

УДК 648

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДОЗУВАННЯ ВІДБІЛЮЮЧОГО РОЗЧИНУ  
АВТОМАТИЧНОЇ ПРАЛЬНОЇ МАШИНИ****Буленок Р. Ю., Стаценко В. В.***Київський національний університет технологій та дизайну*

**Мета.** Розробка конструкції побутової автоматичної пральної машини з покращеною системою дозування відбілювача.

**Методика.** Дослідження процесу прання в автоматичній пральній машині барабанного типу з системою автоматичного дозування відбілюючого засобу.

**Результати досліджень.** Розроблено вдосконалену конструкцію електромеханічного дозуючого пристрою пральної машини. Проведені дослідження роботи запропонованої системи.

**Наукова новизна.** В роботі обґрунтовані можливості покращення характеристик ефективності відпирання текстильних матеріалів в пральній машині за рахунок заміни дозуючого пристрою.

**Практична значимість** полягає в розробці пральної машини з покращеною схемою конструктивного виконання в якій процес дозування відбілювача чи пом'якшувача відбувається за рахунок запропонованої системи.

**Ключові слова:** пральна машина, система автоматичного дозування, відбілювач

Останнім часом при автоматизації виробничих процесів широке розповсюдження отримують різноманітні дозувальні пристрої і системи автоматичного дозування.

Системами автоматичного дозування (САД) можуть бути названі такі пристрої, які здійснюють автоматичне вимірювання та дозування заданої кількості речовини.

**Постановка завдання**

В зв'язку зі збільшенням популярності у користувачів різноманітних відбілюючих та пом'якшувачих виробів з'являється потреба в раціональному використанні таких хімічних додатків. Корисний об'єм відбілювачів важко вирахувати «на око», а рекомендації виробників не уніфіковані та не можуть однаково використовуватись для різних моделей пральних агрегатів. При проектуванні сучасних пральних машин застосовують різні варіанти конструктивного виконання механічних бункерів або дозаторів для усунення цієї проблеми, однак вони також є не досить зручними при використанні.

**Результати досліджень**

В залежності від вимог експлуатації спосіб дозування речовини може бути порційним (дискретним) та безперервним і здійснюється ваговим або об'ємним методом.

Порційні системи автоматичного дозування використовуються при фасуванні матеріалів, проведенні періодичних виробничих процесів; САД безперервної дії (дозувальники) використовують для забезпечення стабільної подачі речовини, в основному в безперервних виробничих процесах.

В сучасних пральних машинах не передбачено дозування відбілювача, воно відбувається вручну та кількість речовини вимірюється користувачем що оптимізує витрату відбілювача. Таким чином, завданням дослідження є проектування системи керування відбілюванням білизни в автоматичній пральній машині, тобто забезпечення порційного дозування відбілювача.

Структурна схема запропонованої системи зображена на рис. 1.

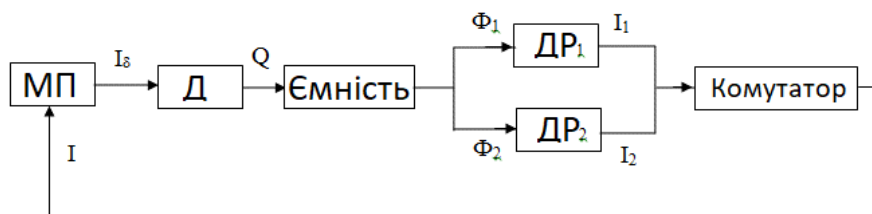


Рис.1. Структурна схема системи автоматичного відбілювання білизни в пральній машині: МП – мікропроцесор; Д – дозатор; ДР1 і ДР2 – датчики по першому і другому рівнях

МП – мікропроцесор зі спеціалізованим програмним забезпеченням, здійснює циклічне опрацювання модулів (датчиків) з періодом не менше 1,2 хвилини, аналізуючи показники датчиків рівня, подає відповідний сигнал на дозатор і виробляє електричний сигнал  $I\delta$ .

Д – дозатор, призначений для дозування конкретної кількості відбілювача, яка відповідає певному рівню заповнення білизни, тобто виробляє сигнал Q.

Ємність – це резервуар, що призначений для безпосереднього завантаження білизни і додавання в нього певної порції відбілювача дозатором Д.

ДР1 і ДР2 – два датчика рівня, які встановлюються в ємності і призначені для вимірювання рівня заповнення його білизною по першому і другому рівнях, виробляють сигнали  $I_1$  і  $I_2$ .

Комутатор – призначений для зменшення числа з'єднань з МП, який виробляє сигнал I.

Працює система наступним чином.

Білизна певної маси завантажується в робочу ємність, всередині якої встановлено два датчика рівня ДУ1 і ДУ2 на певних висотах. Основна їх мета – це визначити рівень заповнення ємності білизною, на виході яких отримуємо два сигнали І1 і І2. Для зменшення числа з'єднань з МП в схемі присутній комутатор, який перетворює сигнали І1 і І2 в сигнал І. Таким чином, на МП надходять відомості про рівень заповнення бака білизною, аналізуючи його, МП виробляє керуючий сигнал, про необхідну кількість відбілювача, що надходить на дозатор. В результаті отримуємо систему дозування відбілювача в залежності від заповнення ємності білизною.

Параметри системи керування:

1. Ємність прального бака до позначки рівня заповнення білизною – 34 літри;
2. Максимальна маса сухої білизни, що може завантажена в пральний бак – 5 кг;
3. Максимальний інтервал оновлення даних (період дискретності)  $T_0 = 1,2$  хв;

Вимоги до проектного регулятора:

1. Час регулювання  $t_p \leq 2$  с;
2. Коливання  $M \leq 1,3$ ;
3. Перерегулювання  $\sigma \leq 30 - 40\%$ ;
4. Допустиме відхилення регульованої величини в сталому режимі  $\leq 4\%$ .

Серед пристроїв автоматики найбільш широкого поширення набули мікропроцесорні комплекти (МПК) серій К580, К583, К588. При виборі МПК слід керуватися такими критеріями:

- висока продуктивність МП, достатній обсяг ОЗУ і ПЗУ;
- можливість цифрової обробки аналогових сигналів в реальному часі;
- можливість програмної корекції;
- мале енергоспоживання;
- сумісність з іншими мікросхемами;
- доступність елементів;
- потужна і гнучка система команд МП;
- наявність вбудованих ЦАП і АЦП.

На підставі цих критеріїв вибираємо МП серії К1813ВЕ1. Це однокристальний МП цифрової обробки аналогових сигналів в реальному часі, з вбудованими аналоговими системами введення-виведення (ЦАП і АЦП), з 8-ми розрядних ПЗУ, ОЗУ (об'ємом 40x25 слів), ALU, двома вхідними і чотирма вихідними аналоговими каналами.

Цей МП виконаний по високоякісній n-МОП-технології, сумісний з БІС серії К580. У ньому реалізована потужна і гнучка система команд з розширеними можливостями адресації пам'яті.

Обраний мікропроцесор має необхідну продуктивність, потужну та гнучку систему команд і управління обробкою інформації, можливість програмної корекції ЛСУ, сумісний з БІС, і має можливість обробляти аналоговий сигнал в режимі реального часу завдяки вбудованим АЦП і ЦАП.

Технічні характеристики МП К1813ВЕ1 :

- 25-ти розрядний ALU;
- 16-ти розрядні ОЗУ (192x24 біт) і ПЗУ (40x25 слів);
- час перетворення не більше 50 мкс;
- нелінійність ЦАП і АЦП < 0,1%;
- тактова частота 5 МГц;
- напруга живлення 2 В;
- споживана потужність 1,0 В · А;
- вхідна аналогова напруга не більше 2 В;
- вихідний опір (зберігання) не менше 100 кОм;
- вихідний струм 0,4-2 мА;
- вхідний струм не більше 2,0 мА;
- діапазон робочих температур від -10 до 70 0С.

Передавальну функцію МП приймаємо такою, що дорівнює одиниці.

$$WM_{П}(p) = 1 \quad (1)$$

Дозатор – це пристрій для автоматичного відмірювання і видачі заданої кількості речовини. Існує досить велика кількість дозаторів різноманітної конструкції та видів. Вибір дозатора обумовлений, перш за все:

1. Фізичної природою речовини, яка регулюється;
2. Продуктивністю від мілілітрів до сотень літрів на годину;
3. Невеликі габаритні розміри;
4. Малою енергоємністю;
5. Терміном служби.

На основі пред'явлених вимог обирається насос-дозатор марки АХПО 0,5/40-К-СД-У2. Він використовується для дозування агресивних середовищ, в даному випадку відбілювача або кондиціонера. Похибка дозування становить 0,1-1%.

Насос – дозатор працює наступним чином: при обертанні робочого колеса відбувається нагнітання рідини в робочій камері, за допомогою обертального моменту якого рідина передається в камеру нагнітання.

Технічні дані:

- діапазон дозування 10 ... 500 мл;
- напруга живлення 220В;
- робочий об'єм 0,015 м<sup>3</sup>;
- тиск на виході 10 МПА;
- вхідний струм 0 ... 20 мА;
- вага 4 кг.

Насос-дозатор представлений у вигляді передавальної функції інерційної ланки:

$$W = \frac{k}{T_H p + 1} \quad (2)$$

де  $k$  – коефіцієнт передачі насоса;

$T_H$  – постійна часу насоса, с.

$$k_H = \frac{\cos^2 \alpha}{n} \quad (3)$$

де  $\alpha$  – кут нахилу лопатей ( $\alpha = 10^\circ$ );

$n$  – кількість лопатей ( $n = 10$ ).

$$T_H = \frac{V}{Q_H} \quad (4)$$

де  $V$  – робочий об'єм дозатора, м<sup>3</sup>;

$Q_H$  – витрата робочої рідини, м<sup>3</sup>/с.

Передаточна функція з урахуванням коефіцієнтів буде мати вигляд

$$W_d = \frac{\frac{\cos^2 10}{10}}{\frac{0,015}{10^{-3}} p + 1} = \frac{0,1}{15p + 1} \quad (5)$$

### **Висновки**

Виходячи з теоретичного дослідження процесів у побутовій пральній машині застосування системи автоматичного дозування відбілюючого або пом'якшуючого

засобу є раціональним та дозволяє припустити, що така система є перспективно енергоефективною та позитивно впливає на якість відпирання текстильних матеріалів.

## Список використаних джерел

1. Петко І. В. Електропобутова техніка / Петко І. В., Бурмістенков О. П., Біла Т. Я., Скиба М. Є. – Хмельницький: ХНУ, 2017. – 213 с.
2. Агейкин Д. Н. Датчики контроля и регулирования – 2-е изд. / Агейкин Д. Н., Костина Е. Н. – М.: Машиностроение, 1985. – 929 с.
3. Бекзменов В. С. Дозаторы серии «САД» для расфасовки жидких продуктов по уронню / Бекзменов В. С., Ефресова Т. К., Тагаевская А. А. // Датчики и системы. – 2002. – №4.
4. Лебедев В. С. Расчет и конструирование типовых машин и аппаратов бытового назначения. Учебник для вузов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 328 с.

## References

1. Petko, I.V., Burmistenkov, O.P., Bila, T.J. & Skyba, M.Y. (2017). *Elektropobutova tekhnika* [Household appliances] – Khmel'nyts'kyu: KhNU – 213 p. [in Ukrainian].
2. Agejkin? D.N. & Kostina? E.N. (1985). *Datchiki kontrolja i regulirovanija* [Control and regulation sensors] – 2-e izd.-M.: Mashinostroenie. – 929 p. [in Russian]
3. Bekzmenov, V.S., Efresova, T.K. & Tagaevskaja, A.A. (2002). *Dozatory serii «SAD» dlja rasfasovki zhidkih produktov po urovnju* [Dispensers of the "SAD" series for filling liquid products according to the level] // *Datchiki i sistemy*. – №4. [in Russian]
4. Lebedev, V.S. (1982). *Raschet i konstruirovanie tipovyh mashin i apparatov bytovogo naznachenija*. Uchebnik dlja vuzov [Calculation and design of typical machines and devices for domestic use. Textbook for high schools]. – М.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost' – 328 p. [in Russian]

**Bulenok Roman**

[roma.bulenok@mail.ru](mailto:roma.bulenok@mail.ru)

*Kyiv National University of  
Technologies and Design*

**Statsenko Volodymyr**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3932-792X>

ResearcherID: [C-3646-2017](https://orcid.org/C-3646-2017)

[statsenko.v@knuud.com.ua](mailto:statsenko.v@knuud.com.ua)

*Kyiv National University of  
Technologies and Design*

**Разработка системы дозирования отбеливающего раствора в автоматических стиральных машинах**

**Буленок Р. Ю., Стаценко В. В.**

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Разработка конструкции бытовой автоматической стиральной машины с улучшенной системой дозирования отбеливателя.

**Методика.** Исследование процесса стирки в автоматической стиральной машине барабанного типа с системой автоматического дозирования отбеливающего средства.

**Результаты исследований.** Разработана усовершенствованная конструкция электромеханического дозирующего устройства стиральной машины. Проведены исследования работы предложенной системы.

**Научная новизна.** В работе обоснованы возможности улучшения характеристик эффективности отстирывания текстильных материалов в стиральной машине из-за замены дозирующего устройства.

**Практическая значимость** заключается в разработке стиральной машины с улучшенной схемой конструктивного исполнения в которой процесс дозирования отбеливателя или смягчения происходит за счет предложенной системы.

**Ключевые слова:** стиральная машина, система автоматического дозирования, отбеливатель

### ***Development of the automatic washing machine distributing solution system***

***Bulenok R., Statsenko V.***

*Kyiv National University of Technology and Design*

***Purpose.*** Development of the design of a household automatic washing machine with an improved system of dosage of bleach.

***Methodology.*** Investigation of the washing process in the automatic washing machine of the drum type with the system of automatic dosage of bleaching agent.

***Findings.*** An improved design of the electromechanical dosing device of the washing machine was developed. The operation of the proposed system was investigated.

***Originality.*** The work substantiates the possibilities of improving the efficiency of unlocking textile materials in the washing machine by replacing the dosing device.

***Practical value*** is to design a washing machine with an improved design scheme in which the bleaching or softening dosing process takes place at the expense of the proposed system.

***Keywords:*** washing machine, automatic dosage system, bleach