

Научная статья
УДК 681.51:004.3
DOI 10.18101/2306-2363-2024-4-45-51

Разработка аэрографа с функцией автоматического смешения красок

© Доргеева Диана Владимировна
магистрант
dorgeevadians@gmail.com

© Цыденова Саяна Евгеньевна
магистрант
tssayana2001@gmail.com

© Тарбеев Алексей Аркадьевич
бакалавр
tarbeev.01@bk.ru

© Дашицыренов Эрдэм Алексеевич
бакалавр
stefan.dashitsyrenov@gmail.com

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а,

Аннотация. Актуальность работы обусловлена тем, что аэрограф находит достаточно широкое практическое применение как инструмент для ручной работы, основное назначение которого заключается в распылении жидкой краски под воздействием сжатого воздуха. Несомненным достоинством аэрографа является его простота и удобство в использовании. Также за счет регулировки распыления значительно снижаются затраты краски. Эти пневматические инструменты дают возможность вырисовывать тонкие и четкие линии практически любой сложности и не требуют особых навыков от мастера, а также помогают охватить большую площадь окрашиваемой поверхности, что экономит время работы. Однако аэрограф не предполагает встроенной системы смешивания краски, в связи с чем пользователи сталкиваются с неудобством, выраженным в необходимости использования красок с заданными цветами либо ручного смешения красок. Для решения данной проблемы предлагается устройство, совмещающее в себе функции распыления и смешивания красок.

Ключевые слова: аэрограф, программно-аппаратный комплекс, широтно-импульсная модуляция, электромагнитные клапаны, функциональный макет.

Для цитирования

Разработка аэрографа с функцией автоматического смешения красок / Д. В. Доргеева, С. Е. Цыденова, А. А. Тарбеев, Э. А. Дашицыренов // Вестник Бурятского государственного университета. Химия. Физика. 2024. Вып. 4. С. 45–51.

Введение

Аэрография — это искусство, где каждый мазок, каждый оттенок имеет значение. Но достичь идеального сочетания цветов, особенно при работе с многослойными узорами, может быть непросто. Неравномерное смешение красок, не-

точность дозировки — все это не только портит результат, но и отнимает драгоценное время и силы.

Нужен аэрограф, который способен не просто распылять краску, но и автоматически смешивать цвета прямо в процессе работы, обеспечивая безупречную точность и плавность переходов. Такой инструмент станет незаменимым помощником как для профессиональных художников, так и для любителей, позволяя воплощать самые смелые идеи с легкостью и удовольствием.

В данной статье рассматриваются концепция и основные принципы работы разработанного аэрографа с функцией автоматического смешения красок, преимущества такого устройства, его потенциальные области применения, а также возможные технические вызовы, которые необходимо преодолеть для его создания.

Была поставлена задача разработать программно-аппаратный комплекс для аэрографа с функцией автоматического смешения красок.

Постановка цели и методы исследования

Основной целью работы является разработка программно-аппаратного комплекса для решения задач покраски различных поверхностей и материалов методом распыления с возможностью выбора цвета краски из обширной палитры, а также с регулировкой фокуса распыления.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- 1) исследование свойств различных типов красителей с целью выбора оптимальных расходных материалов для разрабатываемого устройства и создания цифровой схемы краскосмешения;
- 2) разработка программного обеспечения для выбора необходимого цвета;
- 3) моделирование и прототипирование механических элементов устройства;
- 4) разработка функционального макета устройства.

В соответствии с поставленными задачами были выбраны методы исследования:

- анализ и обобщение литературы;
- дозирование и смешение красителей с помощью шприцев;
- перевод оттисков смешанных красителей в цифровой вид с помощью компьютерного сканирования;
- моделирование механических элементов методами FDM 3D-печати и лазерной резки.

Устройство аэрографов

Принципиальное устройство такого типа приспособлений должно быть схожим, так как решает одну и ту же задачу. Для удобства использования аппарата его внешняя оболочка производится в виде пистолета или штанги-удочки. Составные части, без которых аэрограф не может выполнять свои функции:

- эргономичная для управления струей краски в достаточно точно заданную область ручка;
- контейнер, в который заправляется рабочая жидкость и откуда она поступает в распылительную часть аэрографа;
- рычажок для регулирования распыления с различной силой рабочей жидкости через запорную иглу;

– распыляющая головка с соплом или дюзой, некоторые из которых бывают дополнены запасными отверстиями для поступления воздуха;

– регулятор давления как правило занимает заднюю часть конструкции, над рукоятью, задачей его является регулирование силы распыскивания краски с помощью подаваемого воздуха.

С нажатием рычажка регулирования распыления рабочая жидкость (краска) поступает из резервуара к распыляющей головке. Ширина потока распыляемой краски регулируется воздушными форсунками, имеющимися на дюзе распыляющей головки. Форму контура распыляемой краски также регулируют специальным винтом, входящим в принципиальную схему такого типа устройства.

Краскопульт работает от питания, либо предусмотренного в конструкции устройства, либо заводящегося из внешнего источника.

Электрическое питание устройства может иметь различный тип питания, который зависит от применения их в различных условиях. Самыми популярными являются распылители, работающие от бытовой электросети. При отсутствии возможности подключения к стационарной электросети краскопульты можно подключить к дизельным или бензиновым генераторам.

Популярны также аккумуляторные устройства. Применение таких краскопультов уместно не только при отсутствии центрального электропитания, но и при их наличии. Главное преимущество таких устройств — мобильность и удобство работы с ним в труднодоступных местах. При этом удобство и мобильность имеют свою цену, поэтому такие краскопульты, как и все электрические приборы с автономным питанием, стоят дороже².

Разработка функционального макета устройства

Краскопульты бывают разных типов, но основные принципы их устройства общие. Вот основные компоненты:

1. Источник питания:

- **пневматические краскопульты:** используют сжатый воздух, который подается от компрессора.

- **безвоздушные краскопульты:** используют электричество для работы насоса, создающего высокое давление.

- **электростатические краскопульты:** также используют электричество для создания электростатического поля, притягивающего частицы краски к окрашиваемой поверхности.

2. Бак для краски:

- сосуд, в котором находится краска.
- может быть встроенным в краскопульт или выносной.
- выносной бак удобен для работы с большими объемами краски.

3. Насос:

- перекачивает краску из бака к форсунке.
- в пневматических краскопультых насос отсутствует, краска перемещается под действием сжатого воздуха.

- в безвоздушных краскопультых насос создает высокое давление, которое продавливает краску через форсунку.

² Вискозиметр DIN № 4. Руководство по эксплуатации. Санкт-Петербург: ООО «К-М», 2013. 4 с.

4. Форсунка:

- сопло, через которое выходит краска;
- размер и форма отверстия форсунки определяют толщину и ширину факела краски;
- существуют разные типы форсунок для разных видов работ.

5. Распылительная головка:

- устройство, которое распыляет краску на мелкие капли.
- в пневматических краскопультах распыление происходит за счет смешивания краски с воздухом;
- в безвоздушных краскопультах распыление происходит за счет высокого давления.

6. Ручка:

- удобная рукоятка для управления краскопультом;
- может иметь дополнительные элементы управления, например, регулятор давления или переключатель режимов работы.

Инновационность разрабатываемого устройства заключается в функции автоматического краскосмещения, позволяющей экономить время работы оператора и расходные материалы, необходимые для процесса нанесения лакокрасочных покрытий.

При разработке опытного образца устройства в процессе подбора оптимальных вариантов материалов и комплектующих возникает необходимость применения оригинальных, не имеющих в розничной продаже механических элементов.

Для изготовления функциональной модели устройства выбраны наиболее унифицированные и доступные компоненты: емкости для хранения краски 500 мл, резервуары для подачи красителей представляют собой 4 шприца емкостью 20 мл и 1 шприц емкостью 200 мл, каналы передачи жидкостей — силиконовые шланги различного сечения, автомобильный компрессор мощностью 200 Вт, для управления подачей красителей в камеру хранения и их последующего смешения была использована управляющая плата Arduino Mega, источником питания является блок питания мощностью 360 Вт, каркас.

Каркас для крепления элементов устройства представляет собой многоуровневую конструкцию, в которой уровни соединены между собой резьбовыми шпильками и зафиксированы самоконтрящимися гайками.

Выбор данных гаек обусловлен тем, что устройство в работе создает вибрации, при которых обычные гайки могут ослабляться. Платформы в этой конструкции изготовлены из органического стекла толщиной 5 мм, путем нарезания данного материала на станке лазерной резки. Дополнительно в каждой платформе предусмотрены отверстия для закрепления всех элементов.

На верхнем этаже каркаса расположены источник питания, управляющая плата с необходимой обвязкой, преобразователь напряжения с 12 на 5 В, а также драйверы для управления шаговыми двигателями.

Этажом выше располагаются резервуары-кассеты для красителей в количестве 4 штук объемом 20 мл, к которым с помощью крепежей присоединены шаговые двигатели, на нижнем этаже располагается пятый шприц объемом 200 мл для хранения белого красителя, к нему также с помощью крепежей присоединен шаговый двигатель.

От каждого резервуара-кассеты идет канал в виде силиконовой трубки в камеру распыления краскопульта, где в дальнейшем происходит смешение красителей вибрационным методом. Внешними элементами устройства являются компрессор, распылительное устройство и емкости для хранения краски.

Трехмерные модели механических элементов экспортировались в формат STL (stereolithography) и прототипировались с использованием средств FDM 3D-печати. При печати использовался пластик PLA со 100%-ным заполнением внутреннего каркаса модели. Печать поддержек для выносных элементов выполнена дополнительным экструдером 3D-принтера с помощью водорастворимого PVA пластика.

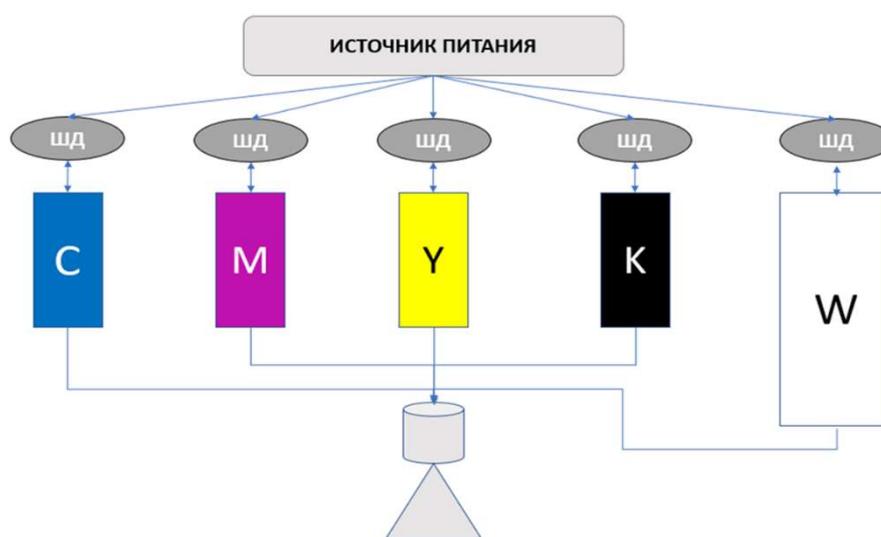


Рис. 1. Схема устройства

Программная реализация управляющего модуля

Для управления и настройки устройства разработано приложение для операционной системы Android. Выбор данного способа управления обусловлен широким распространением и применением мобильных устройств. Также платформа Android отличается высокой гибкостью и настраиваемостью, что позволяет создавать приложения с уникальным функционалом и внешним видом, полностью удовлетворяющим потребностям и требованиям. Обмен данными между приложением и устройством осуществляется по сети «Bluetooth».

Color Picker (выборщик цвета) — элемент пользовательского интерфейса, позволяющий выбрать цвет из палитры или определять их с помощью разных методов ввода. В данном программном обеспечении эта функция реализована использованием соответствующей библиотеки. В программном коде был создан объект класса «ColorPickerView». Затем для данного объекта необходимо создать соответствующий обработчик события. В обработчике события из объекта считывается заданный цвет и приводится к шестнадцатеричному формату и записывается в строку. Далее строка передается в текстовое поле, в котором пользователь может ознакомиться с кодом цвета, а также отправить его на устройство.

Аппаратный комплекс имеет следующую схему подключения.

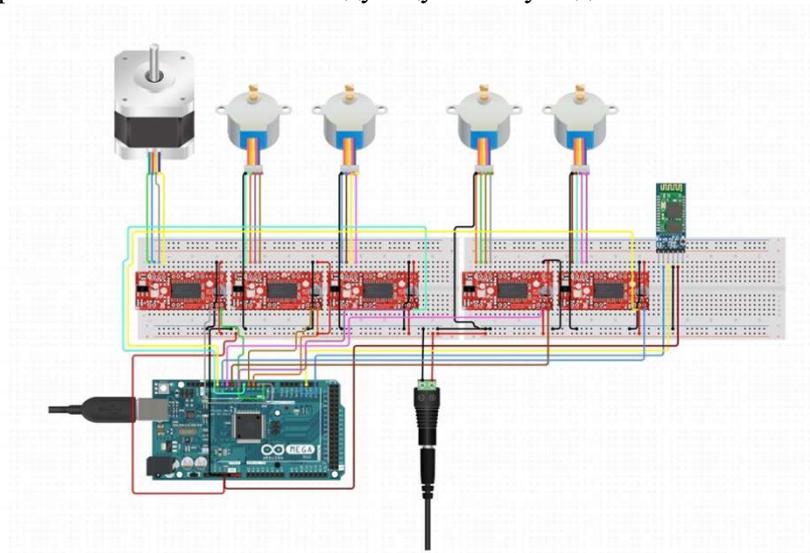


Рис. 2. Схема подключения

Заключение

В процессе выполнения дипломной работы были исследованы свойства различных типов красителей с целью выбора оптимальных расходных материалов для разрабатываемого устройства и создания цифровой схемы краскосмещения.

По результатам исследований в качестве рабочих красителей выбраны водорастворимые пигментные чернила, используемые в цветной печати. Данный тип чернил обладает низкой вязкостью и высокими диффузионными свойствами. Разработана цветовая палитра — ассоциативный массив, связывающий концентрацию красителей базовых цветов и цифровой код заданного цвета.

Принято решение о проектировании поршнево-цилиндрической системы подачи красителей с применением винтовой передачи с шаговых двигателей.

Выполнено моделирование механических элементов устройства с использованием инструментов системы автоматического проектирования Компас 3D v18.1, а также онлайн-сервисом для автоматизированного проектирования и черчения TinkerCAD. Прототипирование механических элементов выполнено с использованием средств FDM 3D-печати.

Для управления выбором цвета было разработано специализированное программное обеспечение, созданное в Android Studio на языке программирования Java.

Разработан функциональный макет устройства, который обеспечивает базовые функции разрабатываемого прототипа и позволяет проводить опытные работы с целью определения корректных режимов краскосмещения и распыления, а также оптимизации узлов и компонентов устройства.

Литература

1. Аарон Хиллегасс. Objective-C. Программирование для Android. 2012. Текст: непосредственный.

Д. В. Доргеева, С. Е. Цыденова, А. А. Тарбеев, Э. А. Дашицыренов. Разработка аэрографа с функцией автоматического смешения красок

2. Борисов С. 500 лучших бесплатных приложений для платформы Android (+ DVD-ROM). Москва: Эксмо, 2021. 336 с. Текст: непосредственный.

3. Голощапов А. Л. Google Android. Программирование для мобильных устройств (+ CD-ROM). Москва: БХВ-Петербург, 2016. 627 с. Текст: непосредственный.

4. Голощапов А. Google Android. Программирование для мобильных устройств. Москва: БХВ-Петербург, 2021. 448 с. Текст: непосредственный.

Статья поступила в редакцию 30.11.2024; одобрена после рецензирования 09.12.2024; принята к публикации 12.12.2024.

Development of an Aerograph with Automatic Paint Mixing Function

Diana V. Dorgeyeva
postgraduate student
dorgeevadians@gmail.com

Sayana E. Tsydenova
postgraduate student
xtssayana2001@gmail.com

Aleksey A. Tarbeyev
bachelor
tarbeev.01@bk.ru

Erdem A. Dashitsyrenov
bachelor
stefan.dashitsyrenov@gmail.com

Dorzhi Banzarov Buryat State University
24a Smolina St., Ulan-Ude 670000, Russia

Abstract. The aerograph has quite wide practical application as a tool for manual work, which main purpose is to spray liquid paint under the influence of compressed air. The undoubted advantage of the aerograph is its simplicity and ease of use. Due to the regulation of spraying, paint costs are significantly reduced. These pneumatic tools make it possible to draw thin and clear lines of almost any complexity and do not require special skills from the master, and also help to cover a large area of the painted surface, which saves work time. However, the aerograph does not assume a built-in paint mixing system, due to which users are faced with the inconvenience of having to use paints with specified colors or manually mix paints. To solve this problem, we propose a device that combines the functions of spraying and mixing paints.

Keywords: airbrush aerograph, hardware and software complex, pulse duration modulation, electromagnetic valves, functional model.

For citation

Dorgeyeva D. V., Tsydenova S. E., Tarbeyev A. A., Dashitsyrenov E. A. Development of an Aerograph with Automatic Paint Mixing Function. *Bulletin of Buryat State University. Chemistry. Physics.* 2024; 4: 45–51 (In Russ.).

The article was submitted 30.11.2024; approved after reviewing 09.12.2024; accepted for publication 12.12.2024.