



УДК 664.951

**А. Л. ФАЛЬКО** - к.т.н., доцент, кафедра «Оборудование пищевых производств»

Донецкий национальный университет экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, г. Донецк, Украина

**Д. В. СТЕПАНОВ** - к.т.н., доцент, кафедра «Оборудование пищевых и рыбообрабатывающих производств»

Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Украина

**И. Н. ХОХЛАЧ** – ассистент, кафедра «Оборудование пищевых и рыбообрабатывающих производств»

Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Украина

## ПРИМЕНЕНИЕ СТУПЕНЧАТОЙ ПЛОСКОСТИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ВЛАГИ С ПОВЕРХНОСТИ ТУШЕК РЫБ

*Рассматривается актуальная проблема подготовки тушек рыб перед панировкой. Описаны способы удаления влаги с поверхности тушек рыб. Представлена конструкция ступенчатой плоскости. Получена экспериментальная зависимость интенсивности удаления влаги с поверхности тушки рыбы при скольжении по ступенчатой плоскости.*

**Ключевые слова:** рыба, панировка, влагосодержание, ступенчатая плоскость.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одним из основных видов рыбной продукции рыбообрабатывающих предприятий и организаций общественного питания является обжаренная рыба [1]. Для достижения кулинарной готовности рыбного продукта, обжариваемого в растительном масле, важную роль занимает технологическая операция удаления влаги с поверхности тушки рыбы перед панировкой.

После мойки или посола на поверхности тушки рыбы содержится свободная влага в виде воды или солевого раствора. Пшеничная мука при соединении со свободной влагой образует на поверхности тушки рыбы слой теста. В процессе обжаривания слой теста карамелизуется и выступает в качестве тепло- и гидроизоляции мышечной ткани мяса рыбы, что способствует уменьшению интенсивности тепло- массообмена между мясом рыбы и растительным маслом. Для образования необходимой и достаточной толщины слоя теста рекомендуемое содер-

жание влаги на поверхности тушки рыбы должно быть в пределах 1 – 2 % [1].

Поэтому приобретает актуальность проблема совершенствования процесса удаления влаги с поверхности тушки рыбы перед панированием.

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В настоящее время можно выделить следующие способы удаления влаги с поверхности тушек рыб [2, 3]:

1. Знакопеременное значение инерции тушки рыбы, то есть встряхивание тушки рыбы (применяется в машине конструкции ЦПКПБ «Запрыбы» и панировочной машине конструкции Ждановского рыбокомбината).

2. Удаление влаги вследствие действия сил адгезии: при соприкосновении тушки рыбы с рабочей плоскостью часть влаги остается на рабочей плоскости (происходит в каждом технологическом оборудовании).

3. Удаление влаги с поверхности тушки посредством влагоемкого вещества, например

воздуха (применяется в устаревших машинах конструкции ЦПКПБ «Азчеррыбы» и «Запрыбы», УС-1).

4. Удаление влаги за счет действия сил тяжести или центробежных сил (применяется в машине УС-1).

Теоретическим исследованиям процесса удаления влаги с поверхности тушки рыбы перед панированием посвящены работы [4, 5]. Однако исследованию удаления влаги при знакопеременном значении инерции тушки рыбы не уделялось значительного внимания.

Одним из путей совершенствования конструкций технологического оборудования является совмещение операций. Перспективным транспортирующим органом, осуществляющим одновременно перемещение сырья и его механическую обработку является ступенчатая плоскость [6]. При движении продукта по колеблющейся ступенчатой плоскости можно обеспечить знакопеременное значение инерции тушки рыбы. Соударение продукта с вертикальной и наклонной гранями будет способствовать интенсификации удаления влаги с поверхности тушек рыб.

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является экспериментальная оценка возможности применения ступенчатой плоскости для операции удаления влаги с поверхности тушек рыб перед панированием. Задача исследования состоит в определении убыли влаги с поверхности тушки рыбы при перемещении тушки по ступенчатой и ровной плоскости.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для исследования процесса удаления влаги с поверхности тушки рыбы разработана экспериментальная установка (рис. 1). Внешний вид установки показан на рис. 2.

Все элементы конструкции экспериментальной установки смонтированы на раме 1 (рис. 1). В качестве привода использовался электрический вибромеханизм 2. Шток 3 вибромеханизма 2 жестко связан со штоком 4 ползуна 5. К ползуну 5 шарнирно присоединена нижняя часть коромысла 6. Верхняя часть коромысла 6 шарнирно соединена с

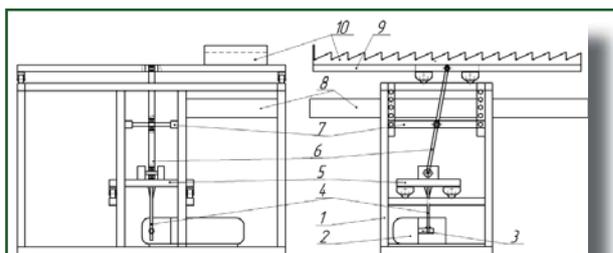


Рис. 1. Кинематическая схема экспериментальной установки

1 – рама, 2 – привод, 3 – шток привода, 4 – шток ползуна, 5 – ползун, 6 – коромысло, 7 – опорная планка, 8 – лоток для сбора влаги, 9 – рамка, 10 – ступенчатая плоскость

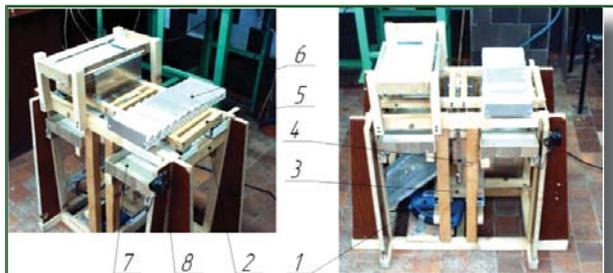


Рис. 2. Внешний вид экспериментальной установки для исследования удаления влаги с тушек рыбы на ступенчатой плоскости

1 – привод, 2 – рама, 3 – ползун, 4 – коромысло, 5 – рамка, 6 – ступенчатая плоскость, 7 – лоток для сбора влаги, 8 – тахометр

рамкой 9. Расстояние между осью вращения коромысла и его нижним креплением можно изменять посредством опорной планки 7. Таким образом, при постоянной амплитуде ползуна 5 изменяется амплитуда рамки 9.

Установка работает следующим образом. Шток 3 вибромеханизма 2 создает горизонтальные гармонические колебания, которые через шток 4 передаются ползуну 5. Благодаря шарнирному креплению на планке 7 нижняя часть коромысла 6 получает вращательное движение. Верхним креплением вращательное движение коромысла 6 возвращается в горизонтальное колебание рамки 9. Частота колебаний рамки 9 задается частотой колебаний штока 3 привода электрического вибромеханизма 2.

Горизонтальная ступенчатая плоскость 10 крепится на рамке 9 и представляет собой последовательное соединение вертикальных и наклонных пластин (см. рис. 3). В наклонной и вертикальной пластине выполнена перфорация  $\varnothing 6$  мм для удаления стекающей влаги.

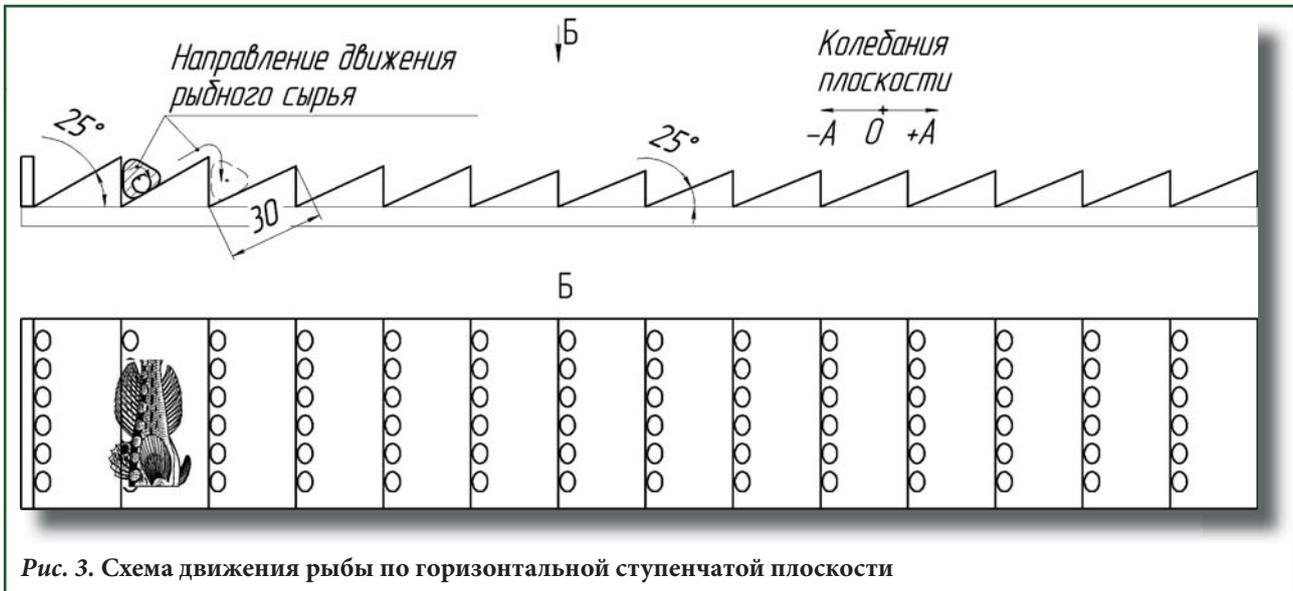


Рис. 3. Схема движения рыбы по горизонтальной ступенчатой плоскости

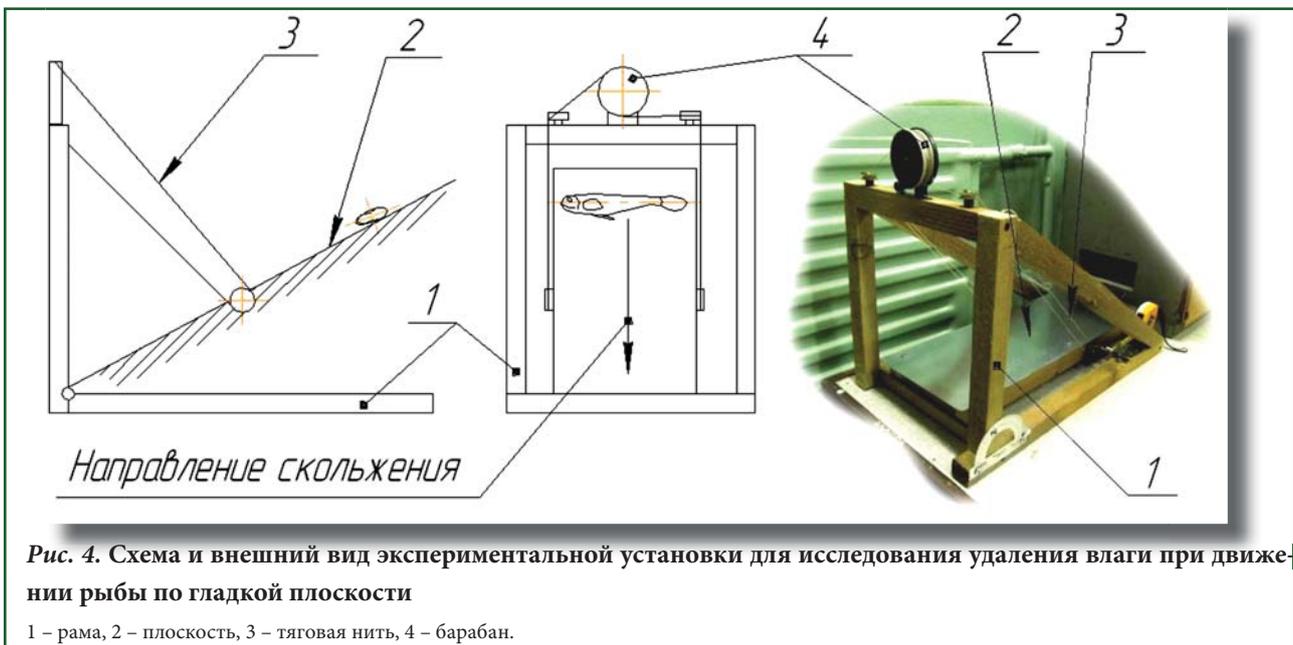


Рис. 4. Схема и внешний вид экспериментальной установки для исследования удаления влаги при движении рыбы по гладкой плоскости

1 – рама, 2 – плоскость, 3 – тяговая нить, 4 – барабан.

Тушка рыбы, попадая в первую ячейку (ступень), за счет инерции, полученной от вертикальной пластины, перекачивается по наклонной пластине вверх, а затем падает вниз – на начало следующей ступени. Происходит встряхивание тушки рыбы в процессе ее перемещения. Необходимым условием является превышение сил инерции, действующих на тушку рыбы, над силами вязкости пленки влаги, находящейся на поверхности тушки. В результате перемещения по ступенчатой плоскости влага с поверхности тушки рыбы будет отжиматься на вертикальной пластине и отводиться вниз через перфорацию, выполненную в наклонной пластине.

Для сравнения результатов исследований

необходимо было создать неподвижную ровную плоскость (рис. 4). Установка представляет собой раму 1, на которой шарнирно закреплена ровная плоскость 2. Посредством барабана 4 и тяговой нити 3 можно изменять угол наклона плоскости 2. Длина ровной плоскости – 600 мм.

Рабочие поверхности ступенчатой и гладкой плоскостей выполнены из оцинкованного железа.

В качестве объекта исследования был принят бычок-кругляк.

Угол наклона пластин каждой ячейки ступенчатой плоскости принят равным 25° (рис. 3). Дополнительные исследования на ровной плоскости (рис. 4) показали, что указанный угол

является минимальным для начала скольжения исследуемых тушек рыб, при любом влагосодержании их поверхности.

Средний размер бычка-кругляка в поперечном сечении равен 30 мм [7]. Длину наклонной пластины (в каждой ячейке) приняли равным также 30 мм (рис. 3). Длина экспериментальной ступенчатой плоскости составляла 435 мм (16 ступеней). В эксперименте ступенчатая плоскость совершала гармонические колебания с амплитудой 16 мм и частотой 300 об./мин (при указанных параметрах начиналось скольжение сырья).

Эксперименты проводили на замороженном сырье. Рыбу размораживали в воде и вручную разделявали на тушку.

В эксперименте на ступенчатой плоскости тушку клали в первую ячейку (ступень) и, при перемещении на 1 - 2 ступени, определяли массу рыбы. В эксперименте на ровной наклонной плоскости фиксировали массу тушки рыбы при ее скольжении на расстояние 2 - 3 см.

Убыль влаги с поверхности тушки рыбы фиксировали изменением влагосодержания ее поверхности. Влагосодержание поверхности - отношение влаги, содержащейся на поверхности тушки рыбы, к массе той же тушки при отсутствии свободной влаги на ее поверхности:

$$W^{нов} = \frac{M_{вл}}{M_{с.р.}} \cdot 100 = \frac{M_{вл.р} - M_{с.р.}}{M_{с.р.}} \cdot 100 = \left( \frac{M_{вл.р}}{M_{с.р.}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (1)$$

где  $W^{нов}$  - влагосодержание поверхности тушки рыбы, %;

$M_{вл}$  - масса влаги, содержащейся на поверхности тушки рыбы, г;

$M_{вл.р}$  - масса тушки с влагой на поверхности, г;

$M_{с.р.}$  - масса тушки с отсутствием влаги на поверхности, г.

В результате экспериментов получены зависимости влияния перемещения тушки на влагосодержание ее поверхности (рис. 5).

Экспериментальные зависимости аппроксимируются уравнениями вида:

- движение тушки рыбы по неподвижной ровной плоскости

$$W^{нов} = 4 \cdot 10^{-5} \cdot S^2 - 0,041 \cdot S + 17,12 \quad (2)$$

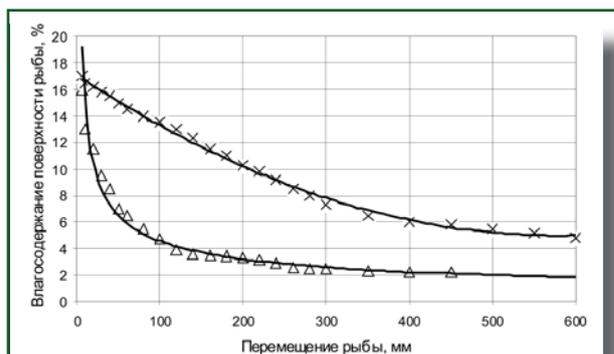


Рис. 5. Экспериментальная зависимость влагосодержания поверхности тушки рыбы от ее перемещения

× - неподвижная ровная плоскость;

Δ - колеблющаяся ступенчатая плоскость

коэффициент детерминации  $R^2 = 0,996$ ;

- движение тушки рыбы по колеблющейся ступенчатой плоскости

$$W^{нов} = 48,5 \cdot S^{-0,51} \quad (3)$$

коэффициент детерминации  $R^2 = 0,98$ ,

где  $S$  - значение перемещения тушки рыбы по ровной (ступенчатой) плоскости, мм.

Анализируя зависимости рис. 5, видим, что удаление влаги на колеблющейся ступенчатой плоскости (кривая Δ) происходит более интенсивно в сравнении с неподвижной ровной плоскостью (кривая ×). Установлено, что в процессе скольжения рыбного сырья по ступенчатой плоскости основная часть влаги с поверхности тушки рыбы удаляется при встряхивании (во время перехода тушки рыбы с ячейки в ячейку).

Для достижения рекомендуемого влагосодержания поверхности тушки (2 %) при скольжении по колеблющейся ступенчатой плоскости путь перемещения рыбы составляет 400 мм (14 - 15 ступеней). Максимальная убыль влаги с поверхности тушки рыбы при ее перемещении по колеблющейся ступенчатой поверхности находится в пределах 14 - 15 %.

## ВЫВОДЫ

Экспериментально установлена эффективность применения колеблющейся ступенчатой плоскости в сравнении с ровной плоскостью для удаления влаги с поверхности тушек рыб перед панированием. Максимальная убыль влаги с поверхности тушки

рыбы при ее перемещении по колеблющейся ступенчатой поверхности составляет 14 – 15 %. Для достижения влагосодержания 2 % рыбному сырью необходимо преодолеть 14 – 15 ступеней, при этом рабочая частота колебаний плоскости может быть 300 об./мин (4,6 Гц) и амплитуда 16 мм.

### ПЕРСПЕКТИВА ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дальнейшие исследования состоят в аналитическом описании и обосновании рациональных параметров процесса перемещения рыбного сырья по колеблющейся ступенчатой плоскости.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисочкина Л. И. Производство рыбных кулинарных изделий. Технология и оборудование [текст]: учебник для кадров массовых профессий / Л. И. Борисочкина, А. В. Гудович. - М: Агропромиздат, 1939. 312 с.
2. Романов А. А. Справочник по технологическому оборудованию рыбообработывающих производств: [в 2-х томах] / А. А. Романов, Е. К. Строгонова, И. Е. Зинина. - М : Пищевая промышленность, 1979 - 295 с. Т. 1.
3. Осипова Н. И. Оборудование рыбообработывающих предприятий [текст]: уч. для ВУЗов // Н. И. Осипова, В. Г. Будина. -М: Пищ. пром., 1980, - 232 с. 4.
4. Дегтярев В. Н. Гидромеханические процессы обработки гидробионтов: монография / В. Н. Дегтярев. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 171 с.
5. Дегтярев В. Н. К расчету конусного ротора центрифуги для подсушки икры // Вестник КамчатГТУ.

– 2002 г. - № 1. – с. 32-34.

6. Фалько А. Л. Концептуальные основы создания вибрационных машин для калибровки и сепарации зерновых и овощных культур: монография / А. Л. Фалько, И. Н. Заплетников. - Донецк : ДонНУЭТ, 2012. - 178 с.

7. Жилин Н. И. Определение линейных и технических характеристик рыб для конструкторских работ. / Н. И. Жилин // Труды ВНИРО. - М: ВНИРО, 1974 г. – Т. IV. – с.60-69.

СТАТЬЯ ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 24.05.2013 г.

### О. Л. ФАЛЬКО, Д. В. СТЕПАНОВ, І. М. ХОХЛАЧ ЗАСТОСУВАННЯ СТУПІНЧАТОЇ ПОВЕРХНІ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ ВОЛОГИ З ПОВЕРХНІ ТУШОК РИБ

*Розглядається актуальна проблема підготовки тушок риб перед панірівкою. Описані способи видалення вологи з поверхні тушок риб. Представлена конструкція ступінчатої поверхні. Отримана експериментальна залежність інтенсивності видалення вологи з поверхні тушок риб при ковзанні по ступінчатій поверхні.*

**Ключові слова:** риба, панірівка, вологовміст, ступінчата поверхня.

### A. L. FALCO, D. V. STEPANOV, I. N. KHOKHLACH THE USING OF THE STEPPED PLANE FOR THE TECHNOLOGY OF REMOVAL OF MOISTURE FROM THE SURFACE OF THE CARCASSES OF FISH

*An actual problem of preparation of the carcasses of fish before breading are considered in the article. There describes the methods for removal of moisture from the surface of the carcasses of fish. It is presented the construction of the stepped plane. An experimental dependence of the intensity of removal of moisture from the surface of the carcass of fish are obtained, when the carcasses of fish sliding across the stepped plane.*

**Keywords:** fish, breading, moister content, stepped plane.

