

РОЗРОБКА АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДОЗУВАННЯ РІДКИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРАННЯ В ПРАЛЬНИХ МАШИНАХ

В роботі запропоновано результати розробки та дослідження конструкції автоматичної системи дозування засобів для прання в пральних машинах, яка складається з пристрою дозування та пристрою для зважування завантаженої білизни. Конструкція пристрою дозування включає перистальтичний насос, що приводиться в рух кроковим двигуном. Для визначення ваги сухої білизни, що завантажується в барабан, запропоновано схему пристрою, що складається з вузла вимірювання деформації пружного елемента та системи обробки інформації. Запропонована система дозування дозволяє зменшити витрати засобів для прання та уникнути додаткових енерговитрат, позитивно впливає на екологічний стан оточуючого середовища.

Ключеві слова: дозування, засоби для прання, перистальтичний насос, пружний елемент.

S.V. SMUTKO, S.P. LISEVYCH, D.O. GALUCK

Khmelnytsky National University

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC SYSTEM FOR DOSING OF LIQUID DETERGENTS IN WASHING MACHINES

The article presents the results of development and researches of construction automatic dosing system of detergents in washing machines, which consists of a dosing device and device weighing loaded laundry. The construction of dosing device includes a peristaltic pump driven by stepper motor. To determine the weight of dry laundry loaded in the drum, The scheme of the device, consisting of a unit measuring deformation of elastic element and systems of information processing. Proposed the method of calculating the dosing amount of liquid detergent per unit weight of loaded linen. For determining the average volume of washing agent per unit weight are analyzed the market of modern detergents. We gave methodology of calculation of the amount of deformation of the elastic element of the device for weighing loaded laundry. Offered dosing system allows to reduce costs for washing and to avoid additional energy costs, has a positive effect on the ecological state of the environment.

Key words: dosing, detergent, peristaltic pump, elastic element.

Вступ

Сучасні автоматичні пральні машини – це досить складні електронні прилади. Автоматичні пральні машини управляються програмно і здійснюють процес прання по заданому алгоритму, тобто автоматично виконують наступні операції: заповнюють пральний бак водою і її підігрівають її до заданої температури; здійснюють і регулюють режими процесів прання, полоскання, віджимання, подачі та зливу розчинів для прання.

Недоліком автоматичних пральних машин є недосконала система дозування засобів для прання, яка складається з декількох відділень, призначених для різних типів миючих засобів. Це означає, що завантаження прального засобу відбувається за участі людини, якій потрібно відміряти необхідну його кількість вручну та на око. При цьому дозуванні засіб для прання витрачається нерационально, що значно збільшує витрати на миючі засоби та згубно впливає на стан оточуючого середовища.

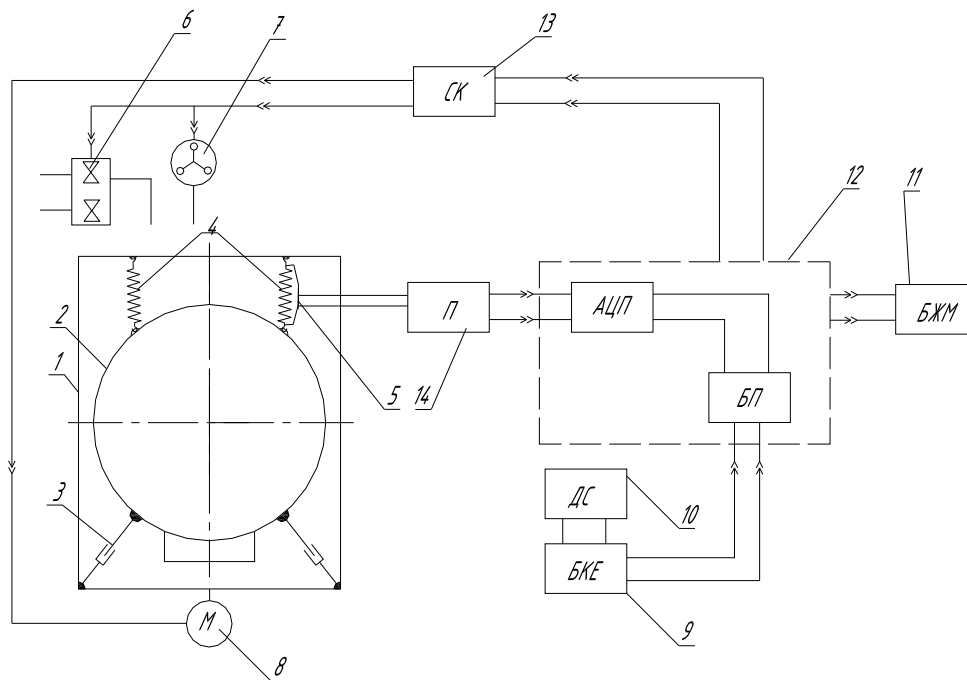
Тому створення пристрою, який зможе автоматично дозувати засоби для прання (миючі засоби, кондиціонери для білизни, засоби для підкромлювання, ароматизації і т.п.) залежно від ваги білизни, є актуальним питанням. Такий пристрій дозволить скоротити витрати на вказані засоби, полегшить сам процес прання, крім того, може значно поліпшити екологічний стан оточуючого середовища.

Основна частина

Для створення системи дозування рідких миючих засобів, розроблено структурну схему, яка ілюструє автоматичне дозування рідкого маючого засобу в залежності від кількості завантаженої білизни до барабана пральної машини (рис. 1).

Система автоматичного керування дозування рідкого маючого засобу спрацьовує при зміні ваги завантаженої білизни до барабана пральної машини та працює наступним чином. До корпусу бака пральної машини кріпляться пружні елементи 4, з тензометричною балочкою та встановленим на одному з них тензометричного датчику 5. В результаті зміни ваги білизни у барабані пральної машини, незалежно від режиму роботи, тензометричний датчик генерує напругу на його електродах. Рівень напруги прямо пропорційний переміщенню тензодатчика. Електричний сигнал з датчика поступає на підсилювач П, що фактично являє собою комбінацію двох блоків – підсилення та перетворення. Підсилений сигнал поступає на мікроконтролер, який власне і керує процесом автоматичного дозування рідкого маючого засобу. В програмі прошивки мікроконтролера записані декілька рівнів зміни ваги білизни (від 1 до 7 кг).

Мікроконтролер посилає вхідний сигнал на схему керування, яка, у свою чергу, керує роботою крокового двигуна перистальтичного насоса 7, що дозує подачу рідкого миючого засобу, а також роботою електромагнітних клапанів 6 для подачі холодної води до баку пральної машини. Рідкий засіб для прання потрапляє в пральний бак через сопла дозатора пральної машини.



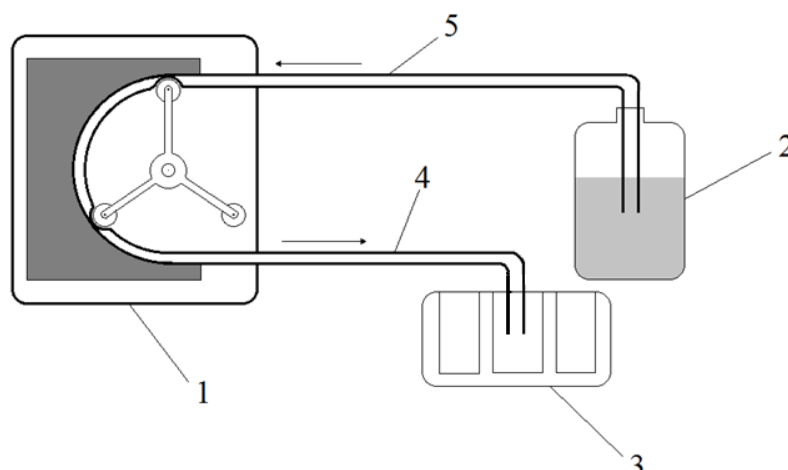
1 – корпус; 2 – бак; 3 – демпфер; 4 – пружний елемент; 5 – тензометричний датчик; 6 – електромагнітні клапани; 7 – перистальтичний насос; 8 – двигун; 9 – блок керування живленням електромагніту; 10 – джерело струму; 11 – блок живлення мікроконтролера; 12 – мікроконтролер; 13 – система керування; 14 – підсилювач

Рис. 1. Система автоматичного дозування рідкого засобу для прання в залежності від кількості завантаженої білизни

Запропонована схема має в своєму складі пристрій дозування засобу для прання та пристрій для зважування завантаженої білизни. Тому наступні дії спрямовані на дослідження та розробку конструкцій вказаних пристроїв.

Система дозування (рис. 2) складається безпосередньо з перистальтичного насоса 1, який з'єднаний з контейнером для миючих засобів 2 і дозатором пральної машини 3 з'єднувальними патрубками 4,5.

Переміщення рідин малого та високого ступеня в'язкості здійснюють ролики [1], розташовані під кутом 120° або 180° (залежно від їх кількості) відносно один одного на роторі, які, рухаючись по колу, передавляють трубку з рідиною, і рухаючись вздовж трубки, проштовхують рідину вперед, забезпечуючи рівномірне її переміщення від контейнера з рідким миючим засобом 2 до дозатора пральної машини 3. Рідина перебуває в контакті виключно із трубкою (шлангом) перистальтичного насоса, що дозволяє перекачувати різні рідини при використанні шлангів з різних матеріалів.



1 – перистальтичний насос; 2 – контейнер з миючим засобом; 3 – дозатор пральної машини; 4 – подаючий патрубок; 5 – відвідний патрубок

Рис. 2. Система дозування рідких миючих засобів

Для дозування прального засобу в залежності від ваги завантаженої білизни, необхідно визначити його об'єм, який буде переміщено перистальтичним насосом за один повний оберт. Для цього представимо трубку перистальтичного насоса в лінійному вигляді (рис. 3) [2]. Таким чином внутрішній діаметр трубки та її робочу довжину представляємо у вигляді циліндру, об'єм якого ми можемо розрахувати.

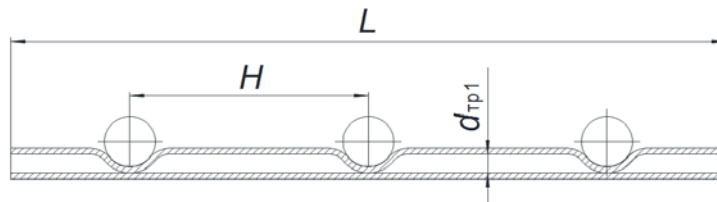


Рис. 3. Лінійна схема перистальтичного насоса

Довжини кола робочої ділянки трубки:

$$L = 2\pi \cdot R_{um}, \quad (1)$$

де R_{um} – радіус від осі обертання ротора до центра трубки.

Довжина циліндра, утвореного відстанню між двома роликів:

$$H = \frac{L}{Q_p}, \quad (2)$$

де Q_p – кількість роликів.

Визначаємо об'єм циліндра, що утворений відстанню між двома роликів:

$$V_u = \pi \cdot r_{mp}^2 \cdot H, \quad (3)$$

де r_{mp} – внутрішній радіус трубки.

Розрахунок об'єму миючого засобу за повний оберт ротора (360°):

$$V_{lob} = V_u \cdot Q_p. \quad (4)$$

Отже визначення кількості обертів ротора перистальтичного насоса для дозування прального засобу, необхідного для прання 1 кг сухої білизни, виконується за наступною формулою:

$$n = \frac{V_{cp}}{V_{lob}}, \quad (5)$$

де V_{cp} – середнє значення об'єму миючого засобу необхідного для прання 1 кг білизни.

Для визначення середнього значення об'єму прального засобу необхідного для прання 1 кг білизни був проаналізований сучасний ринок рідких миючих засобів, розглянуто дані різних виробників пральних засобів. Встановлено, що на 1 кг сухої білизни потрібно в середньому 16 мл прального засобу (незалежно від виробника).

Перистальтичний насос запропоновано приводити в рух за допомогою крокового електродвигуна, який дозволяє регулювати кількість обертів ротора, що ідеально підходить для автоматичного керування процесом та точного дозування засобу для прання.

Для визначення ваги сухої білизни, що завантажується в барабан, запропоновано схему пристрою [3], що включає в себе такі елементи: вузол для вимірювання деформації пружного елемента та систему обробки інформації (мікроконтролер). Вузол для вимірювання значення деформації включає в себе: пружний елемент 1 (рис. 4) у вигляді пружини розтягу, пружно деформовану балку 2 на яку кріпиться датчик навантаження 4. Система обробки інформації включає в себе: блок керування 3; датчик навантаження 4.

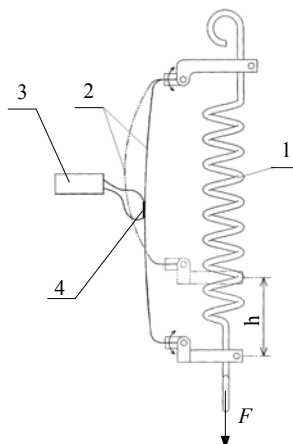


Рис. 4. Схема вимірювання величини деформації пружного елемента

При завантаженні сухої білизни у пральний барабан його вага збільшується, в результаті чого зусилля F , що прикладене до пружного елемента, змінюється, і, отже, довжина спіралеподібної частини

пружного елемента 1 збільшується на величину h . Оскільки пружний елемент деформується пропорційно кількості білизни, що розміщена у барабані, то вага білизни може бути визначена за допомогою вимірювання значення деформації пружного елемента 1 на величину h .

Блок керування 3 для розрахунку ваги білизни використовує значення деформації, що вимірюється датчиком навантаження 4 з пружним елементом 1 і передає його на мікропроцесор автоматичної пральної машини. Мікропроцесор обробляє отриману інформацію та подає сигнал на систему керування роботою крокового двигуна перистальтичного насоса, що дозує подачу засобу для прання.

Для розрахунку робочих параметрів і конструктивних характеристик пружного елемента використано відповідну методику [4].

Видовження h пружного елемента визначаємо за формулою:

$$h = M \cdot i(F - F_0), \quad (6)$$

де M – піддатливість одного витка (розтягання витка від одиничної сили), Н/мм; i – число робочих витків; F_0 – початкове навантаження, Н; F – прикладене навантаження, Н.

Піддатливість одного витка визначається за формулою:

$$M = \frac{8C^3}{G \cdot d}, \quad (7)$$

де G – модуль зрушення, Н/м²; d – діаметр дроту пружини, м; C – індекс пружини, який дорівнює відношенню середнього діаметра пружини до діаметра дроту.

Робимо припущення, що на пружину діє сила:

$$F = mg, \quad (8)$$

де m – маса сухої білизни, що завантажується в барабан, кг; g – прискорення вільного падіння, м/с².

При цьому початковим навантаженням пружини F_0 нехтуємо, вважаючи, що в статичному режимі дія барабана на пружину вже врахована, тому $F_0 = 0$.

Отже, виконуючи підстановки даних припущень у формулу (6), отримаємо вираз для визначення величини видовження пружини від ваги завантаженої білизни:

$$h = m \cdot g \cdot i \cdot \frac{8C^3}{G \cdot d}. \quad (9)$$

Модуль зрушення G для сталевих пружин вибирається залежно від хімічного складу сталі. Рекомендовані значення індексу пружини залежно від її діаметра приведені у відповідній літературі.

Висновки

В результаті проведеної роботи розроблено структурну схему системи автоматичного дозування рідкого прального засобу в пральних машинах, яка дозволяє зменшити витрати рідин для прання; уникнути додаткових енерговитрат. Дана система має в своєму складі два пристрої – пристрій дозування засобу для прання та пристрій для зважування завантаженої білизни. Запропоновано методику розрахунку дозування кількості миючого рідкого засобу на одиницю ваги завантаженої білизни. Для визначення середнього значення об'єму прального засобу на одиницю ваги білизни проаналізовано ринок сучасних миючих засобів. Приведено методику розрахунку величини деформації пружного елемента пристрою для зважування завантаженої білизни.

Запропонована система дозування дозволяє зменшити витрати засобів для прання та уникнути додаткових енерговитрат, позитивно впливає на екологічний стан оточуючого середовища.

Література

1. Мировые водные технологии. Схема работы перистальтического насоса [Электронный ресурс] / ООО НПП "Мировые Водные Технологии". – М. : Unstandard, 2009. – Режим доступа : <http://wwtec.ru/index.php?id=530>.
2. Шейпак А. А. Методы расчета подачи перистальтического насоса линейного типа [Электронный ресурс] / А. А. Шейпак, А. И. Гришин, В. Н. Чичерюкин // Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация. – 2015. – № 01. – С. 12–25. – Режим доступа : <http://maplantsjournal.ru/file/out/782305>.
3. Пат. RU 2466226 C2, МПК D06F39/00 (2006.01), D06F33/00 (2006.01). Стиральная машина и ее устройство для определения количества белья / ЛИ Санг Дзун (KR), ХАН Дзеонг Су (KR), ЧОИ Хиен Йоунг (KR), ХА Дзи Хоон (KR); заявитель и патентообладатель САМСУНГ ЭЛЕКТРОНИКС КО., ЛТД. (KR). – № 2010143272/12; заявл. 21.10.2010; опубл. 10.11.2012, Бюл. № 31.
4. Лебедев В.С. Расчет и конструирование типовых машин и аппаратов бытового назначения / Лебедев В.С. – М. : Легпромбытиздат, 1982. – 326 с.

Рецензія/Peer review : 20.02.2017 р.

Надрукована/Printed : 19.4.2017 р.
Рецензент: к.т.н. проф. Кармаліта А.К.