

ВЫБОР ТЯГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ И ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА

При проектировании дизель-электрического колесного трактора или автобуса встает задача выбора тягового электродвигателя и генератора. Здесь приведены результаты расчетов тепловых режимов основных элементов электропривода для последовательной схемы электропривода. Мощность электропривода в режиме S1 равна примерно 180 кВт. В качестве примера здесь выбран колесный трактор МТЗ (Минск) с асинхронным электроприводом (P_{мех} = 180 кВт). Тяговый двигатель и генератор в этом электроприводе взаимозаменяемые (одна и та же электрическая машина).

Параметры элементов тягового электропривода (колесный трактор, автобус)	Ед. изм.	Синхронный привод (с пост. магнитами)	Асинхронный привод (традиционный)
Тяговый двигатель			
Номинальная мощность (P _{мех} , 1500 об/мин, S1)	кВт	180	180
Расчетная мощность двигателя (габаритная, S1)	кВт	240	185
Кратность пускового момента (от M _{ном} , по хар-ке)	-	3	3
КПД (режим S1, номинальные обороты)	%	≈ 97,5	≈ 95
Коэффициент мощности (cos φ при P _{ном})	-	≈ 1,0	≈ 0,75
Тепловая мощность (потери)	кВт	4,6	9,5
Масса (корпусное исполнение)	кг	320	650
Удельная мощность (S1)	кВт/ кг	0,56	0,28
Тяговый инвертор			
Номинальная мощность (активная, S1)	кВт	≈ 185	≈ 190
Полная мощность (электрическая или установленная)	кВА	≈ 200	≈ 255
Коэффициент использования полной эл. мощности	-	≈ 1,0	≈ 0,75
КПД (электрический, номинальный режим S1)	%	≈ 98	≈ 98
Тепловая мощность (потери)	кВт	4,0	5,1
Тяговый генератор			
Номинальная мощность (P _{ном} , 1750 об/мин, S1)	кВт	190	200
Расчетная мощность генератора (габаритная, S1)	кВт	280	216
КПД (режим S1, номинальные обороты)	%	≈ 97,5	≈ 95
Тепловая мощность (потери)	кВт	4,9	10,5
Масса (корпусное исполнение)	кг	320	650
Удельная мощность (генераторный режим S1)	кВт/ кг	0,59	0,31
Батарея конденсаторов (на шине постоянного тока)	-	нет	да
Выпрямитель (3 фазы)			
Номинальная мощность с выпрямителя	кВт	≈ 195	-
КПД (600 В постоянного тока, режим S1)	%	≈ 99	-
Тепловая мощность (потери)	кВт	2,0	-
Генераторный инвертор-выпрямитель			
		<i>отсутствует</i>	
Номинальная мощность (активная, S1)	кВт	-	≈ 200
Полная мощность (электрическая или установленная)	кВА	-	≈ 267
КПД (электрический, режим S1)	%	-	≈ 98
Коэффициент использования полной эл. мощности	-	-	≈ 0,75
Тепловая мощность (потери)	кВт	-	5,3
Итоговые результаты			
Мощность инвертора (электрическая, установленная)	кВА	200	255+267
Общая масса электрических машин	кг	640	1300
Тепловая мощность в электромашинах (потери)	кВт	9,5	20
Удельная тепловая нагрузка эл. машин (S1, макс.)	Вт/кг	≈ 15,3	≈ 16,2
Тип охлаждения эл. машин и силовой электроники	-	<i>воздушное</i>	<i>водяное (+3 кВт.)</i>
Тепловая мощность в фильтрах и конденсаторах	кВт	2	4
Общая тепловая мощность (S1, P _{ном} = 180 кВт)	кВт	17,5	34,4
Общий КПД электропривода (S1, P_{ном} = 180 кВт)	%	91	84
Мощность дизеля (расчетная, для P_{ном} = 180 кВт)	кВт	≈ 200	≈ 220

Серийные синхронные двигатели с постоянными магнитами (ПМ) уже дешевле, чем традиционные серийные асинхронные моторы, у которых масса примерно в 1,5...2 раза больше. Для асинхронных двигателей требуется тяговый инвертор в 1,4 раза мощнее, чем для синхронных двигателей, а также для асинхронных машин требуется батарея конденсаторов на шине постоянного тока инвертора для обеспечения реактивных токов генератора и двигателя. Для асинхронных моторов требуется в 2 раза более мощная система охлаждения, например, жидкостная, которая для синхронных двигателей с ПМ может вообще отсутствовать при воздушном охлаждении всех элементов электропривода.

Современный синхронный электропривод получается примерно в два раза дешевле и легче, чем асинхронный привод. Для автобуса дополнительно используются накопительные (рекуперативные) аккумуляторы, а для трактора – нет. Стоимость серийного асинхронного электропривода (≈ 200 кВт) для автобуса – до 48 тыс. USD (проект «Русэлпрома»).

Материал подготовил Михалев А. И. (14.06.2013, Минск)

E-mail: orion_mai@inbox.ru Сайт: www.orionmotor.narod.ru