СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА

Сидоренко Вячеслав Николаевич

студент 4-го курса

Тайгинский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения»

*Аннотация*: в работе рассмотрены системы однофазного переменного тока 27,5 кВ и система 2×25кВ.

*Ключевые слова:* переменный ток, подвижной состав, выпрямитель, электроэнергия, трансформатор, контактная сеть.

В системе переменного тока на электроподвижном составе стали устанавливать трансформаторы, которые позволяют, как известно, достаточно просто изменять величину напряжения, являются простыми и надежными. После трансформатора устанавливается выпрямитель, а дальше – тяговый электродвигатель постоянного тока. При этом напряжение на тяговом электродвигателе можно значительно понизить, тем самым повысив их надежность, а напряжение тяговой сети повысить, уменьшив потери в ней. Так было и сделано.



Рисунок 1 – Присоединение трансформаторов к общей схеме питающей линии 27,5кВ

На рисунке 1 приведена схема присоединения трансформаторов к общей схеме питающей линии. Благодаря которой напряжение тяговой сети переменного тока повысили до 25 кВ, на шинах тяговой подстанции 27,5 кВ. При этом увеличилось расстояние между тяговыми подстанциями, уменьшилось сечение проводов тяговой сети, а, следовательно, и стоимость системы электроснабжения. На начальном этапе внедрения переменного тока снова возникли проблемы. Дело в том, что выпрямительная техника того времени была несовершенна. Для выпрямления переменного тока использовались ртутные выпрямители. А это достаточно сложные, дорогие и капризные агрегаты даже при работе в стационарных условиях, не говоря уже об их установке на электроподвижном составе. Это еще несколько задержало внедрение переменного тока.

С появлением полупроводниковых выпрямителей эта проблема тоже решилась. Пока шло становление системы переменного тока, система постоянного тока бурно внедрялась на сети железных дорог. Когда все проблемы по переменному току удалось решить, значительная часть дорог оказалась уже электрифицирована на постоянном токе. Таким образом, система электрификации переменного тока является более совершенной и в настоящее время принята основной. По нормам проектирования постоянный ток должен применяться для завершения электрификации направлений, ранее электрифицированных на этом токе и для электрификации участков, примыкающих к таким направлениям. Кроме того, в настоящее время разработана система тягового электроснабжения переменного тока 2×25 кВ. При этом напряжение питающей сети увеличено до 50 кВ, а напряжение в контактной сети сохранилось прежним 25 кВ. По этой системе электрифицирована Байкало-Амурская магистраль и ряд участков в центре России. В местах стыкования систем постоянного и переменного тока устраиваются станции стыкования, где происходит смена локомотивов переменного и постоянного тока.

Кроме того, существуют электровозы двойного питания, на переменный и постоянный ток, но в нашей стране они имеют ограниченное применение. Развитие полупроводниковой и микропроцессорной техники позволило снять ограничения на применение на электроподвижном составе двигателей переменного тока. Эти двигатели, особенно асинхронные, являются простыми и надежными. В настоящее время выпущены электровозы и электропоезда с двигателями переменного тока, ведутся дальнейшие исследования в этом направлении.

Контактная сеть на станции стыкования может переключаться на любой род тока - полностью или по частям. При этом электровоз, например, постоянного тока, подходит к станции, ему подают в контактную сеть постоянный ток, он передвигает состав на заданный путь (если пассажирский - то к платформе), отцепляется, уходит на свою стоянку (где только постоянный ток), после этого ток в контактной сети переключается на переменный, со своего места приходит электровоз переменного тока и прицепляется к оставленному составу. Ещё существуют двухсистемные электровозы, которым всё равно под каким родом тока ехать. Но они довольно дорогие и их мало.

Дальнейший рост грузонапряженности железных дорог, повышение массы поездов до 10 тысяч тонн, внедрение многократной тяги мощными электровозами создают трудности в электроснабжении и при переменном токе напряжением 25 кВ. Самым радикальным способом усиления электрифицированных линий в таких условиях, как уже отмечалось, было бы повышение напряжения в контактной сети, но это связано с большими капитальными затратами на усиление изоляции, постройку принципиально новых электровозов, реконструкцию некоторых постоянных устройств.

Изучение возможных путей совершенствования системы переменного тока выявило перспективность варианта электроснабжения 2×25 кВ (рисунок 2). При этом на тяговой подстанции устанавливают тяговые трансформаторы Тр1 и Тр2, с двумя вторичными обмотками; номинальное напряжение каждой из них, как и на подстанции дорог переменного тока, равно 27,5 кВ. Обмотки соединены последовательно, а их общие точки присоединены к тяговым рельсам.



Рисунок 2 - Присоединение трансформаторов к общей схеме питающей линии 2×25кВ

Выводы первой секции подключены к дополнительному питающему проводу, выводы второй секции — к контактному проводу.

Следовательно, между контактным и питающим проводом напряжение составляет 50 кВ, но по отношению к рельсам (к земле) провода имеют напряжение 25 кВ.

Для передачи электроэнергии к электровозам на расстоянии около 10 км друг от друга устанавливают автотрансформаторы ATр1, АТр2 ... с коэффициентом трансформации 2.

Энергия для питания электровоза, находящегося между двумя автотрансформаторами, от тягового трансформатора, по дополнительному питающему и контактному проводу передается к автотрансформаторам ATр1 и АТр2, которые понижают напряжение до 25 кВ. По тяговой сети оно подводится к электровозу. Если электровоз находится в середине участка между автотрансформаторами, то от каждого из них к тяговой сети проходит ток 0,5Iэ, а по дополнительному питающему и контактному проводу — ток, равный 0,25 А так как напряжение между ними вдвое больше.

В результате потери напряжения значительно уменьшаются. Они становятся еще меньше при двухстороннем питании.

Расчеты показали, что в системе 2×25 кВ расстояние между смежными подстанциями может составить 70— 80 км. Такая система может быть особенно эффективна для электрифицируемых участков БАМа, на которых, учитывая малонаселенность, необходимо максимально увеличивать расстояние между соседними тяговыми подстанциями.

Уменьшение силы тока в контактной сети за счет применения высокого напряжения 25кВ. Следствие - более длинные интервалы между тяговыми подстанциями и уменьшение количества самих подстанций. Любое необходимое напряжение на электровозе и электропоезде можно получить за счет трансформатора, который имеет КПД, близкий к 100% и очень высокую надежность, (при постоянном токе для этих целей используются электромашинные преобразователи (мотор-генераторы) или электронные статические преобразователи, которые дороги и ненадежны.

На переменном токе на электровоз можно передавать гораздо большую мощность, чем на постоянном. Отсюда и ограничение 200км/ч для скоростных поездов на постоянном токе. Контактная сеть переменного тока можно использовать, как резервное питание для устройств СЦБ. На постоянном токе кроме основной ВЛ СЦБ на опоры контактной сети еще вешают ВЛ ПЭ. На переменном токе проще погасить электрическую дугу, которая возникает при проходе секционных изоляторов, при пробое воздушных промежутков (молниезащита), при переключениях мачтовых разъединителей, поскольку дуга может сама погаснуть при переходе фазы через нулевое значение, причем вне зависимости от наличия в цепи реактивных сопротивлений. На постоянном токе наличие реактивных сопротивлений только усугубляет ситуацию с дугогашением. Проще конструкция тяговых подстанций.

Нетрудно догадаться, что один мощный выпрямитель гораздо ненадежнее, чем выпрямитель на порядок меньшей мощности на каждом электровозе, мотор-вагоне.

Список литературы

1 Карякин Р.Н. Тяговые сети переменного тока: 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт - 1983 г , 279 с.

2 Звездкин М.Н. Электроснабжение электрифицированных железных дорог: Учебник для техникумов ж.-д. трансп. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1989. - 184 с., ил., табл.

1. Электрические системы. Режимы работы электрических систем и сетей /Под ред. В. А. Веникова. М.: Высш. школа, 1975. 344 с.
2. Голубев А. Ф. Как повысить эффективность системы 2x25 кВ// Электричество и тепловозная тяга. 1982. № 5. С. 32—33.

5 Кузнецов В. П., Клепачевский А. А. Осваиваем систему 2х25 кВ // Электричество и тепловозная тяга. 1983. № 12. С. 33—34.