

ИНТЕГРАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ С ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЛАКОКРАСОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

INTEGRATION OF THE AUTOMATED PRODUCT LINES INTO THE INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM OF THE ENTERPRISE FOR PRODUCTION OF PAINT AND VARNISH PRODUCTION

I. Dyakonova

Summary. The problem of integration of automated production lines with the information management system of an enterprise for the production of paint and varnish products is considered. The mechanisms that make up the concept of integrated automated management of paint and varnish enterprise are defined. The requirements for the content of technological regulations for paint and varnish production are indicated. The specifics of the information system of enterprise management, integrated with the flow production of paint and varnish products. The risks are identified in the interaction of two different control cycles: a faster cycle in managing technological flows and a slower cycle with the overall management of the enterprise. Approaches to the modernization of the enterprise's information system with in-line production are defined. The features of horizontal and vertical integration of the enterprise's information management system of paint and varnish products are described. Vertical integration of the enterprise management information system as an important component of the construction of a single integrated control system for the production of paint and varnish products is presented.

Keywords: paint and varnish production, automated process control system, integration of automated production lines, the concept of integrated automated management, technological regulations, horizontal and vertical integration of the automated control system.

Дьяконова Ирина Анатольевна

*К.э.н., доцент, ФГБОУВО «Московский политехнический университет», Россия, Москва
Irina_shelkina@mail.ru*

Аннотация. Рассматривается задача интеграции автоматизированных поточных линий с информационной системой управления предприятия по производству лакокрасочной продукции. Определены механизмы, составляющие концепцию интегрированного автоматизированного управления лакокрасочным предприятием. Обозначены требования к содержанию технологического регламента лакокрасочного производства. Определены особенности информационной системы управления предприятия, интегрированной с поточным производством лакокрасочной продукции. Выявлены риски при взаимодействии двух разновременных циклов управления: более быстрого цикла при управлении технологическими потоками и более медленного цикла при общем управлении предприятием. Определены подходы к модернизации информационной системы предприятия с поточным производством. Описаны особенности горизонтальной и вертикальной интеграции информационной системы управления предприятия лакокрасочной продукции. Представлена вертикальная интеграция информационной системы управления предприятия в качестве важнейшей компоненты построения единой интегрированной системы управления производством лакокрасочной продукции.

Ключевые слова: лакокрасочное производство, автоматизированная система управления технологическими процессами, интеграция автоматизированных поточных линий, концепция интегрированного автоматизированного управления, технологический регламент, горизонтальная и вертикальная интеграция автоматизированной системы управления.

Растущая конкурентная борьба среди производителей, а также повышенные требования потребителей к ассортименту и качеству лакокрасочной продукции требуют постоянного совершенствования автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) производства материалов и окрашиваемых изделий [1].

В основу автоматизации поточных процессов на лакокрасочных предприятиях закладываются либо технологии производства лакокрасочных материалов, либо порядок проведения окрасочных работ, увязанных по времени, по потребляемым материальным (энергетическим, водным, компонентным), техническим и челове-

ческим ресурсам в последовательности этапов по подготовке поверхности деталей, по самому окрашиванию, сушки и сборки их в готовые изделия [6,7].

Современные лакокрасочные предприятия, наряду с решением общих задач по автоматизации управления складом, бухгалтерией, продажами, кадрами, транспортом и др., сосредоточены на повышении качества автоматизации поточных линий по производству конечной лакокрасочной продукции. Лакокрасочные предприятия в связи с вредностью и пожароопасностью производства переходят на полное вытеснение персонала из контуров цехов, где возможен контакт человека с вредными для здоровья материалами и компонентами [1].

В этой связи, рост интеллектуализации и углубление интегрированности систем управления на всех уровнях при производстве лакокрасочной продукции представляется весьма актуальным направлением для исследования [3, 7].

Автоматические способы окрашивания с привлечением роботов, искусственная сушка, производительное автоматизированное оборудование при значительных объёмах потребления электроэнергии, водяного пара, кислотнo-щелочных соединений и сжатого воздуха усиливают угрозу произвольного возникновения технических и технологических отказов, сбоев, пожаров в окрасочных цехах, что вынуждает сосредоточить их в обособленных защищённых в пожарном отношении помещениях [1].

Вместе с тем, территориальная изоляция таких потенциально опасных производственных участков не должна нарушить интеграцию общего технологического потока производства и информационной системы управления лакокрасочным предприятием в целом [2].

При наличии многолетнего производства на указанном предприятии уровень и глубина подобной интеграции связана с преодолением исторически сложившегося фрагментарного и неоднородного характера автоматизации на всех этапах создания интегрированной АСУ, для которой возможно рассогласование между качеством автоматизации отдельных участков или производственно-технологических функций [3,8].

На каждом лакокрасочном производстве у опытных специалистов подобного предприятия сформировались технологически востребованные представления о его состояниях или режимах работы, которые возможно формализовать в математические или логические модели состояний производственных процессов, которые оптимизируются по основным параметрам с привлечением аппарата имитационного моделирования [6, 11].

Устойчиво функционирующие имитационные модели, преобразованные в управляющие механизмы воздействия на производственные процессы, обеспечивают эффективное функционирование предприятием и составляют концепцию управления лакокрасочным производством [9].

В концепцию интегрированного автоматизированного управления лакокрасочным предприятием должны быть включены следующие механизмы:

1. механизм оценки исходных состояний лакокрасочного производства;
2. механизм прогнозирования последующих состояний лакокрасочного производства;

3. механизм перехода в различные целевые состояния лакокрасочного производства.

Механизм оценки исходных состояний включает в себя данные о реальном процессе лакокрасочного производства для каждого момента времени. Для простейшего случая это множество параметров, которые характеризуют показатели лакокрасочной продукции и состояние производственного оборудования, поступающие от датчиков-измерителей и исполнительных механизмов.

Механизм прогнозирования последующих состояний включает в себя

совокупность логических правил или математических функций, которые позволяют на основе метода имитационного моделирования [11], исходного модельного состояния и целей производства определить: текущее технологическое состояние производства и многомерную величину отклонения от соответствующего целевого состояния, а также многомерное управляющее воздействие для перехода в целевое состояние. Математические выражения для подобного перехода приведены в статье [8].

Механизм перехода в различные состояния включает в себя совокупность программных решений, которые реализуют многомерные управляющие воздействия для перехода в целевые состояния [4, 5, 12].

При реализации технологии лакокрасочного производства составляется *регламент или обобщённый технологический план ведения производственных процессов*, подготавливаемый либо специалистами, либо автоматически генерируемый комплексом программ. В регламенте определяются взаимосвязи между потоками событий и формированием команд, изменяющих структуру процесса лакокрасочного производства [3, 6].

Регламент лакокрасочного производства основывается на целях управления объектом, выходящих на конечную цель – производство качественной экологичной лакокрасочной продукции необходимого объёма и ассортимента согласно плановым показателям. Определяются режимы работы и параметры процессов предприятия, в которые входят промежуточные подцели, достигаемые при получении промежуточных результатов. Технологический регламент лакокрасочного производства определяет перечень и последовательность выполнения автоматических операций роботами-манипуляторами, не требующими участия человека-оператора; совокупность простых информативных сообщений, автоматически формируемых датчиками, для оператора,

а также перечень команд оператору для совершения действий, связанных с визуальным контролем и ручным управлением, или для подтверждения исполнения определённых команд [6].

Таким образом, *технологический регламент лакокрасочного производства* должен предусматривать:

1. автоматическое блокирование противоречивых или опасных действий операторов, роботов-манипуляторов, механизмов;
 2. дублирование показаний датчиков;
 3. возможность ручного управления в случае отказа автоматики;
 4. подтверждение ручных действий оператора;
 5. реализацию экспертной системы с элементами искусственного интеллекта и с голосовым управлением, предлагающей оптимальные решения оператору для конкретных ситуаций лакокрасочного производства;
6. прогнозировать динамику и управление производством при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Описанный технологический регламент определяет *особенности АСУТП*, интегрированной с поточным производством лакокрасочной продукции [3].

Первая особенность интегрированной АСУ обусловлена блочной структурой, выражающейся в использовании типовых функциональных блоков на рассматриваемом типе производства.

Указанные блоки в общем виде осуществляют следующие функции:

1. накопление (пополнение) разнородного ресурса;
2. соединение (трансформация) ресурса;
3. проверку нового состояния ресурса;
4. хранение (транспортировку) изменённого ресурса лакокрасочной продукции;
5. безопасная утилизация отработанного ресурса.

Вторая особенность интегрированной АСУ выражается в обеспечении трансформации производственного ресурса посредством привлечения значительных мощностей системы и основных агрегатов, включённых в технологическую схему и выполняющих функции смазки, охлаждения, вентиляции, сушки, сбора протечек и т.д. В результате, увеличивается нагрузка на систему управления лакокрасочным производством за счёт анализа по всему множеству значений параметров датчиков и механизмов, контролирующих производственный процесс.

Третья особенность интегрированной АСУ обусловлена множеством режимов функционирования

лакокрасочного производства, что проявляется на всех уровнях управления: от уровня настроек всех машин, механизмов и датчиков до уровня технологических цепочек, составляющих типовые конфигурации поточной производственной системы. Режимы должны отражать как структуры ресурсных потоков, так и их параметры (физические состояния ресурсов в потоках) [3].

На предприятии лакокрасочного производства интеграция общей системы управления и управление технологическими потоками обусловлена *сложностью взаимодействия двух разновременных циклов управления*. При этом производственный цикл управления поточным производством оказывается на порядок быстрее, чем общий цикл управления предприятием.

Поскольку более медленный цикл управления является обеспечивающим для быстрого цикла, то в этой связи возможны риски, возникновения, как дефицита, так и избытка разнородных ресурсов, потребляемых лакокрасочным предприятием. Указанные риски следует своевременно прогнозировать и предотвращать [7].

Частичная модернизация интегрированных систем лакокрасочного производства, которые имеют недостатки и противоречия на отдельных участках или в выполняемых функциях, не всегда успешна, поскольку не устраняет полностью все системные противоречия на крупном лакокрасочном производстве. Оптимальное решение заключалось бы в построении АСУ технологическими поточными процессами с нулевого уровня с устранением и демонтажем всех прежних противоречивых и дублирующих компонентов устаревшей неэффективной системы управления [6, 7].

Последовательная разработка структуры АСУ ТП на функциональном уровне; на уровне взаимосвязанных алгоритмов; на уровне комплекса программ; на уровне технических средств; на уровне самой организации и т.д., по мнению их разработчиков, позволит наладить разнообразные виды информационного, программного, материально-технического, кадрового, финансового и др. обеспечения.

Однако, на практике, подобная полная замена системы управления не всегда в финансовом плане возможна для небольшого предприятия с ограниченным бюджетом.

Выход возможен при использовании современных инструментов автоматизации таких, как SCADA, ПАРУС и новейшая 1С: ERP, предлагаемая с мая 2018 г., и др. [4, 5, 12]. Информационной основой для подобных систем является сквозная база данных, увязывающая и согласующая множество параметров управления. Модер-

низация рассматриваемых систем возможна при оперативной корректировке управляющих алгоритмов и программ, которые обслуживали подлежащие замене устаревшее оборудование и не соответствующие современным требованиям технологические процессы. Наличие сквозной базы данных позволяет проектировщику проводить автоматизацию и документирование всех основных этапов работ по созданию АСУ ТП, интегрированной с поточным производством лакокрасочной продукции. Требования к процессам управления задаются в форме значений параметров из формализованных таблиц данных. Множество параметров описывают взаимосвязанное функционирование управляемых исполнительных механизмов и датчиков (давления, температуры, вибрации, электромагнитного излучения, расхода краски, толщины наносимого покрытия и др.) лакокрасочного производства, которое моделируется в виде разнонаправленно протекающих потоков различных компонентов и материалов на разнообразном оборудовании. Для каждого определённого технологического передела лакокрасочного производства устанавливается в соответствии со своим технологический поток, что в совокупности таких потоков и составляет технологическую деятельность лакокрасочного предприятия. В процессе производства ресурсные потоки возникают, развиваются, завершаются, разделяются и т.д. Потоки, которые соответствуют переделам, должны быть идентичны реализуемым технологическими процессами лакокрасочного производства.

Особенность горизонтального уровня интеграции лакокрасочного предприятия заключается в объединении производственных процессов в автономные автоматизированные системы, которые относятся к одному (однородному) уровню иерархии управления (например, управление технологическим процессом поточного производства, система управления электроэнергией предприятия, система управления логистикой, система управления охраной предприятия, система информационной безопасности и др.) [2].

Особенность вертикальной интеграции АСУ ТП заключается в объединении автоматизированных систем, относящихся к различным уровням (неоднородного) управления (например, системы автоматизации проектных работ, системы управления поточными процессами, системы управления бизнес процессами производственной компании, выпускающей лакокрасочную продукцию и др.) [2, 9].

В результате внедрения вертикальной интеграции АСУ ТП предполагается объединение между собой:

1. системы автоматизированного проектирования лакокрасочных изделий;

2. системы автоматизации технологических и поточных производственных процессов;
3. корпоративной информационной системы (планово-экономических, логистических, финансовых задач и задач по управлению персоналом) в единую интегрированную информационную сеть [9, 10].

Тем самым будет достигнута цель по необходимому обмену данными и управляющими воздействиями в реальном масштабе времени между всеми подразделениями управленческого уровня, основного (поточного) и вспомогательного (обеспечивающего) лакокрасочного производства.

В результате горизонтальной (внутри уровневой) и вертикальной (между уровневой) интеграции АСУ будут достигнуты такие способы организации взаимосвязи и взаимодействия функциональных подсистем, которые позволят добиться максимального синергетического эффекта от управления процессами на лакокрасочном производстве [2].

Вертикальная интеграция позволяет направлять потоки информации нижнего уровня от датчиков, контроллеров и исполнительных механизмов, информирующих АСУ поточного производства, от АСУ проектирования лакокрасочных изделий в корпоративные информационные системы компании [9], в которой лакокрасочное производство может быть только одним из многочисленных направлений производственной деятельности (например, машиностроительные и автомобилестроительные корпорации).

Таким образом, вертикальная интеграция АСУ ТП является важнейшей компонентой построения единой интегрированной системы управления лакокрасочным производством.

В данной статье рассмотрена задача интеграции автоматизированных поточных линий с информационной системой управления предприятия по производству лакокрасочной продукции. Учтены механизмы, составляющие концепцию интегрированного автоматизированного управления лакокрасочным предприятием. Сформулированы требования к содержанию технологического регламента лакокрасочного производства. Определены подходы к модернизации информационной системы предприятия с поточным производством. Рассмотрена горизонтальная и вертикальная интеграция АСУ ТП, которая признана в качестве важнейшей компоненты построения единой интегрированной системы управления производством лакокрасочной продукции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Автоматизация процесса производства розлива краски. Режим доступа: https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65635b3ad79b4d43b88521318d27_0.html. (дата обращения 27.06.2018).
2. Горизонтальная и вертикальная интеграция АС на предприятиях. Режим доступа: https://studopedia.ru/7_69922_gorizontalnaya-i-vertikalnaya-integratsiya-as-na-predpriyatiyah.html. (дата обращения 29.06.2018).
3. Интеграция АСУ ТП в АСУ предприятия. Режим доступа: http://www.krug2000.ru/reports/08-ent_acs_integr.pdf. (дата обращения 27.06.2018).
4. Искра С.А., Браништов С. А. SCADA-проектирование АСУ ТП для поточных производств. Режим доступа: <http://lab18.ipu.ru/projects/conf2009/3/9.htm> (дата обращения 27.06.2018).
5. Парус. Режим доступа: <http://www.parus.com/>. (дата обращения 29.06.2018).
6. Разработка АСУТП производства лакокрасочных изделий. Режим доступа: <https://www.2d-3d.ru/2d-galereia/automatika/2555-razrabotka-asutp-proizvodstva-lakokrasochnyh-izdeliy.html>. (дата обращения 27.06.2018).
7. Харазов В. Г. Проблемы и пути развития интегрированных АСУ ТП. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_19045385_66337563.pdf (дата обращения 27.06.2018).
8. Щелкина И. А. Автоматизированная система контроля и управления линий по производству жидких или сыпучих продуктов как часть автоматизированной системы управления предприятием // Интернет-журнал «Наукоедение» Том 9, № 3 (2017). Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/110TVN317.pdf>. (дата обращения 26.06.2018).
9. Щелкина И. А. Корпоративные информационные системы. Учебное пособие. М.: ООО НПВ «ИНЭК», 2009, 148 с.
10. Щелкина И. А. Корпоративные сети. Учебное пособие. М.: ООО НПВ «ИНЭК», 2009, 116 с.
11. Щелкина И. А. Имитационное моделирование в системе управления предприятием. Совершенствование подготовки ИТ-специалистов по направлению «Прикладная информатика» для инновационной экономики. Сборник научных трудов. М.: Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2014, С. 132–134.
12. 1С: ERP — флагманское решение от «1С». Режим доступа: <https://www.1cbit.ru/erp/>. (дата обращения 29.06.2018).

© Дьяконова Ирина Анатольевна (Irina_shelkina@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

