

возможностью организовать значительную помощь в процессе обучения, в целях достижения требуемых физико-химических параметров производства, с учётом сложившихся условий и ограничений при работе над технологической задачей.

В дальнейшем данная система получит ряд новых доработок, направленных на повышение качества обучения и повышения функционала, а также удобства пользования.

Список использованных источников

1. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования / И.В. Роберт. – М., 2010. – 140 с.

2. Мартусевич Е.А. Тренажер «Алюминщик» для обучения технологического персонала литейного отделения алюминиевого завода / Е.А. Мартусевич, В.Н. Буинцев // II Международная научно-практическая конференция «Современные научные достижения металлургической теплотехники и их реализация в промышленности», посвященная 90-летию заслуженного деятеля науки РФ Ю. Г. Ярошенко. 2017. – С. 224-229.

3. Мартусевич Е.А. Поиск решения технологических задач методом последовательной оптимизации / Е.А. Мартусевич, В.Н. Буинцев // Инновационные технологии научного развития: сборник статей Международной научно-практической конференции. 2017. – С. 100-104.

4. Степанова Т.Н. Основы получения отливок из сплавов цветных металлов: учеб. пособие / Т.Н. Степанова, Т.Р. Гильманшина, В.А. Падалка. – Красноярск, 2016. – 80 с.

5. Шайкин А.С. Применение комплекса полунатурного моделирования в процессе проектирования информационно-измерительных и управляющих систем / А.С. Шайкин, Е.В. Шайкина // Инженерный вестник Дона. 2014. №1. – <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2248> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

УДК 621.382

К. Д. Меньщикова, И. Ш. Заманов, В. А. Лаптев, П. Ю. Худяков
НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма, Россия

РАЗРАБОТКА УКАЗАТЕЛЯ ЗАМЫКАНИЯ В ЭЛЕКТРОЛИЗНЫХ ВАННАХ

Аннотация

В рамках данной работы был разработан опытно-промышленный образец указателя замыкания в электролизных ваннах. Было выбрано основное оборудование, разработана электрическая схема и написано программное обеспечение. Рассмотрены теоретические

аспекты идентификации нарушения режимов работы электролизных ванн. Сделаны выводы о необходимости применения данного класса устройств.

Ключевые слова: короткое замыкание; электролизная ванна; датчик Холла.

Abstract

As part of this work, an experimental-industrial design of the circuit indicator in electrolysis baths was developed. The main equipment was selected, the electrical circuit was developed, and the software was written. The theoretical aspects of identifying violations of the operating modes of electrolysis baths are considered. Conclusions about the need to use this class of devices.

Key words: short circuit; electrolysis bath; Hall Sensor.

Электролитическое рафинирование меди является одним из неотъемлемых технологических процессов при производстве катодной меди высокого качества [1]. Процесс рафинирования состоит из погружения медных анодов в электролит, расположенный в электролизной ванне (рис. 1). В зазоры между анодами размещаются катоды, представляющие из себя листы металла. Вдоль длинных сторон электролизной ванны расположены токопроводящие шины, по которым протекает постоянный ток низкого напряжения и высокой плотности. Соответственно, аноды подключены к положительной шине, а катоды к отрицательной. Далее, в результате электрохимической реакции медь переходит с анода на основание катода с выделением примесей в раствор электролита.

При ведении технологического процесса электрического рафинирования меди с точки зрения электротехники возможны две основные ситуации, это отсутствие контакта между шиной и электродом или возникновение короткого замыкания между анодом и катодом. Следует отметить, что расстояние между двумя соседними анодами не превышает 100 мм, соответственно возникновение коротких замыканий является достаточно вероятной ситуацией из-за малых расстояний между электродами.

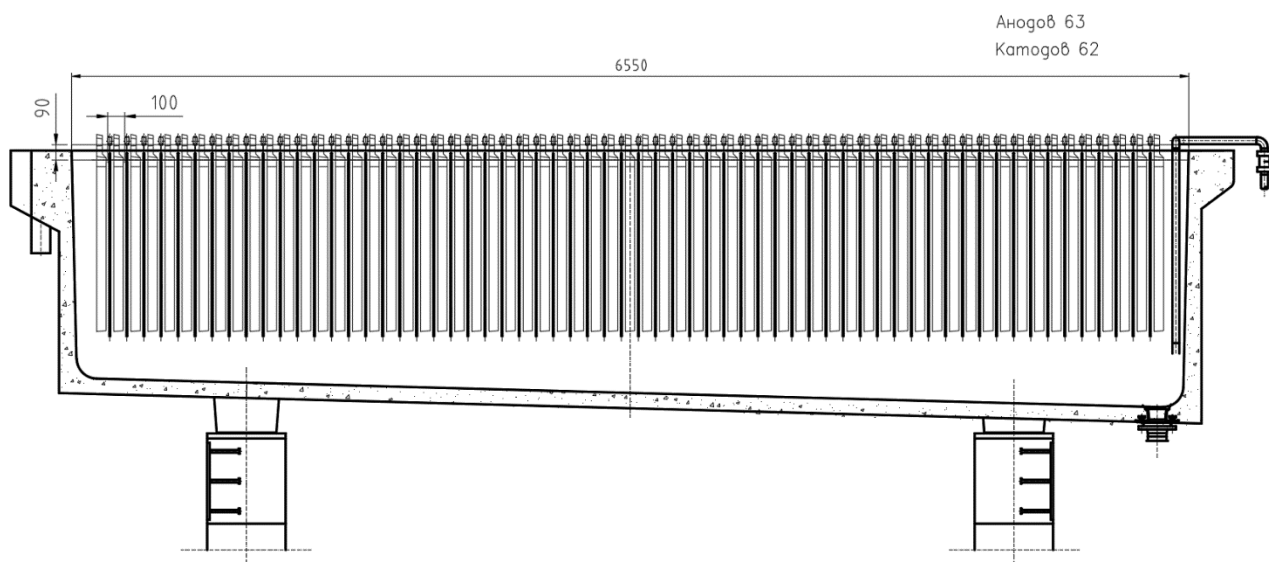


Рис. 1. Эскиз электролизной ванны для рафинирования меди

Для обеспечения нормальной работы электролизной ванны и исключения непроизводительного потребления электрической энергии необходимо в

процессе электролиза идентифицировать оба варианта нарушения параметров потребления тока.

В классическом случае для решения данной проблемы использовался указатель замыканий в электролизных ваннах. Он реализован по комбинированной схеме с использованием аналоговой и цифровой схемотехники более 10 лет назад. На данный момент существует сложность в закупке комплектующих и ремонте данных устройств.

Для решения данной проблемы студентами и работниками НЧОУ ВО «Технический университет УГМК» было принято решение разработать указатель замыкания в электролизных ваннах с использованием современных микропроцессорных устройств и датчиков с цифровым интерфейсом.

Рассмотрим процесс протекания тока по аноду через электролит к катоду. Фактически схема замещения будет выглядеть следующим образом (рис. 2).

В случае отсутствия контакта между шиной и анодом или катодом, ток протекать через соответствующий элемент цепи протекать не будет. При наличии короткого замыкания между анодом и катодом сопротивления электролита будет стремиться к нулю, а следовательно, ток через данную пару элементов будет значительно превышать нормальное значение. При протекании постоянного тока через проводник вокруг него образуется электромагнитное поле, интенсивность которого пропорциональна величине тока. Таким образом, для идентификации обеих ситуаций достаточно измерить интенсивность электромагнитного поля и сформировать отображение превышения уставок для эксплуатационного персонала.

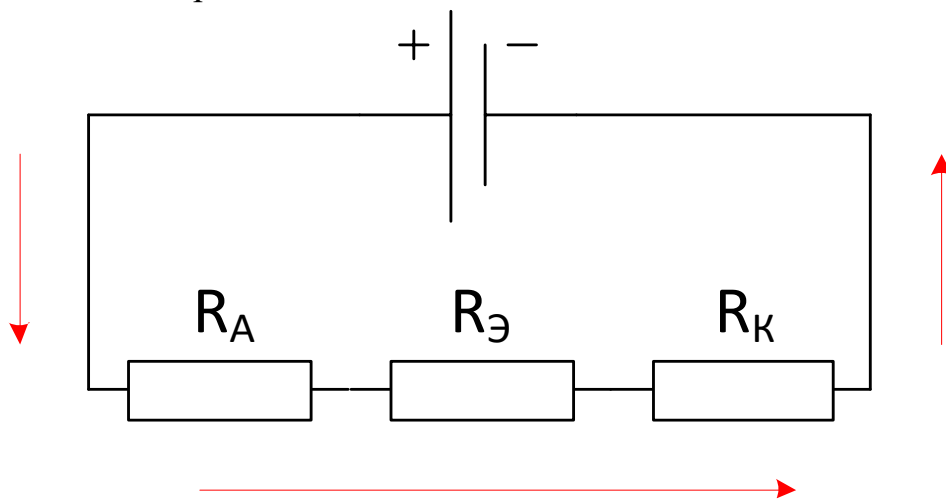


Рис. 2. Схема замещения процесса электролиза

В качестве основного элемента разрабатываемой схемы был выбран датчик TLV493D [2] с диапазоном ± 130 мТ, цифровым интерфейсом I²C и возможностью измерения по трем осям. С целью обработки показаний датчика и формирования цветовой индикации был использован микроконтроллер MSP430F2013 [3]. Выбор данного микроконтроллера обусловлен низким энергопотреблением и высокой производительностью ПЛК, т.к. указатель будет работать от аккумулятора. Внешний вид 3D модели платы приведен на рис. 3.

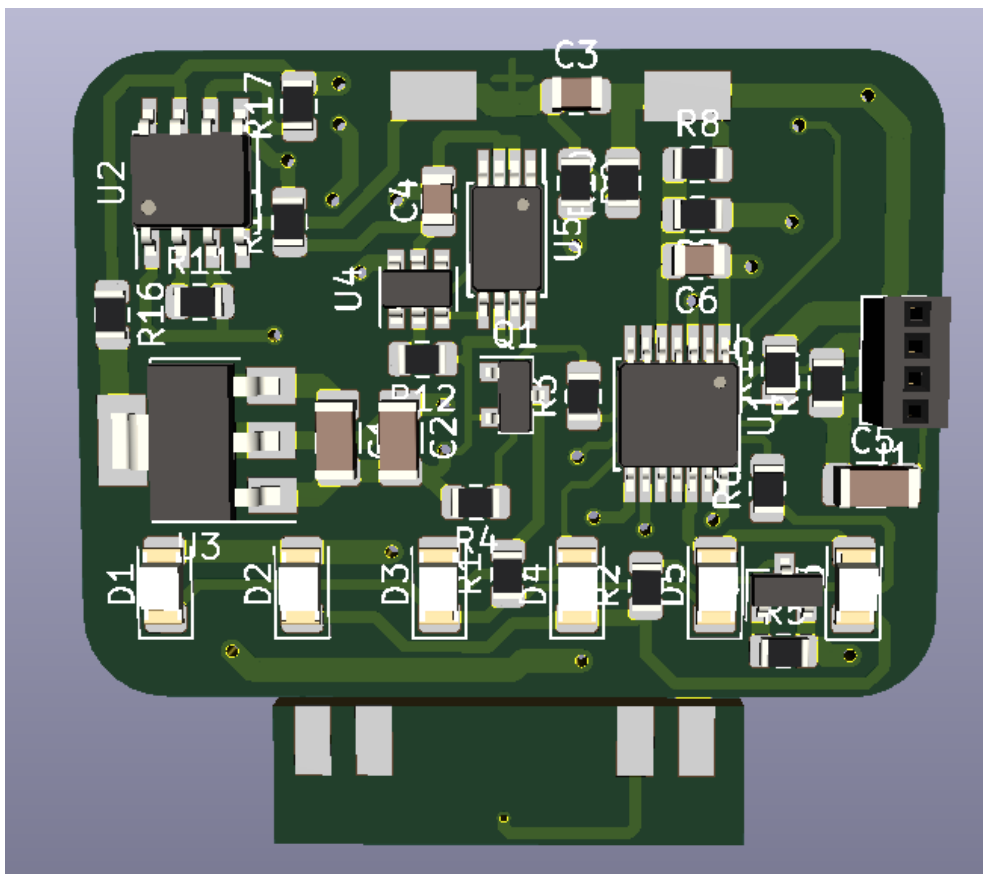


Рис. 3. Внешний вид 3D-модели платы указателя замыканий

В рамках разработки указателя замыканий были произведены замеры интенсивности магнитного поля для всех возможных вариантов аварийных и нормальных режимов работы. Зафиксирован нормальный уровень интенсивности магнитного поля в цехе, который соответствует нулевому току через анод, что означает отсутствие нормального контакта. Аналогичным образом определено нормальное значение тока через аноды, кроме крайних и интенсивность поля, соответствующая току короткого замыкания.

Индикация для эксплуатационного персонала осуществляется на 6 светодиодов с разным цветом свечения, означающем ту или иную аварийную ситуацию.

Таким образом, разработанный указатель замыкания в электролизных ваннах позволяет бесконтактным методом определить наличие нарушения технологических параметров электролиза и своевременно предотвратить непроизводительное потребление электрической энергии.

Список использованных источников

1. Электролитическое рафинирование меди и никеля: учеб. пособие / Б.П. Бледнов; М-во образования Рос. Федерации. Краснояр. гос. акад. цв. металлов и золота. – Красноярск: Краснояр. гос. акад. цв. металлов, 2000. – 81 с.
2. TLV493D-A1B6. 3D Magnetic Sensor. User [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-TLV493D-A1B6_3DMagnetic-

3. MSP430F2013 Datasheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/msp430f2013.pdf> (дата обращения: 30.04.2019).

УДК 372.862

А. А. Молодых, Р. М. Ковалёв

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЧАСТИЧНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНАМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ЭЛЕКТРОНИКИ

Аннотация

Исследованы российский и мировой рынки обучающих устройств в сфере технических дисциплин. Предложено решение в виде программно-аппаратного комплекса для обучения программированию и электронике с частичной автоматизацией образовательного процесса. Концепция комплекса учитывала факторы, влияющие на обучаемость, а также специфику образовательного процесса в целом. Описана техническая и программная реализация комплекса, содержание курсов, порядок взаимодействия обучающихся и педагогов с платформой. Курс по программированию включает в себя набор заданий на программирование адресной гирлянды, охватывающий такие основные сущности школьного курса как переменные, условные операторы, циклы, массивы и функции. Курс по электронике содержит набор основных электрических схем, собираемых на эмуляторе макетной платы с одновременным отображением текущего состояния платы в графическом интерфейсе учащегося. Решение предназначено для школ, кружков дополнительного образования и выездных смен.

Ключевые слова: учебная среда, программирование, электроника, эмуляция электрических схем, автоматизация образовательного процесса.

Abstract

The Russian and world markets of training devices in the field of technical disciplines are investigated. A solution is proposed in the form of a software and hardware complex for teaching programming and electronics with partial automation of the educational process. The concept of the complex took into account factors affecting the learning, as well as the specifics of the educational process as a whole. The technical and software implementation of the complex, the content of the courses, the order of interaction of students and teachers with the platform are described. The course on programming includes a set of tasks for programming the address garland, covering such basic essences of the school course as variables, conditional operators, cycles, arrays and functions. The course on electronics contains a set of basic electrical circuits that are assembled on the emulator of the breadboard with simultaneous display of the current state of the board in the student's graphical interface. The solution is intended for schools and circles of additional education.

Key words: e-learning, edtech, electronics, electric circuit emulation, programming.

Развитие информационных технологий приводит к необходимости вовлечения детей в образовательный процесс со все более раннего возраста [1].