

## ПЛАВНЫЙ ПУСК И РЕГУЛИРОВАНИЕ НАСОСОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

19 февраля 2005 г. «АО Ансальдо-ВЭИ» ввело в промышленную эксплуатацию в тиристорный преобразователь частоты (ТПЧ) типа ТПЧ-6/1600-3, обеспечивающий плавный поочередный пуск трех синхронных электродвигателей мощностью 1600 кВт на напряжение 6 кВ, осуществляющих привод насосов ДНС-3 ЗАО «Лукойл-АИК», с последующим непрерывным регулированием частоты вращения одного из двигателей для поддержания требуемого уровня расхода воды. Необходимость установки ТПЧ была обусловлена следующими причинами.

Дожимная насосная станция ДНС-3 осуществляет закачку воды в нефтяной пласт Когалымского месторождения и содержит 3 синхронных электродвигателя СТДМ-1600-2Р, обеспечивающие привод трех водяных насосов высокого давления типа ЦНС 180-1900 М, работающих на общую трубу. В исходном режиме потребность в расходе воды (до 270 м<sup>3</sup>/час) обеспечивал один работающий насос, два других находились в резерве и регулирование расхода осуществлялось задвижкой, установленной в общей трубе. С марта 2005 г. расход воды должен быть увеличен, что приведет к необходимости включения второго насоса. Поскольку суммарная производительность двух насосов намного больше требуемого расхода (около 330 м<sup>3</sup>/час), придется прикрывать задвижку в общей трубе, что будет сопровождаться повышением давления на выходе насосов до 190-200 атм. и снизит надежность их работы. Расход электроэнергии также возрастет непропорционально увеличению расхода воды. Установка преобразователя частоты позволит, за счет регулирования скорости вращения второго двигателя, обеспечить экономию электроэнергии, стабилизацию расхода воды и поддержание номинального давления на выходе насосов.

Включение насосов ДНС в исходном состоянии осуществлялось прямым пуском двигателей. Вследствие больших пусковых токов (до 7-8 I<sub>ном</sub>) и слабой системы электроснабжения станции, пуск одного двигателя был возможен только при объединении двух секций шин 6 кВ. Пуск второго двигателя, при одном работающем, никогда не осуществлялся. Пуски не всегда бывали успешными и вызывали посадки напряжения, приводящие к сбою работы освещения и электронных устройств. Установка ТПЧ должна снять и эти проблемы.

Работа по созданию и внедрению рассматриваемого ТПЧ была выполнена в крайне сжатые сроки, обусловленные необходимостью сдачи объекта в феврале 2005 г. - весь цикл работ от согласования технического задания до окончания приемо-сдаточных испытаний составил всего 4,5 месяца.

ТПЧ реализован по бестрансформаторной схеме выпрямитель-инвертор со звеном постоянного тока. Охлаждение тиристоров осуществляется с помощью деионизованной воды, утилизация тепловых потерь осуществляется в теплообменном агрегате вода-воздух. Однолинейная схема ТПЧ и электроприводов насосов представлена на рис.1.

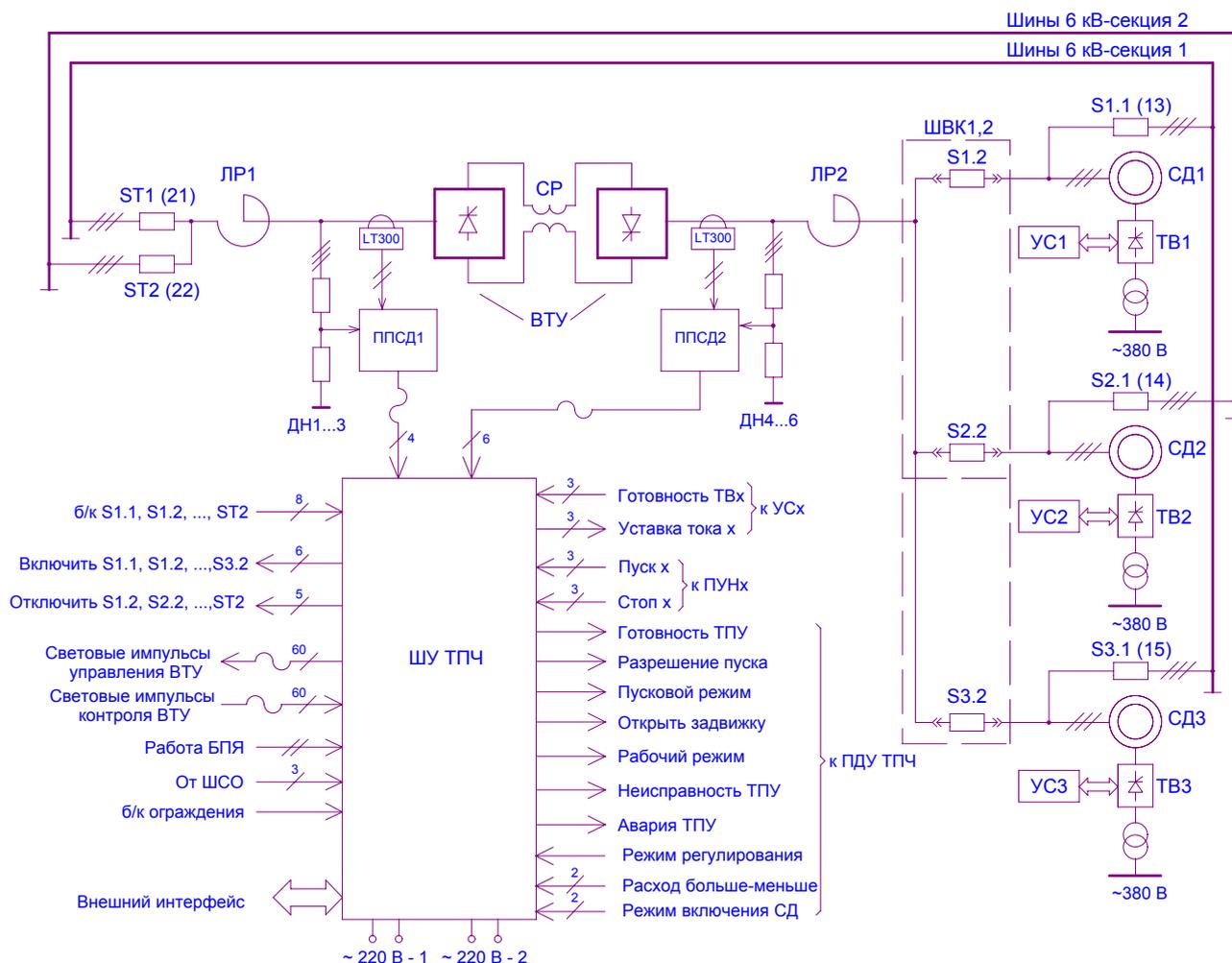


Рис.1. Однолинейная электрическая схема ТПЧ-6/1600-3 и электроприводов насосов

Поставка ТПЧ осуществлялась комплектно «под ключ». В объем поставки, помимо высоковольтного тиристорного устройства (VTU), двух линейных токоограничивающих реакторов (входного и выходного), сглаживающего реактора и шкафа управления, входила также система жидкостного охлаждения с теплообменником, 2 шкафа с вакуумными контакторами, осуществляющими подключение каждого из двигателей к выходу ТПЧ, 3 устройства связи с возбудителями и пульт дистанционного управления (ПДУ) с регулятором расхода воды. Основное оборудование ТПЧ было размещено в здании КТП и ЗРУ на расстоянии около 200 м от здания БКНС, в котором установлены двигатели, насосы, пульта управления насосами и ПДУ ТПЧ. Площадь под оборудование

ТПЧ составила 6,5 x 4 м. Фотографии общего вида ТПЧ представлена на рис.2, пульта дистанционного управления – на рис.3.



Рис.2. Общий вид установки ТПЧ

ДНС-3 является полностью автоматизированной станцией, обслуживаемой только двумя дежурными операторами – электриком и технологом. Все операции по пускам двигателей происходят из здания БКНС, а ТПЧ эксплуатируется в необслуживаемом режиме и управляется дистанционно от ПДУ и пультов управления насосами.



Рис.3. Пульт дистанционного управления ТПЧ

Преобразователь обеспечил синхронный пуск и разгон ненагруженных двигателей до частоты 50 Гц с последующим переключением на питающую сеть 6 кВ за время, не превышающее 22 сек, с максимальным значением тока статора 50 А (28% от номинального значения 178 А).

Наиболее сложным и интересным моментом пуско-наладочных работ явилась настройка регулятора расхода воды. Дело в том, что обратный клапан второго (регулируемого) насоса открывался при частоте, равной 42,5 Гц и весь диапазон регулирования составил всего около 7 Гц. Включение второго насоса создавало переходный процесс, сопровождавшийся значительным превышением суммарного расхода заданной уставки и повышением давления в трубе. Кроме того, реакция трубы на изменение скорости вращения второго насоса была очень медленной. Вследствие этого, пришлось существенно изменить алгоритм формирования уставки частоты вращения регулируемого двигателя и на порядок увеличить постоянную времени канала регулирования. В результате удалось снизить величину перерегулирования расхода, возникающего при включении второго двигателя, до 30-40 м<sup>3</sup>/час.

В таблице приведены снятые экспериментально (при неизменном давлении воды в трубе, равном 155 атм.) параметры регулируемого от ТПЧ электропривода для разных значений частоты вращения ротора.

Частота ротора, Гц	42,9	43,1	43,4	43,8	44,6	45,4
Расход насоса, м <sup>3</sup> /час	30	49	75	95	125	150
Выпрямленный ток ТПЧ, А	81	86	92	108	126	143
Полный ток на входе ТПЧ, А	66	70	80	87	103	125
Активный ток на входе ТПЧ, А	53	57	67	75	92	115
Активная мощность ТПЧ, кВт	550	592	696	779	961	1195

Таким образом, при работе второго двигателя в режиме регулирования достигается существенная экономия электроэнергии за счет снижения потребляемой от сети мощности. При снижении давления в трубе частота вращения ротора при том же расходе, а также и потребляемая мощность, будут снижаться и экономия электроэнергии будет расти.

АО Ансальдо-ВЭИ

111250, Москва, Красноказарменная, 12

тел./факс (095) 673-42-20, 361-97-47

E-mail: avei@online.ru