

УДК 681.5:621.315

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ**

***В.Н. Митрошин***

Самарский государственный технический университет  
Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

*Традиционно используемые для управления процессами изготовления кабелей связи локальные системы стабилизации режимных параметров технологического оборудования и контролируемых первичных параметров кабеля, реализованные с использованием ПИД-регуляторов, не приносят ожидаемого положительного результата. Предлагается для повышения эффективности управления производством проводных кабелей связи использовать методы и средства систем усовершенствованного управления технологическими процессами на основе прогнозирующих моделей для обеспечения требуемого качества кабеля как канала связи.*

**Ключевые слова:** *системы усовершенствованного управления, прогнозирующие модели, производство кабелей.*

Повышение эффективности управления технологическими процессами – задача, постоянно решаемая разработчиками систем управления, но, строго говоря, не имеющая окончательного решения. Особенно это касается технологических объектов, обладающих признаками сложных систем и являющихся непрерывными, многооперационными технологическими процессами, управление которыми должно осуществляться в реальном времени.

Методы, традиционно используемые для управления технологическими процессами изготовления кабелей связи (КС) и основанные на применении для стабилизации режимных параметров технологического оборудования и контролируемых первичных параметров изготавливаемой продукции набора не связанных между собой локальных систем регулирования, реализованных с использованием ПИД-регуляторов, зачастую не приносят ожидаемого положительного результата [1, 3]. Это объясняется, в частности, тем, что объект управления, например одночервячный экструдер, является многомерным, а при изготовлении некоторых видов кабелей, к примеру с пенопластовой изоляцией, чувствительность первичных параметров кабеля (погонной емкости и диаметра изоляции) к вариациям режимных параметров технологического оборудования высока.

С другой стороны, традиционно используемые упрощенные модели объектов управления с сосредоточенными параметрами не отвечают основным физическим особенностям управляемых процессов – не учитывают пространственной распределенности регулируемых величин, а потому не удовлетворяют потребностям систем управления [2].

Процессы изготовления проводных КС в полной мере обладают признаками сложных систем, являются непрерывными многооперационными технологическими процессами. Их главной особенностью является то, что основной эксплуатационный параметр кабеля как будущего канала связи может быть измерен

---

*Владимир Николаевич Митрошин (д.т.н.), заведующий кафедрой «Автоматика и управление в технических системах».*

только после его изготовления. Обеспечить гарантированное достижение требуемого качества изготавливаемого кабеля, тем более с учетом его частотных свойств (полосы пропускания КС), с помощью независимых локальных систем регулирования практически невозможно [2].

Кроме улучшения качества управления в традиционном смысле, например уменьшения нерегулярностей контролируемых параметров, улучшения динамических характеристик систем регулирования, возникают задачи оптимизации технико-экономических показателей работы оборудования: экономия энергозатрат, используемых при изготовлении кабелей дорогостоящих материалов, управление нестационарными режимами работы оборудования и т. п. Обеспечить решение этих задач традиционными подходами не представляется возможным.

Кроме того, как отмечается в [3], в традиционных системах управления отсутствуют модели, отражающие зависимость эксплуатационных показателей качества изготавливаемой продукции (например, при изготовлении КС – нерегулярности волнового сопротивления кабеля) от измеряемых переменных технологического процесса. В литературе эти модели называются виртуальными анализаторами качества [5]. И даже когда такие модели имелись, они не были включены в контур многомерного управления, т. е. фактически отсутствовали средства прямого воздействия на эксплуатационные показатели качества изготавливаемой продукции.

Поэтому для управления техпроцессами производства КС должны использоваться новые подходы. Предлагается для управления изготовлением КС применять методы и средства усовершенствованного управления технологическими процессами. Покажем, что использование АРС-систем для управления технологическими процессами производства КС является эффективным и экономически целесообразным решением.

Системы усовершенствованного управления (АРС-системы, от *Advanced Process Control*) начали широко использоваться с 1990-х годов [3]. Целями разработки АРС-систем являются улучшение качества управления режимными параметрами работы оборудования и показателями качества продукции, а также оптимизация в реальном масштабе времени технико-экономических показателей автоматизируемого процесса на основе использования прогнозирующей модели этого процесса при минимальном вмешательстве оператора [3, 4]. Важной особенностью данных систем является тот факт, что речь идет именно об автоматическом управлении в замкнутом контуре, а не об использовании АРС-системы в качестве «советчика оператору».

Правда, в настоящее время подобные системы применяются в основном в нефте- и газодобыче, нефте- и газопереработке, химической и нефтехимической промышленности, тепловой энергетике, целлюлозно-бумажной промышленности, фармацевтике, пищевой промышленности [3, 4]. Примеров внедрения АРС-систем в кабельной промышленности в технической литературе к настоящему моменту не описано.

Какую основную задачу должна решать система усовершенствованного управления технологическим процессом?

Это повышение технико-экономической эффективности работы технологической установки за счет повышения ее производительности, увеличения выхода более качественной продукции, снижения затрат – главным образом за счет энер-

госбережения, уменьшения потерь при смене режимов работы оборудования и т. п.

За счет чего достигается повышение эффективности работы APC-систем? Более эффективная работа APC-систем в сравнении с традиционными системами регулирования обусловлена использованием прогнозирующего управления на основе применения виртуальных анализаторов (ВА) качества выпускаемой продукции [5]. ВА представляют собой математические модели, описывающие зависимость показателя качества выпускаемой продукции от непосредственно измеряемых параметров технологического процесса.

Как отмечается в [3], наибольший эффект от использования APC-систем достигается не столько за счет качественного управления, что безусловно является необходимым условием, сколько за счет оптимизации работы технологического оборудования по экономическому критерию.

Применительно к автоматизации технологических процессов производства КС можно отметить следующие полученные с участием автора результаты.

Решение задачи оптимального управления охлаждением кабельной жилы в процессе ее изготовления на основе использования аналитической модели процесса, с учетом распределенности управляемой величины по пространственным координатам, позволило оптимизировать работу участка охлаждения экструзионной линии по технико-экономическим критериям и получить значительную экономию энергозатрат на подогрев охлаждающей воды и высвобождение производственных площадей [6].

Использование моделей зоны дозирования одночервячного экструдера как объекта с распределенными параметрами по температуре расплава полимера [7] и пульсациям колебания давления расплава на выходе экструдера [8] является основой для решения средствами APC задачи оптимизации массовой производительности расплава полимера на выходе экструдера с целью стабилизации формируемого диаметра изоляции и, соответственно, минимизации нерегулярностей волнового сопротивления изготавливаемого кабеля [2]. В данном случае необходимо отметить использование «строгих», основанных на базовых физических закономерностях автоматизируемых процессов, моделей, в отличие от традиционно используемых в APC-системах упрощенных линейных моделей.

Предлагаемые подходы, основанные на использовании методов и средств APC-систем, позволят существенно повысить эффективность управления изготовлением КС.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Митрошин В.Н., Митрошин Ю.В. Использование системного подхода при автоматизации непрерывных технологических процессов кабельного производства // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2010. – № 7(28). – С. 26–31.
2. Митрошин В.Н. Многопараметрическое управление производством кабелей связи на основе прогнозирующих моделей // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2013. – № 4(40). – С. 37–44.
3. Захаркин М.А., Кнеллер Д.В. Применение методов и средств усовершенствованного управления технологическими процессами (АРС) // Датчики и системы. – 2010. – № 10. – С. 57–71.
4. Веревкин А.П. Системотехника «продвинутого» управления в нефтепереработке // Проблемы автоматизации технологических процессов добычи, транспорта и переработки нефти и газа. II Всеросс. науч.-практ. интернет-конф.: Сб. трудов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2014. – С. 5–19.
5. Бахтадзе Н.Н. Виртуальные анализаторы (идентификационный подход) // Автоматика и телемеханика. – 2004. – № 11. – С. 3–24.
6. Митрошин В.Н., Лойко А.Ю., Митрошин Ю.В. Система оптимального программного управления процессом охлаждения полимерной кабельной изоляции как объектом с распределенными

- параметрами // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2009. – № 1(23). – С. 47 – 53.
7. *Митрошин В.Н., Нечаев А.С.* Структурное и численное моделирование распределенного управления температурой расплава полимера в зоне дозирования одночервячного экструдера // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2013. – № 2(38). – С. 26–32.
  8. *Митрошин В.Н.* Регулирование давления расплава полимера в зоне дозирования одночервячного экструдера при пульсирующем градиенте давления // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2011. – № 1(29). – С. 39–44.

*Статья поступила в редакцию 1 октября 2014 г.*

## **APPLICATION OF ADVANCED PROCESS CONTROL SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF TELECOMMUNICATION CABLES**

***V.N. Mitroshin***

Samara State Technical University  
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation

*Local systems for stabilization of production equipment operation parameters and controlled initial cable parameters which are traditionally used to control the manufacturing processes of telecommunication cables and are implemented with the use of PID controller do not give the expected positive result. In order to improve the control efficiency, the paper proposes to use the methods and means of advanced process control systems based on the prediction model to provide the required quality of the telecommunication cable.*

***Keywords:*** *advanced process control, predictive models, cable manufacture.*