



Аржанников Б.А. директор  
НПП «Электромаш», профессор,  
доктор технических наук, член корр.  
АЭН РФ, заслуженный работник  
транспорта РФ

**Реальность и перспектива: тягового электроснабжения для  
пропуска тяжеловесных поездов; электроснабжения устройств  
СЦБ для повышения безопасности движения**

**1. Проблемы системы тягового электроснабжения постоянного тока**

Рост объема перевозок делает все более актуальной задачу повышения пропускной и провозной способности электрифицированных железных дорог, связанной с повышением скорости движения и увеличением массы поездов на главных грузонапряженных направлениях до 6000-12000 т.

При вождении скоростных и тяжеловесных поездов возникают ограничения пропускной способности по устройствам электроснабжения. В первую очередь это относится к грузонапряженным участкам, электрифицированным на постоянном токе 3,0 кВ.

Казалось бы, необходима существенная реконструкция системы электрической тяги постоянного тока 3,0 кВ. Однако, установленные в системе большие мощности дают основание утверждать о ее жизнеспособности и в условиях увеличивающихся транспортных потоков, исследовать пути рационального использования этой мощности. При этом должны быть максимально реализованы преимущества и достоинства системы с минимальными дополнительными капитальными вложениями.

Опыт разработок и исследования ВНИИЖТа, учебных институтов, многих железных дорог, зарубежных организаций и фирм показывает, что устра-

нение ограничений по напряжению и токовым нагрузкам в контактной сети системы электротяги 3 кВ может быть решено с наименьшими затратами с помощью систем и устройств автоматического регулирования выпрямленного напряжения.

Радикальным средством решения проблемы совершенствования системы электроснабжения электрической тяги постоянного тока 3 кВ является создание системы управляемого электроснабжения.

Работы по совершенствованию системы электроснабжения постоянного тока 3,0 кВ проводились с 1967 г. под руководством ЦЭ МПС и по приказам МПС СССР с участием ПО «Уралэлектротяжмаш» (ПО УЭТМ), служб электрификации и электроснабжения Свердловской и Южно-Уральской железных дорог, Проектно-изыскательского института «Уралгипротранс» (УГТ), проектно-конструкторского бюро по электрификации железных дорог ПКБ ЦЭ МПС и Московского электромеханического завода МЭЗ ЦЭ МПС.

Научные разработки проводились Уральским электромеханическим институтом инженеров железнодорожного транспорта, а в дальнейшем научные разработки и технические реализации – НПП «Электромаш».

Технической основой для создания управляемого электроснабжения служит выпускаемое с 1968 года ПО УЭТМ тяговое трансформаторное оборудование с бесконтактным автоматическим регулированием выпрямлен-



ного напряжения тяговых подстанций: трансформаторы ТДПУ-20000/10(35), ТДП-16000/10(35), ТРДП-16000/10(35), реакторы РТДП-6300/10(35) (рис. 1) и шкафы автоматического регулирования

напряжения типа ШАУН (рис. 2). Для автоматического управления



шкафами ШАУН с целью изменения выпрямленного напряжения тяговых подстанций разработана система регулирования напряжения в контактной сети «Сирена». При этом следует подчеркнуть, что стоимость управляющих и регулирующих устройств неизме-

римо меньше, чем строительство дополнительных подстанций.

Руководство работами по созданию и внедрению регулируемого трансформаторного оборудования на сети ж. д. страны осуществлял начальник ЦЭ МПС Сердинов С.М.

На начальном этапе работ управляемые реакторы уменьшили коэффициент мощности регулируемого преобразовательного агрегата. Почти дословные слова С.М. Сердинова «я разрешил, но и могу надвинуть могильную плиту на ваши разработки». Через шесть месяцев после введения оптимального управления реакторами и проверки их в эксплуатационных условиях коэффициент мощности был резко повышен и доложен автором этой публикации С.М. Сердинову. Работы были продолжены.

Значительный вклад во внедрение регулируемых преобразовательных трансформаторов на направлении Называевская – Свердловск – Пермь - Чепца внесли начальники и главные инженеры службы электрификации и электроснабжения Свердловской ж. д., работающие и ныне в сфере железнодорожного транспорта, Мишарин А.С., Якимов Г.Б., Федотов А.А, Набойченко И.О., Вербицкий В.А.

Регулируемые преобразовательные трансформаторы были установлены на ряде участков Свердловской, Южно-Уральской, Западно-Сибирской, Северо-Кавказской, Львовской и Октябрьской железных дорог. Первый регулируемый трансформаторный агрегат был нами испытан в автоматическом режиме и включен в эксплуатацию на тяговой подстанции Смычка Свердлов-

ской ж.д. в 1967 г., а на Октябрьской ж. д. включен в эксплуатацию на тяговой подстанции Померанье в 1977 году.

При электрификации участка Богданович – Тюмень за счет применения регулируемых преобразовательных агрегатов институтом УГТ спроектировано 14 тяговых подстанций (вместо 18 без регулирования напряжения) с экономией по капвложениям 3716 тыс. руб в ценах 1978 г. На этом участке на направлении Тюмень – Свердловск был в 2005 г. пропущен тяжеловесный состав массой 12000 т.

В настоящее время Департаментом электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» и Свердловской ж. д. принято решение о доукомплектовании тяговых подстанций участков с тяжелым горным профилем Свердловской ж. д. регулируемые преобразовательными трансформаторами с заменой шкафов ШАУН 3-У4 прежней конструкции, проработавших более 20 лет и требующие наладки при пуске и подстройки в процессе эксплуатации, на выпускаемые НПП «Электромаш» шкафы ШАУН-5 и «Сирена», представленные на фото 2. Шкафы ШАУН-5 и «Сирена» необслуживаемые и не требуют наладки при вводе в эксплуатацию.

Разработанное оборудование автоматическим изменением выпрямленного напряжения позволяет осуществлять пропуск тяжеловесных поездов за счет принудительного автоматического перераспределения мощности трех соседних тяговых подстанций. Такой режим работы подстанций был опробован на тяговой подстанции Аксариха Свердловской ж. д. в 1987 году.

Для протяженных фидерных зон, когда автоматическое регулирование напряжения не обеспечивает пропуск тяжеловесных поездов, была разработана и институтом УГТ в 1990 году спроектирована для станции ЮГ Свердловской ж. д. одноагрегатная регулируемая тяговая подстанция (одноагрегатный регулируемый тяговый блок).

Разрабатываемые в 1960-70<sup>х</sup> годах различные вольтодобавочные устройства, в том числе и пункт повышенного напряжения ППН-6, созданный в 1971 году Т.П. Третьяком, были предназначены в основном для тяговых подстанций с нерегулируемыми преобразовательными агрегатами устаревших

конструкций.

При необходимости усиления фидерных зон агрегатами мощностью меньшей, чем 12500 или 16000 кВ·А производственным объединением «Уралэлектротяжмаш» в 1992 году был разработан регулируемый трансформаторный агрегат мощностью 6300 кВ·А с изоляцией в сухом исполнении ТРСЗПА-6300/10. Ведутся работы по повышению мощности и напряжения до 35 кВ «сухих» (без масла) трансформаторов.

## 2. Повышение надежности электроснабжения сигнальных точек СЦБ

НПП «Электромаш» выпускает «Комплектную трансформаторную подстанцию с однофазным трансформатором с литой изоляцией КТПОЛ-1,25/10(6)-0,22-У1» мощностью 1,25 кВ·А, используемую для приема и преобразования электрической энергии однофазного переменного тока частотой 50 Гц напряжением 10 (6) кВ в напряжение 0,22 кВ и предназначенную для питания сигнальных точек СЦБ и других однофазных потребителей.



На раме (фото 3) высотой 1640 мм с отверстиями для крепления на опорах ЛЭП или контактной сети устанавливается следующее оборудование: ограничители перенапряжений ОПН, разъединители на базе предохранителя

ПКБ-10-0,5-0,15У1, трансформатор ОЛ-1,25/10(6)-У1 с литой изоляцией и блок контроля и управления БКУ. Оборудование подстанции неремонтно-пригодное, практически необслуживаемое.

Подстанция обеспечивает: поддержание выходного напряжения в пределах требования ПТЭ 198-231В; надежную защиту цепей нагрузки от перегрузки и токов короткого замыкания, а также от грозовых и коммутационных

перенапряжений в первичной и во вторичной цепях; многократное АПВ цепи нагрузки; диагностику работы подстанции и надежную работу основного оборудования подстанции в течении 25 лет (блока БКУ – в течении 12,5 лет).

К концу 2005 года для железных дорог России от Калининграда до Сахалина НПП «Электромаш» выпустил по программам «Ресурсосбережение» и «Безопасность движения поездов» 5919 шт. подстанций и концу 2006 года дополнительно выпустит около 2000 шт.

На электрифицированных участках переменного тока для обеспечения надежного электроснабжения сигнальных точек, питающихся по ЛЭП-10 от обмотки 11 кВ трансформатора ТДТНЖУ-25000/110, НПП «Электромаш» приступил к выпуску вместо блока БКУ стабилизатора напряжения с приданием ему всех функций блока БКУ. На фото 4 стабилизатор показан отдельно от подстанции. Стабилизатор также предназначен для линий СЦБ с глубоким (из-за слабых питающих сетей) понижением напряжения.



Дальнейшим этапом повышения надежности питания сигнальных точек СЦБ является выпуск «Комплектной преобразовательной подстанции КПП-1,25/4-0,22-У1» с питанием ее от контактной сети постоянного тока (фото 5). Оборудование подстанции (роговой разрядник с за-

короченными медной проволокой рогами, ОПН-3-УХЛ1 и преобразователь ИВП-4000) монтируется на раме и крепится на опоре контактной сети. Преобразователь ИВП-4000 стабилизирует напряжение переменного тока 220 В частотой 50 Гц при изменении напряжения в контактной сети от 2400 до 4000 В и в дальнейшем позволяет отказаться от оборудования и ЛЭП ВЛ-СЦБ, как объекта с частыми отказами и значительными затратами на обслуживание.

### 3. Перспективные разработки НПП «Электромаш»

- Департаментом электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» предложено НПП «Электромаш» разработать оборудование для усиления электрифицированных участков переменного тока 25 кВ, на 69<sup>ти</sup> фидерных зонах которых уже при существующих размерах движения требуется повышение и регулирование напряжения. НПП «Электромаш» совместно с компанией «Энергомаш ЮКА Лимитед» (инженерный центр г. Екатеринбург) разрабатывает устройство, обеспечивающее повышение и регулирование напряжения и, кроме того, - более равномерную токовую нагрузку фаз питающей сети.

- Разработан и изготовлен полупроводниковый быстродействующий выключатель постоянного тока для тяговых подстанций, находящийся в процессе испытаний.

Разрабатываются:

- телеавтоматическая защита опор контактной сети постоянного тока (ТАЗО);

- блоки управления и контроля для «Комплектных трансформаторных подстанций КТПОЛ» на напряжение 10 (6) кВ с мощностью 2,5 и 4 кВ·А;

- преобразователь напряжения постоянного тока 4,0 кВ в однофазное напряжение переменного тока 0,22 кВ для подстанции КПП-4/4-0,22-У1 мощностью 4 кВ·А;

- однофазный трансформатор с сухой изоляцией ОС-1,25/10(6) с разрешенным Департаментом электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» расширенным диапазоном регулирования плюс 10% минус 15%.

- разработан и изготовлен более надежный трансформатор ОСЗ-1,25/27,5 для выпускавшейся ранее НПП «Электромаш» «Комплектной трансформаторной подстанции КТПОЛЗ-1,25/27,5-0,22-У1» (фото 3). Новая подстанция КТПОСЗ-1,25/27,5-0,22-У1 после разрешения Департаментом электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» готова для установки в опытную эксплуатацию.