
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 664.951

Д.Ю. Проскура, А.А. Дерябин, С.П. Григорьева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая 526

ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН В РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассмотрены условия вибрационного перемещения гидробионтов в зависимости от биологических и реологических характеристик. Анализ предложенных моделей позволил модифицировать «Устройство вибрационного перемещения гидробионтов» и, добавив сменное навесное оборудование, увеличить количество производимых операций базовой моделью.

Ключевые слова: вибрация, перемещение, навесное оборудование, универсальность.

D.Yu. Proskura, A.A. Deryabin, S.P. Grigoreva

OPTIMIZING THE USE OF VIBRATING MACHINES IN THE FISHING INDUSTRY

Considered the conditions of vibration displacement of shrimp, depending on the biological and rheological characteristics. Analysis of the proposed models allow to modify the «Device vibration displacement shrimp» and by adding the replacement attachments, increase the number of transactions the base model.

Key words: vibration, displacement, attachments, universality.

Характерной особенностью вибрационных машин является то, что благодаря высоко-частотным повышенным силовым воздействиям со стороны рабочих органов на обрабатываемый материал удается интенсифицировать существующие и применить принципиально новые способы разделения и транспортировки. Однако имеются некоторые трудности осуществления движения рабочих органов по заданным траекториям вследствие того, что движение этих рабочих органов осуществляется под действием сил инерции вибраторов и сопровождается деформацией упругих элементов подвесок.

Достаточно полно изучено взаимодействие колебательных систем пространственных вибрационных машин с источниками энергии ограниченной мощности при пусковых и остановочных резонансах. В этом случае колебательный режим системы посредством обратной связи оказывает существенное влияние на движение источника энергии. Отражением этой взаимной зависимости является связь дифференциальных уравнений движения системы и источника энергии.

Поскольку воздействие неидеального источника энергии на колебательную систему зависит от режима ее движения, оно не выражается в виде явной функции времени, поэтому такие колебательные системы приходится рассматривать как автономные. Этот специфический раздел теории колебаний получил развитие благодаря фундаментальным работам В.О. Кононенко. Согласно введенному им ограничению частота вращения ротора двигателя и, следовательно, ротора вибратора изменяется медленно. Это позволило в уравнениях движения учитывать статические характеристики источников энергии в виде известных заранее частот вращения.

Существенными элементами новизны является развитие метода В.О. Кононенко для случая нестационарных колебаний пространственных вибрационных машин с несколькими степенями свободы и с учетом взаимного влияния основных резонансов. Взаимное влияние основных резонансов играет значительную роль не только в пространственных вибрационных машинах, но и в машинах с поступательным движением рабочих органов (с двумя степенями свободы) [1].

Машины с вертикальной осью вращения дебалансов вибратора и установкой на решетный стан плоских, горизонтально расположенных решет; плоских, неперфорированных дисков; конических воронок, обращенных меньшим основанием вниз; конических воронок, обращенных меньшим основанием вверх; параболоидов и гиперболоидов вращения; машины с винтовыми колебаниями решет вокруг вертикальной оси; машины с двойным наклоном неперфорированной фрикционной рабочей поверхности к горизонту и поступательным или плоскопараллельным движением в вертикальной плоскости.

Вибрационное транспортирование осуществляется при прямолинейных или эллиптических гармонических колебаниях несущей поверхности в режимах с подбрасыванием (если сырье обладает повышенной адгезией), или в безотрывных режимах. Негармоничные колебания (например, бигармонические) используются обычно только в безотрывных режимах. Явление упругого удара приводит к возникновению хаотических режимов с резким возрастанием высоты подбрасывания и потере ориентации. А на первоначально предложенной установке регулируемый угол наклона рабочей поверхности частично решает эту задачу за счет наклона.

Выпускаемые промышленностью вибромашины, как правило, созданы для выполнения конкретной технологической задачи или функции. Применяемые машины не смогут работать ни в каких других областях промышленности и хозяйстве. Даже на одном предприятии одна вибромашина не сможет заменить другую или даже взять на себя часть функций другой техники. Предлагаемое нами «Устройство вибрационного перемещения гидробионтов» имеет широкий диапазон перемещения гидробионтов разного вида и размеров, а также с разной степенью адгезии. Также в конструкции заложен большой потенциал для модификации и при замене некоторых рабочих органов выполнения других рабочих операций и функций. Это позволяет предприятиям переходить с одного вида деятельности на другой без дополнительного оборудования, а только используя базовое устройство и сменные агрегаты. На основе обобщения ранее проводимых научно-исследовательских работ была выбрана принципиальная схема установки (патент РФ № 91987, кл В654G27116, опубликовано 2010 г.) «Устройство вибрационного перемещения гидробионтов», которая включает колеблющиеся технологические поверхности (горизонтальная профилированная виброплоскость) двух уровней для выполнения различных операций (ориентации, транспортирования или загрузки сырья в разделочную машину), рис. 1 [5].

Выполнение такой важной задачи, как ориентирование на базовой модели рассчитывается по методике, хорошо зарекомендовавшей себя ранее [5, 7].

Направленное перемещение рыб по технологическим поверхностям происходит в результате их неравномерного скольжения головой и хвостом вперед за период колебаний. На горизонтальной поверхности ориентатора направленное перемещение сырья возможно лишь головой вперед, что объясняется для каждой отдельной рыбы неравенством коэффициентов трения:

$$f < f', \quad (1)$$

$$f_1 < f'_1, \quad (2)$$

где f, f_1 – коэффициенты трения движения (кинетические) и покоя при скольжении рыбы головой вперед;

f', f'_1 – коэффициенты трения движения (кинетические) и покоя при скольжении рыбы хвостом вперед.

Для горизонтальной технологической поверхности при направленном перемещении рыбы по столу соблюдается условие

$$S_+ > S_-, \tag{3}$$

где S_+ – длина (путь) скольжения рыбы головой вперед за период колебания; S_- – длина (путь) скольжения рыбы хвостом вперед за период колебания.

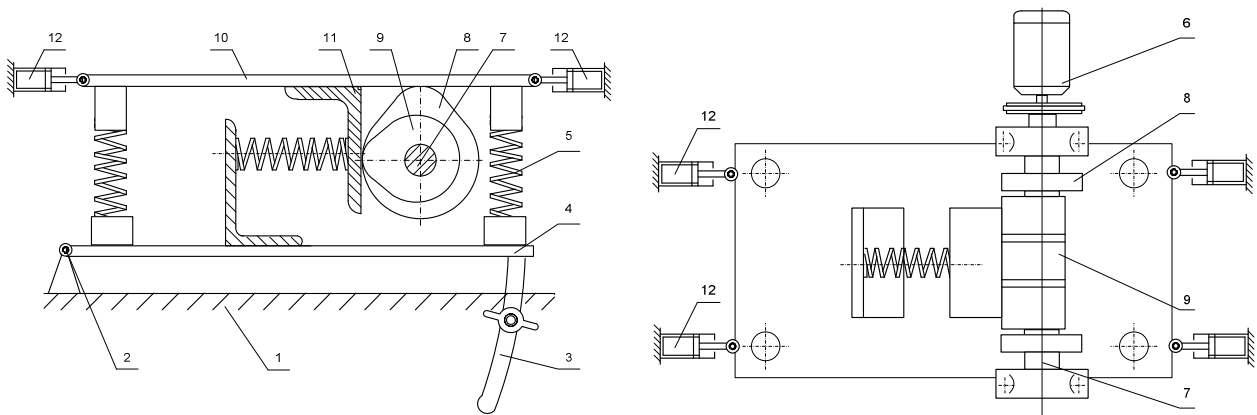


Рис. 1. Устройство вибрационного перемещения гидробионтов: 1 – станина; 2 – шарнир; 3 – устройство для изменения наклона стола; 4 – нижний лист; 5 – пружины; 6 – электродвигатель; 7 – вал; 8, 9 – кулачки; 10 – рабочая поверхность; 11 – упор; 12 – демпфирующее устройство
 Fig. 1. The device of vibrating movement the shrimp: 1 – stanin; 2 – hinge; 3 – a device for changing the tilt table, bottom sheet; 4, 5, 6 – electric motor, 7 – shaft; 8, 9 – cams; 10 ; 11 – emphasis; 12 – damping device

Разность путей скольжения определяет величину направленного перемещения за период колебания технологической поверхности:

$$\Delta S = S_+ > S_- . \tag{4}$$

Направленное перемещение характеризуется дифференциальным уравнением движения рыбы по колеблющейся горизонтальной поверхности:

$$m\ddot{x}_r = F(F') + c_e , \tag{5}$$

где \ddot{x}_r – относительное ускорение рыбы; m – масса рыбы; $F(F')$ – сила трения движения, соответствующая скольжению рыбы головой (хвостом) вперед; c_e – переносная сила инерции.

Сила трения движения препятствует скольжению рыбы по столу, а переносная сила инерции, противоположная по направлению вектору/переносного ускорения поверхности, в какой-то момент периода колебаний способствует скольжению рыбы, а в какой-то момент – препятствует.

За период колебания технологической поверхности из крайнего левого в крайнее правое положение и обратно переносная сила инерции изменяется по величине и направлению. Поскольку поверхность колеблется по гармоническому закону

$$x_g = A \sin kt, \quad (6)$$

после двойного дифференцирования уравнение примет вид

$$\ddot{x}_g = -Ak^2 \sin kt, \quad (7)$$

где x_g – смещение поверхности относительно неподвижной системы отсчета xoy ; A – амплитуда колебаний; k – угловая частота колебаний; t – время; \ddot{x}_g – переносное ускорение поверхности; x_1oy_1 – подвижная система отсчета.

Отсюда следует, что переносная сила инерции

$$\tilde{C}_g = -m\ddot{x}_g = -mAk^2 \sin kt. \quad (8)$$

Поскольку $mAk^2 = const$, график изменения силы инерции в течение периода колебаний характеризуется синусоидой. В промежутке от нуля до π вектор силы инерции направлен вправо (смещение поверхности вправо), а в промежутке от π до 2π – влево (смещение поверхности влево). При смещении поверхности вправо сила инерции стремится сдвинуть рыбу головой вперед, при смещении влево – хвостом вперед.

Сила трения всегда направлена против относительного скольжения сырья по поверхности. Если рыба за период колебаний скользит головой и хвостом вперед, то вектор силы трения за это время изменяет свое направление на противоположное. Вектор силы трения движения за период колебания может совпадать или не совпадать с вектором переносной силы инерции [8].

Расчет вибрационных сортировочных машин [7].

Производительность вибрационных сортировочных машин зависит от числа калибрующих щелей, шага между рыбами при их перемещении i щели и средней скорости перемещения рыбы в щели.

На рис. 2 представлена схема сил, действующих на рыбу, находящуюся в расходящейся калибрующей щели между планками с поперечным сечением в виде равнобедренного треугольника.

Для определения средней скорости перемещения рыбы при гармонических колебаниях сортировочной решетки решается дифференциальное уравнение [6].

$$x = \frac{Ak^2 \cdot \sin kt \cdot \cos(\beta \pm \tilde{\rho}_{\pm}) \pm x \cdot \sin(\tilde{\rho}_{\pm} \pm \alpha)}{\cos \tilde{\rho}_{\pm} \pm \sin \tilde{\rho}_{\pm} \operatorname{tg} \alpha_{\text{щ}} \pm \operatorname{ctg} \lambda_n}, \quad (9)$$

где A – амплитуда колебаний решетки; K – частота колебаний решетки; β – угол вибраций; $\tilde{\rho}_{\pm}$ – приведенный угол трения;

$$\tilde{\rho}_{\pm} = \frac{\operatorname{arctg}(f_{\text{адз.}} + f_{\text{деф.}})}{\sin \frac{Q}{2}}, \quad (10)$$

$f_{адг.}$, $f_{деф.}$ – адгезионная и деформационная составляющие силы трения; Q – угол при вершине рабочих органов решетки; $\alpha_{щ}$ – угол расхождения щели; λ_n – угол заострения спинки (брюшка) рыбы.

В представленном уравнении верхние знаки и верхние индексы при коэффициенте трения относятся к прямому скольжению рыбы (в направлении транспортирования), нижние – к обратному скольжению.

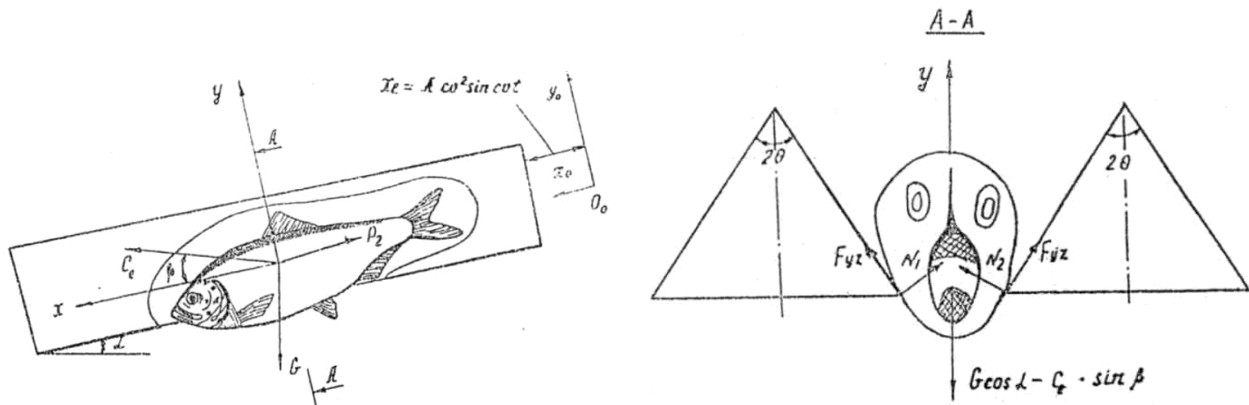


Рис. 2. Схема сил, действующих на рыбу в калибрующей щели
 Fig. 2. Scheme of acting forces on the fish in calibrating gap

Перемещение рыбы по щели:
 а) при прямом скольжении:

$$S_+ = \frac{r \cdot A \cdot \cos(\beta + \tilde{\rho}_+)}{\cos \tilde{\rho}_+ + \sin \tilde{\rho}_+ \cdot \text{tg} \alpha_{щ} \cdot \text{ctg} \lambda_n} \cdot F(\delta_+, \delta_+^*); \tag{11}$$

б) при обратном скольжении:

$$S_- = \frac{r \cdot A \cdot \cos(\beta - \tilde{\rho}_-)}{\cos \tilde{\rho}_- - \sin \tilde{\rho}_- \cdot \text{tg} \alpha_{щ} \cdot \text{ctg} \lambda_n} \cdot F(\delta_-, \delta_-^*); \tag{12}$$

где $F(\delta_{\pm}, \delta_{\pm}^*)$ – безразмерное перемещение рыбы, определяем графически в зависимости от значений безразмерных параметров вибрации при прямом и обратном скольжении рыбы Z_+, Z_-, \dots [6].

Безразмерные параметры вибрации:

$$z_{\pm} = \frac{g}{A \cdot k^2} \cdot \frac{\sin(\tilde{\rho}_{\pm} \pm \alpha)}{\cos(\beta \pm \tilde{\rho}_{\pm})}; \tag{13}$$

$$z_{1\pm} = \frac{g}{A \cdot k^2} \cdot \frac{\sin(\tilde{\rho}'_{\pm} \pm \alpha)}{\cos(\beta \pm \tilde{\rho}'_{\pm})}; \tag{14}$$

где $\tilde{\rho}_+, \tilde{\rho}_-$ – коэффициенты трения движения рыбы при прямом и обратном скольжении; $\tilde{\rho}'_+, \tilde{\rho}'_-$ – коэффициенты трения покоя при относительном покое рыбы в прямом и обратном скольжении.

Средняя скорость перемещения рыбы при движении по щели до места начала выпадения определяется [6]:

$$V = \frac{S_+ \cdot S_-}{2 \cdot \pi} \cdot K. \quad (15)$$

При движении по расходящейся щели рыба доходит до места, где размеры щели равны толщине поперечного сечения рыбы, через который проходит ее центр тяжести. Так как у рыбы центр тяжести смещен относительно сечения максимальной толщины в сторону хвостового плавника, то она под действием силы тяжести разворачивается в щели хвостовой частью вниз и одновременно с перемещением вперед начинает колебаться в щели. Колебание рыбы будет происходить до тех пор, пока она не дойдет в продольном направлении по щели до места, соответствующего толщине рыбы в максимальном сечении. Частота собственных колебаний рыбы определится:

$$K = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g \cdot l_x}{\tau_p + 2 \cdot m \cdot l_x^2}}, \quad (16)$$

где l_x – расстояние от центра тяжести рыбы в продольном направлении до сечения максимальной толщины; τ_p – момент инерции рыбы.

Скорость перемещения рыбы по щели в данном случае можно определить по изложенной выше методике, но с новыми значениями безразмерных параметров вибрации z_+, z_- . Эти параметры в данном случае равны

$$z_{\pm} = \frac{g}{A \cdot K^2} \cdot \frac{\sin(\tilde{p} \pm \alpha)}{\cos(A \pm B_1) + \lambda_0^2 \cdot \cos(\alpha + \beta) \cdot \cos(\tilde{p} \pm \alpha)}, \quad (17)$$

где

$$\lambda_0^2 = \frac{2 \cdot m \cdot l_x^2}{\tau_p + 2 \cdot m \cdot l_x}. \quad (18)$$

Экспериментально установлено, что если рыба ориентирована в калибрующей щели головой вперед, то данную ориентацию можно сохранить при выпадении рыбы из щели, если под щелью расстояние меньше, чем длина рыбы от центра тяжести до хвостового плавника, установить приемный желоб, жестко связанный с калибрующей решеткой. В данном случае при выпадении рыба опускается на плоскость желобка хвостовым плавником и на нее накладывается дополнительная связь, вследствие чего в период совместного движения рыбы и сортировочной решетки (относительный покой) она колебаться не будет, а при перемещении по щели вперед будет постепенно разворачиваться и в итоге падать на желоб головой вперед в направлении перемещения.

Устойчивость движения рыб находится с помощью графиков (рис. 3). Теоретическая скорость перемещения сырья после решения дифференциального уравнения движения вычисляется по формуле

$$v_T = \Delta S n = 2A(F_+ - F_-)n, \quad (19)$$

где n – частота колебаний, Гц; F_+, F_- – функции скольжения, характеризующие движение рыбы головой и хвостом вперед в течение периода колебаний.

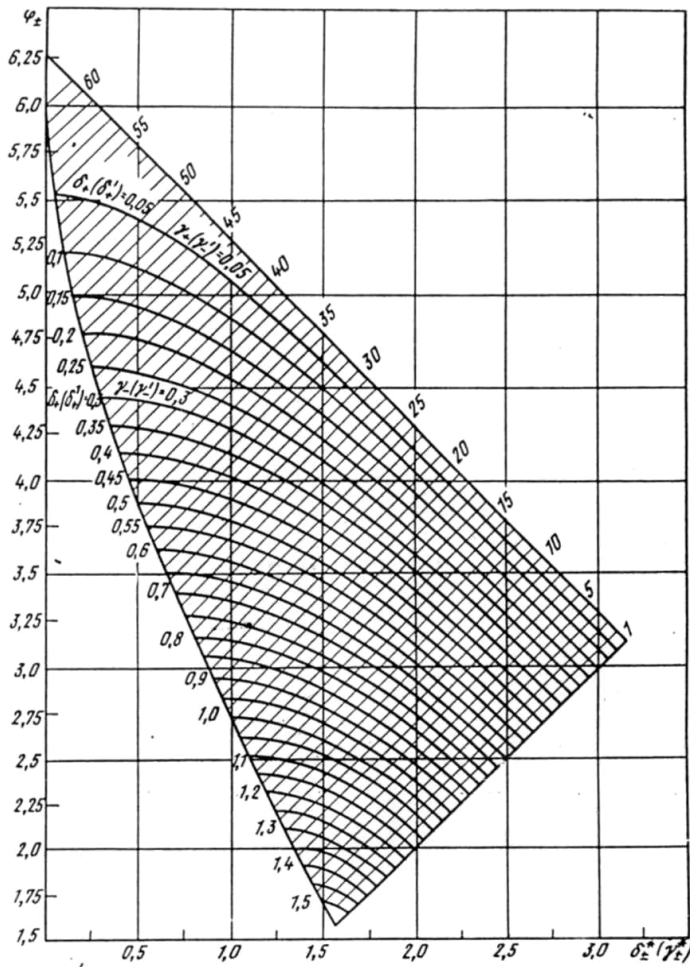


Рис. 3. График для нахождения устойчивости движения рыбы по колеблющейся поверхности
 Fig. 3. Schedule to find the persistence of vibrating surface fish movement

В этом случае скорость движения рыбы при выпадении также можно определить по рассмотренной выше, но с другими значениями z_+, z_- , которые определяют перемещение рыбы:

$$z_{\pm} = \frac{g}{A \cdot K^2} \cdot \frac{\sin(\tilde{p} \pm \alpha) \pm a \cdot \cos \tilde{p}_{\pm}}{\cos(\beta + B_{\pm})}, \tag{20}$$

где a – безразмерный параметр,

$$a = F / mg, \tag{21}$$

F – сила трения хвостового плавника о плоскость желобка, Н.

На основании рассчитанной скорости перемещения рыбы, исходя из необходимой производительности машины и шага между рыбами, можно определить необходимое количество калибрующих щелей.

Обобщая вышеизложенное, можно с уверенностью сказать, что вибротехника может использоваться с максимальной отдачей при недорогом, но эффективном использовании сменного навесного оборудования (рис. 4).

Опираясь на наши теоретические и экспериментальные данные и используя разработанные нами технологические линии с использованием сменного навесного оборудования на базовой модели [4] с максимальным использованием как вибропривода, так и вибротехники в целом, рыбообрабатывающие и другие предприятия без увеличения производст-

венных площадей, увеличения количества персонала, затрат на оборудование разных назначений могут существенно расширить перечень операций, а соответственно ассортимент выпускаемой продукции. При сезонных (путинных) поставках сырья могут оперативно его перерабатывать без дополнительных затрат.

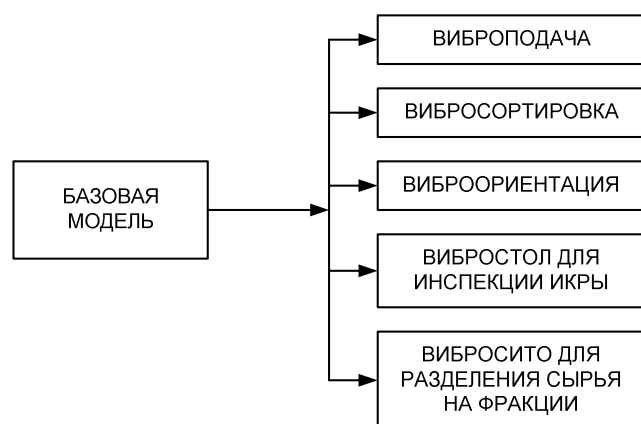


Рис. 4. Варианты широкого использования навесного оборудования на базовой модели
 Fig. 4. Options for wider use of replacement equipment on the base model

Список литературы

1. Гончаревич И.Ф., Урьев Н.Б., Телейсник М.А. Вибрационная техника в пищевой промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1977. – 278 с.
2. Ассенов С.А., Декин К.Д., Медведкин С.И. и др. Вибрационные машины в рыбной промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1974, – 120 с.
3. Потураев В.Н., Франчук В.Н., Червоненко А.Г. Вибрационные транспортирующие машины. – М.: Машиностроение, 1964. – 272 с.
4. Пат. Российская Федерация. Устройство вибрационного перемещения гидробионтов / Дерябин А.А., Проскура Д.Ю., Мельников К.Ю., Угрюмова С.Д.; № 91987; заявл. 10.03.2010.
5. Проскура Д.Ю., Дерябин А.А. Практические решения по совершенствованию вибрационного перемещения материалов. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011.
6. Поспелов Ю.В., Тушко А.А., Погонец В.И. Основы расчета и проектирования оборудования для первичной обработки рыбы. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 1985.
7. Поспелов Ю.В. Механизированные разделочные линии рыбообрабатывающих производств. – Владивосток, 1987.
8. Поспелов Ю.В., Зонов С.А. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 1995.
9. Пат. Российская Федерация. Устройство вибрационного перемещения гидробионтов / Проскура Д.Ю., Дерябин А.А., Максисмова В.И.; № 2012131982/11 (050502); заявл. 25.07.12.
10. Угрюмова С.Д., Дерябин А.А., Мельников К.Ю. Физические основы вибрационного перемещения гидробионтов // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: сб. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010.
11. Угрюмова С.Д., Мельников К.Ю., Дерябин А.А. Исследование влияния вибрационных параметров на действительную скорость транспортирования рыбы: науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008. – № 20.

Сведения об авторах: Проскура Дмитрий Юрьевич, старший преподаватель, e-mail: dim.proskura@.ru;

Дерябин Андрей Анатольевич, старший преподаватель, e-mail: reolog@mail.ru;

Григорьева Светлана Петровна, главный специалист ИЗО, e-mail: SPU_vl@list.ru.

УДК 637.56.031

А.А. Тушко¹, В.И. Максимова²¹Институт технологии и бизнеса, 692900, г. Находка, ул. Дальняя, 14²Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая 52б**АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ВЕТЧИНЫ «РОСКОШЬ»**

Предложена технологическая линия производства продукции из мясного сырья – ветчины «Роскошь» – применительно к условиям ОАО мясокомбинат «Находкинский».

Приведена технологическая схема производства ветчины, выполнен тепловой расчет термообработки баттонов колбасы в универсальной термокамере «Вемад».

Ключевые слова: мясо, фарш, ветчина, колбаса, термокамера.

A.A. Tushko, V.I. Maksimova**APPARATUS – TECHNOLOGICAL LINE PRODUCE HAM «LUXURY»**

Offer technological line produce production of meat raw material – ham «Luxury» apply of condition ОАО meat-plant «Finging». Lead to technological scheme produce ham, carry out thermal calculation thermaltreatmen batton smoked boiled in universal termochamber «Jemag».

Key words: meat, stuffing, ham, sausages, termochamber.

Одним из направлений развития пищевой промышленности является расширение ассортимента выпускаемой деликатесной продукции из мясного сырья повышенного вкусового качества на существующих технологических линиях.

Для улучшения вкуса некоторых пищевых продуктов, в том числе и мясных, используют усилители вкуса, которые одновременно могут нивелировать отрицательные составляющие вкуса и запаха [1].

Мичуринским институтом потребительской кооперации разработана технологическая инструкция производства различных видов ветчинных колбас, одной из которых является ветчина «Роскошь» [2]. В таблице приводится рецептура производства ветчины «Роскошь».

Основным сырьем для производства указанных видов колбасных изделий является свинина жилованная нежирная в охлажденном или замороженном состоянии [3]. Для улучшения вкуса колбасы предложено использовать инъектирование мяса рассолом с объемным распределением посольных веществ.

**Рецептура ветчины «Роскошь»
Ham compounding the Luxury**

Наименование сырья, пряностей и материалов	Норма
Свинина жилованная нежирная	100
Пряности и материалы, кг (100 кг несоленого сырья)	
Соль поваренная пищевая	2,8
КурафосКомбиП 50	3,0
Крахмал картофельный	4,5
ТаромаХэм	0,25
Вода	44,0
Оболочка	Искусственные оболочки диаметром 80-120 мм

При проведении процесса инъектирования куски нежирной свинины массой до 0,5 кг шприцуют рассолом в объеме 50 % от их массы с использованием усилителей вкуса КурафосКомби П 50 и ароматизатора ТаромаХэм. В дальнейшем пропускают через трехглазку волчка без использования ножей и загружают после волчка в массажер. Экспериментально установлено, что оптимальным режимом массажирования является цикличность вращения рабочего органа: массажирование – 20 мин, покой – 10 мин, число оборотов рабочего органа массажера – 8 об/мин. В массажер добавляется рассол, потерянный при измельчении на волчке, и крахмал в количестве 4,5 кг на 100 кг измельченного мяса. Рекомендуемая температура фарша после массирования 8 °С. На рис. 1 представлена технологическая схема производства ветчины «Роскошь».

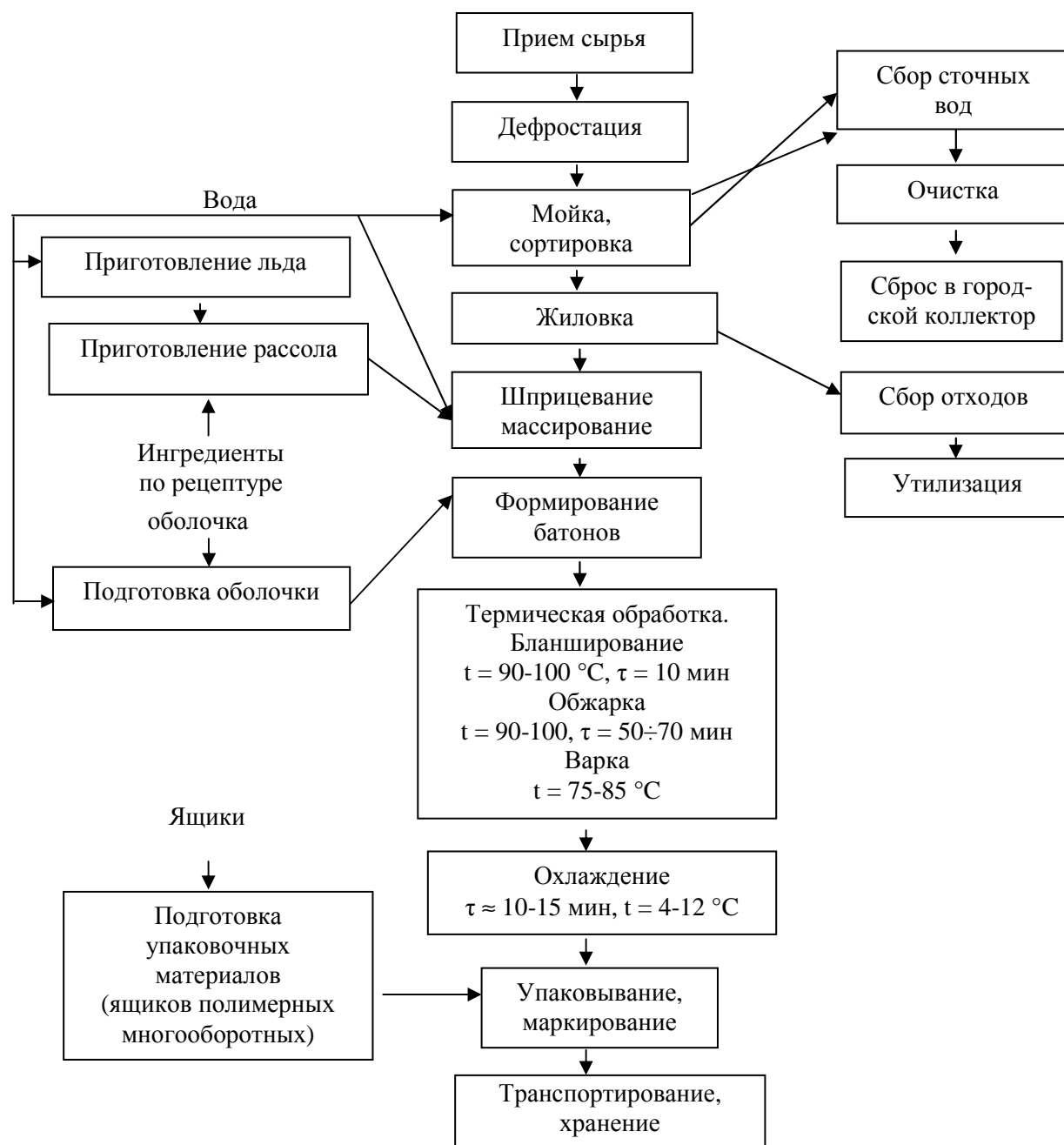


Рис. 1. Технологическая схема производства ветчины
Fig. 1. The technological scheme of production of ham

Основным технологическим процессом является комплексная термообработка батонов колбасы. Она осуществляется в универсальной камере «Вемад» с использованием дымогенератора Н508/С (производство ФРГ).

Используется следующая последовательность операций термообработки батонов колбасы, упакованной в многослойную термоусадочную оболочку «Наломейк».

1. Бланширование паром при температуре 90-100 °С в течение 10 мин.
2. Обжарка дымовоздушной смесью при температуре 90-100 °С в течение 50÷70 мин.
3. Варка паром при температуре 75-85 °С до достижения температуры в толще батона 70-1 °С.
4. Охлаждение водой под душем в течение 10÷15 мин.
5. Охлаждение воздухом температурой 4÷12 °С до достижения температуры в центре батона колбасы 4÷8 °С.

Для определения температуры проведения процессов в один из батонов помещается термомпара, электродвижущая сила от которой поступает на автоматическое регулирующее устройство системы автоматического управления технологическими процессами универсальной камеры и камеры охлаждения.

В универсальную термокамеру загружаются 2 тележки, на вешалах которых подвешаны 200 батонов средним весом около 1 кг.

Экспериментально установлено, что после шприцевания мяса посольной смесью влажность мяса составляет 62-64 %.

Одним из основных тепловых процессов является обжарка мяса коптильным дымом. Установлено, что для качественной обжарки требуемое количество фенолов в мясе должно составлять $Y_p = 18 \cdot 10^{-3}$ кг фенола / кг мяса [4].

Необходимое содержание фенолов:

$$G_\phi = G_m \left(1 - \frac{\omega_k}{100}\right) Y_p,$$

где G_ϕ – количество фенолов; G_m – количество мяса перед процессом обжарки; ω_k – конечная влажность мяса после обжарки.

Конечная влажность после обжарки была установлена экспериментально, в среднем она составляла 49 %. Следовательно, в нашем случае

$$G_\phi = 317 \left(1 - \frac{49}{100}\right) \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 2,91 \text{ кг.}$$

G_m принято равным 317 кг с учетом частичного удаления влаги при бланшировании. Объем коптильного дыма, который должен пройти через камеру за цикл обжарки:

$$V = \frac{G_\phi}{Y_p \cdot \eta_\phi},$$

где η_ϕ – коэффициент полезного действия камеры.

Экспериментально установлено, что коэффициент полезного действия камеры составляет 12 %.

Через коптильную камеру должно пройти следующее количество коптильного дыма:

$$V = \frac{2,91}{0,018 \cdot 12} \cdot 100 \% = 1347 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для заданной концентрации фенола в коптильном дыме критериальное уравнение массообмена имеет вид [4]

$$N_{им} = 0,077 \cdot Re^{0,26} \cdot P_r^{0,69},$$

где $N_{им}$ – критерий Нуссельта массообменный; Re – критерий Рейнольдса; P_r – критерий Прандтля.

Аналитически установлено, что при заданных условиях скорость движения дымовоздушной смеси составляет 0,06 м/с, критерий Прандтля равен 0,165, а Рейнольдса – 3680.

Решение приведенного выше критериального уравнения позволило установить, что коэффициент массоотдачи β составляет ориентировочно 6,27 м/с, что ориентировочно соответствует процессу горячего копчения сырья.

При варке батонов колбасы паром происходит передача тепла от поверхности батона к его центру за счет теплопроводности

$$Q = \frac{\lambda \cdot F_{\delta} \cdot (t_2 - t_1)}{\delta},$$

где λ – коэффициент теплопроводности фарша; F_{δ} – площадь медиального сечения батона колбасы; t_2 – температура на поверхности батона колбасы; t_1 – температура фарша в центре батона колбасы; δ – расстояние от поверхности до середины батона.

На рис. 2 представлена аппаратно-технологическая схема производства ветчины применительно к условиям ОАО мясокомбината «Находкинский» (торговая марка продукта «Доброе дело»).

Замороженное мясо свинины поступает в помещение для дефростации. Используется воздушный способ дефростации вследствие размораживания при обтекании его воздушным потоком в вентилируемом помещении. Процесс осуществляется при температуре от 18 до 22 °С, при достижении температуры в толще свинины не ниже 1 °С продолжительность процесса составляет от 12 до 24 ч.

После размораживания на технологическом столе производится зачистка от сгустков крови и других загрязнений. В дальнейшем мясо свинины проливают теплой водой 34-40 °С и выдерживают 10 мин для стекания воды.

После мойки сырье сортируют и направляют на жиловку. В процессе его проведения мясо нарезают на куски массой не менее 1 кг. Затем куски мяса направляются на шприцевание. В дальнейшем полуфабрикат тележкой транспортируется к загрузочному устройству волчка.

На волчке происходит измельчение кусков мяса при пропускании его на трехглазку волчка без ножей. Измельченное сырье после массажера поступает на вакуумный шприц. От шприца наполненные фаршем батоны поступают на стол для вязки колбас. Затем батоны навешиваются на рамы и в дальнейшем подаются на термообработку в универсальную камеру. После процесса комбинированной термообработки рамы с батонами колбасы поступают в камеру охлаждения и в дальнейшем подаются на хранение до реализации в холодильную камеру.

Использование описанной аппаратно-технологической линии в условиях ОАО «Находкинский» позволяет расширить ассортимент выпускаемой продукции, повысить коэффициент использования оборудования и теплового хозяйства мясокомбината.

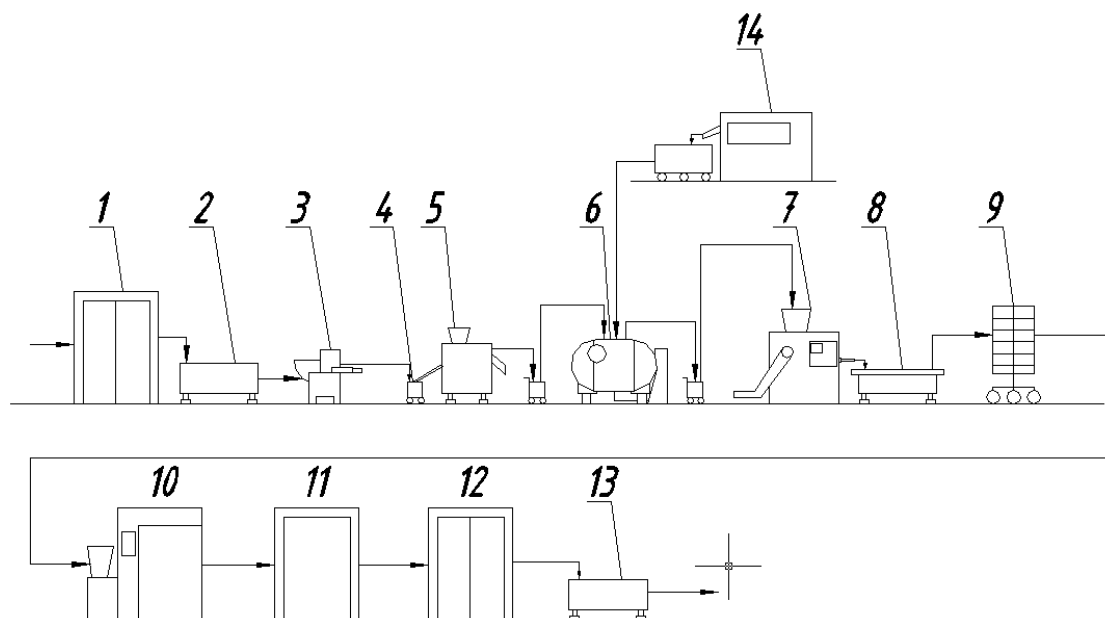


Рис. 2. Аппаратно-технологическая схема производства ветчины «Роскошь»:
 1 – дефростер; 2 – технологический стол; 3 – иньектор; 4 – тележка; 5 – волчок;
 6 – массажор; 7 – шприц набивочный; 8-9 – стол для вязки колбас; 10 – термокамера;
 11 – камера водяного охлаждения; 12 – холодильная камера;
 13 – стол маркировочный, 14 – льдогенератор

Fig. 2. Apparatus – technological line produce ham «luxury»: 1 – defroster;
 2 – technological table; 3 – injector; 4 – dolly; 5 – spinning top; 6 – massazhor; 7 – syringe stuffing;
 8-9 – table for the binding of sausages; 10 – heat chamber; 11 – water-cooling chamber;
 12 – cooling chamber; 13 – marking table; 14 – ice maker

Список литературы

1. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы. – СПб.: Гиорд, 2006. – 256 с.
2. ТУ 9213-357-01597945. Ветчина «Роскошь».
3. ГОСТ 7724-77. Мясо. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия.
4. Тушко А.А., Максимова В.И. Технологический расчет установок для холодного копчения рыбы // Современные тенденции развития перерабатывающих комплексов, пищевого оборудования и технологии пищевых производств: материалы Всерос. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 46-49.

Сведения об авторах: Тушко Александр Андреевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: Andr48@mail.ru;
 Максимова Вера Ивановна, аспирант.

УДК 664.95

Е.Г. Тимчук

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЕЗДЫМНОГО КОПЧЕНИЯ КАЛЬМАРА

Приведены результаты исследований, посвященных созданию высокоэффективных способа и устройства для бездымного копчения, установлено влияние параметров процесса обработки кальмара коптильным препаратом на формирование технологических свойств готового продукта.

Ключевые слова: кальмар, копчение, способ и устройство для бездымного копчения, параметры процесса, технологические свойства.

E.G. Timchuk

WAY AND THE DEVICE FOR SMOKELESS SMOKING SQUID

Results of the researches devoted to creation of highly effective of a way and the device for smokeless smoking are given in article, influence of parameters of process of processing of a squid by a smoking preparation on formation of technological properties of a finished product is established.

Key words: a squid, smoking, a way and the device for smokeless smoking, process parameters, technological properties.

Перспективным направлением совершенствования технологического процесса и получения высококачественного и безопасного копченого продукта является обработка полуфабриката коптильным препаратом в виде мелкодисперсного аэрозоля [1, 2]. В рыбной отрасли технологии, основанные на такой обработке, используются при производстве рыбы горячего и холодного копчения [3]. Кроме того, исчерпывающие данные о влиянии дисперсности коптильной среды на закономерности массообменных процессов и формирования специфических свойств копченых продуктов отсутствуют.

В последнее время все большую популярность у населения приобретает копченая продукция из кальмара, который по структурно-механическим характеристикам и химическому составу сильно отличается от рыбы [4]. Особенностью процесса копчения является обязательное удаление кожи кальмара перед обработкой мелкодисперсной коптильной средой. Это приводит к более быстрому проникновению ингредиентов коптильного препарата в толщу мышечной ткани кальмара по сравнению с процессом проникновения их через кожу рыбы.

Исходя из этого, целью настоящих исследований является создание высокоэффективного способа и устройства для бездымного копчения кальмара.

Задачами исследования являются:

- разработка способа бездымного копчения кальмара;
- обоснование метода регулирования размера дисперсных частиц рабочей коптильной среды;
- создание экспериментальной коптильной установки для бездымного копчения;
- установление закономерностей процесса осаждения дисперсных частиц рабочей коптильной среды на полуфабрикат;
- уточнение роли коптильных компонентов в формировании органолептических характеристик копченого кальмара.

На основании анализа научно-технической литературы, патентной документации и предварительных экспериментов нами был разработан способ обработки кальмара копильным препаратом.

Способ заключается в предварительном нагреве копильного препарата в герметичной емкости до температуры 95-102 °С. Нагретый копильный препарат через гидравлическую форсунку циклично распыляется в копильную камеру в течение 3-5 мин. После каждого распыления кальмар обрабатывается холодным воздухом с температурой 5-10 °С в течение 8-10 мин. Распыление нагретого копильного препарата через гидравлическую форсунку позволяет получать мелкодисперсную рабочую копильную среду с невысокой температурой в пределах 50-65 °С, обеспечивающей щадящий температурный режим обработки кальмара. Циклическое охлаждение полуфабриката холодным воздухом препятствует необративным денатурационным изменениям белка мышечной ткани кальмара, что снижает потери питательных ингредиентов нативного сырья [5, 6].

Такой способ из-за высокой температуры копильного препарата позволяет получать копильную среду с регулируемым размером частиц дисперсной фазы и управлять процессом осаждения копильных компонентов на полуфабрикат [7, 8].

В качестве сырья в опытах использовали кальмар тихоокеанский мороженный (ГОСТ Р 51495-99), копченая продукция из которого пользуется у населения высоким спросом. В качестве копильного препарата использовали «Жидкий дым “Березовый туман”» (ТУ 2431-001-48289501-02), отвечающий современным требованиям по своим экологическим и технологическим свойствам. Диаметр частиц дисперсной фазы определяли с помощью каскадного импактора, массовый состав органических кислот, карбонильных соединений и фенолов – общепринятыми методами в исследованиях процесса копчения и копченых продуктов [9].

В результате реализации эксперимента установлена функциональная зависимость среднего размера дисперсной фазы копильной среды от давления в емкости с копильным препаратом и диаметра выходного сечения гидравлической форсунки (рис. 1).

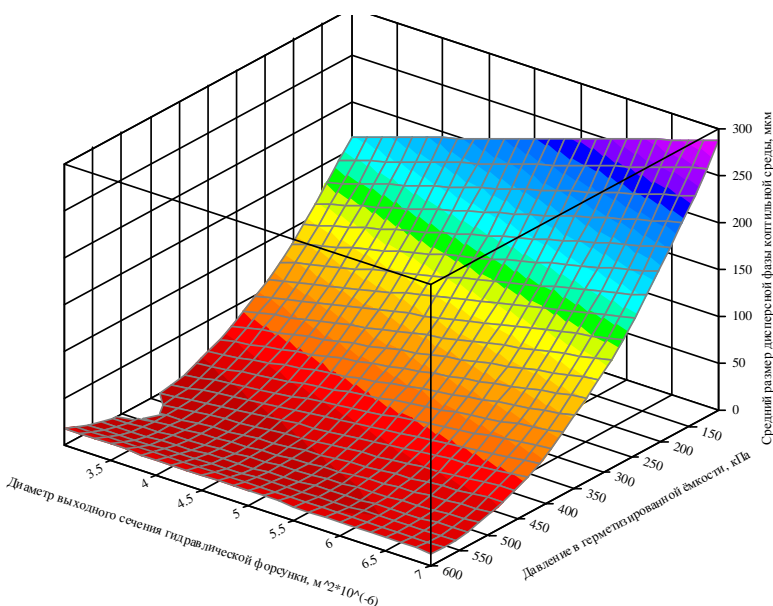


Рис. 1. Зависимость среднего размера дисперсной фазы копильной среды от давления в емкости с копильным препаратом и диаметра выходного сечения гидравлической форсунки
 Fig. 1. Dependence of the average size of a disperse phase of the smoking environment on pressure in capacity with a smoking preparation and diameter of target section of a hydraulic nozzle

Математическая обработка экспериментальных данных позволила представить установленную зависимость в виде уравнения регрессии:

$$Y = 145,78 - 0,92X_1 + 38,92X_2 + 0,001X_1^2 - 0,08X_2^2 - 0,07X_1X_2, \quad (1)$$

где Y – средний размер дисперсной фазы копильной среды, мкм; X_1 – давление в емкости с копильным препаратом, кПа; X_2 – диаметр выходного сечения гидравлической форсунки, $\text{м}^2 \cdot 10^{-6}$.

Достоверность аппроксимации составила $R^2 = 0,95$.

Полученные зависимости позволяют изменением давления в емкости с копильным препаратом и диаметром выходного сечения форсунки регулировать средний диаметр дисперсных частиц рабочей копильной среды.

Для реализации экспериментальных исследований разработана и изготовлена установка, представленная на рис. 2.

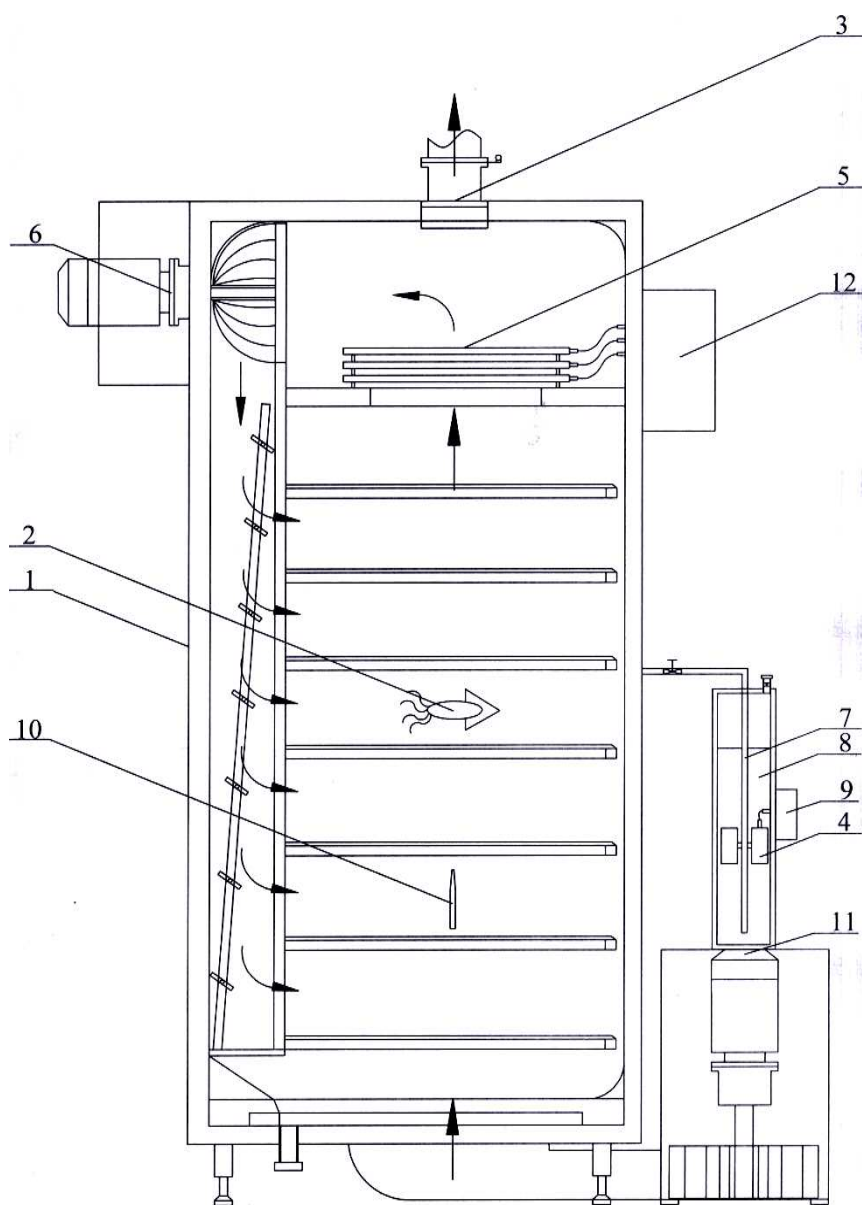


Рис. 2. Схема экспериментальной копильной установки:
 1 – камера; 2 – кальмар;
 3 – трубопровод;
 4, 5 – нагревательный элемент, 6 – вентилятор;
 7 – патрубок; 8 – емкость с копильным препаратом;
 9 – устройство регулирования температуры нагревательных элементов;
 10 – гидравлическая форсунка;
 11 – кондиционер;
 12 – блок питания

Fig. 2. Scheme of experimental smoking installation: 1 – chamber; 2 – squid; 3 – pipeline; 4, 5 – a heating element, 6 – the fan; 7 – branch pipe; 8 – capacity with smoking preparation; 9 – device of regulation of temperature of heating elements; 10 – hydraulic nozzle; 11 – conditioner; 12 – power unit

Экспериментальная копильная установка позволяет варьировать параметры обработки: относительная влажность рабочей копильной среды 20-100 %, температура 2-150 °С, скорость до 20 м/с.

Результаты исследования массообмена представлены на рис. 3.

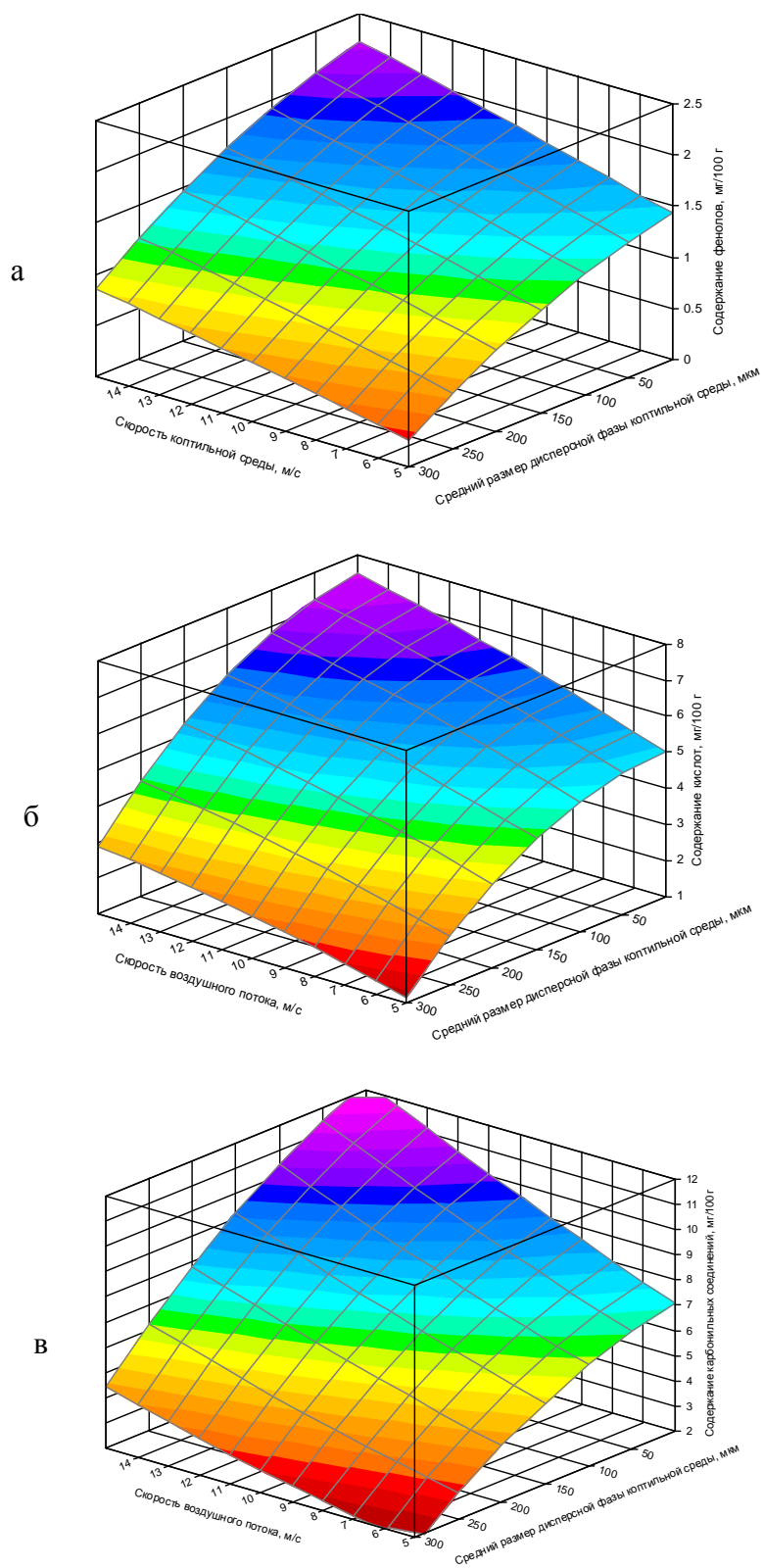


Рис. 3. Влияние скорости воздушного потока и размера частиц копительной среды на количество осажденных копительных компонентов: а – фенолов; б – кислот; в – карбонильных соединений
 Fig. 3. Influence of speed of an air stream and the size of particles of the smoking environment on quantity of the besieged smoking components: а – phenols; б – acids; в – carbonyl connections

Математический анализ экспериментальных данных позволил представить полученные результаты в виде следующих уравнений:

$$Y_1 = 0,98 + 0,09X_1 - 0,001X_2 - 6 \times 10^{-4} X_1^2 - 7,4 \times 10^{-6} X_2^2 - 6,67 \times 10^{-5} X_1 X_2, \quad (2)$$

$$Y_2 = 3,31 + 0,37X_1 + 0,002X_2 - 0,006X_1^2 - 4,37 \times 10^{-5} X_2^2 + 0,0003X_1 X_2, \quad (3)$$

$$Y_3 = 4,97 + 0,39X_1 - 0,003X_2 + 0,007X_1^2 - 3,7 \times 10^{-5} X_2^2 + 0,0008X_1 X_2, \quad (4)$$

где Y_1 – содержание фенолов в копченом кальмаре, мг/100 г; Y_2 – содержание кислот в копченом кальмаре, мг/100 г; Y_3 – содержание карбонильных соединений в копченом кальмаре, мг/100 г; X_1 – средний размер дисперсной фазы копильной среды, °С; X_2 – скорость копильной среды, м/с.

Достоверность аппроксимации составила не ниже $R^2 = 0,95$.

Полученные математические зависимости позволяют рассчитывать количество и соотношение основных копильных компонентов копильного препарата в продукте при различных параметрах процесса копчения, тем самым регулировать как единичные показатели качества копченого продукта (вкус, запах и цвет), так и его общее восприятие.

С этой целью были изготовлены образцы копченого кальмара с различным содержанием копильных компонентов и установлена органолептическая оценка их частных показателей качества.

Для более объективной оценки участия фенолов, кислот и карбонильных соединений в образовании специфических свойств копчения были рассчитаны коэффициенты парной корреляции между концентрацией отдельных групп копильных компонентов и органолептической оценкой экспериментальных образцов, обработанных при различных режимах копильным препаратом «Жидкий дым “Березовый туман”», таблица.

**Коэффициенты парной корреляции между концентрацией
копильных компонентов и органолептической оценкой образцов
Factors of pair correlation between concentration of smoking components
and an organoleptic assessment of samples**

Фактор	Коэффициент корреляции		
	Критерий Стьюдента		
	Вкус копчения	Аромат копчения	Цвет поверхности
Фенолы	<u>0,891</u> 4,94	<u>0,924</u> 6,12	<u>0,505</u> 1,59
Кислоты	<u>0,745</u> 4,13	<u>0,783</u> 5,19	<u>0,164</u> 0,52
Карбонильные соединения	<u>0,569</u> 3,15	<u>0,207</u> 1,37	<u>0,821</u> 2,60

Анализ данных таблицы показывает, что содержание фенолов, кислот и карбонильных соединений тесно взаимосвязаны с ароматом, вкусом и цветом копченого кальмара: с увеличением количества данных копильных компонентов улучшается запах, вкус и цвет продукта. На это указывает достаточно высокое значение коэффициентов парной корреляции.

Аналогичные исследования были проведены для рыбных объектов, таких как голец, горбуша и сельдь, установлено влияние параметров копчения на формирование технологических свойств готовых продуктов.

Выводы

1. Разработан способ бездымного копчения кальмара, включающий циклическую поперединую обработку полуфабриката мелкодисперсной коптильной средой при температуре 50-65 °С и холодным воздухом с температурой 5-10 °С.

2. Установлен метод регулирования размера дисперсных частиц рабочей коптильной среды путем изменения давления в емкости с коптильным препаратом в пределах 150-600 кПа и диаметра выходного сечения гидравлической форсунки от 3 до 6,5 м²·10⁻⁶.

3. Разработана экспериментальная коптильная установка емкостью до 5 кг сырья, позволяющая варьировать параметры обработки: относительная влажность рабочей коптильной среды 20-100 %, температура 2-150 °С, скорость до 20 м/с.

4. Получены математические выражения, описывающие зависимость количества осажденных на полуфабрикат фенолов, органических кислот и карбонильных соединений коптильного препарата от скорости потока и размеров дисперсных частиц коптильной среды.

5. Установлена взаимосвязь между количеством осевших на полуфабрикат фенолов, кислот и карбонильных соединений и вкусом, ароматом копчения и цветом поверхности копченого продукта в виде коэффициентов парной корреляции.

Список литературы

1. Курко В.И. Основы бездымного копчения. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 232 с.
2. Воскресенский Н.А. Посол, копчение и сушка рыбы. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 548 с.
3. Ким Э.Н. Основы бездымного копчения гидробионтов: монография. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 1998. – 180 с.
4. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 340 с.
5. Пат. Российская Федерация. Установка для бездымного копчения / Э.Н. Ким, Е.Г. Тимчук; № 0095466; опубл. в БИ № 19 от 10.07.2010.
6. Пат. Российская Федерация. Установка для бездымного копчения / Э.Н. Ким, Е.Г. Тимчук; № 0095467; опубл. в БИ № 19 от 10.07.2010.
7. Проскура Ю.Д. Расчет процесса холодного копчения рыбы: учеб. пособие. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 1985. – 75 с.
8. Никитин Б.Н. Основы теории копчения рыбы. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1982. – 248 с.
9. Курко В.И. Методы исследования процесса копчения и копченых продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1977. – 157 с.

Сведения об авторе: Тимчук Егор Геннадьевич, младший научный сотрудник, e-mail: gore802@mail.ru.

УДК 669.713.7

С.Д. Угрюмова, А.И. Федорова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

ОЦЕНКА НАДЕЖНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ЗАГРУЗКИ В ЛИНИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА

При разработке линии подготовки морской воды нами были полностью заменены фильтры грубой и тонкой очистки морской воды с целью усовершенствования процесса фильтрования и получения на выходе фильтрата более высокого качества.

Ключевые слова: *фильтр, загрузка, водоподготовка, морская вода, модернизированная линия.*

S.D. Ugryumova, A.I. Fedorova

ASSESSING THE RELIABILITY OF OPERATION OF THE FILTER LOAD LINE CULTIVATION FAR TREPANG

In developing the training of sea water line, we were completely replaced filters for coarse and fine cleaning of sea water, in order to improve the filtering process and to obtain a filtrate output quality.

Key words: *filter, download, water, sea water, the upgraded line.*

Одной из важнейших характеристик, учитываемых при проектировании, разработке и эксплуатации технических систем, является показатель надежности [1, 2].

Такие факторы, как возрастание сложности систем, усиление борьбы за рынки сбыта, а также конкурентной борьбы за финансовые средства и ресурсы полностью исключают поставку на современный рынок как изделий с низкой надежностью, так и изделий, спроектированных с чрезмерным запасом надежности.

Надежность разработанной системы водоподготовки морской воды в линии культивирования дальневосточного трепанга напрямую зависит от стабильности и срока службы фильтров, используемых в линии.

Ориентировочный срок эксплуатации одной фильтрующей загрузки (в фильтре грубой очистки морской воды) составляет 3-5 лет эксплуатации до полной замены (в зависимости от агрессивности среды), а в фильтре тонкой очистки загрузки хватает на 1-1,5 лет эксплуатации до полной замены, что значительно лучше, чем при использовании картриджей тонкой очистки, которых хватает на срок от 3 до 6 мес.

Основные понятия и определения теории надежности, сформулированные применительно к фильтрам, имеют специфические особенности; они связаны с необходимостью промывки или замены фильтрующих элементов после накопления определенного количества загрязнений.

С точки зрения теории надежности фильтр является системой, работающей с многократной заменой отказавших элементов. Отказ, связанный с забиванием пор загрузочного материала, по характеру возникновения является постепенным отказом, а по условиям возникновения – отказом, возникшим в нормальных условиях эксплуатации. При эксплуатации фильтров возможны внезапные технологические и эксплуатационные отказы, связанные с производственными и эксплуатационными нарушениями (течь в корпусе, разрыв или разгерметизация фильтрующих элементов, выход из строя контрольно-измерительных приборов и т.п.) [2].

Фильтр работает с многократной заменой или промывкой загрузочного материала, поэтому параметром, определяющим степень загрязнения элемента, является перепад давления. Уменьшение перепада давления на фильтре ниже первоначального свидетельствует о разрыве или разгерметизации фильтрующего элемента; в этом случае отказ фильтра можно

относит к внезапным. Если разрыв или разгерметизация фильтрующего элемента произойдет в процессе эксплуатации фильтра, когда на нем уже имеется достаточное количество загрязнений, перепад давления в случае разгерметизации может и не снижаться до первоначальной величины, особенно если из строя вышел только один фильтрующий элемент из нескольких, параллельно установленных в фильтре. Поэтому всякое падение перепада давления на фильтре при неизменяющейся пропускной способности свидетельствует о возникновении отказа, а условие безотказной работы будет выполнено, если приращение перепада давления будет положительным в любой момент времени.

Срок службы фильтра, определяемый его надежностью, является важным экономическим показателем, позволяющим проводить сравнительную оценку фильтров разных типов, при которой помимо стоимости фильтра и затрат на его обслуживание учитывают количество очищенного масла, число замен или промывок фильтрующих элементов, число ремонтов фильтра, не связанных с заменой фильтрующих элементов, и т. п.

Разработанная нами линия водоподготовки морской воды (рис. 1) может работать непрерывно в течение всего цикла выращивания мальков трепанга (июль-сентябрь). Но каждый месяц нужно проводить профилактику фильтров и их элементов – фильтрующую загрузку в фильтре грубой очистки в трехступенчатом фильтре тонкой очистки. И ежедневно проводить проверку производственных и эксплуатационных отказов (течь корпуса, разрыв или разгерметизация корпуса и т.д.).

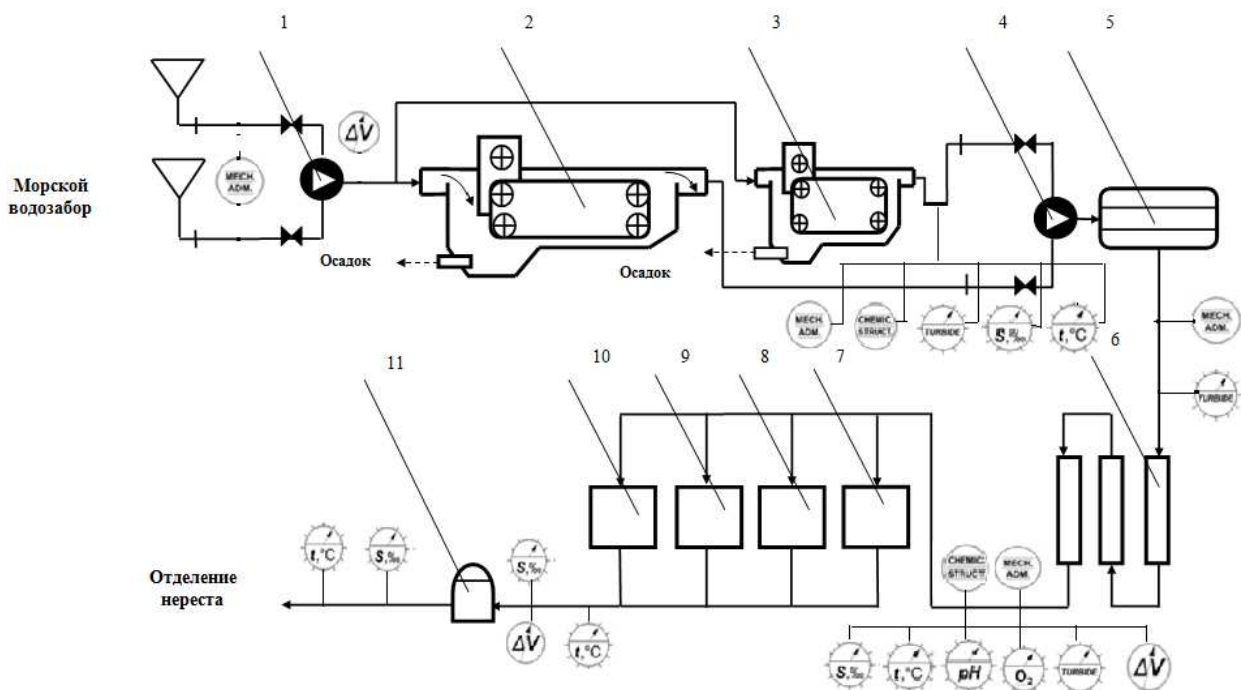


Рис. 1. Модернизированная линия водоподготовки морской воды для культивирования дальневосточного трепанга: 1, 4 – насос двустороннего входа Д320-50; 2 – отстойник скребковый с горизонтальным перемещением жидкости ($V = 100 \text{ м}^3$); 3 – отстойник скребковый с горизонтальным перемещением жидкости ($V = 40 \text{ м}^3$); 5 – фильтр грубой очистки; 6 – фильтр тонкой очистки прямоточно-противоточный 3-ступенчатый; 7, 8, 9, 10 – расходная емкость ($V = 20 \text{ м}^3$); 11 – нагревательный тен ($23 \text{ }^\circ\text{C}$)

Fig. 1. The upgraded line of water sea water for cultivation of the Far Eastern Sea Cucumber: 1, 4 – Pump Double-entry D320-50; 2 – sump scraper with horizontal movement of fluid ($V = 100 \text{ м}^3$); 3 – sump scrapers-st with horizontal movement of fluid ($V = 40 \text{ м}^3$); 5 – pre-filter; 6 – fine filter uniflow-counter 3-stage; 7, 8, 9, 10 – day tank ($V = 20 \text{ м}^3$); 11 – heating ten ($23 \text{ }^\circ\text{C}$)

Чтобы определить надежность линии водоподготовки морской воды для выращивания дальневосточного трепанга, нами была определена последовательность операций при анализе характера и последовательности отказов (рис. 2).

На рис. 3 изображена блок-схема из 13 аппаратов, соединенных последовательно, поскольку каждая из трех ступеней фильтра тонкой очистки рассматривается как отдельный элемент.

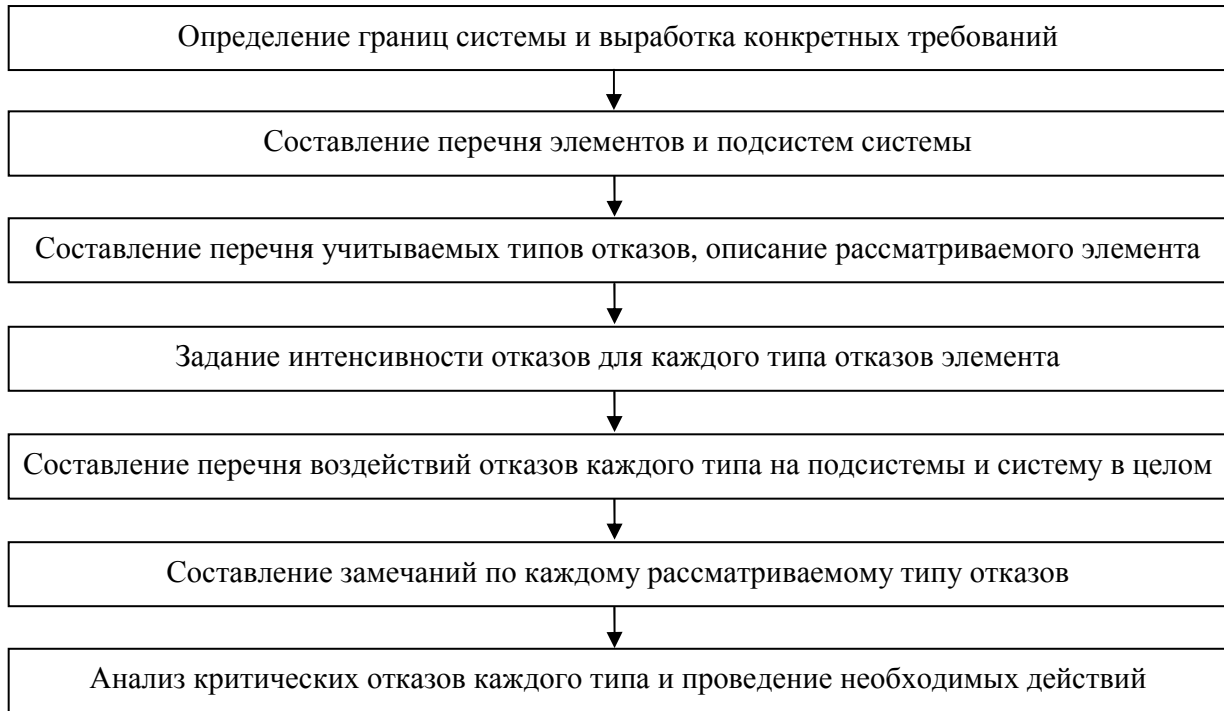


Рис. 2. Последовательность операций при анализе характера и последовательности отказов
 Fig. 2. The sequence of operations in the analysis of the nature and sequence of failures

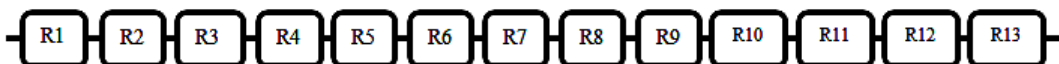


Рис. 3. Блок-схема с последовательным соединением аппаратов
 Fig. 3. Block diagram of a series connection of devices

Допустим, что из 13 последовательных элементов в линии, которые подвергаются испытаниям, через 3-4 мес вышел из строя частично 1 элемент, а остальные сохраняют работоспособность. Вероятность безотказной работы определяется по формуле [3]

$$R(t) = 1 - \left(1 - \frac{n_s(t)}{n_0} \right) = 1 - \left(1 - \frac{12,5}{13} \right) = 0,96 \cdot 100 \% = 96 \%,$$

где $n_s(t)$ – аппараты, сохраняющие работоспособность; $n_f(t)$ – аппараты, вышедшие из строя; n_0 – всего аппаратов в линии.

Величина $R(t)$ и вероятность появления отказов $F(t)$ в момент времени t (3-6 мес) связаны соотношением

$$R(t) + F(t) = 1.$$

Вероятность появления отказов в момент времени t (3-4 мес)

$$F(t) = 1 - \left(1 - \left(1 - \frac{n_s(t)}{n_0} \right) \right) = 1 - \left(1 - \left(1 - \frac{12,5}{13} \right) \right) = 1 - 0,96 = 0,04 \cdot 100 \% = 4 \%$$

Кривая интенсивности отказов представлена нами на рис. 4, где область исследования условно подразделена на три участка: первый – период приработки, второй – период нормальной эксплуатации, третий – период старения объекта.

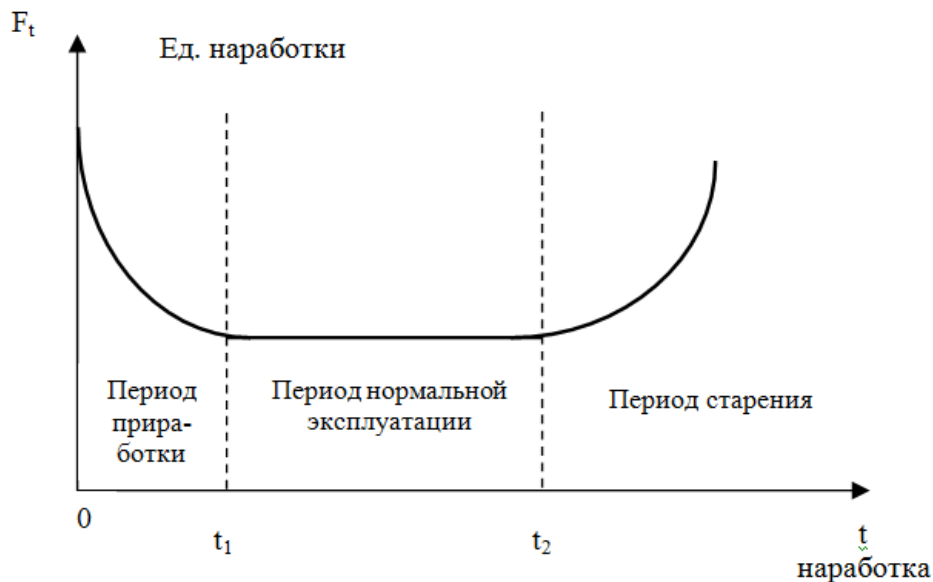


Рис. 4. Интенсивность отказов в течение срока службы изделия
 Fig. 4. The failure rate for the life of the product

В соответствии с полученными данными по изучению надежности технологической линии культивирования дальневосточного трепанга за исследуемый период (июнь-сентябрь) можно сделать следующие выводы: безотказность работы технологической линии лежит в допустимых пределах, что составляет 96 %, вероятность появления отказов в работе данной линии ничтожно мала (4 %), соответственно разработанная нами линия подготовки воды для культивирования дальневосточного трепанга удовлетворяет всем техническим показателям надежности и имеет право на существование.

Основной характеристикой совершенства организованного на предприятии технологического потока производства продукции, обеспечивающей устойчивое производство при возникновении внешних и внутренних возмущающих воздействий, является стабильность или целостность его как технологической системы. Это свойство системы, по смыслу идентичное ее надежности (и технической, и технологической), и характеризует реальную эффективность созданного технологического потока по отношению к теоретически возможной.

Работы по повышению эффективности существующего производства условно можно разделить на следующие этапы:

- на основании имеющейся информации формируется цепочка процессов технологического потока производства данного вида продукции;
- цепочка технологических процессов преобразуется в операторную модель, и проводится экспериментальная оценка уровня целостности функционирующего на предприятии технологического потока;
- по результатам оценки осуществляется корректировка технологического потока, производства (операторной модели), включающая уточнение содержания и последовательности выполнения технологических операций, допусков на их технические параметры, на параметры сырья и внешних условий. При необходимости уточняются номенклатура параметров и методы их определения.

Повышение эффективности технологии обеспечивается как за счет использования новых более совершенных технологических процессов воздействия на сырье на отдельных этапах его преобразования в конечный продукт, так и за счет повышения качества выполнения уже действующих процессов, ужесточения контроля за их выполнением.

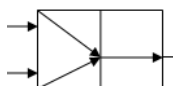
Основной этап на пути создания машинной технологии и формирования оптимального технологического потока – выделение операций и формирование подсистем, т. е. построение операторной модели производства.

Модели процессов графически изображаются следующим образом:

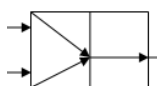
- 1) временное хранение (емкости, фильтры, отстойники и др.);
temporary storage (tanks, filters, sumps, etc.);



- 2) соединение без сохранения поверхности раздела (смешивание сред);
without saving the connection interface (mixed media);



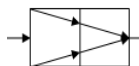
- 3) разделение на фракции (вода, осадок);
fractionation (water, sediment);



- 4) водозабор (морской);
intake (sea);



- 5) соединение с сохранением поверхности раздела (образование осадка);
connection with preservation of the interface (sedimentation);



- б) термостатирование (поддержание постоянной температуры – 23 °С).
thermostatic control (constant temperature – 23 °С).



Оценка стабильности (уровня целостности) технологического потока, определяемой через фактические стабильности функционирования отдельных входящих в нее подсистем, проводится в течение часа, смены, недели или другого временного периода, который определяется продолжительностью технологического цикла производства продукции и должен гарантировать достоверность оценки стабильности производства на весь период его функционирования между остановками на профилактические ремонты. При этом рассчитывается вероятность выхода из подсистемы годной продукции:

$$P_i = \frac{n_i}{n} \cdot 100 \% [\pm 10 \%], \tag{1}$$

где n_i – количество сырья, полученного на выходе; n – общее количество сырья, поступившее на переработку.

Операторная модель линии водоподготовки морской воды приведена на рис. 5.

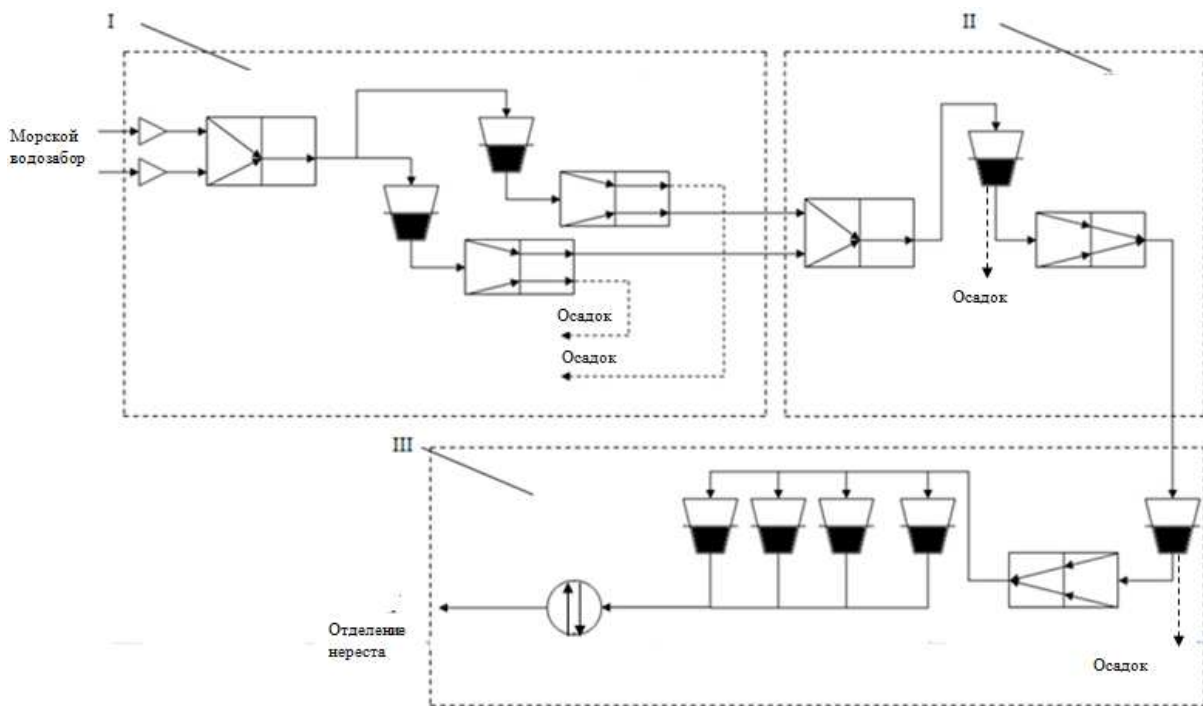


Рис. 5. Операторная модель управления линии водоподготовки морской воды для культивирования трепанга: I – морской водозабор и механическая очистка морской воды; II – грубая очистка морской воды; III – тонкая очистка морской воды и хранение
 Fig. 5. The operational model for managing water line of sea water for cultivation of cucumber: I – sea water intake and mechanical cleaning of seawater; II – primary purification of sea water; III – fine purification of sea water and storage

Входные параметры – морская вода из места обитания трепанга и морская вода из отделения водоподготовки, качество которых определяется соответствующими приборами. Управляющие параметры подсистемы – температура, соленость, оксинасыщение, кислотность, – регистрируемые соответствующими приборами. Выходные параметры – величины расхода и загрязнения отработанной воды – оцениваются соответствующими приборами.

Нами рассматривается каждая из подсистем операторной модели управления и рассчитывается вероятность выхода готовой продукции.

На рис. 6 представлена подсистема I для предварительной подготовки морской воды с заданными показателями качества. Морская вода, поступающая в данную систему, проходит процесс механической очистки, заключающийся в осаждении или задержании взвешенных частиц грязи и последующем удалении их из системы. После механической очистки морская вода поступает на стадию грубой очистки II, а осадок через приемки удаляется самотеком из отстойника за счет его небольшого уклона.

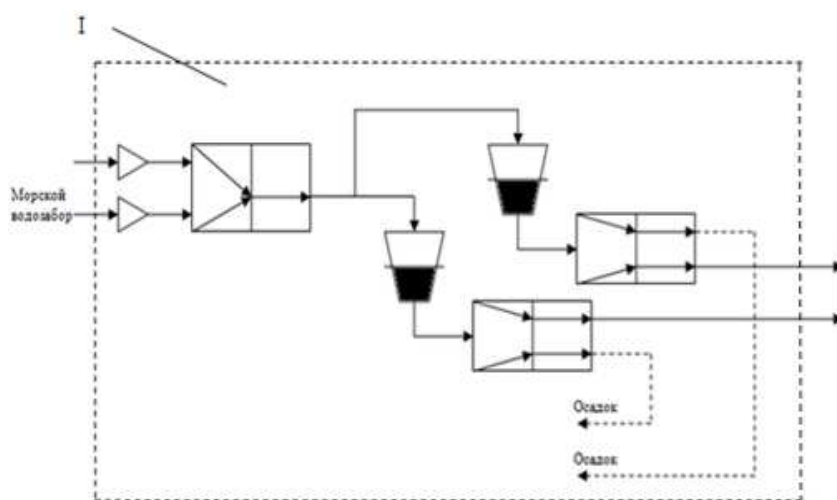


Рис. 6. Стадия I механической очистки морской воды
Fig. 6. Phase I of mechanical treatment of sea water

Возможность выхода из подсистемы I подготовленной воды:

$$P_I = \frac{n_I}{n} \cdot 100 \% [\pm 10 \%], \quad (2)$$

где n_I – количество морской воды, полученной на выходе, м^3 ; n – общее количество морской воды, поступившее на механическую очистку, м^3 .

$$P_I = \frac{140}{140} \cdot 100 \% = 100 \% [\pm 10 \%],$$

На рис. 7 представлена подсистема II для грубой очистки морской воды с заданными показателями качества. Морская вода, поступающая в данную систему, проходит процесс грубой очистки, заключающийся в фильтрации морской воды от механических примесей и микроводорослей после механической фильтрации. После грубой очистки морская вода поступает на стадию тонкой очистки III.

Возможность выхода из подсистемы II подготовленной воды:

$$P_{II} = \frac{n_{II}}{n} \cdot 100 \% [\pm 10 \%], \quad (3)$$

где n_{II} – количество морской воды, полученной на выходе, m^3 ; n – общее количество морской воды, поступившее на грубую очистку, m^3 .

$$P_{II} = \frac{50}{50} \cdot 100 \% = 100 \% [\pm 10 \%].$$

На рис. 8 представлена подсистема III для тонкой очистки морской воды с получением на выходе морской воды с нужными показателями качества.

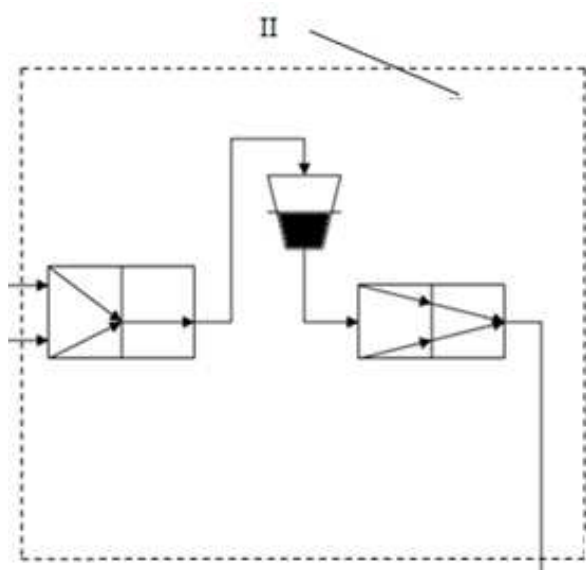


Рис. 7. Стадия II грубой очистки морской воды
Fig. 7. Stage II coarse sea water

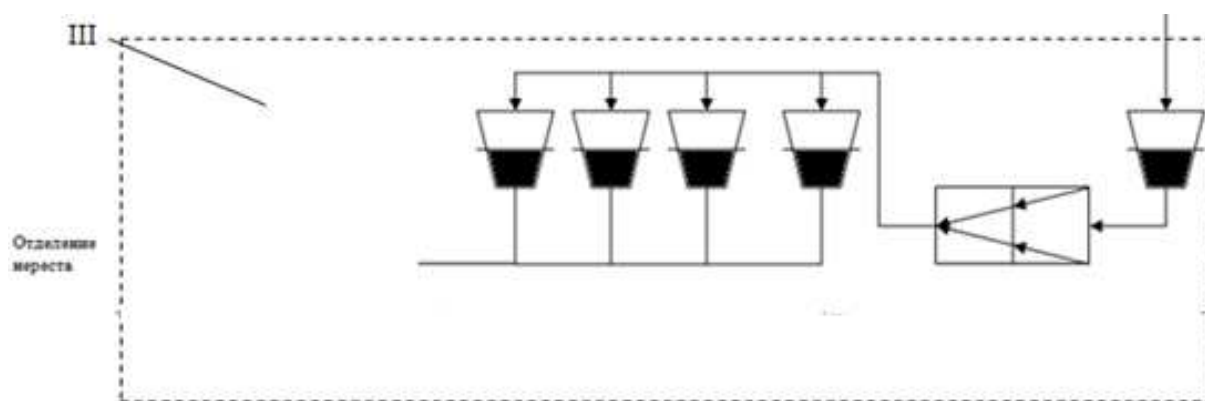


Рис. 8. Стадия III тонкой очистки морской воды и хранение
Fig. 8. Stage III fine cleaning of sea water and storage

Возможность выхода из подсистемы III подготовленной воды:

$$P_{III} = \frac{n_{III}}{n} \cdot 100 \% = 100 \% [\pm 10 \%], \quad (4)$$

где n_{III} – количество морской воды, полученной на выходе, м³; n – общее количество морской воды, поступившее на тонкую очистку, м³.

$$P_{III} = \frac{50}{50} \cdot 100 \% = 100 \% [\pm 10 \%]$$

Общая вероятность выхода из подсистем годной продукции:

$$P_{общ} = \frac{P_I + P_{II} + P_{III}}{3}, \quad (5)$$

$$P_{общ} = \frac{100 + 100 + 100}{3} = 100 \% [\pm 10 \%].$$

Экспериментальные исследования показали, что операторные модели управления, разработанные для каждой подсистемы, входящей в технологическую линию, позволяют оценивать эффективность выхода отработанной морской воды и оценить стабильность функционирования отдельных подсистем.

Список литературы

1. Ветошкин А.Г. Надежность и безотказность технических систем / А.Г. Ветошкин, В.И. Марунин / под ред. доктора техн. наук, профессора, академика МАНЭБ А.Г. Ветошкина. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. – 180 с.
2. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения. – М., 1989. – 24 с.
3. Малкин В.С. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 432 с.

Сведения об авторах: Угрюмова Светлана Дмитриевна, доктор технических наук, профессор;
Федорова Александра Игоревна, аспирант.

УДК 664. 95

Д.Ю. Проскура, Е.В. ПаевскаяДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО СЫРЬЯ
ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ИЗ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ**

*Рассмотрены способы извлечения и переработки не используемого сырья для изготовления БАВ из двустворчатых моллюсков (*Anadara broughtoni*) с дальнейшим использованием в медицине и пищевой промышленности.*

Ключевые слова: анадара, двустворчатые моллюски, биоактивные вещества, сырье, переработка.

D.Yu. Proskura; E.V. Paevskaya**HOW TO EXTRACT BIOLOGICALLY ACTIVE RAW MATERIALS
FOR PROCESSING OF PECTINIDAE**

*Consider ways of extracting and processing raw materials for the manufacture of not used B.A.V. of pectinidae (*Anadara broughtoni*) with further use in medicine and food industry.*

Key words: *Anadara broughtoni*, mussels, bioactive substances, raw materials, processing.

Развитие промышленной марикультуры для увеличения производства продовольствия из морских биоресурсов сдерживается из-за отсутствия современного механизированного перерабатывающего технологического оборудования. Традиционные морально устаревшие технологии базируются на высокотемпературной обработке моллюсков с большой долей постоянно растущих материальных затрат на топливо, воду, пар, электроэнергию и ручном труде, снижающих выход и ухудшающих качество готовой пищевой продукции, увеличивающих антропогенную нагрузку на окружающую прибрежную экосистему.

Двустворчатые моллюски – анадара (*Anadara broughtoni*) и спизула (*Spisula sachalinensis*) – являются важным объектом морского промысла. Деликатесная продукция, изготовленная из спизулы и анадары, обладает высокой биологической и пищевой ценностью. Технологии изготовления пищевой продукции из двустворчатых моллюсков предусматривают использование из всей массы мягких тканей лишь ноги, а остальные части моллюсков направляют в отходы.

В прибрежных морских акваториях Южного Приморья выявлены большие запасы двустворчатых моллюсков – спизулы и анадары, не использовавшиеся на пищевые цели до конца 90-х гг. XX в. В Приморском крае активный нелегальный промысел анадары и спизулы начался в конце 90-х годов прошлого столетия и в течение нескольких лет весь объем добываемых ценных моллюсков шел на экспорт в Японию. Хищнический промысел подорвал потенциальные запасы ценных биоресурсов прибрежных акваторий Приморья. В настоящее время ситуация исправляется, поскольку двустворчатые моллюски добываются под наблюдением научных подразделений, наметилась тенденция к восстановлению численности их популяции в Амурском и Уссурийском заливах, а также в зал. Посьет, наиболее благоприятном для развития промышленной марикультуры.

Пищевая продукция из мяса моллюсков анадары и спизулы является источником полноценного белка, содержащего все незаменимые аминокислоты, липидов, в том числе эссенциальных ω -3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) (эйкозопентаеновой и до-

козогексаеновой), обладающих лечебно-профилактическим диапазоном терапевтических эффектов. В мясе двустворчатых моллюсков по сравнению с морской рыбой содержится в 5-8 раз больше углеводов, в процессе метаболизма из которых образуется число органических соединений, являющихся исходным субстратом для синтеза липидов, аминокислот, нуклеотидов. Белки, липиды и углеводы анадары и спизулы, образующие биологически активные комплексы, обладают модулирующим и стимулирующим иммунную систему человека действием и укрепляют адаптационные механизмы организма.

Морские моллюски содержат комплекс водорастворимых (В1, В2, В6, В12, РР, С и др.) и жирорастворимых (А, Е, D, К) витаминов, систематическое потребление которых в продуктах из спизулы и анадары, одновременно с ω -3 ПНЖК, предупреждает развитие ишемической болезни сердца и инфаркта миокарда, препятствует жировой инфильтрации печени, значительно снижает тромбообразование и способствует увеличению продолжительности времени свертывания крови.

В мясе анадары и спизулы содержится сбалансированный набор макро- и микроэлементов, необходимых для нормального физиологического функционирования жизнедеятельных систем организма человека. Двустворчатые моллюски содержат такие важные для жизнедеятельности организма микроэлементы, как йод, фтор, цинк и селен, количественный уровень содержания которых по сравнению с морской рыбой превосходит более чем вдвое.

Доказано, что постоянное употребление моллюсков позволяет достаточно быстро восполнить дефицит эссенциальных веществ, повысить сопротивляемость организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, обеспечивая тем самым высокий уровень здоровья и продление жизни человека.

Анадара живет до 70 лет, а без воды при температуре от 0 до 2 °С анадара погибает через 10-12 дней.

Анадара – единственный двустворчатый моллюск с кровеносной системой, в крови красного цвета которых содержится гемоглобин.

Серьезной проблемой в процессе изготовления пищевой продукции из двустворчатых моллюсков является необходимость переработки вторичных биоресурсов (непищевых отходов). Однако сегодня переработка «биоотходов» не осуществляется, поскольку нет соответствующего современного технологического перерабатывающего оборудования. На предприятиях, вырабатывающих деликатесную пищевую продукцию из двустворчатых моллюсков, вследствие трудоемкого процесса разделки анадары и спизулы вручную, на изготовление продукта идет только нога, а мантия, мускул-замыкатель, внутренности и жабры отправляют в отходы. Количество отходов у спизулы и анадары составляет в среднем, соответственно, 42-47 и 58-65 % от общей массы мягких тканей моллюсков. Массовая доля раковин, направляемых в отходы, достигает 55-60 % от массы всех моллюсков, что в совокупности составляет 75-82 % вторичных неиспользуемых биоресурсов. В этой связи производство пресервов и консервов из анадары и спизулы нерентабельно и экологически опасно для окружающей среды и развития промышленной марикультуры.

Если при переработке двустворчатых моллюсков отправляемые в отходы раковины можно использовать при несложной обработке (дробление на барабанных дробилках до частиц определенного размера) в птицеводстве, то остальные отходы приходится утилизировать на полигонах и свалках. В отходы переработки двустворчатых моллюсков попадает также очень ценный по составу продукт – кровь моллюска. Из всех вышеперечисленных витаминов, микроэлементов и веществ (таурин) основная их часть находится в крови.

Чтобы избежать потери сырья с таким ценным набором полезных элементов и веществ, надо продумать и осуществить ресурсосберегающие технологии, опираясь на то, что использоваться должно натуральное сырье, а не химически синтезированные вещества.

Нами разрабатывается технология комплексного ресурсосберегающего безотходного производства из анадары и спизулы пищевой деликатесной и кормовой продукции. Разрабатывается комплекс технологического оборудования, предусматривающий технологию переработки с учетом особенностей строения двустворчатых моллюсков, на основе полной механизированной разделки и отделения составных частей мягких тканей анадары и спизулы с последующим использованием их в производстве пищевой продукции.

Предложенная нами схема переработки моллюсков позволяет максимально использовать сырье.

На первом этапе промытые раковины направляются на извлечение свежей крови для дальнейшей переработки как ценное по содержанию витаминов и микроэлементов сырье. Чтобы не проводить операцию вручную, мы предлагаем автоматизировать этот процесс.

Исходя из анатомических особенностей моллюсков, мы предлагаем простейшую автоматизированную схему по переработке моллюсков (рис. 2).

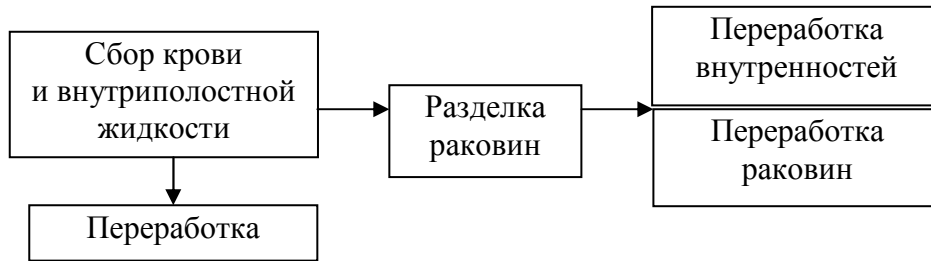


Рис. 1 Схема переработки моллюска
Fig. 1. Clam processing Scheme

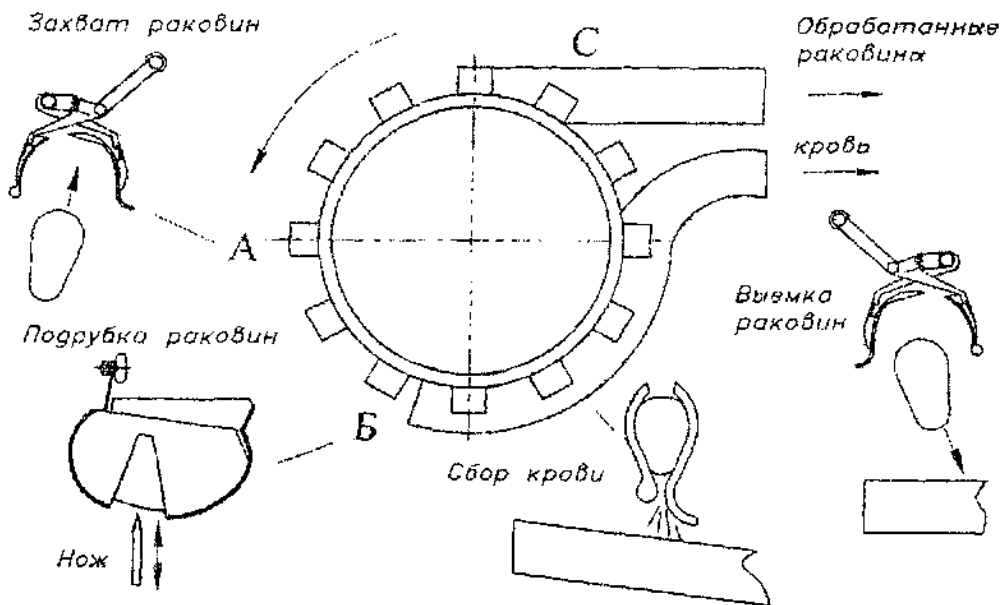


Рис. 2. Схема машины для сбора крови двустворчатых моллюсков
Fig. 2. Scheme machine for collecting blood pectinidae

По замкнутому копиру двигаются лотки специальной конфигурации для захвата в зоне А раковин и доставки их в зону В под автоматически срабатываемую ножевую станцию. Нож, приводимый в движение соленоидом, подрубает на глубину 10 мм раковину, зажа-

тую в лотке в месте соединения створок. Далее лоток с раковиной продолжает движение по кругу до точки С, происходит слив крови в специальный желоб, расположенный под копиром, и оттуда в емкости, которые и поступают на переработку согласно технологическому процессу.

Инновационная технология комплексной переработки двустворчатых моллюсков предусматривает обеспечение безопасности по санитарно-гигиеническим показателям и значительное повышение качественных характеристик пищевой продукции из анадары и спизулы, которую можно будет широко использовать для лечебно-профилактического питания детям и школьникам, взрослому населению страны.

Список литературы

1. Гришин А.С., Давлетшина Т.А., Леваньков С.В., Шульгина Л.В. Фракционный состав белков мышечной ткани анадары и его изменения при термообработке // Изв. ТИНРО. – 2004. – С. 388-380.
2. Аюшин Н.Б., Петрова И.П., Эпштейн Л.М. Азотистые экстрактивные вещества в тканях дальневосточных моллюсков // Изв. ТИНРО. – 1999. – С. 52-54.
3. Воробьев В.В., Проскура Д.Ю. Инновационные технологии производства пищевой продукции из двустворчатых моллюсков. – М.: ВНИРО, 2008. – С. 322-323.
4. Воробьев В.В., Проскура Д.Ю. Использование двустворчатых моллюсков для производства биологически ценных продуктов питания // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – МГУПП. – 2008.

Сведения об авторах: Проскура Дмитрий Юрьевич, старший преподаватель,
e-mail: dim.proskura@mail.ru;
Паевская Евгения Вадимовна, студентка, e-mail: jesik_08@list.ru.