Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

Паспорт
расчетно-графического задания

по дисциплине «Электропривод», 8 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты выполняют разработку электропривод грузоподъемной лебедки.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны определить моменты инерции электропривода, определить приведенные к скорости вращения электродвигателя моменты статического сопротивления для двух режимов работы электродвигателя, построить статические характеристики и пусковую диаграмму электропривода, рассчитать и построить графики механических переходных процессов, разработать принципиальную электрическую схему управления электроприводом.

Обязательные структурные части РГЗ.

Задание №1:

1. Определение моментов инерции электропривода
2. Определить приведенные к скорости вращения электродвигателя моменты статического сопротивления для двух режимов работы электродвигателя
3. Статические характеристики электропривода
4. Пусковая диаграмма электропривода
5. Определить сопротивление и построить искусственную реостатную механическую характеристику электродвигателя, обеспечивающую в режиме противовключения при спуске груза скорость вращения, равную $0,2\omega_н$
6. Определить скорость опускания груза, если электродвигатель будет работать на характеристике n•5, но в режиме генераторного торможения с рекуперацией энергии в сеть.
7. Определить сопротивление и построить механическую характеристику динамического торможения, обеспечивающей при начальной скорости торможения, равной установившейся скорости подъема (см. п. 3.2), начальный тормозной момент, равный $M_{дт} = -2M_н$.

Задание №2

1. Рассчитать и построить графики механических переходных процессов - W(t), M(t) электропривода грузоподъемной лебедки (данные см. таблица № 1 по соответствующему варианту) в следующих режимах
2. При динамическом торможении в конце подъема груза на характеристике, рассчитанной в п. 7 задачи № 1, до полной остановки

   Определить время торможения до полной остановки.
3. При торможении противовключением в режиме спуска груза от начальной скорости $W_{нач} = W_{c'}$ (где $W_{c'}$ – скорость электродвигателя на естественной характеристике при спуске груза в режиме генераторного торможения с рекуперацией энергии в сеть) до $W_{кон} = W_{c''}$ (где $W_{c''}$ – установившаяся скорость при спуске груза в режиме торможения противовключением, на реостатной характеристике, рассчитанной в п. 5 задачи №1).

   Определить время торможения.

Задание №3.

1. Разработать принципиальную электрическую схему управления электроприводом грузоподъемной лебедки.

Перечень графического материала:

- Электрические и функциональные схемы разрабатываемой системы электропривода.
- Статические характеристики электропривода при различных режимах.
- Переходные процессы электропривода при различных режимах.

Оцениваемые позиции: оформление работы согласно ГОСТ 2.105-95, полнота и точность изложения материала, рациональность выбора системы автоматизированного электропривода, точность при составлении структурной и электрических схем автоматизированного электропривода, точность при выборе элементов электрической схемы, качество оформления графического материала.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной,** если работа оформлена не в соответствии с требованиями ГОСТ, выполнены не все части РГЗ, выбор структуры системы автоматического управления не обоснован, элементы электрической схемы электропривода не выбраны или не соответствуют современным требованиям, качество графического материала неудовлетворительное, оценка составляет **0-19** баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если работа оформлена с отклонениями от требований ГОСТ, если части РГЗ выполнены формально:, структура системы автоматического управления составлена с ошибками, электрическая схема электропривода не отвечает требованиям к ее функционированию, низкое качество графического материала, оценка составляет **20-28** баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, структура системы автоматического управления составлена без ошибок, но не является рациональной/оптимальной для данного типа механизма, электрическая схема электропривода составлена, а ее элементы выбраны без достаточного обоснования, хорошее качество графического материала оценка составляет **29-34** баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, структура системы автоматического управления является обоснованной и наиболее подходящей для данного типа механизма, электрическая схема электропривода составлена без ошибок и ее элементы выбраны верно, хорошее качество графического материала, оценка составляет **35-40** баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент учета баллов за РГЗ в общей оценке по дисциплине равен 1. Предварительный балл за выполнение расчетно-графическое задания – 40. Это значение снижается в следующих случаях:

1) За ошибки, обнаруженные при проверке пояснительной записки – до 10 баллов;

2) За слабую защиту работы – до 8 баллов.

4. Примерный перечень тем РГЗ

Варианты на расчетно-графическое задание выдаются преподавателем, ведущим дисциплину, индивидуально каждому студенту. Вариант задания состоит из арабской цифры (от 1 до 36), задающих типоразмер и основные параметры электрических машин постоянного тока. Например: 15.

Таблица вариантов расчетно-графического задания

Технические данные электродвигателей постоянного тока														
Элетродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением серии Д, *$U_н$=220 В, ПВ= 100%, p=2, a=1*														
Вариант	Тип	$P_н$, кВт	$I_н$, А	$n_н$, об/мин	n_{max}, об/мин	M_{max}, Нм	Jдв, кгм^2	N	$r^*_я \cdot 10^{-1}$, Ом	$r_{дп} \cdot 10^{-1}$, Ом	$r_{ов} \cdot 10^{-1}$, Ом	$I_{овн}$, А	$W_{ов}$, витков	Фн$\cdot 10^{-2}$, Вб	n, пуск. ст.
1	Д-12	2,5	14,6	1180	3600	54	0,05	990	11,3	5	270	0,7	1800	0,476	3
2															4
3															5
4	Д-21	4,5	26	1030	3600	113	0,12	921	6,6	2,2	136,4	1,2	1790	0,584	5
5															4
6															3
7	Д-22	6	33	1100	3600	137	0,15	696	3,7	1,91	132	1,35	1480	0,754	5
8															3
9															4
10	Д-31	8	44	840	3600	245	0,3	738	3,32	1,11	122	1,45	1870	0,933	5
11															3
12															4
13	Д-32	12	65	770	3300	402	0,42	558	1,89	0,67	102	1,7	1600	1,35	4
14															5
15															3
16	Д-41	16	86	690	3300	598	0,8	492	1,06	0,51	70	2,5	1480	1,76	4
17															3
18															5
19	Д-806	22	116	650	2600	872	1	372	0,675	0,4	65	2,7	1400	2,5	3
20															4
21															5
22	Д-808	37	192	575	2300	1635	2	278	0,34	0,2	44,4	3,93	1250	3,81	3
23															4
24															5

25	Д-810	55	280	550	2200	2550	3,6	234	0,332	0,115	46,2	3,9	1500	4,76	3
26															4
27															5
28	Д-21	5,5	31	1400	3600	98	0,12	690	3,56	1,51	136,4	1,2	1790	0,56	3
29															4
30															5
31	Д-22	8	43,5	1510	3600	137	0,15	522	2,02	1,08	132	1,35	1480	0,757	5
32															4
33															3
34	Д-31	12	64	1360	3600	225	0,3	492	1,37	1,11	120	1,45	1870	0,834	5
35															4
36															3

Образцы оформления титульных листов РГЗ:

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

Р А С Ч Е Т Н О - Г Р А Ф И Ч Е С К О Е З А Д А Н И Е

по дисциплине «Электропривод»

202_

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭАПУ

_____

“____”_____202 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Расчетно-графическое задание по дисциплине

«Электропривод»

Тема: Разработка электропривода грузоподъемной лебедки

Студент:

_____Группа_____

Направление:

Руководитель расчетно-графического задания

_____/_____/_

Расчетно-графическое задание сдано на проверку

«___»_____202___

Расчетно-графическое задание защищено

«___»_____202 г.

Оценка:_____

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

Расчетно-графическое задание

Студент_____Группа_____

Тема: Разработка электропривода грузоподъемной лебедки

Исходные данные для проектирования:

- Вариант задания: _____
- Номинальное напряжение якоря: _____
- Продолжительность включения: _____
- Число пар полюсов: _____
- Число параллельных ветвей обмотки якоря: _____
- Тип электрической машины: _____
- Номинальная мощность: _____
- Номинальный ток якоря: _____
- Номинальная частота вращения: _____
- Максимальная частота вращения: _____
- Максимальный момент: _____
- Момент инерции двигателя: _____
- Число активных проводников: _____
- Номинальное сопротивление якоря: _____
- Номинальное сопротивление добавочных полюсов: _____
- Номинальное сопротивление обмотки возбуждения: _____
- Номинальный ток обмотки возбуждения: _____
- Число витков обмотки возбуждения: _____
- Номинальный поток: _____
- Число пусковых ступеней: _____

Содержание пояснительной записки:

Задание №1:

8. Определение моментов инерции электропривода:
   Привести моменты инерции движущихся инерционных масс привода к скорости вращения электродвигателя.
   Определить суммарный момент инерции расчетной эквивалентной системы привода. При этом принять суммарный момент инерции соединительных муфт и шестерни редуктора, вращающихся со скоростью двигателя ω_1, равным $0{,}1J_{дв}$, а суммарный момент инерции соединительных муфт и шестерни редуктора, вращающихся со скоростью механизма ω_2, равным $0{,}1J_{дв} = 0{,}1J_{б}$.
9. Определить приведенные к скорости вращения электродвигателя моменты статического сопротивления для двух режимов работы электродвигателя:
   а) двигательный режим - при подъеме груза
   б) генераторный (тормозной) режим при спуске груза.
   При этом КПД механизма принять равным $\eta_{мех} = 0{,}9$, а КПД редуктора $\eta_р = 0{,}95$.
10. Статические характеристики электропривода:

Построить естественные скоростную и механическую характеристики электродвигателя. Указать на них величину установившихся скоростей вращения двигателя при подъеме и спуске груза.

Определить соответствующие линейные скорости подъема и опускания груза.

11. Пусковая диаграмма электропривода:

Построить пусковую диаграмму электродвигателя при питании его от сети с неизменным напряжением, равным номинальному.

Определить величину сопротивлений пусковых ступеней, число которых берется из таблицы № 1.

12. Определить сопротивление и построить искусственную реостатную механическую характеристику электродвигателя, обеспечивающую в режиме противовключения при спуске груза скорость вращения, равную $0,2\omega_н$

13. Определить скорость опускания груза, если электродвигатель будет работать на характеристике n•5, но в режиме генераторного торможения с рекуперацией энергии в сеть.

14. Определить сопротивление и построить механическую характеристику динамического торможения, обеспечивающей при начальной скорости торможения, равной установившейся скорости подъема (см. п. 3.2), начальный тормозной момент, равный $M_{дт} = -2M_н$.

Задание №2

4. Рассчитать и построить графики механических переходных процессов - W(t), M(t) электропривода грузоподъемной лебедки (данные см. таблица № 1 по соответствующему варианту) в следующих режимах:

При реостатном пуске в режиме подъема груза.

Определить время разгона на каждой ступени пускового реостата.

Определить суммарное время разгона.

5. При динамическом торможении в конце подъема груза на характеристике, рассчитанной в п. 7 задачи № 1, до полной остановки:

Определить время торможения до полной остановки.

6. При торможении противовключением в режиме спуска груза от начальной скорости $W_{нач} = W_{c'}$ (где $W_{c'}$ – скорость электродвигателя на естественной характеристике при спуске груза в режиме генераторного торможения с рекуперацией энергии в сеть) до $W_{кон} = W_{c''}$ (где $W_{c''}$ – установившаяся скорость при спуске груза в режиме торможения противовключением, на реостатной характеристике, рассчитанной в п. 5 задачи №1).

Определить время торможения.

Задание №3.

2. Разработать принципиальную электрическую схему управления электроприводом грузоподъемной лебедки.

Техническое задание на разработку.

Грузоподъемная лебедка установлена на перегрузочном кране с крюковым подвесом.

Режим работы грузоподъемной лебедки - циклический. Цикл состоит из следующих временных операций:

а) Застроповка груза (начало цикла).

б) Обтягивание троса перед началом подъема груза.

в) Подъем груза.

г) Перемещение крана к месту перегрузки 1руза.

д) Спуск груза.

е) Посадка груза.

ж) Расстроповка груза.

з) Обтягивание троса перед подъемом пустого крюка.

и) Подъем пустого крюка.

к) Обратное перемещение крана к месту нахождения перегружаемого груза.

л) Спуск пустого крюка.

м) Посадка пустого крюка (конец цикла).

Питание силовых цепей и цепей управления осуществляется от источника постоянного тока 220В.

Управление электроприводом осуществляется оператором посредством командоконтроллера и релейно-контакторных аппаратов. Командоконтроллер имеет кроме нулевого (среднего) положения еще n+1 положений на “Подъем" и n+1 на “Спуск”, где n - число пусковых степеней пускового реостата.

Разгон электропривода, как при подъеме, так и при спуске груза или пустого крюка может осуществляться:

а) либо последовательным переключением рукоятки командоконтроллера с 1-го положения в положение n+1.

б) либо постановкой командоконтроллера сразу в положение n+1 на ‘‘Подъем" или ‘‘Спуск”. В этом случае должен осуществляться автоматический пуск в функции времени.

Предусматривается ступенчатое реостатное регулирование скорости электропривода с использованием пусковых реостатных характеристик. Включение любой из n-регулировочных ступеней осуществляется установкой командоконтроллера в соответствующее положение.

На 1-ом положении командоконтроллера в цепь якоря включается сопротивление искусственной характеристики, рассчитанной в п. 5. На этой характеристике электропривод работает в двигательном режиме при обтягивании троса перед началом подъема груза или пустого крюка. Она же используется и для получения малой посадочной скорости в конце спуска груза в режиме торможения противовключением.

Остановка электропривода в конце подъема груза или пустого крюка осуществляется установкой командоконтроллера в нулевое (среднее) положение. При этом электропривод переводится в режим динамического торможения автоматическим его отключением в функции ЭДС в конце торможения. Одновременно с включением динамического торможения с некоторой выдержкой времени на вал электродвигателя накладывается электромагнитный тормоз.

Остановка электропривода в конце спуска груза осуществляется в следующем порядке:

а) командоконтроллер из положения n+1 на ‘‘Спуске" (в этом положении командоконтроллера осуществляется спуск груза при работе двигателя на естественной характеристике в режиме генераторного торможения с рекуперацией энергии в сеть) переводится сразу в положение 1 на “Подъем". При таком переключении командоконтроллера двигатель вначале переходит в режим динамического торможения (когда контроллер переходит через нулевое среднее положение), а затем в режим торможения противовключением (двигатель включается на подъем а груз по-прежнему продолжает движение в сторону спуска под действием силы тяжести).

б) при подходе груза к месту посадки оператор переводит командоконтроллер в среднее (нулевое) положение. Электропривод затормаживается до полной остановки в режиме динамического торможения и под действием механическою тормоза с электромагнитным приводом.

1.1.4. В схеме должны быть предусмотрены следующие виды защит электропривода:

а) Защита от коротких замыканий в силовой цепи.

б) Защита от недопустимой перегрузки электродвигателя. в) Защита от коротких замыканий в цепях управления.

г) Защита от недопустимого снижения питающего напряжения. д) Защита от недопустимого переподъема груза.

ж) Защита от обрыва цепи обмотки возбуждения (защита от обрыва поля). з) Защита от самозапуска (нулевая блокировка).

1.1.4.1Предусмотреть аварийное отключение электропривода посредством аварийной кнопки “Стоп”.

При срабатывании любой из указанных защит якорь двигателя отключается от питающей сети переводится в режим динамического торможения с одновременным наложением электромагнитного тормоза.

Определить длительность цикла работы грузоподъемной лебедки, если фактическая продолжительность включения ПВ%=40%.

При расчете длительности цикла рекомендуются:

а) Длительность разгона и торможения при подъеме и спуске пустою крюка, принять равными соответственно длительности разгона и торможения электропривода при подъеме и опускании груза.

б) Суммарное время выполнения операций п.п. а, б, е, ж, з, м раздела 1.1.2 принять равным 15 сек.

в) Значение высоты подъема и опускания груза Н берется из таблицы № 1.

г) Величину реактивного статического момента сопротивления при подъеме и силовом спуске пустого крюка принять равным 10-15% номинального момента двигателя.

Выбрать ящики сопротивления и составить схему их соединений для всех ступеней пускового реостата и характеристик, обеспечивающих торможение динамическое и противовключением [1, 7.1-7.4; 4, 6.1-6.3].

Перечень графического материала:

- Электрические и функциональные схемы разрабатываемой системы электропривода.
- Статические характеристики электропривода при различных режимах.
- Переходные процессы электропривода при различных режимах.

Руководитель расчетно-графического задания_____/_____/

Задание к исполнению принял_____”____”_____202 г