

Уральские выставки



ДЕСЯТАЯ

Международная научно-практическая конференция

**ПРОБЛЕМЫ И ДОСТИЖЕНИЯ
В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ**

ПДЭ - 10

в рамках выставки

«Энергетика и электротехника - 2011»

16 - 18 ноября 2011 г.

Екатеринбург, Россия

ПУТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПОДСТАНЦИЙ АЛЮМИНИЕВЫХ ЗАВОДОВ РОССИИ

А.В. Бобков

ООО «Альстом Грид – Русал Электроинжиниринг», г. Екатеринбург

В настоящее время все производство первичного алюминия в России сосредоточено в ОК РУСАЛ

- крупнейшей в мире алюминиевой компании с производством свыше 4 млн. тонн в 2010 году. Однако в полной мере современными производствами являются лишь Хакасский алюминиевый завод (300 тыс. т) и V серия Иркутского алюминиевого завода (166 тыс. т) – единственные алюминиевые заводы, построенные в России после развала СССР. Основные же производства: Братский и Красноярский алюминиевые заводы (по 1 млн. т каждый) вступили в строй в 60-е годы теперь уже прошлого века.

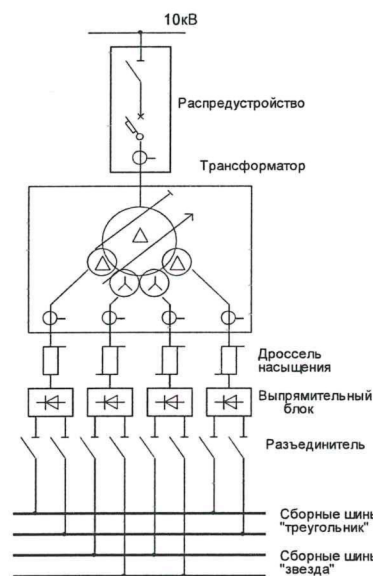


Рис. 1

Агрегаты имеют свободную компоновку, трансформатор устанавливается на открытом воздухе, а остальное оборудование размещается в капитальном здании кремниевой преобразовательной подстанции - КПП. Первый этаж здания КПП занят сборными шинами постоянного тока, РПТ и ДН. Выпрямительные блоки установлены на втором, а порой и на третьем этаже КПП, причем длина шин переменного тока может достигать до двенадцати метров. Катодные и анодные части выпрямительных блоков, выполненных по мостовой схеме, располагаются в отдельных стальных шкафах, вытянутых в одну линию.

Типовая КПП состоит из восьми выпрямительных агрегатов, Шины 10 кВ запитаны от понизительного трансформатора 220/10 кВ, установленного на головной понижательной подстанции (ГПП). Трансформатор 220/10 кВ имеет две вторичных обмотки, каждая из которых питает четыре выпрямительных агрегата.

Однолинейная схема выпрямительного агрегата, применяемого на Братском (БрАЗ) и Красноярском (КрАЗ) алюминиевых заводах, приведена на рис.1. В состав агрегата входят преобразовательный трансформатор ТДНП-40000/10, выпрямительные блоки БВДД-6300/850, местный щит управления МЩУ. Выпрямительные агрегаты, установленные на БрАЗе, снабжены дросселями насыщения ДН-8000/50. На КрАзе дроссели насыщения установлены только на части выпрямительных агрегатов. Подключение выпрямительных блоков к сборным шинам производится разъединителями РВР-20/6300.

Основные технические характеристики выпрямительного агрегата:

- напряжение питания: 10 кВ;
- выпрямленное напряжение: 850 В;
- выпрямленный ток: 25000 А;
- диапазон ступенчатого регулирования напряжения: (40-100)%;
- величина выпрямленного напряжения, регулируемое ДН: 50 В;
- схема выпрямления: мостовая;
- эквивалентная пульсность выпрямления: 12

Начатая реконструкция некоторых КПП сводится к замене силовых элементов преобразовательных агрегатов на более мощные. При таком подходе сохраняются все недостатки преобразовательных подстанций, с момента проектирования которых прошло несколько десятков лет. Перечислим основные из них.

- Поскольку регулирование напряжения преобразовательных трансформаторов ведется по первичной обмотке, глубина регулирования напряжения ограничена. На практике она составляет порядка 60%. На эту же величину приходится завышать габаритную мощность преобразовательного трансформатора.

- Дополнительное разделение частей вторичной обмотки "звезда" и "треугольник" на две была вынужденной для ограничения аварийных токов через диоды. С появлением мощных полупроводников необходимость в этом отпала. Наличие в вытянутых в одну линию выпрямительных блоках 24-х вводов переменного тока и 8-ми выводов постоянного тока вынуждает сокращать изоляционные промежутки между токоведущими частями.

- Неоправданно длинная ошиновка переменного тока между трансформаторами и выпрямительными блоками приводит к дополнительному падению напряжения до 15 В. При такой длине на длительности коммутации разных фаз начинает сказываться несимметричное расположение шин, что приводит к неравенству межкоммутационных интервалов и появлению неканонических гармоник в напряжении сети.

- На сибирских алюминиевых заводах применяется одноконтурное воздушное принудительное охлаждение выпрямительных блоков. Для очистки охлаждающего воздуха используются фильтры различных типов. В условиях загрязненной атмосферы, причиной которой являются глиноземная пыль и выбросы цехов подготовки анодной массы, содержание фильтров сопряжено с большими эксплуатационными расходами. Как показывает опыт эксплуатации, все равно приходится проводить периодическую трудоемкую чистку выпрямительных блоков. Кроме того, ввиду недостаточной очистки воздуха в выпрямительные блоки попадает токопроводящая пыль, вызывая короткие замыкания и пожары.

- Мощность, передаваемая по сети 10 кВ, велика для этого класса напряжения. В результате сеть 10 кВ алюминиевого завода фактически приобрела характеристики генераторной сети с соответствующими высокими токами к.з. и скоростями переходного восстановления напряжения (СПВН). В результате приходится устанавливать дорогие элегазовые генераторные выключатели, но, как показал опыт КрАЗа, и тут не обошлось без проблем.

Не остались в стороне и технологи. Электролизеры, первоначально спроектированные на работу с током 156 кА в настоящее время эксплуатируются с током 175 кА, напряжение серии вплотную приблизилось к 1000 В. При этом понизительный трансформатор 220/10 кВ оказывается загружен на 98%. Более того, введение технологии «кинертного анода» вдохнет вторую жизнь в применяемый электролизер С8-БМ, с перспективой подъема тока до 195 кА. Ни одна из существующих КПП БрАЗа и КрАЗа к этому не готова. Встает вопрос о коренной модернизации системы электроснабжения.

Возможны следующие пути решения:

- модернизация в рамках «устоявшейся» системы электроснабжения;
- переход к агрегатам другой компоновки;
- коренное изменение системы электроснабжения.

Модернизация в рамках «устоявшейся» системы электроснабжения.

Для соответствия современным требованиям на большинстве существующих КПП необходимо заменить: головной понизительный трансформатор 220 кВ, выпрямительные трансформаторы, выпрямительные блоки, системы управления и измерения, все коммутационное оборудование в сети 10 кВ и постоянного тока. То есть,

фактически, заменить силовое все электрооборудование. При этом все вышеперечисленные недостатки существующей компоновки лишь усугубятся.

Переход к агрегатам другой компоновки

В настоящее время возможно создать компактный выпрямительный агрегат на ток до 120 кА и напряжение до 1500 В (приведены параметры по постоянному току). Применение этого решения без изменения схемы электроснабжения наткнется на непреодолимое препятствие – питающее напряжения 10 кВ. Уменьшение тока единичного выпрямительного агрегата до 40 кА возможно, но технически и экономически нецелесообразно.

Коренное изменение системы электроснабжения

Наиболее перспективным решением является переход на другой, более высокий, класс напряжения, что позволит снять ограничение по условию единичной мощности выпрямительного агрегата. Эта тенденция проявилась при строительстве Саяногорского алюминиевого завода (САЗ) в 80-х годах 20 века. Промежуточное напряжение было повышено до 20 кВ, что позволило установить агрегаты с единичным током 55 кА. Современные технологии позволяют отказаться от промежуточного напряжения, запитывая выпрямительные агрегаты непосредственно от напряжения 110 кВ или 220 кВ. Именно по этой технологии была построена КПП Хакасского алюминиевого завода (ХАЗ) и строятся КПП Тайшетского и Богучанского алюминиевых заводов. Оборудование для всех этих заводов изготовлено концерном ALSTOM. Основные параметры агрегата: напряжения питания 220 кВ, номинальный выпрямленный ток 85 кА, (ХАЗ: 80 кА) номинальный выпрямленное напряжение 1750 В. Внешний вид агрегата 80кА представлен на рис. 2.

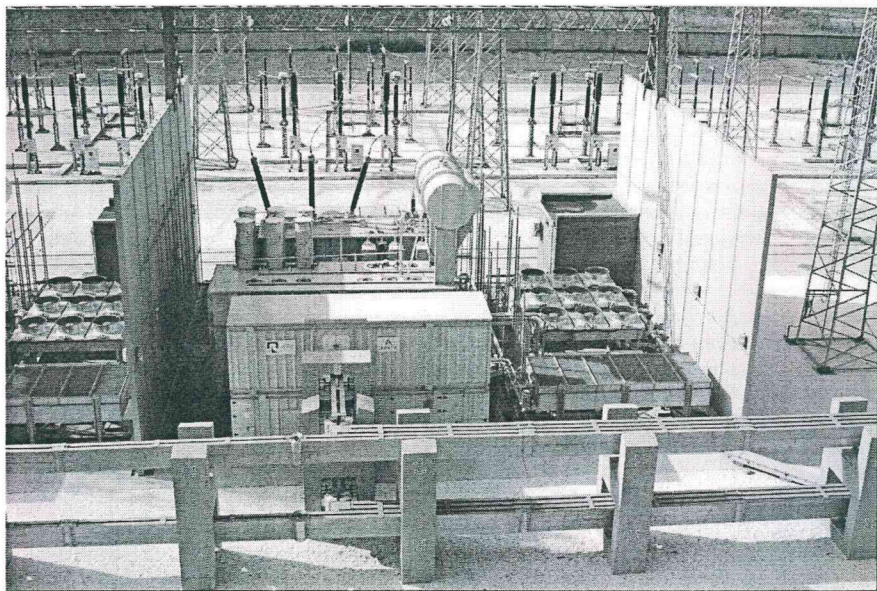
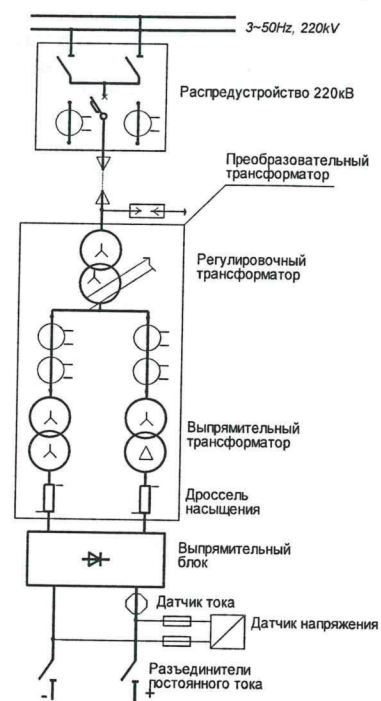


Рис. 2

На данных сериях установлены мощные электролизеры РА-300 (300 кА) и РА-350 (350 кА).

Для питания серий с током до 195кА предлагается выпрямительный агрегат с более скромными параметрами:

Номинальное напряжение питания:	220 кВ
Максимальное выпрямленное напряжение:	1000 В
Номинальный выпрямленный ток:	66 кА
Количество на КПП:	4
Схема выпрямления:	двойной мост
Фазность выпрямления одного агрегата:	12
Фазность выпрямления КПП:	48
Способ регулирования напряжения:	РПН, ДН
Величина плавного регулирования напряжения ДН :	50 В
Полный диапазон регулирования напряжения:	от 0 до 1000 В
Исполнение трансформатора	однобаковый
Однолинейная схема такого агрегата приведена на рис. 3.	



Для питания серии устанавливается четыре выпрямительных агрегата, что обеспечивает номинальный ток серии при выводе из работы любого из агрегатов. Это позволит:

1. Повысить надежность электрооборудования серии электролиза за счет установки современного оборудования взамен эксплуатируемого десятилетиями.
2. Повысить выходные ток и напряжение подстанции, что обеспечит увеличение тока электролизеров, а также их количество в серии.
3. Довести показатели качества электроэнергии до требований ГОСТа.
4. Значительно сократить потери на преобразование энергии от ввода 220 кВ до выхода постоянного тока.
5. Сократить эксплуатационные затраты и издержки, связанные с аварийными ситуациями, за счет применения высоконадежных переключающих устройств, уменьшения числа выпрямительных агрегатов, внедрения системы охлаждения «вода-воздух», применения системы мониторинга.

Рис. 3