

УДК 648.234

Н.Демидюк

Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ ГРЕБЕНІВ БАРАБАНАУ ПРАЛЬНОЇ МАШИНИ НА ПРОЦЕС ПРАННЯ

У статті наведено результати досліджень роботи пральної машини барабанного типу оснащеної гребенями різного конструкційного виконання.

Ключові слова: *гребені, барабан, прання, інтенсивність.*

Постановка проблеми. Конструктивні фактори, які визначають ефективність обробки матеріалів у барабані пральної машини взаємопов'язані з технологічними та економічними факторами. Останні враховують витрати води, електроенергії, миючих засобів. Тому дослідження конструктивних змін проводяться у поєднанні з економічною оцінкою експлуатації пральних машин та дослідженнями, спрямованими на удосконалення технологічного процесу гідромеханічної обробки матеріалів – робочого циклу машини.

Знаходячись у барабані пральної машини білизна підлягає хімічному, гідромеханічному, та температурному впливу. В ході здійснення процесу прання білизна піднімається гребенями барабану, що обертається, падає у миючий розчин, перемішується. При цьому створюються умови для видалення забруднення з волокон матеріалу.

Аналіз відомих досліджень. Аналізу процесу прання присвячені роботи П.І. Нагорного, А.Н. Усольцева [1,2], І.І. Ісаєнко [2], С.В. Орчинського [3] та інших. Авторами розглянуто вплив механічного фактора впливу в пральних машинах барабанного типу на інтенсивність процесу.

Зокрема П.І. Нагорний, І.І. Ісаєнко та А.Н. Усольцев [1,2,3] дослідили вплив режимів прання на показники якості процесу.

А.І. Яковлев [4], Б.Л. Соловйов [5] виявили наступні основні напрямки удосконалення пральних машин, спрямовані на підвищення якості процесу прання:

- оптимізація швидкості обертання барабану в режимі прання;
- здійснення обробки матеріалів у раціональному технологічному режимі;
- зміна параметрів процесу взаємодії матеріалу із гребенями барабану.

Виконаний аналіз літературних джерел дав можливість виявити низку актуальних питань, які потребують більш глибокого теоретичного та практичного дослідження:

- взаємодія гребенів миючого барабана з білизною;
- експериментальні дослідження взаємодії гребенів різноманітного конструктивного виконання з білизною в режимі прання з метою виявлення умов інтенсифікації процесу прання;
- експериментальні дослідження взаємодії гребенів різноманітного конструктивного виконання з білизною в режимі віджиму.

Метою роботи є дослідження впливу конструктивних параметрів гребенів барабану пральної машини на якість прання.

Результати досліджень. Розробка нових конструкцій робочих органів пральних машин барабанного типу, які спрямовані на інтенсифікацію процесу обробки білизни та підвищення якості прання, як виявив аналіз існуючих досліджень, характеризується відсутністю або недостатньою глибиною досліджень. Тому розробка вискоефективних пральних машин барабанного типу на базі експериментальних досліджень впливу конструктивних параметрів гребенів миючого барабану на інтенсифікацію процесу прання, що веде до підвищення його якості є актуальною.

Експериментальні дослідження виконувались з метою виявлення закономірностей взаємодії гребенів барабану пральної машини з білизною в режимі прання. Крім того метою експериментальних досліджень було виявлення можливостей покращення показників якості процесу прання шляхом зміни конструктивних параметрів гребенів барабану пральної машини.

В ході проведення експериментальних досліджень необхідно було визначити зміну показників якості процесу прання білизни внаслідок встановлення у миючому барабані пральної машини гребенів із різним конструктивним виконанням.

Дослідження впливу конфігурації гребенів барабану пральної машини проводились у лабораторії кафедри "Машини легкої промисловості" Луцького національного технічного університету. З метою проведення досліджень була виготовлена експериментальна установка на базі пральної машини "FORON WN 0800G" (рис. 1).

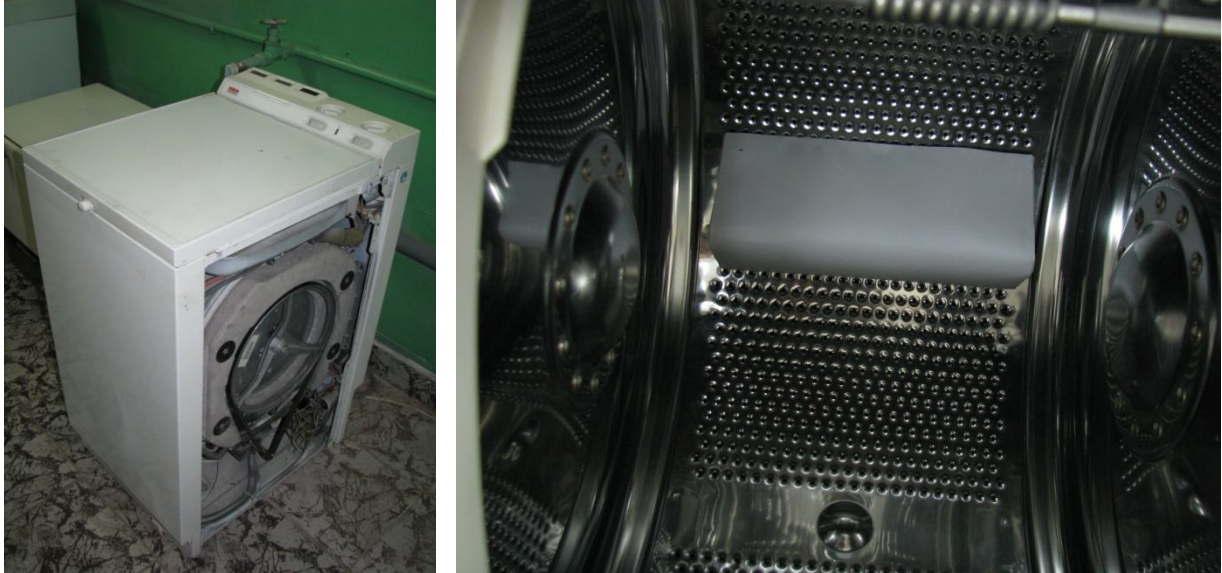


Рис. 1: а – Фото пральної машини «FORON WN0800G»;
б – барабан, оснащений експериментальними гребенями.

Для оснащення внутрішньої поверхні барабана був виготовлений комплект гребенів. Конфігурація гребенів відрізнялась від конфігурації серійної машини. Виготовлені гребені мають однакову висоту (рис.2).

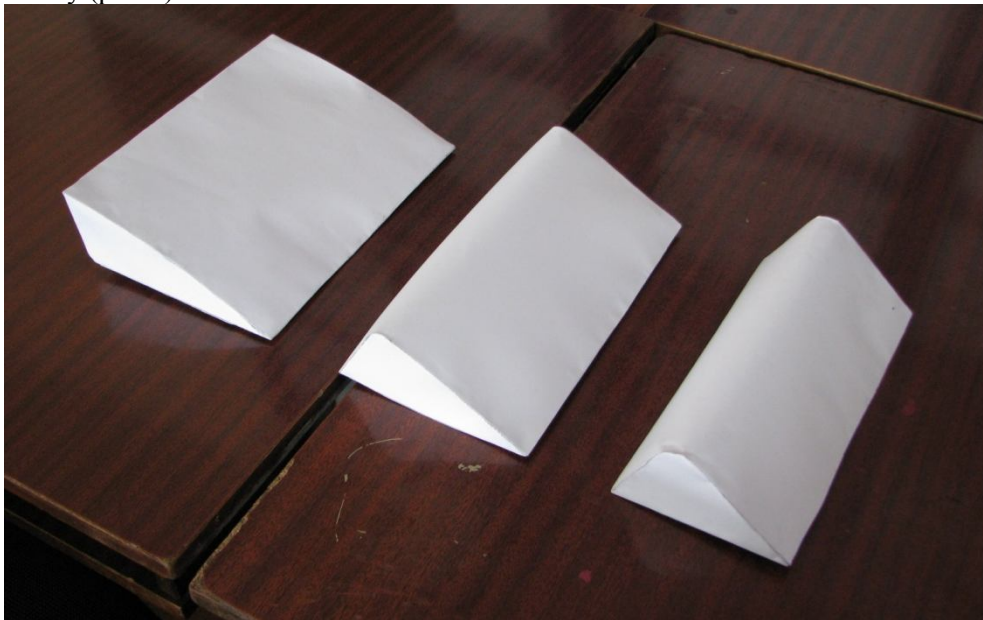


Рис. 2. Експериментальні гребені

З метою експериментальних досліджень гребенів миючого барабану на якість процесу прання нами розроблена методика, згідно якої визначались показники якості процесу прання. Якість процесу прання ми оцінювали показником відпирання матеріалу, який визначали згідно ДСТУ 2721-94. Задачею експериментальних досліджень було визначення показника ефективності

прання Q, %, який відповідає ДСТУ 2721-94 за умови зміни геометричних параметрів гребенів миючого барабану.

Процес взаємодії барабану з гребенями із білизною повинен забезпечувати об'ємне перемішування білизни, яке, в свою чергу, сприяє максимальному розподілу білизни по внутрішній поверхні барабану; відрив від гребенів із рухом по максимальній високій траєкторії і падіння її з найбільшої висоти. Висота підйому білизни залежить від величини кута α_b відриву, який можна змінити варіюванням кутів α_1 і α_2 (рис. 3).

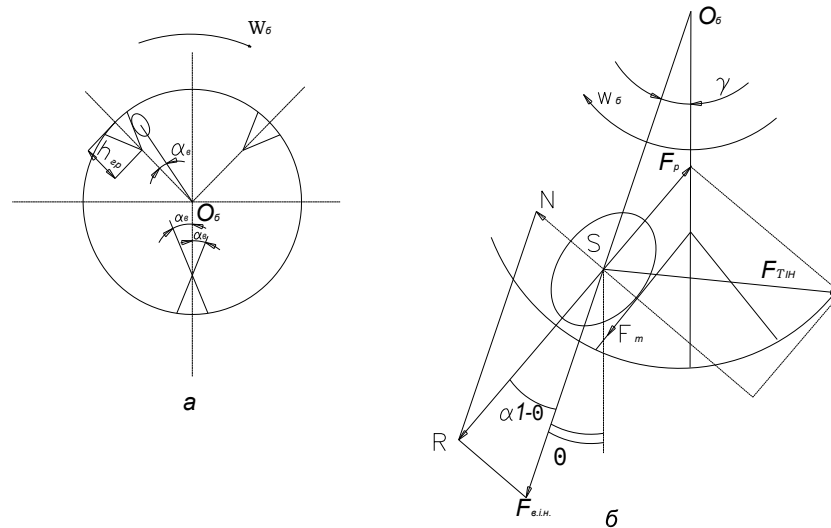


Рис. 3.Схема взаємодії елемента білизни з гребенем: а-загальна, б-схема сил.

Для визначення напрямків зміни α_1 і α_2 проаналізуємо рис. 3,б, де зображено схему сил, прикладених до елемента білизни.

На елемент білизни, який на даний момент часу знаходиться на бічній грані гребеня діє відцентрова сила інерції F_{in} :

$$F_{in} = m \cdot \varepsilon \cdot l_{SO_b}, \quad (1)$$

де m – маса елемента білизни;

ε – прискорення барабану;

l_{SO_b} – відстань від центру обертання O_b барабану до центру мас білизни S ;

N – нормальна реакція бічної грані на елемент білизни;

$R = \sqrt{N^2 + F_{in}^2}$ - результуюча нормальної реакції та відцентрової складової сили інерції;

F_m – сила тертя між елементом білизни і бічною поверхнею гребеня барабану:

$$F_m = f \cdot N, \quad (2)$$

де f – коефіцієнт тертя матеріалу білизни по поверхні гребеня.

Елемент білизни прагне зтягнути з гребеня сила руху F_p .

Визначимо дану силу через величину дотичної складової інерціальної сили, вектор якої буде діяти по лінії, що перпендикулярна лінії дії F_{in} (рис. 3,б).

Маємо:

$$F_p = F_{rin} \cdot \cos(90^\circ + \gamma - \alpha_1), \quad (3)$$

Руху елемента білизни буде заважати сила F_r – “гальмування” руху, яку згідно рис. 3,б визначимо

$$F_r = F_m + R. \quad (4)$$

Тоді (3) набуває вигляду

$$F_p = f \cdot N + F_{rin} \cdot \cos(90^\circ + \gamma - \alpha_1). \quad (5)$$

Для здійснення процесу прання необхідно, щоб виконувалась умова

$$F_p > F_r. \quad (6)$$

Виконавши відповідні перетворення, отримаємо умову, виконання якої забезпечує переміщення білизни:

$$\alpha_1 > \arctg \frac{\gamma}{\omega^2} + Q. \quad (7)$$

Вивівши цю умову, ми прийняли робочу гіпотезу: зміна величини кута нахилу грані гребеня α_1 , а саме його збільшення приведе до зростання сили руху F_p і одночасно до зменшення гальмівної F_r сили. Тим самим ми збільшуємо інтенсивність прання.

Для проведення досліджень ми застосували:

- гребені симетричні: $\alpha_1 = \alpha_2 = 30^\circ$;
- гребені асиметричні:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{50^\circ}{30^\circ} = \frac{50^\circ}{20^\circ} = \frac{50^\circ}{40^\circ} = \frac{60^\circ}{30^\circ} = \frac{60^\circ}{20^\circ} = \frac{60^\circ}{40^\circ} = \frac{70^\circ}{30^\circ} = \frac{70^\circ}{20^\circ} = \frac{70^\circ}{40^\circ}.$$

Величини кутів α_1 і α_2 були прийняті в діапазонах значень, які найчастіше зустрічаються у літературі; це 60° - 70° і 20° - 40° відповідно.

Згідно викладеної вище методики у барабані встановлювались різноманітні гребені з симетричним і асиметричним поперечним перерізом. Для кожного варіанту згідно з ДСТУ 2721-94 визначали $Q, \%$ - показник ефективності прання. З цією метою використовували прилад електрофотометр (рис. 4). За допомогою приладу спочатку визначали коефіцієнт відбиття для взірців чистої тканини (розміри взірців 40×40 см). Після забруднення взірців знову проводилась низка дослідів. Після того як взірці було оброблено у пральній машині, заміри проводились знову.



Рис. 4. Електрофотометр

Додатково для виявлення впливу конструктивних параметрів гребенів миючого барабана на інтенсифікацію процесу прання проведені досліді по визначенню тривалості обробки матеріалів.

Тривалість обробки встановлювали за допомогою фіксування часу обробки матеріалу до отримання такого стану, коли показник $Q, \%$ буде відповідати цьому ж показнику згідно ДСТУ 2721-94. Відлік часу починався з того моменту, коли миючий розчин досягав температури 90°C . Отримані результати наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати визначення
тривалості обробки взірців ($t_{\text{обр}}=90^\circ\text{C}$)

$\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$	$\frac{60}{30}$	$\frac{60}{20}$	$\frac{60}{40}$	$\frac{70}{30}$	$\frac{70}{20}$	$\frac{70}{40}$
$t_{\text{обр}}, \text{хв}$	17,5	28,5	25,5	10,0	27,5	18,5

Графічно результати дослідів показано на рис. 5.

α_2
град

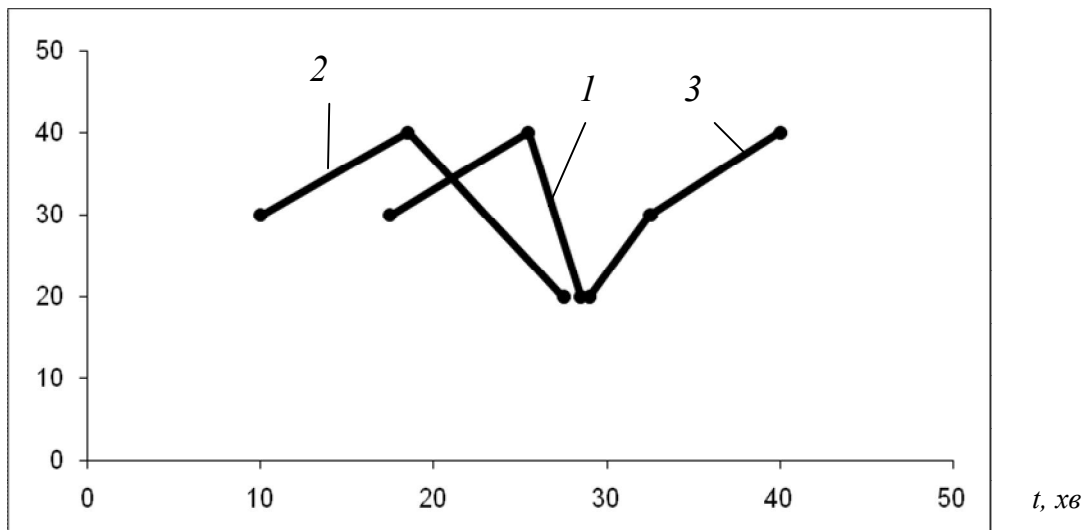


Рис.5. Залежність тривалості прання від величини кута нахилу бічної грані гребеня α_2 при : $\alpha_1=60^\circ$; $\alpha_2=70^\circ$; $\alpha_3=50^\circ$.

З графіків бачимо, що співвідношення кутів нахилу бічних граней $\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{70^\circ}{30^\circ}$ забезпечує найменший інтервал відпирання білизни (після досягнення миючою рідиною температури 90°C).

Висновки:

- 1) Експериментальні дослідження впливу геометричних параметрів гребенів миючого барабану на процес інтенсифікації прання виявили залежність показника ефективності відпирання взірців тканин від геометричних параметрів гребенів миючого барабану пральної машини.
- 2) Встановлено, що на показник ефективності прання впливає величина співвідношення кутів α_1 і α_2 – нахилу твірної поверхні гребеня.
- 3) Визначено, що гребені, виконані з кутами нахилу бічних граней $\alpha_1=65^\circ-70^\circ$ і $\alpha_2=25^\circ-30^\circ$ забезпечують найвищу ефективність процесу прання.
- 4) Застосування асиметричних гребенів із співвідношенням дозволяє скоротити тривалість прання (за умови фіксування часу після досягнення миючим розчином температури 90°C).

Отримані експериментальні результати підтверджують робочу гіпотезу про вплив конструктивних параметрів гребенів барабану пральної машини на якість процесу прання.

1. Нагорный П.И., Орчинский С.В., Усольцев А.М., Исаенко И.И., Сиваш Н.В. Новые технологические и конструктивные решения по повышению эффективности стирки // Разработка электробытовых машин: Науч.-техн. Сб. – М.: ЦНТИ “Поиск”, 1990. – С. 88-90.
2. Нагорный П.И., Исаенко И.И., Усольцев А.М. Повышение техникоэксплуатационных показателей СМА-4ФБ “Вятка-автомат” // Производств.-техн. опыт: Научн.-техн. сб. – М.: ЦНТИ “Поиск”, 1991. - №6 – С. 88-90.
3. Орчинский С.В., Усольцев А.М., Исаенко И.И. Влияние геометрии гребней барабана стирально-отжимной машины на ее функциональные и эксплуатационные показатели // Производств. – техн. опыт. – М.: ЦНТИ “Поиск”, 1989. - №8. – С. 99-101.
4. Яковлев А.И. Совершенствование функциональных показателей бытовых стиральных машин: Обзор. информ. – М.: Информ-электро, 1984. – 40 с. (Сер. 31. Электротехнические товары народного потребления. – Вып. 2).
5. Соловьев А.Н., Садыкова Ф.Х. Текстильное материаловедение. – М.: Легпромбытиздат, 1993. – 198с.