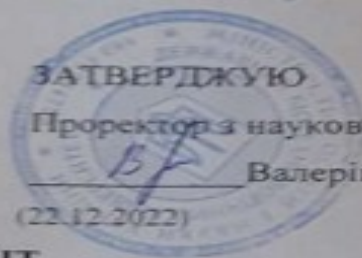


УДК 664.9.022

№ держресстрації 0120U105484

Інв. №

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002
тел. +38(057) 7003888 <http://btu.kharkov.ua>, info@btu.kharkov.ua



Проректор з наукової роботи
Валерій МИХАЙЛОВ

(22.12.2022)

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
«УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ
М'ЯСНОЇ ТА РИБНОЇ СИРОВИНИ»
(остаточний)

Керівник НДР

д.т.н., проф.

Г.В. Дейниченко

Рукопис закінчено 14 грудня 2022 р.

Результати цієї роботи розглянуто науково-технічною радою факультету переробних і харчових виробництв протокол №4 від 27.12.2022 р.

СПИСОК ВИКОНАВЦІВ

Кандидат технічних наук, доцент



Д.В. Горєлков

Кандидат технічних наук, доцент



Д.В. Дмитревський

Кандидат технічних наук, доцент



В.М. Червоний

Здобувач СВО доктор філософії



В.С. Міроненко

Здобувач СВО доктор філософії



В.Д. Кононикін

Здобувач СВО магістр



О.С. Гладкова

Здобувач СВО магістр



А.С. Ткачова

Здобувач СВО бакалавр



І.О. Саранча

Здобувач СВО бакалавр



О.М. Кайданський

Здобувач СВО бакалавр



М.О. Василенко

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 182 с., 10 табл., 32 рис., 57 джерел.

ОЧИЩЕННЯ, СТРАВОХІД ЯЛОВИЧИЙ, РИБА СТАВКОВА, ЛУСКА, УЛЬТРАЗВУК, МАШИНА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТРАВОХОДУ ЯЛОВИЧОГО

Об'єкт дослідження – процес очищення стравоходу яловичого, процес очищення тушок ставкової риби від луски.

Мета роботи – удосконалення процесів очищення сировини тваринного походження, зокрема, стравоходу яловичого, тушок риби від луски.

Було систематизовано відомості щодо ефективності існуючого устаткування для проведення процесів очищення яловичого стравоходу та тушок риби від луски.

Інтенсифікація виробничих процесів, а також вирішення проблем енерго- та ресурсозбереження в різних галузях промисловості останнім часом набуває все більш важливого значення.

Обробка сировини з використанням маловідходних технологій дозволить отримати значну додаткову кількість харчових продуктів, кормів і технічних продуктів.

Запропоновані конструкції машин для очищення яловичого стравоходу та тушок ставкової риби від луски.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ М'ЯСНОЇ ТА РИБНОЇ СИРОВИНИ.....	8
1.1 Аналіз процесів обробки слизових субпродуктів та їх апаратурне оформлення.....	8
1.2 Аналіз процесу очищення тушок риби від луски та його апаратурне оформлення.....	22
2. ДОСЛІДНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	34
2.1. Дослідження процесу очищення яловичого стравоходу.....	34
2.1.1. Вплив технологічних та механічних факторів на реологічні властивості м'ясопродуктів.....	34
2.1.2. Основні закономірності різання м'ясопродуктів.....	43
2.1.3. Експериментальні дослідження процесу різання яловичого стравоходу.....	53
2.2. Дослідження процесу очищення тушок риби від луски.....	62
2.2.1. Дослідження сили зв'язку луска-шкіра для тушок ставкової риби в нативному стані.....	62
2.2.2. Дослідження зміни сили зв'язку луска-шкіра при зберіганні ставкової риби в охолодженому вигляді.....	66
2.2.3. Дослідження впливу частоти ультразвукових хвиль на силу зв'язку луска-шкіра.....	69
3. АПАРАТУРНИЙ РОЗДІЛ.....	74
3.1. Розробка обладнання для проведення процесу очищення яловичого стравоходу.....	74
3.2. Розробка апарата для очищення тушок риби від луски.....	78
4. ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	92

Висновки.....	93
Список літератури.....	95
Додатки.....	102

ВСТУП

З урахуванням загальносвітових тенденцій щодо браку продовольства та нестачі білкової складової у певної частини населення як України, так і світу, актуальною залишається задача максимально повна та безвідходна переробка сировини тваринного походження.

В умовах зростаючого дефіциту сировини запровадження інноваційних технологій та обладнання для максимально-повної обробки м'ясної сировини уповільнить темпи зниження кількості сировини і надасть можливість забезпечити стійкі темпи роботи підприємств. Особливу увагу запровадження нових технологій та обладнання потребують технологічні процеси, пов'язані з обробкою субпродуктів, зокрема їх очищення. Вирішення питання їх очищення дозволить забезпечити можливість випуску нових видів продукції та додатково завантажити технологічні лінії м'ясопереробних підприємств України, знизити брак м'ясної сировини.

Подібні тенденції проглядаються у рибопереробній галузі України. Традиційні технології обробки ставкової риби неможливо не називати раціональними. Основна риба в ставку продається населенню в цілому вигляді, що призводить до втрати частин туш, що мають важливе харчове, кормове або технічне значення. Тому важливо створювати нові технології, які охоплюють процеси глибокого розподілу риби і комплексного використання сировини. Одним з перших етапів обробки сировини є видалення луски з поверхні тушок риби.

Постійні вимоги до збільшення кількості та пропозиції рибної продукції, найбільш раціонального використання матеріальних ресурсів, постійного збільшення харчової цінності продуктів харчування вимагають необхідності оптимізації та удосконалення технологічних процесів, підвищення якості риби і рибної сировини зокрема.

Обробка сировини з використанням маловідходних технологій дозволить отримати значну додаткову кількість харчових продуктів, кормів і технічних продуктів.

1. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ М'ЯСНОЇ ТА РИБНОЇ СИРОВИНИ

1.1 Аналіз процесів обробки слизових субпродуктів та їх апаратурне оформлення

Об'єктом дослідження виступає процес очищення слизових яловичих субпродуктів. Після огляду обладнання, видно що процес очищення буває декількох видів: механічним, фізичним та хімічним способами [2].

Установка для механічного очищення може складатися з станини на якій встановлено барабан, чи систему валків. Замість барабану може застосовуватися центрифуга або циліндрична обичайка. В нижній частині вони мають перфорований диск. При обертанні він треться об продукт та очищає від оболонки. Система валків складається з металевих та гумових валків, які мають рифлення. Металеві валики здійснюють ефект тертя, а гумові з рифленнями для просування продукту. Також механічне очищення можна проводити вручну. Для цього робітник оснащується робочим одягом та спеціальним ножом. Ручне очищення використовується, коли треба не пошкодити продукт, або його вихід невеликий [3].

Установка для обробки фізичним та хімічним способом мають однакову конструкцію, але різний принцип дії. Установка частіше має станину на якій встановлено циліндричний барабан. Процес очищення фізичним способом відбувається шляхом шпарення в гарячій воді, яка має температуру 61-70 °С, а потім охолодженні у холодній, за рахунок чого оболонки втрачають контакт зчеплення та видаляються. Процес очищення хімічним способом відбувається шляхом оброблення розчином гарячого лугу. При обробці субпродуктів 3%-вим розчином лугу, підігрітого до температури 95-100 °С. Після діставання субпродуктів з рос твору, їх одразу промивають в воді, для видалення розчину з

поверхні. Після промиття водою, субпродукти нейтралізують 0,5%-вим розчином оцтової кислоти [4].

Хімічний метод обробки більш продуктивний та простіший, ніж фізичний, але він має ряд істотних недоліків. Серед них: відбувається більша втрата жирів за рахунок їх розчинення та омилення; субпродукти здобувають запах та присмак мила; консистенція стає менш пружною, колір стає сірувато-мутний; при обробці субпродукти стають менш стійкими для збереження, товарний вигляд гірше; вихід свинячих субпродуктів вище, ніж яловичих, порівняно з фізичним методом за рахунок особливостей м'яса; хімічна обробка вимагає більшу витрату дефіцитних хімікатів та більшої обережності персоналу при роботі. В даний час застосування хімічного методу не дозволяється, за винятком, коли неможливо застосувати інші методи та продуктам загрожує псування.

Лінія для очищення механічним способом та шпарення відрізняються тільки обладнання яке входить до них. Для механічного способу це шлямодробильна машина та віджимні вальці.

Лінія для шпарки включає машини для шпарки, очищення та миття.

Мета обробки субпродуктів полягає в тому, щоб звільнити їх від забруднення і краще зберегти, обезжирити, зняти сторонні нарости, слизисті оболонки для підвищення їх харчової цінності.

Субпродукти оброблюються у відповідності з діючими технологічними інструкціями. За результатами обробки субпродуктів отримують різні нехарчові відходи, які збирають і при допомозі різних транспортних засобів відправляють на переробку в цех технічних фабрикатів.

В даний час під час обробки субпродуктів в основному виробляється не на окремих операційних машинах, а на поточно-механізованих лініях. Завдяки цьому значно збільшується продуктивність праці, підвищується якість продуктів обробки, полегшується трудова робота і вдосконалюється санітарне стан стану.

Для дослідження процесу очистки слизових субпродуктів було проведено огляд існуючих установок для їх очистки.

Пензеловочно-шлямовочна машина для обробки кишок великої рогатої худоби. Складається з станини на ніжках, горизонтально розташованих двох пар щіток, закріплених на правому валу, установленому на нерухомих підшипниках та лівому у рухомих підшипниках, які можуть зміщуватися за допомогою гвинтів, регульованих маховиками, черв'ячного редуктора на правому валу, що приводить в рух перпендикулярний валик і через другий редуктор, вал, на якому встановлена моталка для прийому і намотування очищених кишок [7].

Процес очищення протікає наступним чином. Кишки беруть за кінці, пропускають їх з краю (протилежає приводу) знизу між щітками, які безперервно обертаються, укладають на напрямні ролики зверху щіток і закріплюють кінці на моталці, яка, обертаючись, намотує кишки і протягує їх між щітками. Для кращої обробки кишки можна пропустити через машину 2 або 3 рази.

Недоліком цього конструктивного рішення є застосування ручної праці, низька швидкість подання кишок до обробки, низька якість при першому очищенні. Наведені недоліки підвищують енерговитрати, призводять до довготривалості процесу та низької якості продукції.

Шлямовочна машина типу ШМ-3 для обробки свинячих черев і очищення баранячих черев від слизової, м'язової і серозної оболонки. Складається з станини, встановленої на чотирьох ніжках, розташованого на станині гладкого чавунного барабану, який закріплений на валу і приводиться в рух від електродвигуна через ремінну передачу і черв'ячний редуктор, змонтованих над барабаном два валика — робочий з металевими лопатями і вентиляторний, для очищення робочого валика від шлямуну і слизу, двох гумових рифлених віджимних валика, для розм'якшення і віджиму внутрішньої слизової оболонки і протягування кишок через машину [7].

Процес очищення протікає наступним чином. Береться комплект черев і заводиться знизу в зазор між барабаном і робочим валиком, простягається далі і пропускається кінець між віджимними рифленими валиками, після чого починається обробка. У міру проходження через машину кишки очищаються зовні лопатями робочого валика, внутрішня слизова оболонка розпушується рифленими валиками і віджимається з оболонки, а кишки надходять в ванну з теплою водою.

Недоліком цього конструктивного рішення є псування оболонки від тертя під час групового завантаження. Необхідність вручну діставати з ванни та наглядати, щоб вода не псувалась.

Шлямівочна машина ШМК-2 для звільнення кишок великої рогатої худоби від слизової оболонки і видалення серозної оболонки, що складається з станини, на якій змонтований зверху кожух з валиками, питомих валиків і двох шлямівочних валика з гумовими лопатями, які обертаються в шарикопідшипниках, вставлених в спеціальні гнізда - склянки, закриті глухими відокремленими кришками [7].

Процес очищення протікає наступним чином. Знімають кришку коробки робочих валиків, обертанням регулюючого маховичка спочатку відсувають притискну планку від живильного валика, пропускають кінці кишок, потім знову присувають планку впритул до валика і повертають маховичок на півоберта в зворотну сторону, що забезпечує достатній притиск. Далі кінці кишок пропускають між шлямівочними валиками, закривають кришку і включають машину. Одночасно, до перфорованого трубопроводу подають теплу воду. Оброблені кишки по піддону надходять в приймальну ванну.

Недоліком цього конструктивного рішення є здійснення описаною машиною однієї операції, тому на підприємстві доводиться встановлювати кілька машин і займати більшу виробничу площу. При дуже слабкому притиску планки

до живильного валика кишки будуть погано оброблятися, а при дуже сильному - рватися, тому правильне регулювання має велике значення.

Шлямодробильна машина К6-ФОК-2-К-02 для обробки кишок великої рогатої худоби. Складається з двох чавунних литих стійки і плити, подавального механізму машини, який складається з гумового рифленого валика і металевої пластини, що спирається на ексцентриковий вал, який регулює зазор, опори шнекового транспортера і напрямної для подачі кишок у верхній частині корпусу машини, приводного механізму машини, який складається з електродвигуна і п'ятиступінчастого циліндричного редуктора [8].

Процес очищення протікає наступним чином. Кишки, складені вдвічі, центрами подаються шнековим транспортером на направляючу з якої потрапляють в зазор між рифленим валиком і пластиною і простягаються. Потім кишки потрапляють між пластинами валиків, що обертаються в напрямку їх руху. Завдяки різниці швидкостей і пружності пластин видаляються баластні оболонки. В зону обробки безперервно подається тепла вода.

Недоліком цього конструктивного рішення є громіздкість конструкції та необхідність постійно міняти воду.

Відома машина для очищення субпродуктів. Складається з вертикального циліндричного барабана і перфорованого диску, який змонтований в нижньому торці барабана. У верхній частині барабан закритий кришкою з отвором для завантаження сировини, на бічній його поверхні є люк для вивантаження продукту, всередині трубопроводи для подачі води в барабан. Конуси закріплені на осях з зубчастими колесами, встановлених в опорах на диску і коромислі, жорстко пов'язаному з валом диска [9].

Процес очищення протікає таким чином. Вмикається привід, який приводить в рух диск з ребрами і конуси з спіралеподібними ребрами, що обертаються відносно диска. Після цього в пристрій через отвір завантажуються субпродукти і через трубопровід подається гаряча вода. Сировина потрапляє на

поверхню перфорованого диска і під дією відцентрової сили відкидається до його периферійної частини, де воно піддається інтенсивному тертю об ребра, встановлених на внутрішній поверхні барабана. Субпродукти інтенсивно труться один об одний.

Недоліком цього конструктивного рішення є складність конструкції і ненадійність її роботи.

Машина Г6-ФЗС для обробки слизових субпродуктів для шпарки і очищення від слизової оболонки. Складається із приводу, жолоба, ротора, барабана, зливної труби, електрообладнання, змішувача, ємності для збору відходів. Привід включає станину зварної конструкції, на якій встановлені електродвигун, редуктор і циліндрична закрита обичайка з двома дверцятами. Барабан забезпечується люками для завантаження субпродуктів і їх вивантаження, 2 люками для очищення жолоба, розташованих нижче ротора і пневмоапаратурою [10].

Процес очищення протікає наступним чином. Перед завантаженням субпродуктів, заслонки завантажувального люка відкриваються поворотом рукоятки чотириходового крана в положення "Відкрито". Після того як ротор набере необхідну частоту обертання, через завантажувальний люк роблять завантаження субпродуктів окремими партіями вручну або механізованим способом, якщо машина встановлена в технологічній лінії. Продукт попередньо промитий від залишків вмісту, ще раз промивають в машині, потім шпарять і очищають від слизової оболонки гарячою водою і охолоджують холодною водою. Очищені субпродукти під впливом відцентрової сили викидають по лотку в тару.

Недоліком цього конструктивного рішення є ручне відкриття завантажувального люка заслонки, можливість завантажувати обмеженої ваги та кількості партії, треба чекати поки ротор набере необхідну частоту обертання.

Установка Г6-ФСА для обробки слизових субпродуктів призначена для мийки, шпарки і очищення слизової оболонки рубців і книжок ВРХ і МРХ. Складається з центрифуги, шафи розподілу повітря, пара і води, електрошафи, підйомника-завантажувача, столу інспекції, майданчика обслуговування, трубопроводу води, воздухоприводу, а також візка, системи 7стабілізації пара і блоку регулятора тиску води [10].

Установка працює в автоматичному (основний) і дистанційному (ручний) режимах. Управління установкою в автоматичному режимі здійснюється від командних електропневматичних приладів КЕП-12У і кінцевих вимикачі, встановлених на підйомнику. При роботі установки в дистанційному режимі включення механізмів проводиться за допомогою кнопочних постів, встановлених на електрошафі.

Для роботи в автоматичному режимі перемикачем встановлюється вид оброблюваного продукту: рубці з сітками, книжки. Звільнені від вмісту субпродукти з ковшового візка надходять до підйомника установки.

Оператор, обслуговуючий установку, зачоче візок на вила підйомника і перевіряє надійність її фіксації. Включення установки проводиться натисненням кнопки «Пуск автоматичного циклу», подальше управління установкою здійснюється автоматично, без участі людини.

З пуском установки вмикається підйомник, на пульті управління загоряється лампочка з написом «Підйомник працює» і візок з субпродуктами піднімається до завантажувального бункера центрифуги. У цей час відкриваються стулки завантажувального бункера і включається подача в центрифугу води відповідної температури, холодної - при обробці рубців і книжок.

Досягнувши верхньої точки підйомника, візок перекидається і субпродукти вивантажуються в центрифугу. Потім закриваються стулки бункера центрифуги, візок опускається вниз і лампочка з написом «Підйомник працює» гасне.

Оператор знімає з підйомника порожній візок і встановлює на його вилах іншу, заповнену субпродуктами.

Процес попереднього миття холодною водою рубців і книжок в центрифугі триває протягом 1 хв, після чого подача в барабан холодної води припиняється і включається подача води і пара в водопідігрівач. Гаряча вода (температура 66-68 °С) з водопідігрівача подається в центрифугу і починається процес шпарки і очищення субпродуктів від слизової оболонки. Після закінчення 6-7 хв подача гарячої води припиняється і вмикається подача холодної води. Починається процес охолодження оброблених субпродуктів, що триває 2-3 хв. Потім холодна вода відключається, піднімається заслонка вивантажувального пристрою та субпродукти вивантажуються з центрифуги на стіл інспекції. За 5 с до закриття заслінки вмикається звуковий сигнал, що сповіщає, що цикл обробки партії субпродуктів закінчено. Сигнал вимикається одночасно з закриттям заслінки вивантажувального пристрою.

Недоліком цього конструктивного рішення є громіздкість конструкції, витрачання зайвої енергії та робітників на експлуатацію.

Машина шлямодробильна ФОК-Б-02 призначена для видалення оболонок кишок. Змонтована на двох П-подібних зварних стійках і чавунної плити. Система валиків машини включає робочий з нержавіючої сталі, ребристий і з твердої гуми відбійний, валики, які приводяться в обертання від електродвигуна через клиноременну передачу і редуктор [10].

Процес очищення протікає наступним чином. При проходженні кишок через зазор між робочими валиками оболонки, які підлягають видаленню розризахляються і відокремлюються від основної оболонки. Зазор між валиками регулюється обертанням рукояток і ексцентрикового вала. Недоліком цього конструктивного рішення є пошкодження продукту під час проходження через робочі валки, зазор між валками регулюється вручну, що збільшує відсоток похибки.

Машина пензеловочно-шлямовочна К6-ФЛК/4 призначена для пензеловки невивернутих і шлямовки вивернутих кишок ВРХ. Машина має два робочих вали з металевими відбійними лопатями, зазор між якими можна регулювати і рифлений металевий подаючий вал, працюючих в парі з планкою. Робочі органи машини змонтовані в двох зварних корпусах на звареному столі. Привід подавального вала здійснюється від електродвигуна через черв'ячний редуктор, лопатевих валів - через дві пари шестерень [10].

Процес очищення протікає наступним чином. 2-4 черева накладаються середньою частиною на направляючу притискної планки і подається валом. Останній подає їх на відбійні лопатеві вали для очищення від жиру або шлямпа. В процесі обробки кишки зрошуються теплою водою з зрошувальної трубки. Очищені кишки сповзають по похилому лотку і повисають на гаку.

Недоліком цього конструктивного рішення є подавання одразу декількох черев, тертя між ними приводить до пошкодження. Під час зачіплення на гаку оболонка може пошкодитися.

Машина універсальна ФОК для обробки кишок, призначена для попереднього і остаточного очищення тонких яловичих, свинячих і баранячих кишок. Складається з станини, системи робочих органів та приводу. Станина зварної конструкції включає чавунну плиту і дві боковини, укріплені на стійках. Між боковинами розміщена робоча частина машини. У верхній частині розташовані живильний і дробильний валки, до яких ексцентриками притискається плита. Зверху валки закриті щитком [10].

Процес очищення протікає наступним чином. Кишки виходять з машини по похилому щиту. Під щитом розташований очищаючий валик з притискним ексцентриковим валиком. Очищаючий валик звареної конструкції зі сталі має обрізану зубчасту поверхню. Під щитком поміщений ножовий барабан для очищення гумового очищаючого валика. Над дробильним валиком і ножовим барабаном розташовані трубки для подачі гарячої води в машину.

Недоліком цього конструктивного рішення є притискання плити ексцентриками, що збільшує шанс пошкодження кишок.

Лінія К6-ФЛК для обробки кишок ВРХ призначена для обробки свіжих кишок ВРХ. Лінія складається з приймального столу, стрічкових транспортерів, вальців віджимних, машин пензеловочно-шлямовочних, гаків розвантажувальних, бака вивороту кишок, баків проміжних, лотків, напрямних, транспортерів стрічкових [10].

Процес очищення протікає наступним чином. Кишки надходять на приймальний стіл лінії, де їх вручну накидають серединою на захоплення рухомого транспортера, який подає кишки до віджимних вальців для звільнення від вмісту. Одночасно кишки зрошуються водою з зрошувальної трубки. Після віджимних вальців кишки потрапляють на транспортер, який направляє їх в шлямодробильну машину. При проходженні між робочими валиками шлямодробильної машини оболонки кишок, що підлягають видаленню, розрихляються і відокремлюються від основної оболонки. Після виходу кишок з шлямодробильної машини вони за допомогою стрічкового транспортера потрапляють в віджимні вальці, де прохід між робочими валами, очищається від роздроблених раніше оболонок і повисають на розвантажувальному гаку в баку відмочки. Далі кишки знімають з вивантажувального гака, завантажують в машину остаточного очищення, вручну заправляють в робочу пару валів, а потім- у пару тягнучих валів.

Недоліком цього конструктивного рішення є громіздка конструкція, використання гаків, які пошкоджують оболонку.

Лінія поточно-механізований ФОК-Б для обробки кишок ДРХ призначена для обробки тонких кишок ДРХ. Складається з бак для прийому кишок, віджимні вальці, бак для прийому і відмочки кишок після віджимних вальців, шлямодробильну машину з прийомним лотком, бак для прийому кишок від шлямодробильної машини, бак для прийому кишок від віджимних вальців,

машину остаточного очищення кишок з приймальним лотком, бак для прийому кишок від машини остаточного очищення і трубопроводи для холодної і гарячої води [7].

Процес очищення протікає наступним чином. Кишки завантажують в перший бак, накидають у вигляді петлі на захоплення віджимних вальців, в яких вміст кишок віджимається і одночасно зрошується водою. Звільнені від вмісту кишки повисають на приймальному гаку вальців, звідки потрапляють у другий бак. Потім їх накидають у вигляді петлі на захоплення шлямодробильної машини, в якій оболонки розрихлюються і відокремлюються. З приймального гака шлямодробильної машини кишки потрапляють в третій бак, звідки їх накидають у вигляді петлі на захоплення других віджимних вальців, з яких видаляють розпушені оболонки. Після цього кишки надходять в четвертий бак, а звідти - на машину остаточного очищення кишок, потім їх занурюють в п'ятий бак з теплою водою.

Недоліком цього конструктивного рішення є громіздка конструкція, застій води в баках та необхідність змінювати, використання гаків, які пошкоджують оболонку.

Машина МОС-1С призначена для обробки слизових субпродуктів. На звареній основі закріплений опорний диск. На диску встановлено циліндричний корпус з вертикальними ребрами. У нижній частині циліндра обертається диск-ротор з радіальними ребрами і отворами для видалення оболонок. Приводом ротора служить електродвигун, з'єднаний муфтою з черв'яком редуктора [11].

Процес очищення протікає наступним чином. Продукцію завантажують через горловину в кришці циліндра, а через перфоровану трубку в зоні обробки подається холодна або гаряча вода. Бруд або надлишки води потрапляють на піддон та з нього в жолоб. З жолоба вода по трубці відводиться в каналізацію. Після закінчення технологічного процесу відкривається дверцята люка в стінці циліндра і продукція під дією відцентрової сили вивантажується.

Недоліком цього конструктивного рішення є періодичність дії, що пов'язано з необхідністю розміщення додаткових накопичувальних пристроїв в поточних лініях.

Машина Г6-ФЦС призначена для мийки, шпарки і очищення слизових і м'якушевих субпродуктів. Складається з стулок, що закривають люк для завантаження. Люки для завантаження і вивантаження відкриваються і закриваються за допомогою пневмоциліндра, з пульта. Привід ротора складається з електродвигуна, черв'ячного редуктора і муфти [12].

Процес очищення протікає наступним чином. Перед завантаженням субпродуктів заслінки завантажувального люка відкриваються. Після того як ротор набере необхідні оберти, субпродукти завантажують в машину через завантажувальний люк окремими партіями вручну або механізованим способом, якщо машина встановлена в технологічній лінії. Очищені субпродукти під дією відцентрової сили викидаються по лотку в приготовлену тару.

Недоліком цього конструктивного рішення є періодичність дії, витрачання часу на завантаження та вивантаження, через набирання обертів ротора.

Лінія ЛОСС для обробки слизових субпродуктів. Складається з двох відцентрових машин (для шпарки і очищення, а також для миття), ванни для попередньої шпарки, підйомно-поворотного крана, столів інспекції та приймання продукції, майданчика обслуговування, систем управління і регулювання процесом [12].

Процес очищення протікає наступним чином. Субпродукти, що надходять з забійного цеху, завантажують в корзину ванни для попередньої шпарки. У чан подається гаряча вода, а її температура підтримується гострою парою, що подається через барботер. У чан завантажують чотири кошики, які спираються на верхній торець чана упорами. Після шпарки кошики подають до першої відцентрової машині. У машині видаляється слизова оболонка при подачі гарячої води. Оброблений продукт надходить на стіл інспекції, де вручну проводять

зачистку. Далі у другій відцентрової машині продукт промивається і охолоджується холодною водою.

Недоліком цього конструктивного рішення є громіздкість конструкції, застій води у ванні та необхідність змінювати воду, ручна зачистка.

Установка для очищення може складатися з поштучного обладнання, або входити в комплект та складати лінію. Як приклад, представлена лінія К6-ФЛК для обробки кишок ВРХ (табл. 1.1). Лінія показана на таблиці. Як видно в своєму складі вона має поштучне обладнання, яке виконує тільки свою функцію.

Таблиця 1.1 – Склад лінії К6-ФЛК

Склад	Операція
К6-ФЛК/1 з транспортером	Вальці віджимні
К6-ФЛК/2	Машина пензеловочно-шлямовочна
К6-ФЛК/3 без транспортера	Вальці віджимні
К6-ФЛК/4	Машина пензеловочно-шлямовочна
К6-ФЛК/5	Стіл прийомний
К6-ФЛК/6	Лоток
К6-ФЛК/7 2 шт	Бак
К6-ФЛК/8	Бак для вивороту кишок
К6-ФЛК/9	Лоток
К6-ФЛК/10	Бак

Обладнання поділяється на початкове очищення та кінцеве (табл. 1.2). До початкового очищення відносяться вальцові машини та очисники слизових.

Вальцові машини. Призначені для видалення вмісту або шлямпа з кишкової оболонки шляхом здавлювання її між обертовими вальцями і вичавлювання його з відкритого кінця. Залежно від виду операції робочими органами цих машин служать металеві (сталеві) і гумові гладкі і рифлені валики, що встановлюються попарно або групами по 3-4 валика. Їх окружна швидкість і напрямком обертання можуть збігатися зі швидкістю і напрямком руху кишок або відрізнятись від них. Очисники слизових. Призначені для шпарки, очистки та миття. Шпарка та очистка відбуваються в чані. Після очистки гарячою водою, подається холодна

вода для очистки та вивантаження.

До кінцевого очищення відносяться шлямодробильне, пензеловочно-шлямовочне, кінцевої очистки. Вони схожі по конструкції з вальцевими машинами, проте виконують певну задану операцію.

Таблиця 1.2 – Класифікація обладнання для обробки

Назва		Потужність, кВт	Габарити, мм	Маса, кг	
Вальцові машини	К6-ФЛК/1	1,5	1770x800x1630	685	
	К6-ФЛК/3	1,5	1770x750x1650	585	
	ФОК-Б-01	0,3	850x1368x1600	296	
	ФОК-Б-03	0,3	850x1368x1600	273	
	ФОК-К-01	1	700x1650x1650	476	
	ФОК-К-03	1	700x1650x1650	423	
	ВО-150	0,8	910x870x1465	200	
	Г2-ФОД	1,1	1893x1023x1465		
Очисник слизових	В2-ФОС	1,4	1210x740x1100	279	
	МОС-1С	4,5	1450x1345x1365	400	
	Г6-ФЦС	7,5	1500x1450x2000	1400	
	ММС-1	2,2	1950x1100x1750	350	
	ОЦС-1	5,5	1274x1020x1370	265	
	Г6-ФСА	13,2	4700x3950x2650	3900	
Кінцевої очистки	Шлямодробильне	ФОК- Б-02			
		К6-ФЛС/2	2,5	1435x420x1240	300
		ФОК	1,5	1050x585x1360	240
	Пензеловочно-шлямовочне	К6-ФЛК-4	3	1435x420x1240	275
		ШМ-1	0,18	450x220x220	29
		ШМ-3	1,7	1425x1010x1350	300
		ШМК-2	1,7		
		УОЧ-01	0,25	740x490x1040	50
		К6-ФЛК/2	2	1435x420x1240	275
	Кінцеве очищення	ФОК-Б-04			
		В2-ФОК	1,1	915x830x1335	300
		ФОК-С-04			

Шлямодробильне. Призначене для видалення слизової оболонки.

Пензеловочно-шлямовочне. Призначене для обезжирювання.

Кінцевої очистки. Ці машини укомплектовані найбільш складними за конструкцією робочими органами.

В даний час перспективним напрямком є створення МНФ комбінованого складу та напівфабрикатів фаршу для других страв, оскільки саме спільне використання різних видів м'ясної сировини дозволяють не тільки отримати продукт високої якості, але і вирішити проблему дефіциту повноцінного білка. Додавання субпродуктів здійснюється на етапі сортування сировини перед подрібненням для виготовлення фаршу. Фарш використовується для виробництва двох видів продукції: напівфабрикат фаршу для начинок і других страв, напівфабрикат для бургерів і бутербродів, також фарш може бути використаний для наповнювання варених ковбас.

1.2 Аналіз процесу очищення тушок риби від луски та його апаратне оформлення

Одним з основних чинників, що перешкоджають використанню ставкової риби для промислової переробки в напівфабрикати і готові кулінарні вироби, є наявність лускатого покриву, що щільно сидить і який необхідно видаляти на стадії первинної обробки тушок. Луска утворює на тілі риби гнучкий панцир. Кожна лусочка утримується своєю підставою в кишені верхнього шару дерми, а вільним кінцем налягає на наступну лусочку.

Луска являє собою тонкі пружні фіблярні пластинки, на нижній стороні яких знаходяться дрібні кристалики гуаніну, придатного для виготовлення перлового пата, а самі лусочки на 80% складаються з колагену, придатного для виготовлення клейових речовин.

Одним з найефективніших способів видалення луски з поверхні риби є очищення тушки риби за допомогою струменя води [22]. На виході з впускного пристрою формують вільний струмінь води прямокутного поперечного перерізу.

Струмінь води при температурі не більше 35°C подають на поверхню тушки риби по напрямку від її хвоста до голови в проміжок між поверхнею тушки риби і укріпленою на ній лускою.

Струмені води переміщують уздовж поверхні тушки риби зі швидкістю від 0,02 до 0,20 м/с. Струмінь води на виході з впускного пристрою подають з середньою швидкістю в діапазоні від 5 до 45 м/с. Довжину відрізка струменя води, обмеженого вихідною частиною впускного пристрою і поверхнею тушки риби, підтримують в діапазоні від 0,1 до 0,4 м. Остаточне очищення тушки риби від луски здійснюється за допомогою різального інструменту.

Спосіб не знайшов широкого застосування через високий тиск водного або повітряного струменя і низької якості обробки. Використовувані захвати, для утримання тушок часто розривають хвостову частину риби; при цьому тушка зривається, доводиться зупиняти машину і вручну видаляти рибу з робочої камери.

До ефективних способів очистки риби від луски можна віднести гідротермічний [23]. Спосіб включає занурення тушок риби у гарячу воду, витримку риби в ній і видалення луски з поданням струменя води. При цьому використовують воду з температурою 52-55°C, а витримку риби у воді здійснюють впродовж 70-80 секунд. Причому видалення луски роблять шляхом обробки тушок м'якими волосяними щітками в напрямі від голови до хвоста.

Недоліком цього способу є підвищення температури тушки риби, що відбувається в результаті занурення і витримки її у відносно гарячій воді. При цьому відбувається денатурація, тобто згортання білку в поверхневому шарі тушки при температурі води, що перевищує 30°C. Денатурація супроводжується зниженням харчової цінності риби і погіршенням її споживчих властивостей.

Також відомі термічні способи видалення луски разом зі шкірою та внутрішностями [23-24, 26-27]. Відомий ферментативний спосіб видалення луски разом зі шкірою, заснований на впливі протосубтіліну на сполучно-тканинні

білки. При цьому відбувається ферментативне руйнування шкіри риби. При ретельному і рівномірному розподілі ферментних препаратів вдається досить повно видалити луску, але верхній шар шкіри при цьому розкладається. Шкіра втрачає природний малюнок, зменшується її товщина, вона стає непридатною для подальшої переробки в шкіргалантерею [27].

Аналіз показав, що даним способом притаманні такі недоліки, як: втрачання харчові цінності і попадання у відходи, втрачання підшкірного шару жиру, проварювання поверхневого шару та відкритих частин риби, що призводить до денатурації білка, пошкодження шкіряного покриву риби та необхідності ручної доочистки тушок риби.

Реалізація способів запропонована в моделях окремих конструктивних рішень, які розглядаються нижче.

Лускоочисні машини бувають двох видів: для групової і поштучної обробки риби. Групова обробка здійснюється у барабанах, внутрішня поверхня яких складається зі шкрябальних або просічених із зубчастими краями. Поштучна обробка риби здійснюється барабанами, на зовнішній поверхні яких є скоби, насічки. Очищення риби здійснюється шляхом механічної дії поверхонь, що обертаються, на луску. Лускоочисні барабани для групової обробки риби більш продуктивні, ніж барабани для поштучної обробки. Лускоочисні машини можуть бути періодичної і безперервної дії, з орієнтуванням і без неї, а також поштучним поданням риби. Видалення луски з риб, які мають слабкий лускатий покрив можна здійснювати в мийних машинах.

Лускоочисний барабан ЧБ-1 (рис. 1.1) призначений для групової періодичної обробки риб усіх промислових розмірів [27]. Основний робочий орган машини представляє металевий барабан з отворами, усередині якого є шкрябання. Барабан має схил 4° в сторону вивантаження. Під дією сили тяжіння і натискуючого ролика барабан притискається до роликів приводних валів, який передає йому обертання від електродвигуна через редуктор. По всій довжині

барабана проходить перфорована труба для води, подання якої регулюється соленоїдним вентиляем. Під барабаном встановлений піддон для збору луски. Завантаження барабана робиться ковшовим підйомником партіями по 80-160 кг.



Рисунок 1.1 – Лускоочисна машина ЧБ-1: 1 – завантажувальний лоток, 2 – лускоочисний барабан, 3 – захисні щитки, 4 – кришка, 5 – розвантажувальний лоток, 6 – піддон для збору луски.

Ківш підйомника піднімається в горизонтальному положенні, а у верхній частині перевертається в завантажувальний лоток. Залежно від розмірів риби за допомогою реле часу встановлюється цикл роботи в межах 2,5-5 хв. Обертання похилого барабана сприяє рівномірному розподілу риби по усій його довжині.

Перевертаючись, риба потрапляє на шкрябання то одним боком, то іншим і очищається від луски. Під час роботи кришка барабана закрыта. Після закінчення циклу обробки кришка барабана за допомогою електромагніту автоматично відкривається і очищена риба вивантажується.

Продуктивність машини ЧБ-1 сягає 1200 кг/год, але при обробці на тушці риби залишається 5-10% луски, що вимагає ручного доопрацювання. При поганому очищенні риби слід збільшити цикл обробки, збільшивши час обертання барабана і зменшивши його схил. Якщо риба погано відмита від луски, необхідно прочистити перфорацію барабана і збільшити подання води. У разі ушкодження риби в процесі обробки необхідно зменшити тривалість циклу.

Необхідно систематично перевіряти роботу електромагніту, кришки і соленоїдного вентиля подання води.

Машина Н2-ИРА-314 призначена для зняття луски з необробленої свіжої або розмороженої риби [28]. Рибу в положенні «на боці» головою вперед вручну укладають одночасно на два операційні конвеєри. Верхні гілки конвеєрів розташовані на тих, що направляють, за допомогою яких можна змінювати висоту їх підйому. Конвеєрні стрічки регулюють у випадку необхідної обробки риби різної товщини. Одна стрічка машини налаштовується на максимальну товщину риби, а інша – на середню або мінімальну. Конвеєри подають рибу до притискних роликів, які, обкатуючи рибу, притискають її до стрічки. Гладкі пластини лускозмінного вузла облягають тіло риби по його формі і перешкоджають зміщенню риби, а зубчасті – знімають з неї луску. Після зняття луски з одного боку риба потрапляє на вузол розвороту, де вона перевертається на інший бік. Операція зняття луски повторюється.

Технічна продуктивність машини при середній масі 0,5 кг складає 48 риб/хв. Під час зняття луски на робочі органи машини подається вода у кількості 2,3 м³/год. Обслуговують машину 5 чоловік, в тому числі 4 людини зайняті чисткою.

Малогабаритний лускоочисний барабан (рис 1.2) призначений для знімання луски з морського окуня, судака і інших риб [29].

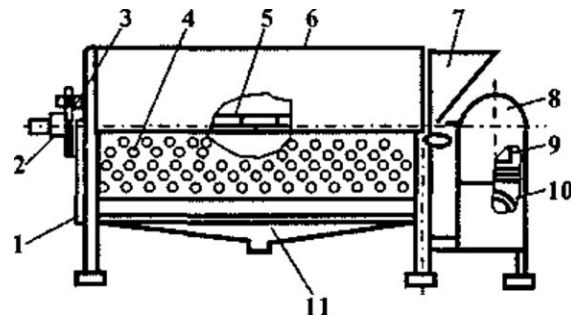


Рисунок 1.2 – Малогабаритний лускоочисний барабан: 1 – кришка, 2 – ричажний затиск, 3 – сальникове обладнання, 4 – барабан, 5 – полий вал, 6 – кожух барабану, 7 – бункер, 8 – кожух, 9 – редуктор, 10 – електродвигун,

11 – піддон

Барaban з терковою поверхнею виробляють з листової корозійностійкої сталі, піддон і кожух оцинкованої сталі. Рибу завантажують у бункер вручну. Разова загрузка барабану 30-50 кг. Тривалість циклу роботи 5-6 хв. При обертанні барабана теркова поверхня знімає луску з риби. Всередину барабана через порожнистий вал подається вода. Для повного розвантаження барабан повинен зробити 2-3 обороти при відкритій передній кришці.

Пристрій конструкції ЦПКТБ «Азчерриба» (рис. 1.3) призначений для зняття луски з великих риб і встановлюється як на промислових судах, так і на берегових підприємствах [21].

Основним робочим органом пристрою є той, що обертається в підшипниках барабан, який має увігнуту поверхню з розташованими в шаховому порядку що перекривають один одного плаваючими дротяними скобами. Скоби змонтовані на пластинах – амортизаторах з пористої гуми.

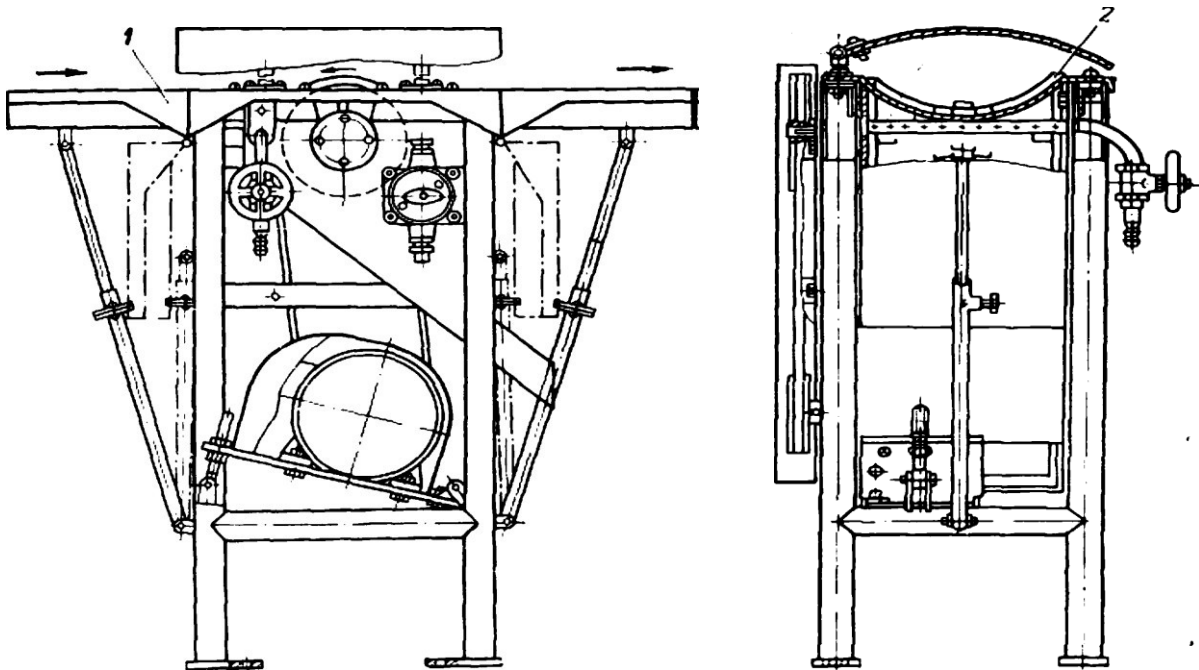


Рисунок 1.3 – Лускоочисна машина конструкції ЦПКТБ «Азчерриба»:

1 – лоток, 2 – лускоз'ємний барабан

Технічна характеристика пристрою приведена в табл. 1.3

Таблиця 1.3 – Технічна характеристика пристрою конструкції ЦПКТБ
«Азчерриба»

Продуктивність, риб/хв	7
Потужність, кВт	0,6
Габаритні розміри, мм:	
довжина	550
ширина	406
висота	845
Маса, кг	56

Обертання барабану передається від електродвигуна через клиноремінну передачу. Лотки мають увігнуту поверхню для підтримки риби під час обробки.

Рибу вручну вкладають бічною частиною на лоток і протягають хвостом вперед по увігнутій поверхні того, що обертається назустріч рибі барабана. Потім її перевертають на 180° і процес повторюється.

Зняття луски відбувається при попаданні риби в щілини між скобами і поверхнею барабана. Разом з високопродуктивними машинами на судах флоту рибної промисловості для очищення риби від луски, обезголовлювання, відрізання плавників, оброблення на тушку і філе широко застосовуються різні інструменти та пристрої.

Пристрій для зняття луски з риби РО-1М (рис.1.4) представляє собою переносний електродвигун з частотою обертання $23,3 \text{ с}^{-1}$, на вихідному валу якого закріплений гнучкий вал, який передає обертання циліндричній фрезі із спіральними зубами [21].

Використання приводного інструменту для видалення луски дозволяє дещо підвищити продуктивність праці.

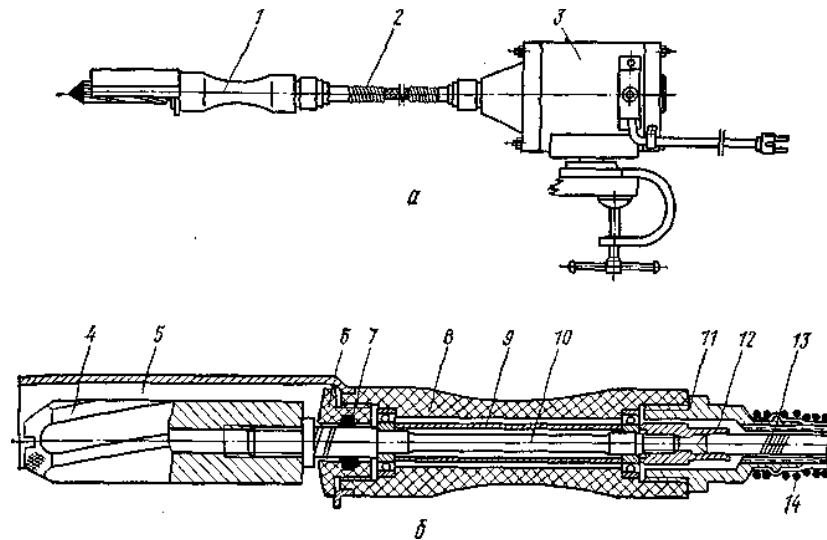


Рисунок 1.4 – Пристосування РО-1М для очистки риби:

а – загальний вид, б – розріз

Кінець фрези має форму усіченого конусу з шорсткою поверхнею, що дозволяє зчищати луску з важкодоступних місць (біля зябер і плавників). Для безпеки роботи фреза ув'язнена по півколу в кожух. Рибу укладають на стіл і, злегка притискуючи фрезу, що обертається по черзі очищають луску з однією і іншої сторони в напрямі від хвостової частини до голови.

При роботі з пристроєм РО-1М необхідно стежити за контактом між вилкою пристрою і розеткою, що знаходиться під напругою, а також за станом гнучкого валу. Фреза пристрою є небезпечним різальним інструментом, при роботі з яким необхідно бути достатньо уважним.

Пристосування РО-1М (рис. 1.4 а, б) складається із скребкового механізму 1, гнучкого валу 2 і двигуна 3. Скребок 4 виготовлений з нержавіючої сталі у виді фрези з подовжніми спіральними зубами. Кінець скребка виконаний у формі усіченого конуса має шорстку поверхню. Для запобігання розльоту луски скребок 4 закривається кожухом 5. Скребок закріплений на рукоятці 8 за допомогою гайки 6, що має сальник 7. Усередині рукоятки, виготовленого з

електроізоляційного матеріалу, в підшипниках обертається проміжний вал 10. Від подовжнього переміщення проміжний вал утримується втулкою розпору.

Щоб уникнути попадання мастила з підшипників на інші деталі і оброблюваний продукт підшипники на валу ущільнені повстяними кільцями. За допомогою втулки з текстилю 12 гнучкий вал 13 з'єднується з валом 10 шкрябання, а на втулку нагвинчується гайка 11. Таке кріплення гнучкого валу до скребка забезпечує електробезпеку останнього. Гнучкий вал 13 розміщений усередині металевго рукава і передає рух від електродвигуна 3 до скребка 4. Від поломки із-за різких перегинів гнучкий вал захищений пружинами 14, наявними біля рукоятки скребка і двигуна. До столу двигун кріпиться кронштейном, а під'єднується до електромережі штепсельної вилкою з заземленням.

Включається електродвигун за допомогою тумблера. Технічна характеристика пристосування РО-1М приведена в табл.1.4.

Таблиця 1.4 – Технічна характеристика пристосування РО-1М

Показники	РО-1М
Продуктивність, кг/г	50-60
Номінальна потужність електродвигуна, кВт	0,05
Частота обертів робочого органу, об/хв	1400
Габарити, мм:	
довжина	185
ширина	110
висота	130

Пристрої та пристосування для очищення риби від луски. Для цієї операції застосовуються ручні і приводні інструменти. Ними користуються при вступі на обробку невеликих партій риби або риби різних видів і розмірів. Головним недоліком є низька продуктивність.

Ручні інструменти підрозділяються на інструменти з абразивною поверхнею (рис. 1.5) [12], із зубчастою кромкою (рис. 1.6) [23] і оригінальних видів (рис.1.7) [24].

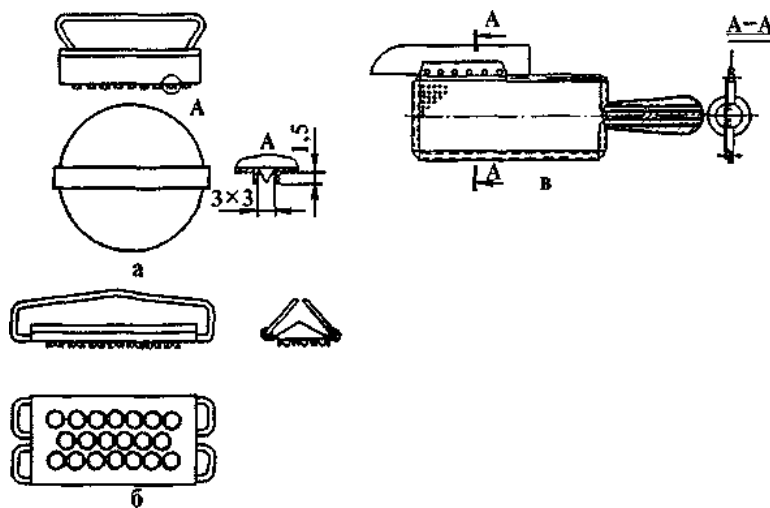


Рисунок 1.5 – Інструменти з абразивною поверхнею для зняття луски:

а – кругла терка, б – прямокутна терка, в – терка-хвісторуб

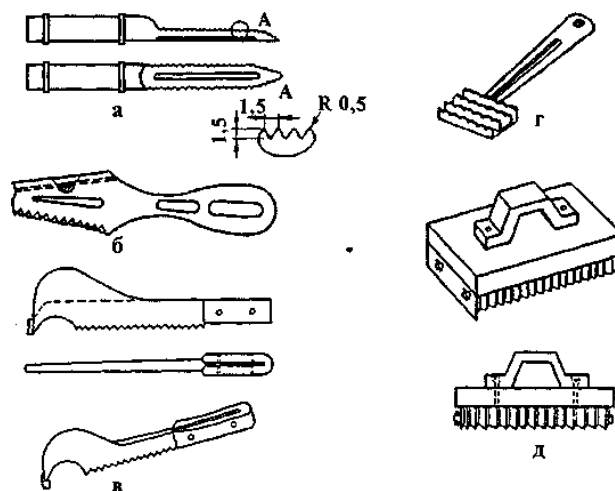


Рисунок 1.6 – Інструменти із зубчастою кромкою для зняття луски: а - жолобковий скребок; б - двосторонній скребок; в - інструмент для зняття луски, відрізання голови і шкірки риби; г - інструмент Вавицької; д - інструмент з гофрованими кромками

При користуванні ручним інструментом рибу кладуть на стіл і притримують лівою рукою. У праву руку беруть інструмент і рухом проти луски очищають рибу.

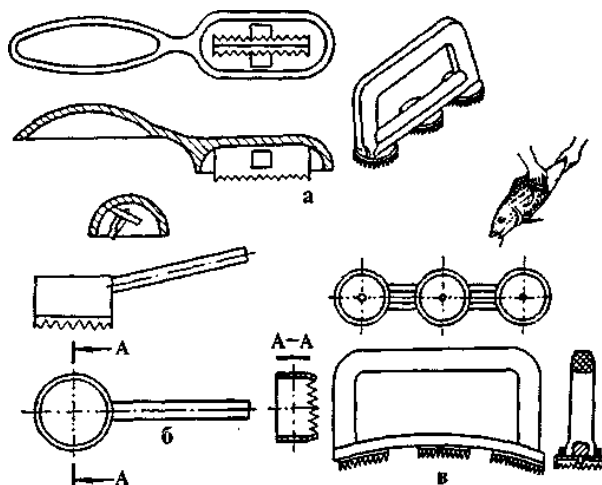


Рисунок 1.7 – Інструменти оригінальних видів для зняття луски:

- а- інструмент з литим корпусом і шарнірною зубчастою кромкою;
- б – скребок Калінінградського рибоконсервного комбінату; в - потрійний круглий скребок із скобо образною рукояткою

Пристрій для очистки риби від луски (рис. 1.8.) містить барабан, утворений двома опорними дисками і розміщеним на них пружним очисним елементом з абразивною поверхнею [25].

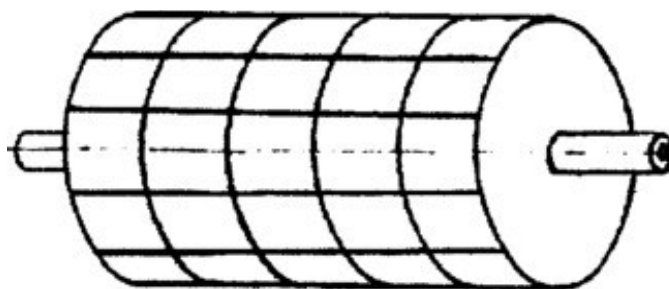


Рисунок 1.8 – Пристрій для очистки риби від луски

Пружний очисний елемент виконаний у вигляді еластичної оболонки, розміщеної на встановлених з можливістю подовжнього переміщення уздовж валу опорних дисках. Вал виконаний порожнистим і перфорованим, а на зовнішню поверхню еластичної оболонки нанесений абразив у вигляді окремих квадратів

До недоліків цього пристрою можна віднести те, що при роботі у нього поступово знижуються експлуатаційні властивості і для відновлення цих властивостей барабан необхідно періодично піддавати механічній обробці на спеціальному устаткуванні, крім того, це устаткування є устаткуванням періодичної дії, що знижує продуктивність і ускладнює включення до складу безперервно-потоківих ліній.

Всім існуючим пристроям з механічним способом видалення луски, притаманні загальні недоліки. Якщо застосування машини має на меті зберегти шкірний покрив, то луску вдається видалити далеко не повністю. В даному випадку обов'язково потрібне тривале і монотонне ручне доочищення тушок. Якщо збільшити тривалість очищення в машині, то це призведе до стирання шкірного покриву.

2. ДОСЛІДНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Дослідження процесу очищення яловичого стравоходу

2.1.1. Вплив технологічних та механічних факторів на реологічні властивості м'ясопродуктів.

Зсувні властивості представляють основну групу фізико-механічних властивостей. Зсувні властивості харчових продуктів виявляються при впливі на них робочих органів машин і апаратів, таких як мішалки, ротори, шнеки, різці, ножі, пуансони, матриці, екструдери тощо [30].

Характеристики, що визначають ці властивості, можна використовувати для різних цілей – від оцінки дисперсності систем і якості продукту до розрахунку трубопроводів, машин і апаратів.

В'язкість як основна зсувна характеристика. В'язкість є підсумковою змінною характеристикою, яка описує рівновагу стану між процесами відновлення і руйнування структури в сталому потоці і залежить від змін градієнта швидкості і потужності зсуву.

На рис. 2.1. наведені криві течії, які узагальнюються рівнянням. Якщо в ньому $\Theta = 0$ та $n = 1$, то воно описує протягом істинно в'язкої ньютонівської рідини. Коефіцієнт B_1 приймає значення ньютонівської в'язкості. При $\Theta = 0$ та $n > 1$ рівнянню відповідає дилатантні рідини, при $\Theta = 0$ та $n < 1$ - псевдопластичні. Для пластично-в'язких тіл Бінгама $\Theta > 0$ та $n = 1$. У вихідній формі рівняння описує поведінку статечних рідин, що володіють реальним або уявним граничним напруженням зсуву.

Ребиндер П.А. і Михайлов Н.В. ділять реологічні тіла на рідкі і тверді, в залежності від характеру кривої і періоду релаксації (рис. 2.2).

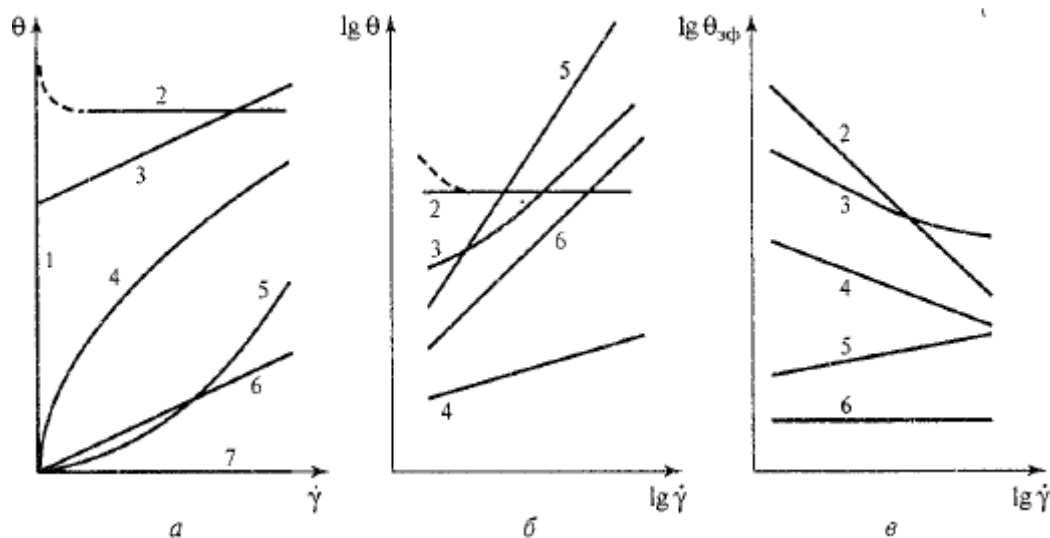


Рисунок 2.1 – Криві течії реологічних тіл: *a* – залежність напруги зсуву від градієнта швидкості в рівномірних шкалах; *б* – залежність напруги зсуву від градієнта швидкості в логарифмічних шкалах; *в* – залежність ефективної в'язкості від градієнта швидкості в логарифмічних шкалах; 1 – пружне тіло; 2 – пластичне тіло; 3 – пластично-в'язке тіло; 4 – псевдопластичне тіло; 5 – ділатентне тіло; 6 – істинно в'язке тіло; 7 – ідеальна рідина

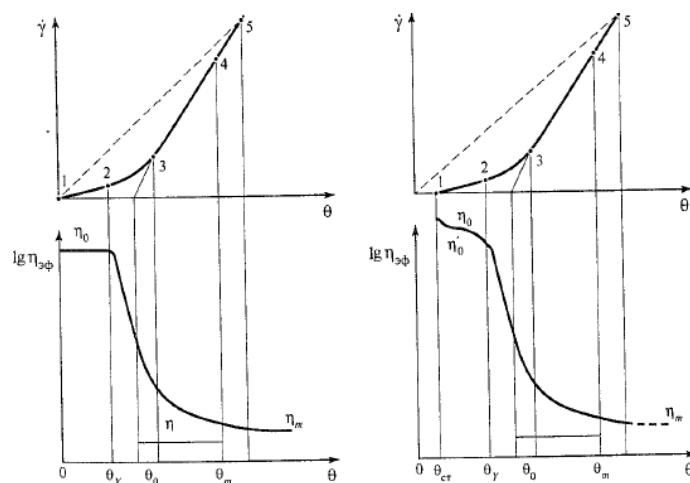


Рисунок 2.2 – реологічні криві для твердих систем: 0-1 – зона для пружних деформацій; 1-2 – зона деформацій типу повзучості; 2-3 – зона початку лавинного руйнування структури; 3-4 – зона пластично-в'язкої течії; 5 і вище – зона ньютонівської течії з постійною в'язкістю, гранично зруйнованої структури

До рідких тіл відносяться ньютонівські рідини і структуровані системи, що не мають статичного граничного напруження зсуву. До твердих тіл відносяться пружно-пластичні, умовно-пластичні та інші тіла, що володіють статичним і динамічним граничним напруженням зсуву. Залежність ефективної в'язкості від напруги або швидкості зсуву вважають основною характеристикою структурно механічних властивостей дисперсних систем, так як ефективна в'язкість є підсумковою характеристикою, яка описує рівноважний стан між процесами відновлення і руйнування структури в сталому потоці. У загальному вигляді крива течії має подібний характер і відсікає на осі абсцис відрізок, в межах якого напруга на тіло викликає тільки пружні або еластичні деформації.

Основні зсувні характеристики структурованих систем. Найважливішими зсувними характеристиками структурованих систем є пластична і ефективна в'язкості, період релаксації, найбільша в'язкість незруйнованої структури при ковзанні місць контакту і в'язкість гранично зруйнованої структури, модулі пружності зсуву, межі плинності, умовно-статичне і динамічне максимальне напруження зсуву, міцність структури при пружно-крихкому або еластичному розриві і при пластично-в'язкому руйнуванні. У ряді випадків при дослідженні та розрахунку конкретних явищ виявляється можливим ігнорувати одні, менш істотні властивості тіл, і, навпаки, враховувати інші.

Важливу роль для характеристики зсувних властивостей дисперсних систем мають модулі пружності і періоди релаксації. Умовно-миттєвий модуль пружності є відношенням напруги до миттєвої-пружної складової деформації зсуву. Еластичний модуль – це відношення напруги до пружної деформації за вирахуванням миттєво-пружної складової. Рівноважний модуль обчислюють як відношення напруги до загальної деформації, коли не можна розмежувати пружну і еластичну деформацію.

Період релаксації з спектра часу релаксації можна обчислити за рівнянням або виміряти безпосередньо на приладі для конкретної величини напруги або

деформації. Релаксувати можуть напруги при постійній деформації або деформації після зняття напруги.

На величину структурно механічних характеристик істотно впливають технологічні параметри продуктів, і в першу чергу температура і вологість (вміст сухих речовин).

Збільшення вологості або зменшення концентрації сухих речовин призводить до плавного зменшення зсувних властивостей. Ці зміни можна описати експонентними, статичними або лінійними залежностями. Для білом'ясних продуктів зі збільшенням концентрації – найбільш часто в'язкість збільшується експоненціальною залежністю.

Зсувні властивості продуктів вважаються основними серед інших реологічних властивостей. Вони найбільш яскраво виявляють внутрішню сутність об'єкта дослідження. Їх можна використовувати як для контролю якості продукту, так і для розрахунку руху в робочих органах машини. Так, наприклад криві течії, що представляють собою залежності між швидкістю зсуву і напруги зсуву, можуть бути використані для вирішення питань, пов'язаних з конструюванням нових машин і модернізації старих. Швидкість зсуву пов'язана з продуктивністю машин, а напруга зсуву з тиском. Тому по кривим течії можна розрахувати тиск, необхідний для створення течії матеріалу через формувальні органи із заданою швидкістю, а знаючи робочий тиск, можна обчислити навантаження на деталі приводу машини.

Знання реологічних властивостей продукту можуть бути використані при розробці нових ресурсозберігаючих процесів і обладнання, що дозволяють отримувати продукти з наперед заданими властивостями, шляхом спрямованого регулювання їх реологічних параметрів, а також при розрахунку і проектуванні енерго- і матеріалозберігаючого обладнання та виборі його оптимальних параметрів.

Найбільш повне уявлення про деформаційну поведінку продукту при механічній взаємодії можна отримати за допомогою об'єктивних реологічних методів, які в даний час міцно увійшли в техніку і використовуються при дослідженні різних продуктів.

При дослідженні реологічних характеристик дисперсних систем і розрахунку їх переміщення в робочих органах машин і приладів виходять з гіпотези щільності середовища і безперервності розподілу деформації і фізичних властивостей. Це дає можливість використовувати апарат математичного аналізу, що застосовується до безперервних функцій. Оскільки реологія базується на теорії пружності, пластичності і гідродинаміки, в теоретичному і експериментальному аспектах, широко використовуються методи дослідження цих наук: диференціальних, інтегральних моделей і аналогів, аналізу розмірностей і експериментальних з дотриманням принципу подібності. Останній є основним при перевірці теоретичних рівнянь і знаходження емпіричних залежностей.

Структурно-механічні властивості, є зовнішніми проявами природи матеріалів, дозволяють відновити зв'язок між напругою, деформаціями і швидкістю деформації в реологічних рівняннях [31].

Вплив напруги викликає прояв пружних і в'язких властивостей продуктів, що переробляються, якими вони в різній мірі володіють, як і всі інші реальні тіла. Пружність – є здатність тіла відновлювати первинну форму після припинення дії зовнішньої напруги, що викликають деформацію. Пружність тіл характеризується модулем пружності, для стиснення або іншого роду для розтягування, що зв'язує напругу. Закон Гука описує поведінку ідеально пружних тіл.

В'язкість – є міра опору руху шарів або частинок рідини відносно один одного.

Величина періоду релаксації, має велике значення при дослідженні механічних властивостей, особливо при малих напругах і тривалості напруги того ж порядку, як в період релаксації. Коли тривалість дії сили менше періоду релаксації, енергія, що підводиться до системи, викликає пружні деформації по всьому тілу. Коли тривалість дії сили більше періоду релаксації, процес протікання з накопиченням енергії тягне за собою залишкові деформації.

Особливе місце серед структурно-механічних характеристик продукту займають поверхневі властивості (адгезія, коефіцієнт зовнішнього тертя і ін.), які визначають поведінку продукту на кордоні розділу з іншим твердим матеріалом при впливі нормальних (адгезія) і дотичних (зовнішнє тертя) напруг. Від величини поверхневих властивостей частково залежить консистенція продукту.

Істотне значення при вимірюванні адгезії має: вологомісткість, тиск і тривалість попереднього контакту, матеріал пластини, площа пластини, швидкість відриву пластини, тривалість попереднього контакту, матеріал і площа пластин.

Беручи структуру фаршу коагуляційного типу, передбачається, що при збільшенні вмісту води, по-перше, зв'язок фаршу з контактуючим матеріалом зростає в результаті збільшення площі та поліпшення контакту і прояви активності білкових молекул у водному розчині прошарків між частинками і, по-друге, поверхневий натяг фаршу зменшується, наближаючись до поверхневого натягу води.

Слід зазначити, що в широкому діапазоні зміни вмісту води, температури і деяких інших чинників адгезійні характеристики при певних значеннях названих параметрів можуть мати екстремальну величину. На противагу цьому при збільшенні вмісту води і температури, зсувні властивості м'ясних продуктів зменшуються [32].

Вплив на адгезію тиску і тривалості попереднього контакту. Дослідження зміни липкості фаршу докторської ковбаси від тиску і тривалості попереднього

контакту, проводилися при постійній площі пластин ($0,0010 \text{ м}^2$), швидкість відриву ($0,00358 \text{ м/с}$) і товщини шару фаршу ($0,0003 \text{ м}$).

Збільшення тиску контакту веде до збільшення липкості. При високому тиску, товщину шару не вдається зберегти незмінною. Початкова товщина шару $0,0003 \text{ м}$ практично не змінюється при 800 Па . Потім відрив відбувається вже при меншій товщині, що пов'язано з витіканням фаршу з зазору між пластинами. При найбільшому тиску, товщина шару перед відривом досягає найменшої величини, яка порівнянна з розміром частинок куттеризованого м'яса. Аналіз результатів вимірювань показав, що при малій тривалості контакту залежність липкості від тиску контакту на початку координат не є лінійною. Очевидно, при цьому забезпечується контакт між виступами шорсткості, площа яких незначна, і продуктом. Площа дійсного контакту виявляється величиною малою і легко змінюється. Збільшення тривалості і тиску попереднього контакту сприяє заповненню виступів шорсткості фаршем і стабілізує вимірювані показники. Вплив на липкість матеріалу пластин. Адгезія продуктів до різних металевих поверхонь, покритим природною окисною плівкою, неоднакова. Встановлено наступний ряд інтенсивності взаємодії металів з окисною плівкою: алюміній, титан, дюралюміній, сталь, цинк, латунь, мідь. Встановлено, що чим тонше окисна плівка і мене міцно пов'язана з металом, тим сили адгезії менше.

Вплив на липкість площі пластин. Досліджено пластини зі сталі марки Ст3 площею: $0,0005$; $0,0007$; $0,0010$ і $0,015 \text{ м}^2$. Вимірювання необхідно проводити при різній тривалості попереднього контакту. Зі збільшенням площі пластин липкість зменшується. Інтерпретація експериментів дає підставу припустити, що при площі близько $0,0013 \text{ м}^2$ липкість найменша.

Таким чином, залежність липкості від площі контакту підтверджується для м'ясного фаршу. Для отримання порівнянних результатів досліджень площа пластин близько $0,0010 \text{ м}^2$ можна вважати найкращою.

Вплив на липкість швидкості відриву пластини. Результати дослідів для нержавіючої сталі і фторопласта представлені в таблиці 2.1 [22].

Таблиця 2.1 – Адгезія при різних швидкостях відриву пластини від твердої поверхні

Матеріал	Коефіцієнти					
	Липкість, ρ_0	Тривалість контакту, τ_k	a_1	a_2	a_3	a_4
Сталь Ст3	5150	0,0010	780	2400	1250	0,41
Нержавіюча сталь	6000	0,0010	780	2400	1250	0,41
Фторопласт	3000	0,0316	2280	2800	2800	0,41

При тривалості контакту приблизно до 30 с, липкість фаршу до фторопласту менше, ніж до сталі. При більшій тривалості контакту для невеликих швидкостей відриву липкість до фторопласту вище, ніж до сталі; при швидкостях вище, навпаки, менше. Розглядаючи відрив, як скорочення площі контакту і взаємозв'язків структур у часі, можна припустити, що при швидкому відриві відбувається більш менш одночасний розрив зв'язків; при повільному – поряд з розривом зв'язків порушується механічне зачеплення продукту з матеріалом в виступах шорсткості.

Таким чином, вплив швидкості відриву на липкість можна пояснити різними умовами порушення щільності продукту (мікродефекти, тривалість руйнування зв'язків). Оптимальні значення швидкості відриву знаходяться в межах 0,003 ... 0,010 м/с.

Вплив на липкість тривалості попереднього контакту. Збільшення тривалості попереднього контакту супроводжується збільшенням дійсної площі контакту і кількості осередків, які мають максимальне зчеплення з пластинами що визначає змочування матеріалу пластин. З цього випливає, що зв'язки між фаршем і поверхнею прагнуть до насичення, і, якщо липкість спочатку зростає

інтенсивно, то потім, трохи. Коефіцієнт поверхневого натягу, що характеризує енергію вільної поверхні фаршу, також прагне до постійного значення, а косинус кута змочування – до одиниці. Для останнього випадку орієнтовно можна оцінити питому роботу липкості. Така оцінка показує приблизно однакову величину питомої роботи для фторопласта і нержавіючої сталі. При цьому початкове значення коефіцієнта для пластин з фторопласту менше, ніж для нержавіючої сталі що вказує на гірше змочування фторопласта при малій тривалості контакту; при досить великій тривалості контакту коефіцієнти практично однакові. Коефіцієнт поверхневого натягу не залежить від матеріалу пластин.

Отже, темп розриву зв'язків визначається їх міцністю, але не залежить від кількості, яка безпосередньо впливає на кут змочування і, отже, на коефіцієнт поверхні натягу. Темп зменшення площі контакту не змінюється зі збільшенням тривалості попереднього контакту.

Вплив на липкість матеріалу і площі пластин. Результати дослідження справедливі для досить великої тривалості контакту (600 с), коли коефіцієнт поверхні натягу схильний незначних змін, і тиску контакту 4900 Па, при якому геометрична площа пластини ($0,0007 \text{ м}^2$) і площа істинного контакту перед початком відриву приблизно збігаються з $0,0003 \text{ м}$.

При порівнянні величин липкості і темпу зменшення площі видно, що вони передають зміни ступеня взаємодії фаршу з різними матеріалами – більшій липкості відповідає менший темп зменшення площі. Однак темп зменшення площі на відміну від липкості не залежить від тривалості контакту і тому є зручною величиною для практичних розрахунків і оцінок.

Вплив на липкість шорсткості поверхні. Дослідження проводили на пластинах з латуні і неіржавіючої сталі при тиску контакту 4900 Па, площі $0,0007 \text{ м}^2$, швидкості відриву $0,00358 \text{ м/с}$, товщині шару $0,0003 \text{ м}$ і для різної чистоти обробки поверхні. При дослідженні явища слідує, що липкість зі збільшенням

частоти поверхні повинна зменшуватися, досягати мінімуму і знову збільшуватися. Таким чином, для зменшення адгезії поверхня повинна бути оброблена по 10 класу чистоти. Оскільки в цьому випадку характер зміни липкості від чистоти поверхні залишається незмінним за будь-якої тривалості контакту, клас є оптимальним як для статичних, так і для динамічних режимів роботи машини відповідно при великій і малій тривалості контакту. Адгезійні характеристики різних м'ясопродуктів поміщені в таблиці 2.2.[22].

Адгезія яловичини уздовж і поперек волокон майже однакова (перевищення в першому випадку досягає 10%). Значно зменшується (в 1,5 ... 2 рази) адгезія дефростированої яловичини, що пов'язано з незворотними змінами структури тканини і соку при заморожуванні і розморожуванні. Результати вимірювання адгезії свинини до різних матеріалів показали, що оскільки відрив носить адгезійний характер, то, незважаючи на велику товщину шару, ряд активності матеріалів відповідає встановленим для фаршу. З таблиці видно, що адгезія свинини і яловичини має один порядок, але для яловичини вище на 10 ... 15%, ніж для свинини.

Зниження температури фаршу від 17 ... 18 °С до 4 ... 5 °С веде до зменшення липкості на 30-40% за рахунок збільшення в'язкості і міцності дисперсійного середовища і, отже, системи в цілому. Липкість має найбільше значення при 23- 27 °С.

2.1.2. Основні закономірності різання м'ясопродуктів

Дослідження різання харчових матеріалів стосуються головним чином визначення оптимальних параметрів процесу, ступеня загострення ріжучого інструменту. Дані про вплив фізико-механічних властивостей на оброблюваність матеріалів нечисленні і носять розрізнений характер. Адгезійні характеристики різних м'ясопродуктів наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Адгезійні характеристики різних м'ясопродуктів

М'ясопродукти	Швидкість відриву $\omega_0 \cdot 10^3, \text{м/с}$	Товщина шару $h \cdot 10^3, \text{м}$	Попередній контакт		Липкість $p_0, \text{Па}$
			Тиск $p_0, \text{Па}$	Тривалість $\tau, \text{с}$	
1. Свинина уздовж волокон	3,58	3,5	3430	3	1500
		3,2		300	3980
	9,24	3,1	3430	3	2680
		3,3		300	4950
	19,22	3,2	3430	3	3100
		3,0		300	6700
2. Свинина поперек волокон	3,58	3,1	3430	3	1700
		3,4		300	4070
	9,24	3,1	3430	3	2880
		3,5		300	4620
	19,22	3,0	3430	3	3400
		3,0		300	7500
Яловичина уздовж волокон	3,58	3,3	294	3	598
		3,0		300	1401
	3,58	3,5	1030		824
		3,6		3	2530
	3,58	3,0	3430	300	1880
		3,0			4780
	3,58	3,9	8000	3	3278
		3,3		300	6050
	9,24	3,0	3430	3	2980
	3,1		300	6700	
	19,22	3,2	3430	3	3600
		3,5		300	8100
Яловичина поперек волокон	3,58	3,4	3430	3	1820
		3,5		300	4260
	9,24	3,0	3430	3	2500
		3,5		300	6200
	19,22	3,0	3430	3	3300
		3,0		300	7500

Різання як один із способів переробки супроводжується складними механічними і фізичними процесами, які в значній мірі залежать від реологічних властивостей, розрізаємих матеріалів. Знання цих властивостей продуктів і

закономірностей їх зміни допоможе правильно пояснити процес різання, визначити його кількісну характеристику і намітити спосіб його здійснення. Характерною особливістю харчового виробництва є широкий асортимент виробів, які виробляються, що розрізняються фізико хімічними властивостями. Знання закономірностей зміни реологічних властивостей дозволяє правильно намітити спосіб і режими їх обробки [33].

З реології відомо, що кожен матеріал володіє всіма реологічними властивостями (пружністю, пластичністю, в'язкістю, міцністю), які в залежності від стану і умов навантаження проявляються у одного і того ж матеріалу в різній мірі. Під дією зовнішніх сил відбувається деформація без порушення безперервності самого тіла. Величина і характер деформації залежать від властивостей матеріалу, його форми і способу застосування зовнішніх сил. При деформації виникають внутрішні сили взаємодії між частинками тіла, мірою інтенсивності цих сил є напруга. Однією з важливих реологічних характеристик є напруга зсуву, що дорівнює відношенню прикладеної сили до площі зсуву. Максимальне напруження зсуву – мінімальна сила, необхідна для здійснення зсуву.

Різання – технологічний процес обробки шляхом поділу матеріалу з порушенням його цілості, здійснюваний ріжучим інструментом з метою надання матеріалу заданої форми, розмірів і якості поверхні. Стосовно до харчових продуктів різання повинно здійснюватися без відходів.

Невід'ємною частиною багатьох технологічних агрегатів харчової та м'ясної промисловості є ріжучі пристрої, за допомогою яких обробляється матеріал розділяється на окремі частини. Аналіз роботи різальних машин і механізмів показав, що форма і розміри виробів, кількість відходів продукту залежать від правильності вибору способу різання, геометрії ріжучого інструменту, швидкості подачі і фізичного стану матеріалу, що розрізає. При обробці різанням харчових

матеріалів особлива увага звертається на ефективність процесів обробки і підвищення якості оброблених поверхонь виробів.

Умовно розрізняють два способи різання: статичний і ковзання. Перший з них деякі дослідники називають рубанням, а другий - різкою.

При обробці харчових матеріалів широко поширені як нормальне, так і ковзне різання. Нормальне різання застосовується при поділі цукеркових джгутів гільйотинними ножами, тістової маси. Ковзне різання здійснюється при різанні хліба, м'ясопродуктів та риби.

Параметри процесу різання. При різанні відбувається відділення однієї частини матеріалу від іншого в результаті руйнування граничного шару. Руйнування в зоні контакту ріжучого інструменту з матеріалом передуює пружна і пластична деформація, величина якої залежить від будови матеріалу, швидкості його деформування, фізико-механічних властивостей. Під дією прикладеної сили інструмент створює в матеріалі пружну і пластичну деформацію (рис. 2.3.).

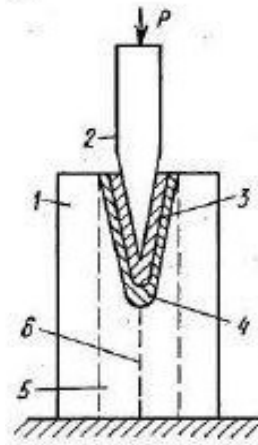


Рисунок 2.3 – Схема різання матеріалу: 1 – розрізаємий матеріал; 2 – ріжучий інструмент; 3 – зона пластичної деформації; 4 – зона пружної деформації; 5 – гранична зона; 6 – лінія руйнування.

Руйнування відбувається по лінії найбільших напруг і настає тоді, коли напруга стає рівною тимчасовому опору матеріалу. Залежно від стану матеріалу

і характеру прикладання сили руйнування відбувається при розтягуванні або зрізі. Робота різання витрачається на створення пружної і пластичної деформації, а також на подолання тертя інструменту при розрізанні матеріалу.

Закономірності різання розглядаються як результат взаємодії системи: пристрій-інструмент-матеріал. Будь-який вид різання характеризується режимом різання, який визначається швидкістю різання, глибиною різання і швидкістю подачі. Ефективність різання залежить від раціональних режимів, які враховують всі впливаючі фактори.

Основними характеристиками, що визначають різання харчових матеріалів, служать: силові параметри різання (питома робота різання, питомий опір різання, умовне напруження різання). Вигідні швидкості різання і подачі, що визначають продуктивність процесу різання. Якість обробленої поверхні; вплив розрізання на затуплення ріжучого інструменту. Ці характеристики виявляються по-різному в залежності від фізико-механічних властивостей матеріалу.

При роботі різання вивчалися наступні питання: процес руйнування матеріалу під дією різального інструменту, робота різання, швидкість різання, продуктивність ріжучого інструменту, опір різанню, геометрична характеристика ріжучого інструменту (кут заточування, товщина ножа), зносостійкість ріжучого інструменту, вплив структурно механічних властивостей матеріалу на вибір способу різання і параметрів різання, розрахунок потужності і коефіцієнти тертя пари розрізаємого матеріалу.

Швидкість різання- швидкість точки леза ріжучого інструменту по відношенню до точки на поверхні зрізу матеріалу в напрямку робочого руху.

Встановлено, що зі збільшенням швидкості різання м'ясо під кромкою леза не встигає передати тиск леза на весь його обсяг. Тиск поширюється тільки на найближчі частки, так як хоча швидкість поширення деформації і велика, але створюється швидкісний підпір м'яса під лезом. Час дії сил на елементарний об'єм при різанні зі швидкістю вище 10 м/с мало в порівнянні з періодом

релаксації м'яса. Зі збільшенням швидкості ріжучої стрічки вертикальна і горизонтальна складові сили різання знижуються, що пояснено кінематичним загостренням леза стрічки. Узагальнюючи ці результати, можна зробити висновок, що швидкість різання впливає на кількісні параметри різання (зусилля, робота, потужність), а також на якість розрізу.

Зусилля різання – сумарна сила опору різання продукту, дозволяє об'єктивно описати процес різання і оцінити вплив на нього різних факторів.

При дослідженні різних видів м'яса, прийшли до висновків:

1. М'язові тканини поведуться як пружне тіло, що підкоряється закону Гука, якщо величина миттєво діючих напружень не перевищує межі пружності.

2. Питоме зусилля різання м'яса при розрізанні поперек волокон дорівнює 2-4 Н/м; питоме зусилля різання шкіри в 2-6 разів більше, ніж для м'яса.

3. Питоме зусилля різання м'яса уздовж м'язових волокон в 1,5-2 рази менше, ніж при різанні поперек волокон.

4. Зниження температури м'язових тканин до мінусових температур (-5 °C і нижче) призводить до зростання питомого зусилля різання до 32-37 Н/м; збільшення міцності м'язових тканин можна пояснити появою кристалів льоду серед волокон.

5. Сила тертя металевої поверхні при розрізанні поперек м'язової тканини в області пружних деформацій залежить від величини напруги м'язових волокон і величини поверхні контакту.

Дані по опору різання м'язової тканини м'яса при різанні його поперек волокон. Зниження температури істотно впливає на зусилля різання під час дослідженні м'яса при зміні температури від -15 до +20 °C. Встановлено, що при зниженні температури зразків від +1 до -15 °C питоме зусилля різання лінійно зростає (до 3,2-3,7 кН/м). Починаючи з температури -15 °C і нижче зусилля різання практично однаково незалежно.

Зусилля різання зразків м'яса перетином 15x20 мм визначені при температурі від +5 до -7 °С. Різання робили поперек волокон стрічковим ножом товщиною 1,5 мм з гладкою ріжучою кромкою з двостороннім симетричним заточуванням (кут 14°). Режим різання: швидкість подачі зразка на ніж 0,04 м/с, швидкість стрічкового ножа 6 м/с.

Дослідженням міцності м'яса при зрізі пуансонами з різними кутами заточування ріжучої кромки (30°, 80° і 90°) в діапазоні зміни температури від +10 до -10°С встановлено, що при збільшенні кута заточки від 30° до 90° питоме зусилля підвищувався від 2,68 до 3,85 кН/м (при руйнуванні м'язових волокон) і від 5,4 до 6,2 кН/м (при руйнуванні сполучної тканини). Встановлено залежність між деформаційно-міцностними властивостями і зусиллям при різанні.

Дані в таблиці 2.3. дозволяють розрахувати зусилля різання в залежності від структурно-механічних властивостей м'яса і режиму різання.

Таблиця 2.3 – Залежність питомого зусилля різання (Н/м) від швидкості і показника структури при швидкості подачі 0,003 м/с

Швидкість різання, м/с	Показники структури									
	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
6,4	7,5	9,6	12,0	14,2	16,5	18,6	21,3	24,2	27,6	32,4
25,6	8,7	11,4	14,4	17,1	20,2	23,8	27,0	31,5	37,0	43,5

На енерговитрати при різанні впливають такі чинники: товщина леза, величина заглиблення ножа, чистота поверхні ножа, кут заточування ножа, товщина відрізаємого шару, швидкості різання і подачі, питомого опору різання або питомої роботи різання, тертя різання об поверхню ножа, пружні властивості матеріалу .

Класифікація ріжучого пристрою і вплив геометрії леза на процес різання. В даний час є ряд класифікація, в яких розглянуті машини і пристрої для різання харчових матеріалів або машини, що мають вузли різання.

Машини та пристрої для розрізання будь-яких харчових матеріалів поділяються за такими функціональними ознаками: за призначенням; за принципом дії; по виду ріжучого інструменту; за характером руху ріжучого інструменту; за характером руху матеріалу при різанні; по виду кріплення матеріалу; за характером приводу.

Ріжучі інструменти, класифікують за такими ознаками: вид, тип ріжучої кромки, характер заточування, спосіб очищення інструменту.

Для конструювання різальних машин і пристроїв, а також для вибору найбільш вигідної геометрії ріжучої кромки необхідно знати залежності зусиль різання від товщини ножа, форми і кута заточування кромки. Кут заточування має значення при різанні продуктів органічного походження. Зменшення заточування знижує стійкість і довговічність леза і ускладнює витягування ножа з матеріалу. Так, само зменшення кута заточування (приблизно до 5°) збільшується зусилля різання.

У таблиці 2.4 представлені рекомендовані оптимальні кути заточування різального інструменту. Оптимальний кут заточення залежить від якості матеріалу, що розрізає і умов різання [22].

Таблиця 2.4 – Рекомендовані кути заточування різального інструменту

Ріжучий інструмент	Вид різання	Розрізаємий матеріал	Кут заточки, град
Диск	Ковзання	М'ясопродукти	10-15
		Риба	10-20
Лезо	Без ковзання	Плоди, овочі	15-25
		Риба	8-10
		Хліб	15-20
		Риба	17-25
		Цукровий буряк	18
Ніж		Овочі, фрукти	10-15
		Шкіра	20-30

При дослідженні процесу зносу ріжучого інструменту, встановило, що леза з меншим кутом заточування, незважаючи на великі мікронерівності і знос, мають кращу ріжучу стійкість, ніж з великим кутом заточки. При збільшенні радіуса округлення різальної кромки і її висоти мікронерівності збільшують силу різання. Волокна м'яса при різанні тупим лезом рвуться без перерізання.

Важливим фактором, що впливає на процес різання і якості зрізу, є ступінь затуплення леза. За даними, зусилля різання зростає пропорційно радіусу закруглення вістря ріжучої кромки.

Залежність параметрів різання від швидкості впровадження інструменту. Встановлено, що в якості параметрів різання використовують роботу і зусилля різання. Прийнято два параметра - питома робота (робота, віднесена до одиниці площі новоствореної поверхні) і максимальне питоме зусилля різання (зусилля, віднесене до одиниці довжини ріжучої кромки).

Розглянемо зміну зусилля різання при впровадженні гільйотини ножа в розрізаємий матеріал. Для різних матеріалів залежність зусилля різання від глибини занурення різна. Так, при різанні високополімерних матеріалів з волокнистою структурою встановлено, що зусилля в початковий період різання зростає, досягає свого максимального значення і далі різко знижується. Це падіння зусилля пояснюється появою випереджаючої тріщини в матеріалі.

Слід зазначити, що максимальне зусилля різання і питома робота мають найменше значення при різанні зразка в незафіксованому положенні. Однак якість зрізу отримали незадовільне через наявність випереджаючої тріщини в матеріалі. Зміна швидкості різання на якість зрізу не впливає. Різке зниження зусиль різання спостерігали при швидкості близько 0,005 м/с.

Видно, що параметри совання залежать від властивостей оброблюваного матеріалу. При обробці пластичних продуктів основна частина енергії витрачається на пластичні деформації.

Вплив товщини ножа на параметри різання. Встановили, що поява випереджаючої тріщини залежить від товщини ножа і не залежить від швидкості різання. Виділили дві області: різання з випереджаючої тріщиною і різання без появи тріщини в розрізати матеріалі. Кордон між цими областями характеризує умови, при яких відбувається розрив під дією бічних складових сили різання. Видно, що при різанні ножом товщиною близько 4 мм і більше, тріщина буде з'являтися при глибині впровадження 3,5 мм. Довжина випереджаючої тріщини різко зменшується при товщині ножа менше 1 мм.

При зміні товщини ножа від 0,4 до 1,8 мм питоме зусилля різання (при постійній швидкості різання) збільшується приблизно в 2 рази, вплив товщини ножа на зусилля різання велике. З аналізу випливає висновок, що кращу якість зрізу забезпечується при товщині ножа до 0,6 мм.

Вплив кута заточування ножа на зусилля різання. При аналізі отриманих даних, показано що при зміні кута заточки від 5° до 18° зусилля різання змінюється на 12-20%. Графік залежності питомої різання від кута заточки ножа умовно можна розділити на три ділянки: $5-12^\circ$, $12-20^\circ$, $20-18^\circ$. При куті заточування до 12° зусилля різання зростає. Це пояснюється тим, що деформації піддається велика зона розрізання, швидкість деформації незначна, і практично деформація знаходиться в пружній області. Зі збільшенням кута заточування ножа від 12° до 20° зона пружної деформації зменшилася, відбувається ковзання маси по гранях ножа, зусилля різання знижується. При подальшому збільшенні кута заточування ножа спостерігається збільшення зусилля різання. При цих кутах заточення ножа розрізаємий матеріал прилипає до граней ножа, утворюючи постійну застійну зону.

Рекомендований до застосування ніж з кутом заточування від 12° до 20° . Це забезпечує мінімальне зусилля різання і найменше прилипання маси до ножа, що не перешкоджає виходу ножа з матеріалу.

Вплив фізико-механічних властивостей матеріалу на різання. Як показали експериментальні дослідження, реологічні характеристики харчових мас залежать головним чином від швидкості зсуву, тиску, температури і вологості.

З ростом напруги зсуву в'язкість зменшується нерівномірно внаслідок неоднакового руйнування структури: спочатку при малих напругах структура системи частково відновлюється, при більш високих швидкостях відбувається лавинне руйнування структури з дуже малим відновленням.

Особливий інтерес представляє визначення впливу температури на реологічні властивості, що розрізають маси, так як регулювання процесів формування та різання здійснюється зміною температури. З підвищенням температури матеріалу сили взаємодії між дисперсними частинками зменшуються і в'язкість падає, зі зменшенням температури напруга зсуву зменшується.

2.1.3. Експериментальні дослідження процесу різання яловичого стравоходу

Про реологічні характеристики м'ясних продуктів можна судити на основі визначення граничного напруження зсуву. Зазначений показник дозволяє оцінити міцність структури і консистенцію продукту. Зусилля зрізу характеризує міцність і жорсткість системи, які тісно пов'язані з якісним складом білків в м'ясі і стадіями автолізу м'язової тканини. Метод визначення зусилля зрізу заснований на вимірюванні тиску, необхідного для руйнування зразка шляхом зрізу в камері постійного обсягу. Зусилля зрізу визначають на експериментальній установці дослідження процесу різання, схема якого вказана на рисунку 2.4.

Експериментальний стенд, складається з: допоміжних пристосувань, контрольно-вимірювальних приладів і приладів автоматики.

До контрольно-вимірювальних приладів відносяться:

- секундомір ручний по ГОСТ 8.423-81 з межею вимірювань 10 хв і точністю 1с;

- ваги електронні ВР-03МС по ГОСТ 29329-92 з похибкою вимірювань 5 г;
- Термометр лабораторний згідно з ГОСТ 28498-90 з межею вимірювань від -10 до 20 °С і ціною поділки 0,5 °С;
- Динамометр лабораторний згідно з ГОСТ 13837-79 з межею вимірювань від 0,0010 до 0,010 кН і діаметром шкали 125 мм.

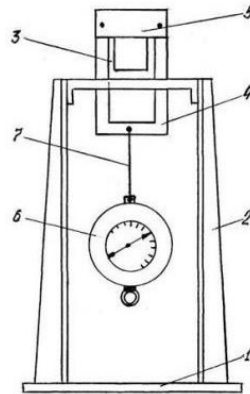


Рисунок 2.4 – Експериментальна установка дослідження процесу різання:

- 1 – основа, 2 – вертикальна стійка, 3 – тримач зразків, 4 – рухома планка,
5 – ріжучий орган, 6 – динамометр, 7 – нитка.

Експериментальна установка працює наступним чином. Перед початком випробувань роблять вибір ріжучого органу (ножа), який потім закріплюється за допомогою гвинтів до планки приладу. Підготовлений зразок закладають в утримувач і, взявшись пальцем руки за кільце динамометра, роблять рух ножа вниз. Різання рекомендується проводити без ривків і не дуже повільно, намагаючись дотримуватися однакової швидкості руху ножа. У процесі різання за показаннями максимальної сили фіксують значення зусилля зрізу. Після закінчення процесу різання виробляють підйом ножа в початкове положення і одночасно здійснюють переміщення зразка уздовж тримача під лезо ножа і знову проводять випробування.

Підготовка проб. Для визначення зусиль зрізу готують 3 леза і 3 циліндричних ножа з кутами заточування 10° , 20° , 30° градусів. Дослідження буде проходити при трьох значеннях температури: -5 , 0 , 5 градусів. Готують очищений від зовнішніх забруднень стравохід. Знадобиться 18 циліндричних зразків, висотою 2 сантиметри.

Методика і програма експериментальних досліджень ріжучого інструмента.

Істотним етапом в експериментальному визначенні функції є вибір значень незалежних змінних, при яких потрібно здійснювати досліди. Набір цих значень є план експерименту. Застосування оптимального плану експерименту дозволяє скоротити число необхідних дослідів і підвищити точність обробки [34].

Планом експерименту обраний повний факторний експеримент. Перший етап планування експерименту для отримання лінійної моделі заснований на варіюванні на трьох рівнях. В цьому випадку, при відомому числі факторів, можна знайти число дослідів, необхідне для реалізації всіх можливих поєднань рівнів чинників. Формула для розрахунку числа дослідів виглядає так: $N = p^k$, де N – кількість дослідів, p – число рівнів факторів, k – число факторів.

На основі аналізу апріорної інформації робиться вибір експериментальної області факторного простору, який полягає у виборі основного (нульового) рівня і інтервалів варіювання факторів.

Основний рівень є вихідною точкою для побудови плану експерименту, а інтервали варіювання визначають відстані по осях координат від верхнього і нижнього рівнів до основного рівня. Виходять значення факторів, рівні $+1$ (верхній рівень), 0 (основний рівень), -1 (нижній рівень).

В якості незалежних керованих змінних, що характеризують процес розрізання, прийняті:

- кут заточки ножа, α .
- температура продукту, t .

Для нашого експерименту кути заточування обрані довільним чином. Кут заточування 10°, 20°, 30° градусів є базовим і представляє результати, які характеризують мінімальні і максимальні значення. Для вибору значень температури, показники були взяті з таблиці 2.5 [35].

Таблиці 2.5 – Зміна зсувних властивостей при різних температурах м'яса яловичого

Показник	Величина характеристики при температурі, °С						
	-15	-10	-5	0	5	10	15
Напруга різання, Н/м ²	-	7,56	3,34	2,32	2,19	1,94	1,90
Модуль пружності, Н/м ²	51,4	23,3	5,00	1,19	0,33	0,126	0,118
Опір, Н/м різанню подачі	0,22	0,19	0,16	0,15	0,12	0,11	0,11
	0,94	0,82	0,71	0,61	0,55	0,57	0,60

Як видно напруга різання практично не залежить від температури, якщо вона вище нуля. Нижче нуля зусилля зрізу збільшується ступінчатою в 1,5 рази, потім в 2 рази. Модуль пружності збільшується спочатку в 4 рази, а нижче -10 градусів

– в 2 рази. Тому за основний рівень була обрана температура 0 градусів. Так як, вище нуля зусилля зрізу не змінюється, за верхній рівень була обрана температура +5 градусів. За нижній рівень була обрана температура -5, так як, для досягнення цієї температури не потрібно вдаватися до спеціальних методів.

Як вихідні шукані параметри окремо визначається сила різання для плоских і циліндричних ножів. Для кожного досвіду встановлюється необхідні режимно- конструктивні параметри процесу різання. На дошці готується кількість зразків

стравоходу. Шляхом заміни лез в тримачі встановлюється необхідне лезо. Температура продукту визначається за допомогою термометра.

Експериментально досліджується три варіанти комплектації ріжучого інструменту: кут заточки 10°, 20°, 30°; і три варіанти температури -5, 0, +5 °С. У нашому випадку формула для розрахунку числа дослідів виглядає так: $N = 3^2$. Таким чином для проведення випробування всіх трьох варіантів комплектуючих ріжучого механізму, необхідно 9 раз провести експеримент для циліндричних ножів та 9 раз для плоских ножів.

Дані експерименту заносяться в таблицю плану експериментальних досліджень і виконується їх математична обробка.

Для опису залежностей між вихідними змінними і вхідними параметрами була обрана квадратична модель виду:

$$Y(X_1, X_2) = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_1^2 + a_4 X_2^2 + a_5 (X_1 X_2)$$

де $a_{i,j}$ – коефіцієнти математичної моделі; X_1 – кут заточки, град; X_2 – температура продукту, °С.

Використання моделі дає можливість знайти, у певному розумінні, найкращі сполучення кута заточки та температури продукту.

Після визначення таблиці експерименту на її основі було створено матрицю експерименту F , яка враховує обраний вид математичної моделі.

Визначення коефіцієнтів моделі проводилося за загальною формулою

$$a = (F^T F)^{-1} F^T Y.$$

Таким чином для даного технологічного процесу було отримано 2 моделі для двох видів ножа. Перевірка за статичними критеріями щодо адекватності моделей, показала, що вони вірно відтворюють показники технологічного процесу і можуть бути використані для проведення подальших досліджень. Таким чином, найефективні співвідношення параметрів можна визначити на графіках та зробити висновки [36].

Були проведені визначення структурно- механічних властивостей м'яса яловичини та свинини. Структурно-механічні показники м'язової тканини м'яса впливають на консистенцію готового продукту. Для їх визначення проводиться знаходження зусилля зрізу. Для цього використовувався плоский ніж (рис. 4.5).

Структурно-механічні дослідження показують, що м'ясо свинини, по своєму складу відрізняється від яловичини меншим складом з'єднальної тканини, що підтверджується зниженням зусилля зрізу на 30 % в порівнянні з м'ясом яловичини. Досліджувалось зусилля зрізу плоского ножа та циліндричного. Під час поділу матеріалу на частини під впливом леза, передусе процес попереднього стиснення їм матеріалу до виникнення на його кромці руйнівної контактної напруги. Момент виникнення визначається значенням зусилля прикладаємого до ножа і долаючи ряд опорів різного походження, що виникають в матеріалі.

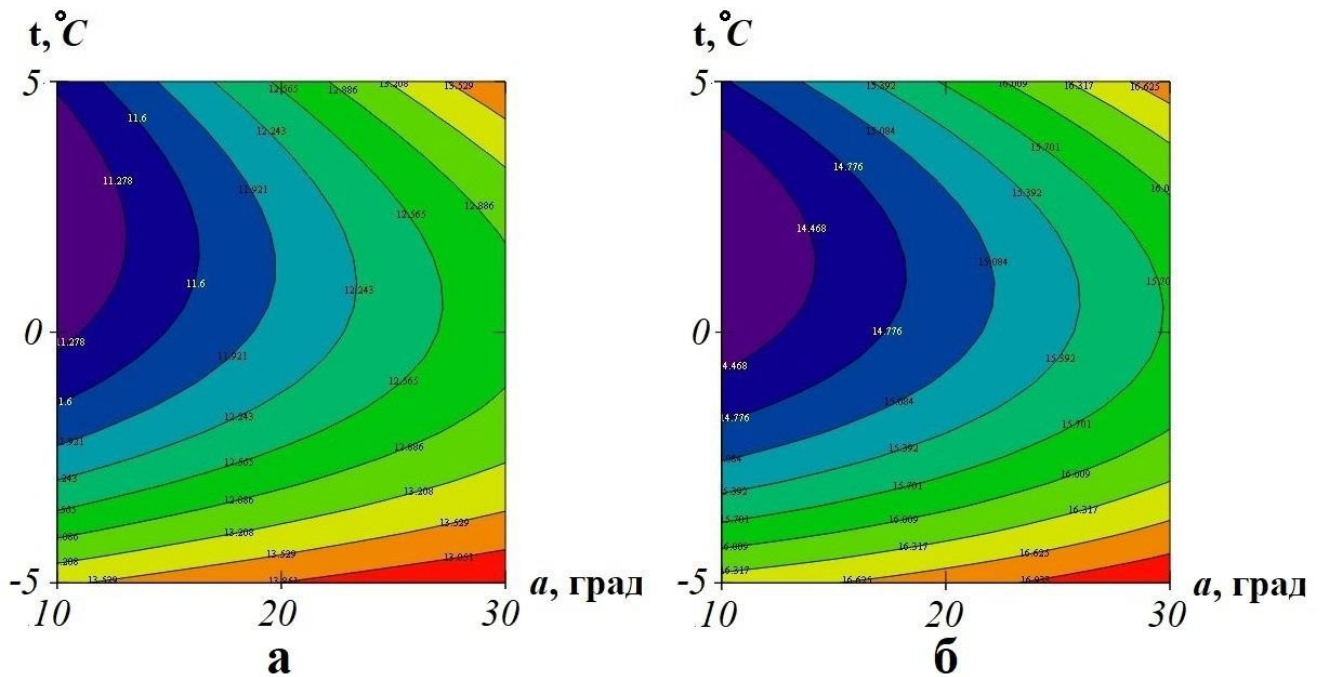


Рисунок 2.5 –Лінії рівня: а – свинина, б – яловичина

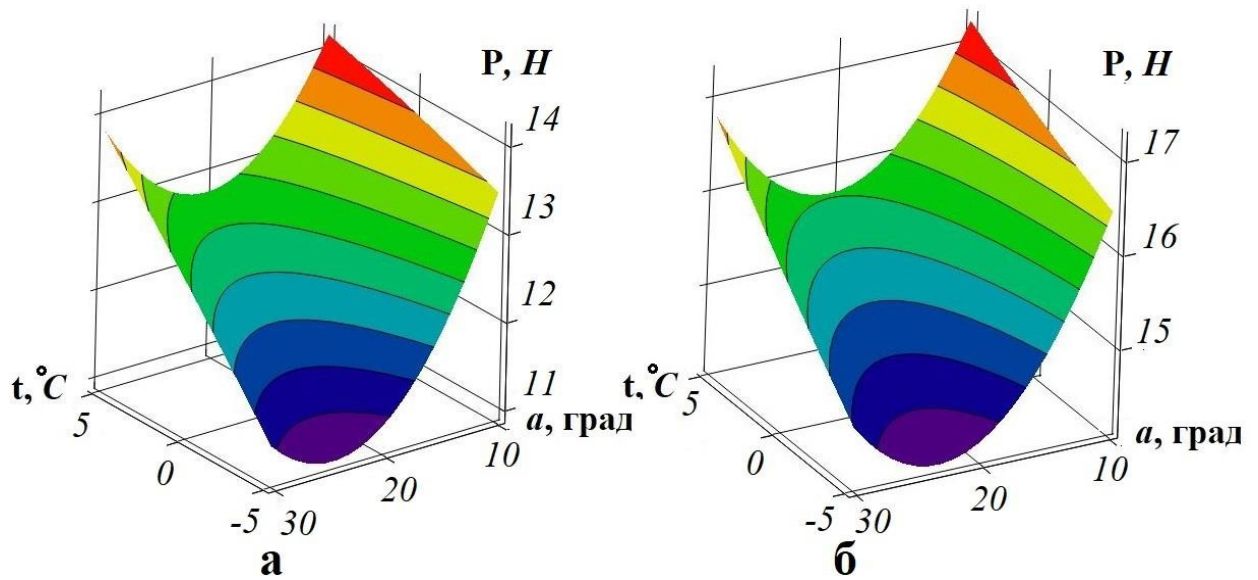


Рисунок 2.6 – Графік поверхні: а – свинина, б – яловичина

У нашому випадку зусилля, при якому завершується процес стиснення матеріалу і починається його різання, є максимальним з усіх зусиль, що виникають в процесі різання. Процес різання виглядає так: при поглибленні леза в шар матеріалу на певну величину, коли на його ріжучій кромці виникає руйнівне контактне напруження, починається процес різання. На ніж діють наступні сили: $P_{різ}$ - опір руйнуванню матеріалу під кромкою леза, спрямований вгору; $P_{обж}$ - сили обтиску матеріалом, мають горизонтальний напрямок і діють на бічні грані леза (виникають вони від розширення шару матеріалу, викликаного впровадженням в нього клинка леза); $P_{ск}$ - опір шару стиску фаскою леза, спрямоване вгору; T - на обох сторонах ножа виникає сила тертя матеріалу на лезо. У нашому випадку на зусилля різання впливає форма ріжучого інструменту. При розрізанні плоским одностороннім ножем $P_{обж}$, $P_{ск}$ та T значно менше, так як ніж має тільки одну ріжучу сторону, яка приймає велику частину зусиль, які припадають на ніж. До того ж при розрізанні така форма ножа сприяє розділенню шару матеріалу, через що він починає менше прилягати до ножа, що

зменшує вплив сил і зменшує зусилля різання. При різанні циліндричним ножом форма ножа не дає перевагу при різанні. Це обумовлено тим, що ніж проходить між двома шарами, серозним, який прикріплений до м'язового і слизистого. Зусилля різання має високі значення з двох причин. Перша, зв'язок між серозним і слизовим шарами дуже високий, що вимагає збільшення сили прикладеної до ножа. Друга, при завершенні процесу стиснення матеріалу і початку розрізання, при проходженні певної відстані з'являється необхідність збільшити силу різання. Це обумовлено тим, що $P_{різ}$ більше, так як сила зчеплення шарів вище; При $P_{сж}$ фаскою леза шар продукту відгинається і верхня його частина прилягає до ножа. Це призводить до збільшенню опору і сили тертя. На графіках 2.7 та 2.8 показано вплив температури продукту та кут заточки певної форми ножа на зусилля різання. Для плоского ножа видно, що зусилля різання зростає поступово; при температурі 0 та +5 °C зусилля різання майже однакове, при температур -5 °C зусилля різання зростає. Для циліндричного ножа графік має інший вигляд. При плюсовій температурі зусилля різання зростає поступово, при температурі -5 °C зусилля зростає різко, хоча сила тертя зменшується, збільшується сила опору і вирішальним фактором стає площа контакту ножа з м'ясом. Має місце особливість кута заточки та температури продукту. Ніж з кутом заточки 10 ° має перевагу під час різання при температур +5 °C, але при температурі -5 °C ніж з кутом заточки 30° ефективніший. Це зумовлено тим, що на тонкий ніж при температур +5 °C сили $P_{обж}$, $P_{сж}$ та T діють менше, що дозволяє без зусиль розрізати м'ясо, але при температурі -5 °C структура продукту стає твердіше, та через тонке лезо, зростає сила $P_{різ}$, що призводить до зростання зусилля різання. Ніж з кутом заточки 30° при температурі +5 °C неефективний, тому що через збільшення кута, збільшується сила необхідна на стискання матеріалу до виникнення на його кромці руйнуючого контакти напруги та збільшення площі контакту приводить до збільшення сили опору та тертя. При

температурі -5°C ніж без великих зусиль долає силу опору руйнування матеріалу під кромкою ножа.

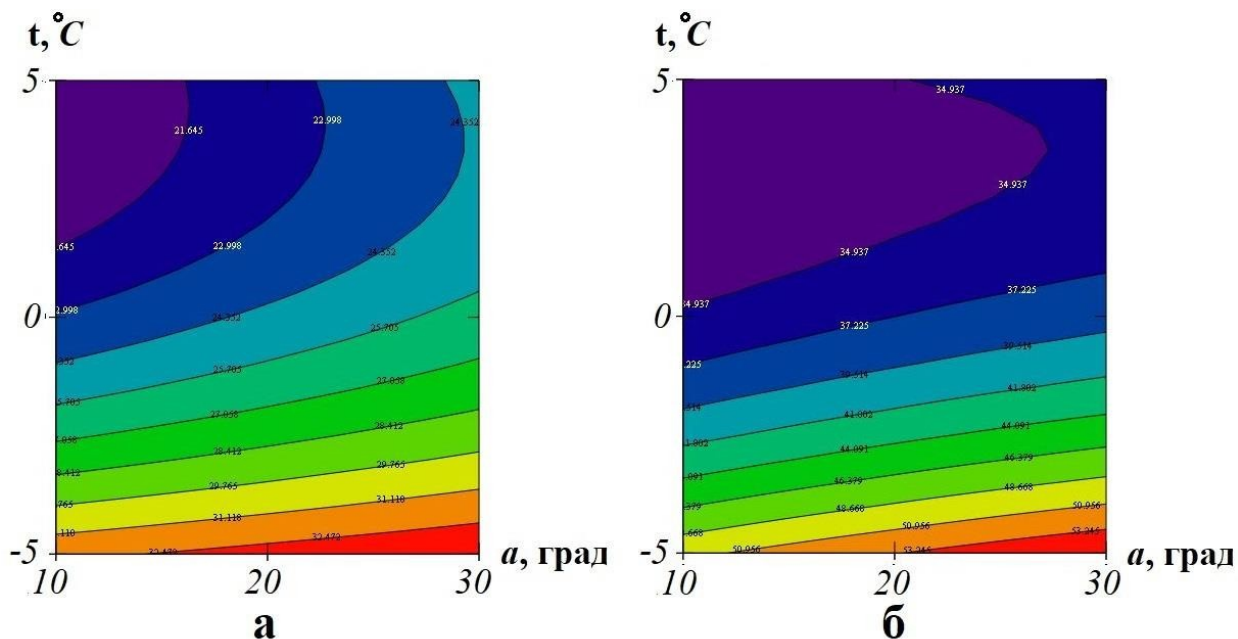


Рисунок 2.7 – Лінії рівня: а – Плоского ножа, б – циліндричного ножа.

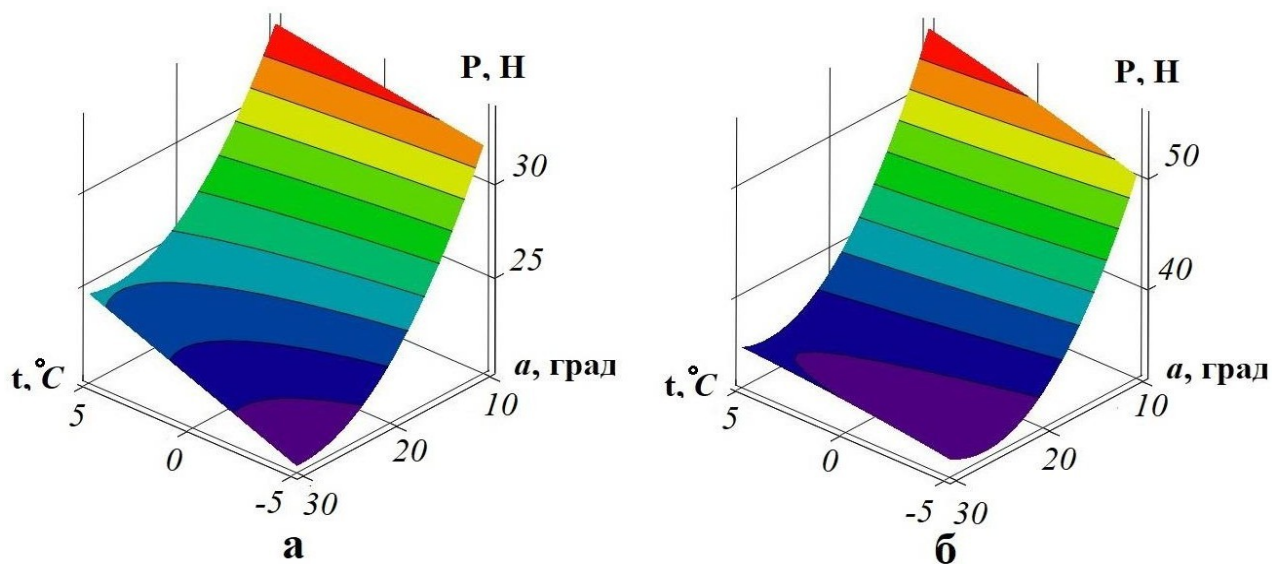


Рисунок 2.8 – Графік поверхні: а – Плоского ножа, б – циліндричного ножа.

Після знаходження аналітичних залежностей між показниками якості та вхідними параметрами процесу за заданими показниками знайдено відповідні сполучення параметрів, які показують оптимальні показники зусилля різання.

Оптимальними показниками зусилля різання вважається значення при яких ніж не швидко втрачає здатність до використання. Для плоского ножа оптимальні показники лежать в межах від 0 до -5 °С при кутах заточки від 20 ° до 30 °. Для плоского ножа оптимальні показники лежать в межах 0 °С та кутах заточки від 10 ° до 20 °.

Таким чином, можна прийти до висновку, що основними параметрами, які характеризують процес різання, є зусилля різання, що виникають при цьому, характер пружних деформацій при розрізанні матеріалу, а також вид і геометрія ріжучого інструменту. На процес різання більше впливають вологість розрізаємого продукту і його фізико-механічні властивості. Використовуючи геометричні параметри ріжучої кромки інструменту, оптимальні параметри мікрогеометрії леза ножа дозволить поліпшити якість зрізу, знизити деформаційно- силовий вплив на матеріал, зменшити зусилля різання і збільшити продуктивність.

2.2. Дослідження процесу очищення тушок риби від луски

2.2.1. Дослідження сили зв'язку луска-шкіра для тушок ставкової риби в нативному стані

Теоретично зусилля F , необхідне для зняття луски, пропорційне квадрату характерного розміру тушки l , отже, можна написати [22]:

$$F = k_1 l^2, \quad (2.1)$$

де F - зусилля на відрив луски (величина зв'язку луска - шкіра), Н;

k_1 - коефіцієнт пропорційності, Н / м²;

l - характерний розмір тушок риби, наприклад, товщина середньої частини, м.

З іншого боку, обсяг тушки, отже, і її маса пропорційні кубу характерного розміру тушки, так що можна написати:

$$M = k_2 l^3, \quad (2.2)$$

де M - маса тушки, кг.

З (3.1) та (3.2) випливає, що

$$F = k_3 M^{2/3}. \quad (2.3)$$

Сила зв'язку луска-шкіра залежить від величини – коефіцієнта міцності зчеплення луски з тушкою різних видів риби. Це значення для коропа вище, ніж для білого товстолобика, за однакової маси тушок. Отже, величиною цієї константи можна кількісно охарактеризувати міцність утримання луски тушкою. Дана величина необхідна для розрахунків апарату по видаленню луски. Визначивши її для різних видів риби, можливо розрахувати теоретично силу зв'язку луска-шкіра для тушок необхідної маси.

Отже, теоретична залежність величини сили зв'язку луска-шкіра від маси тушок повинна мати вигляд, представлений на рис 2.9.

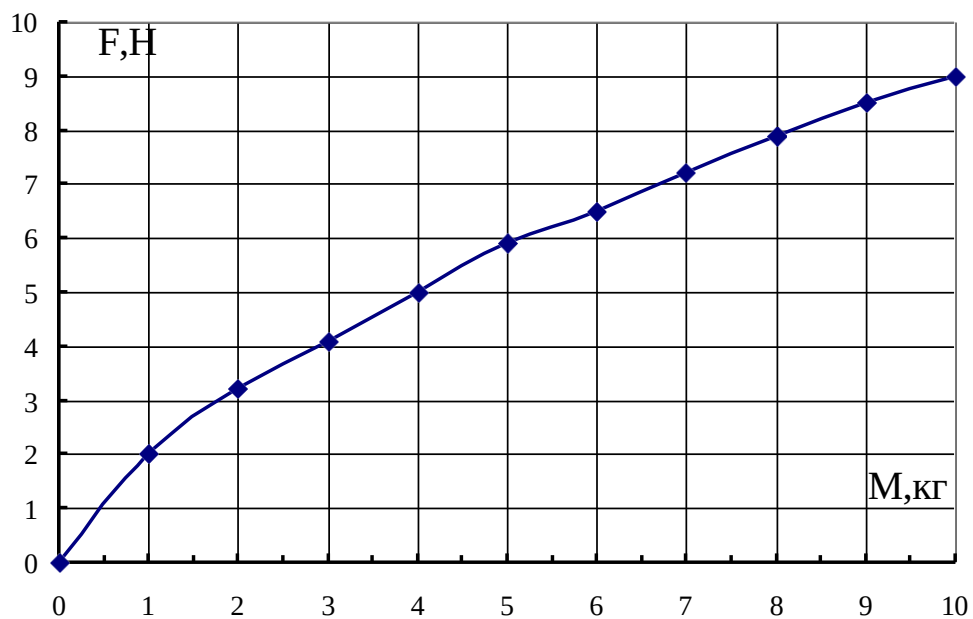


Рисунок 2.9 – Теоретична залежність сили зв'язку луска-шкіра F від маси тушок

Розроблена експериментальна установка дозволила з достатньою точністю вимірювати силу зв'язку луска-шкіра в початковому стані для тушок коропа і білого товстолобика різної маси. При цьому дослідженню піддавалися тушки риби, яка присипляє безпосередньо перед проведенням експерименту; період від моменту припинення життєдіяльності до моменту зняття показання не перевищував 4...5 хв. Таким чином, отримані дані можна вважати найбільш близькими до сили зв'язку луска-шкіра у живої риби, тому що зняти дані безпосередньо з тушок живої риби на даній експериментальній установці не представляється можливим.

Отримані експериментальним шляхом дані дозволили виявити залежність сили зв'язку луска-шкіра від маси тушок ставкової риби. Динаміка зміни сили зв'язку луска - шкіра для ставкової риби залежно від маси тушок наведена на рис. 2.10.

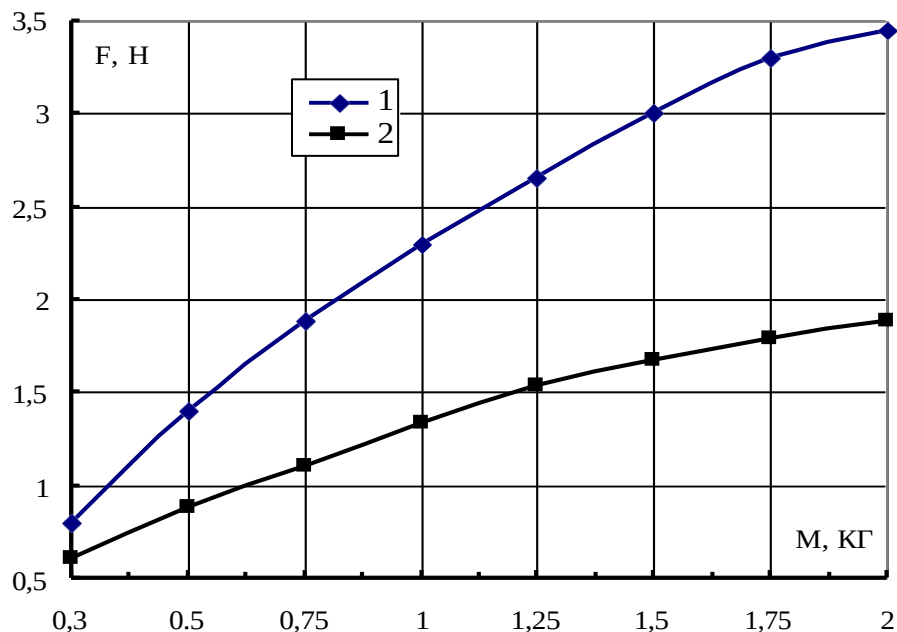


Рисунок 2.10 – Залежність сили зв'язку луска-шкіра від маси тушок в нативному стані: 1 - коропа, 2 - товстолобика

Аналіз отриманої залежності свідчить про те, що в процесі збільшення маси тушок відбувається зростання сили зв'язку луска-шкіра. Залежно від виду ставкової риби зростання відбувається різним чином, отже, значення коефіцієнтів k_1 і k_3 (на підставі формул (3.1) і (3.3)) для коропа і білого товстолобика будуть різними. Так, тушки масою до 0,3 кг мають близьке значення сили зв'язку, але з ростом маси тушок сила зв'язку у коропа наростає значно швидше, ніж для білого товстолобика. Так, при масі тушок 1,0 кг сила зв'язку у коропа в 1,8 рази перевищує силу зв'язку у товстолобика, а при збільшенні маси тушок до 2 кг це співвідношення становить 1:2,1.

Дана відмінність може бути обумовлено різним морфологічним будовою луски коропа і товстолобика – короп має луску більшого розміру, ніж товстолобик, більш велику лускову сумку, і, відповідно, кожна лусочки утримується великою кількістю білкових утворень. Отримавши ці дані, можна припустити, що навіть при видаленні луски відомими способами необхідно сортувати рибу за масою і регулювати величину прикладається сили при обробці різних видів риби на одиниці обладнання.

Незначне відхилення даних, отриманих експериментально, від теоретичної залежності виявлено для тушок риби масою 0,3 ... 0,4 кг. При цьому відхилення виявлено як для коропа, так і для товстолобика. В обох випадках експериментально отримані значення перевищують теоретично розраховані. Ймовірно, це обумовлено тим, що в початковий період росту тушки риби відбуваються процеси активних змін її будови, які не збігаються з процесами росту тушки на другому і третьому році життя.

Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити силу зв'язку луска-шкіра для тушок ставкової риби в нативному стані і розрахувати на підставі експериментальних даних значення коефіцієнтів k_3 для коропа і товстолобика, при використанні яких можливе теоретичним шляхом розрахувати силу зв'язку

луска-шкіра для тушок будь-яких вагових груп. Для коропа значення k_3 становить 2,29, а для білого товстолобика - 1,25.

У реальних умовах виробництва досить рідко доводиться мати справу з живою рибою, так як в основній своїй масі рибопереробні підприємства віддалені від нагульних ставків, і виникає необхідність короткочасного зберігання риби та транспортування до місць її переробки. При цьому на переробку надходить снула або охолоджена риба, яка відповідає вимогам державних стандартів. [22] Отже, актуальним є дослідження сили зв'язку луска - шкіра не тільки для снулої, а й для охолодженої ставкової риби.

2.2.2. Дослідження зміни сили зв'язку луска-шкіра при зберіганні ставкової риби в охолодженому вигляді

Було проведено дослідження з визначення сили зв'язку луска-шкіра для коропа і товстолоба, що зберігалися після усипляння в холодильній камері при температурі 6° С протягом 48 год. Через кожну годину відбиралися тушки риби і піддавалися дослідженню на експериментальній установці. Результати проведених досліджень представлені на рис. 2.11 та 2.12.

В результаті досліджень, проведених для коропа, було відзначено, що залежність сили зв'язку луска-шкіра від часу зберігання в охолодженому вигляді для тушок коропа різної маси представляється характерною кривою, яку можна умовно розділити на дві ділянки.

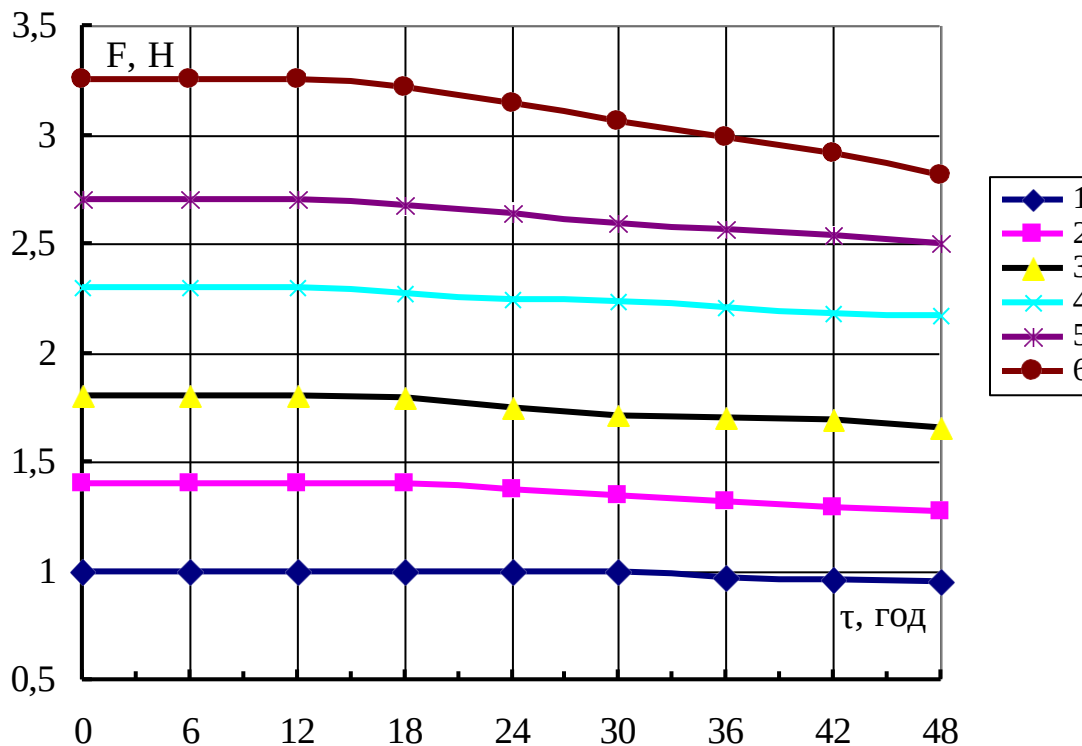


Рисунок 2.11 – Зміна сили зв'язку луска-шкіра для коропа при зберіганні, $t = 6^{\circ}\text{C}$: 1 – $m=0,5$ кг; 2 – $m=0,75$ кг; 3 – $m=1,0$ кг; 4 – $m=1,25$ кг; 5 – $m=1,5$ кг; 6 – $m=1,8$ кг;

Перша ділянка – період зберігання в перші 6...8 год. Отримані експериментальні дані показують, що сила зв'язку луска-шкіра на даному етапі практично не змінюється, оскільки розкид отриманих даних знаходиться в межах похибки вимірювання. На підставі цього можна судити про те, що активність процесів зміни білкових з'єднань, що утримують лусочку, перші 6...8 год зберігання при температурі 6°C не спостерігається. Друга ділянка, від 6...8 год і до закінчення всього терміну зберігання тушок (48 год) обрано згідно вимогам стандарту на рибу охолоджену. Експериментальні дані показують, що на цьому етапі спостерігається ослаблення зв'язку луска-шкіра, проте швидкість ослаблення зв'язку невелика.

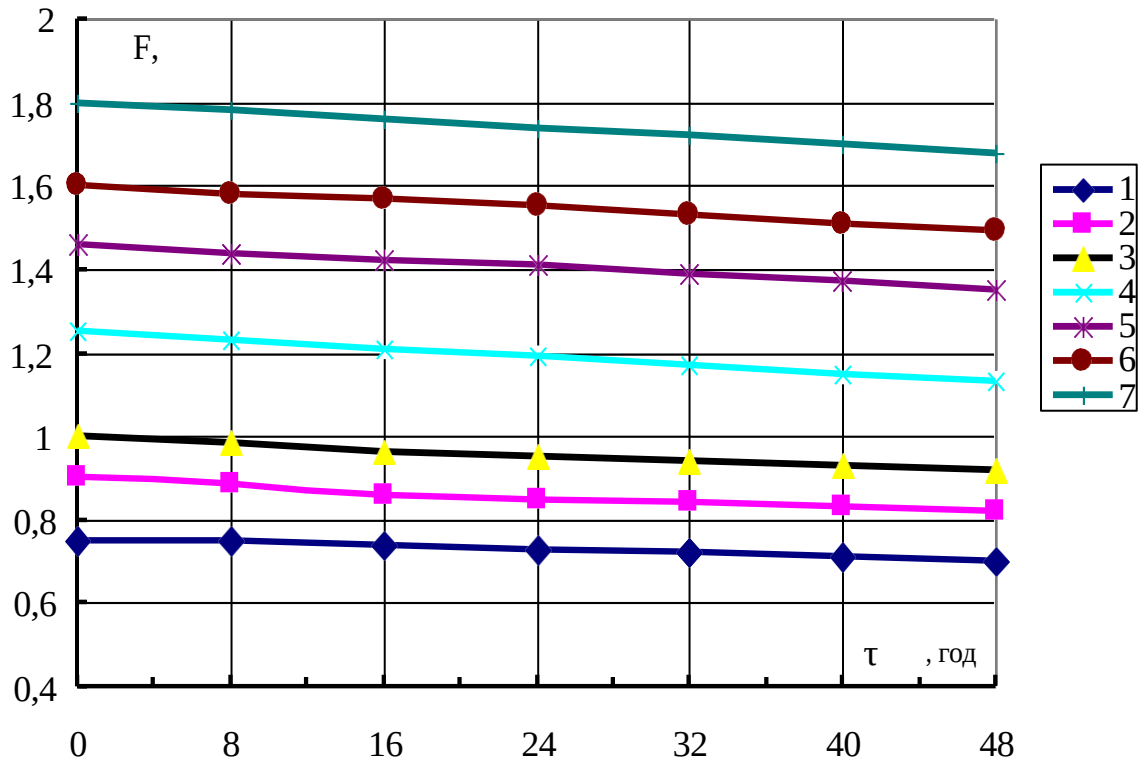


Рисунок 2.12 – Зміна сили зв'язку луска-шкіра для товстолобика при зберіганні, $t = 6^{\circ}\text{C}$: 1 – $m = 0,3$ кг; 2 – $m = 0,5$ кг; 3 – $m = 0,75$ кг; 4 – $m = 1,0$ кг; 5 – $m = 1,25$ кг; 6 – $m = 1,5$ кг; 7 – $m = 1,8$ кг

Певно, за даних умов зберігання відбуваються процеси ослаблення білкових з'єднань лускатої сумки шкіри риб. Через 48 год зберігання сила зв'язку луска-шкіра зменшується на 5...8% від початкового значення. Відзначено, що для великої риби цей відсоток вище, ніж для дрібної.

На рис 2.12 представлено зміна сили зв'язку луска-шкіра для товстолобика при зберіганні в охолодженому вигляді. Характер залежностей аналогічний залежностям для коропа. Єдиною відмінністю є те, що друга ділянка кривих починається з 5...7 год зберігання, і ослаблення зв'язку луска-шкіра відбувається кілька інтенсивніше в процентному співвідношенні. Це може відбуватися внаслідок різної активності ферментів тушок коропа і товстолоба.

Проведені експериментальні дослідження дозволили простежити зміну сили зв'язку луска-шкіра для тушок ставкової риби при зберіганні в охолодженому вигляді. Встановлено, що дана величина змінюється незначно, і для розробки технічного завдання на апарат з видалення луски буде використана сила зв'язку луска-шкіра в нативному стані.

Наступним етапом експериментальних досліджень є вивчення змін сили зв'язку луска - шкіра в процесі ультразвукової обробки рибної сировини.

2.2.3. Дослідження впливу частоти ультразвукових хвиль на силу зв'язку луска-шкіра

Були проведені дослідження зміни сили зв'язку луска-шкіра для коропа і білого товстолобика в процесі ультразвукової обробки з використанням експериментальної установки УЗДН-2Т. Дослідження проводили з використанням магнітострикційних випромінювачів, що випромінювали ультразвукові коливання частотою 15 кГц, 22 кГц та 35 кГц. Ефективність використання ультразвукових хвиль з запропонованого ряду обумовлена умовою виникнення в рідких технологічних середовищах режиму розвинутої кавітації та пов'язаних з ним явищ, таких як ударні хвилі, мікротечії, акустична турбулентність.

Згідно ДСТУ 2284:2010 «Риба жива. Загальні технічні вимоги», за яким короп та товстолобик білий поділяються за масою на три групи (звичайний – 0,3...0,8 кг, великий – 0,8...1,5 кг, короп відбірний – 1,5 кг та більше), було обрано три вагові групи риб, які були оброблені ультразвуковими хвилями. Результати досліджень для коропа наведені на рис. 2.13-2.15, товстолобика – рис. 2.16-2.18.

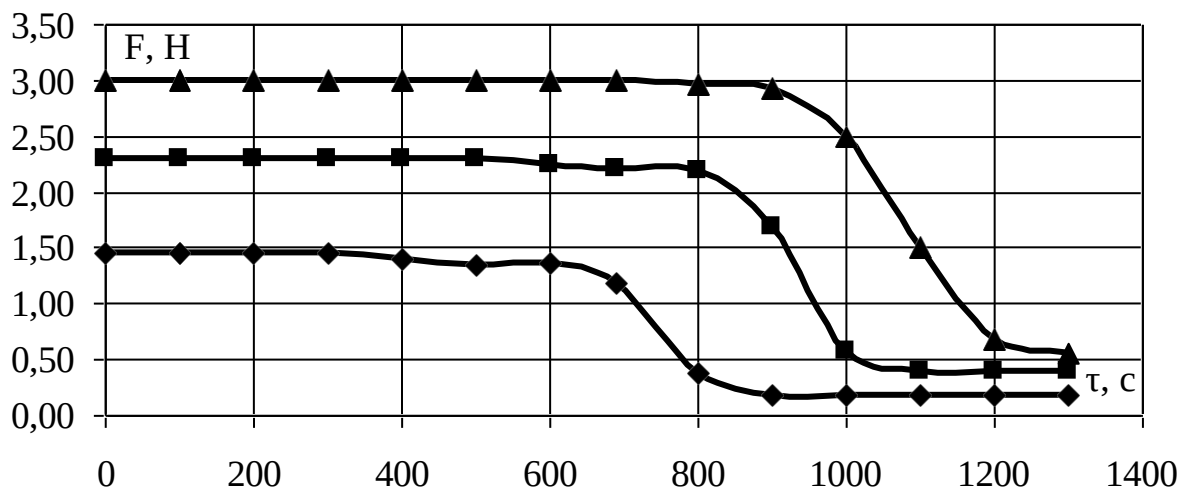


Рисунок 2.13 – Залежність сили зв'язку луска-шкіра для коропа від тривалості ультразвукової обробки (частота ультразвукових хвиль 15 кГц): 1 – $m = 0,5$ кг; 2 – $m = 1,0$ кг; 3 – $m = 1,5$ кг

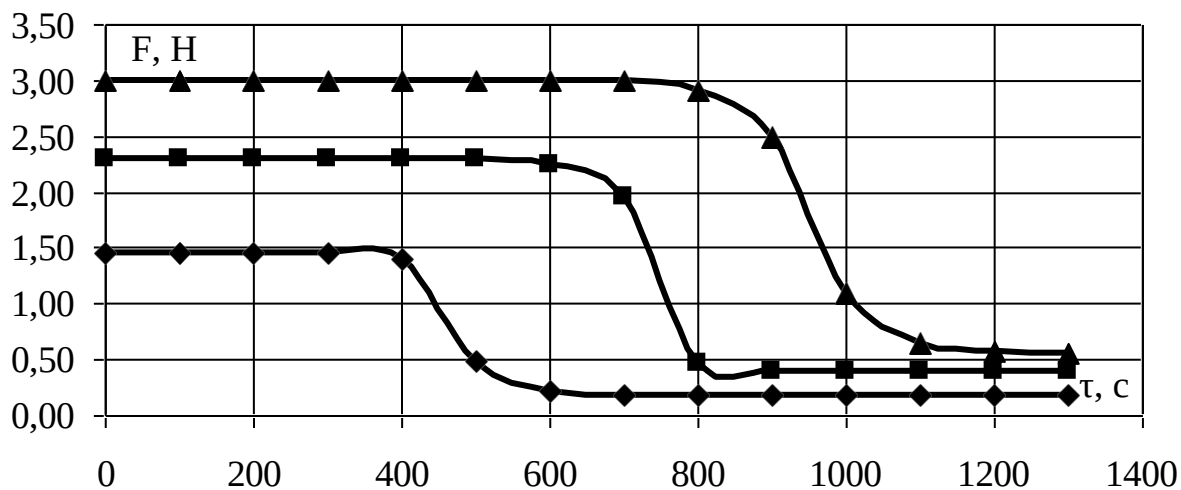


Рисунок 2.14 – Залежність сили зв'язку луска-шкіра для коропа від тривалості ультразвукової обробки (частота ультразвукових хвиль 22 кГц): 1 – $m = 0,5$ кг; 2 – $m = 1,0$ кг; 3 – $m = 1,5$ кг

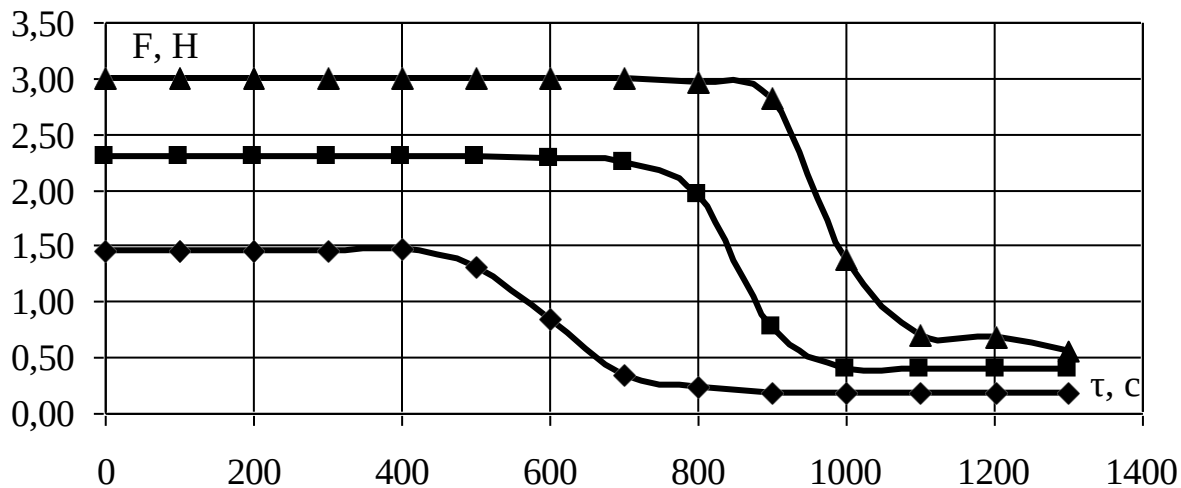


Рисунок 2.15 – Залежність сили зв'язку луска-шкіра для коропа від тривалості ультразвукової обробки (частота ультразвукових хвиль 35 кГц): 1 – $m = 0,5$ кг; 2 – $m = 1,0$ кг; 3 – $m = 1,5$ кг

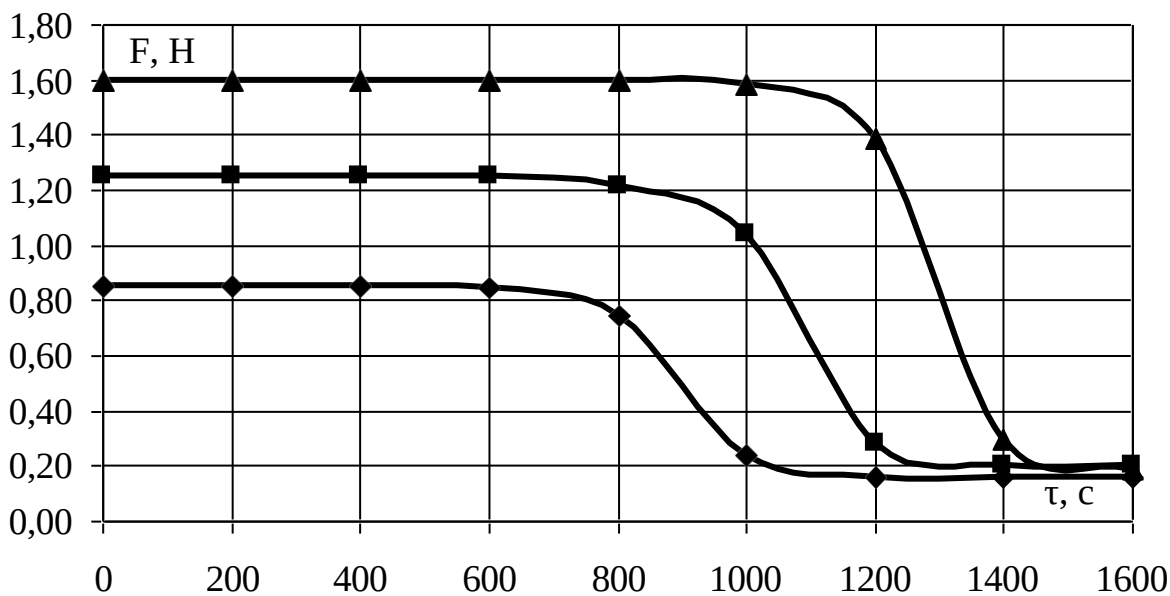


Рисунок 2.16 – Залежність сили зв'язку луска-шкіра для товстолобика від тривалості ультразвукової обробки (частота ультразвукових хвиль 15 кГц): 1 – $m = 0,5$ кг; 2 – $m = 1,0$ кг; 3 – $m = 1,5$ кг

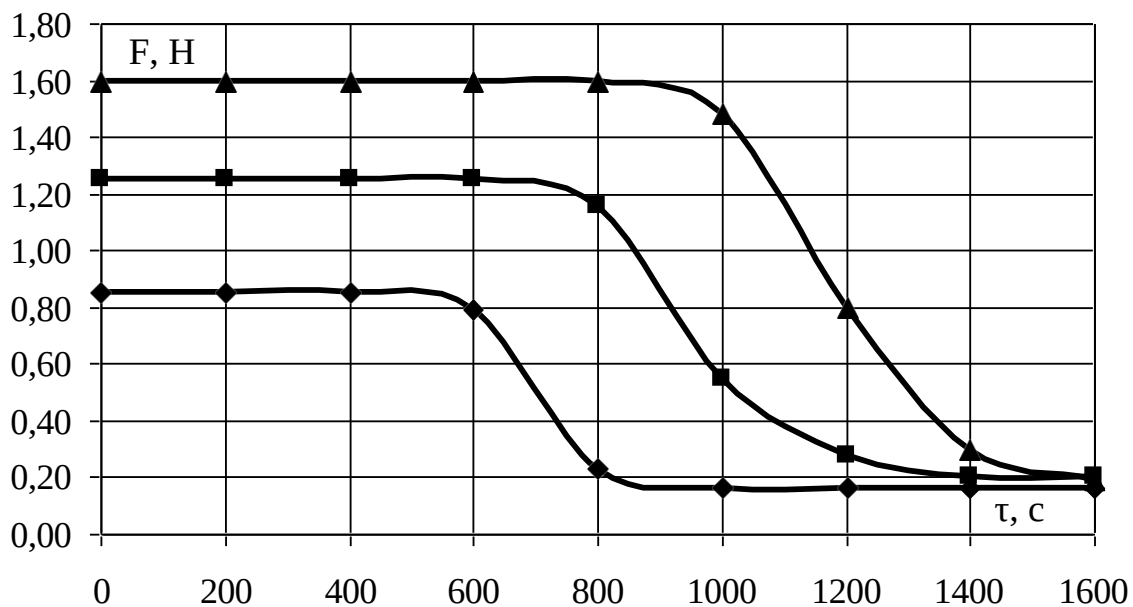


Рисунок 2.17 – Залежність сили зв'язку луска-шкіра для товстолобика від тривалості ультразвукової обробки (частота ультразвукових хвиль 22 кГц): 1 – $m = 0,5$ кг; 2 – $m = 1,0$ кг; 3 – $m = 1,5$ кг

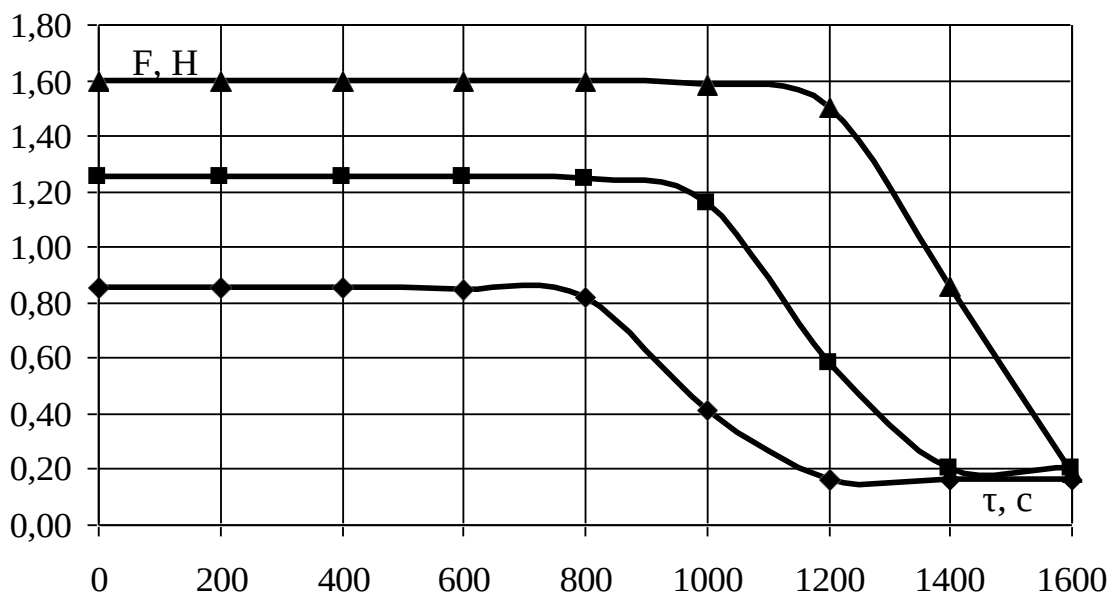


Рисунок 2.18 – Залежність сили зв'язку луска-шкіра для товстолобика від тривалості ультразвукової обробки (частота ультразвукових хвиль 35 кГц): 1 – $m = 0,5$ кг; 2 – $m = 1,0$ кг; 3 – $m = 1,5$ кг

За результати дослідження виявлено, що найбільший вплив на зміну зв'язку луска-шкіра під час дії ультразвукових коливань частотою 22 кГц. Так використання означеної частоти скорочую тривалість обробки на 27...34% для коропа та 24...29% - для товстолобика. Це явище можна пояснити тим, що обрана частота (22 кГц) має найбільшу амплітуду коливання торця ультразвукового випромінювача. Так, дослідження довели, що для ультразвукового випромінювача з частотою 22 кГц амплітуда коливань торця дорівнює 68 мкм, для 15 кГц – 50 мкм, для 35 кГц – 48 мкм.

3. АПАРАТУРНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Розробка обладнання для проведення процесу очищення яловичого стравоходу

Технічна задача- забезпечення реалізації процесу очищення слизових субпродуктів та поліпшення якості їх очищення, перспектива очищення широкого спектру субпродуктів. Покращення якості очищення субпродуктів та збільшення продуктивності пристрою.

Машина для очищення слизових субпродуктів складається з корпусу 10 в якому знаходиться три зони очищення, теплоізоляції 11, електродвигуна 21, редуктора 22, вакуумного насоса 24, збірника відходів 23, віддзеркалювачів 9, які відгороджують зони очищення. Також є 2 відділа: у першому 16 знаходяться діючі елементи, у другому 17 відбувається очищення продукту. Перша зона складається з робочої платформи 1 для отримання та підготовки продукту до наступної зони. Друга зона складається з валу 7 для фіксування продукту та підведення його до почергово розташованих направляючих 2, утримуючих 3, підтримуючих 4 та прижимного 5 валків . Ножа 6, який в статичному положенні розрізає тушу навпіл. Насоса 24, який через трубку 19 всмоктує відходи та відділену слизову оболонку до збірника відходів 23. Третя зона складається з транспортера 14, який працює від електродвигуна 21, затискачів 15 для закріплення продукту, почергової пари валків жорстких 12 для кінцевого очищення від слизової та серозної оболонок, почергової пари блока форсунок 13 для очищення від залишків слизової та серозної оболонок та розм'якшення структури продукту, збірника відходів 23.

Суть установки пояснюється кресленнями. На рис. 3.1 зображено вид збоку машини для очищення стравоходу яловичого. На рис. 3.2 зображено вид спереду машини для очищення стравоходу яловичого. На рис. 3.3 зображено вид згори

машини для очищення стравоходу яловичого. На рис. 3.4 зображено 3д-модель робочого органу для очищення стравоходу яловичого.

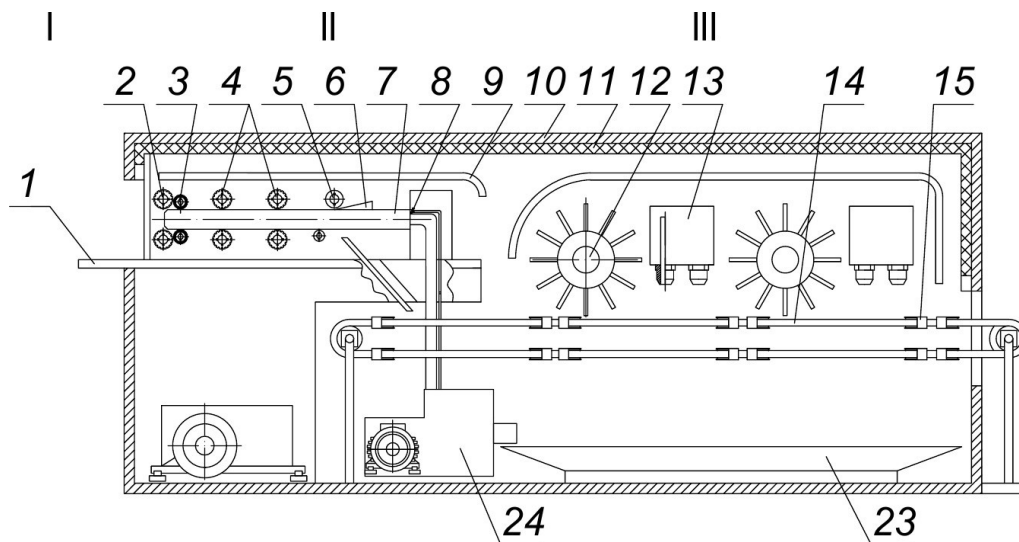


Рисунок 3.1 – Вид збоку: 1 – приймальний стіл, 2 – валки направляючі, 3 – валки утримуючі, 4 – валки підтримуючі, 5 – прижимний, 6 – ніж, 7 – вал, 8 – кран подачі води, 9 – віддзеркалювачі, 10 – корпус, 11 – термоізоляція, 12 – валки жорсткі, 13 – форсунки, 14 – конвеєр, 15 – затискачі, 23 – збірник відходів, 24 – насос

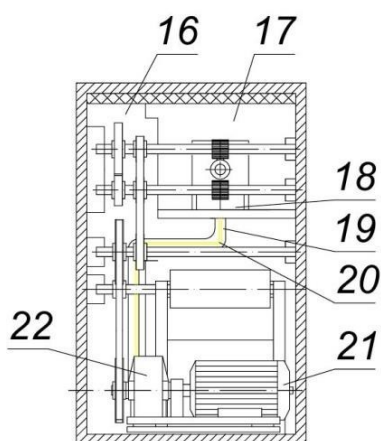


Рисунок 3.2 – Вид спереду: 16 – робоча зона, 17 – зона очищення, 18 – направляюча, 19 – труба видалення відходів, 20 – труба подачі води, 21 – електродвигун, 22 – редуктор

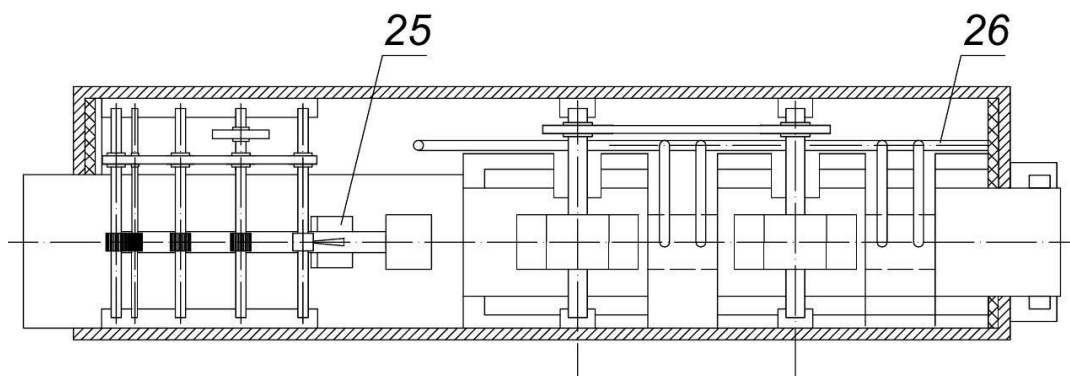


Рисунок 3.3 – Вид зверху: 25 – лоток, 26 – труба подачі води.

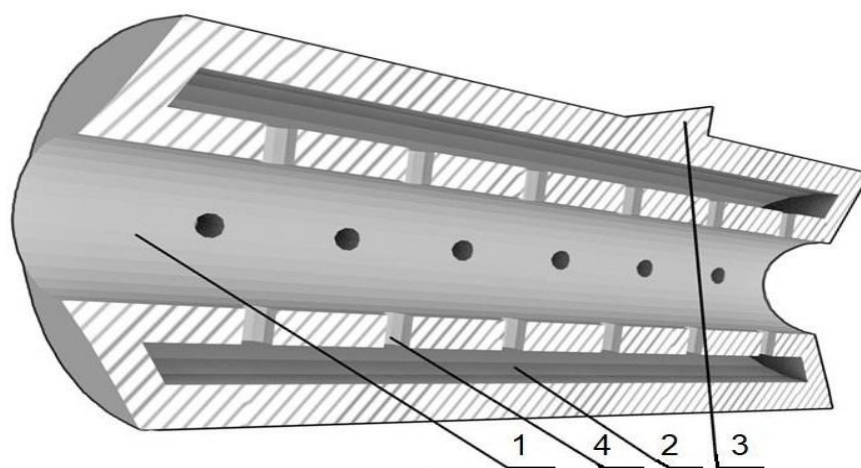


Рисунок 3.4 – 3д - модель робочого органу для очищення слизової оболонки: 1 – внутрішній отвір, 2 – канал подачі води, 3 – ніж, 4 – отвір виходу води.

Пристрій працює наступним чином. Промитий продукт подається до першої зони очищення, на робочу платформу 1, яка служить для отримання та підготовки продукту до наступної зони. У зоні 2, Оператор бере підготовлений продукт з платформи та на чверть надягає його на вал 7. Вал служить для фіксування продукту та підведення його до ножа 6. Вал має конструкцію труба в трубі, внутрішня труба має отвори для подачі води, яка змочує внутрішню стінку для легшого проходження відділеної слизової оболонки. Між трубами є невеликий отвір, у який подається вода через прилад 8. Продукт підхоплюється направляючими валками 2 з рифленою поверхнею, які обертаються таким

ЧИНОМ,

щоб м'язова оболонка рухалась по валу, а слизова відділялась всередину вала. Утримуючі валки 3, також з рифленою поверхнею, знаходяться одразу після попередніх валків, щоб захопити м'язову оболонку та направити далі. 2 пари підтримувальних валків 4 просувають м'язову оболонку по валу. Прижимний валик 5 робить так, щоб м'язова оболонка щільно контактувала з ножем. Натикаючись на ніж 6, який знаходиться у статичному положенні, оболонка розрізається навпіл, падає на напрямну та через отвір потрапляє на конвеєр і та надходить до третьої зони очищення. За допомогою вакуумного насоса 24, через трубку 19, слизова оболонка всмоктується та надходить до збірника відходів 23. У зоні очищення 3, продукт рухається затиснутий у затискачах 15 на конвеєрі 14. Конвеєр приводиться в дію за допомогою електродвигуна 16 через редуктор 23. Конвеєр складається з ведучого колеса, веденого колеса, опори, основи, затискачів. Апарат поділений на 2 відділення: у першому знаходяться робочі елементи, у другому відбувається обробка продукту. Продукт закріплений в затискачі 14, подається до першого жорсткого валика 12. Продукт при проходженні між першим жорстким валиком (який обертається зі швидкістю 0,5 м/с) піддається безперервним ударам з скрібковим впливом, в результаті чого повністю видаляється слизова оболонка, а серозна роздробляється і частково видаляється до збірника відходів 23. Потрапляючи під перший блок форсунок 10, продукт омивається теплою водою (під температурою 60°C), для розм'якшення та видалення частин шлямю. Продукт при проходженні між другим жорстким валиком піддається безперервним ударам з скрібковим впливом, в результаті чого повністю видаляється серозна оболонка, після чого омивається холодною водою (під температурою 22°C) під другим блоком форсунок 13.

Відрізняється тим що конструкція полегшена та спрощена, що дає змогу зменшити кількість людей необхідних для обслуговування машини, відсутні чани з водою, що віднімає необхідність витратити час на зміну води та нагрівання, відсутність гаків, які пошкоджували структуру та вигляд. Апарат

поділено на 2

відділи: у першому знаходяться діючі елементи, у другому відбувається очищення продукту. Конструкція апарату має вигляд конвеєра, елементи знаходяться на одному рівні та по чергово. Вал 7 має зручну форму для фіксування та транспортування слизових субпродуктів. Ефективне поєднання вала та ножа, що дає змогу фіксувати та розрізати продукт. Валки підібрані так, що направляючі захоплюють м'язову оболонку, а серозну відділяють, утримуючі чіпляють м'язову оболонку, 2 пари підтримуючих підтримують рух оболонки по валу, а останній валок направляє оболонку та надавлює її на ніж, розрізаючи. В результаті чого слизова оболонка відділяються та за допомогою насоса направляється до збірника відходів. Третя зона очищення спроектована так що, перша пара валка та форсунка очищають продукт від залишків слизової оболонки, а друга пара очищає від серозної оболонки та закінчує обробку.

3.2. Розробка апарата для очищення тушок риби від луски

Для реалізації способу знезараження м'ясної сировини ультразвуком виконано роботу з проектування нового ультразвукового устаткування, який повинен відповідати низці вимог: технологічним, експлуатаційним, енергетичним, конструктивним, економічним, техніки безпеки та охорони праці, технічної естетики [31].

Технологічні вимоги полягають у максимальній відповідності режиму роботи, параметрів, будови робочого об'єму, фізико-хімічним змінам, що відбуваються у харчових продуктах за ультразвукової обробки. Основною умовою є реалізація процесу ультразвукової обробки за високої якості харчових продуктів із максимальною продуктивністю та мінімальними втратами.

Експлуатаційні вимоги передбачають: простоту обслуговування устаткування з мінімальними витратами праці; доступність для огляду, чищення, ремонту; безперебійність у роботі; стійкість до корозії, яка може виникнути під

дією навколишнього середовища, оброблюваних харчових продуктів та миючих засобів; автоматизацію контролю та регулювання технологічного процесу.

Конструктивним вимогами є:

- технологічність, тобто відповідність конструкції та матеріалів оптимальній технології машинобудування.

Технологічність установки повинна витримуватися протягом усього циклу виробництва – від заготовок деталей й до випробовування готового устаткування;

- уніфікація та нормалізація деталей та вузлів, максимальне використання стандартизованих деталей та виробів, що сприяє підвищенню серійності, технологічності та ремонтпридатності;

- технічна досконалість, працездатність та надійність устаткування, які характеризуються тривалим періодом відповідності сучасному рівню розвитку техніки, довговічністю у роботі та цілістю у процесі зберігання та транспортування;

- простота будови, невелика маса та розміри, виготовлення з недорогих доступних матеріалів [25].

Економічні вимоги відображають мінімальні витрати на виготовлення, монтаж та експлуатацію устаткування за збереження високих техніко-економічних показників, до яких належать: висока питома продуктивність, низька питома металомісткість та високий коефіцієнт корисної дії [32].

Установка повинна відповідати усім вимогам електробезпеки, мати надійне заземлення. Температура зовнішніх поверхонь не повинна за стикання з ними викликати опіків.

Необхідно передбачити фарбування зовнішніх частин установки у білий колір та відповідність вимогам ергономіки та антропологічним особливостям людини.

Під час проектування установки було сформулювало технічне завдання:

- при виготовленні, випробуванні та постачанні установки повинні виконуватися вимоги ГОСТ 12.2.003-74 «Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки», ОСТ 26-291-79 «Судини та апарати. Технічні вимоги»;

- матеріал корпусу установки – листовая сталь 12Х18Н9Т для зовнішніх стінок та сталь Ст 3 для внутрішніх стінок робочої камери [33].

З метою забезпечення необхідної питомої потужності ультразвукової обробки виникає необхідність розрахунку інтенсивності випромінювання акустичної потужності ультразвукової установки.

Теоретичною проблемою, яка обумовила дане дослідження стала складність вимірювання вихідних параметрів ультразвукових магнітострикційних перетворювачів.

На даний час існують методики розрахунку вихідних параметрів ультразвукових коливальних систем, які дозволяють одержати тільки приблизні параметри окремих конструктивних елементів [38, 43].

Для вимірювання корисної акустичної потужності ультразвукових установок, призначених для роботи в рідких і рідиннодисперсних середовищах використовують калориметричний метод [26]. Методика проведення вимірювань заснована на практичній реалізації калориметричного методу, який полягає в непрямій оцінці по ступеню нагрівання $\Delta T = t_2 - t_1$ рідини в об'ємі V з адіабатною оболонкою, з відомою теплоємністю C і густиною ρ , оскільки ці параметри у рідині при нагріванні змінюються, за формулою:

$$P_{ак} = C \rho V \frac{\Delta T}{t}, \quad (3.1)$$

де t – тривалість озвучення рідини тієї, що знаходиться у вимірювальному об'ємі, с.

Проте цей спосіб дає приблизні значення. Крім того, використання емпіричних формул із залученням експериментальних результатів є досить складним і вимагає громіздких обчислень та витрат часу.

Мета та завдання роботи полягає в необхідності визначення вихідних параметрів ультразвукових перетворювачів для полегшення і підвищення продуктивності праці під час роботи ультразвукових коливальних систем.

Інтенсивність ультразвукових коливань, яка передається через робочі інструменти до оброблюваного середовища, повинна складати $3 \dots 10 \text{ Вт/см}^2$ [27]. Таким чином, визначення інтенсивності дозволить обґрунтувати час обробки продуктів харчування.

Визначення інтенсивності акустичного випромінювання ультразвукових технологічних установок є невід'ємним і важливим етапом на стадії конструювання ультразвукової апаратури і в процесі ультразвукової обробки різних технологічних середовищ. Для настройки ультразвукових коливальних систем під конкретний технологічний процес, де величина акустичної потужності повинна бути суворо витримана в певних межах, оскільки величина акустичної потужності, що вводиться в середовище, є основним параметром ультразвукових установок і визначає якість і ступінь протікання технологічного процесу в ультразвуковому полі, то розробка сучасних методик визначення інтенсивності акустичного випромінювання ультразвукових коливань є актуальною задачею.

При всій різноманітності ультразвукового технологічного устаткування загальним для нього є те, що корисний ефект досягається за рахунок енергії ультразвукових пружних коливань. Будь-яка ультразвукова технологічна установка складається з джерела енергії й ультразвукової коливальної системи (перетворювач), що перетворює електричну енергію в енергію механічних ультразвукових коливань.

У цей час в ультразвуковій техніці найбільш широко використовують стрижневі п'єзоелектричні й магнітострикційні перетворювачі поздовжніх коливань. Магнітострикційний перетворювач, виготовлений зі сплавів, набирається із О-подібних пластин. У зібраному виді він являє собою пакет

прямокутного перетину із центральним вікном. На перетворювачі розміщується обмотка підмагнічування й збудження. Феритний магнітострикційний перетворювач звичайно виготовляють із двох стрижнів, між якими уклеєні постійні магніти. Обмотка збудження розташовується на двох стрижнях, створюючи замкнутий магнітний потік.

На практиці, зазвичай, використовують симетричний магнітострикційний перетворювач, який умовно можна уявити як систему трьох послідовно з'єднаних стрижнів. Довжина середнього стрижня дорівнює висоті вікна l_2 , його поперечний переріз – S_2 , довжина крайніх однакова й рівна товщині накладки l_1 , для кожного з них поперечний переріз дорівнює S_2 . Відношення площ поперечного переріза

$$q = \frac{S_1}{S_2} = \frac{a}{b}, \quad (3.2)$$

де a – ширина перетворювача, мм;

b – ширина вікна, мм.

Визначення хвильових розмірів α_1 і α_2 перетворювача проводиться за формулою:

$$\alpha_1 = \frac{2 \pi f}{c} l_1, \quad (3.3)$$

$$\alpha_2 = \frac{2 \pi f}{c} l_2, \quad (3.4)$$

де f – задана частота перетворювача, Гц;

c – швидкість звуку в матеріалі перетворювача, м/с.

Аналіз роботи ультразвукових перетворювачів показує, що внутрішній опір перетворювача на резонансній частоті є активним і визначається потужністю механічних втрат у системі. Відповідно до загального визначення добротність матеріалу Q , що характеризує механічні втрати в ньому, являє собою відношення щільності пружної енергії до питомої потужності втрат за період.

З огляду на те, що коефіцієнт втрат Q^{-1} магніострикційного перетворювача однаковий для середнього й крайнього стрижнів, одержуємо:

$$R_{\text{м.п.}} = \frac{\rho \cdot c \cdot S}{2Q} \left[2\alpha + \pi \cdot 2 \arctg \frac{S_1}{S_2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{S_2}{S_1} \cos^2 \alpha + \frac{S_1^2}{S_2^2} \sin^2 \alpha \right] \quad (3.5)$$

де ρ – щільність матеріалу перетворювача, кг/м³;

c – швидкість поширення ультразвукових хвиль в перетворювачі, м/с;

Розрахунок активного складового навантаження R_n проводиться за стандартними формулами.

Для однорідного стрижневого перетворювача амплітуда коливань на кінці $\xi_{\text{пер}}$ визначається за формулою Статникова-Казанцева:

$$\xi_{\text{пер}} = \frac{\sigma_T \cdot S \cdot A}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Z_i \cdot R_n}, \quad (3.6)$$

де S – площа поперечного переріза активної частини перетворювача ($S = S_2$);

σ_T – амплітуда змушеної напруги.

Для магніострикційного перетворювача $\sigma_T = \sigma_m$ – амплітуда магніострикційних напруг.

Внутрішній опір перетворювача Z_i ; має комплексний характер. Його реактивна складова обертається в нуль на частоті механічного резонансу. При цьому амплітуда коливань досягає максимуму. Активна складова внутрішнього опору перетворювача при резонансі дорівнює опору механічних втрат перетворювача $R_{\text{м.п.}}$, а коефіцієнт $A = \cos \alpha_1$. З урахуванням зв'язку амплітуди коливань на кінці робочої частини перетворювача й на накладці, а також з урахуванням трансформації опору навантаження накладкою було отримано загальне вираження для розрахунку амплітуди коливань на торці перетворювача $\xi_{\text{пер}}$ при резонансі. Аналіз його показав, що для випадку, коли добротність матеріалу можна вважати постійною, амплітуда коливань пропорційна амплітуді магніострикційних напруг:

$$\xi_{\text{пер}} \cos \alpha_1 = \frac{\sigma_T S_2}{2 \pi f R + R_{\text{м.п.}}} \quad (3.7)$$

Використовуючи дані про вид концентратора та випромінювача, їх геометричні розміри, з допомогою номограм [35] можна отримати розрахункові показники амплітуди коливань на торці випромінювача $\xi_{\text{випр}}$. Цей показник є одним з головних факторів, що впливає на інтенсивність випромінювання акустичної потужності ультразвукової установки. Для ультразвукового диспергатора УЗДН-2Т $\xi_{\text{випр}} = 1,8$, $\xi_{\text{пер}} = 68$ мм. Ці дані підтверджуються мікроскопічним вимірюванням амплітуди коливань випромінювача. Інтенсивність акустичної потужності ультразвукового випромінювання розраховано за формулою:

$$I = \frac{1}{2} \rho c 2\pi f^2 \xi_{\text{випр}}^2, \quad (3.8)$$

де ρ – густина оброблювального середовища, кг/м³;

c – швидкість поширення ультразвукових хвиль, м/с;

f – частота ультразвукових коливань, Гц;

$\xi_{\text{випр}}$ – амплітуда коливань, м.

За розрахунками, інтенсивність акустичної потужності ультразвукового випромінювання для ультразвукового диспергатора УЗДН-2Т склала 3... 5 Вт/см², що дозволяє використовувати ультразвукову обробку для очищення тушок риби від луски.

Представлена методика для розрахунку інтенсивності акустичної потужності ультразвукових коливань дозволяє отримати вихідні дані ультразвукових установок. Це дозволяє при конструюванні ультразвукових випромінювачів прогнозувати вихідні характеристики, а при роботі з ультразвуковими установками – обґрунтовувати час обробки середовищ, що

підлягають обробці.

Для реалізації процесу очистки риби від луски пропонуємо конструкцію, принципова схема якої зображена на рис. 3.5.

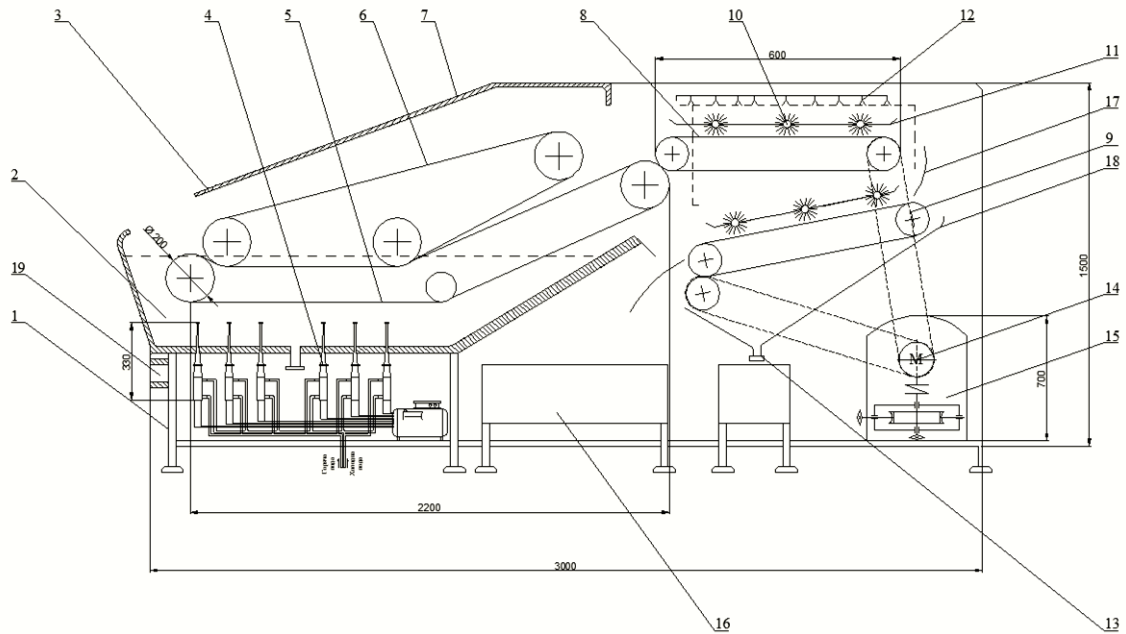


Рисунок 3.5 – Принципова схема апарату для видалення луски з тушок свіжої риби за допомогою ультразвукового випромінювання: 1 – корпус, 2 – ємність для обробки ультразвуковими випромінювачами, 3 – ізоляція, 4 – ультразвукові магнітострикційні випромінювачі, 5 – транспортер подачі, 6 – притискуючий транспортер, 7 – кришка, 8,9 – транспортери очистки, 10 – щітки, 11 – контролюючі пластини, 12 – форсунки, 13 – зливний кран, 14 – електродвигун, 15 – редуктор, 16 – ємність для очищення риби, 17 – огинаюча пластина, 18 – загороджувальні пластини, 19 – блок автоматики

Апарат складається зі зварного корпусу 1, ємності для обробки ультразвуковими випромінювачами 2, яка вкрита шаром ізоляції 3, ультразвуковими магнітострикційними випромінювачами 4, транспортеру подачі 5, притискуного транспортеру 6, відкидної кришки 7, транспортерів очистки 8 і 9, м'яких капронових щіток 10, контролюючих пластин з пазами 11, форсунок для

подачі води 12, крану для видалення луски з водою 13, електродвигуна 14, редуктору 15, ємності для збору очищеної риби 16, огинаючої пластини 17, загороджувальних пластин 18 та блоку автоматичного регулювання і настроювання 19. Всі транспортери забезпечені обладнанням для регулювання натягу транспортної стрічки.

Для розрахунків визначаємо: довжина робочої зони – 2,5 м; час обробки – 15 хв., діаметр барабану – 0,2 м.

Швидкість руху транспортера:

$$v = \frac{l}{60}, \quad (3.9)$$

де l – довжина робочої зони;

τ – час обробки ультразвуковими випромінювачами.

$$v = \frac{2,5}{15 \cdot 60} = 0,0028 \text{ м / с.}$$

Кутова швидкість:

$$\omega = \frac{v}{D_B}, \quad (3.10)$$

де D_B – діаметр барабану.

$$\omega = \frac{0,0028}{0,2} = 0,014 \text{ рад/с.}$$

$$n_T = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{0,014}{2 \cdot 3,14} = 0,22 \text{ об/с.} \quad (3.11)$$

$$n_T = 0,22 \cdot 60 = 13,2 \text{ об/хв.}$$

Здійснюємо підбір двигуна: $N = 1,1$ кВт, марки - 4A100LB8УЗ, $n_{дв}^1 = 700$ мин^{-1} ; $n_{дв}^2 = 116,7$ мин^{-1} ; $n_{дв}^3 = 1,46$ мин^{-1} .

Для реалізації процесу очистки риби від луски було запропоновано конструкцію апарата для видалення луски з використанням ультразвукових хвиль, принципова схема якої зображена на рис. 3.6 (без двигуна та редуктора).

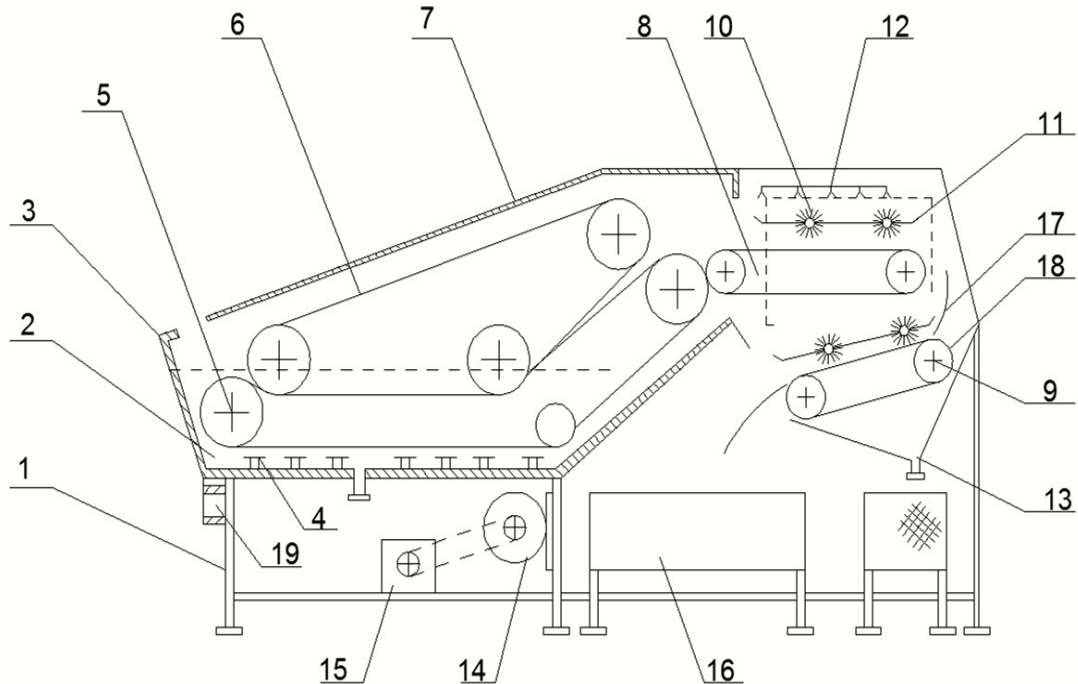


Рисунок 3.6 – Принципова схема апарату для видалення луски з тушок свіжої риби за допомогою ультразвукового випромінювання: 1 – корпус, 2 – ємність для обробки ультразвуковими випромінювачами, 3 – ізоляція, 4 – ультразвукові магнітострикційні випромінювачі, 5 – транспортер подачі, 6 – притискуючий транспортер, 7 – кришка, 8,9 – транспортери очистки, 10 – щітки, 11 – контролюючі пластини, 12 – форсунки, 13 – зливний кран, 14 – електродвигун, 15 – редуктор, 16 – ємність для очищення риби, 17 – огинаюча пластина, 18 – загороджувальні пластини, 19 – блок автоматики.

Апарат складається зі зварного корпусу 1, ємності для обробки ультразвуковими випромінювачами 2, яка вкрита шаром ізоляції 3, ультразвуковими магнітострикційними випромінювачами 4, транспортеру подачі 5, притискного транспортеру 6, відкидної кришки 7, транспортерів очистки 8 і 9, м'яких капронових щіток 10, контролюючих пластин з пазами 11, форсунок для подачі води 12, крану для видалення луски з водою 13, електродвигуна 14,

редуктору 15, ємності для збору очищеної риби 16, огинаючої пластини 17, загороджувальних пластин 18 та блоку автоматичного регулювання і настроювання 19. Всі транспортери забезпечені обладнанням для регулювання натягу транспортної стрічки.

Технічні характеристики апарата для видалення луски з використанням ультразвуку приведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики апарата для видалення луски з поверхні тушок риби з використанням ультразвукових хвиль

Показники	Значення
Об'єм води у ємності, дм ³	160
Тривалість ультразвукового випромінювання, хв	10...20
Номінальна потужність, кВт	до 4
Струм	трифазний змінний
Частота, Гц	50
Номінальна напруга, В	380/220
Розміри апарату, мм	
довжина	2900
ширина	700
висота	1500
Маса, кг (без води)	280

Корпус 1 повинен бути зварним, виготовлений з металевого куточку, що дозволяє забезпечити достатньо прочну конструкцію. Ємність для обробки ультразвуковими випромінювачами 2 повинна бути виготовлена із нержавіючого матеріалу для передбачення корозії в процесі контакту з водою та повітрям. Даний матеріал повинен бути дозволеним для використання в харчовій

промисловості. Крім того, кришка 7 вільно відкидається назад, надаючи вільний доступ до внутрішніх елементів апарату. Передбачена можливість її легкого зняття. Все це дозволяє проводити санітарну обробку швидко та якісно.

Для проведення операції по видаленню луски з використанням ультразвукових випромінювачів, необхідно опустити тушки риби в воду, витримати у воді при одночасній роботі ультразвукових випромінювачів для завершення процесу послаблення зв'язку «луска-шкіра» та подати на транспортер очищення. Для цього призначений транспортер подачі 5 та притиснутий транспортер 6. Транспортер подачі 5 має кілька увігнутий профіль для укладання в утворену порожнину тушок риби, а транспортер 6 прилягає впритул до транспортеру подачі 5, прижимає тушку риби та запобігає її повертанню в процесі просування під водою. Транспортер 6 слугує для передачі тушок риби на транспортер очищення 8.

Стрічка на всіх транспортерах виконана з капрону, розміром осередку 10 - 15 мм. Дане рішення дозволяє легко придати транспортерній стрічці увігнутий профіль та регулювати зусилля тиску транспортерної стрічки на тушку риби за рахунок змін натягнення стрічки. Крім цього, транспортерна стрічка перешкоджає повертанню та зміщенню тушок риби в процесі обробки за рахунок виникаючої сили зчеплення луски та капронової діли при стисненні тушки між двома стрічками. При цьому русі тушок риби назад і в сторони стає неможливим. Найменший опір виникає в напрямку руху головою вперед; саме цей напрям і задається тушці риби в процесі обробки.

Для безпосереднього видалення луски з тушок риби призначені два аналогічних вузла, що включають транспортер, контролюючу пластину з пазами і два ряди м'яких капронових щіточок. Транспортер призначений для подачі тушок риби під очистку та передачі на подальшу обробку. Контролююча пластина призначена для запобігання вигинання і перевертання тушок в процесі очищення. Пластина має увігнуту форму, знаходиться під пружиною і

перешкоджає зміні положення тушки в процесі очищення. Вона має поздовжні пази, в яких знаходяться капронові щітки. Для рівномірного двократного очищення тушок другий ряд пазів зміщений щодо першого. Таким чином, другий ряд щіток очищає ділянки тушки, не оброблені першим рядом щіток. Для гарантованого і повного видалення луски пази перекривають один одного на певну величину. При цьому за рахунок ширини щіток і розрахованого зміщення вдається двічі обробити кожную сторону тушок за один захід. Це дозволяє повністю видалити луску і відмовитися від ручної доочистки тушок.

Для видалення використовують м'які капронові щітки, так як вони добре копіюють форму тушки, повністю видаляють луску, не пошкоджуючи при цьому шкірний покрив риби. У процес очищення вони додатково притискають тушки до транспортеру. Пристрій другого вузла з видалення луски аналогічно першому, за винятком того, що транспортер має дещо меншу довжину.

Для перевертання тушок на необроблену сторону служить огинаюча пластина 17. Тушки риби виходять з першого транспортера очищення головою вперед і з віддаленої лускою з верхнього боку тушок. Край огинаючої пластини практично впритул прилягає до контролюючої пластини і не дозволяє тушкам риби змінити свою орієнтацію при подальшому русі. При цьому транспортер очищення продовжує проштовхувати тушки риби в заданому напрямку. За рахунок округлої форми огинаючої пластини тушки риби згинаються і прилягають до огинаючої пластини очищеною стороною; за рахунок наявності шару води при зрошенні камери і під дією своєї ваги вони просуваються по огинаючої пластині і потрапляють на другий вузол очищення, але вже очищеною стороною вниз. Після видалення луски з другої сторони тушки транспортер очищення скидає рибу в розвантажувальний лоток, по якому тушки видаляються із зони обробки і потрапляють в підставлену ємність для очищеної риби.

4. ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Підсумковим етапом роботи є організація та проведення заходів щодо впровадження результатів досліджень у виробництво та навчальний процес.

Метою науково-практичних розробок та впровадження результатів досліджень у виробництво є:

- інтенсифікація процесу очищення яловичого стравоходу,
- інтенсифікація процесу очищення тушок риби від луски за допомогою ультразвукових хвиль;
- зменшення витрат сировини та сприяння організації безвідходних технологій на виробництві.

На підставі проведених досліджень було проведено наглядну демонстрацію на базі промислових потужностей:

- ТОВ «Лихачовський м'ясокомбінат» – установка для очищення слизових субпродуктів. Соціальний і науково-технічний ефект полягає у розробці установки для очищення слизових субпродуктів, яка дозволить механізувати та інтенсифікувати процес їх очищення, розширити асортимент виробів доступних для різних груп населення, знизити матеріало та енергоємність виробництва;
- ФОП Дришлюк О. С. (ресторан КОІ, м Дніпро) – спосіб для очищення тушок риби. Соціальний і науково-технічний ефект полягає у розробці способу для очищення тушок риби, що сприятиме покращенню якості продукту та його товарного вигляду, інтенсифікації процесів, зниженню матеріало- та енергоємність виробництва.

Отримані результати наукових досліджень були впроваджені у навчальному процесі по кафедрі Харчових технологій в ресторанній індустрії, за дисциплінами

«Інтелектуальна власність» (1 курс магістри), «Право промислової власності» (1 курс магістри) (спеціальність 181 – Харчові технології).

ВИСНОВКИ

1. Аналіз науково-технічної літератури дозволив зробити висновки про недостатню ефективність існуючого устаткування для проведення процесів очищення яловичого стравоходу та тушок риби від луски. Зокрема, відсутні дані, щодо механічних властивостей м'язової тканини яловичого стравоходу. Підтверджено відсутність наукових даних про закономірності впливу ультразвукової обробки на ефективність процесу і перспективність використання ультразвукового обладнання для очищення тушок риби від луски.

2. Виявлено, що основними параметрами, які характеризують процес різання м'язової тканини стравоходу, є зусилля різання, що виникають при цьому, характер пружних деформацій при розрізанні матеріалу, а також вид і геометрія ріжучого інструменту. На процес різання більше впливають вологість продукту, що розрізається, і його фізико-механічні властивості. Використовуючи геометричні параметри ріжучої кромки інструменту, оптимальні параметри мікрогеометрії леза ножа дозволить поліпшити якість зрізу, знизити деформаційно-силовий вплив на матеріал, зменшити зусилля різання і збільшити продуктивність. Для плоского ножа оптимальні показники лежать в межах від 0° до -5°C при кутах заточки від 20° до 30° . Для плоского ножа оптимальні показники лежать в межах 0°C та кутах заточки від 10° до 20° .

3. Досліджено залежність сили зв'язку луска-шкіра для тушок ставкової риби в нативному стані та під час зберігання. Проведені експериментальні дослідження дозволили визначити силу зв'язку луска-шкіра для тушок ставкової риби в нативному стані і розрахувати на підставі експериментальних даних значення коефіцієнтів k_3 для коропа і товстолобика, при використанні яких можливе теоретичним шляхом розрахувати силу зв'язку луска-шкіра для тушок будь-яких вагових груп. Для коропа значення k_3 становить 2,29, а для білого товстолобика - 1,25.

4. Виявлено, що найбільший вплив на зміну зв'язку луска-шкіра під час дії ультразвукових коливань частотою 22 кГц. Використання означеної частоти скорочую тривалість обробки на 27...34% для коропа та 24...29% - для товстолобика. За результатами експериментальних досліджень виявлено, що раціональна тривалість обробки тушок риби в полі ультразвукових хвиль частотою 22 кГц складає 10...20 хв для тушок коропа та товстолобика.

5. Запропоновані конструкції машин для очищення яловичого стравоходу та тушок ставкової риби від луски.

6. Проведено заходи щодо впровадження результатів НДР у виробництво та навчальний процес ДБТУ по кафедрі Харчових технологій в ресторанній індустрії.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кох Г., Фукс М. Производство и рецептуры мясных изделий – СПб: Профессия.– 2005.
2. Антипова Л. В., Глотова И. А. – Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности. – СПб: Гиорд. – 2006.
3. Рогов И. А. Технология и оборудование колбасного производства. – М. «Агропромиздат», 1989. – 351 с.
4. А. с. СССР. А22В5/08.Устройство для очистки субпродуктов / Г.Н. Горбачев, М.В. Рыбкин, А.К. Сончик № 886875; Заявл. 22.12.86; Опубл. 23.11.88. Бюл. № 43
5. Файвишевский М. Л. Инструмент, инвентарь и оборудование мясокомбинатов и мясоперерабатывающих предприятий [Текст] : учеб. Пособие / М. Л. Файвишевский, О. В. Соловьев, М. П. Воякин; – 1-е изд. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 488с.
6. Ивашов В. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. Оборудование для переработки мяса: учеб. / В.И. Ивашов. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 736 с.
7. Горбатов В. М. Физико- химические и биохимические основы технологии мяса и мясопродуктов. Москва, 1973. 250 с.
8. А.с. СССР. А22В5/08.Устройство для механической очистки слизистых субпродуктов / Е.И. Ершов, С.В. Пяташин, В.И. Сапегин, № 886875; Заявл. 08.04.80; Опубл. 07.12.81. Бюл. № 45.
9. А. с. СССР. А22В5/08.Устройство для обработки слизистых субпродуктов паром / Е.И. Ершов, С.В. Пяташин, В.И. Сапегин, Ю.Н. Ярощук, № 862880; Заявл. 12.03.80; Опубл. 15.09.81. Бюл. № 34.
10. Анфимов А.Н., Лаврова Л.П., Манербергер А.А., Миркин Е.Ю. Технология мяса и мясопродуктов. М.: Пищепромиздат, 1959. – 596 с.

11. Рейн Л. М., Грицай Е. В. Субпродукты и их обработка: учебное пособие. Москва, 1970. 50 с.
12. Ялпачик В.Ф. Машины, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції. Лабораторний практикум.– Мелітополь.: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2015. с.
13. Ялпачик Ф.Ю., Гвоздев О.В., Самойчук К.О. Технологія і механізація виробництва м`яса і м`ясопродуктів: навчальний посібник. Київ, 2007. 272 с.
14. Старшов Г. И, Основы проектирования и расчет технологического оборудования пищевых предприятий: учеб. Пособие . Саратов, 2008. – 187 с.
15. Косой В. Д. Инженерная реология биотехнологических сред. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 648 с.
16. Черевко А. И., Михайлов В. М., Маяк В. И. Реология в процессах производства пищевых продуктов. Классификация и характеристика неньютоновских жидкостей: учеб. пособие. – Харьк. гос. ун-т питания и торговли. – 2012. – 180 с.
17. Шрамм Г. Основы практической реологии и реометрии. – М.: КолосС. 2003– 312 с.
18. Резник Н. Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов. – М.: «Машиностроение». – 1975. – 311 с.
19. Основы планирования эксперимента. Методическое пособие. – Улан-Удэ. – 2001. – 50 с.
20. Даурский А. Н., Мачихин Ю. А. Резание пищевых материалов. Теория процесса, машины, интенсификация. – М.: Пищевая промс-ть, 1980. – 240 с.
21. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988. – 208 с.
22. Современные способы и устройства для снятия чешуи. Обзорная информация ЦНИИТЭИРХ. – М., Сер.4, вып.4, 1974 – 90 с.

23. Пат. 3546738 США, МПК А22С 25/14, 25/17. Apparatus for dressing fish [Text] / Heck Howard F. (США). – №782236; заявл. 09.12.68; опубл. 15.12.70. – 5 с.
24. Осина Н.И. Сырье и материалы рыбокулинарного производства. – М.: Высш. ш., 1986. – 111 с.
25. Коробейник А.В. Технология переработки и товароведения рыбы и рыбных продуктов/ Серия «Учебники, учебные пособия» – Ростов н/Д: Изд-во «Феникс», 2002. – 288 с.
26. Чупахин В.М. Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих предприятий. – М.: Агропромиздат, 1989. – 339 с.
27. Дегтярев В.Н. Правила эксплуатации технологического оборудования рыбообрабатывающих производств: В 2-х ч./ В.Н. Дегтярев. – Петропавловск–Камч.: КамчатГТУ, 2001. – 186 с.
28. Гидромеханические процессы обработки гидробионтов: Монография / В.Н. Дегтярев. – Петропавловск–Камчатский.: КамчатГТУ, 2008. – 171 с.
29. Ершов А.М., Бохан В.Н., Калинин Ю.Ф. Тепловое рыбообрабатывающее оборудование предприятий и промысловых судов: Учебное пособие. – Мурманск: МВИМУ, 1990. – 171 с.
30. Воскресенский Н.А. и Лагунов Л. Л. Технология рыбных продуктов. М., «Пищевая промышленность», 1968. – 164 с.
31. Барбаянов К.В., Лемаринье К.П. Производство рыбных консервов. М., «Пищевая промышленность», 1967. – 339 с.
32. Борисочкина Л.И., Гудович А.В. Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование. – М.: Агропромиздат, 1989. – 312 с.
33. Ильченко С.И., Марх А.Т. Технология консервирования и технохимический контроль. Изд-во «Пищевая промышленность», 1964. – 288 с.
34. Черевко О.І., Постнов Г.М. Нові напрямки переробки ставкової та океанічної риби в кулінарну продукцію: монографія. – Харків: ХДАТОХ, 2003. – 149 с.

35. Алексеев Е.Л. Моделирование и оптимизация технологических процессов в пищевой промышленности / Е. Л. Алексеев, В. Ф. Пахомов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.

36. Курочкин А.А. Технологическое оборудование для переработки продуктов животноводства / А.А. Курочкин, В. В. Ляшенко. Под ред. В.М. Баутина. – М.: Колос, 2001. – 440 с.

37. Машины и аппараты пищевых производств : в 3 кн.: Кн. 2. Т. 1 / С.Т. Антипов [и др.]; под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова, проф. В.Я. Груданова. – Минск; БГАТУ, 2008. – 580 с.

38. Назаров Н.И. Технология и оборудование пищевых производств / Н. И. Назаров, Н. И. Нечаев, В. Г. Щербаков. – М.: Пищевая промышленность, 1989. – 352 с.

39. Нечаев А. П. Технологии пищевых производств / А. П. Нечаев, И. С Шуб, О. М. Аношина и др.; Под ред. А. П. Нечаева. – М: КолосС, 2005. – 768 с.

40. Остапчук Н.В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств / Н. В. Остапчук. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1981. – 304 с.

41. Панфилов В.А. Машины и аппараты пищевых производств. Книга 1 / В.А. Панфилов, С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков. – М.: Высшая школа, 2001. – 703 с.

42. Рогов И. А. Новые физические методы обработки мясопродуктов / И. А. Рогов, А. В. Горбатов. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 304 с.

43. Федоткін І. М. Математичне моделювання технологічних процесів: Гідромеханічні процеси / І. М. Федоткін, І. Ю. Бурляй, М. О. Рюмшин. – К.: Техніка, 2004. – 312с.

44. Федоткін І. М. Математичне моделювання технологічних процесів: Методи математичного моделювання і розв'язання процесних задач / І. М. Федоткін, І. Ю. Бурляй, М. О. Рюмшин. – К.: Техніка, 2002. – 407 с.

45. Д.В. Горелков, В.С. Мироненко, Л.О. Цвіркун та ін. Дослідження різання стравоходу як складової процесу його очищення // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / відпов. ред. О.І. Черевко. – Харків: ХДУХТ, 2020. Вип. 1 (31). – С. 145- 156.

46. Горелков Д. В., Мироненко В. С., Омельченко О. В., Остахов М. П. Розробка конструкції установки для очищення слизових субпродуктів. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2021. Вип. 1(33). С. 131-138.

47. Горелков Д.В., Мироненко В.С., Остахов М.П. Розробка конструкції робочих органів апарата для очищення стравоходу яловичого // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : Міжнародна науково-практична конференція, 18 травня 2021 р. : [тези у 2-х ч.] / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. Харків : ХДУХТ, 2021. – Ч. 2. – С. 145-147.

48. Горелков Д. В., Червоный В. Н., Мироненко В. С., Остахов М. П. Исследование процесса резания пищевода как составляющей комплексной переработки субпродуктов // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XXIV Международной научно-практической конференции. Гродно : ГГАУ, 2021. – С. 297-298.

49. Горелков Д.В., Мироненко В.С., Остахов М.П. Теоретичні передумови вдосконалення процесу обробки шлунку яловичого Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : Міжнародна науково-практична конференція, 14 травня 2020 р. : [тези у 2-х ч.] / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. – Харків : ХДУХТ, 2020. – Ч. 1. – 270, [XVI] с. X. : ХДУХТ. – С. 197-198.

50. Горелков Д.В., Червоный В.Н., Мироненко В.С., Остахов М.П. Техничко-технологические решения для реализации процесса обработки субпродуктов //

Техника и технология пищевых производств: материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., 23–24 апреля 2020 г., в 2-х т., Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия». – Могилев: МГУП, 2020. Т.2– 49-50 с.

51. Проблеми впровадження безвідходної технології переробки ставкової риби та способи їх вирішення / В.М. Червоний, В.Д. Кононікін, В.В. Перекрест та ін. // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. / відпов. ред. О.І. Черевко. – Харків: ХДУХТ, 2020. – Вип. 2 (32). – С. 118-126.

52. Червоний В. М., Кононікін В. Д., Перекрест В. В. Експериментальні дослідження електрофізичного процесу очищення тушок ставкової риби // Обладнання та технології харчових виробництв : тематичний збірник наукових праць. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2021. – Вип. 1(42). – С. 122-127.

53. Анализ способов очистки прудовой рыбы / В. Н. Червоний , А. С. Москалец, В. Д. Кононыкин, Д. В. Дмитриевский // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XXIV Международной научно-практической конференции (Гродно, 23 марта, 14 мая 2021 года) / УО "Гродненский государственный аграрный университет". - Гродно : ГГАУ, 2021. - С. 399-401.

54. Червоний В.М., Кононікін В.Д. Аналіз способів очищення тушок риби / Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : Міжнародна науково-практична конференція, 18 травня 2021 р. : [тези у 2-х ч.] / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. – Харків : ХДУХТ, 2021. – Ч. 2. – С. 195-196.

55. Chervonyi V., Kononykin V. Method of pre-processing fish before conservation / Аграрна галузь сучасної України: проблеми та перспективи

розвитку : зб. матеріалів I Міжнар. наук.-практ. конф., 14 трав. 2021 р. / Луган. нац. аграр. ун-т. – Слов'янськ, 2021. – С. 207-208.

56. Золотухіна І.В., Кононикін В.Д., Червоний В.М. Дослідження виходу анатомічних частин ставкової риби // Матеріали МНПК «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв» – Харків: ДБТУ, 2021. – С. 73-75.

57. Золотухіна І. В., Кононикін В. Д., Червоний В. М., Москалець А. С. Дослідження сили зв'язку луска-шкіра для тушок ставкової риби в нативному стані // Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: друга міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 23 листопада 2021 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2021. – С. 102-103.

ДОДАТКИ

Додаток А. Копії документів, що засвідчують впровадження результатів роботи у виробництво

Додаток А.1. Акт впровадження ПАТ ТОВ «Лихачовський м'ясокомбінат»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОГОДЖУЮ
Проректор з наукової роботи ДБТУ
_____ 20__ р.
Ф.М. Михайлов

ЗАТВЕРДЖУЮ
Керівник підприємства
ТОВ «Лихачовський м'ясокомбінат»
_____ 20__ р.
Гусейнов Р.В.

А К Т
ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Замовник _____ ТОВ «Лихачовський м'ясокомбінат»
(найменування організації)
_____ директор Гусейнов Р.В.
(П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано на тему
Удосконалення процесів обробки м'ясної та рибної сировини, №15-21-22 Б
(найменування теми, № держ. реєстрації)
кафедри _____ харчових технологій в ресторанній індустрії
_____ Державного біотехнологічного університету

вартістю _____ -
(цифрами та прописом)

яка виконувалася з _____ 01.01.21 р. _____ по _____ 31.12.22 р.
впроваджені _____ ТОВ «Лихачовський м'ясокомбінат»
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

1. Вид впроваджених результатів установка для очищення слизових субпродуктів
(експлуатація виробу, роботи, технології; виробництво виробу, роботи, технології, функціонування систем)

2. Характеристика масштабу впровадження _____ одиначне
(унікальне, одиначне, партія, масове, серійне)

3. Форма впровадження:
Методика (метод) _____ наглядна демонстрація

4. Новизна результатів науково-дослідних робіт: _____ якісно нове
(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)

5. Дослідно-промислова перевірка на базі виробничих потужностей
_____ ТОВ «Лихачовський м'ясокомбінат», період 01.06.2022 р. 30.08.2022 р.
(вказати номер і дату актів випробувань,
найменування підприємства, період)

6. Впроваджені:
- в промислове виробництво _____ цех
(участок, цех/и, процес)
- в проектні роботи _____ -
(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається) _____ тис. грн.
 очікуваний _____ тис. грн.
(від впровадження в проєкт)
 фактичний _____ тис. грн.
 у тому числі часткова (дольова) участь ЗВО _____ тис. грн.
(%, цифрами і прописом)

8. Питома економічна ефективність впровадження результатів _____ грн/грн.

9. Обсяг впровадження _____ від обсягу впровадження, що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який розраховано по закінченні НДР: Егар.= _____ тис. грн., а під час поетапного впровадження: Егар. _____ під час укладення договору.


10. Соціальний і науково-технічний ефект полягає у розробці установки для очищення слизових субпродуктів, яка дозволить механізувати та інтенсифікувати процес їх очищення, розширити асортимент виробів доступних для різних груп населення, знизити матеріало та енергоємність виробництва
(охорона навколишнього середовища, надр, оздоровлення та покращення умов праці, удосконалення структури управління, науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т.п.)

Примітка. Цей акт впровадження завіряється гербовою печаттю з боку Замовника і з боку Виконавця.
Додаток: 1. Розрахунок фактичного (очікуваного від впровадження а проєкт річного економічного ефекту, підписаний начальником планового відділу (начальником техніко-економічного відділу для НДІ), технічного відділу, гл. бухгалтером (для розрахунків фактичного ефекту) і завірений гербовою печаттю.

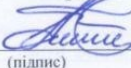
2. Довідка про соціальний ефект, підписана начальником технічного відділу, начальником планового відділу, завірена гербовою печаттю.

ВІД ВИКОНАВЦЯ

Зав. кафедрою, д.т.н., професор

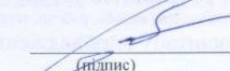

 (підпис) О.О. Гринченко
 (ініціали, прізвище)

Керівник роботи, д.т.н., професор


 (підпис) Г.В. Дейниченко
 (ініціали, прізвище)

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

Директор ТОВ «Лихачовський м'ясокомбінат»


 (підпис) Р.В. Гусейнов
 (ініціали, прізвище)

Додаток А.2. Акт впровадження ФОП Дришлюк О. С. (ресторан КОІ, м Дніпро)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПІДОБРАНО
Проректор з наукової роботи ДБТУ

В.М. Михайлов

20__ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
ФОП Дришлюк О. С.
(ресторан КОІ, м Дніпро)

О. С. Дришлюк О. С. Дришлюк

«__» _____ 20__ р.

А К Т
ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ У ВИРОБНИЦТВО

Замовник ФОП Дришлюк О. С. (ресторан КОІ, м Дніпро)
(найменування організації)
Дришлюк Ольга Станіславовна
(П.І.Б. керівника організації)

Цим актом підтверджується, що результати роботи, яку виконано на тему
Удосконалення процесів обробки м'ясної та рибної сировини, №15-21-22 Б
(найменування теми, № держ. реєстрації)
кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії
Державного біотехнологічного університету

вартістю _____
(цифрами та прописом)

яка виконувалася з 01.01.21 р. по 31.12.22 р.
впроваджені ФОП Дришлюк О. С. (ресторан КОІ, м Дніпро)
(найменування підприємства, де здійснювалось впровадження)

- Вид впроваджених результатів спосіб для очищення тушок риби
(експлуатація виробу, роботи, технології; виробництво виробу, роботи, технології, функціонування систем)
- Характеристика масштабу впровадження одиначне

(унікальне, одиначне, партія, масове, серійне)
- Форма впровадження:
Методика (метод) наглядна демонстрація
- Новизна результатів науково-дослідних робіт: якісно нове

(піонерські, принципово нові, якісно нові, модифікація, модернізація старих розробок)
- Дослідно-промислова перевірка на базі виробничих потужностей
ФОП Дришлюк О. С. (ресторан КОІ, м Дніпро), період 01.06.2022 р. 30.08.2022 р.
(вказати номер і дату актів випробувань,

найменування підприємства, період)
- Впроваджені:
- в промислове виробництво цех
(участок, цех/и, процес)
- в проектні роботи _____
(вказати об'єкт, підприємство)

7. Річний економічний ефект (розрахунок додається) _____ -
 очікуваний _____ - тис. грн. _____
(від впровадження в проєкт)
 фактичний _____ тис. грн. _____
 у тому числі часткова (дольова) участь ЗВО _____ тис. грн. _____
(%, цифрами і прописом)

8. Питома економічна ефективність впровадження
 результатів _____ грн/грн. _____

9. Обсяг впровадження _____
 що становить _____ від обсягу впровадження,
 що покладено в основу розрахунку гарантованого економічного ефекту, який розраховано по
 закінченні НДР: Егар.= _____ тис. грн., а під час поетапного впровадження: Егар. _____ під
 час укладення договору.

10. Соціальний і науково-технічний ефект _____ полягає у розробці способу для _____
(охорона навколишнього середовища, надр; оздоровлення та
 покращення умов праці, удосконалення структури управління,
 очищення тушок риби, що сприятиме покращенню якості продукту та його товарного вигляду,
 інтенсифікації процесів, зниженню матеріало- та енергоємність виробництва
науково-технічних напрямків, спеціальні призначення і т.п.)

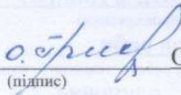
Примітка. Цей акт впровадження завіряється гербовою печаттю з боку Замовника і з боку Виконавця.

Додаток: 1. Розрахунок фактичного (очікуваного від впровадження а проєкт річного економічного ефекту,
 підписаний начальником планового відділу (начальником техніко-економічного відділу для НДІ), технічного
 відділу, гл. бухгалтером (для розрахунків фактичного ефекту) і завірений гербовою печаттю.

2. Довідка про соціальний ефект, підписана начальником технічного відділу, начальником планового
 відділу, завірена гербовою печаттю.

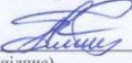
ВІД ВИКОНАВЦЯ

Зав. кафедрою, д.т.н., професор



(підпис) **О.О. Гринченко**
(ініціали, прізвище)

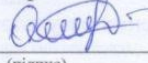
Керівник роботи, д.т.н., професор



(підпис) **Г.В. Дейниченко**
(ініціали, прізвище)

ВІД ПІДПРИЄМСТВА

ФОП ДРИШЛЮК О. С.
 (ресторан КОІ, м Дніпро)



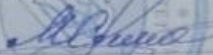
(підпис) **О. С. Дришлюк**
(ініціали, прізвище)

ПОГОДЖЕНО
Проректор з наукової роботи
Державного біотехнологічного
університету

 МІХАЙЛОВ В.М.

«24» листопада 2022 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної роботи
Державного біотехнологічного
університету

 СЕРІК М.Л.

«24» листопада 2022 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських і технологічних робіт в освітній процес закладів вищої освіти

Замовник Державний біотехнологічний університет
(найменування організації)
В.о. ректора ДБТУ к.т.н. Кудряшов А.І.
(П.І.Б. керівника організації)

Дійсним актом підтверджується, що результати науково-дослідної роботи
№ 15-21-22 Б Удосконалення процесів обробки м'ясної та рибної сировини (0120U105484)
(найменування теми, № держ. реєстрації)

Виконаної на кафедрі Харчових технологій в ресторанній індустрії
(найменування кафедри)

Виконуваної з 01.01.2022 р. по 31.12.2022 р.
(терmini виконання)

Впроваджені на кафедрі Харчових технологій в ресторанній індустрії
(найменування структурного підрозділу, де здійснювалося впровадження)

1. Вид впроваджених результатів Спосіб очищення тушок риби
(технологія, обладнання, методика, тощо)
2. Форма впровадження Візуальний супровід лекцій

3. Новизна результатів науково-дослідних робіт якісно нове

(піонерське, принципово нове, якісно нове, модифікації, модернізація старих розробок)

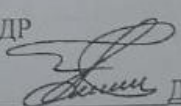
4. Перелік курсів і дисциплін, у рамках яких викладені результати НДР по кафедрі Харчових технологій в ресторанній індустрії, за дисциплінами «Інтелектуальна власність» (1 курс магістри), «Право промислової власності» (1 курс магістри) (спеціальність 181 – Харчові технології).

5. Соціальний і науково-економічний ефект полягає у розробці способу для очищення тушок риби, що сприятиме покращенню якості продукту та його товарного вигляду, інтенсифікації процесів, зниженню матеріало- та енергоємність виробництва

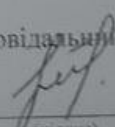
Зав. кафедрою

 Гринченко О.О.
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник НДР

 Дейниченко Г.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

Відповідальний за впровадження

 Золотухіна І.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

«08» листопада 2022 р.

«08» листопада 2022 р.