

Управление аварийной ситуацией для снижения потерь при добыче нефти



Д.И. Аптекар (ЗАО «Институт Энергетической Электроники»),
Э.Х. Муратбакеев (Санкт-Петербургский гос. горный институт)

Emergency management to reduce losses at oil recovery

D.I. Aptekar (Institute of Power Electronics ZAO),
E.Kh. Muratbakeev (Saint-Petersburg State Mining Institute)

The types of losses that may occur at mains interruption are considered. The permitted outage duration for synchronous and asynchronous motors, at which their self-starting is possible, is determined. A review of devices, designed to restore power supply to consumers, is executed. It is concluded about the preferred use of devices of thyristor automatic reserve switch at the oil recovery objects.

Ключевые слова: потери, тиристорное устройство, регистратор, электроснабжение, переключение, секционирование.

Адрес для связи: edikata@yandex.ru

Из-за специфики добычи и транспорта нефти кратковременная потеря питания может привести к необходимости отключения асинхронных погружных электродвигателей и синхронных двигателей (СД) нефтеперекачивающих станций на несколько десятков минут. Это приведет к потерям добываемой и транспортируемой нефти. Потери нефти можно разделить на прямые и косвенные.

Прямые потери. Потери в добыче с момента сообщения обслуживающему персоналу об аварийном прекращении электроснабжения (при отсутствии автоматизированной системы контроля) до подачи напряжения и срабатывания системы самозапуска станции управления скважины определяются по формуле

$$P_{\text{пр}} = P_1 + P_2 + P_3, \quad (1)$$

где P_1 – нормативные (технически обоснованные) потери восстановления электроснабжения, т.е. потери в добыче с момента получения информации обслуживающим персоналом о прекращении электроснабжения до его восстановления в случае, если время восстановления электроснабжения было меньше или равно нормативному; P_2 – сверхнормативные потери восстановления электроснабжения, т.е. потери в добыче, обусловленные превышением нормативного времени на работы по восстановлению электроснабжения потребителей; P_3 – потери за время запуска скважины в работу системой самозапуска станции управления скважины.

Косвенные потери. При неуспешном запуске скважины системой самозапуска после восстановления электроснабжения (заклинивание насосов или штанг; выход из строя электродвигателя, станции управления, другие технологические причины) необходимо рассчитать косвенные потери нефти до момента принятия решения о переводе скважины в бездействующий фонд

$$P_{\text{косв}} = P_0 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7, \quad (2)$$

где P_0 – потери за время передачи информации обслуживающему персоналу об отключении электроустановок потребителей;

P_1 – нормативные (технически обоснованные) потери при запуске скважины, т.е. потери в добыче с момента восстановления электроснабжения до запуска скважины вручную; P_5 – сверхнормативные потери при запуске скважины, т.е. потери в добыче, обусловленные превышением фактического времени на запуск скважин в работу вручную нормативного времени; P_6 – нормативные (технически обоснованные) потери на ремонт оборудования скважины, т.е. потери в добыче с момента неуспешного запуска скважины вручную до окончания ремонта скважины в случае, если время на ремонт было меньше или равно нормативному; P_7 – сверхнормативные потери за время ремонта скважины, т.е. потери в добыче, обусловленные превышением фактического времени на ремонт оборудования скважины нормативного времени.

Для снижения потерь необходимо, чтобы длительность перерыва при потере питания не превышала критической величины, при которой возможен самозапуск всей двигательной нагрузки. Для определения допустимой длительности перерыва электроснабжения и величины провала напряжения необходим анализ переходных процессов в сети с асинхронным двигателем. В связи с незначительностью момента инерции двигателей погружных насосов переходные режимы рассматриваемой системы должны исследоваться с учетом электромагнитных процессов.

На рис. 1 показаны зависимости скольжения двигателя S от уровня провала входного напряжения t при разных режимах. Из него видно, что провал напряжения до $0,6U_n$ продолжительностью $0,1$ с является критическим.

Допустимое время перерыва питания СД рассчитывается по методу диаграммы площадей разгона и торможения. Суть метода заключается в определении времени вращения ротора в зависимости от номинального угла $\theta_{\text{ном}}$, при котором работает двигатель, до угла равновесия θ_r , которое будет допустимым временем перерыва питания (рис. 2). Если время будет превышено, то после

тельного устройства 6-10 кВ. Тиристорное устройство автоматического ввода резерва, например ТАВР-10кВ-РИ ПАУИ.674481.014 или ТАВР-6 кВ-РИ ПАУИ.674481.015 (изготовитель ЗАО «Институт Энергетической Электроники», г. Санкт-Петербург), устанавливается в распределительном устройстве (РУ) напряжением 10 или 6 кВ. ТАВР состоит из двух основных частей: тиристорного коммутатора (КТ) и модуля управления (МУ). КТ устанавливается на выкатном элементе, МУ – в релейном отсеке высоковольтного шкафа РУ. КТ включается параллельно секционному выключателю и за счет быстрого действия обеспечивает наиболее быстрое объединение секций шин. МУ выявляет аварийные ситуации в работе РУ и формирует команды на управление КТ, вводными и секционными выключателями.

В настоящее время разработан вариант модуля управления ТАВР со встроенным электронным регистратором работы устройства ТАВР в аварийный период. Регистратор фиксирует токи вводных выключателей, токи через КТ и напряжения на секциях сборных шин РУ для анализа работы устройства ТАВР и коммутационной аппаратуры РУ в аварийный период. Для вывода информации в АСЭ модуль управления ТАВР имеет выход через порт USB стандартного интерфейса протокола Modbus. При установке ТАВР нет необходимости принимать специальные меры для удержания во включенном состоянии контактной аппаратуры на стороне 0,4 кВ, так как при быстродействии ТАВР остаточное напряжение на неисправной секции сборных шин не уменьшается ниже $0,7 U_{ном}$.

Для синхронного переключения нагрузки неисправной секции сборных шин на исправную секцию в ЗАО «Институт Энергетической Электроники» разработаны силовые тиристорные коммутаторы среднего класса напряжения 6-10 кВ. В зависимости от мощности питающих трансформаторов коммутаторы выпускаются на различные токи, вплоть до мощности питающих трансформаторов 63 тыс. кВА.

Логика модуля управления ТАВР построена на микроконтроллерах и отвечает современным требованиям по надежности и сервисному обслуживанию. Микроконтроллер основной логики имеет встроенное жидкокристаллическое табло, на котором отражаются все параметры работы ТАВР и коммутационных аппаратов РУ. Память микроконтроллера хранит информацию о 10 последних включениях ТАВР. Параметры уставок датчиков напряжения и токов можно менять непосредственно с клавиатуры микроконтроллера после набора разрешительного кода. Модуль управления имеет встроенную тестовую программу проверки исправности устройства ТАВР без вывода из работы. Для иллюстрации работы ТАВР на рис. 4 приведены натурные осциллограммы, которые позволяют отметить следующие принципиальные особенности работы ТАВР:

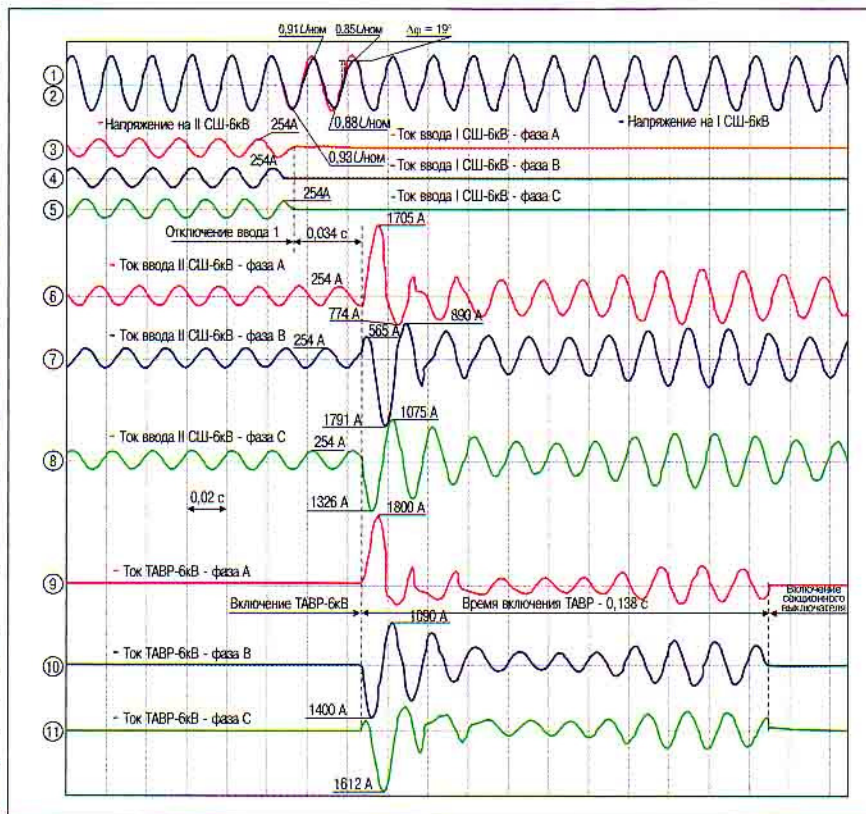


Рис. 4. Осциллограммы, снятые во время испытаний ТАВР-6 кВ в составе НПС «Калейкино» ОАО «Транснефть» с синхронными электродвигателями STD-2-4000

- время определения неисправного ввода составляет 0,034 с после его отключения;
 - практически синхронное переключение электродвигателей неисправной секции сборных шин на исправную секцию с углом фазового рассогласования менее 19 эл. градусов;
 - относительно небольшая посадка напряжения на неисправной секции сборных шин ($0,85U_{ном}$).
- Таким образом, ТАВР обеспечивает:
- более чем на порядок снижение времени цикла АВР: при обычном АВР время цикла переключения на резервный источник составляет 0,7-5,0 с, при ТАВР – менее 0,2 с;
 - при обычном АВР самозапуск двигательной нагрузки может быть осуществлен, если ее суммарная мощность не превышает $0,3S_{ном}$, при ТАВР все двигатели работают без потерявшей питание секции;
 - так как при срабатывании ТАВР синхронные двигатели не теряют синхронизма, не требуется гашения поля и ресинхронизации;
 - токи включения двигателей, питающихся от поврежденного ввода, не превышают $2-2,5I_{ном}$, что увеличивает ресурс электродвигателей и механизма;
 - переходные процессы после срабатывания ТАВР заканчиваются за доли секунды.

Таким образом, для минимизации ущерба при добыче и транспорте нефти из-за кратковременных перерывов электропитания предпочтительно использование устройства тиристорного АВР.