

# АВТООПЕРАТОР ДЛЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЛИНИЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ ДО 250 КГ

Карпович Д. С., Сарока В. В., Кузьмицкий И. Ф.  
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники,  
Белорусский государственный технологический университет  
Минск, Республика Беларусь  
E-mail: karpovich@tut.by

*Рассматриваются принципы функционирования системы управления автооператором для гальванических линий грузоподъемностью до 250 кг. Представлена последовательность операций процесса анодирования и алгоритм работы автоматического автооператора.*

## ВВЕДЕНИЕ

Роботизированные гальванические линии – это универсальный и в настоящее время наиболее рациональный вариант автоматизации всех типов гальванических производств – от массового до мелкосерийного. Режим гибкой автоматизации универсальной гальванической линии обеспечивает совмещение обработки в одном потоке деталей по индивидуальным технологическим программам без предварительного планирования работы линии; работа в свободном ритме, определяемом рабочим на загрузке; программированием работы линии, доступным непрофессионалу; возможностью коррекции процесса обработки деталей в линии с последующим восстановлением прерванного автоматического режима; непрерывным контролем и диагностикой аварийных ситуаций в линии [1].

## I. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Программное управление универсальным автооператором в условиях агрессивной среды гальванического цеха достигается за счёт: трёхуровневой системы управления, интеграции функций управления и отработки команд на транспортном роботе. На первом автодиспетчер на входе линии – он обеспечивает в реальном масштабе времени оптимальную загрузку линии. Второй уровень – бортовой контроллер – он осуществляет совместную обработку запущенных в линию деталей по индивидуальным технологическим маршрутам обработки. Контроль режимов технологических операций в процессных планах, задание режимов и контроль нормального состояния операций. Третий уровень – локальные средства автоматизации.

Основные требования предъявляемые к работе автооператора:

1. Строгое позиционирование каретки автооператора относительно зацепов подвески.
2. Плавный подъем каретки с подвеской и программируемая выдержка времени над ванной, необходимого для возможности возврата электролита выносимого на поверхности детали.

3. При обработке деталей вытянутой формы для сокращения срока выдержки времени над ванной осуществлять не равномерное поднятие краев подвески.
4. Перенос подвески с плавным набором скорости к соответствующей ванне и плавный останов, предотвращающий раскачивание деталей на подвеске за счет инерции (подвеска с деталями имеет массу до 250кг.).
5. Плавное опускание каретки с подвеской для предотвращения разбрызгивания электролита в ванной.
6. По требованиям технологического процесса нахождения деталей в ванне на основной операции гальванизации должно иметь строгое время выдержки (влияет на качество покрытия), задаваемого по технологическому регламенту.
7. Операции по промывке деталей могут иметь временной диапазон по нахождению в соответствующей ванне.

На автоматизированной гальванической линии анодирования осуществляется следующая последовательность операций по обработке деталей:

1. Монтаж деталей на подвески.
2. Обезжиривание деталей
3. Травление деталей (щелочное)
4. Промывка в горячей воде
5. Двухкаскадная промывка в холодной проточной воде
6. Осветление деталей (серная кислота)
7. Анодирование деталей (серная кислота)
8. Двухкаскадная промывка в холодной проточной воде
9. Промывка в деминерализованной воде
10. Электрохимическое (химическое) окрашивание деталей
11. Двухкаскадная промывка в холодной проточной воде
12. Горячее уплотнение
13. Сушка
14. Демонтаж деталей с подвески

Рассматривается модель многопредметной автоматической гальванической линии с двумя автооператорами. Каждая операция выполня-

ется на определенной технологической позиции (ванне). Нулевой операцией является загрузка подвески с деталями, последней операцией является разгрузка. Сектора действия автооператоров не пересекаются. Подача подвески с деталями из зоны действия одного оператора к зоне действия другого оператора осуществляется посредством автоматической транспортной тележки.

На вход модели подается непрерывный поток подвесок (транзактов), причем для каждой из них может быть определен свой, индивидуальный для каждого конкретного экземпляра набор параметров, т. е. индивидуальный технологический процесс.

Для каждой операции задана ее длительность  $T_k, k = 0, 1, .., n$ , где  $n$  – номер технологической операции. Для одних операций она задана жестко, для других - диапазоном допустимых значений от минимального  $T_{kmin}$  до максимального  $T_{kmax}$ . По истечении времени какой-либо операции подвеска должна быть перенесена на следующую позицию. Так возникают заявки, или вызовы, автооператора. Для выполнения заявки автооператор должен совершить холостой пробег, извлечение подвески из ванны с выдержкой времени  $T_v$  и рабочий ход для переноса подвески на следующую операцию. Время, затрачиваемое автооператором на выполнение заявки  $\Delta t_{ta}$ , зависит от взаимного расположения позиций предыдущей, данной и следующей операций, а также от времени выстоя автооператора над позицией, требуемого для сокращения выноса электролита из ванн[2].

Алгоритм управления движением автооператора приведен на рис. 1.

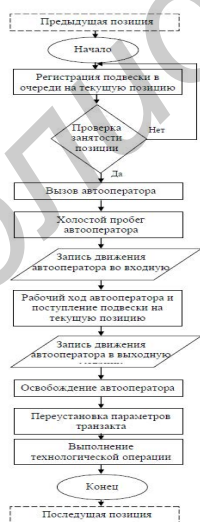


Рис. 1 – Алгоритм работ автооператора

Все технологические операции начинаются с регистрации подвески в очереди для перехода на очередную позицию и проверки ее занятости. В случае занятости подвеска остается на предыдущей позиции, если же текущая позиция свободна, производится вызов автооператора, при

этом учитывается время его холостого хода и выдержки. В матрицу результатов заносится запись, отражающая это движение автооператора. После подъема автооператором подвески из предыдущей позиции совершается рабочий ход - перенос подвески на текущую позицию. Время рабочего хода включает в себя время подъема, технологического выстоя, перемещения автооператора с подвеской и время опускания носителя в ванну (в возможности портального автооператора с двумя вертикальными приводами входит несимметричное погружение и извлечение деталей подвески из ванны, что способствует оптимальному возврату электролита при обработке деталей вытянутой формы). Регистрируется номер позиции, изменяются параметры подвески, моделируется время технологического процесса. Основной цикл повторяется для каждого транзакта столько раз, сколько технологических операций содержит весь технологический процесс в целом. Внутри основного цикла на разных стадиях обработки может находиться одновременно любое количество транзактов. Имеется две основные особенности, которые накладывают определенные ограничения на алгоритм работы модели. Первая особенность состоит в наличии нескольких (например, 5) ванн, в которых производится одна и та же технологическая операция (например, анодирование или цинкование). Влияние этого фактора на процесс заключается в возможности появления нескольких вариантов размещения носителей по этим ваннам. Второй особенностью является наличие задержки при переносе подвески на тележке из секторов работы первого и второго автооператоров.

## II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заменяв оператора линии транспортным роботом с бортовым контроллером и установив на входе накопительное устройство, разрешающее в реальном масштабе времени запуск поступивших во входной накопитель деталей, график обработки которых наилучшим образом встраивается в общий график обработки ранее запущенных деталей, можно получить простую, надежную и эффективную мелкосерийную систему с относительно высокой технологической гибкостью и эффективностью.

## III. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гибкие автоматизированные гальванические линии: хрестоматия/ сост.: А. Е. Новиков, А. Б. Даринцева-Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ- УПИ, 2006. – 221 с..
2. Принципы синтеза АСУ автооператора для гальванических линий Д. С. Карпович, В. В. Сарока, «Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы международной научно-технической конференции молодых ученых», М-во. образ. Респ. Беларусь, М-во об-раз. и науки Рос. Фед., Белорус-Рос. ун-т, Могилев, 17-18 ноября 2011г./ БРУ. – Могилев, - С. 56..