



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
КУМЕРТАУСКОЕ АВИАЦИОННОЕ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

**«Автоматизированная установка  
твёрдого анодирования с компьютерным управлением  
и диагностикой толщины покрытия»**

Номинация «За создание новой технологии»

Лаборант химического анализа 5 разряда  
Службы главного металлурга АО «КумАПП»  
Ялчикаева Д.З.

## **Введение**

Твердое анодирование широко применяется в технологических гальванических линиях обработки изделий из алюминиевых сплавов.

При твердом анодировании на поверхности алюминиевого сплава образуется анодная оксидная пленка, которая обладает высокими прочностными свойствами и обеспечивает защиту алюминиевого сплава от эрозии и коррозии. В настоящее время большая часть существующих технологических установок для твердого анодирования имеет низкую степень автоматизации, так как в основном они обеспечивают лишь стабилизацию технологических параметров обработки и не осуществляют текущую диагностику параметров состояния поверхности (например, толщины покрытия).

## **Недостатки существующих систем**

Процессу твердого анодирования свойственна невысокая эффективность, обусловленная нестабильным качеством обработки, приводящим к увеличению числа бракованных изделий из-за появления «внезапного» и «системного» растратов, а также выхода геометрических размеров детали с анодным покрытием за пределы допуска.

## **Цель проекта:**

Автоматизация и повышение эффективности технологического процесса получения твердых окисных пленок с диагностикой толщины покрытия, предупреждение «внезапного» и «системного» растратов, а также доведение толщины покрытия до заданного значения в ТД.

## **Основная задача:**

Разработка и внедрение автоматизированной установки диагностики толщины покрытия с расширением функциональных возможностей.

## **Краткое описание**

### *1 Состав и назначение оборудования*

Установка твердого анодирования с компьютерным управлением и диагностикой толщины покрытия работает в гальваническом цеху АО «КумАПП» в условиях серийного производства. В состав установки входит помещение оператора (изолированное от коррозионно-активной атмосферы цеха), в котором размещаются основные блоки установки (рис.2), пульт управления (в коррозионностойком исполнении) (рис.3), установленный вблизи ванны-электролизера(рис.1). Структурная сема представлена на рисунке 4.

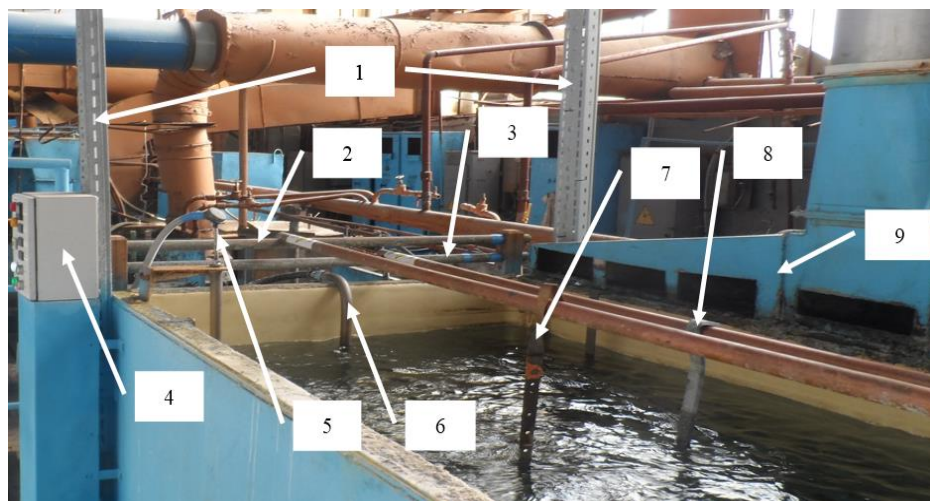
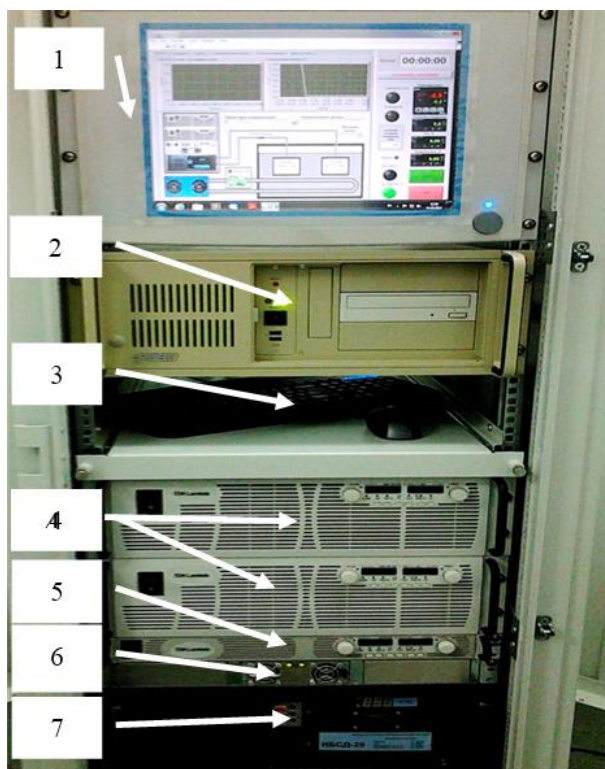


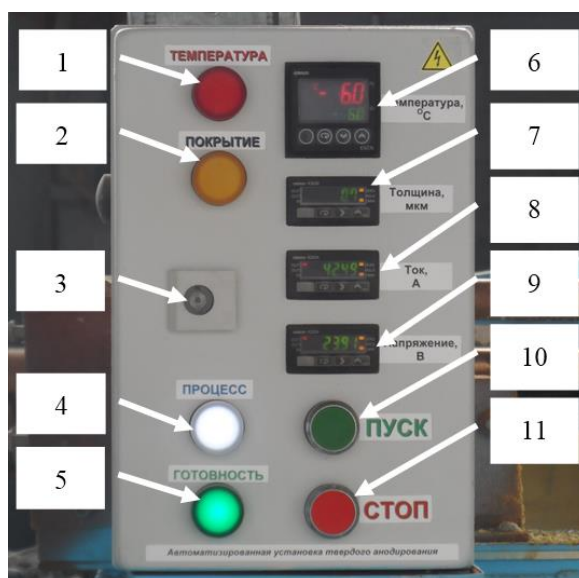
Рис. 1 Ванна-электролизер:

- 1 – кабельный лоток;
- 2 – анодная штанга;
- 3 – катодная штанга;
- 4 – пульт управления
- 5 – датчик температуры;
- 6 – трубопровод системы барботажа;
- 7 – подвес детали-анода;
- 8 – катод;
- 9 – вытяжная вентиляция ванны.



1 – сенсорный монитор; 2 – системный блок; 3 – клавиатура; 4 – источники пит. Genesys10kW;  
 5 – источник питания Gen2400W; 6 – источник питания FPS1000-24;  
 7 – импульсн. блок спектральной диагностики ИБСД-20.

Рис. 2 АРМ оператора



1 – световой индикатор превышения температуры; 2 – световой индикатор достижения требуемой толщины покрытия; 3 – запирающий замок щитка; 4 – световой индикатор нормальной работы технологической установки; 5 – световой индикатор готовности технологической установки к запуску; 6 – контроллер-индикатор температуры; 7 – индикатор толщины покрытия; 8 – индикатор тока; 9 – индикатор напряжения; 10 – кнопка запуска; 11 – кнопка останова.

Рис. 3. Пульт управления.

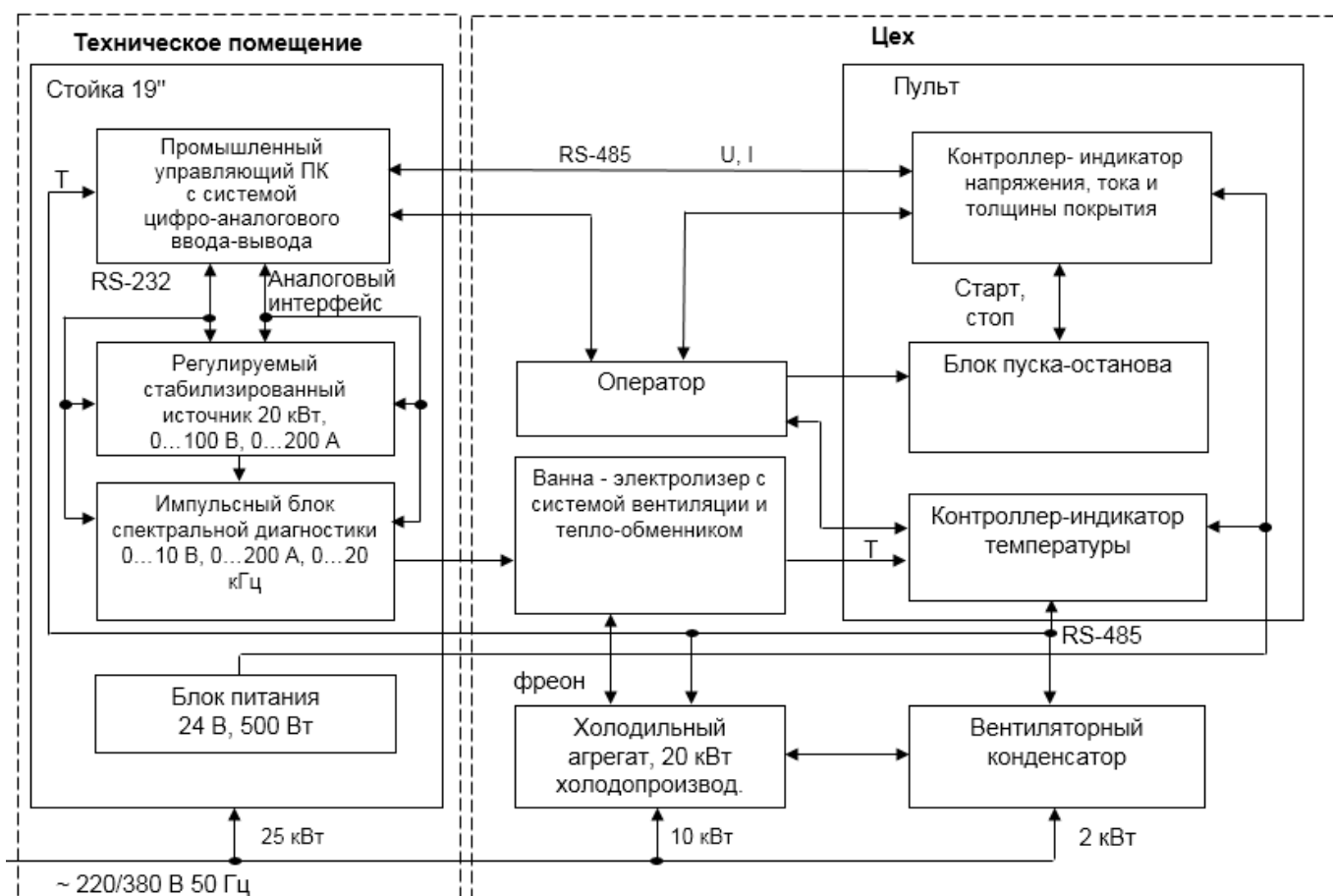


Рис. 4 Функциональная схема АСУ ТП ТА

## 2 Программное управление

Для разработки программного обеспечения АСУ ТП ТА использована среда LabVIEW, обладающая высокой стабильностью программного ядра и дающая возможность реализовывать в ОС Windows программные системы, приближающиеся по характеристикам к системам реального времени. В основе LabVIEW лежит концепция графического программирования – соединения функциональных блоков программы на блок-диаграмме.

На рис. 5 представлена лицевая панель программы автоматизированной системы управления технологическим процессом твердого анодирования, представляющая собой интерактивный пользовательский интерфейс, на которой находятся виртуальные кнопки, индикаторы и другие средства управления, ввода и вывода. Лицевая панель разработанной программы символически отображает работу основных блоков автоматизированной установки. К ним относятся ванна-электролизер, холодильный агрегат, пульт управления.

На вкладках «Работа», «Графики» и «Осциллограммы» имеются индикаторы, которые отображают в реальном времени графики плотности тока, температуры ванны, напряжения, количества электричества и диагностированной толщины покрытия от времени. Вкладка «Сервис» содержит настройки программы. Вкладки «Спектральный анализ» и «Диагностика» отображают результаты импедансной спектроскопии и определяют работу диагностической модели толщины покрытия по электрическим характеристикам электролизера.

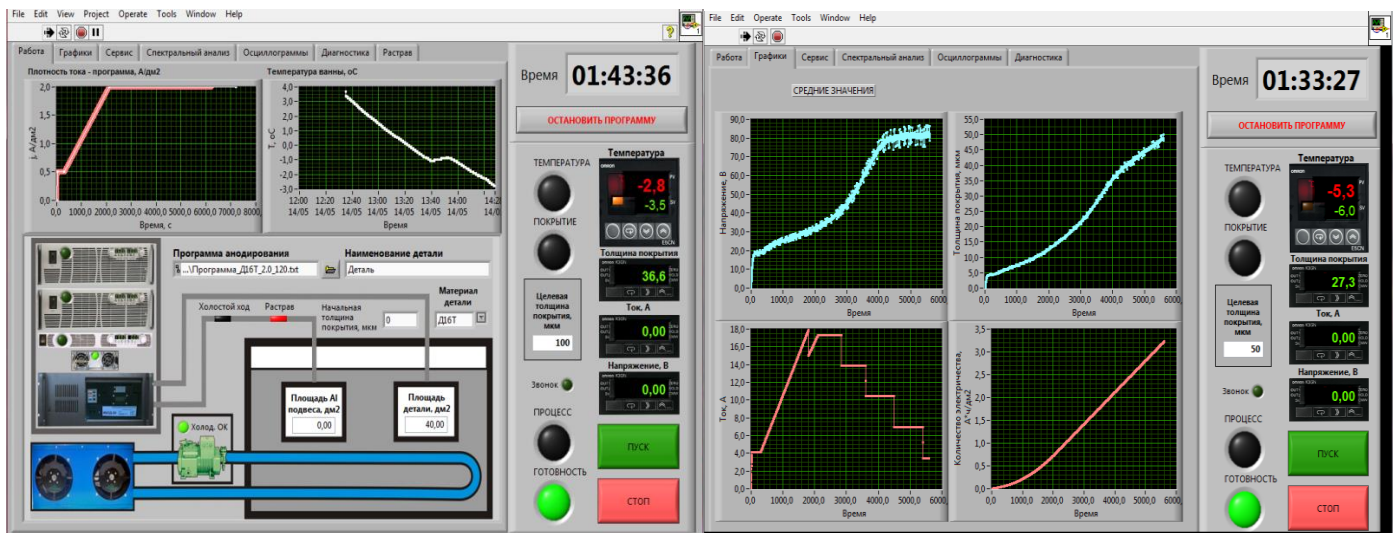


Рис. 5 Лицевая панель АСУ ТП ТА

В основе определения толщины покрытия лежит изобретение Патент № 2611632 «Способ определения толщины покрытия в ходе процесса твердого анодирования». способе определения толщины оксидного покрытия в процессе твердого анодирования алюминиевого сплава, заключающемся в измерении плотности тока и времени анодирования, согласно изобретению, измеряют напряжение на электролизере, рассчитывают удельное энергопотребление. Толщина покрытия прямо пропорциональна произведению удельного энергопотребления и эмпирического коэффициента, зависящий от анодируемого материала и состава электролита, определяемый по тарировочной кривой.

### Диагностика растрava

Для разработки модуля диагностики растрava анодной пленки проводился анализ динамики роста напряжения. Показано, что без растрava напряжение возрастает в пределах коридора, определяемого анодируемым сплавом (рис. 6а).

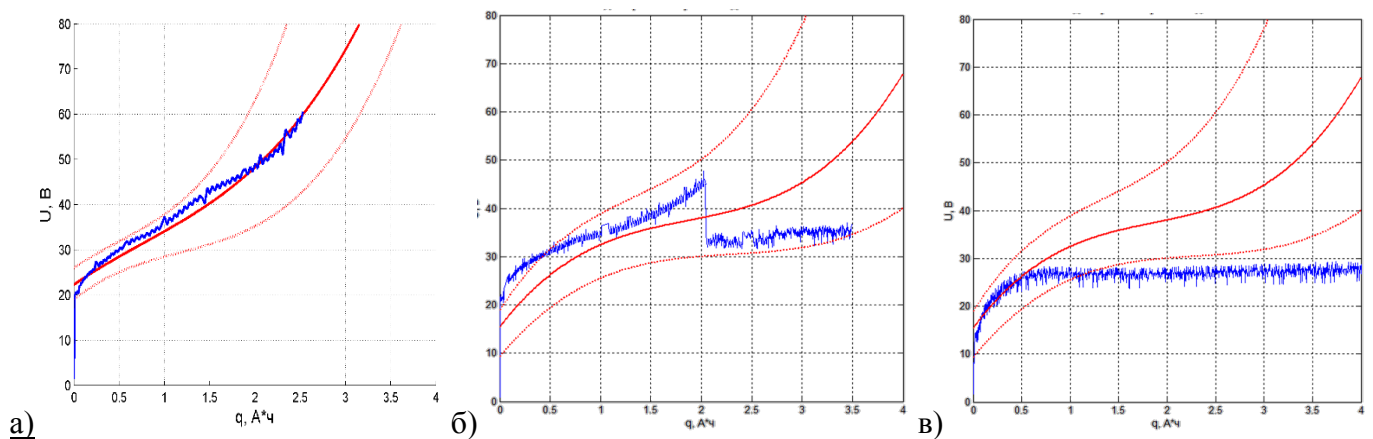


Рис. 6 – График роста напряжения

График напряжения может быть зашумлен, однако отчетливо прослеживается его растущий характер. Появление «внезапного» растрava приводит к стремительному спаду напряжения на величину  $\Delta U = 20 \dots 30$  В и более за 1...2 с (рис. 6б).

При «системном» растраве (рис. 6в) в случае растворения анодной пленки наблюдается прекращение роста напряжения.

### Заключение

Данная установка твердого анодирования обеспечивает:

- 1) программное управление плотностью тока, стабилизацию напряжения и температуры электролита;
- 2) высокую точность поддержания технологических параметров процесса твердого анодирования;
- 3) контролируемость и воспроизводимость результатов формирования анодных защитных покрытий на деталях из алюминиевых сплавов;
- 4) документирование электрических параметров процесса в ходе обработки;
- 5) диагностику толщины покрытия с погрешностью  $\pm 5$  мкм в ходе процесса ТА по электрическим характеристикам;
- 6) информирование оператора о достижении целевой толщины покрытия и автоматический останов процесса;
- 7) диагностирование растратов.

Опытная эксплуатация разработанной программы диагностики растрата показала высокую эффективность при обработке реальных деталей, поскольку ее использование в составе АСУТП ТА позволило сократить количество бракованных деталей с 5,9 % до 2,4%.

Работа поддержана договором НИР № АП-ТО-15-12-ХГ-529/48 и грантом Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых № МД-2870.2014.8. Реализована совместно с научно-исследовательским коллективом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» (ФГБОУ ВО «УГАТУ») под руководством д.т.н профессора Парфенова Е.В.

И.о. заместителя управляющего директора

по персоналу и общим вопросам

О.Ю. Фролов