

РЕГУЛИРУЕМЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ТОЛСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТНОГО СТАНА И КАЧЕСТВО ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ

В настоящее время завершается проектирование толстолистного прокатного стана 5000 для ОАО «Выксунский металлургический завод», г. Выкса, Россия.

Комплектная поставка механооборудования и электрооборудования для стана производится фирмой SMS SIEMAG, при этом проектирование и изготовление регулируемых электроприводов осуществляет фирма ABB.

Основным назначением ТЛС 5000 является производство листового проката стали для изготовления электросварных труб большого диаметра 508 мм (20") – 1.420 мм (56") на трубоэлектросварочных станах ОАО «ВМЗ». Листы трубного назначения будут производиться в диапазоне толщины от 7,0 мм до 50,0 мм, ширины от 1.400 до 4.800 мм, длиной до 12.300 мм из сталей категорий прочности K52-K70, L360 - L830, X52-X120.

Стан рассчитан на годовую производительность 1,2 млн. т. листа в год, оборудован двумя нагревательными печами с шагающими балками, установкой гидросбива окалины, одной четырехвалковой клетью с системой CVC^{plus} и противоизгибом, машиной предварительной правки, линией ускоренного охлаждения листов, машинами горячей и холодной правки, холодильником и столом для инспекции листов, а также линией ножиц и линией конечной отделки. Толстолистовой стан имеет номинальную длину бочки 5.000 мм.

Отличительной особенностью электрооборудования данного стана является применение для всех регулируемых электроприводов только электродвигателей переменного тока, как синхронных, так и асинхронных.

Главный привод реверсивной клетки с индивидуальным приводом валков от синхронных электродвигателей по 12000 кВт получает питание от преобразователей частоты (ПЧ) типа ACS 6000 SD, собранных на базе полностью управляемых IGCT (Insulated Gate Commutated Thyristor) тиристорных с системой водяного охлаждения.

Питание каждого электродвигателя валков осуществляется от трех блоков преобразователя частоты, реализующих эквивалентную 18-ти пульсную схему преобразования за счёт использования силовых трансформаторов с разными группами соединения обмоток, при этом вторичные обмотки двух из трех трансформаторов выполнены по схеме «Зигзаг»

Необычным для нашей практики является последовательное соединение первичных обмоток трансформаторов при подключении к сети 10 кВ (рис. 1). Такое решение позволяет уменьшить количество питающих ячеек на РУ 10кВ, увеличивая надежность электропривода при уменьшении общих стоимостных показателей, а 18-ти пульсная схема преобразования положительно влияет на генерируемые в сеть гармоники.

Ниже приведена упрощенная схема силовых цепей питания одного из электродвигателей клетки (рис. 2).

Выпрямитель – 3-уровневый автономный инвертор напряжения, используемый в качестве активного выпрямителя, конструкция без плавких предохранителей. Расчетная макс. выходная мощность 3x11 МВА. Инвертор типа ACS 6000 - INU 33 МВА состоит из 3 отдельных блоков по 11 МВА включенных «жестко параллельно».

Суммарная макс. выходная мощность 33 000 кВт. Средняя частота ШИМ (с DTC) 350 Гц. Потребность в воде для охлаждения 160 л/мин. Допустимая перегрузка преобразователя по отношению к номинальной мощности двигателя составляет: 115% длительно и 225 % в течение 30 сек.

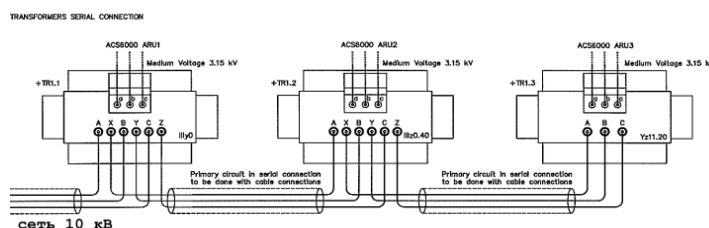


Рис. 1

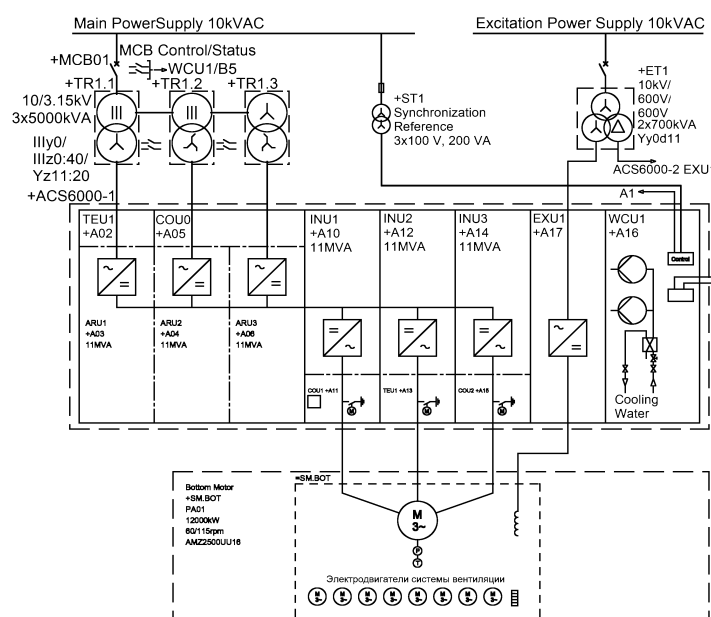


Рис. 2

Следует отметить, как положительное, решение по размещению рядом с электродвигателями индивидуальных насосных установок систем смазки подшипников электродвигателей и промежуточного шпинделя.

Учитывая опыт ввода в работу подобных преобразователей, было уделено большое внимание гармоническому составу в сети при работе электроприводов.

Так, например, на стане 1680 МК «Запорожсталь», где были применены аналогичные приводы, коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения достигал 17% U_n , при этом в области 3500-5000 Гц наблюдался режим резонансного усиления гармонических составляющих.

На основе анализа результатов проведенных измерений показателей качества электроэнергии, расчетов частотной характеристики электрической сети, фирмой АВВ был выбран и установлен широкополосный фильтр 23-ой гармоники генерируемой мощностью 2,8 МВАр.

При вводе в работу литейно-прокатного комплекса в г. Выкса, Россия, также возникли серьезные трудности при работе подобных приводов с преобразователями частоты, влияющие на работу и надежность самого преобразователя частоты.

Расчетные данные приведены на рис. 3, фактически гармонический состав оказался другим (рис. 4). Т.е. величина гармонических составляющих выше 35 оказалась выше расчетной, а генерируемые гармоники приводили к отказу в работе устройств мягкого пуска других механизмов стана.

Для стана 5000 фирма АВВ представила также расчетные значения генерируемых преобразователями частоты гармоник, рис. 5 и рис. 6. При этом даже расчетные значения высших гармонических составляющих превышают допустимый уровень гармоник в соответствии с ГОСТом.

Мы обратили внимание фирмы АВВ на необходимость учета всех цепей, содержащих конденсаторы на секциях шин 10 кВ, конденсаторов в звене постоянного тока преобразователей частоты, для правильного определения генерируемых гармоник и их подавления не только до 35 Гц, но при более высоких частотах в соответствии с ГОСТ 13107-97.

Одним из средств борьбы с высшими гармоническими является изменение частоты модуляции выпрямителей и инверторов. Рассмотрим также решения фирмы АВВ для преобразователей частоты мощностью от нескольких кВт до 1000 кВт.

Следует отметить широкое применение для приводов стана 5000 преобразователей частоты с общим выпрямителем на несколько инверторов, а также прямое параллельное включение как выпрямительных так и инверторных модулей, рис. 7, и 8, для получения необходимой мощности преобразователя.

Выпрямительные модули выполнены, как нерегулируемые. Данное решение значительно уменьшает стоимость источников питания.

Обращает на себя внимание исполнение шкафов с автоматами для многодвигательного привода. На эти шкафы приводятся не только силовые кабели, но и кабели для всевозможных датчиков: датчики импульсов, устройства контроля температуры обмоток электродвигателей и другие. Схема шкафа приведена на Рис. 9. Как видно из схемы, кроме автомата в цепи двигателя установлен контактор, который отключает двигатель при перегреве. Такое решение привело к существенному увеличению габаритов шкафов, что создало трудности с их размещением на линии стана.

Вызывает сомнение рекомендация фирмы поставщика о размещении этих шкафов в кабельных тоннелях, что весьма затрудняет эксплуатацию и их обслуживание, а также прокладку кабелей в тоннеле. Данная рекомендация нами была отвергнута.

Поставляемое фирмой АВВ на стан 5000 электрооборудование является современным и позволит, при решении вопроса о высших гармонических составляющих, обеспечить реализацию всех технологических задач прокатки.

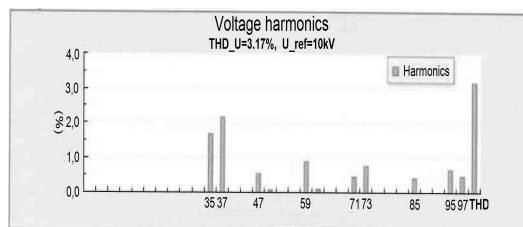


Рис. 3

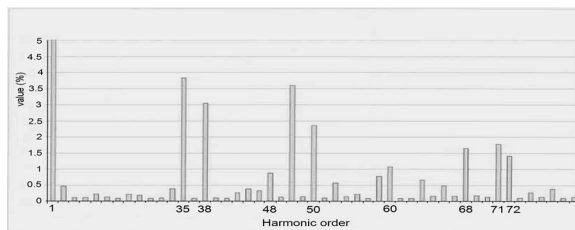


Рис. 4

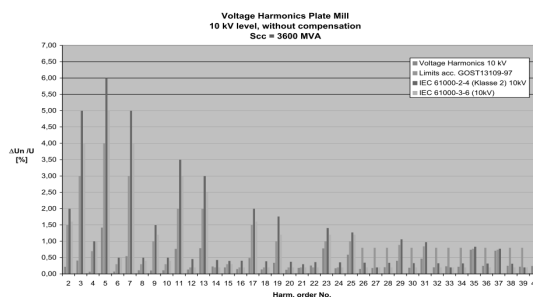


Рис. 5

3Voltage harmonic distortion

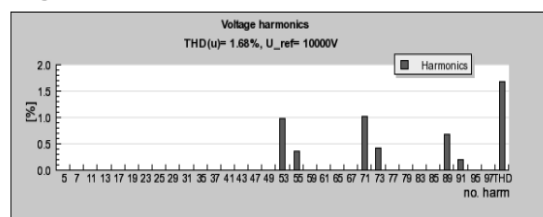


Рис. 6

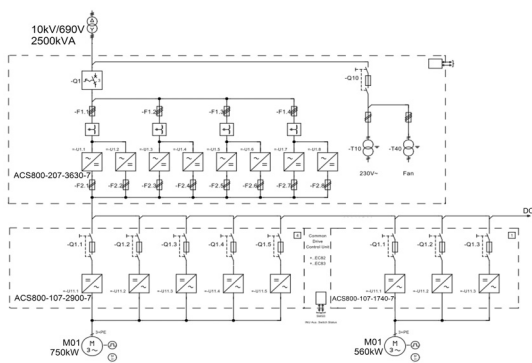


Рис. 7

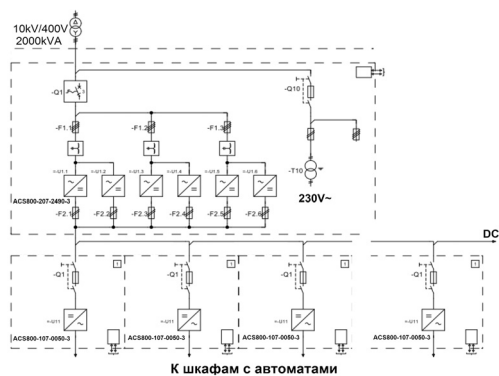


Рис. 8

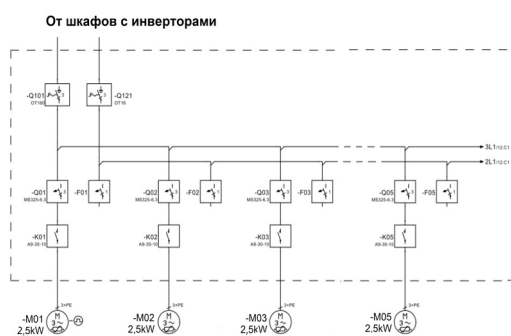


Рис. 9

ЛИТЕРАТУРА

1. Скидан Н.Н., Лернер А.И., Помазановский О.А., Плаксин Д.Э. Фильтрокомпенсирующие устройства в сети 6 кв питания частотно-регулируемых синхронных электроприводов Труды конф. «Проблемы автоматизированного электропривода», Харьков, НТУ ХПИ, выпуск 14, 2005г.
2. ГОСТ 13107-97, « Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
3. Осциллограммы (расчетные и фактические) фирм Danieli (для преобразователей ABB) и ABB.