

О.О. Фурса, О.В. Тітова, Д.А. Лосіхін, Д.О. Вільшанський, Ю.С. Перекрестний

РОЗРОБКА ДОЗУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ТОНЕРІВ ТА АЛГОРИТМ ЙОГО КЕРУВАННЯ

Анотація. Об'єктом дослідження є дозувальний пристрій для тонеру. В зв'язку з великим попитом на комп'ютерну техніку, виникає потреба в допоміжному обладнанні, що задовольнить потреби сучасного світу. Тонер це порошок з маленьким розміром часток, що застосовується в друкарській справі. Завдяки мікрочасткам цього компоненту друкарській галузі суттєво вдалося покращити якість відбитку. Але при його дозуванні виникає ряд проблем. Загальним обладнанням для його дозування є дозатори. Дозування – це вимірювання потрібної кількості продукції за масою, об'ємом або поштучно. Відміряна кількість продукції переміщується в тару або у пакувальний матеріал, та називається фасуванням. Діапазон необхідних доз, додержання заданих технологічних вимог під час дозування, обумовлює застосування пристроїв дозування різних за своєю конструкцією і способом дозування. В роботі проаналізовано та створено працюючий дозуючий пристрій, шнекового типу, їх застосовують для дозування важкоплинної продукції. Важко забезпечити точність дозування продукції, яка є текучою та при незначному стисканні злипається. Загальними технологічними параметрами що повинні контролюватися під час роботи дозатора є вага, температура та вологість повітря. Створений дозатор дозволяє адекватно описувати процеси керованого руху дозування і дає змогу досліджувати процес дозування в безперервний спосіб. Описано алгоритм і розроблено структуру системи автоматичного управління, що забезпечує номінальне завантаження. Побудовано дозатор, на базі мікропроцесорного контролера (МПК) ATmega328P. В даній роботі завдяки комплексному підходу аналізу даних вирішили проблему автоматизації процесу дозування та аналізу способів рівномірного завантаження. Ключові слова: дозуючий пристрій, тонер, регулювання, мікропроцесорний контролер, автоматизація, програмне забезпечення, алгоритм програмного коду

Постановка проблеми. Останнім часом дуже гостро постало питання дозування тонерів для широкого кола споживачів, так як споживачів багато, а оригінальних картриджів за доступною ціною дуже мало. Попит за цим запитом перевищує можливості. А праця заправників небезпечна, та сповільнена. Так як тонер [3,4] за своєю структурою дуже маленька частина. Вона має склад-

ну матричну будову. Розмір частки тонеру складає від 1 до 20 мкм. Така будова призвела до появи специфічних притаманних йому властивостей. Це [3,4] властивість до мікроагломерації, накопичення статичного заряду, гігроскопічність, низька температура плавлення, велика різниця між фактичною та насипною щільністю, магнетизм. та в додачу, при русі з'являються властивості в'язкоплинних рідин [5-11]. Розглянувши всі переваги та недоліки цієї проблеми дійшли висновку, що дана тема є актуальною та багатогранною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В теперішній час дозатори [1,2] для фасування тонеру в Україні не випускаються. Є лише два підприємства в світі для фасування тонеру, це заводи в Росії та Китаї. Ця ніша виробництва є доволі специфічною, але попит на неї дуже великий. За функціональною ознакою дозатори для тонеру призначені для точного дозування з великих ємностей в маленькі. При цьому дозуючий пристрій повинен захищати від тонерного пилу або його викиду. На даний час, для потреб різних галузей промисловістю випускаються[1]: вагові, повітряні, озоні та інші дозатори.

Проаналізувавши [1,2,6,11,12,15,17] існуючі системи автоматичного фасування тонеру або дрібнодисперсних порошків, при належному контролі та регулюванні ваги, температури, тиску, вологості та рівня, дійшли висновку, що необхідно використовувати надійний засіб централізованого контролю та регулювання яким є мікропроцесорний контролер.

Сучасні дозатори[1,2] можна поділити на: – дозатори безперервної дії, що створюють безперервний та рівномірний потік продукції; – дозатори дискретної (періодичної) дії, що важать продукцію дискретними дозами; дози можуть дозуватися одна за одною з різними часовими інтервалами; та – дозатори безперервно-циклічної дії, що створюють безперервний та рівномірний потік продукції, який переривається для виконання автоматичних дій із дозування продукції; сукупність тривалості роботи і зупинки складає технологічний цикл, що повторюється.

В дозуванні тонеру є певні особливості, які залежать від його структури та складу. Центром магнітного тонера[12-14,20] є магнітна частка – магнетит, наступним шаром розташований барвник, а потім полімер, який створює навколо матрицю і пов'язує всі компоненти в єдине ціле. Так як полімери, що використовуються при виробництві тонерів, безбарвні, до них додаються фарбувальні пігменти. Для отримання чорного кольору в магнітні тонери доданий магнетит, а в немагнітні - сажа. Для отримання кольору, відмінного від чорного, полімери включають вкраплення барвників відповідного кольору. Пігмент рівно-

мірно розподіляється на поверхні кожної частинки тонера. Його маса становить трохи більше 10% маси гранули.

У немагнітному тонері ядром матриці виступає саме полімер, що одночасно є і сполучним компонентом, а вже потім частка доповнена добавками парафіну, та іншими компонентами.

До їх складу [15-17] потрапляють і емульгатори, це зумовлено недоліками сучасної технології виробництва. Та є небажаним фактором, який виробники всіляко намагаються зменшити, але виключити повністю, поки що, не вдається.

Мета дослідження. Загальне завдання апарату – це вимірювання та відвантаження потрібної кількості тонеру в тару з дотриманням усіх технологічних норм, недотримання цих норм може призвести до нестачі продукції. У конструкцію необхідно включити панель управління, з якої оператор зможе задавати необхідну масу навішування для дозування, а також є необхідність обнуління значення на датчику. Обов'язковим є можливість управління апаратом і аварійне відключення його вузлів. Перепрограмування алгоритму роботи є великою перевагою, оскільки програмну складову алгоритму управління процесу експлуатації можна вдосконалювати. Очищення апарату після дозування є обов'язковим, тому необхідно врахувати і включити в конструкцію можливість очищення загальних вузлів апарату, а саме бункера і шнекового вузла від залишкового матеріалу.

Зваживши на всі етапи процесу, метою роботи було обрано розробку працюючого дозатору шнекового типу з урахуванням всіх особливостей роботи зі специфічним матеріалом. А також розробити алгоритм його роботи.

Викладення основного матеріалу дослідження. Дозування на проектуваному апараті відбувається в наступному порядку: спочатку мішок або коробку з тонером зважують на терезах, потім визначають температуру тонеру, це потрібно для того, щоб забезпечити у відповідній якості продукт, який буде фасуватися. Якщо температура відповідає нормальному значенню для використання у технологічному процесі, тонер завантажують у бункер апарату. Після включення живлення дозатора, задається необхідна програма на панелі ручного управління та починається процес дозування тонеру, процес перемішування сировини має бути постійним.

Оператор, керує та стежить за технологічним процесом, може змінювати програму навантаження, тобто кількість маси тонеру, яка навантажується в тару. Під час роботи апарату обов'язково контролюється температура повітря.

Після закінчення циклу дозування в апараті запускається програма очищення шляхом продування стисненим повітрям основних вузлів апарата. Забруднене повітря після очищення має бути очищене спеціальним фільтром.

Для виконання основних завдань з контролю технологічних параметрів та управління технологічним процесом вибрано мікропроцесорний контролер ATmega328P[18-19] на базі плати KEYSTUDIO UNO R3, сумісної з ARDUINO UNO REV3. Як інтерфейс USB-UART використаний мікроконтролер ATmega16U2, що дозволяє підвищити швидкість передачі даних.

Плата Arduino[18] складається з процесора Atmel AVR, а також елементів обв'язки для програмування та інтеграції з іншими пристроями. В багатьох платах є лінійний стабілізатор напруги +5В або +3,3В. Тактування здійснюється на частоті 16 або 8 МГц кварцовим резонатором. У мікропроцесор записаний завантажувач (bootloader), тому зовнішній програматор не потрібен. На концептуальному рівні всі плати програмуються через RS-232, але реалізація цього способу відрізняється від версії до версії. Нові плати програмуються через USB, що можливо завдяки мікросхемі конвертера USB-to-Serial FTDI FT232R. Сторонніми виробниками випускається велика гама всіляких датчиків та виконавчих пристроїв, які в тій чи іншій мірі сумісні між собою та процесорними платами Arduino.

На принциповій схемі (рис.1) зображено дійсне просторове розташування складових частин.

Макетна схема (рис 2) відображає загальні електронні компоненти та їх зв'язки.

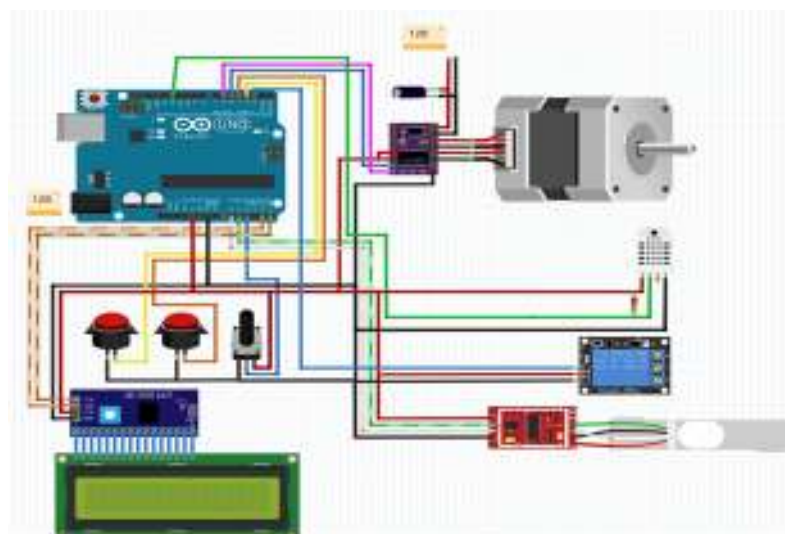


Рисунок 1 - Принципова макетна схема дозатору

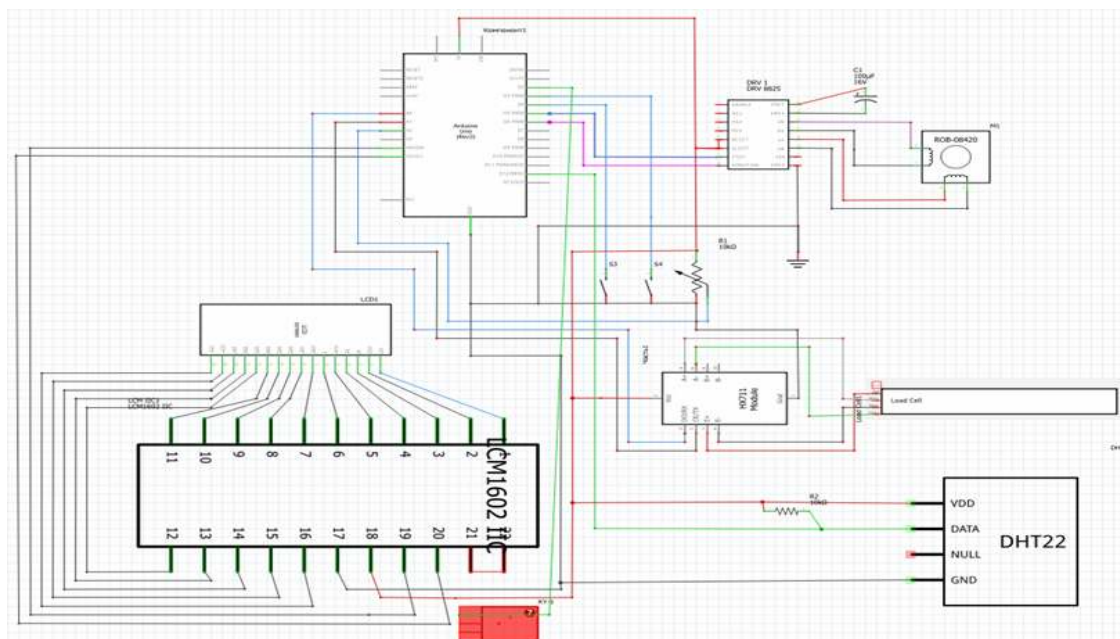


Рисунок 2 - Електрична принципова схема дозатору

У ході роботи розробили загальний заземлюючий контакт, це потрібно для того, щоб зняти з електронних компонентів шкідливу статичну напругу, яка може вивести з ладу чутливі електронні системи.

Для управління з використанням програмованого мікропроцесора Atmega на базі плати KEYSTUDIO необхідно було розробити алгоритм і запрограмувати його мовою C++, використовуючи при цьому спеціалізоване середовище розробки так званих "скетчів" - програм, написаних у середовищі Arduino [9-10,18-19].

Розроблений алгоритм керування призначений для здійснення автоматизованого керування технологічним процесом дозування тонеру. Він забезпечує стійке ведення процесу дозування шляхом підтримки змінних процесу в регламентних межах.

Дозування на апараті відбувається в такий спосіб. Спочатку перевіряють стан тонеру та завантажують його до бункеру. Підключають блок живлення до мережі, після переведення апарата в стаціонарний режим розпочинають роботу з ним. На панелі керування відображається значення задачі навішування: TASK 0. Потім потенціометр встановлює потрібне значення дози. Після встановлення завдання порожню тару встановлюють на вагову платформу та натискають кнопку ТАРА. Після цього натискають кнопку початку процесу дозування. Після досягнення потрібного значення на тензодатчику шнек зупиняється. На рис. 3 наведено вигляд дисплею під час дозування.



Рисунок 3 - Вид дисплею під час дозування

Після закінчення роботи апарат очищують від залишкового тонеру.

Середовище розробки Arduino[18-19] складається з вбудованого текстового редактора програмного коду, області повідомлень, вікна виведення тексту (консолі), панелі інструментів з кнопками команд, що часто використовуються, і кількох меню. Для завантаження програм та зв'язку з середовищем розробки до апаратної частини підключається Arduino.

Скетч написаний мовою C++ скомпільований в середовищі Arduino IDE і виглядає наступним чином:

```
#include <Stepper.h> // Підключаємо бібліотеку для роботи з
кроковим двигуном
#include "HX711.h" // Підключаємо бібліотеку для роботи з
платою АЦП тензодатчика
#include <Wire.h> // Підключаємо бібліотеку для зв'язку мі-
кроконтролера з іншими пристроями через інтерфейс I2C
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Підключаємо бібліотеку
для роботи з LCD дисплеєм
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Вказуємо параметри
дисплея
#define DT A0 // Вказуємо номер виводу на платі, до якого
підключений DT тензоперетворювач
#define SCK A1 // Вказуємо номер виводу на платі, до якого
підключений DT тензоперетворювач
#define pot A2 // Вказуємо номер виведення на платі, до
якого підключений середній висновок від потенціометра
const int stepsPerRevolution=211; // Задаємо константу че-
рез змінну для установки параметра кількості кроків в один
оберт валу крокового двигуна
Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 5, 6); // Задаємо пі-
ни, до яких підключається плата управління кроковим двигуном і
встановлюється кількість кроків обертів.
HX711 scale; // Створюємо об'єкт scale
float calibration_factor=-7.07; // Задаємо калібрувальний
коефіцієнт для тензоперетворювача
```

```
float units; // Задаємо змінну для виміру в грамах  
float ounces; // Задаємо змінну для вимірювання в унціях  
int task; // Задаємо змінну для завдання дозування
```

...і так далі. Одним із засобів підвищення надійності є використання сторожового таймера [18] (watchdog) для контролю за виконанням програми. Він є апаратним таймером, який має періодично скидатися із програмою. Якщо скидання сторожового таймера не відбудеться протягом заданого часу, він викличе перезавантаження всієї системи, тобто перезавантаження мікроконтролера. Таким чином, якщо програма зависне і перестане скидати сторожовий таймер, то мікроконтролер буде перезавантажено, ніби натиснувши кнопку скидання.

У системах Arduino є сторожовий таймер [18-19], що є внутрішнім вузлом мікроконтролера ATmega. Бібліотека для роботи зі сторожовим таймером Arduino – `avr/wdt.h`. Це стандартна бібліотека, вона знаходиться у каталозі Arduino[18-19]. Для її застосування просто додаємо в проект рядок:

```
#include <avr/wdt.h>
```

Скидання сторожового таймера. Для нормальної роботи необхідно викликати цю функцію не рідше за період сторожового таймера. При затримці таймаут, що перевищує, відбудеться апаратне скидання контролера.

```
wdt_reset(); // Скидання сторожового таймера  
void wdt_disable(void); //Вимкнення сторожового таймера.  
wdt_disable(); // Заборона роботи сторожового таймера.
```

Сторожовий таймер[18] дозволяє контролювати виконання окремих циклів програми.

Організовано цикл переривання за таймером 2мс. В загальному асинхронному циклі реалізовано керування світлодіодом плати (блимає з періодом 1 сек).

В основному циклі перевіряються дані з послідовного порту та при появі будь-яких даних забороняється робота переривання по таймеру. Цим імітується збій установок таймера.

```
// Перевірка роботи сторожового таймера  
#include <MsTimer2.h>  
#include <avr/wdt.h>  
#define LED_PIN 13 // світлодіод підключений до виводу 13  
int ledCount; // лічильник часу миготіння світло діода  
void setup() {  
    pinMode(LED_PIN, OUTPUT); // Визначаємо виведення світло-  
діоду як вихід  
    Serial.begin(9600); // ініціалізуємо послідовний порт
```

```
MsTimer2::set(2, timerInterrupt); // задаємо період пере-
ривання від таймера 2 мс
MsTimer2::start(); // дозволяємо переривання від таймера
// wdt_enable(WDTO_15MS); // Дозвіл роботи сторожового
таймера з тайм-аутом 15 мс
}
void loop() {
    // Миготіння світлодіода
    if (ledCount > 250) {
        ledCount=0;
        digitalWrite(LED_PIN, ! digitalRead(LED_PIN); // інверсія
стану світлодіода
    }
    // Перевірка даних у буфері послідовного порту (імітація
збою)
    if (Serial.available() != 0 ) MsTimer2::stop(); // Заборо-
на переривання від таймера
}
void timerInterrupt() { // обробник переривання

    ledCount++; // лічильник світлодіода
    // wdt_reset(); // Скидання сторожового таймера
}
```

Сторожовий таймер не є панацеєю від неправильної роботи програми.

Тільки комплекс заходів дозволить написати надійну програму.

Але краще використовувати апаратне скидання, щоб перевстановити всі регістри мікроконтролера. Зробити це можна, використовуючи сторожовий таймер:

```
wdt_enable(WDTO_15MS);
while (1) { }
```

Контролює хід виконання програми. Однією з найпоширеніших помилок, що призводить до зависання програми, є очікування події в безкінечному циклі.

Висновки. Таким чином, звернувши увагу на все вище наведене, можемо зробити висновки, що було розроблено, виготовлено та апробовано в дійсних умовах шнековий дозатор для тонерних порошків. Прописано алгоритм його роботи та керівництво користувача програмного продукту дозатора.

Він повністю відповідає технологічним потребам, легко налаштовується та програмується на вибраних контролерах. Система показала себе як ефективну, програмна сигналізація працює чітко без затримок.

Загалом отримано такі результати:

- Створений дозатор дозволяє фасувати тонер з дотриманням технологічних норм;
- У проекті використовується програмна сигналізація технологічних параметрів вологості та температури, в експерименті сигналізація показала себе ефективною.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гавва О. М. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / О. М. Гавва, А. П. Беспалько, А. І. Волочко. — К.: ІАЦ «Упаковка», 2008. — 436 с.
2. Емельянов А. И. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А. И. Емельянов, О. В. Капник – М.: Энергоиздат, 1983.- 400 с.
3. Словарь терминов принтеров, МФУ и копиров [Электронный ресурс]. – <http://itprospb.ru/2009/04/slovar-terminov-printerov-mfu-i-kopirov/>
4. Что такое тонер [Электронный ресурс]. – https://itshnik.com.ua/articles/koren/Chto_takoe_toner
5. Широкий Д.К. Расчет параметров промышленных систем регулирования / Д.К. Широкий, О.Д. Куриленко. – К.: Техніка, 1972. – 232 с.
6. Перов В.Л. Основы теории автоматического регулирования химико-технологических процессов / В.Л. Перов. – М.: Химия, 1970. – 352 с.
7. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук – 2-ге вид., переробл. і доп. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.
8. Медведев Р.Б. Навчальна система побудови стратегій керування на базі мікропроцесорної техніки / Р.Б. Медведев, С.Г. Бондаренко, О.В. Сангинова // Вісник НТУУ "КПІ" Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2008.– №2(2).– С. 31-36.
9. Станция Experion TM Process Knowledge System: Руководство по эксплуатации – Honeywell Experion PKS. – Fort Washington, PA, 2005 - 25 с.
10. Построение алгоритмов управления: Руководство пользователя – Honeywell Experion PKS. – Fort Washington, PA, 2006 - 818 с.
11. A Guide for Printers / Alberta, Occupational Health and Safety Practices [Электронный ресурс]. – <http://work.alberta.ca/documents/OHS-Practices-a-guide-for-printers.pdf>.
12. Cartridge printing theory / Uninet, 2010 [Электронный ресурс]. – http://www.arbikas.com/view/storage/articles/Cartridge_Print_Theory_eng.pdf.

13. Бабіченко А. К. Промислові засоби автоматизації. Ч. I, II. / А. К. Бабіченко, В. І. Тушинський, В. С. Михайлов, М. О. Подустов, О. В. Пугачовський. – Х: НТУ „ХПІ”, 2001 р. – 470 с.
14. Общеотраслевые руководящие методические материалы по созданию и применению автоматизированных систем управления в отраслях промышленности /ОРМ-3 АСКТП.
15. Дудников Е. Г. Автоматическое управление в химической промышленности / Е. Г. Дудников и др. -М.: Химия, 1987, - 368 с.
16. Балакирев В.С. Технические средства автоматизации химических производств: Справочник / В.С. Балакирев и др.-М.:Химия,1991.-271с.
17. Смилянский Г.Л.. Справочник проектировщика автоматизированных систем управления технологическими процессами / Г.Л. Смилянский и др. – К.: Техника 1983. – 528 с.
18. Урок 16. Повышение надежности программ для Ардуино. [Электронный ресурс]. – <http://mypractic.ru/urok-16-povyshenie-nadezhnosti-programm-dlya-arduino-storozhevoj-tajmer.html>
19. Урок 14. EEPROM в Ардуино. Контроль целостности данных. [Электронный ресурс]. – <http://mypractic.ru/urok-14-EEPROM-v-arduino-kontrol-celostnosti-dannykh.html>
20. Перекрестний Ю. С., Фурса О. О. Розробка програмного коду для зв'язку SCADA системи SIMP LIGHT через MODBUS для керування роботою дозуючого пристрою //Innovations and prospects of world science Proceedings of V International Scientific and Practical Conference Vancouver, Canada, 2021, p.310-318.
21. Перекрестний Ю. С., Фурса О. О. Особливості процесу дозування тонеру за допомогою програмних засобів моделювання //Topical issues of modern science, society and education Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference, Kh., 2021, p. 450-453.

REFERENCES

1. Gavva O. M. Equipment for packaging products in consumer packaging / O.M. Gavva, A. P. Bepalko, A. I. Volochko. - К.: IAC «Package», 2008. - 436 с.
 2. Emelyanov A. I. Design of automation systems for technological processes / A.I. Emelyanov, O. V. Kapnik - М.: Energoizdat, 1983.- 400 p.
 3. Glossary of terms for printers, MFPs and copiers [Electronic resource]. – <http://itprospb.ru/2009/04/slovar-terminov-printerov-mfu-i-kopirov/>.
- ISSN 1562-9945 (Print)
ISSN 2707-7977 (Online)

4. What is a toner [Electronic resource]. – https://itshnik.com.ua/articles/koren/Chto_takoe_toner.
5. Wide D.K. Calculation of parameters of industrial control systems / D.K. Wide, O.D. Kurylenko. - K.: Tekhnika, 1972. - 232 p.
6. Perov V.L. Fundamentals of the theory of automatic control of chemical-technological processes / V.L. Perov. - M.: Chemistry, 1970. - 352 p.
7. Popovich M. G. Theory of automatic control / M. G. Popovich, O. V. Kovalchuk - 2nd ed., Reworked. and ext. - K.: Swan, 2007. - 656 c.
8. Medvedev R. B. Educational system for building control strategies based on microprocessor technology / R. B. Medvedev, S. G. Bondarenko, O. V. Sanginova // Bulletin of NTU "KPI" Chemical Engineering, Ecology and Resource Conservation. - 2008.– №2 (2) .– P. 31-36.
9. Station Experion TM Process Knowledge System: Operations Manual - Honeywell Experion PKS. - Fort Washington, PA, 2005 - 25 p.
10. Building control algorithms: User Guide - Honeywell Experion PKS. – Fort Washington, PA, 2006 - 818 pp.
11. A Guide for Printers / Alberta, Occupational Health and Safety Practices [Electronic resource]. – <http://work.alberta.ca/documents/OHS-Practices-a-guide-for-printers.pdf>.
12. Cartridge printing theory / Uninet, 2010 [Electronic resource]. – http://www.arbikas.com/view/storage/articles/Cartridge_Print_Theory_eng.pdf.
13. Babichenko A.K.. Industrial automation tools. Part I, II. / A. K. Babichenko, V. I. Tushinsky, V. S. Mikhailov, M. O. Podustov, O. V. Pugachevsky. - Kh: NTU "KhPI", 2001 - 470 p.
14. Industry-wide guidance materials on the creation and application of automated control systems in industries / ORM-3 ASKTP.
15. Dudnikov E. G. Automatic control in the chemical industry / E. G. Dudnikov et al. - M.: Chemistry, 1987, - 368 p.
16. Balakirev V. S. Technical means of automation of chemical production: a Handbook / V. S. Balakirev et al.-M.: Chemistry, 1991.-271p.
17. Smilyansky G. L. Handbook of the designer of automated control systems for technological processes / G. L. Smilyansky and others - K.: Technique 1983. - 528 p.

18. Lesson 16. Improving the reliability of programs for Arduino. [Electronic resource]. – <http://mypractic.ru/urok-16-povyshenie-nadezhnosti-programm-dlya-arduino-storozhevoj-tajmer.html>
19. Lesson 14. EEPROM in Arduino. Data integrity control. [Electronic resource]. – <http://mypractic.ru/urok-14-eeeprom-v-arduino-kontrol-celostnosti-dannyx.html>
20. Perekrestny Yu. S., Fursa O. O. Development of software code for SCADA communication of SIMP LIGHT system via MODBUS for control of dosing device operation // Innovations and prospects of world science Proceedings of V International Scientific and Practical Conference Vancouver, Canada , 2021, pp.310-318.
21. Perekrestny Yu. S., Fursa O. O. Peculiarities of the toner dosing process with the help of modeling software // Topical issues of modern science, society and education Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference, Kh., 2021, p. 450 -453.

Received 11.04.2022.

Accepted 14.04.2022.

Development of a dispenser toner dosing and its control algorithm

Abstract. The object of the study is the toner dispenser. Due to the high demand for computer technology, there is a need for ancillary equipment that will meet the needs of today's world. Toner is a powder with a small particle size used in printing. Thanks to the microparticles of this component, the printing industry has significantly improved the quality of the print. But with its dosage there are a number of problems. The general equipment for its dosing are dispensers. Dosage is a measurement of the required amount of product by weight, volume or piece. On a functional basis, toner dispensers are designed for accurate dosing from large containers to small ones. The dosing device must protect against toner dust or its emission. The measured amount of product is moved to the container or packaging material, and is called packaging. The range of required doses, compliance with the specified technological requirements during dosing, determines the use of dosing devices different in design and method of dosing. The paper analyzes and creates a working dosing device, screw type, they are used for dosing heavy products. It is difficult to ensure accurate dosing of products that are fluid and stick together with little compression. The general technological parameters that must be controlled during the operation of the dispenser are weight, temperature and humidity. The operator who manages and monitors the technological process can change the load program, the amount of toner weight that is loaded into the container. During the operation of the device, the air temperature must be monitored. After the end of the dosing cycle, the cleaning program is started by blowing the main components of the device with compressed air. The created dispenser allows to adequately describe the processes of con-

trolled dosing movement and allows to investigate the dosing process in a continuous way. The algorithm is described and the structure of the automatic control system is developed, which provides the nominal load. A dispenser based on the ATmega328P microprocessor controller (IPC) based on the KEYSTUDIO UNO R3 board compatible with ARDUINO UNO REV3 is built. The ATmega16U2 microcontroller is used as a USB-UART interface, which allows to increase the data transfer rate. In this paper, thanks to a comprehensive approach to data analysis solved the problem of automating the process of dosing and analysis of methods of uniform loading.

Keywords: dosing device, toner, regulation, microprocessor controller, automation, software, software code algorithm.

Фурса Ольга Олександрівна - кандидат технічних наук, доцент, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій та автоматизації, Український державний хіміко-технологічний університет.

Тітова Олена Василівна - доцент, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій та автоматизації, Український державний хіміко-технологічний університет.

Лосіхін Дмитро Анатолійович - старший викладач, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій та автоматизації, Український державний хіміко-технологічний університет.

Вільшанський Дмитро Олександрович – Вчитель, StartUp IT Academy.

Перекрестний Юрій Сергійович – магістр, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій та автоматизації, Український державний хіміко-технологічний університет.

Fursa Olha - candidate of technical sciences, associate professor, department of computer integrated technologies and automation, Ukrainian State University of Chemical Technology.

Titova Elena - candidate of technical sciences, associate professor, department of computer integrated technologies and Automation, Ukrainian State University of Chemical Technology.

Losikhin Dmytro - senior lecturer, department of computer integrated Technologies and Automation, Ukrainian State University of Chemical Technology.

Vilshanskyi Dmytro – teacher, StartUp IT Academy.

Perekrestnyi Yuriy – Master, Department of Computer Integrated Technologies and Automation, Ukrainian State University of Chemical Technology.