дон-1500».
- 36) Объемная гидросистема рулевого управления ЗУК «Акрос 550».
- 37) Объемная гидросистема рулевого управления ЗУК «TORUM».
- 38) Гидросистема объемного привода ходовой части ЗУК «Акрос 550» («Гидросила»).
- 39) Гидросистема объемного привода ходовой части ЗУК «Акрос 550» («Линда»).
- 40) Гидросистема объемного привода ходовой части ЗУК «Акрос 550» (гидравлика «Danfoss»).

Задание по блоку №2

«Кормоуборочные комбайны»

Описать принцип работы при различных режимах (нейтраль, работа, при достижении максимального давления) и привести принципиальную электрогидравлическую схему с условными обозначениями

- 41) Перевод жатвенной части из транспортного положения в рабочее и обратно КУК Дон-680М.
- 42) Перевод жатвенной части из транспортного положения в рабочее и обратно КУК РСМ-1401.
- 43) Перевод жатвенной части из транспортного положения в рабочее и обратно КУК КПК-3000 «Полесье».
- 44) Управление лениксом измельчителя КУК Дон-680М.
- 45) Подъем силосопровода из транспортного положения в рабочее и обратно КУК РСМ-1401.
- 46) Управление поворотом силосопровода из транспортного положения в рабочее и обратно КУК РСМ-1401.
- 47) Управление реверсом питающего аппарата КУК Дон-680М.
- 48) Управление реверсом питающего аппарата КУК РСМ-1401.
- 49) Управление поворотом козырька силосопровода РСМ-1401.
- 50) Управление лениксом питателя КУК РСМ-1401.

Задание по блоку №3

«Посевные комплексы»

Описать принцип работы при различных режимах (нейтраль, работа, при достижении максимального давления) и привести принципиальную электрогидравлическую схему с условными обозначениями

- 51) Гидросистема управления ходом сошников Агромастер 8500.
- 52) Гидросистема управления загрузочным шнеком Агромастер 8500.
- 53) Гидросистема управления перевода из рабочего положения в транспортное (и наоборот) посевного комплекса Агромастер 8500.

- 54) Управление приводом дозаторов ПК Агромастер 8500.
- 55) Автоматическая система контроля высева посевных комплексов.
- 56) Электрическая и гидравлическая система ПК Хорш-Агросоюз.
- 57) Электрическая и гидравлическая система ПК Хорш-Пронто.
- 58) Электрическая и гидравлическая система ПК «Томь» ПК – 10,6.
- 59) Электрическая и гидравлическая система сеялки С-6ПМ «Быстрица».
- 60) Электрическая и гидравлическая система ПК Кузбасс 9,7.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО ВОПРОСАМ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОГИДРОСИСТЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН»

Задания по блоку № 4

«Решение задач по электрической части»

61) Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения номинальной мощностью $P_{ном}$ включен в сеть с напряжением U_c ; КПД двигателя $\eta_{ном}$, обмотка якоря простая волновая ($2a = 2$), с числом полюсов $2p = 4$, число активных проводников в обмотке N ; ток в обмотке возбуждения $I_B = 0,02 I_{a_{ном}}$, величина одностороннего воздушного зазора δ , магнитная индукция в зазоре B_δ , магнитная индукция в зубцах якоря B_z , коэффициент воздушного зазора $k_\delta = 1,3$, коэффициент магнитного насыщения магнитопровода двигателя $k_\mu = 1,35$. Значения перечисленных параметров приведены в таблице 4.1. Требуется определить магнитодвижущую силу (МДС) реакции якоря по поперечной оси F_{qd} и число витков в полюсной катушке возбуждения $\omega_{к.в}$, необходимое для компенсации реакции якоря по поперечной оси при номинальной нагрузке двигателя.

Таблица 4.1 – Значения основных параметров

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{ном}, кВт$	100	120	85	30	45	90	75	110	75	80
$U_c, В$	440	430	220	250	480	460	280	330	350	300
$\eta_{ном}, \%$	89	90	87	85	83	88	86	91	92	84
$N, шт$	280	300	150	120	260	240	120	200	220	320
$\delta, мм$	2,0	2,1	1,8	1,9	1,6	1,2	1,7	1,5	1,3	1,4
$B_z, Тл$	2,2	2,3	1,8	1,9	1,7	1,6	2,0	2,1	2,4	1,5
$B_\delta, Тл$	0,82	0,85	0,80	0,83	0,81	0,82	0,86	0,84	0,87	0,88

62) Генератор постоянного тока независимого возбуждения с номинальным напряжением $U_{ном}$ и номинальной частотой вращения $\omega_{ном}$ имеет на якоре

простую волновую обмотку, состоящую из N проводников. Число полюсов генератора $2p=4$, сопротивление обмоток в цепи якоря при рабочей температуре $\sum r$, щётки угольно-графитовые $\Delta U_{щ}=2B$, основной магнитный поток Φ . Значения перечисленных параметров приведены в таблице 4.2. Требуется определить для номинального режима работы генератора: ЭДС якоря E_a , ток нагрузки $I_{ном}$ (размагничивающим влиянием реакции якоря пренебречь), полезную мощность $P_{ном}$, электромагнитную мощность $P_{эм}$ и электромагнитный момент $M_{ном}$.

Таблица 4.2 – Значения основных параметров

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{ном}, B$	230	230	460	460	460	115	460	230	230	230
$\omega_{ном}, мин^{-1}$	1500	2300	3000	2300	1500	1000	2300	1000	3000	2300
$\sum r, Ом$	0,175	0,08	0,17	0,3	0,7	0,09	0,27	0,25	0,08	0,14
$N, шт$	100	118	280	240	200	80	270	114	100	138
$\Phi, \cdot 10^{-2}, Bб$	4,8	2,6	1,7	2,6	4,8	4,5	2,4	6,1	2,4	2,3

63) Генератор постоянного тока независимого возбуждения мощностью $P_{ном}$ и напряжением $U_{ном}$ имеет сопротивление обмоток в цепи якоря, приведённое к рабочей температуре, $\sum r$; в генераторе применены электрографитированные щётки марки ЭГ ($\Delta U_{щ} = 2,5 B$). Определить номинальное изменение напряжения при сбросе нагрузки $\Delta U_{ном}$. Значения параметров приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Значения основных параметров

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{ном}, кВт$	20	45	15	90	80	30	18	70	60	65
$U_{ном}, B$	230	460	230	460	460	230	230	250	400	420
$\sum r, Ом$	0,12	0,22	0,15	0,12	0,11	0,08	0,13	0,20	0,18	0,16

64) Параметры трёхфазного синхронного генератора (таблица 4.4): номинальное (линейное) напряжение на выходе $U_{1ном}$ при частоте тока 50 Гц, обмотка статора соединена «звездой», КПД генератора при номинальной нагрузке $\eta_{ном}$, число полюсов $2p$, полная номинальная мощность на выходе $S_{ном}$, коэффициент мощности нагрузки, подключённый к генератору, $\cos \varphi_{1ном}$. Требуется определить полезную мощность на выходе генератора

$P_{ном}$, мощность на входе генератора $P_{1ном}$, суммарные потери в режиме номинальной нагрузки $\sum P_{ном}$, номинальный ток статора $I_{1ном}$, синхронную частоту вращения, вращающий момент первичного двигателя при номинальной нагрузке генератора $M_{1ном}$.

Таблица 4.4 – Значения основных параметров

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S_{ном}, кВ \cdot А$	330	270	470	600	450	350	400	550	300	500
$U_{1ном}, кВ$	6,3	3,2	0,4	0,7	2,5	1,5	0,9	2,1	3,1	5,5
$\eta_{ном}, \%$	92	91	90	93	94	91	90	93	94	89
$2p, шт$	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8
$\cos \varphi_{1ном}$	0,9	0,85	0,92	0,87	0,88	0,86	0,91	0,85	0,84	0,91

65) Определить электромагнитную мощность двигателя постоянного тока $P_{эм}$ (кВт), если ток якоря $I_я$, число проводников обмотки якоря N , магнитный поток Φ , частота вращения n . Обмотка якоря простая петлевая, ширина щетки равна ширине коллекторной пластины. Значения параметров приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Значения основных параметров

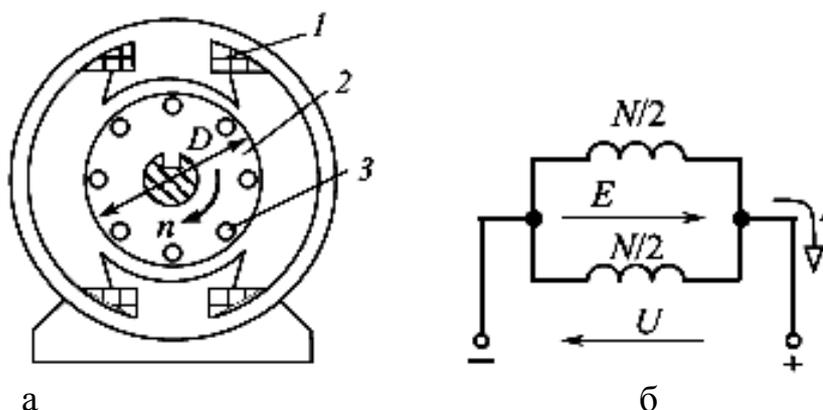
Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$I_я, А$	10	20	15	25	22	12	17	18	21	25
$N, шт$	180	118	280	240	200	150	160	220	170	210
$\Phi, Вб$	0,07	0,24	0,61	0,33	0,23	0,1	0,25	0,60	0,32	0,25
$n, мин^{-1}$	1500	1000	2300	1000	3000	1480	970	2500	990	2100

66) Четырёхполюсная машина постоянного тока независимого возбуждения имеет следующие параметры (таблица 4.6): диаметр якоря D , длина якоря l , число проводников обмотки якоря N , индукция в воздушном зазоре B , обмотка якоря простая петлевая, ширина щетки равна ширине коллекторной пластины. Частота вращения машины, работающей в режиме генератора n , напряжение на нагрузке U_2 . Определить частоту вращения n_0 при работе этой же машины в режиме двигателя, если токи возбуждения и якоря остались неизменными, двигатель питается от сети U_0 . В расчете индукцию в воздушном зазоре считать постоянной по всей длине зазора, падением напряжения на щетках пренебречь.

Таблица 4.6 – Значения основных параметров

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D, м$	0,2	0,4	0,36	0,44	0,6	0,3	0,42	0,38	0,46	0,58
$l, м$	0,4	0,2	0,44	0,48	0,52	0,38	0,18	0,42	0,46	0,5
$N, шт$	540	118	280	240	200	150	160	220	170	210
$B, Тл$	0,4	0,42	0,36	0,44	0,54	0,41	0,46	0,38	0,48	0,56
$n, мин^{-1}$	1000	3000	2300	1500	1700	970	2350	2450	1750	1450
$U_2, В$	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220

67) На рисунке 4.1 а изображён эскиз генератора постоянного тока. Якорь 2 генератора вращается в радиальном магнитном поле, созданном обмоткой возбуждения 1, при среднем значении магнитной индукции полюса B . Обмотка якоря 3 имеет 200 проводников ($N = 200$) длиной $l = 300$ мм каждый, диаметр якоря $D = 200$ мм. Медные проводники обмотки якоря с сечением площадью S соединены последовательно – согласно и образуют две параллельные ветви ($2a=2$) (рисунок 4.1 б). Определить ЭДС E , индуцированную в обмотке якоря, напряжение U на зажимах генератора, отдаваемую генератором мощность P и потери мощности в обмотке якоря ΔP при токе I , если якорь вращается с частотой n . Значения параметров приведены в таблице 4.7.



1-обмотка возбуждения; 2-якорь; 3-обмотка якоря.

Рисунок 4.1 – Эскиз генератора (а) со схемой соединения (б)

Таблица 4.7 – Значения основных параметров

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$B, Тл$	0,8	0,83	0,81	0,82	0,86	0,87	0,88	0,84	0,85	0,8
$S, мм^2$	3	3,5	4	2	2,5	2,7	3,6	3,8	2,8	2,4
$I, А$	40	80	90	45	65	50	60	70	65	55
$n, мин^{-1}$	500	550	700	660	600	450	650	680	480	560

68) Известно напряжение на зажимах генератора независимого возбуждения (рисунок 4.2) в режиме холостого хода U_x и частота вращения якоря n_x . Найти напряжение на зажимах генератора под нагрузкой U_n , если частота вращения якоря при этом уменьшилась до n_y , а ток I_y в цепи якоря с сопротивлением R_y . Значения параметров приведены в таблице 4.8.

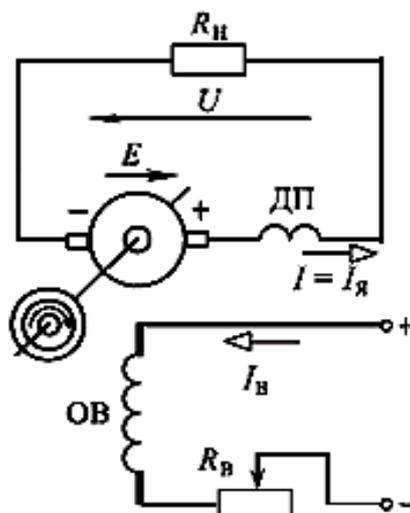


Рисунок 4.2 – Схема генератора независимого возбуждения

Таблица 4.8 – Значения основных параметров

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U_x, B	230	300	275	260	220	240	310	285	270	225
$n_x, \text{мин}^{-1}$	1000	2000	1500	1675	1890	970	990	1850	1450	2100
$n_y, \text{мин}^{-1}$	975	1000	1200	980	990	770	980	1100	960	1150
I_y, A	25	55	70	66	60	30	40	65	58	62
$R_y, \text{Ом}$	0,44	0,55	0,6	0,45	0,52	0,42	0,52	0,58	0,44	0,54

69) Частота вращения якоря генератора смешанного возбуждения n . Полезный момент на валу первичного двигателя в этом режиме M , ток якоря генератора I_y , механические потери мощности $\Delta P_{\text{мех}}$, магнитные потери ΔP_c . Сопротивление цепи якоря R_y , сопротивление последовательной обмотки возбуждения главных полюсов $R_{\text{нос}}$, сопротивление параллельной обмотки возбуждения главных полюсов $R_в$, сопротивление регулировочного реостата в цепи возбуждения параллельной обмотки R_p . Определить ЭДС E , КПД η и напряжение генератора U , а также отдаваемую во внешнюю цепь мощность P_2 . Значения параметров приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Значения основных параметров

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n, \text{мин}^{-1}$	1450	2000	1500	1675	1890	1200	1800	1550	1670	1900
$M, \text{Н} \cdot \text{м}$	23,7	20,1	15,8	16,7	18,9	22,8	20,5	15,6	16,9	18,7
$I_{\text{я}}, \text{А}$	12,2	10	12	19,8	14,56	12,9	11	13	19,5	14,9
$\Delta P_{\text{мех}}, \text{Вт}$	60	55	70	66	80	65	50	75	68	78
$\Delta P_{\text{с}}, \text{Вт}$	140	155	160	145	152	135	150	162	148	154
$R_{\text{я}}, \text{Ом}$	2,68	1,55	1,60	1,45	1,52	2,7	1,3	1,8	1,9	2,1
$R_{\text{нос}}, \text{Ом}$	0,85	0,8	0,9	0,95	0,92	0,81	0,79	0,89	0,94	0,91
$R_{\text{в}}, \text{Ом}$	236	200	150	167	189	240	190	140	160	180
$R_{\text{р}}, \text{Ом}$	244	167	189	200	150	242	165	180	210	160

70) Двигатель параллельного возбуждения имеет следующие данные: номинальная мощность $P_{\text{ном}}$, номинальное напряжение $U_{\text{ном}}$, ток $I_{\text{ном}}$, частота вращения $n_{\text{ном}}$. Сопротивление обмотки якоря $R_{\text{я}}$, ток возбуждения $I_{\text{в.ном}}$. Определить: 1) КПД η и ЭДС $E_{\text{ном}}$ при номинальной нагрузке; 2) ЭДС E_2 и частоту вращения n_2 при включении последовательно с якорем сопротивления $R = 0,5 \text{ Ом}$ и токе якоря $I_{\text{я}} = 41 \text{ А}$. Сопротивление параллельной обмотки остаётся при этом неизменным. Значения параметров приведены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Значения основных параметров

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{ном}}, \text{кВт}$	3,2	3	2,7	2,6	2,2	3,1	2,8	2,5	2,1	2,3
$U_{\text{ном}}, \text{В}$	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
$I_{\text{ном}}, \text{А}$	37,3	10	12,6	19,8	39,9	35,2	45,8	39,3	43,2	41,6
$n_{\text{ном}}, \text{мин}^{-1}$	750	55	70	66	60	24	50	60	65	75
$R_{\text{я}}, \text{Ом}$	0,2	0,55	0,6	0,45	0,52	0,4	0,5	0,56	0,62	0,65
$I_{\text{в.ном}}, \text{А}$	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Задания по блоку № 5

«Решение задач по гидравлической системе СХМ»

71) Гидравлическая система рулевого управления комбайна состоит из насоса с подачей Q давление на выходе которого p_n , силового цилиндра с поршнем диаметром D_n , распределителя золотникового типа, соединенных друг с

другом нагнетательным трубопроводом длиной l и диаметром d . В качестве рабочей жидкости используется гидравлическое масло вязкостью $\nu = 0,2 \text{ см}^2/\text{с}$ и плотностью $\rho = 860 \text{ кг/м}^3$. Определить усилие F , создаваемое поршнем силового цилиндра для удержания комбайна в горизонтальном положении и при работе его на склоне. Значения параметров представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Значения основных параметров

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q , $\text{см}^3/\text{с}$	130	120	140	100	110	150	125	90	106	145
p_H , МПа	5,0	4,6	5,2	4,8	5,1	4,0	3,6	5,1	4,9	5,8
D_H , мм	60	30	75	80	70	70	60	50	80	90
l , м	8	9	15	10	85	11	12	10	10	15
d , мм	12	10	12	10	10	8	12	12,5	10	16
K	1,3	1,25	1,2	1,3	1,4	1,15	1,4	1,35	1,25	1,41

72) Свеклоуборочный комбайн снабжен устройством для копирования контура междурядий гряд, которое механически связано с гидросистемой комбайна. Эта система имеет силовой цилиндр с поршнем D_H , нагнетательный трубопровод диаметром d и длиной l , насос с подачей Q . Рабочая жидкость – дизельное масло вязкостью $\nu = 0,18 \text{ см}^2/\text{с}$ и плотностью $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$, $K = 1,2$. Определить давление p_H на выходе насосе для создания рабочего усилия в гидроцилиндре равном N . Значения параметров приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Значения основных параметров

Параметры	Варианты										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q , $\text{см}^3/\text{с}$	120	130	135	125	115	100	110	120	135	140	125
D_H , мм	50	55	60	75	55	65	50	65	70	65	80
l , м	11,9	12,6	13,4	12,7	12,3	11,8	10,8	11,2	10,5	14	12
d , мм	10,5	12	11	12,5	10,5	13	14	15	14,5	12,0	11,6

73) В объемном гидроприводе комбайна (рисунок 5.1) гидроцилиндр l диаметром D имеет односторонний шток диаметром d . Уплотнение поршня и штока в гидроцилиндре – манжетное. Насос 3 развивает постоянную подачу Q_H , допускаемая средняя скорость движения масла в трубе сливной гидролинии $V_{сл}$. Пренебрегая утечкой масла в гидроаппаратуре, определить по максимальному расходу масла в сливной гидролинии внутренний диаметр $d_{сл}$ ее трубы. Значения основных параметров приведены в таблице 5.3.

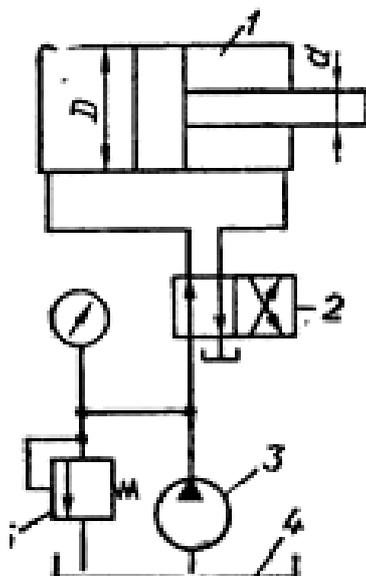


Рисунок 5.1 – Схема объёмного гидропривода

Таблица 5.3 – Значения основных параметров

Параметры	Варианты										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D , мм	100	116	120	124	132	12	104	144	128	132	136
d , мм	50	58	60	62	66	56	52	72	64	66	68
Q_H , л/мин	40	50	70	60	45	55	65	75	48	58	68
V_{cl} , м/с	2	1,6	1,4	1,7	2,3	1,8	2,8	1,2	1,3	2,6	2,2

74) На рисунке 5.2 показана принципиальная схема гидропривода комбайна с плунжерным гидроцилиндром 1. Уплотнение плунжера диаметром D в этом гидроцилиндре манжетное. Насос 4 развивает давление P_H и постоянную подачу Q_H . Из-за неполного открытия (дресселирования) гидрораспределителя 2 падение (потеря) давления масла в напорной гидролинии, т. е. в трубопроводе, соединяющем насос 4 с гидроцилиндром 1, достигает d_p . Утечка масла в гидроаппаратуре составляет d_Q . Определить скорость V и усилие F , развиваемые плунжером гидроцилиндра 1. Общий η гидроцилиндра – 0,94. Значения основных параметров приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Значения основных параметров

Параметры	Варианты										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D , мм	200	116	120	108	130	100	90	126	140	150	134
P_H , МПа	5,5	3,6	3,8	5,3	4,2	3,0	5,0	4,2	4,5	3,2	4,1
Q_H , л/мин	16	10	20	30	15	25	35	45	16	22	34
d_p , МПа	0,5	0,6	0,8	0,2	0,7	0,82	0,52	0,58	0,62	0,55	0,66
d_Q , л/мин	0,3	0,5	0,52	0,4	0,42	0,44	0,32	0,32	0,36	0,56	0,46

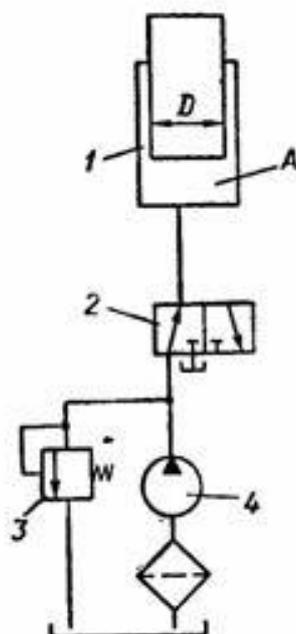


Рисунок 5.2 - Схема гидропривода с плунжерным гидроцилиндром

75) Гидроцилиндр 2 (рисунок 5.3) сообщает столу 1 возвратно-поступательное непрерывное движение. Поршень диаметром D и двусторонний шток с диаметрами d_1 и d_2 уплотняются в гидроцилиндре кольцами круглого сечения из маслостойкой резины. Длина хода стола l . Пренебрегая временем реверсирования поршня гидроцилиндра и утечкой масла в гидроаппаратуре, определить подачу Q насоса 4, при которой стол 1 совершает 10 двойных ход./мин. Значения основных параметров приведены в таблице 5.5.

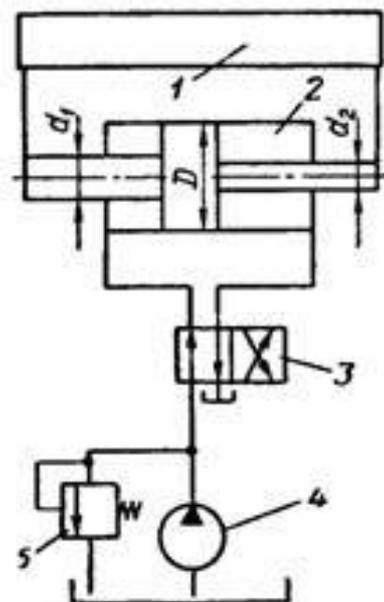


Рисунок 5.3 – Схема гидроцилиндра

Таблица 5.5 – Значения основных параметров

Параметры	Варианты										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D , мм	100	90	96	112	88	80	92	120	116	96	104
d_1 , мм	80	60	64	88	44	40	64	96	98	60	92
d_2 , мм	40	30	32	44	22	20	32	48	46	30	46
l , м	600	500	400	450	480	550	560	420	540	560	440

76) Через проточный элемент гидрораспределителя комбайна 2 (рисунок 5.4) с золотником 1 диаметром d протекает масло плотностью ρ . Определить расход масла Q через гидрораспределитель при перепаде давления A_p и величине открытия золотника $x=2$ мм. Принять коэффициент расхода – 0,6. Значения основных параметров приведены в таблице 5.6.

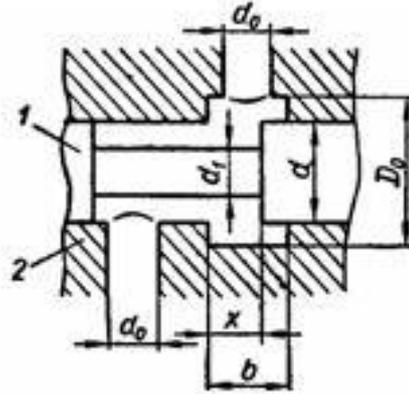


Рисунок 5.4 – Схема проточного элемента гидрораспределителя

Таблица 5.6 – Значения основных параметров

Параметры	Варианты										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d , мм	20	30	24	22	36	35	32	34	40	26	25
ρ , кг/м ³	900	800	700	750	770	850	880	920	860	890	720
A_p , МПа	0,3	0,8	0,6	0,4	0,2	0,5	1,5	1,2	1	1,4	1,3

77) Поршневой поворотный гидродвигатель комбайна (рисунок 5.5) состоит из двух гидроцилиндров 1 и 5, поршни которых имеют общий шток 2. На этом штоке нарезана зубчатая рейка, которая при перемещении поршней поворачивает зубчатое реечное колесо 3 с выходным валом 4. В гидроцилиндрах диаметром D уплотнение поршней манжетное. Модуль зубчатого зацепления m , число зубьев зубчатого реечного колеса z . Зубчатое реечное колесо поворачивается на угол α с угловой скоростью ω . Определить длину l хода поршней гидроцилиндров и расход масла Q поворотным гидродвигателем. Значения параметров приведены в таблице 5.7.

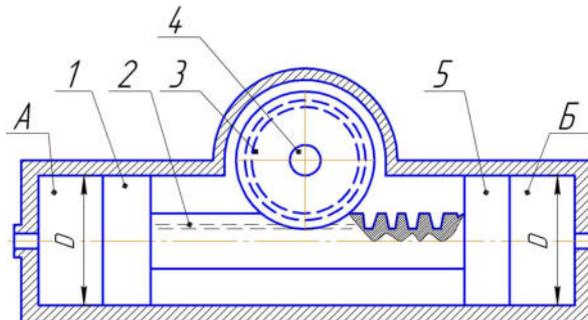


Рисунок 5.5 – Схема поршневого поворотного гидродвигателя комбайна

Таблица 5.7 – Значения основных параметров

Параметры	Варианты										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D , мм	80	114	110	104	100	124	130	134	120	110	140
m , мм	10	8	6	8	6	10	6	8	6	10	8
z , мм	20	18	16	14	22	24	18	20	16	24	22
α , град	270	260	250	258	262	264	266	272	274	276	278
ω , рад/с	10,5	12,4	11,8	12,2	10,6	13,5	14,3	15,2	14,2	12,0	13,6

78) Внутренняя полость А вертикального гидроцилиндра комбайна диаметром D , мм (рисунок 5.6) заполнена минеральным маслом плотностью ρ . Длина рабочего хода поршня 1 равняется l . Определить без учета и с учетом веса столба масла в полости А гидроцилиндра силу P , отрывающую нижнюю плоскую крышку 3 от гильзы 2 при верхнем положении поршня 1, в плоскости О-О которого действует давление P . Значения параметров приведены в таблице 5.8.

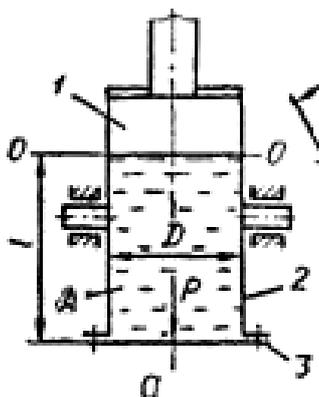


Рисунок 5.6 – Схема внутренней полости вертикального гидроцилиндра

Таблица 5.8 – Значения основных параметров

Параметры	Варианты										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D , мм	200	118	120	125	130	110	106	100	128	132	135
ρ , кг/м ³	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	4,0	4,9	4,7
l , м	1000	900	800	820	840	860	880	920	940	960	980
P , МПа	10	12	11	12,2	10,6	13,5	14,3	15,5	14,2	12,0	10,8

79) асинхронного электродвигателя 8 через клиноременную передачу 7 с расчетными диаметрами шкивов d_0 и d . Частота вращения вала электродвигателя n . Рабочий объем насоса V_0 . Определить мощность N , потребляемую электродвигателем, если насос развивает на выходе давление P_n , а его объемный к.п.д. $\eta = 0,98$. Принять: коэффициент проскальзывания клиноременной передачи – 0,98, общий к.п.д. насоса – 0,8, к.п.д. клиноременной передачи – 0,95 и к.п.д. электродвигателя – 0,87. Значения параметров приведены в таблице 5.9.

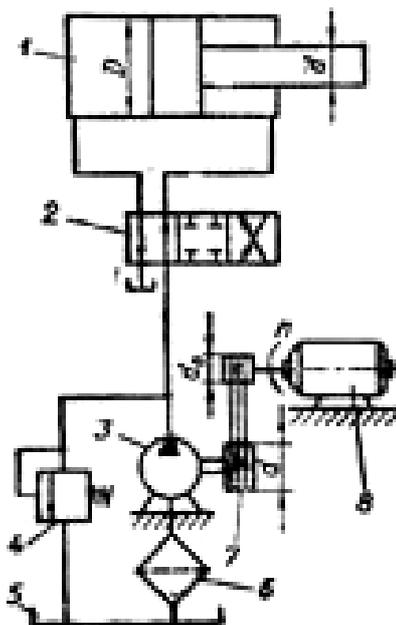


Рисунок 5.7 – Схема ротора пластинчатого ротора

Таблица 5.9 – Значения основных параметров

Параметры	Варианты										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_0 , мм	100	118	120	124	130	110	106	100	128	132	134
d , мм	160	166	170	174	180	164	162	168	172	182	184
n , об/мин	1440	1100	900	920	940	1160	1280	1120	940	960	980
V_0 , см ³ /об	16	15	14	17	18	16,4	17,8	18,2	15,6	16,5	17,7
P_n , МПа	10	12	11	12,2	10,6	13,5	14,3	15,5	14,2	12,0	10,8

80) В гидроцилиндре комбайна диаметром D (рисунок 5.8) уплотнение поршня и штока осуществляется резиновыми кольцами круглого сечения. Определить диаметр штока гидроцилиндра, при котором скорость движения поршня влево V , а расход масла в штоковой полости Q . Значения параметров приведены в таблице 5.10.

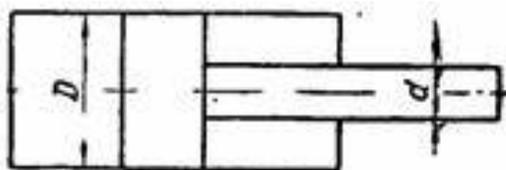


Рисунок 5.8 – Схема гидроцилиндра комбайна

Таблица 5.10 – Значения основных параметров

Параметры	Варианты										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D , мм	160	178	170	154	150	110	106	180	128	132	134
V , м/с	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,54	0,44	0,22	0,34	0,42
Q , л/с	0,5	0,2	0,3	0,4	0,6	0,54	0,33	0,42	0,28	0,38	0,46

ОБРАЗЦЫ ОФОРМЛЕНИЯ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ по электрической части

1. Условие (содержание) выбранного варианта задачи:

Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения известны следующие данные: номинальная мощность $P_H = 95$ кВт, номинальное напряжение $U_H = 220$ В, номинальный ток $I_H = 470$ А, сопротивление обмоток в цепи якоря $r_a = 0,0125$ Ом, номинальный ток возбуждения $I_{BH} = 4,45$ А, номинальная частота вращения $n_i = 500$ об/мин. Определить: коэффициент полезного действия η , электрические потери в обмотках якоря $P_{эл.а}$ и возбуждения $P_{эл.в}$, постоянную составляющую потерь мощности P_o , ток холостого хода I_o , значение добавочного сопротивления в цепи якоря r_∂ , при котором двигатель развивает номинальную мощность при частоте вращения $n = 400$ об/мин. Падением напряжения на щетках пренебречь.

2. Формулы для определения вышеуказанных показателей:

$$1) P_1 = U_H \cdot I_H;$$

$$2) \eta = \frac{P_H}{P_1};$$

$$3) I_{ан} = I_H - I_{BH};$$

$$4) P_{эл.а} = I_{ан}^2 \cdot r_a;$$

$$5) P_{эл.в} = I_{BH} \cdot U_H;$$

$$6) P_o = P_1 - (P_H + P_{эл.а});$$

$$7) I_o = \frac{P_o}{U_H};$$

$$8) E_{ан} = U_H - I_{ан} \cdot r_a;$$

$$9) E_a = \frac{n}{n_H} \cdot E_{ан};$$

$$10) I_a = \frac{P_H}{E_a};$$

$$11) r_\partial = \frac{U_H - E_a}{I_a} - r_a.$$

где P_H – номинальная мощность, кВт;

U_H – номинальное напряжение, В;

I_H – номинальный ток, А;

r_a – сопротивление обмоток в цепи якоря, Ом;

I_{BH} – номинальный ток возбуждения, А;

n_H – номинальная частота вращения, мин⁻¹.

3. Дано (исходные данные):

- 1) $P_H = 95$ кВт;
- 2) $U_H = 220$ В;
- 3) $I_H = 470$ А;
- 4) $r_a = 0,0125$ Ом;
- 5) $I_{BH} = 4,25$ А;
- 6) $n_n = 500$ мин⁻¹.

4. Определить:

- 1) η - ?
- 2) $P_{эл.а}$ - ?
- 3) $P_{эл.в}$ - ?
- 4) P_o - ?
- 5) I_o - ?
- 6) r_∂ - ?

5. Решение:

Потребляемая из сети мощность:

$$P_1 = 220 \cdot 470 = 103 \text{ кВт.}$$

Коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{95}{103} = 0,918.$$

Ток обмотки якоря:

$$I_{ан} = 470 - 4,25 = 465,75 \text{ А.}$$

Потери мощности в обмотке якоря:

$$P_{эл.а} = 465,75^2 \cdot 0,0125 = 2,71 \text{ кВт.}$$

Потери мощности в обмотке возбуждения:

$$P_{эл.в} = 4,25 \cdot 220 = 0,935 \text{ кВт.}$$

Постоянная доля потерь мощности, состоящая из потерь в стали, механических потерь, добавочных потерь и электрических потерь в цепи возбуждения:

$$P_o = 103 - (95 + 2,71) = 5,69 \text{ кВт.}$$

Ток холостого хода:

$$I_o = \frac{5,69 \cdot 10^3}{220} = 25,9 \text{ А.}$$

Электродвижущая сила якоря при номинальной частоте вращения:

$$E_{ан} = 220 - 470 \cdot 0,0125 = 214 \text{ В.}$$

При неизменном токе возбуждения значение ЭДС, индуцированной в обмотке якоря, пропорционально частоте вращения ротора. ЭДС при частоте вращения $n = 400$ об/мин:

$$E_a = \frac{400}{500} \cdot 214 = 173 \text{ В.}$$

Ток якоря при номинальной мощности двигателя и частоте вращения $n = 400$ об/мин:

$$I_a = \frac{95 \cdot 10^3}{173} = 548 \text{ А.}$$

Добавочное сопротивление:

$$r_{\partial} = \frac{220 - 173}{548} - 0,0125 = 0,0727 \text{ Ом.}$$

6. Ответ:

- 1) $\eta = 0,918$;
- 2) $P_{эл.а} = 2,71$ кВт;
- 3) $P_{эл.в} = 0,935$ кВт;
- 4) $P_o = 5,69$ кВт;
- 5) $I_o = 25,9$ А;
- 6) $r_{\partial} = 0,0727$ Ом.

по гидравлической части

1. Условие (содержание) выбранного варианта задачи:

Определить усилие F (рисунок 5.1), которое действует на крышку, закрывающую круглый люк диаметром D , в сосуде, наполненном жидкостью, плотность которой ρ , при избыточном давлении P_0 на свободной поверхности и высоте жидкости над центром люка h .

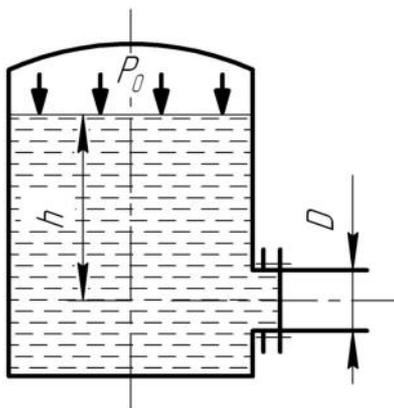


Рисунок 5.1 – Схема сосуда

2. Формулы для определения вышеуказанных показателей:

$$1) F_1 = P_o + \rho gh;$$

$$2) S = \frac{\pi \cdot D^2}{4};$$

$$3) F = (P_o + \rho gh) \cdot S = F_1 \cdot S.$$

- где F – усилие, кН;
 D – диаметр, мм;
 ρ – плотность, кг/м³;
 P_o – избыточное давление, кПа;
 h – высота жидкости, м.

3. Дано (исходные данные):

$$D = 500 \text{ мм};$$

$$\rho = 1100 \text{ кг/м}^3;$$

$$P_o = 150 \text{ кПа};$$

$$h = 3,0 \text{ м}.$$

4. Определить:

$$P - ?$$

5. Решение:

Определим гидростатическое давление для произвольной точки, на глубине h , используя основные уравнения гидростатики:

$$F_1 = 150000 + 850 \cdot 9,8 \cdot 3,0 = 174,9 \text{ кПа}.$$

Определим площадь основания:

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} = 0,19 \text{ м}^2.$$

Определим усилие, действующее на крышку

$$F = 174,9 \cdot 0,19 = 33,2 \text{ кН}.$$

6. Ответ: $F = 33,2 \text{ кН}$.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нуруллин Э.Г. Посевные комплексы «Агромастер» и «Кузбасс». Учебно-методическое пособие для выполн. лаб. работ. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2008. – 128 с.
2. Кацман М.М. Сборник задач по электрическим машинам: учеб. пособие для студентов учреждений высшего проф. образования / 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 160 с.
3. Рудаков А.И. Гидравлические машины: метод. указания и задания для выполнения контрольных и самостоятельных работ / А.И. Рудаков, М.А. Лушнов, И.Р. Нафиков, Б.Л. Иванов. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2003. – 36 с.
4. Инструкции по эксплуатациям по различным сельскохозяйственным машинам.
5. Методические пособия кафедры по гидросистемам и электрооборудованию комбайнов.