

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ РИБНОЇ СИРОВИНИ ПО РОБОЧОМУ ОРГАНУ ПАНІРУВАЛЬНОЇ МАШИНИ

У роботі запропоновано нову конструкцію ситової поверхні для видалення води з рибної сировини перед паніруванням за рахунок застосування впливу спрямованих механічних коливань.

Ключові слова: панірування, рибна сировина, вібраційне переміщення.

Постановка проблеми та її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями. У наш час усі процеси, пов'язані з переробленням риби, є механізованими. На рибопереробних підприємствах України експлуатуються обладнання різних виробників, але, з метою економії коштів, при закупівлях за кордоном машини закупаються вибірково, щоб застосовувати їх у лініях, що працюють, разом із вітчизняним обладнанням [2; 9; 10]. Обладнання, що закупують, як правило, належить до основних процесів перероблення рибної сировини: сортування, оброблення риби, укладання в банки, температурне оброблення, пакування готової продукції. Усі інші проміжні процеси покладають на вітчизняне морально застаріле обладнання [2; 10]. Процеси панірування бичка й інших сортів риби перед смаженням і наступним пакуванням у банки виконуються на машинах типу РЗ-ИПИ або Н10-ИЛЖ/3, які не зазнавали модернізації з 1975 р. [1; 3; 4]. Згідно з технічними характеристиками панірувальних машин, для риби таких фірм, як: «Korrens» (Японія) ВВС-1000, SM-BTW600; «Baader» (Німеччина) [2; 10] – їхні витрати панірувального матеріалу (борошна) під час панірування в 2,5 разу менші, ніж у широко розповсюджених в Україні панірувальних машинах РЗ-ИПИ, Н10-ИЛЖ/3, Пиорат-М, ЦПКТЬ, Титан, УС-1 і ін. [4-8], що обов'язково відіб'ється на собівартості готової продукції.

У панірувальних машинах РЗ-ИПИ й Н10-ИЛЖ/3 сировина подається на похилу під кутом до обрію ситову поверхню з нержавіючої сталі. Сито перебуває під впливом механічних коливань, що забезпечує зсування шару риби вниз по схилу, після сходу риби з сита вона падає вниз, стикається і скачується по каскадно-встановлених, один нижче іншого, лотках. У падінні до самого низу риба пересипається зверху панірувальним матеріалом. Певна кількість панірувального матеріалу не залишається на тушках риби і потрапляє до свого нижнього збірника, далі пройшовши через наступну сепарацію від вологих грудок і конгломератів, знову піднімається до верхнього бункера машини для забезпечення безперервного пересипання риби.

Ситова коливна поверхня, на яку безперервно подається сировина, повинна забезпечувати відвід зайвої вологості і її самостійне стікання на піддон, що розташовується під ситом, з якого вода потрапляє до спеціальної ємності. Риба переміщується по ситі віброшаром, і після нетривалого періоду роботи, згідно з [5; 6; 9] близько 10 хвилин, відбувається насичення віброшару рибної сирови-

ни вологою й сито помітно знижує відвід вологи від сировини. Це відбувається тому, що в результаті безперервного подавання сировини на коливне сито вода, що попередньо намочила всі контактні поверхні, отримує можливість спрямованого переміщення у віброшарі сировини, де тушки риб відіграють роль скелета шару, що рухається. Частина води, яка безупинно подається з рибою (5-10% від маси сировини) [4; 9], не встигає або контактувати із ситовою поверхнею, або проходить через неї, як наслідок, настає насичення віброшару зайвою вологою, що й приводить до додаткової витрати панірувального матеріалу для пересипання. Проведення досліджень із застосування різних типів ситових поверхонь і зміною геометрії розмірів осередків сит для цього процесу в літературі не виявлено. Досвіди зі збільшення довжини шляху віброшару за ситовою поверхнею, що проводились на рибоконсервному заводі «Пролив» м. Керч, показали, що в цьому випадку момент насичення шару зайвою вологою настає пізніше – пропорційно збільшенню довжини шляху.

Метою статті є обґрунтування нової конструкції робочого органа і схеми роботи панірувальної вібраційної машини для риби, де сировина буде мати більше відокремлення вологи, для зниження витрати панірувального матеріалу, проведення початкових аналітичних досліджень.

Виклад основного матеріалу досліджень. Запропонована конструкція коливного сита й інший напрямок коливань повинні, на нашу думку, не допускати насичення віброшару сировини вологою, що безупинно подається. На рисунку 1 подано форму ситової поверхні з тушкою риби в поперечному перерізі, що запропоновується.

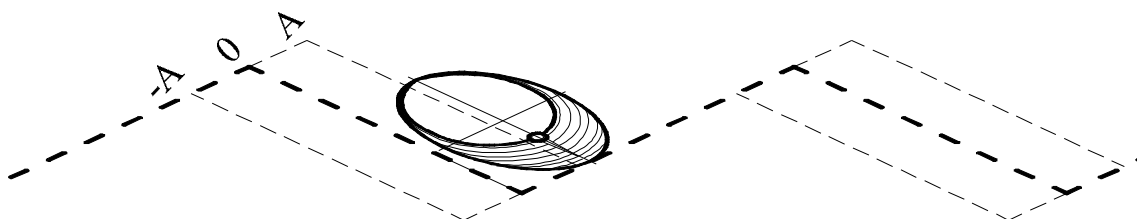


Рисунок 1 – Форма ситової поверхні

Східчаста поверхня, грані якої перетинаються під прямим кутом і нахилені до горизонту під кутом 45 градусів, забезпечить за певного напрямку коливань переміщення сировини, де в кожному циклі коливань сировина западає в проріз між гранями й за рахунок сили інерції притискається до похилої ситової поверхні. Своєрідний короточасний віджим сировини від вологи в кожному циклі коливань повинен не допускати накопичення вологи у віброшарі.

Математичну модель цього процесу вібропереміщення можна побудувати за аналогією з переміщенням рибної сировини за вібрувальними поверхнями [2; 8], прийнявши, що частка вихідної сировини ідеалізує собою віброшар рибної сировини (рисунок 2) з урахуванням не відчутності впливу на процес повітряного середовища. Переміщення розглянемо в системі XOY : I – сила інерції; mg – сила ваги, де m – маса шару продукту й g – прискорення вільного падіння; N – нормальна реакція; $F_{тр}$ – сила тертя; α – кут нахилу грані.

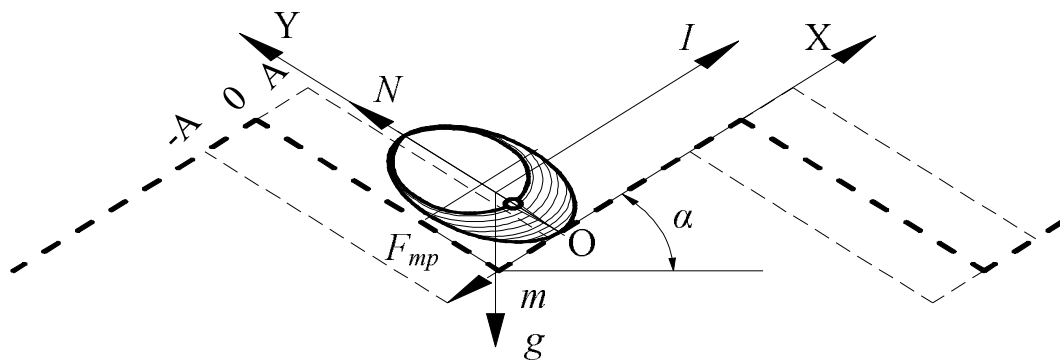


Рисунок 2 – Схема сил, що діють на віброшар

З огляду на те, що $I = mA\omega^2 \sin(\omega t)$, де ω – циклічна частота коливань робочого органа, A – амплітуда коливань, t – момент часу, і, використовуючи схему сил, що подану на рисунку 2, одержимо систему рівнянь сил на вісі X і Y:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = mA\omega^2 \sin(\omega t) - F_{mp} - mg \sin \alpha, \\ m\ddot{y} = N - mg \cos \alpha. \end{cases} \quad (1)$$

Для подальших перетворень використаємо, що $F_{mp} = \mu N$, де μ – коефіцієнт зовнішнього тертя сировини ситовою поверхнею й $N = mg \cos \alpha$, тоді отримаємо диференціальне рівняння руху сировини:

$$\ddot{x} = A\omega^2 \sin(\omega t) - \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha. \quad (2)$$

Далі можемо отримати рівняння для визначення швидкості сировини під час вібропереміщення:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \ddot{x} dt = -A\omega(\cos(\omega t) - \cos(\omega t_0)) - g(t - t_0) \sin \alpha - \mu g(t - t_0) \cos \alpha + \dot{x}_0 = \\ &= -A\omega \cos(\omega t) + A\omega \cos(\omega t_0) - \mu g t \cos \alpha + \mu g t_0 \cos \alpha - g t \sin \alpha + g t_0 \sin \alpha + \dot{x}_0, \end{aligned} \quad (3)$$

де t_0 – момент початку (ковзання) руху сировини вздовж вісі X;

t – поточний час;

\dot{x}_0 – початкова швидкість сировини вздовж вісі X.

Далі маємо рівняння переміщення рибної сировини:

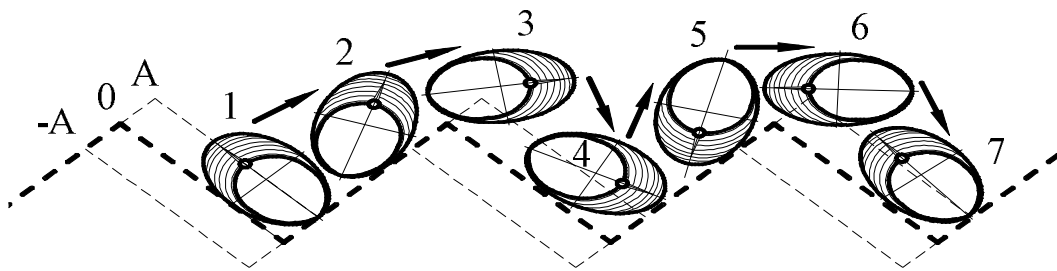
$$\begin{aligned} x &= \dot{x} dt = -A\omega(\sin(\omega t) - \sin(\omega t_0)) + A\omega \cos(\omega t_0)(t - t_0) - \\ &- \frac{\mu g \cos \alpha}{2}(t - t_0)^2 - \frac{g \sin \alpha}{2}(t - t_0) + \dot{x}_0(t - t_0) + x_0. \end{aligned} \quad (4)$$

У рівнянні (4) значення $\dot{x}_0 = 0$, $x_0 = 0$ – швидкість і переміщення на момент початку руху. Тому отримаємо наступне рівняння:

$$x = -A\omega(\sin(\omega t) - \sin(\omega t_0)) + A\omega\cos(\omega t_0)(t - t_0) - \frac{\mu g \cos\alpha}{2}(t - t_0)^2 - \frac{g \sin\alpha}{2}(t - t_0). \quad (5)$$

Характер вібраційного руху, що має сировина за допомогою кінематичних параметрів, може бути різним. Можна встановлювати рух із підскакуванням і навіть польотом над ситом на деяку відстань або здійснювати перекочування тушок риб по поверхні сита. Запропонована конструкція робочого органа враховує посипання сировини панірувальним матеріалом у кінцевій частині сита (перед сходом із нього рибної сировини). Таким чином, сировина безупинно стикається з панірувальним матеріалом, частина якого залишається на поверхні сита й підбирається наступними тушками риб. Усе, що пройде крізь сито, підлягає сепарації й вторинному подаванню на пересипання.

Теоретично характер руху за робочим органом може бути настільки регульованим кінематичними параметрами, що можна створювати режими руху із заданим числом перекочувань тушки риби на певній довжині ситової поверхні. Можна також створювати рух ковзанням без перекочування, де, проходячи одну сходинку, тушка риби буде переміщуватися спинкою нагору, а наступну черевцем нагору, що може умовно виглядати як на рисунку 3.



1...7 – розташування тушки риби в певний момент циклу коливань.

Рисунок 3 – Переміщення рибної сировини за ситовою поверхнею

Різні сорти риби відрізняються побудовою плавників, кісткового скелету, особливостями побудови голови тощо, тому можливо є потрібним створення різних штучних режимів вібропереміщення на східчастому сталевому ситі, залежно від сорту риби. Передбачуваний характер руху буде також залежним від коефіцієнта тертя сировини по поверхні сита, який буде змінюватися на ділянці панірування.

Висновки. Обґрунтовано нову конструкцію робочого органа й схему роботи панірувальної вібраційної машини для риби, де здійснюється більш ефективний відвід вологи для зниження витрат панірувального матеріалу. Проведено початкові аналітичні дослідження.

Перспективи подальших досліджень. У перспективі треба аналітичним шляхом визначити геометричні й кінематичні параметри, прорахувати їхні залежності, визначити діапазони їх оптимальних значень, створити експериментальний стенд, провести практичні дослідження цього процесу машинного панірування. У подальших аналітичних та експериментальних дослідженнях треба

враховувати різні сорти рибної сировини. На аналітичному етапі можливо обґрунтування як універсальних режимів вібропереміщення, які застосовуються для більшості сортів, так і вибіркових режимів, властивих тільки окремим сортам.

Список літератури

1. Сборник технологических инструкций по производству рыбных консервов и пресервов. Ч. I. – Ленинград: ГИПРОРЫБФЛОТ, 1989. – 150 с.
2. Осипова Н.И. Оборудование рыбообработывающих предприятий / Н.И. Осипова, В.Г. Будина. – М.: Пищ. пром-сть, 1980. – 232 с.
3. Тенденции развития зарубежной техники в области оборудования для переработки рыбы. Обзорная информация. Сер.: Технологическое оборудование для рыбной промышленности. – М.: ВНИЭКИ, 1990. – Вып. 2.
4. Тихонов Ю.И. Исследование процесса панировки рыбы в электрическом поле: автореф. ... канд. техн. наук / Ю.И. Тихонов. – Калининград, 1975.
5. Романов А.А. Справочник по технологическому оборудованию рыбообработывающих производств / А.А. Романов, Е.К. Строгонова, И.Е. Зинина. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – Т. 1. – 295 с.
6. Бренденбург В. Промышленная обработка рыбы / В. Бренденбург, Г. Кремер. – М.: Пищ. Пром-сть, 1972. – 292 с.
7. Новиков В.М. Технология рыбных продуктов и технологическое оборудование / В.М. Новиков. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 216 с.
8. Чупахин В.Н. Технологическое оборудование рыбообработывающих предприятий / В.Н. Чупахин. – М.: Пищ. пром-сть, 1968. – 946 с.
9. Никитин Б.П. Повышение качества рыбных продуктов / Б.П. Никитин. – М.: Пищ. пром-сть, 1970. – 320 с.
10. Никитин Б.П. Предупреждение и устранение пороков рыбных продуктов / Б.П. Никитин. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Пищ. пром-сть, 1981. – 242 с.

УДК 664.85-987

Чобу В.В., Ярошенко В.М., канд. техн. наук, доц. (ОНАХТ, Одеса)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ НА ПРОЦЕСИ У ДЕТАНДЕРІ

У статті наведено результати теоретичних досліджень впливу вологості повітря на кінцеву температуру за його розширення в детандерах повітряних холодильних машин. Показано графічні залежності величини вологовипадіння та його впливу на кінцеву температуру залежно від параметрів роботи повітряних холодильних машин у системах охолодження повітря.

Ключові слова: *повітряна турбохолодильна машина, пароповітряна суміш, вологовміст, процес розширення, детандер, різниця ентальпій, кінцева температура, теплота фазових перетворень.*

Постановка проблеми та її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями. Загальновідомо, що у повітряних холодильних ма-