

## РАЗРАБОТКА БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛА

Использование современных энерго- и ресурсосберегающих технологий в многофакторных технологических процессах являются перспективным направлением развития производственного сектора большинства развитых стран. Цель работы — разработка системы управления по программе Arduino UNO параметрами режима обработки материала. В статье описаны результаты разработки и создания системы управления параметрами режима обработки материала в электрохимической установке. В результате проведенных экспериментов была разработана система блока управления с автоматическим программированием с заданными циклами, ориентированными на изменения макроразклонений формы обрабатываемой заготовки.

**Ключевые слова:** электрохимическая обработка, режимы обработки, блок управления, аэропонная установка, агропромышленный сектор.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Фонда развития инноваций в рамках программы «Умник-2017». Договор № 12414 Г/У2017.*

Проблема управления технологическим процессом обработки материалов связана с необходимостью оперативного изменения режимов обработки, в том числе скорости подачи охлаждающей жидкости или скорости электролита, величины и силы электроимпульсов, зазора, температуры и других параметров.

Например, в процессе съема материала с поверхности заготовки при электрохимической обработке при наличии отклонений формы возникает необходимость изменения скорости подачи электролита, величины тока и напряжения [1]. Кроме того, возникает необходимость изменения зазора между электродом-инструментом и поверхностью обрабатываемой заготовки. В связи с этим разработка управляющей программы, обеспечивающей работу в автоматическом режиме, изменения указанных параметров позволит добиться их оптимальных значений с точки зрения обеспечения качества и точности обработки [2].

**Цель работы** — разработка и создание системы автоматического управления технологическими производственными процессами.

**Материалы и методы.** В настоящей работе представлены исследования по созданию принципиальной схемы, сборки и конструированию систем управления электрохимическими процессами в автоматизированном производстве.

Создание принципиальной схемы и конструирования систем управления электрохимическими процессами в автоматизированном производстве было проведено на кафедре «Технология машиностроения» Омского государственного технического университета [3].

В основу проектирования блока управления была положена плата Arduino UNO и твердотельный блок реле — управления.

В качестве основных параметров автоматической программы для программирования режимов работы были заданы условия электрохимической обработки по циклу, исходя из необходимости бесперебойной работы в течение технологического цикла, а также обеспечения заданных параметров точности и качества поверхности в заданных пределах при регулировке температуры, давления, скорости потока рабочей жидкости и других параметров [4].

В качестве программного обеспечения использовалась программа Arduino 1.6.11 со специальным программным аппаратом для заданных параметров работы. В платах Arduino Uno достаточно удобно реализована работа с протоколами I2C, SPI, UART, а также несколько способов подключения питания: через внешний разъем питания, через подключение USB или через Vin разъем. Платформа имеет встроенный стабилизатор, позволяющий автоматически выбирать источник питания и выравнять ток до 5 вольт. Платформа имеет микроконтроллер, в котором имеется память Flash, SRAM, EEPROM.

Для защиты порта USB компьютерного обеспечения в данной платформе встроен автоматический самовосстанавливающий предохранитель.

Язык программирования для устройства Arduino 1.6.11 был основан на C/C++, который является наиболее удобным и простым способом программирования устройств на микроконтроллерах [5–8].

C/C++ содержит все необходимые средства разработки программ контролируемой эффектив-

ности для множественного спектра задач, а также поддерживает различные стили программирования.

Разработанное программное обеспечение для автоматической работы технологического оборудования позволяет отображать в диалоговом окне циклы работы узлов, представленных насосом подачи рабочей жидкости, специальных форсунок, блоком управления электрических параметров и контролем температуры.

Программное обеспечение также выводит сообщения о переключении циклов в диалоговом окне программы. Данное программное обеспечение для автономной работы имеет достаточную гибкость в управлении циклами работы и позволяет моделировать время и условия технологического процесса обработки изделий.

**Результаты исследований.** В результате проведенных исследований была разработана управляющая программа, обеспечивающая автоматизированные циклы работы и изменения заданных параметров с точки зрения обеспечения точности обработки.

Разработанная система по программированию технологического процесса была адаптирована при выращивании объектов в аэропонной установке. Аэропоника — процесс производства растительных объектов в воздушной среде, исключая почвенное взаимодействие, при котором процесс протекает с помощью распыления аэрозоля раствора.

Аэропонная установка (рис. 1) для выращивания растений представляет собой несущую конструкцию, состоящую из стоек, соединенных поперечными перекладинами, на которых в один ряд располагаются вегетационные емкости, а также содержит систему подачи и слива питательного раствора, оснащена светоотражающими элементами, светодиодными и люминесцентными источниками освещения.

Данные аэропонные технологии развиты и внедрены в промышленное производство в развитых странах мира, таких как Китай, США, КНР, Индия. Достаточно широко распространены методы гидропонных и аэропонных систем выращивания растений в закрытых, строго контролируемых условиях. За счет более интенсивного кислородного доступа живые объекты по сравнению с гидропонными системами производства увеличивают массу, стимулируются процессы развития за счет более эффективного кислородного насыщения, что, в свою очередь, позволяет снизить расход воды, а также снизить внесение дополнительных веществ.

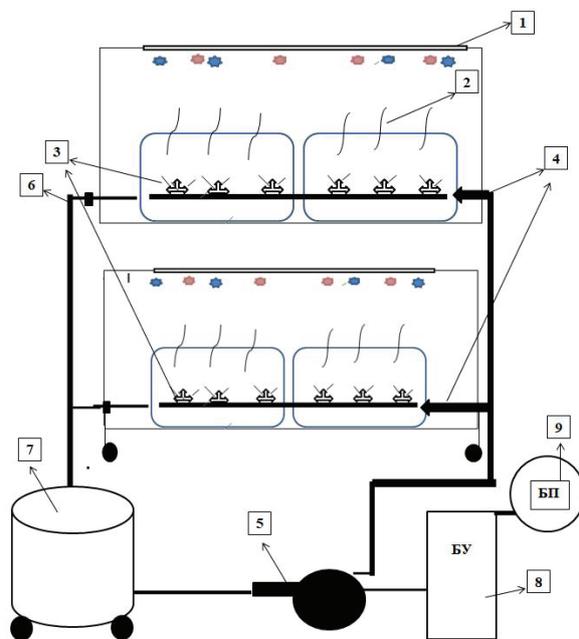
В результате анализа современных источников литературы отечественных и зарубежных ученых было установлено, что использование гидропонных систем имеет ряд ограничений вследствие недостаточной аэрации системы [9].

Преимуществами аэропонных технологий являются эффективное использование рабочего пространства и экономия рабочей площади.

Растительные объекты располагались в отверстиях посадочных панелей вегетационных емкостей через определенные интервалы в крышках. Объекты закреплялись в емкости опорной системой, где корневая система орошается сложным составом аэрозоля, с периодичностью, исключающей подсыхание корневой системы объектов.

Вегетационные емкости аэропонной установки выполнены из светонепроницаемого материала.

Вегетационные емкости снабжены системами подачи и слива питательного раствора. С целью



**Рис. 1. Принципиальная схема аэропонной установки:**  
 1 — блок освещения (БО);  
 2 — растительные объекты в вегетационных емкостях;  
 3 — форсунки для распыления питательного раствора;  
 4 — узлы полива для подачи питательного раствора;  
 5 — насос для подачи питательного раствора;  
 6 — система слива конденсата питательного раствора;  
 7 — резервуар с питательным раствором;  
 8 — блок автоматического управления работой системы освещения и подачи питательного раствора (БУ);  
 9 — блок питания (БП)

снижения удельной энергоемкости и экономичного использования питательного раствора для питания растений на единицу площади, вегетационные емкости соединялись между собой попарно [10].

Вегетационные емкости имели светонепроницаемый корпус с двумя торцевыми стенками и одной откидной светонепроницаемой крышкой.

Фотопериод у растений регулировался с помощью автоматического блока управления (БУ) через заданные промежутки времени при сочетании люминесцентных и светодиодных источников освещения с подобранными спектрами за счет работы блока освещения, контроля температуры и расхода рабочей жидкости (БО) [11–15].

Отображение данных работы программного обеспечения автоматического блока управления отображалось в диалоговых окнах, которые позволяют оператору регулировать технологический процесс.

При работе аэропонной установки регулировались физические факторы производства: относительная влажность воздуха и температурный режим, длительность подачи питательного раствора. Питательный раствор из резервуара с питательной средой подавался с помощью насоса по трубопроводу, далее путем мелкодисперсного аэрозольного распыления через фиксированные форсунки. Форсунки распределены через равные промежутки на трубе, которая располагается в верхней части вегетационных емкостей [16, 17].

Работа аэропонной установки автоматизирована и снабжена источником бесперебойного питания, что имело возможность работы в заданных режи-

мах работы для производства в условиях закрытых и полузакрытых систем.

**Заключение.** Развитие автоматизированных систем управления в многофакторных процессах, таких как электрохимическая обработка, аэропнные процессы и многих других рассматривается как стратегическое направление экономического развития страны.

В связи с этим разработана система автоматического управления производственным технологическим процессом.

Анализ контролируемых параметров, их количество, диапазон (регулировка температуры, давления, расхода рабочей жидкости, температуры работы) позволяет применять данные системы автоматизированного управления в широком спектре, в частности аэропнных технологий. В технологическом процессе работы аэропнных технологий необходима регулировка температуры, влажности, расхода жидкости при незначительном изменении конструкции при замене датчиков контроля.

Использование разработанного блока управления параметрами режимов обработки материала в работе аэропнных систем позволяет упростить и снизить трудоемкость технологических процессов, повысить продуктивность конструкции по сравнению с традиционными технологическими процессами производства.

#### Библиографический список

1. Килимник А. Б. Электрохимические процессы на постоянном и переменном токе. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektrohimicheskie-protsessy-na-postoyannom-i-peremennom-toke> (дата обращения: 13.05.2019).
2. Бакунин Е. С., Килимник А. Б. Электрохимический синтез альтакса с непрерывной корректировкой реакционного раствора. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektrohimicheskiy-sintez-altaksa-s-nepreryvnoy-korrektirovkoj-reaktsionnogo-rastvora> (дата обращения: 14.05.2019).
3. Киргизова И. В., Артюхова С. И., Моргунов А. П. Метод выращивания элитного семенного картофеля в условиях аэропнных систем // Интеграция современных научных исследований в развитие общества: сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф. (26 декабря 2017 г). Кемерово, 2017. Т. 2. С. 143–146.
4. Моргунов А. П., Деркач В. В., Киргизова И. В. Программа для автоматизации обеспечения жизненного цикла растений-регенерантов и индукции мини-клубней картофеля в аэропнной установке // Хроники Объединенного фонда электронных ресурсов «Наука и образование». 2018. № 10 (113). С. 33.
5. Badamasi Yu. A. The working principle of an Arduino // Electronics, computer and computation. 2014. Vol. 5 (13). P. 1–4. DOI: 10.1109/ICECCO.2014.6997578.
6. Kumar N. S. IOT based smart garbage alert system using Arduino UNO // Region 10 Conference (TENCON). 2016. Vol. 12. P. 1028–1034. DOI: 10.1109/TENCON.2016.7848162.
7. Fransiska R. W., Septia E. M. P., Kusumah V. F. [et al.]. Electrical power measurement using arduino uno microcontroller and labview // Instrumentation, Communications, Information Technology, and Biomedical Engineering (ICICI — BME). 2013. Vol. 456. P. 226–229. DOI: 10.1109/ICICI-BME.2013.6698497.
8. Пат. № 2017611280 Российская Федерация. Программа для автоматической системы управления подачи питания в аэропнные модели для выращивания томатов и огурцов, в зависимости от стадии роста и климатических параметров / Назаров М. Л., Парамонов И. Б. № 2016663402; заявл. 07.12.16; опубл. 01.02.17.

9. Rabaey K., Verstraete W. Microbial fuel cells: novel biotechnology for energy generation // TRENDS in biotechnology. 2005. Vol. 435, no. 6. P. 291–298. DOI: 10.1016/j.tibtech.2005.04.008.

10. Logan E., Rabaey K. Conversion of Wastes into Bioelectricity and Chemicals by Using Microbial Electro — chemical Technologies // Science. 2012. Vol. 337. P. 686–690. DOI: 10.1126/science.1217412.

11. Семенченко И. Г., Шишков И. В., Сидоренко А. А. Архитектурная и алгоритмическая модель контроллера движения в системах ЧПУ намоточно-выкладочных станков // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Сер. Технические науки. 2017. № 2 (194). С. 23–31. DOI: 10.17213/0321-2653-2017-2-18-23.

12. Сурков О. С., Кондратьев А. И., Федоров Д. Г. [и др.]. Современные возможности штатных мониторинговых систем станков с ЧПУ // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. Т. 20, № 4. С. 144–148.

13. Li X., Pletcher D., Walsh F. C. A novel flow battery: A lead acid battery based on an electrolyte with soluble lead (II): Part VII. Further studies of the lead dioxide positive electrode // Electrochim. Acta. 2009. Vol. 54. P. 4688–4695. DOI: 10.1016/j.electacta.2009.03.075.

14. Cericola D., Kötzt R. Hybridization of rechargeable batteries and electrochemical capacitors: Principles and limits // Electrochim. Acta. 2012. Vol. 72. P. 1–17. DOI: 10.1016/j.electacta.2012.03.151.

15. Perret P., Khani Z., Brousse T. [et al.]. Carbon/PbO<sub>2</sub> asymmetric electrochemical capacitor based on methanesulfonic acid electrolyte // Electrochim. Acta. 2011. Vol. 56. P. 8122–8128. DOI: 10.1016/j.electacta.2011.05.125.

16. Morgunov A. P., Kirgizova I. V. Control unit for the dosed feeding of the nutrient solution into the industrial aeroponic installation system // J. Phys.: Conf. Ser. 2019. Vol. 1210. P. 1–4. DOI: 10.1088/1742-6596/1210/1/012099.

17. Мартиросян Ю. Ц., Кособрюхов А. А., Диловарова Т. А. [и др.]. Аэропнные технологии в растениеводстве // Проблемы агробиотехнологии. М., 2012. С. 227–240.

**МОРГУНОВ Анатолий Павлович**, доктор технических наук, профессор (Россия), заведующий кафедрой «Технология машиностроения».

SPIN-код: 1024-0982

AuthorID (РИНЦ): 387681

Адрес для переписки: Kafedra-tms@mail.ru

**ДЕРКАЧ Валерий Васильевич**, кандидат технических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Технология машиностроения».

AuthorID (РИНЦ): 310572

**КИРГИЗОВА Ирина Васильевна**, аспирантка кафедры «Технология машиностроения».

SPIN-код: 2601-9904

AuthorID (РИНЦ): 884267

ORCID: 0000-0002-1816-7963

ResearcherID: 0-8855-2016

Адрес для переписки: irina.kz – 89@mail.ru

#### Для цитирования

Моргунов А. П., Деркач В. В., Киргизова И. В. Разработка блока управления параметрами режимов обработки материала // Омский научный вестник. 2019. № 4 (166). С. 14–16. DOI: 10.25206/1813-8225-2019-166-14-16.

Статья поступила в редакцию 22.05.2019 г.

© А. П. Моргунов, В. В. Деркач, И. В. Киргизова