

## ПЛАВНЫЙ ПУСК ДЫМОСОСОВ

В период с 13.11.2003 г. по 20.11.2003 г. на цементном заводе ОАО "Кызылкумцемент" (город Навои, Узбекистан) было введено в эксплуатацию тиристорное пусковое устройство типа ТПУ-6/100-5 (ТПУ), предназначенное для плавного поочередного пуска пяти синхронных электродвигателей типа СДСЗ 14-59-6 УЗ мощностью 1000 кВт на напряжение 6кВ, обеспечивающих электропривод сырьевых дымососов типа ДЦ-25. Характерной особенностью такого вида приводов является квадратичная зависимость величины нагрузки от скорости вращения ротора двигателя, от качества и износа шибберов, перекрывающих входную трубу дымососа на время пуска. В Навои при скорости вращения, близкой к 50Гц, такая нагрузка составляла от 0,3 до 0,7 от номинальной рабочей нагрузки двигателя.

Однолинейная электрическая схема ТПУ и электроприводов дымососов (с указанием обменных сигналов) приведена на рис.1. Расшифровка всех обозначений этой схемы приведена на аналогичной схеме рис.1 раздела 1.2 (Пуск шаровой мельницы). Силовая схема преобразователя выполнена по шестипульсной схеме с звеном постоянного тока. Охлаждение ТПУ – естественное воздушное.

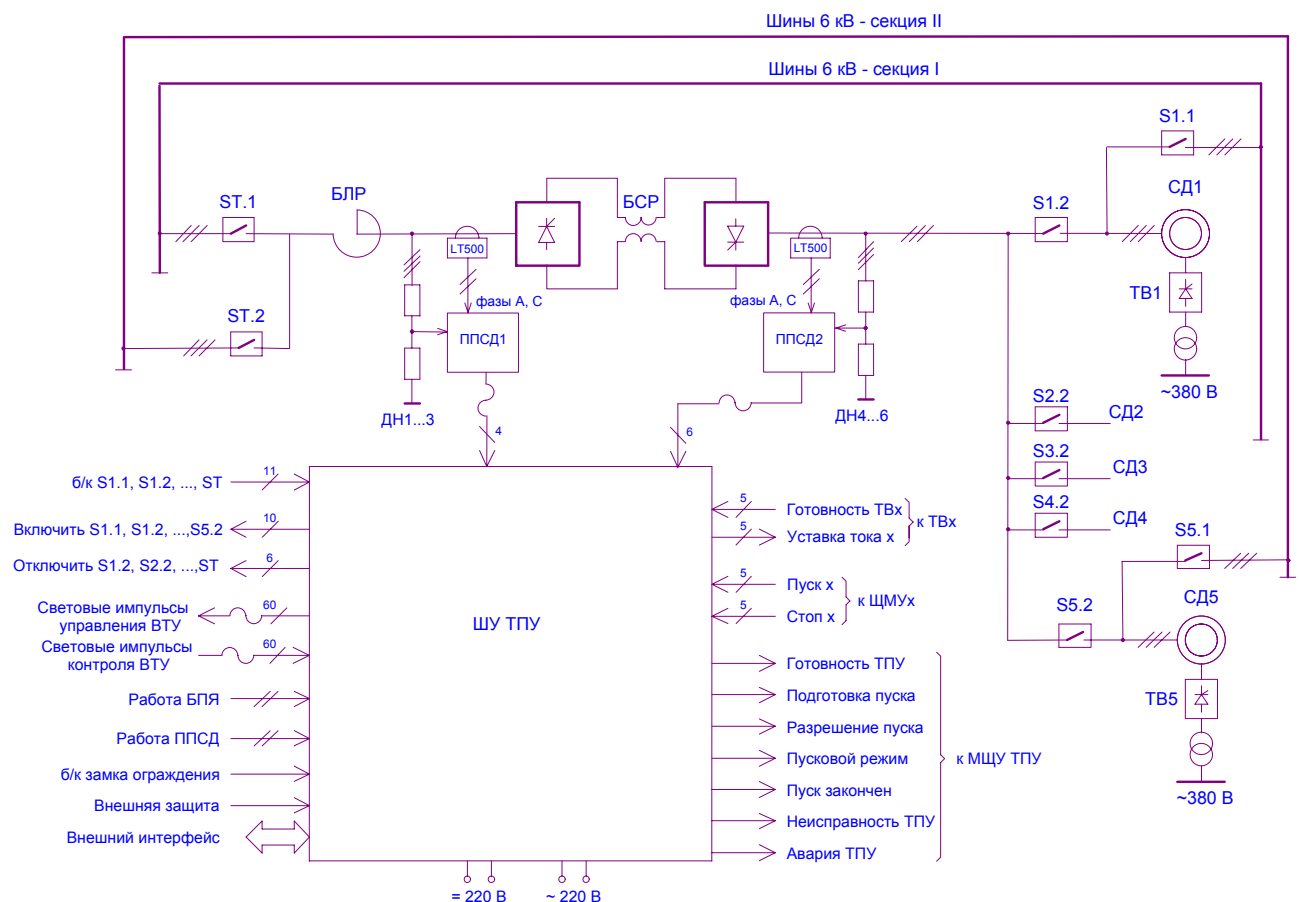


Рис.1. Однолинейная электрическая схема ТПУ-6/100-5 и электроприводов дымососов.

Электродвигатели первых трех дымососов СД1...СД3 питаются от секции 1 шин 6 кВ, СД4 и СД5 – от секции 2. ТПУ подключается к шинам 6 кВ через выключатель ST.1 – к

первой секции при пуске двигателей СД1...СД3 и через выключатель ST.2 - ко второй секции при пуске двигателей СД4 и СД5. Управление ТПУ осуществляется дистанционно от щитов местного управления сырьевыми дымососами (ЩМУ1...5) и местного щита управления ТПУ (МЩУ ТПУ).

Перед пуском система управления ТПУ проверяет исправность всего оборудования ТПУ, а также положение всех коммутационных аппаратов, взаимодействующих с ТПУ, контролирует соответствие выбранной системы шин пускаемому двигателю.

Процесс пуска состоит из стадий:

- определения положения ротора синхронной машины по импульсу тока возбуждения,
- начальной раскрутки ротора до частоты  $\sim 5$  Гц в режиме искусственной коммутации инвертора (режим прерывистых токов),
- раскрутке ротора до синхронной скорости в режиме естественной коммутации инвертора по напряжениям статора двигателя с учетом квадратично возрастающей нагрузки,
- синхронизации напряжений статора с напряжениями сети, отключения ТПУ и включения выключателя сеть-двигатель.

На всем интервале пуска управление возбудителем выполняется системой управления ТПУ. Подключение двигателя к сети после его раскрутки до синхронной скорости осуществлялось на выбеге, после отключения ТПУ. Ввиду значительной нагрузки в конце пуска отключение ТПУ производилось непосредственно перед замыканием силовых контактов выключателя сеть-двигатель, т.е. учитывалось время работы масляных выключателей. Причем для каждого выключателя осуществлялась индивидуальная настройка. Измерение времени работы выключателя и настройка момента отключения ТПУ достаточно просто выполняются с пульта шкафа управления и доступны обслуживающему персоналу в случае замены выключателя или двигателя.

На рис. 2 приведены осциллограммы, поясняющие процесс подключения синхронизации и подключения двигателя к сети. На осциллограммах сверху вниз обозначено: флаг отключения ТПУ, команда на включение выключателя сеть-двигатель, блок-контакты выключателя сеть-двигатель, напряжение фазы АВ статора двигателя (кривая с коммутационными помехами), напряжение сети (кривая без коммутационных помех), токи фаз двигателя при работе от ТПУ.

На осциллограммах напряжений видно хорошее совпадение напряжений двигателя и сети, начиная от момента подачи команды на включение выключателя сеть-двигатель (вторая осциллограмма сверху) до замыкания силовых контактов этого выключателя (момент указан стрелкой на графике напряжения). В этот момент обе кривые напряжения сливаются). Из осциллограммы также видно, что время включения выключателя сеть-двигатель

составляет  $\sim 13$  периодов текущей частоты. Запаздывание блок-контактов относительно силовых контактов составляет 1,5 периода. Но в это время входит время фильтрации контактных сигналов в системе управления, составляющее 1 период.

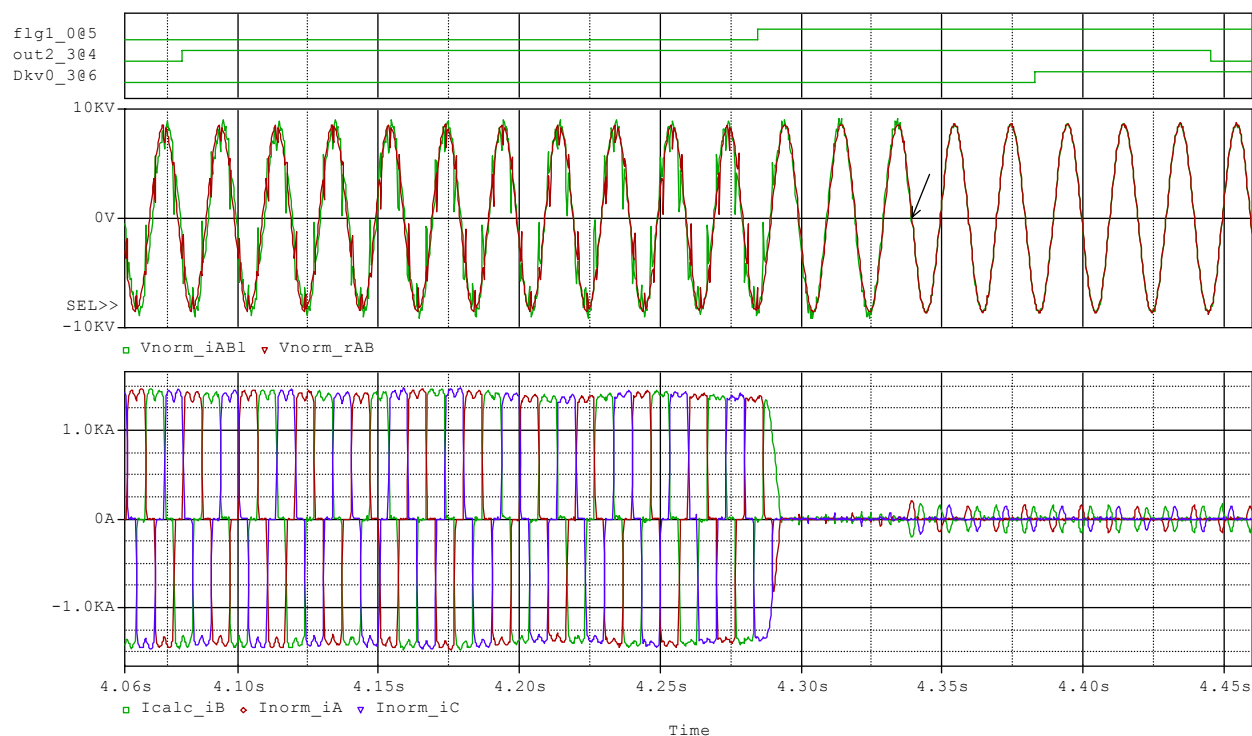


Рис. 2. Процесс подключения двигателя к сети.

Наличие в полностью цифровой системе управления ТПУ развитого сервисного обеспечения, позволяющего оперативно отслеживать все изменения в положении коммутационных аппаратов и все режимные параметры объекта, позволяет быстро адаптировать ТПУ к реальным условиям работы оборудования и оптимизировать параметры пуска. В Навои программа пуска 5-ти синхронных двигателей была отработана за 7 дней, при этом были получены параметры пуска:

- Время пуска – не более 65 секунд
- Пусковой ток – 140А при номинальном токе двигателя 113А.
- Количество синхронных двигателей, пускаемых от одного ТПУ – 5.

Для общения оператора с системой управления ТПУ предусмотрен графический дисплей с клавиатурой, встроенный цифровой осциллограф на 16 каналов, разъем для подключения персонального компьютера. Имеется специальная программа для скачивания осциллограмм из памяти системы для их последующего анализа и хранения. В системе ведется журнал событий, в котором фиксируются все неисправности и аварии и воздействие оперативного персонала на оборудование, контролируемое системой. Журнал событий также может быть переписан в персональный компьютер.

## Литература:

Добкин И.Д., Таратута И.П., Чуприков В.С. Тиристорное пусковое устройство для синхронных двигателей 3150 кВт 10 кВ. // Сборник докладов VI симпозиума "Электротехника 2010 год", том II. Москва, октябрь 2001 г.

Таратута И.П., Чуприков В.С. Схемотехнические и конструктивные решения преобразователей частоты для регулируемого электропривода. // "Электротехника", №9, 2001г.