

Опыт внедрения технологии консервации блоков 300 МВт с использованием автоматизированного химического контроля

Сергей Попов

Представлены результаты, полученные при консервации теплоэнергетического оборудования блоков 300 МВт с использованием октадециламина. Описана применявшаяся при этом система автоматизированного химического контроля параметров теплоносителя. Предложен оригинальный способ определения времени окончания консервации.

Введение

За последние годы накоплен значительный опыт проведения консервации с использованием октадециламина на блоках 300 МВт Конаковской и Черепетской ГРЭС. В 1996 году, когда была проведена апробация технологии консервации, она применялась только на отдельных элементах блока (турбина, промперегреватель котла), а в последующие годы была распространена уже на блоки в целом [1, 2].

В процессе дозирования октадециламина в теплоноситель происходит частичная отмывка отложений с внутренних поверхностей труб. Это приводит к

изменению концентраций примесей в теплоносителе, что сказывается на увеличении удельной электропроводимости (УЭП) рабочей среды.

При проведении консервации теплоэнергетического оборудования часто встаёт вопрос о времени её окончания, точнее — по какому критерию проводить оценку времени дозирования. В соответствии с методическими указаниями [3] критерием окончания процесса консервации является относительная стабилизация концентрации октадециламина (ОДА) в контуре. Однако опыт проведения консервации энергетических блоков на Конаковской и Черепетской ГРЭС показал, что порой бывает трудно оценить стабилизацию концентрации ОДА в контуре теплоносителя энергоблока. Это связано как с дискретностью отбора проб, так и с погрешностью измерения при проведении ручного химического контроля параметров теплоносителя.

В соответствии с уже упомянутым руководящим документом [3] в процессе консервации выполняется большой объём работ по ручному химическому контролю с целью не только определения концентрации ОДА, но и контроля



Машинный зал Конаковской ГРЭС

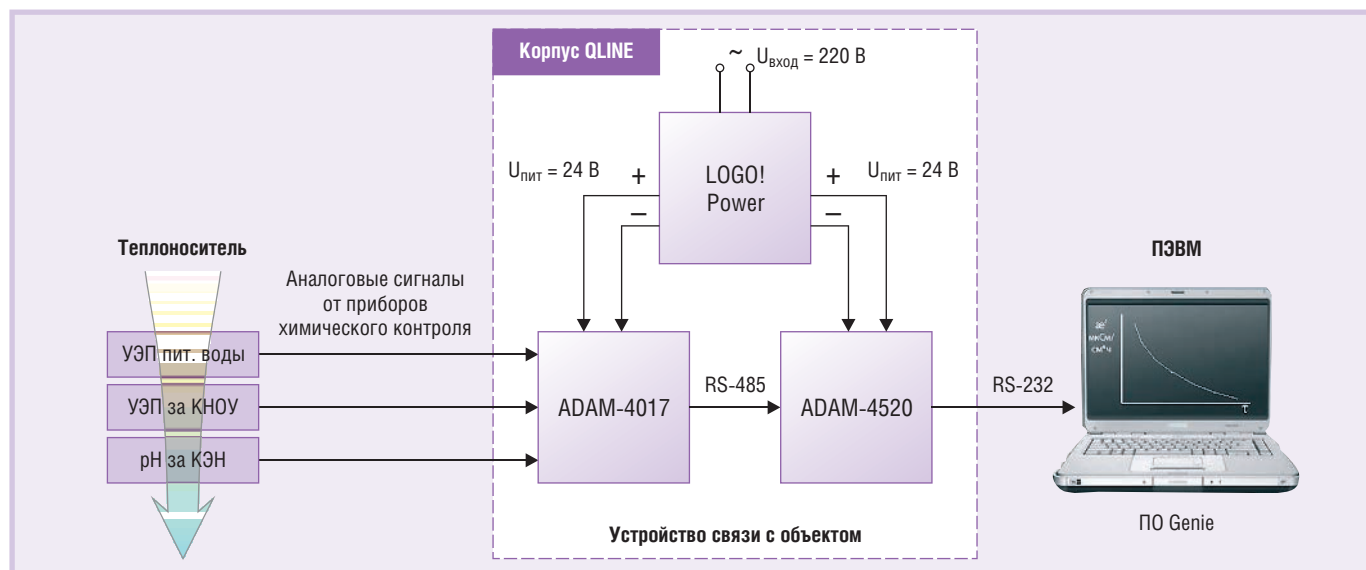
содержания примесей Fe, Cl, Cu, SiO₂, оценка которых важна при проведении консервации оборудования ТЭС.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Для решения представленных задач, кроме ручного контроля, был организован автоматизированный химический контроль (АХК), который позволял в непрерывном режиме следить за изменением параметров теплоносителя при проведении консервации. Схема АХК (рис. 1) реализована следующим образом. Пробы теплоносителя «Питательная вода» и «КНОУ» (проба теплоносителя за конденсатным насосом обессоливающей установки) поступали на ячейки кондуктометров КПЦ-016ТК. В



Конаковская ГРЭС



Условные обозначения:

УЭП пит. воды — удельная электропроводность питательной воды;

УЭП за КНОУ — удельная электропроводность пробы теплоносителя за конденсатным насосом обессоливающей установки;

pH за КЭН — pH пробы теплоносителя за конденсатным электронасосом.

Рис. 1. Схема автоматизированного химического контроля при проведении консервации

качестве pH-метра использовался штатный прибор станции, на который подавалась проба «КЭН» (проба теплоносителя за конденсатным электронасосом). Токовые сигналы с выходов приборов передавались на контроллер сбора данных, выполненный на базе 8-канального модуля аналогового ввода ADAM-4017, который представляет собой компактное устройство обработки сигналов, специально разработанное фирмой Advantech для применения в промышленности. Наличие встроенного микропроцессора позволяет осуществлять нормализацию сигналов; наряду с этим модуль выполняет аналого-цифровое преобразование данных и их передачу по интерфейсу RS-485. Для передачи данных непосредственно в компьютер использовался преобразователь ADAM-4520, который трансформирует RS-485 в RS-232; при этом поддерживается скорость передачи данных до 38,4 кбит/с. В качестве источника питания модулей ADAM использовался блок питания LOGO!Power фирмы Siemens с выходным напряжением 24 В. Этот блок питания допускает широкий диапазон изменения сетевого напряжения от 85 до 265 В, имеет низкий уровень пульсаций (менее 200 мВ) и обеспечивает высокую стабильность выходного напряжения (отклонение не более 3%). Блоки LOGO!Power можно параллельно подключать к

одной нагрузке (полезное свойство в случае необходимости расширить систему контроля). Важной особенностью этих источников является их расширенный диапазон рабочих температур от -20 до $+55^{\circ}\text{C}$. Монтаж блока питания, модулей ADAM-4017 и ADAM-4520, составляющих устройство связи с объектом, выполнен на стандартную 35 мм DIN-рейку. Вся конструкция размещена в монтажном корпусе QLINE фирмы Schroff, кабельная подводка сделана с использованием гермовводов RST.

Основу программного обеспечения системы контроля составил программный пакет Genie 3.04 (Advantech). Специальная оболочка для построения пользовательских приложений значительно сокращает время их разработки и максимально облегчает этот процесс. Для построения комплексных систем и организации сложных алгоритмов обработки данных имеется возможность использования программ на Visual Basic. Данное обстоятельство позволило не только произвести измерение параметров, но и выполнить расчёт производных в режиме реального времени.



Рис. 2. Кондуктометры системы AXK

Компоновка элементов системы автоматизированного химического контроля представлена на рис. 2 и 3.

СУТЬ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ОКОНЧАНИЯ КОНСЕРВАЦИИ

Как было сказано ранее, значение удельной электропроводности в процессе проведения консервации постоянно растёт. Суть метода определения времени окончания консервации состоит во введении понятия производной УЭП по времени, то есть скорости изменения удельной электропроводности, и прогнозировании поведения этой производной во временном интервале. Для определения производной искусственно введена размерность мкСм/см в час. Графики изменения УЭП и её производной в реальном масштабе времени представлены на рис. 4 и 5.



Рис. 3. Устройство связи с объектом и компьютер системы AXK

При проведении консервации энергоблоков на Конаковской ГРЭС дозирование октадециламина в контур теплоносителя проводилось непрерывно на протяжении всей консервации. При этом концентрация октадециламина в дозировочном узле поддерживалась практически постоянной. При использовании такой технологии известно, что рост УЭП происходит за счёт появления в теплоносителе ионогенных примесей из отмытых отложений, а также образования в процессе термоллиза ОДА аммиака, диссоциирующего в водном растворе на ионы NH_4^+ и OH^- . Удельная электропроводность в процессе консервации постоянно увеличивается. При завершении процесса консервации происходит стабилизация значения УЭП, а производная УЭП при этом стремится к нулю.

Можно предположить, что в конце консервации происходит процесс сорбции-десорбции ОДА на поверхность металла и значение удельной электропроводности теплоносителя вследствие этого стабилизируется. Время достижения такого состояния можно считать временем окончания консервации энергоблока.

Стремление к нулю производной УЭП позволяет провести расчёт времени окончания консервации, решая систему уравнений:

$$\begin{cases} f' = a \cdot \ln(\tau) + b \\ f' = 0 \end{cases}$$

Здесь f' — аппроксимирующая (логарифмическая) кривая производной УЭП (показана на рис. 5 красным цветом); a , b — коэффициенты аппроксимирующей кривой; τ — время.

Решая данную систему уравнений относительно τ , можно найти время окончания консервации. Данный расчёт удобно проводить в Excel, где с точностью до минуты можно определить время окончания консервации, что очень важно при оперативном решении вопроса окончания консервации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автоматизированные системы контроля, сбора и учёта информации, подобные описанной в данной статье, широко используются при проведении различных научно-исследовательских работ.

Так, нами была проведена работа по определению размера капель и влажности парового потока за последней

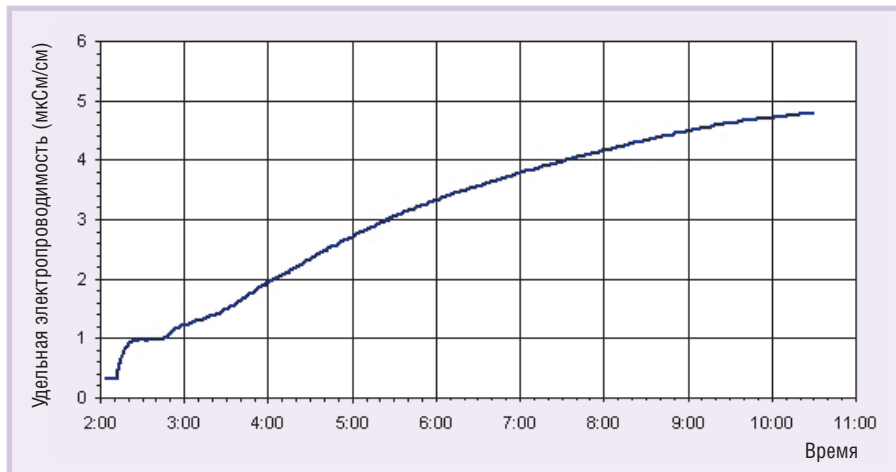
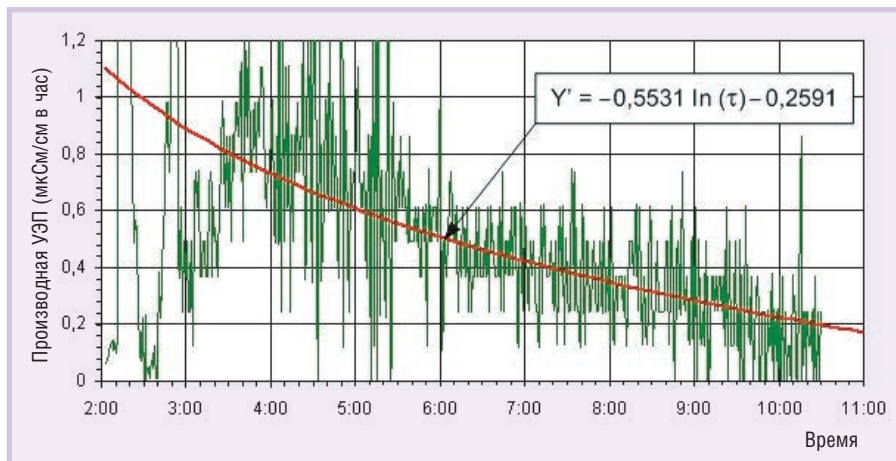


Рис. 4. График изменения удельной электропроводности питательной воды при проведении консервации энергоблока



Условные обозначения:

— график производной; — аппроксимирующая (логарифмическая) кривая.

Рис. 5. График изменения производной УЭП при проведении консервации энергоблока и соответствующая аппроксимирующая кривая

ступеню паровой турбины. Исследования проводились на натурной турбине [4], и в составе системы также использовались модули серии ADAM.

Кроме этого, проводилась работа по измерению изменения давления в динамическом ограничителе набора мощности турбины 500 МВт. Информация на модули ADAM поступала с датчиков давления типа «Сапфир». В этой работе важно было выявить поведение давления в переходном процессе, поэтому опрос датчиков происходил с частотой 5 Гц.

Все эти автоматизированные системы во всех проведенных исследованиях доказали свою высокую надежность, способность работать в реальном масштабе времени, оперативность, возможность проводить большой объем вычислений в ходе исследований. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Поваров О.А., Семенов В.Н. и др. Защита металлов энергетического оборудования

от коррозии // Тяжелое машиностроение. 2002. № 8. С. 33-39.

2. Поваров О.А., Томаров Г.В., Семенов В.Н. Исследования и опыт внедрения технологии защиты от коррозии металла паровых турбоустановок // Теплоэнергетика. 2002. № 12. С. 22-28.
3. Методические указания по консервации теплоэнергетического оборудования с применением пленкообразующих аминов. Дополнение к РД 34.20.591-97, ОРГРЭС. — М., 1998.
4. Поваров О.А., Фельдберг Л.А., Семенов В.Н., Попов С.А. Измерение дисперсности и влажности пара в турбине с использованием метода спектральной прозрачности // Теплоэнергетика. 2000. № 11. С. 34-38.

**Автор — сотрудник
Научно-учебного центра
геотермальной энергетики
Московского энергетического
института
(Технический университет)
Телефон/факс: (495) 673-5619**