

Надежный контроль кремния повышает эффективность электростанции

Введение

West Burton B CCGT – электростанция комбинированного цикла с газовой турбиной, расположенная рядом с городом Ноттингем в Великобритании. На станции работают три газовые турбины с открытым циклом, которые могут обеспечить электричеством примерно 1,5 миллиона семей в Великобритании. Как и на других ТЭС, на электростанциях комбинированного цикла необходимо отслеживать содержание диоксида кремния в технологической воде и паровом цикле. Шон Тодд (Sean Todd), руководитель группы по контрольно-измерительным приборам станции, говорит: «Соблюдение водно-химического режима – одна из самых сложных задач на станции, и системы мониторинга, которые были изначально установлены на этой станции, соответствовали необходимым требованиям, но не обеспечивали нужной нам точности и надежности измерений.

В начале февраля 2014 года мы заменили старые контрольные устройства на анализаторы кремния Hach 5500sc и были приятно удивлены результатами; за последние десять месяцев новые анализаторы продемонстрировали невероятную точность и надежность при минимальном обслуживании».

До установки анализаторов кремния Hach 5500sc из-за невысокой надежности прежних контрольных устройств приходилось два раза в день отбирать пробы в нескольких точках процесса. Некоторые пробы проверялись в лаборатории на станции, а остальные приходилось отправлять в другую лабораторию, расположенную приблизительно в 50 милях. Это приводило к чрезмерным расходам и задержкам. Кроме того, для старых контрольных устройств требовалась частая повторная калибровка, поэтому на техническое обслуживание уходило много времени и использовалось большое количество реагентов.

Важность мониторинга кремния

Кремний (Si) самый распространенный элемент земной коры и второй после кислорода в природе. В небольших концентрациях он присутствует во всех природных источниках, обычно в виде растворенного диоксида или взвесей силикатов (коллоидный кремний). Диоксид кремния представляет собой оксид с формулой SiO_2 . Он легко растворяется в паре, поэтому при его достаточном количестве возможно появление стеклообразных отложений на лопастях турбин и котловых трубах.

Отложение диоксида кремния на лопастях турбин может вызвать точечную коррозию и другие дефекты, а также привести к дисбалансу лопастей и, как следствие, к вибрации и даже стать причиной неисправности турбины из-за жестких допусков между лопастями турбины и наружным корпусом. Стоимость турбин составляет десятки миллионов, поэтому эффективный осмотр и обслуживание имеют огромное значение. Отложение кремния в котельных трубах приводит к снижению теплопередачи и эффективности всей станции.



Электростанция West Burton B CCGT

Системы мониторинга

Данные о концентрации диоксида кремния необходимы, чтобы подтвердить соответствие требованиям к котловой питательной воде и насыщенному пару. Эти данные также требуются и для эксплуатационных целей, например, чтобы регулировать pH в котлах путем дозирования аммония. Кроме того, эти данные нужны для страховки.

Чтобы предотвратить отложение диоксида кремния, требуется высокая степень очистки, так как нужно получить почти полностью деминерализованную воду. Электростанция берет воду из реки Трент, и прежде чем вода станет достаточно чистой для использования, она должна пройти различные процессы очистки, в том числе осаждение, фильтрацию, флокуляцию и ионный обмен. Анализаторы кремния отбирают пробы подготовленной воды, чтобы подтвердить, что остаточное содержание кремния находится в допустимых пределах. Непрерывный контроль также осуществляется в критических точках процесса, чтобы убедиться, что содержание кремния остается на приемлемом уровне по всему процессу.

Непрерывный мониторинг осуществляется в двух точках: на участке водоподготовки для контроля эффективности работы ионообменной установки и в экспресс-лаборатории, где установлены два анализатора кремния Hach 5500sc, анализатор натрия Hach 9240, два оптических датчика растворенного кислорода Hach Orbisphere K1100 LDO, пять датчиков pH и двадцать один датчик проводимости. Пробы пара из разных точек процесса непрерывно подаются в экспресс-лабораторию по системе пробоотборных трубок.

Новые датчики Hach Orbisphere K1100 LDO (люминесцентные датчики растворенного кислорода) также позволили сократить объем технического обслуживания систем мониторинга. Благодаря нашей технологии оптического измерения калибровку этих датчиков необходимо выполнять только каждые 6 - 12 месяцев, а менять оптическую головку датчика - раз в несколько лет. Это существенно отличает LDO от традиционных электрохимических датчиков растворенного кислорода с мембранами, которые поглощали кислород в процессе измерений и обнаруживали дрейф показаний, и поэтому им требовалась частая перекалибровка. Специалистами лаборатории также используется портативная версия LDO – Orbisphere 3100, что позволяет им осуществлять быстрые измерения в любой точке станции.

Анализаторы кремния Hach 5500sc выполняют измерения каждого потока пробы через 15 минут, это позволяет Шону Тодду и его команде получать данные о рабочих характеристиках практически в реальном времени и принимать соответствующие меры до достижения аварийных уровней.



Экспресс-лаборатория

Принцип измерения анализатора Hach 5500sc основан на реакции пробы с молибдат-ионами в кислой среде с образованием комплексов кремнемолибденовой кислоты. Добавляемая лимонная кислота разрушает фосфатные комплексы, а добавляемый затем аминокислый реагент изменяет желтую окраску кремнемолибденовой кислоты на голубую, интенсивность которой пропорциональна содержанию кремния в пробе. Оптическое измерение выполняется при 815 нм. Обычно для работы в автоматическом режиме без обслуживания в течение до 90 дней анализатору необходимо всего два литра каждого реагента.

В анализаторах Hach 5500sc используется единственная в отрасли технология подачи реагентов под давлением, которая устраняет необходимость в частом техническом обслуживании насосов. Использование этой технологии значительно повышает точность и надежность измерений при одновременном сокращении затрат. «Корпус анализатора находится под давлением, которое сбрасывается при открывании дверцы», – говорит технический специалист по контрольно-измерительным приборам Ник Креддок (Nick Craddock). «Процедура замены бутылок с реагентами поэтому простая и удобная».

Автоматическая калибровка анализатора выполняется раз в неделю по установленному стандарту 500 мкг/л. Ник Креддок говорит: «Показание обычно составляет 501 или 502 мкг/л, так что эти анализаторы невероятно точные, и их эксплуатация обходится гораздо дешевле – мы меняем реагенты каждые 90 дней, а раньше приходилось менять их примерно каждые 30 дней. Помимо измерений диоксида кремния, анализаторы предоставляют постоянно обновляемую информацию о собственном состоянии, что позволяет выполнять профилактическое обслуживание и избегать простоев».

Анализ состояния прибора выполняется программным модулем Prognosys. На дисплей анализатора кремния Hach 5500sc выводятся 2 горизонтальных шкалы: индикатор качества измерений и сервисный индикатор, отображающий время по ближайшего технического обслуживания. Зеленый, желтый или красный цвет индикатора отображает состояние каждого датчика. В сервисных сообщениях содержится информация о задачах технического обслуживания, которые пользователю необходимо выполнить (например, почистить датчик или заменить реагенты). Все сервисные сообщения имеют период обратного отсчета с достаточной продолжительностью для того, чтобы связаться с техническим специалистом по обслуживанию или заказать запасную деталь.

После установки новых анализаторов с компанией Hach был заключен контракт на обслуживание, который включает посещение объекта специалистами компании два раза в год с целью проверки и обновления систем мониторинга.

Заключение

В заключении Шон Тодд сказал: «На нашей электростанции особое внимание уделяется точности измерения. Это связано с жесткими допусками, которые здесь существуют. Поэтому для нас очень важно, как работают системы мониторинга. Наша небольшая группа по контрольно-измерительным приборам постоянно ищет новые способы снижения объемов технического обслуживания и повышения эффективности.

Водно-химический режим – это очень важная задача для нас, поэтому установка точных, надежных анализаторов кремния принесла нам огромную пользу. Специалистам других электростанций, безусловно, будет очень интересно узнать о наших успехах, и мы с удовольствием поделимся с ними нашим опытом».



Анализаторы кремния Hach 5500sc