



РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА (SCADA-СИСТЕМЫ) ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

А.С. Угловский

к.т.н., инженер по научно-технической информации
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА

*Мнемосхема,
фильтрационная
сушильная установка,
SCADA-система,
технологический
процесс, контроллер*

*Symbolic circuit, filtrational
drying unit, SCADA-system,
technological process,
the controller*

Производительность труда и эффективность производства во многом определяются степенью автоматизации технологических процессов и, что особенно важно для предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, достоверностью информации о сырьевых потоках и качестве продукции.

В рамках инновационной программы «У.М.Н.И.К.» на кафедре «Электрификация» ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА был создан программный продукт – SCADA-система, позволяющая осуществлять управление и контролировать работу электрооборудования. На разработанную программу получено авторское свидетельство РФ №2015618702 [1]. В проекте разработана мнемосхема для управления фильтрационной сушильной установкой. Значительную часть электрооборудования установки составляют электродвигатели, поэтому к мнемосхеме привязаны теги сбора информации аналоговых сигналов с частотных преобразователей.

Неотъемлемой частью многоуровневой автоматизированной системы управления является наличие верхнего уровня управления, построенного на SCADA-системе для разработки человеко-машинного интерфейса с графическим отображением протекания технологического процесса [2]. В настоящее время SCADA-системы применяются практически во всех отраслях промышленности, требующих операторского контроля над технологическим процессом в реальном времени.

При модернизации модулей SCADA-системы для тестирования программы разработана виртуальная модель фильтрационной сушильной установки, данные с которой поступали через OPC-сервер Kerware.

Взаимодействие оператора с АСУ ТП фильтрационной сушильной установки осуществляется через компьютер АРМ, расположенный в том же помещении, где установлен шкаф системы управления. При разработке пользовательского интерфейса системы были учтены требования к управлению как в ручном, так и в автоматическом режимах. Все основные действия (просмотр мнемосхемы, базы данных готовой продукции, текущего состояния дозатора, выбор требуемого рецепта) оператор может выполнять с помощью мыши.

Рассмотрим сушильные установки по переработке жидких навозных стоков, а также предложим свою разработку.

Жидкие навозные стоки наиболее экологически опасны, так как загрязняют почву, грунтовые воды и воздух. Содержание большого количества воды при высокой концентрации сухих веществ усложняет оперативную работу и использование навоза на полях.

Поскольку жидкий навоз представляет собой смесь твёрдых и жидких частиц, решение проблемы заключается в том, чтобы отделить твёрдые частицы прежде, чем их загрязняющие окружающую среду элементы растворятся в жидкости. Для этого применяются специальные сепараторы. В сепараторе происходит разделение навоза на твердую и жидкую фракции.

Производимый на выходе продукт из твёрдой фракции представляет собой готовый высококачественный компост с низким содержанием влаги, без запаха и без патогенной микрофлоры. Более того, после сепаратора готовый компост можно перерабатывать в готовую подстилку для животных и направлять её в стойла. На каждое стойло требуется 4-5 кг такой подстилки в день. Расходы на приобретение, доставку и утилизацию традиционных подстилочных материалов – соломы, опилок, песка или матов – могут достигать 5000 руб. на одну корову в год, а если использовать сепаратор, то стоимость производства подстилки из навоза оценивается только затратами электроэнергии: около 40 кВт·ч на 1 м³. Кроме того, отработанную подстилку можно использовать или продавать в качестве удобрения.

Основным недостатком применения соломы является высокая вероятность возникновения мастита вымени. При использовании же подстилки из переработанной твердой фракции навоза риск появления этого заболевания минимизируется.

В хозяйстве (агрохолдинг «Рождество» Владимирская область) работают установки по переработке навоза компании BAUER/FAN (Австрия). Работают круглосуточно, каждая потребляет ежедневно не более 17 кВт·ч. Подстилку животным меняют каждые 3-4 дня, производительность одной такой фильтрационно-сушильной установки рассчитана на 1000 голов дойного стада. Стоимость установки составляет 12 млн рублей [3].

В ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА к.т.н. Л.В. Диановым и А.Р. Гавриловым разработан аэрационный биореактор (патент РФ №2527300), позволя-

ющий из измельченного подстилочного навоза получить биогумус или компост [4, 5]. Ценным свойством у такого биогумуса является отсутствие в нём семян сорных растений. Высокое качество биогумуса способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Работа агрегата в автоматическом режиме не предусмотрена. Применение автоматизации для данной установки позволит повысить её конкурентоспособность и востребованность в сельском хозяйстве.

Предложена автоматизированная фильтрационная сушильная установка с более экономичным ценовым вариантом, состоящая из основных компонентов системы: прессового шнекового сепаратора фирмы Xinxiang Chenwei Machinery (Китай) (рис. 1а), сушильного барабана и шнекового транспортера из сепаратора в барабан. Спроектированная фильтрационная сушильная установка показана на рисунке 1б.

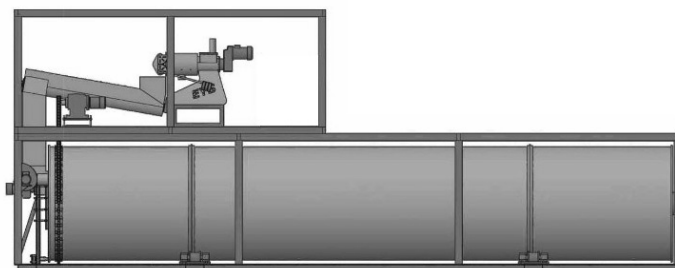
Фильтрационная сушильная установка производит подстилочный материал из навоза, который скапливается на ферме.

Фильтрационно-сушильная установка работает следующим образом. Навоз перекачивается из приемной ёмкости и подается насосом в шнековый сепаратор, где происходит разделение на твердую и жидкую (осветленную) фракции. Затем твердая фракция попадает в барабан, где в течение суток крутится и подсушивается до влажности 60%, а жидкая фракция по дренажной трубе сливается в лагуну. Биологический процесс контролируется изменением температуры и регуляцией потока воздуха. Предложенная автоматизированная система контролирует и корректирует слаженную работу сепаратора, миксера и погружного насоса. Далее сухую фракцию используют в качестве подстилки для КРС. Нагрев в сепараторе должен составлять порядка 65°C, при этом уничтожаются все микробы, бактерии и неприятный запах, что делает такую подстилку безопасной для вымени коров.

Для контроля за процессом производства подстилочного материала из навоза на рисунке 2 представлена мнемосхема фильтрационной сушильной установки, на которой в режиме анимации отображаются изменения состояния органов управления, выполнение отдельных операций, текущие значения параметров технологического процесса. Каждый узел включает цифровой индикатор, показывающий значение скорости привода и показания температуры в камерах. Мнемосхема (рис. 2а) содержит кнопки пуска/



а)



б)

Рисунок 1 – Система фильтрационной сушильной установки
 а) шнековый сепаратор фирмы Xinxiang Chenwei Machinery (Китай);
 б) спроектированная фильтрационная сушильная установка

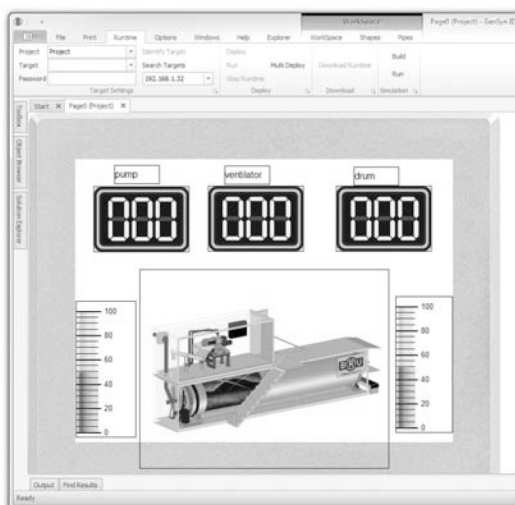
останова насоса, барабана и вентилятора, открытия/закрытия задвижек дозатора и индикаторы наличия аварий и технологических ошибок.

В реальном времени отображаются состояния бункера-дозатора и сепаратора. На мнемосхеме (рис. 2а) отображаются индикаторы рабочей частоты: pump (привод насоса), ventilator (привод вентилятора), drum (привод барабана). На рисунке 2б показаны теги по сбору информации с приводов и датчиков.

При ошибках оборудования выполнение технологического процесса приостанавливается, на мнемосхеме значком отображается механизм,

вызвавший ошибку, открывается окно ошибок и система предлагает оператору выбрать один из вариантов действий: повторить операцию, игнорировать сообщение и так далее.

Рассмотрим работу фильтрационной сушильной установки с учетом показания температуры в камере. Перечень сигналов с датчика температуры загружен на OPC UA сервер. Запустим программную среду GenSyn. Создадим динамический элемент Process Point (скорость вентилятора), выбираем источник данных в свойствах элемента DataSource. Вводим адрес сервера, на котором расположен файл с перечнем сигналов



а)

Name	Type	Is Multiplex...	Multiplex In...	Initial Value	Minimum	Maximum	Access	Description	Connection	Count
[Driver S...	INT32		None	20	-2147483648	2147483647	ReadWrite		Internal	1
[Driver S...	INT32		None	400	-2147483648	2147483647	ReadWrite		Internal	1
[Driver S...	REAL32		None	20	-3.402823E...	3.402823E...	ReadWrite		Internal	1
[Driver S...	REAL32		None	700	-3.402823E...	3.402823E...	ReadWrite		Internal	1
[Driver S...	STRING		None	0	0	255	ReadWrite		Internal	1
[Driver S...	STRING		None	0	-2147483648	2147483647	ReadWrite		Internal	1
[Driver S...	STRING		None	0	0	255	ReadWrite		Internal	1
[Driver S...	INT32		None	0	-2147483648	2147483647	ReadWrite		Internal	1
[Driver S...	INT32		None	-1	-2147483648	2147483647	ReadWrite		Internal	1
[Driver S...	UINT32		None	0	0	4294967295	ReadWrite		Internal	1
[Driver S...	DATEIME		None	02/16/2016...	01/01/0001...	12/31/9999...	ReadWrite		CommonDe...	1
[Driver S...	STRING		None	0	0	255	Write		CommonDe...	1
[Driver S...	STRING		None	0	0	255	Write		CommonDe...	1
[Driver S...	STRING		None	0	0	255	Write		CommonDe...	1
pump	INT32		None	0	-2147483648	2147483647	ReadWrite		Internal	1
ventilator	INT32		None	0	-2147483648	2147483647	ReadWrite		Internal	1
drum	INT32		None	0	-2147483648	2147483647	ReadWrite		Internal	1

б)

Рисунок 2 – Мнемосхема фильтрационной сушильной установки
 а) основная мнемосхема; б) основные теги, применяемые на мнемосхеме для отображения показаний с датчиков

датчика `opc.tcp://192.168.2.120`: имя порта, и подключаемся к OPC-серверу.

Система АСУ ТП фильтрационной сушильной установки функционирует в трёх режимах.

1. Автоматический режим, в котором оператор задаёт требуемый рецепт из базы рецептов и количество циклов дозирования.

2. Ручной режим с автодозированием, управление в котором осуществляется с использованием виртуального пульта. Оператор обеспечивает запуск дозирования, открытие и закрытие задвижек дозатора, запуск и останов сепаратора. Остановка электропривода дозатора происходит автоматически при достижении массой дозируемого компонента заданного значения.

3. Ручной режим без автодозирования, в котором управление процессом дозирования и сепарирования осуществляется также, как и в ручном режиме с автодозированием, но в отличие от него остановка электроприводов осуществляется оператором. Данный режим используется для отладки и поиска неисправностей.

Кроме того, АСУ ТП фильтрационной сушильной установки выполняет следующие функции:

- обеспечение параллельной работы подсистем дозирования, сепарирования и отгрузки;
- анализ текущего состояния исполнительных устройств нижнего уровня управления (преобразователя частоты, силовых контакторов);
- проверка перегрузки бункера дозатора;
- звуковая и визуальная сигнализация с блокировкой работы исполнительных механизмов при возникновении аварийной ситуации.

Программно-аппаратная реализация АСУ ТП фильтрационной сушильной установки имеет трёхуровневую структуру. Нижний уровень содержит датчики и исполнительные устройства. Средний уровень включает в себя управляющий контроллер и модули релейной коммутации. Верхний уровень представляет собой автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора на базе персонального компьютера. Взаимодействие между верхним и средним уровнем осуществляется посредством интерфейса RS-232 на физическом уровне по специально разработанному для проекта протоколу обмена со скоростью 9600 бод.

Для автоматизации фильтрационной сушилки предлагается установить электротехнический шкаф с установленными в нем: контроллером, частотными преобразователями, панелями управления фирмы Delta Electronics (Китай) (рис. 3а).

Двигатели задвижек бункера-дозатора и сепаратора, двигатели вентилятора и барабана

включаются в сеть непосредственно через силовые контакторы. Для насоса, вентилятора и барабана требуется плавное регулирование скорости, поэтому их двигатели управляются посредством преобразователя частоты. Температурный датчик подключается к входу контроллера и устанавливается в сушильной камере.

Для повышения информативности интерфейса пользователей (при отображении оперативных и исторических данных) в проекте применены компоненты GenSyn Trend. В частности, GenSyn Trend Viewer позволяет отображать информацию в виде графиков, диаграмм различных связанных параметров системы. Этот модуль допускает возможность конфигурирования любого числа перьев (трендов) с различными шкалами времени и значений для одновременного вывода на экран оперативных и исторических данных из встроенного архива MS SQL Server. Если требуется, можно разрешить изменять конфигурацию диаграммы в режиме выполнения. Кроме того, подсистема создания отчётов, благодаря встроенной архитектуре OPC in Core и поддержке стандартных интерфейсов, обеспечивает в системе возможность построения отчётов различными способами.

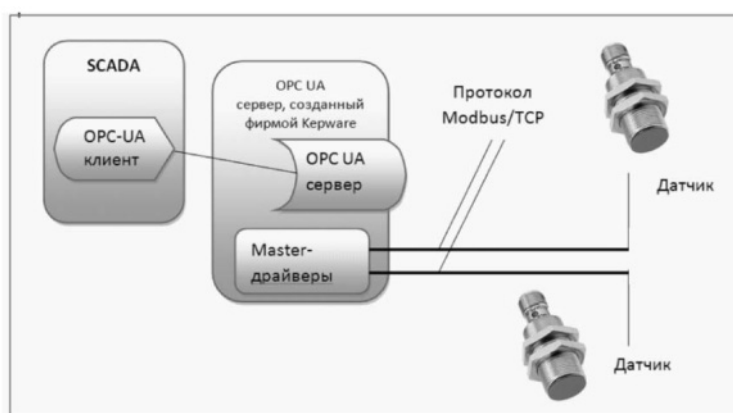
Приложения GenSyn являются OPC-сервером для любого стандартного OPC-клиента. В то же время эти компоненты могут выступать в роли OPC-клиентов для любого стандартного OPC-сервера. Поддержка OPC в среде GenSyn WorkBench позволяет создавать мнемосхемы (типа приведенной на рисунке 2), для которых источниками данных напрямую выступают OPC-серверы. Таким образом, рабочая станция является OPC-клиентом и взаимодействует со всеми компонентами АСУ ТП и с другими системами по OPC-интерфейсу (рис. 3б).

Контроллер программируется в среде GenSyn, обеспечивающей реализацию технологических языков программирования в соответствии со стандартом IEC-61131. В этой среде может быть запрограммирован как типовой функциональный блок управления электродвигателем, так и разработаны различные модели для изучения работы алгоритмов управления электродвигателями разного назначения.

Разработанное программное средство SCADA-система было внедрено в учебный процесс ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА и может быть использовано для управления автоматизированными установками в сельскохозяйственных организациях. Внедрение данной системы позволит



а)



б)

Рисунок 3 – Автоматизированная система фильтрационной сушильной установки
 а) оборудование щита управления фильтрационной сушильной установки;
 б) взаимосвязь SCADA с OPC-сервером и датчиками

реализовать на уровне оперативно-диспетчерского управления запуск/останов электроприводов, выполнение необходимых технологических измерений, сигнализации и регистрации, а также ведение архивов событий и измерений.

С точки зрения финансовых подсчетов, при серийном производстве стоимость предложен-

ной установки будет составлять 500 тыс. рублей. Если учесть дополнительные доходы, обеспеченные её эксплуатацией (здоровье всего стада, снижение заболеваемости основного поголовья, рост надоев, снижение затрат на доставку подстилки и т.д.), то фактор экономической эффективности выходит на первый план.

Литература

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015618702, 14.08.2015 г.
2. Федоров, Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка [Текст] / Ю.Н.Федоров. – М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 928 с.
3. FAN BRU (Bedding Recovery Unit) Фильтрационно-сушильная установка для производства (восстановления из навоза) подстилки для КРС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eko-servis.com.ua/product/44> (дата обращения: 10.03.2016).

4. Дианов, Л.В. Аэрационный биореактор [Текст] / Л.В. Дианов, А.Р. Гаврилов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2013. – № 3. – С. 73-75.

5. Патент 2527300 Российская Федерация, МПК C05F3/06. Аэрационный биореактор [Текст] / Гаврилов А.Р., Дианов Л.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия». – № 2012155851/13; заявл. 21.12.2012; опубл. 27.08.2014, Бюл. № 24. – 9 с.

References

1. Sviditel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM №2015618702, 14.08.2015 g.

2. Fedorov, Ju.N. Spravochnik inzhenera po ASUTP: proektirovanie i razrabotka [Tekst] / Ju.N.Fedorov. – M.: Infra-Inzhenerija, 2008. – 928 s.

3. FAN BRU (Bedding Recovery Unit) Fil'tracionno-sushil'naja ustanovka dlja proizvodstva (vosstanovlenija iz navoza) podstilki dlja KRS [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://eko-servis.com.ua/product/44> (data obrashhenija: 10.03.2016).

4. Dianov, L.V. Ajeracionnyj bioreaktor [Tekst] / L.V. Dianov, A.R. GavriloV // Vestnik APK Verhnevolzh'ja. – 2013. – № 3. – S. 73-75.

5. Patent 2527300 Rossijskaja Federacija, MPK C05F3/06. Ajeracionnyj bioreaktor [Tekst] / GavriloV A.R., Dianov L.V.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Jaroslavskaja gosudarstvennaja sel'skohozajstvennaja akademija». – № 2012155851/13; zajavl. 21.12.2012; opubl. 27.08.2014, Bjul. № 24. – 9 s.



ОБЪЯВЛЕНИЕ



В издательстве ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в 2015 г. вышла монография «Автотракторные трансмиссии с неразрывным потоком мощности» / Г.М. Щеренков, Д.С. Карпов.

В монографии кратко рассмотрены схемы и конструкции, преимущества и недостатки автоматических трансмиссий. Подробно анализируется работа таких трансмиссий, содержащих узлы трения. Описано их устройство и условия работы в среде смазочно-охлаждающей жидкости.

Монография предназначена для преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов инженерных факультетов, а также для инженерно-технических работников, занимающихся эк-

сплуатацией, ремонтом и обслуживанием автомобилей и тракторов.

УДК 629.114.2.001.63; ББК 39.34;

ISBN 978-5-98914-143-2; 60 стр. (мягкий переплет)

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58, ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА**

e-mail: vlv@yarcx.ru

