

Аварийные ситуации, возникающие при эксплуатации электрооборудования 6-10 кВ в сетях газоперерабатывающих заводов

Иванов А.В., ООО «ВНИИГАЗ»

Газоперерабатывающий завод (ГПЗ), как одна из разновидностей газохимических комплексов (ГХК), представляет собой сложный технический объект, отдельные установки и производства которого объединены единым технологическим процессом. Для повышения надежности технологического процесса, современный ГПЗ обычно состоит из нескольких (двух-четырёх) технологических линий. Каждая линия включает в себя пункт приема и подготовки газа, компрессорную станцию, установку по отбензиниванию газа и газодифракционную установку [1]. На рис.1 представлена технологическая схема переработки газа.

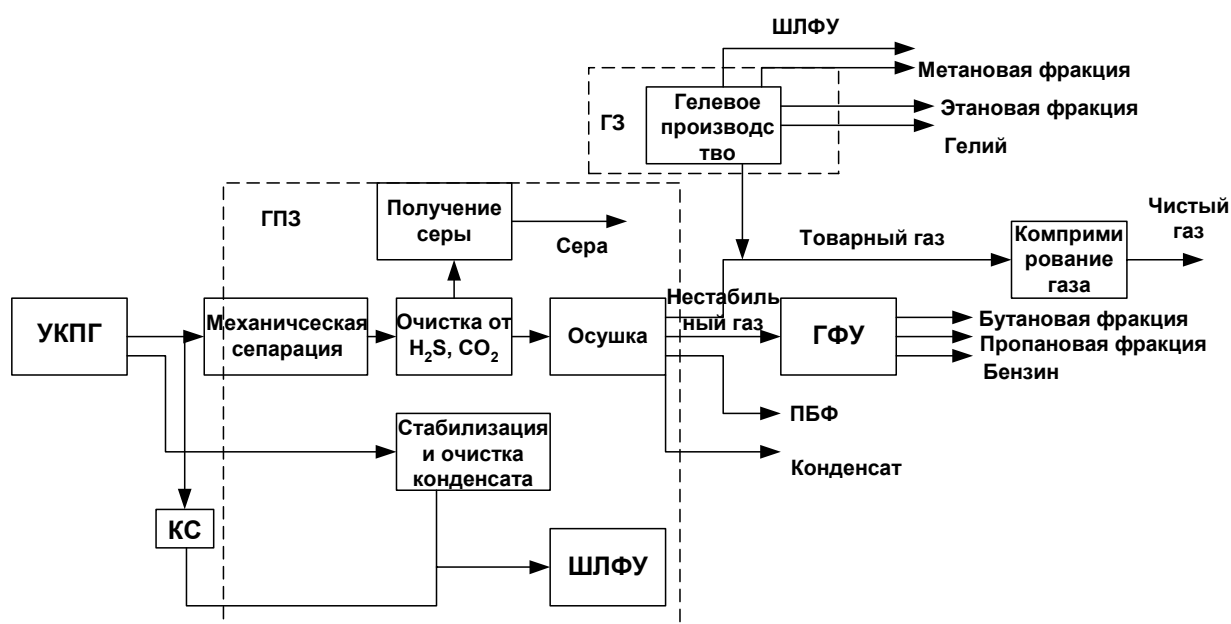


Рис.1 Технологическая схема переработки газа.

УКПГ – установка комплексной подготовки газа; ПБФ – пропан-бутановая фракция; ШЛФУ – широкая фракция лёгких углеводородов; КС – компрессорная станция; ГПЗ – газоперерабатывающих завод; ГЗ – гелиевый завод; ГФУ – газодифракционные установки.

Все газопроводы, идущие с промыслом, сходятся на заводе в один узел – пункт приема и комплексной подготовки газа. После замера и смешивания в заданных пропорциях газ поступает на очистку от вредных механических частиц и конденсата. Пыль, песок, продукты коррозии трубопроводов, капельная влага, частицы конденсата отделяются в сепараторах различной конструкции и очищенный газ поступает в адсорберы, где проходит очистку от сероводорода и диоксида углерода. Получение газа, гелия и других нефте-газо-продуктов представляет собой сложное комплексное взаимодействие всех частей технологического процесса, перерыв или останов отдельных частей которого приводит к нарушению или полному прекращению выработки.

По доле энергопотребления и установленной мощности ГПЗ относятся к крупным потребителям с двигательной нагрузкой и большой установленной мощностью электроприводов. В таких энергосистемах, как Оренбургэнерго и Астраханьэнерго, ГПЗ –

основные потребители электроэнергии. Структура электропотребления некоторых ГПЗ и заводов, перерабатывающих попутный газ, приведена в табл.1

Таблица 1

Основные электрические показатели газоперерабатывающих заводов

| ГПЗ | Установленная мощность, МВт | | | Число двигателей |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|------------------|
| | Электрооборудования | Асинхронных двигателей | Синхронных двигателей | |
| Оренбургский | 226 | 75 | 100 | 3125 |
| Оренбургский (гелиевый) | 315 | 58 | 236 | 2591 |
| Астраханский | 144 | 135 | 9 | 200 |
| Сосногорский | 24 | 21 | 2 | 584 |
| Сургутский | 17 | 13 | нет | 320 |
| Московский | 7 | 4 | 1 | 493 |
| Шебелинский | 5 | 3 | нет | 106 |
| Минибаевский | 224 | 71 | 153 | 3800 |
| Пермский | 67 | 14 | 53 | 885 |

По надёжности питания электропотребители разделяются на следующие группы:

- не допускающие перерыва в электроснабжении, работа которых обеспечивает локализацию аварии и безаварийную остановку технологического процесса при любых повреждениях технологической схемы и отказах внешнего электроснабжения (особая группа по обеспечению надёжности питания);
 - допускающие кратковременный перерыв в электроснабжении, определяемый переходом на резервное питания (десятичные доли секунды) (первая группа по обеспечению надёжности питания);
 - допускающие кратковременный перерыв в электроснабжении, определяемый инерционностью технологических потоков, например, воздухоудовки, обеспечивающие процессы горения (полное прекращение потока воздуха не допускается). Перерыв может достигать от десятых долей секунды до нескольких секунд (первая группа по обеспечению надёжности питания);
 - допускающие перерыв в электроснабжении определяемый инерционностью технологического оборудования (тепловая инерция). Перерыв может достигать десятки секунд (первая группа по обеспечению надёжности питания);
 - допускающие длительный перерыв в электроснабжении без остановки технологических процессов (при этом может снижаться производительность или качество продукции). Перерыв может достигать десятки минут (вторая группа по обеспечению надёжности питания);
 - допускающие длительный перерыв в электроснабжении, не оказывающие влияния на технологический процесс (третья группа по обеспечению надёжности питания);
- Часть электроприёмников зависима, т.е. при отказе или отключении одних должны быть отключены другие, связанные с ними. Таким образом, для обеспечения надёжной работы всех потребителей, система внешнего и внутреннего электроснабжения должна быть гибкой к возможным изменениям технологических схем и режимов питания.

Особенностями электросетей ГПЗ являются:

- большая единичная мощность и широкий диапазон изменения мощности синхронных и асинхронных электродвигателей, трансформаторов собственных нужд, вспомогательного электрооборудования (от киловатт до десятков мегаватт);

- общая протяжённость кабельных линий составляет сотни километров;
- в сети присутствуют все классы среднего напряжения для питания основного и вспомогательного оборудования – 6, 10, 35 кВ на одном объекте;
- при возникновении аварийных ситуаций секции могут объединяться или наоборот разъединяться, разделяя или объединяя большие группы нагрузок.

Все эти особенности сложной разветвлённой схемы делают задачу по схеморежимной оптимизации эксплуатации нейтрали сети ещё более сложной. Величины ёмкостных токов замыкания на землю лежат в диапазоне 20-30 А при наличии компенсационной катушки типа ЗРОМ, либо более 30 А при эксплуатации с изолированной нейтралью. Фрагмент схемы электропитания одного из ГПЗ приведён на рис.2.

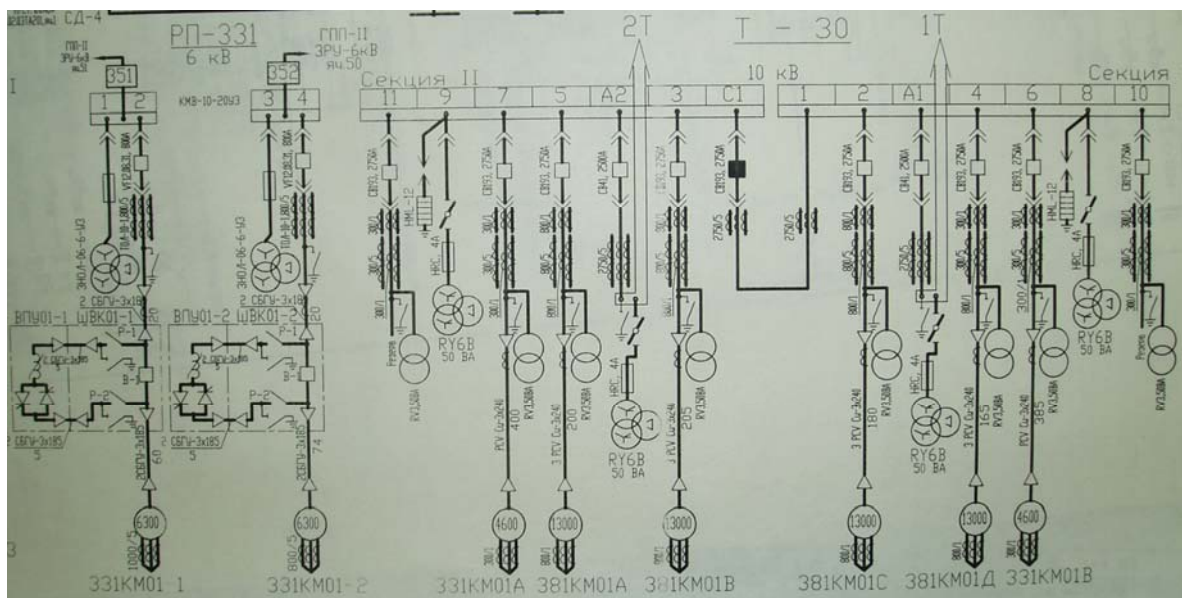


Рис.2 Фрагмент схемы питания ГПЗ

Ежегодно в сетях крупных ГПЗ и заводов, перерабатывающих попутный газ, происходит от 4 до 7 однофазных замыканий на землю (ОЗЗ). В 90-100 % случаев ОЗЗ переходит в многоместное повреждение, что фиксируется срабатыванием соответствующих защит присоединений. Внедрение систем цифровой регистрации аварийных процессов (ЦРАП) значительно упрощает процесс анализа и поиска причин выхода из строя оборудования. К недостаткам существующих ЦРАП относится главным образом невозможность оценки амплитудных величин переходных процессов, например, при дуговых замыканиях на землю (ОДЗ).

Выход из строя двигателей, кабелей, трансформаторов собственных нужд, перегрев измерительных трансформаторов напряжения (ТН) типа НТМИ, ЗНОМ и др. при длительном поиске места ОЗЗ, а так же полученные данные по отказам электрооборудования подтверждаются многочисленными отзывами оперативного и дежурного персонала, которые называют проблему одной из старейших и до сих пор не решённой.

Безусловно, для сетей в масштабе ГПЗ существует единственный способ уменьшения количества аварийных ситуаций, связанных с выходом из строя электрооборудования по причине ОЗЗ и ОДЗ – **заземление нейтрали сети через активное сопротивление**. При переводе режима эксплуатации нейтрали сети от изолированного к резистивно-заземлённому, либо при подключении активного сопротивления параллельно ЗРОМ, кроме ограничения перенапряжений при ОДЗ, достигается повышение чувствительности существующих ненаправленных токовых защит на реле РТЗ-50, РТЗ-51 (что характерно для действующих схем), полностью исключается

перегрев ТН и осуществляется постоянное «симметрирование» схемы, т.к. резистор постоянно подключён к нейтрали сети.

К вопросу о выборе номинала резистора необходимо подойти в первую очередь с точки зрения ограничения перенапряжений при ОДЗ, при условии, что теоретические расчёты совпадают с экспериментальными данными измерений ёмкостных токов ОЗЗ. Другим обязательным требованием к резисторной установке является её «неотключаемость», т.е. постоянное подключения резистора к нейтрали сети. Желательно, чтобы резисторная установка была компактна и не занимала много места.

Опыт эксплуатации сетей с резистивным заземлением нейтрали в АО-«Энерго» позволяет констатировать факт уменьшения количества ОЗЗ с 5-7, до 1-2 в год, что подтверждает эффективность этого мероприятия. На рис.3, представлен статор электродвигателя 630 кВт, вышедшего из строя в результате ОДЗ на одном из ГПЗ.



Рис.3 Статор сгоревшего электродвигателя 630 кВт в результате ОДЗ

Заключение

Предварительный анализ аварийных ситуаций, связанных с выходом из строя электрооборудования в сетях ГПЗ по причине ОЗЗ и ОДЗ, позволяет сформулировать следующие задачи для обеспечения повышения надежности эксплуатации электрооборудования 6-10 кВ:

- теоретическое исследование процессов стационарных режимов ОЗЗ, ОДЗ и возможных феррорезонансных процессов, связанных с ТН;
- экспериментальное исследование и анализ ёмкостных токов ОЗЗ на объекте;
- проверка полученных численных и экспериментальных данных, расчёт номиналов сопротивлений резисторов, выбор места установки резисторов;
- изготовление, доставка и монтаж резисторных установок на объект;

Успешное выполнение поставленных задач может быть достигнуто только при тесном взаимодействии специалистов из научных институтов, эксплуатирующих организаций и фирм-производителей электро-энергетического оборудования.

Литература

1.Меньшов Б.Г., Ершов М.С., Яризов А.Д. Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности: Учеб. Для вузов. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 2000. – 487 с.; ил.