

УДК 681.51

Чернов М.Ю.

Одесский национальный политехнический университет

РАЗРАБОТКА В SCADA-СИСТЕМЕ TRACE MODE 6 ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ, АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ УДАЛЕНИЯ КИСЛОРОДА В ДЕАЭРАТОРЕ

В статье рассмотрен вопрос разработки программного обеспечения для автоматической системы регулирования удалением кислорода в деаэраторе с применением кислородомера. Для успешного наблюдения и своевременной коррекции технологического процесса была использована программная среда SCADA системы Trace Mode 6.

Ключевые слова: деаэрационная установка, деаэратор, SCADA система Trace Mode, человеко-машинный интерфейс, имитационная модель, автоматическая система регулирования.

Постановка проблемы. На сегодняшний день автоматическое управление деаэратором осуществляется только за счет двух параметров: расхода греющего пара, подаваемого в деаэрационную колонну, и уровня конденсата в баке-аккумуляторе. Основной задачи деаэратора, а именно удаления газов в конденсате, не всегда успешно удается достигнуть, и количество растворенного газа превышает требуемые параметры, что может привести к дополнительным затратам, связанным с ремонтом и заменой оборудования. Ведь если сигнал по содержанию газа в конденсате не является управляющим, то значит, что при превышении концентрации растворимого газа и до возвращения в норму, происходит задержка по времени, при которой конденсат с высоким содержанием кислорода продолжает движение по контуру, вплоть до компонентов греющего устройства. Ранее, для уменьшения воздействия этих негативных факторов была предложена автоматическая система регулирования удаления кислорода в деаэраторе с применением кислородомера [3, с. 31].

В связи со всеобщей компьютеризацией и развитием технологий в этой сфере, а также усложнением технологического процесса, возникает необходимость в разработке программного обеспечения, призванного облегчить представление информации, и упростить процесс автоматического управления технологическим объектом.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросы разработки программного обеспечения для автоматической системы регулирования удалением кислорода в деаэраторе с применением кислородомера, ранее не были рассмотрены в работах, поскольку данная система предложена как модернизация уже существующих классиче-

ских способов автоматического регулирования деаэратора, в которых, сигнал по содержанию газа в конденсате не является управляющим.

Постановка задания. Создание удобного и интуитивно понятного интерфейса для автоматической системы регулирования удаления кислорода в деаэраторе с применением кислородомера, на базе SCADA-системы Trace Mode 6.

Изложение основного материала исследования. Усложнение технологических процессов требует задачи создания распределенных иерархических автоматизированных систем, такие системы напоминают из себя пирамиду, и могут охватывать весь цикл работы производства от системы управления нижним уровнем до систем управления предприятия в целом. В зависимости от сложности объекта управления, архитектура может состоять из нескольких уровней управления.

Верхний уровень представлен в виде автоматизированного диспетчерского пульта управления для оператора технолога, где в режиме реального времени представлен технологический процесс в виде мнемосхем, графиков и различных параметров. При необходимости диспетчер может оперативно управлять процессом. Современные SCADA-системы поддерживают управление как в автоматическом, так и в ручном режиме, а также позволяют оперативное изменение при модернизации или замене технологического оборудования. К основным преимуществам SCADA-систем следует отнести возможность работы на виртуальной модели, для определения ошибок или различных недоработок проекта, которые в дальнейшем могли бы привести к поломке реальных элементов системы регулирования. Работа по модели предусмотрена также в случае выхода одного из

датчиков, расположенных на технологическом оборудовании, что позволяет продолжить процесс управления во время замены неисправных элементов.

Данная работа посвящена разработке имитационной модели, а также графического интерфейса оператора для автоматической системы регулирования удалением кислорода в деаэраторе с применением кислородомера в программном комплексе TRACE MODE 6.

Разработка человеко-машинного интерфейса будет реализоваться путем создания интерактивных экранов, включающих в себя:

Упрощенная схема технологического процесса со значением параметров;

Экраны регулирования тех. процессом;

Экран архивирования данных.

Прежде всего рассмотрим, что из себя представляет технологический объект управления.

Деаэрационная установка предназначена для:

Деаэрации основного конденсата путем нагрева его до температуры насыщения, при которой растворимость газов (O₂, CO₂ и прочих) стремится к нулю;

Создания необходимого запаса воды в баках аккумуляторах RL21,22B01 для компенсации небаланса между расходом питательной воды и расходом основного конденсата на период переходных режимов;

Использования её как источника постоянного давления для обеспечения безкавитационного режима работы предвключённых насосов и ВПЭН;

Питания паром основных эжекторов, эжектора уплотнений и подачи пара на концевые уплотнения ТГ и ТПН;

Подогрева питательной воды.

Деаэрационная установка состоит из 2-х деаэраторов RL21,22B01, связанных между собой уравнительными трубопроводами по пару и воде, и трубопроводов обвязки (создание графического интерфейса будет представлено для одного деаэратора). Схематическое представление деаэратора показано на рисунке 1.

Деаэрационная колонка струйно-барботажного типа ДП-1600-2 (рисунок 2) состоит из корпуса, смесительного устройства, дырчатой тарелки, водонаправляющего листа, барботажного устройства, коллекторов подачи пара и воды. В нижней части колонки расположен коллектор подвода греющего пара с перфорацией (в нижней своей половине) и перепускной патрубков, установленный в горловине бака.

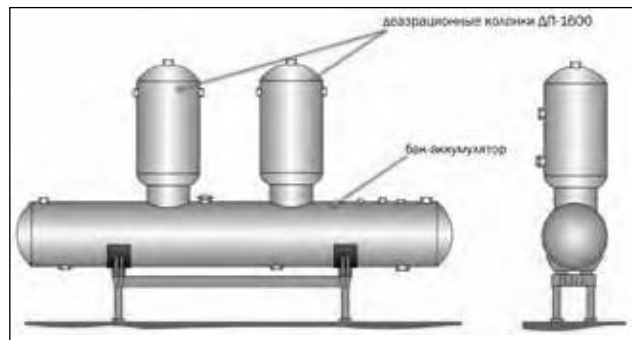


Рис. 1. Схема деаэратора типа ДП-3200 (2x1600)/185 к ПТУ К-1000-60/3000

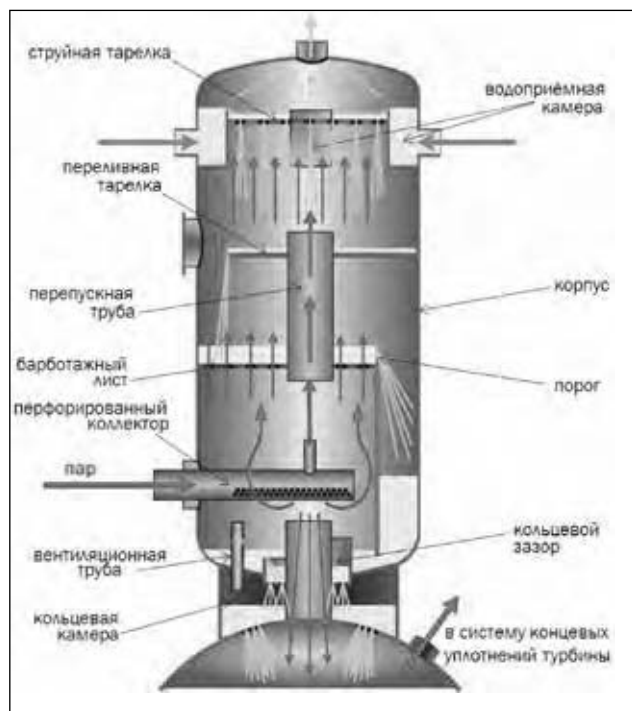


Рис. 2. Деаэрационная колонка струйно-барботажного типа ДП-1600-2

Деаэрационный бак-аккумулятор представляет собой горизонтальный цилиндрический сосуд длиной 23415 мм и диаметром 3442 мм, корпус выполнен из сварных листов толщиной 16 мм. Работа деаэратора основана на принципе термической деаэрации, заключающемся в том, что при температуре жидкости, равной температуре кипения при заданном давлении, растворимость газов в жидкости становится равной нулю.

Технические характеристики деаэратора приведены в таблице 1.

На реальных объектах следует проконтролировать массовую концентрацию содержания растворенного кислорода в питательной воде после деаэраторов. При значении указанного параметра в воде менее 10 мкг/дм³ разрешается подача воды в парогенератор

и дальнейший подъём давления. Контроль за массовой концентрацией содержания растворенного кислорода в питательной воде осуществляет оперативный персонал блочного щита управления (ведущий инженер управления турбиной) по фрагментам рабочего места оператора-технолога 4,6 (RX00M).

ратора, а также содержание кислорода, растворенного в конденсате в баке аккумулятора. Учитывая, что мнемосхема является стартовым экраном, на ней были расположены кнопки навигации, позволяющие переходить на другие экраны системы.

Таблица 1

Технические характеристики деаэратора

Наименование параметра	Диапазон допустимых значений	Единица измерения
Рабочее давление	От 5.9 до 6.1.	кгс/см ²
Рабочая температура	От 160 до 165.	°
Допустимая температура стенки	Не более 172.	°
Геометрический объём деаэрационной колонки	58	м ³
Рабочий объём бака-аккумулятора	185	м ³
Геометрический объём бака-аккумулятора	208	м ³

Принцип разработки проектов в SCADA-системе TRACE MODE заключается в создании виртуальных органов управления и контроля, исходя из этого все датчики и исполнительные механизмы рассмотренного процесса были подключены к виртуальному контролеру, который осуществляет регулирование по команде, полученной от панели управления.

В ходе разработки модели автоматической системы регулирования удалением кислорода в деаэраторе был использован «Редактор проектов», в котором созданный узел RTM_1, соответствует рабочему месту оператора, осуществляющему отображение на экранах мнемосхем технологического процесса и сохранение данных о ходе регулирования в виде архива значений за каждый промежуток времени, а также отображение аварий и неисправностей.

Для наблюдения за изменением процесса регулирования в реальном времени были созданы 3 экранной формы: мнемосхема, регулирование, архив.

На экранной форме мнемосхема, представленная на рисунке 3 при помощи графических объектов, была построена упрощенная схема технологического объекта управления. Два экрана приборов, показывающих параметры, которые соответствуют показаниям датчиков по давлению в колонке деаэ-



Рис. 3. Мнемосхема объекта автоматизации

Присутствующие на данной форме два экрана параметров могут показывать за счет цветов режимы, в которых происходит работа в данный момент времени, где: зеленый цвет – работа в нормальном режиме, желтый цвет – срабатывание предупредительной защиты, красный цвет – срабатывание аварийной защиты (рисунок 4). При помощи данной цветовой схемы, оператор сможет сразу узнать о выходе параметров за пределы нормы.



Рис. 4. Смоделированные примеры выхода за пределы нормальных значений

На экранной форме Регулирование, показанной на рисунке 5, оператор сможет увидеть точные интервалы работы деаэрационной установки, а также интерфейс позволяет помимо навигации по кнопкам, непосредственно управлять технологическим процессом.

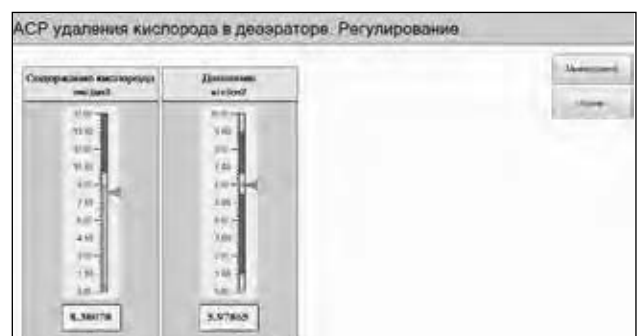


Рис. 5. Экранная форма Регулирование

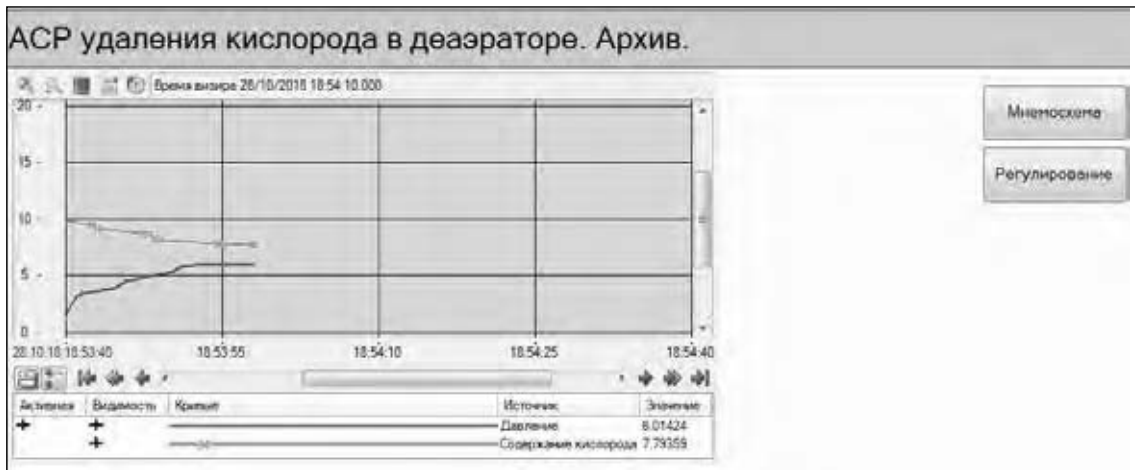


Рис. 6. Экранная форма Архив

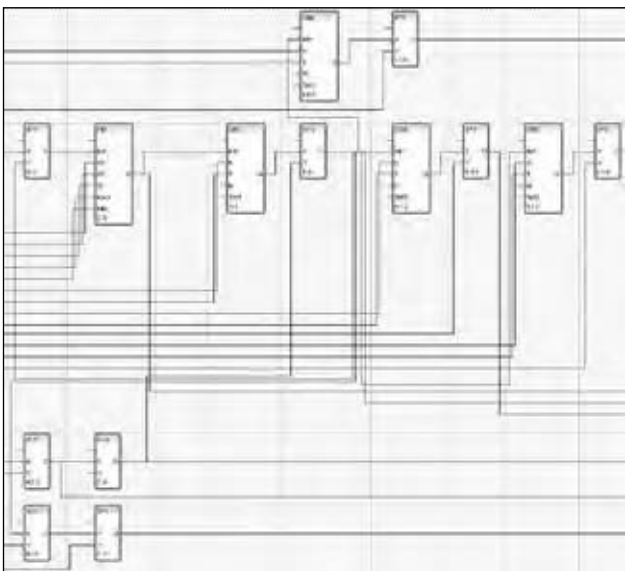


Рис. 7. Имитатор объекта на языке программирования FBD.

На экранной форме Архив, показанной на Рисунке 6, отображены графики изменения показаний по давлению и содержанию кислорода в конденсате, выходящего после деаэратора. Данное окно также позволяет предоставить параметры в необходимый момент времени в виде графиков и таблиц. Помимо этого, возможен про-

смотр, в каких режимах работы находился технологический объект за прошедшее время (нормальный режим, срабатывание предупреждения, аварийный).

С целью моделирования работы системы была создана имитационная модель на языке программирования Техно FBD (рисунок 7), где блоки также могут иметь сигнальные выходы. На сигнальные входы подаются сигналы от предыдущих блоков или от приборов. Выходные сигналы подаются в следующие блоки или выводятся на графики. Используемые в управлении настройки регуляторов найдены по методам теории автоматического управления при расчетах.

Выводы. В ходе работы было разработано программное обеспечение для ранее предложенной схемы автоматической системы регулирования удалением кислорода в деаэраторе с применением кислородомера [3, с. 31] на базе SCADA-системы Trace Mode 6, которое включает в себя разработку имитационной модели и программного интерфейса, позволяющего оператору-технологу наблюдать за автоматической работой технологического оборудования, а также управлять данным процессом, и по необходимости представить архив параметров и режимы работы за прошедшее время.

Список литературы:

1. Деаэрационная установка, учебное пособие. ОП «Запорожской АЭС», 2005. 383 с.
2. Блинов И.В. Системы диспетчерского управления и сбора данных (SCADA-системы). Мир компьютерной автоматизации. ДонНТУ, 1999. №3. 42-59 с.
3. Чернов М.Ю., Харabet О.М. Дослідження динаміки процесу управління видаленням кисню в деаэраторі атомної електричної станції. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 29 (68) Ч. 2. №3. 2018. С. 30–33.
4. Лопатин А.Г., Киреев П.А. Методика разработки систем управления на базе SCADA – система Trace Mode. Новомосковск: РХТУ, 2007. 112 с.

**РОЗРОБКА У SCADA-СИСТЕМІ TRACE MODE 6 ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ,
АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ВИДАЛЕННЯ КИСНЮ У ДЕАЕРАТОРІ**

У статті розглянуто питання розробки програмного забезпечення для автоматичної системи регулювання видаленням кисню у деаераторі зі застосуванням киснеміру. Для успішного спостереження і своєчасної корекції технологічного процесу було використано програмне середовище SCADA системи Trace Mode 6.

Ключові слова: деаераційна установка, деаератор, SCADA система Trace Mode, людино-машинний інтерфейс, імітаційна модель, автоматична система регулювання.

**DEVELOPMENT OF SCADA-SYSTEM TRACE MODE 6 SIMULATION MODEL,
AN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM REMOVAL OF OXYGEN IN THE DEAERATOR**

The article deals with the development of software for automatic control system of oxygen removal in the deaerator using an oxygen meter. For successful observation and timely correction of the technological process, the SCADA software environment of the Trace Mode 6 system was used.

Key words: deaeration plant, deaerator, SCADA system Trace Mode, human-machine interface, simulation model, automatic control system.