

УДК 621.331.3.024

**НАЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ  
ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА  
PURPOSE AND FEATURES OF TRACTION SUBSTATIONS OF  
ELECTRONSPORT**

А.Э. Мартынович, Д.О. Жаркова

Научный руководитель – А. А. Волков, старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

volkau@bntu.by

A. Martynovich, D. Zharkova

Supervisor – V. Volkau, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** Тяговая подстанция - часть тяговой системы используется электрифицированными железными дорогами, трамвайными и троллейбусными линиями, метрополитенами. Оборудование в тяговой подстанции преобразует электрический ток и изменяет его частоту, а также распределяет энергию в системы*

***Abstract:** Traction Substation - part of the traction system used by electrified railroads, streetcar and trolleybus lines, and subways. The equipment in attraction substation transforms electric current and changes its frequency, and also distributes the power to the system.*

***Ключевые слова:** Тяговая подстанция, контактная сеть, трамвай, диодный выпрямитель, ртутный дуговой выпрямитель.*

***Keywords:** Traction substation, catenary, tram, diode rectifier, mercury arc rectifier.*

### **Введение**

Тяговые подстанции – часть электрической системы, используемая для передачи и преобразования электрической энергии от линий электропередач в контактную сеть, а именно, в контактную сеть трамвая. Контактная сеть – совокупность элементов, которые необходимы для приведения энергии к системе. Обычно контактный привод изготовлен из меди сечением 65-100 мм<sup>2</sup>.

### **Основная часть**

Электрический рельсовый транспорт (трамваи) уже более века является эффективным средством пассажирских перевозок. С технической точки зрения основным преимуществом трамваев является их низкая потребность в энергии, по сравнению с другими механическими транспортными средствами (особенно легковые автомобили). Экологические факторы играют важную роль. Трамваи во своей работы не загрязняют атмосферу с выхлопными газами (например, CO<sub>2</sub>).

Трамвайная тяга может использовать напряжение постоянного тока. Оно получается путем выпрямления переменного напряжения, подаваемого электрической сетью. В самой простой конструкции, используются только диодные выпрямители. Выпрямленное напряжение не является идеальным, оно

всегда содержит пульсирующую (переменную) составляющую. [1] Величина пульсации меняется. Это зависит, от конструкции трансформаторно-выпрямительного агрегата. В 12-импульсной системе используется трехобмоточный трансформатор, состоящий из одной первичной обмотки и двух вторичных обмоток: одна треугольник, а другая звезда. Дисбаланс вторичных обмоток является дополнительным фактором, увеличивающим пульсацию постоянного напряжения. Для выравнивания вторичных боковых напряжений может быть использован сменный кран.

Схема преобразования энергии для трамвайной городской сети показана на рисунке 1. Основная линия питания (переменное напряжение 6, 15 или 20 кВ) поступает от электросети. Тяговая подстанция содержит высоковольтный коммутационный аппарат, устройства, предназначенные для преобразования переменного/постоянного тока, и коммутационную станцию постоянного тока.

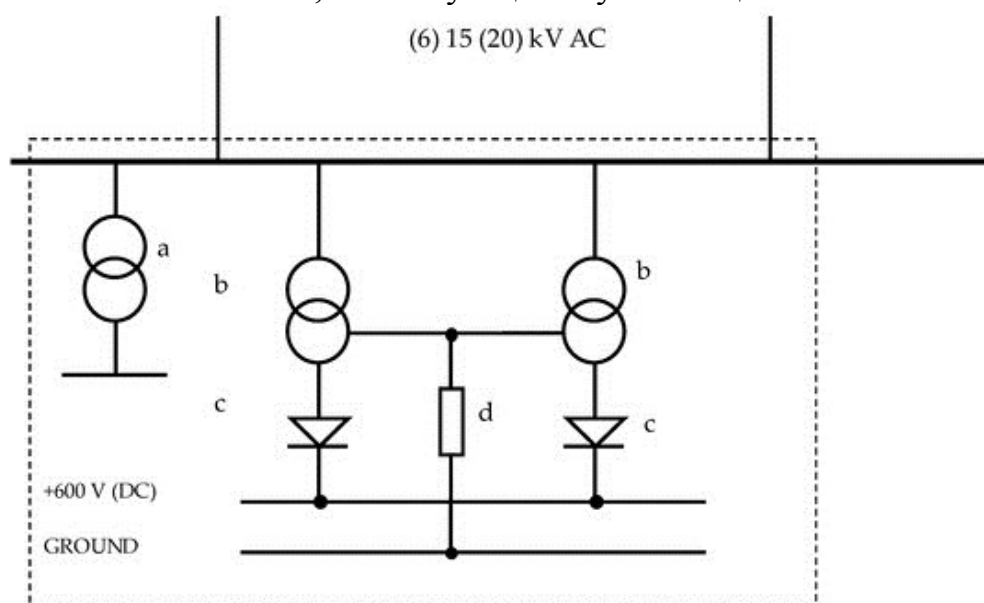


Рисунок 1 Трамвайная тяговая подстанция—упрощенная функциональная схема:  
 а—трансформатор, используемый для нагрузок, отличных от тяговой сети,  
 б—выпрямительный трансформатор, с—выпрямители и d—обратные кабели

Трехфазная система использует трехфазный асинхронный двигатель для привода локомотива, и он рассчитан на 3,3 кВ, 16,7 Гц. Высоковольтная распределительная система при питании 50 Гц преобразуется в эту мощность электродвигателя трансформаторами и преобразователями частоты. Эта система использует две ВЛ, и рельс пути образует еще одну фазу, но это вызывает много проблем на пересечениях и узлах.

Преимущества:

- требуется меньше подстанций
- можно использовать более легкий провод питания накладного тока
- уменьшен вес несущей конструкции
- снижение капитальных затрат на электрификацию.

Недостатки:

- значительные затраты на электрификацию
- повышенная стоимость обслуживания линий

- воздушные провода дополнительно ограничивают зазор в туннелях
- модернизация требует дополнительных затрат, особенно в случае наличия преград и туннелей.

Тяговые подстанции имеют более жесткие эксплуатационные и стабильные ограничения, чем обычные распределительные подстанции. К ним относятся частые короткие замыкания, переходные скачки напряжения, спады и подъемы напряжения. Использование тяговых приводов генерирует значительные гармоники, влияющие на систему питания. [2]

Первоначально тяговые подстанции были оснащены умформерами. Позднее стали применять ртутные выпрямители тока. Ртутный дуговой выпрямитель используется для преобразования переменного тока в постоянный. Он использовался до изобретения твердотельных устройств, называемых тиристорами.

Ртутный дуговой выпрямитель состоял из стеклянной трубки с тремя и более электродами. Когда заданное количество тока нагревается и испаряет ртуть в трубке, уровень мощности может перемещаться через пар на другую сторону. Влияние на форму волны импульса «отрезало» бы начало и конец волны, эффективно действуя подобно диоду. Панель управления могла регулировать уровень отключенного тока, пропуская большую или меньшую мощность. Ртутный дуговой выпрямитель был надежен и мог выдерживать высокие напряжения. Эпоха ртутных дуговых выпрямителей закончилась в 1960-х годах с развитием твердотельных устройств.

### **Заключение**

С помощью тяговых подстанций осуществляется обслуживание наземного электротранспорта, особенно городского: троллейбусы и трамваи. Подстанция преобразует ток, полученный из внешней сети и передает на электротранспорт с помощью контактных проводов или рельс. Чаще всего тяговые подстанции управляются дистанционно, что позволяет им быть полностью автоматизированными.

### **Литература**

1. Esr-energy [Электронный ресурс]/Тяговая подстанция что такое: тяговая подстанция железной дороги — энциклопедия нашего транспорта- Режим доступа: <https://esr-energy.ru/raznoe/tyagovaya-podstanciya-что-такое-tyagovaya-podstanciya-zheleznoj-dorogi-enciklopediya-nashego-transporta.html>– Дата доступа: 10.04.2021.
2. Школа для электрика [Электронный ресурс]/Тяговые подстанции. - Режим доступа: <http://electricalschool.info/elstipod/1640-tjagovye-podstancii.html>. – Дата доступа: 10.04.2021.