

УДК 648.23

В.М. ПАВЛЕНКО, І.В. ПЕТКО

Київський національний університет технологій та дизайну

## УДОСКОНАЛЕННЯ ФОРМИ ГРЕБЕНЯ БАРАБАНА АВТОМАТИЧНОЇ ПОБУТОВОЇ ПРАЛЬНОЇ МАШИНИ

У статті розглянуто вплив форми гребеня барабана автоматичної побутової пральної машини на якість відпирання та запропонована нова конструкція, яка здатна збільшити гідромеханічний вплив на білизну і тим самим покращити якісні характеристики пральної машини.

**Ключові слова:** барабан, гребінь, прання, гідромеханічний вплив.

Перспективним напрямом підвищення ефективності прання в пральних машинах є створення нових форм гребенів прального барабана, які забезпечать більший гідромеханічний вплив на матеріал в процесі його підйому гребенями на максимально допустиму висоту і наступне одночасне відділення його від гребенів з падінням в миючий розчин. Адже, чим вище висота падіння виробів, тим більша їхня деформація при ударі з поверхнею мюючого розчину, тим швидше і якісніше здійснюється процес прання [1–3].

### Об'єкт та методи дослідження

Об'єктом досліджень взято побутові автоматичні пральні машини барабанного типу. При вирішенні задач, поставлених у цій роботі, були використані сучасні методи теоретичних досліджень, що базуються на основних положеннях гідравліки, і теорії гідромеханічних процесів та методам оцінювання якості оброблення матеріалів в пральних машинах автоматичного типу (МПА).

### Постановка завдання

В статті запропоновано нову геометричну форму гребеня прального барабана, що дає можливість підвищити ефективність її роботи за рахунок збільшення гідромеханічного впливу на текстильні вироби.

### Результати та їх обговорення

Враховуючи сказане вище, автори запропонували нову конструкцію гребеня барабана автоматичної пральної машини, форма якого наведена на рис.1, 2.

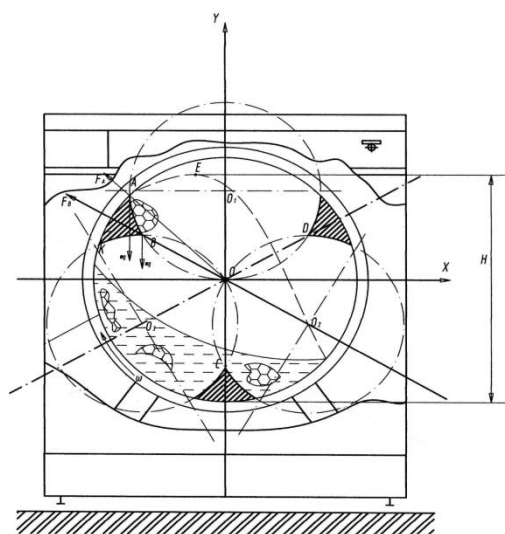


Рис.1. Загальний вид пральної машини й обичайки барабана з закріпленими гребенями(поперечний переріз)

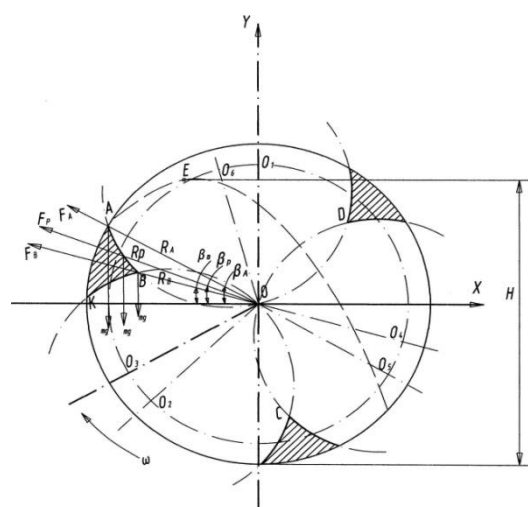


Рис.2. Поперечний переріз внутрішньої обичайки барабана з закріпленими на ній трьома гребенями

На рис.1,2. прийняті такі позначення:

$m$  – маса елемента оброблюваного виробу, одним з яких, матеріальна точка А, а друга точка В (див. рис 2);  $R_0$  – радіус внутрішньої поверхні обичайки барабана;  $R_A, R_B, R_P$  – відповідна відстань від центру обертання барабана до точок А, В, Р;  $R_A = R_0$ ;  $H$  – максимальна висота падіння матеріальної точки А;  $\beta_A, \beta_B, \beta_P$  – кути між напрямками від осі обертання барабана до точок А, В і Р та площиною (лінією) горизонту відповідно;  $R$  – радіус циліндра, використовуваного при побудові бічної поверхні гребеня;  $F_A, F_B, F_P$  – відцентрові сили інерції матеріальних точок А, В, Р;  $mg$  – сила ваги, що діє на матеріальну точку;  $\omega$  – частота обертання барабана;  $n$  – сталі оберти у режимі прання;  $g$  – прискорення вільного падіння.

Відомо, що в момент відділення точкової маси А від бічної грані гребеня, що набігає, і від внутрішньої поверхні барабана (точка А лежить на утворюючій від перетинання круглого циліндра і внутрішньої поверхні барабана, тому вона одночасно їм належить) на неї діють дві сили: сили  $mg$  і відцентрова сила  $F_A$ .

Складова сила ваги в проекції на вісь ОА дорівнює:

$$mg \cdot \sin \beta_A,$$

а спрямована від вісі обертання барабана відцентрова сила по осі ОА дорівнює:

$$F_A = m \cdot \omega^2 \cdot R_A$$

У момент відділення точки А повинна виконуватися умова рівності розмірів цих сил, тобто

$$mg \cdot \sin \beta_A = m \cdot \omega^2 \cdot R_A, \quad (1)$$

що випливає з принципу Д'аламбера: сума всіх сил на точку А в проекції на будь-яку координатну вісь, зокрема, на нормаль ОА повинна дорівнювати нулю. Сила тертя при цьому між матеріальною точкою А і внутрішньою поверхнею обичайки барабана дорівнює нулю, тому що контакти між ними в момент відділення точки А немає. Сила нормального тиску (реакція), що діє на матеріальну точку А з боку елементів конструкції барабана (гребеня) також дорівнює нулю. З рівняння (1) маємо:

$$\frac{R_A}{\sin \beta_A} = \frac{g}{\omega^2} \quad (2)$$

Умова рівноваги (1) сил, що діють на матеріальну точку А в момент її відділення від гребеня барабана, повинно виконуватися і для будь-якої іншої матеріальної точки, наприклад, точки В, якщо ця точка повинна відірватися від гребеня одночасно з точкою А, тобто

$$mg \cdot \sin \beta_B = m \cdot \omega^2 \cdot R_B,$$

тоді маємо

$$\frac{R_B}{\sin \beta_B} = \frac{g}{\omega^2} \quad (3)$$

За аналогією з висновком рівнянь (2), (3) для матеріальної точки Р, що лежить на бічній поверхні гребеня між точками А, В маємо:

$$\frac{R_P}{\sin \beta_P} = \frac{g}{\omega^2} \quad (4)$$

З рівнянь (2) – (4) маємо:

$$\frac{R_A}{\sin \beta_A} = \frac{R_B}{\sin \beta_B} = \frac{R_P}{\sin \beta_P} = \frac{g}{\omega^2} \quad (5)$$

Рівняння (3) отримано з умов рівноваги сил, що діють на матеріальні точки А, В, Р виробів, у момент одночасного відриву їх від бічної поверхні гребеня і, отже, характеризує їхнє положення в даний момент часу в системі координат ХОУ щодо центру обертання О барабана. У той же час положення точок А, В, Р визначається просторовим положенням, тобто рівнянням залежності або формою бічної поверхні гребеня, на якій вони розташовані, оскільки форма гребеня – це геометричне місце точок, у тому числі і точок А, В, Р, що лежать на ній і жорстко пов'язаних із нею відповідно до рівняння цієї поверхні, що описує її форму. Тому, якщо з рівняння цієї поверхні впливає рівняння (5), то це означає, що геометрія цієї поверхні така, що всім точкам властивий одночасний момент відриву, відповідний куту повороту барабана пральної машини. Оптимальним кутом повороту барабана [3] є кут  $\beta_A = 35^\circ 20'$ , при якому після відриву матеріальної точки А як від бічної поверхні гребеня, так і від внутрішньої поверхні обичайки барабана, яким точка А одночасно належить, висота падіння її по параболі максимальна, і відповідно кінетична енергія набуває максимального значення. Те ж саме можна сказати і про точки В, Р.

Рівнянню (5) задовольняють усі точки окружності з центром О, у тому числі і точки А, В, Р і центр О, осі обертання барабана.

Всі міркування, що стосуються матеріальних точок А, В, Р можна віднести до всіх точок виробів, що контактують з боковою поверхнею гребеня. При умові одночасного відриву всіх матеріальних точок виробів, що перуться, від бокової поверхні гребенів барабана пральної машини вищезгадане веде до підвищення якості прання.

Таким чином, рівняння (5) визначає умови одночасного відриву деяких точок А, В, Р, розташованих на довільній поверхні, і це рівняння виконуються, якщо точки А, В, Р розташовані на поверхні круглого циліндра з радіусом R.

Отримані залежності були експериментально підтверджені в порівнянні з базовими плоскими гребенями, на експериментальній установці, в якій необхідні конструктивні зміни забезпечувалися установкою в барабані знімних гребенів різної геометричної форми, результати експерименту зображені на (рис. 3).

Пральна машина в режимі прання працює таким чином. У процесі реверсивного обертання барабана гребені захоплюють вироби і піднімають їх на деякий кут  $\beta$  щодо площини горизонту, причому, кожній бічній грані, що набігає на вироби, відповідає свій кут  $\beta$ . Так, точці А, що лежить у основі гребеня і знаходиться в контакті з внутрішньою обичайкою барабана, відповідає кут  $\beta_A$ , матеріальній точці В, що лежить на вершині гребеня, відповідає кут  $\beta_B$ . У момент досягнення матеріальною точкою А кута  $\beta_A = 35^\circ 20'$ , що називають кутом відриву або відділення матеріальної точки А від бічної грані гребеня, ця точка почне прямувати по параболі як вільне тіло з максимальної висоти підйому. Одночасно з цією точкою, завдяки новій формі гребеня, бічна поверхня якого, як зазначено вище, являє собою частину поверхні круглого циліндра з радіусом  $R = R_0 \cdot 0,8646$ , пройде відділення від бічної поверхні гребеня всіх інших матеріальних точок, із яких складаються елементи виробів, розташованих на цьому гребені, і контактуючих із його бічною поверхнею. Маса виробів, що відокремилася, по параболі падає у нижню частину барабана і при ударі з поверхнею миючого розчину деформуються силами опору, що протидіють руху виробів у миючому розчині, що в результаті веде до відшарування забруднень у миючий розчин.

Чим вище висота падіння виробів у барабані тим більше їхня деформація при ударі з поверхнею миючого розчину, тим швидше і якісніше здійснюється процес прання. Наступним гребенем барабана, що обертається знову захоплюється і піднімається частина виробів і вищеописаний процес прання повторяється відповідно до програми технологічних операцій прання.

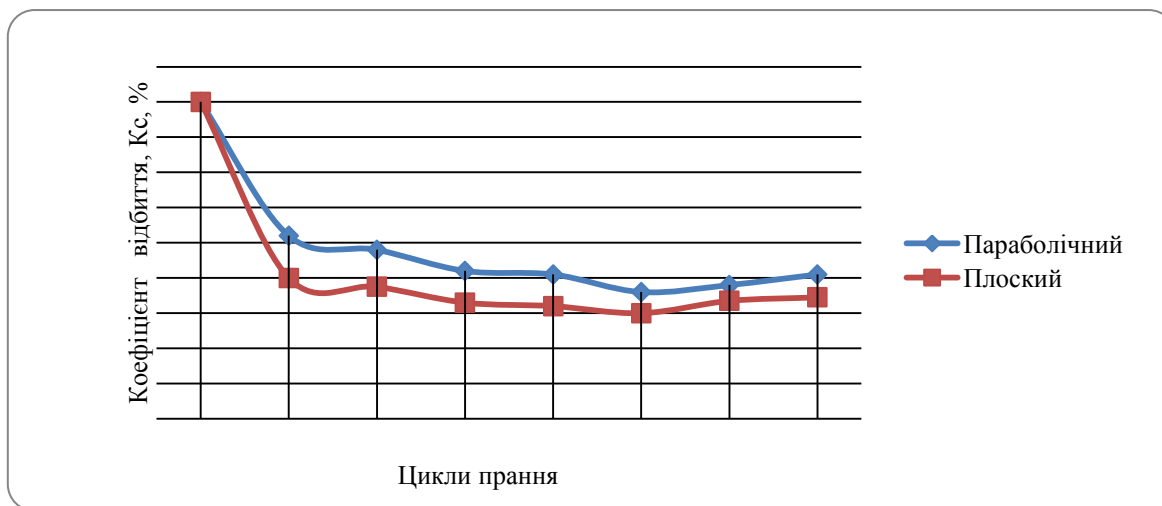


Рис. 3. Залежність зміни коефіцієнту відбиття зразків тканини від циклів прання із застосуванням двох типів гребенів (запропонованого та базового)

#### Висновки

В результаті експериментального дослідження встановлено, що при однакових умовах прання, з використанням параболічного гребеня барабана, якість відпирання матеріалу є вищою ніж при пранні з використанням плоского (стандартного) гребеня барабана. Такий факт пояснюється тим, що параболічна форма гребеня забезпечує більший гідромеханічний вплив на матеріал, і підвищує відпирання на 8–10%, внаслідок підйому матеріалу гребенями на оптимальну висоту і наступне одночасне відділення його від гребенів і падіння в миючий розчин із найбільшої висоти. Адже, чим вище висота падіння виробів, тим більше їхня деформація при ударі з поверхнею миючого розчину, тим швидше і якісніше здійснюється процес прання.

#### Список використаної літератури

1. Панфилов Е.А., Набережных А.И., Заславский И.Ф., и др. Методы расчёта бытовых барабанных стиральных машин //Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, – 1985. – № 6. – С. 33-36.
2. Перелетов Д.П., Интенсификация процесса обработки белья в стирально-отжимных машинах барабанного типа: Автореф. Канд. Дис. – М.: – 1977. – 21 с.
3. Федорец В.А., Петко И.В., Усольцев А.М., Волошин В.А. Моделирование процесса движения материала, перемешиваемого во вращающемся барабане с гребнями – К.: НТУУ [КГП], – 1998.– Том 1. – С. 184-192.

Стаття надійшла до редакції / Article received: 15.05.2013

#### Совершенствование формы гребня барабана автоматической бытовой стиральной машины.

Павленко В.Н., Петко И.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

В статье рассмотрено влияние формы гребня барабана автоматической бытовой стиральной машины на качество отпирания и предложена новая конструкция, которая способна увеличить гидромеханический

влияние на белье и тем самым улучшить качественные характеристики стиральной машины  
**Ключевые слова:** барабан, гребень, стирка, гидромеханический влияние.

Improving the form of comb drum automatic household washing machine.  
V. Pavlenko, I. Petko  
*Kyiv National University of Technologies and Design*

The paper considers the influence of the shape crest drum automatic household washing machine for quality release and a new design that is able to increase the hydro-mechanical effect on the sheets and thus to improve the quality characteristics of the washing machine.

**Keywords:** drum, comb, wash, hydro-mechanical effects.