

УДК 621.313

## ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ПРИВОДА С АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ В ТРОЛЛЕЙБУСАХ

Колтун А.Ю., Масло И.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Электропривод – это общее устройство, необходимое для осуществления преобразования электроэнергии в энергию механическую.

Для движения троллейбуса необходим тяговый электродвигатель (ТЭД). Тяговый электродвигатель (или электродвигатели, если их несколько) приводят троллейбус в движение, передавая вращающий момент ведущим колесам, и используется в процессе рекуперативного торможения. Рекуперативное торможение — это торможение, при котором электроэнергия, вырабатываемая электродвигателями, работающими в генераторном режиме, возвращается в сеть при наличии одного или нескольких троллейбусов на этой же сети. Таким образом, работоспособность троллейбуса зависит от ТЭД. Моделирование эксплуатационной надежности ТЭД проявляется важной частью безотказной работы транспортных средств.

Тяговый привод предназначен для создания тяговых и тормозных характеристик. Он содержит узлы контроля и управления сопутствующими аппаратами, и кроме того содержит системы вентиляции тягового привода и тягового двигателя.

В состав тягового привода входят основные узлы:

- блок ИПТ АКСМ33300А-720000.000	1 шт;
- блок БКПП АКСМ321-731000.000	1 шт;
- блок БКЗ АКСМ32102-725000.000-10	1 шт;
- катушка АКСМ 201-731100.000	2 шт;
- контроллер АКСМ33304-340410.000	2 шт;
- элемент сопротивления АКСМ42003А-729000.001	2 шт;
- асинхронный тяговый электрический двигатель	1 шт.

В состав привода входит любой тяговый электрический асинхронный двигатель, имеющий импульсный датчик частоты вращения. Если транспортное средство (ТС) имеет режим маневренного автономного хода, в состав привода должны входить блоки: блок ИПТ-блок инвертора переменного тока, БКПП-блок контакторов полярности, БКЗ-блок контакторов заряда, БАХ-блок автономного хода.

Блок БКПП представляет собой схему из 4-х контакторов, образующих мост и предназначен для коммутации на привод напряжения правильной полярности, а также для защиты оборудования привода и троллейбуса в аварийных ситуациях.

Блок БКПП снимает питание с электрооборудования троллейбуса при обнаружении токов утечек.

Блок БКЗ предназначен для осуществления предварительного заряда конденсатора фильтра блока ИПТ.

Блок ИПТ предназначен для преобразования постоянного напряжения контактной сети в переменный ток, необходимый для питания тягового электродвигателя и обеспечения рекуперации электрической энергии в режиме торможения.

### **Включение привода в режим работы от контактной сети**

Перед включением привода необходимо установить штанги токоприемников троллейбуса на контактную сеть.

Включение привода начинается с подачи напряжения питания +24В на блок ИПТ, БКЗ, БКПП и БАХ (если он установлен) путем включения замка зажигания, установленного под рулевым колесом. При этом будут протестированы все цепи питания блока ИПТ и состояния контакторов блоков БКЗ, БКПП и БАХ во избежание коротких замыканий и не санкционированной подачи напряжения контактной сети.

Включить выключатель, расположенный на блоке выключателей и сигнализации в положение работа от сети. При этом в зависимости от полярности напряжения контактной сети на штангах токоприемников автоматически будет включена группа контакторов полярности или группа контакторов другой полярности.

После включения одной из групп контакторов полярности происходит заряд фильтрового конденсатора блока ИПТ, через зарядный контактор и резистор блока БКЗ до величины равной 75% от напряжения в контактной сети. После чего зарядный контактор отключается и включается линейный контактор. Заряд фильтрового конденсатора управляется алгоритмом, контролирующим правильность заряда. В том числе, если процесс заряда протекает не по установленному алгоритму, выдается ошибка и засвечивается светодиодный индикатор «авария привода» расположенный на блоке выключателей и сигнализации.

При включении одной из групп контакторов полярности напряжения подается на преобразователь – 600/380 В, блок ИПТ анализирует давление в пневматической системе, если давление в пневматической системе низкое блок ИПТ подает сигнал на включение преобразователя и сигнал на включение контактора двигателя компрессора ДК. При достижении давления в пневматической системе нормальной величины и при условии закрытого состояния дверей салоны блок ИПТ приходит сигнал, разрешающий работу привода.

Если в процессе выполнения выше описанных операций не произошло засвечивания светодиодного индикатора «Авария привода» расположенного на блоке выключателей и сигнализации, то все цепи привода включились и привод после осуществления выбора направления движения, расположенный на пульте управления водителя (готов к работе в режиме контактной сети).

### **Какой двигатель стоит на троллейбусах?**

Т.к. в движение троллейбус приводит ТЭД, то мы рассмотрим пример и принцип работы ТЭД переменного тока, на примере модели электродвигателя ТАД-3. (рис. 1).

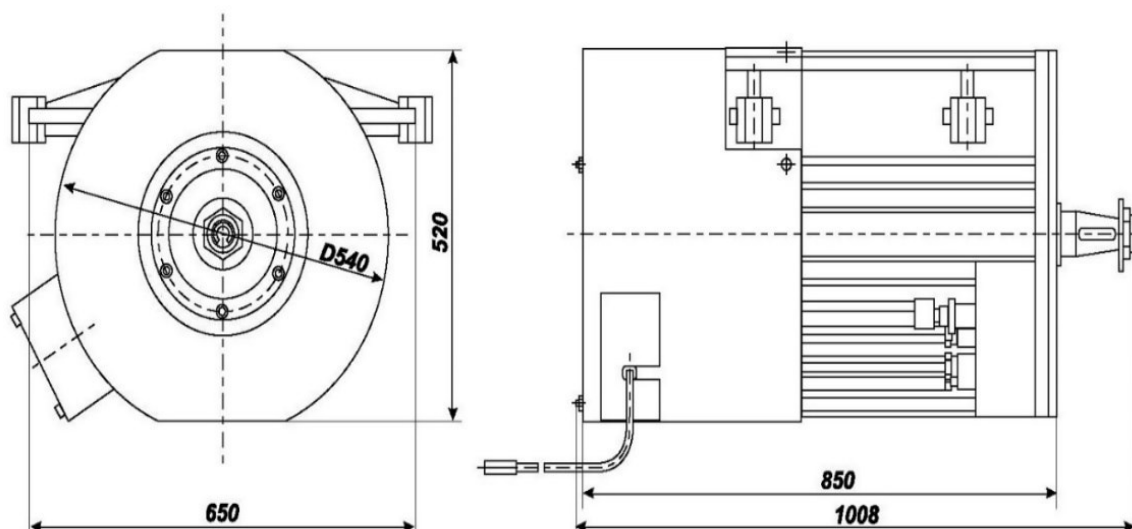


Рисунок 1. Габаритные размеры ГАД-3

Электропривод троллейбуса состоит из электрического двигателя и электронного преобразователя, и систем автоматического управления. На наших троллейбусах в данный момент стоят тяговые электродвигатели переменного тока, работа которых зависит от выдаваемых электрических характеристик преобразователя.

Тяговые асинхронные двигатели, которые применяются в качестве двигателей переменного тока, имеют рабочее напряжение 400В, все они имеют короткозамкнутый ротор и трехфазную обмотку статора, включённую по схеме “звезда”. Они имеют два датчика, которые осуществляют контроль частоты вращения и угла поворота.

При работе данного тягового электродвигателя используется преобразователь переменного тока.

Преобразователь преобразует постоянное напряжение, поступающее из контактной сети, в переменное напряжение, которое необходимо для работы ТЭД. Данный электропривод может работать в большом диапазоне частот и его КПД изменяется от 0,93 до 0,98. В настоящее время на троллейбусах не используются двигателями постоянного тока, так как у них есть ряд своих недостатков.

Электродвигатель типа ГАД-3 предназначен для осуществления привода ведущей оси троллейбуса.

Электродвигатель представляет собой асинхронную машину с короткозамкнутым ротором и трехфазной обмоткой статора. Электродвигатель питается от автономного инвертора напряжения.

Корпус электродвигателя сварной конструкции, выполнен из стали Ст3 В корпус запрессован сердечник статора, набранный из листов электротехнической стали. В полузакрытые пазы, выштампованные в листах

сердечника, уложена полужесткая трехфазная обмотка из провода марки ПСДКТ.

Статор (рис. 2) обмотанный дважды пропитан лаком КО-916К, вакуум-нагнетательным способом и покрыт кремнийорганической эмалью. Класс изоляции обмотки Н.



Рисунок 2. Статор ТАД-3

Ротор (рис. 3) электродвигателя состоит из сердечника, набранного из листов электротехнической стали и запрессованных между двумя нажимными шайбами. В закрытые пазы, выштампованные в листах сердечника ротора, уложены стержни обмотки ротора. По торцам к стержням запрессованы медные или алюминиевые короткозамкнутые кольца.



Рисунок 3. Ротор ТАД-3

На вал ротора насажен вентилятор с зубчатым кольцом для датчика частоты вращения.

Ротор вращается в подшипниках качения, которые установлены в подшипниковых щитах.

Подшипниковые щиты сварные, выполнены из стали Ст3.

На щите установлены 2-а датчика частоты вращения типа *IGT101DC*, концы которых выведены за пределы кожуха на длину 1330(+/-)20мм.

Вентилятор закрыт кожухом, в котором установлена защитная сетка.

Маркировка: на станине электродвигателя установлена табличка, на которой указаны основные параметры, тип, заводской номер, масса и дата выпуска.

Выводные концы электродвигателя, соединенные «звездой», маркируются на маркировочных знаках буквами:

- *U1*-начало первой фазы.
- *V1*-начало второй фазы.
- *W1*-начало третьей фазы.

#### Литература

1. АКСМ321-000000.000 РЭ новое 333 321 Руководство по эксплуатации (с испр. 10.08) Минск 2012.
2. АКСМ321-000000.000РЭ Руководство по эксплуатации электропривода Минск 2012.
3. Мосгортранс Режим доступа: <http://www.mosgortrans.ru/> – Дата доступа: 27.04.2019
4. Богодистый, П. Современный троллейбус: описания устройства и принципа работы / Б. Богодистый // Режим доступа: <https://naukatehnika.com/sovremennyij-trolleybus.html> naukatehnika.comnaukatehnika. – Дата доступа: 01.04.2019