
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 637 : 664

С.П. Григорьева, Л.К. Юрченко, И.В. Пищулина

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ТОЧЕК СИТА С ДВУМЯ ПРИВОДНЫМИ ЭКСЦЕНТРИКАМИ

В пищевой, рыбной, химической и других отраслях используются сита средних размеров. На малых предприятиях, на кухнях ресторанов, столовых, кафе, в химических лабораториях часто нужно использовать небольшие сита из-за малых объемов классифицируемого материала и из-за мелкости частиц самого материала. Универсальное плоское сито отвечает этим требованиям. Для приведения в колебательное движение короба с ситом, на котором находится просеиваемый материал, используются различные виды приводов, одним из которых служат эксцентрики.

Получены формулы относительной, переносной и абсолютной скоростей концевых точек плоского сита в различных его положениях, а также найдена угловая скорость вращательного движения этого сита вокруг неподвижной оси при горизонтальном его положении.

Ключевые слова: эксцентрик, приводной механизм, сыпучий материал, просеивание.

S.P. Grigoreva, L.K. Iurchenko, I.V. Pishchulina

DETERMINATION OF SPEEDS OF POINTS OF THE SIEVE WITH TWO DRIVING CLOWNS

In food, fish, chemical and others the average sizes of sieve are used. At small enterprises, in kitchens of restaurants, dining rooms, cafe, chemical laboratories it is often necessary to use small sieves because of small volumes of a classified material and because of a fineness of particles of the material. The universal flat sieve meets all these requirements. For the reduction in an oscillating motion of a box with a sieve on which there is a sifted material, different types of the drives to one of which serve eccentric disks are used.

In this article the formulas of relative, figurative and absolute speeds of trailer points of a flat sieve in its various provisions are received, and also the angular speed of a rotary motion of this sieve round a motionless axis is found at its horizontal situation.

Key words: eccentric, drive mechanism, granular materials, sow.

Многие виды отраслей промышленности нуждаются в просеивании сыпучих материалов. Просеивание осуществляется с помощью сит разнообразной конструкции.

Для придания ситу с коробом колебательного движения используются различные приводные механизмы. Одним из таких механизмов является вал с насаженными на него двумя

круглыми эксцентриками – дисками с эксцентриситетом $e = \frac{R}{2}$, где R – радиус диска.

Эксцентрики диски развернуты так, что если совместить их плоскости, то второй окажется повернутым вокруг оси вращения относительно первого на 180°. Располагаются эксцентрики у передних концов сита. При вращении первый диск поднимает конец сита на максимальную высоту, в это время второй эксцентрик позволит другому концу сита опуститься на минимальную высоту. Такое сито описано в [3]. В результате сито совершает колебательное движение с амплитудой, равной эксцентриситету, вокруг оси, проходящей по его

середине параллельно боковым сторонам. Эта ось закреплена в стойках и наклонена под небольшим углом к горизонту для способствования сходу.

Посчитаем скорости концевых точек сита в двух характерных его положениях, когда скорость равна нулю и когда она максимальна.

Первое положение сита – горизонтальное. Точки касания имеют максимальную скорость \vec{V} . Второе положение – одна точка касания занимает верхнее положение, другая – нижнее, и имеют скорости, равные нулю.

На рис. 1 покажем первое положение сита, а также вид сбоку эксцентриковых дисков. Через точку B проходит ось вращения сита. O_1O_2 – ось вращения эксцентриков. Точки C_1 и C_2 – центры масс эксцентриковых дисков.

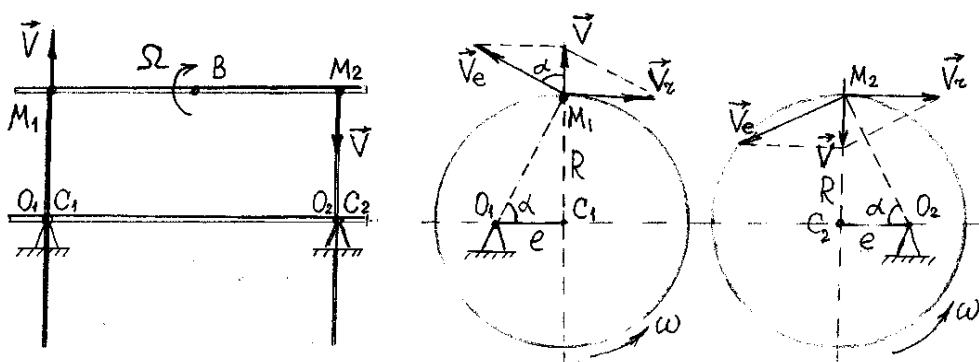


Рис. 1. Первое положение сита
Fig. 1. First provision of a sieve

$O_1C_1 = O_2C_2 = e$ – эксцентриситет. M_1 и M_2 – точки касания сита и диска. Направление вращения – против хода часовой стрелки; ω – угловая скорость вращения; \vec{V} – абсолютная скорость точек M_1 и M_2 .

Точки M_1 и M_2 совершают сложное движение. Разложим это движение на два простых согласно схеме (рис. 2).

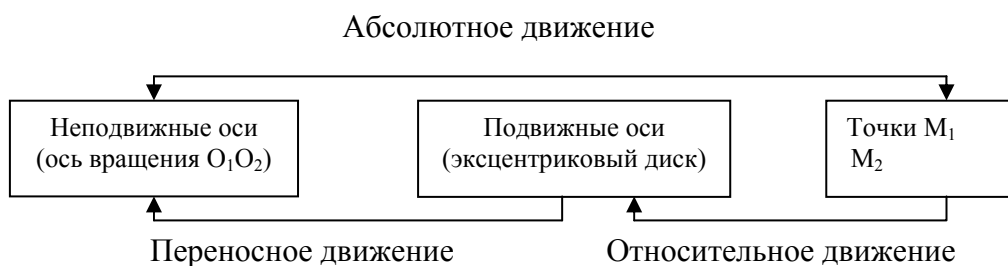


Рис. 2. Схема сложного движения точек M_1 и M_2
Fig. 2. Scheme of complex movement of points of M_1 and M_2

По схеме переносная скорость точек определится как скорость при вращении вокруг оси O_1O_2 с угловой скоростью ω каждого эксцентрикового диска. Радиус вращения $O_1M_1 = O_2M_2 = \frac{R}{\sin \alpha}$, где α – угол между O_1C_1 и O_1M_1 , а также между O_2C_2 и O_2M_2 (см. рис. 1).

Переносная скорость точек M_1 и M_2 выразится

$$V_e = O_1M_1 \cdot \omega = O_2M_2 \cdot \omega = \frac{R}{\sin\alpha} \cdot \omega, \quad \left(\begin{array}{l} O_1M_1 \perp \vec{V}_e \uparrow \uparrow \omega \\ O_2M_2 \perp \vec{V}_e \uparrow \uparrow \omega \end{array} \right).$$

Относительная скорость есть скорость движения точек M_1 и M_2 по поверхности дисков, т.е. по окружности радиуса R , поэтому $\vec{V}_r \perp R$.

Согласно теореме о сложении скоростей, абсолютная скорость каждой из точек M_1 и M_2 есть диагональ параллелограмма, построенного на векторах \vec{V}_e и \vec{V}_r .

Из рис. 1 следует:

$$V_r = V_e \sin\alpha = \frac{R}{\sin\alpha} \cdot \omega \cdot \sin\alpha = R\omega,$$

$$V = V_e \cos\alpha = \frac{R}{\sin\alpha} \cdot \omega \cdot \cos\alpha = R\omega \cdot \operatorname{ctg}\alpha.$$

Если учесть, что $\operatorname{ctg}\alpha = \frac{e}{R}$, то абсолютная скорость точек M_1 и M_2 будет равна:

$$V = R\omega \cdot \operatorname{ctg}\alpha = R\omega \frac{e}{R} = \omega \cdot e = \omega \frac{R}{2}.$$

Покажем второе положение сита, когда одна точка касания занимает крайнее верхнее положение, вторая точка – крайнее нижнее положение (рис. 3).

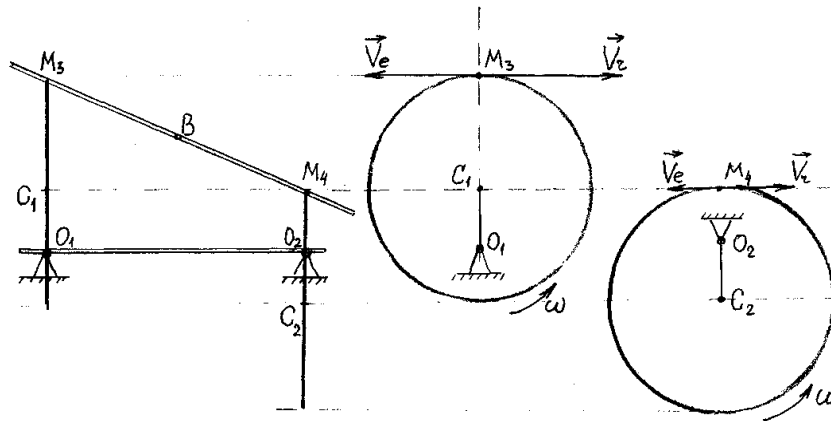


Рис. 3. Второе положение сита
Fig. 3. The second position of sieve

Абсолютная скорость точек M_3 и M_4 равна нулю. Переносная скорость точки M_3 :

$$V_e = O_1M_3 \cdot \omega = (R + e)\omega, \quad (O_1M_3 \perp \vec{V}_e \uparrow \uparrow \omega).$$

Переносная скорость точки M_4 :

$$V_e = O_2M_4 \cdot \omega = (R - e)\omega, \quad (O_2M_4 \perp V_e \uparrow \uparrow \omega).$$

Согласно теореме о сложении скоростей $\vec{V} = \vec{V}_r + \vec{V}_e$, так как $V = 0$, то $V_e = -V_r$.

Следовательно, относительная скорость точки M_3 равна $V_r = (R + e)\omega = \frac{3}{2}R\omega$; для точки M_4 :

$$V_r = (R - e)\omega = \frac{R}{2}\omega.$$

При движении точки касания эксцентрика и сита сверху вниз его относительная скорость уменьшается от $\frac{3}{2}R\omega$ до $R\omega$ и $\frac{R}{2}\omega$, т.е. на величину $\frac{R}{2}\omega = e\omega$.

Переносная скорость уменьшается от $\frac{3}{2}R\omega$ до $\frac{R}{2}\omega$, т.е. на величину $R\omega = 2e\omega$, абсолютная – от 0 до $\frac{R}{2}\omega$ и до 0 .

Можно вычислить угловую скорость вращения сита вокруг оси C в момент, когда сито занимает горизонтальное положение:

$$\Omega = \frac{V}{\frac{1}{2}a} = \frac{\omega e}{\frac{1}{2}a} = \frac{\omega \frac{1}{2}R}{\frac{1}{2}a} = \frac{\omega R}{a},$$

где a – размер сита M_1M_2 .

Эта скорость пропорциональна $\frac{R}{a}$. Так как $R < a$, то $\Omega < \omega$.

Список литературы

1. Машины и аппараты пищевых производств / под ред. акад. В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 1383 с.
2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Высш. шк., 2000. – 416 с.
3. Григорьева С.П. Круглый эксцентриковый механизм / С.П. Григорьева, Л.К. Юрченко, И.В. Пищулина, Б.К. Бобылев // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Вып. 25. – С. 137-140.

Сведения об авторах: Григорьева Светлана Петровна, главный специалист ИЗО,
e-mail: spru_vl@lift.ru;
Юрченко Лилия Константиновна, доцент;
Пищулина Ирина Валентиновна, старший преподаватель, e-mail: stepka_53@mail.ru.

УДК 531.2

Н.П. Кадочникова

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

ДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА

Произведен расчет постоянной силы \bar{P} , приложенной к колесу, под действием которой колесо катится без скольжения в нужном направлении, и рассмотрен момент, когда колесо находится на грани срыва.

Ключевые слова: колесо, движение, качение без скольжения, сила сцепления.

N.P. Kadochnikova

DYNAMIC STUDY OF THE MOTION OF A BODY

In this article the computation of force \bar{P} has been worked out. Under the action of force applied at the wheel it slides in a proper direction. The moment, when the wheel is nearly at upset is considered in the article.

Key words: wheel, motion, rocking without sliding, force of grip.

Введение

Для оснастки трала применяются колеса, которые крепят трос к тралу и помогают мешку трала спуститься или зайти на наклонный слип. Особенно важно использование колес при донном тралении, что помогает защитить трал от зацепов и разрывов. Исследование движения колеса помогает использовать их как при опускании мешка трала по наклонному слипу, так и при подъеме на слип.

Очень важно качение колеса без скольжения, в противном случае происходит износ поверхности колеса, что нежелательно.

Объекты и методы исследования

Проводится исследование движения колеса массой m , движущегося по наклонной плоскости под действием постоянной силы \bar{P} .

Определить значение постоянной силы \bar{P} , под действием которой качение без скольжения колеса носит граничный характер, т.е. сцепление колеса с основанием находится на грани срыва.

Найти также для этого случая уравнение движения центра масс колеса, если $X_{co} = 0$, $V_{co} = 0$.

Приняты следующие обозначения: R, r – радиусы большой и малой окружностей; i_c – радиус инерции колеса относительно центральной оси, перпендикулярной его плоскости; f_{cu} – коэффициент сцепления (коэффициент трения покоя); δ – коэффициент трения качения.

Дано: $m = 200$ кг; $R = 60$ см; $r = 10$ см; $i_c = 50$ см; $\alpha = 15^\circ$; $\beta = 30^\circ$; $f_{cu} = 0,10$; $\delta = 0$.

Определить: силу P методами теоретической механики, используя дифференциальные уравнения плоского движения и проанализировать движение колеса.

На колесо действуют силы: $\bar{G} = m\bar{g}$ – сила тяжести колеса; (\bar{N}, \bar{F}_{cu}) – реакция шероховатой поверхности; $\bar{N} \perp$ поверхности – нормальная реакция; \bar{F}_{cu} – сила сцепления; \bar{P} – заданная сила.

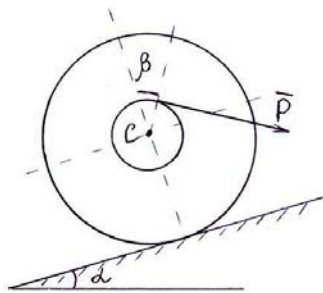


Рис. 1. Колесо
Fig. 1. Wheel

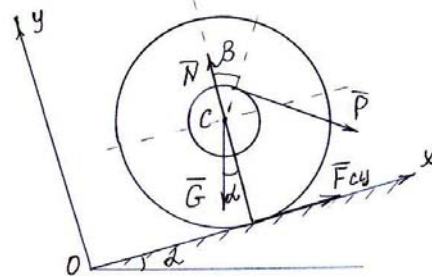


Рис. 2. Действующие силы
Fig. 2. Active forces

Силу \bar{F}_{cy} направим условно в сторону положительного направления оси x .

Дифференциальные уравнения плоского движения колеса имеют вид

$$m\ddot{x}_c = \sum F_{kx}^e; \quad m\ddot{y}_c = \sum F_{ky}^e; \quad J_c\ddot{\varphi} = \sum M_c(\bar{F}_k^e),$$

в данном случае

$$m\ddot{x}_c = P \cos \beta - G \sin \alpha + F_{cy}; \tag{1}$$

$$m\ddot{y}_c = N - G \cos \alpha - P \sin \beta; \tag{2}$$

$$J_c\ddot{\varphi} = Pr - F_{cy}R. \tag{3}$$

Положительное направление отсчета угла поворота колеса принято направление по часовой стрелке, что соответствует движению центра колеса в положительном направлении оси x .

В соответствии с этим направление по часовой стрелке принято положительным при определении знаков моментов внешних сил в уравнении (3).

Добавим уравнения связей:

$$Y_c = R = const; \tag{4}$$

$$\omega = \dot{\varphi} = \frac{V_c}{R} = \frac{\dot{X}_c}{R}. \tag{5}$$

Уравнение (5), связывающее угловую скорость колеса ω со скоростью центра V_c , выражает условие качения колеса без скольжения.

Дифференцируя (4) и (5) по времени, получим

$$\dot{y}_c = 0; \tag{6}$$

$$\ddot{\varphi} = \ddot{X}_c / R. \tag{7}$$

Подставляя (6) и (7) в (2) и (3) и учитывая, что $G = mg$, $J_c = mi_c^2$,

$$N = P \sin \beta + mg \cos \alpha.$$

Уравнения (1), (3) примут вид

$$m\ddot{x}_c = P \cos \beta - G \sin \alpha + F_{cy};$$

$$mi_c^2 \ddot{x}_c / R = Pr - F_{cy} R.$$

Исключая \ddot{x}_c из уравнений, находим F_{cy} :

$$I_c^2 (P \cos \beta - G \sin \alpha + F_{cy}) = R(Pr - F_{cy} R);$$

$$F_{cy} (i_c^2 + R^2) = RPr - i_c^2 P \cos \beta + i_c^2 mg \sin \alpha;$$

$$F_{cy} = [P(Rr - i_c^2 \cos \beta) + i_c^2 mg \sin \alpha] / (R^2 + i_c^2),$$

или с учетом исходных данных

$$F_{cy} = -0,25P + 208. \quad (8)$$

$F_{cy} = 0$. $P_o = 809H$ – график пересекает ось P в точке P_o (рис. 3).

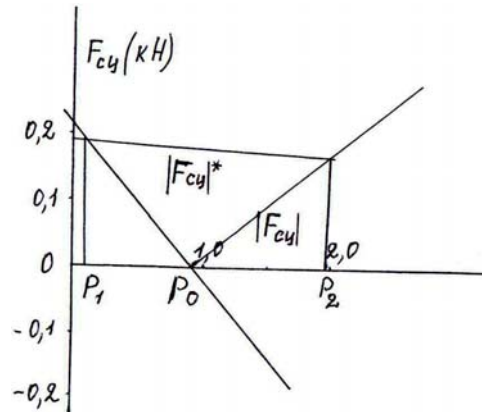


Рис. 3. График зависимости F_{cy} и P
Fig. 3. Graph F_{cy} и P

Результаты и их обсуждение

Построен график зависимости F_{cy} от P и \ddot{X} от P .

Из графика (рис. 3) следует:

при $0 \leq P \leq P_o$ $F_{cy} > 0$ – сила сцепления направлена в положительном направлении оси x ;

при $P > P_o$ $F_{cy} < 0$ – сила сцепления направлена в противоположную сторону.

Модуль силы сцепления, обеспечивающий качение колеса без скольжения, подчинен следующему ограничению:

$$|F_{cy}| \leq f_{cy} \cdot N;$$

$$|F_{cy}|^* = f_{cy} \cdot N = (P \sin \beta + mg \cos \alpha) f_{cy} = 0,05P + 190;$$

$$|F_{cy}| \leq 0,05P + 190;$$

$$F_{cy} = f_{cy} N, \quad -F_{cy} = f_{cy} N;$$

$$-0,257P + 208 = 0,05P + 190. \quad 0,257P - 208 = 0,05P + 190.$$

В результате вычислений получим

$$P_1 = 58,6 \text{ Н}; \quad P_2 = 1923 \text{ Н}.$$

Дифференциальное уравнение движения центра колес после исключения $F_{сц}$ из (1) и (3) примет вид

$$\ddot{X}_c = R[P(R \cos \beta + r) - mg \sin \alpha R] / [m(R^2 + i_c^2)],$$

или с учетом данных

$$\ddot{X}_c = 0,003P - 1,498. \tag{9}$$

$$\ddot{X}_c = 0 \text{ при } P = 492 \text{ Н}.$$

При $P = P_1$ имеем $\ddot{X}_c = -1,32 \text{ м/с}^2$ (рис. 4).

Дважды интегрируя дифференциальное уравнение с учетом начальных условий, получим $X_c = -0,66t^2$; колесо катится вниз по наклонной плоскости.

При $P = P_2$, $\ddot{X}_c = 4,36 \text{ м/с}^2$ (рис. 4), $X_c = 2,18t^2$.

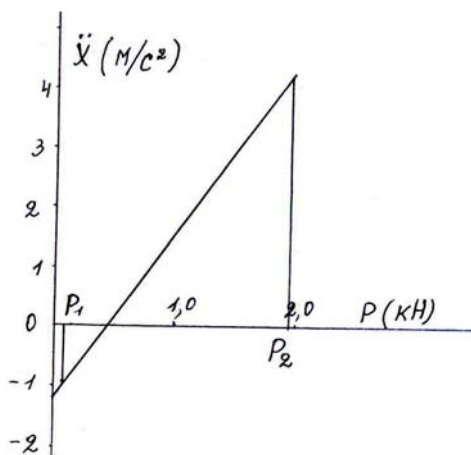


Рис. 4. График зависимости \ddot{X} и P
Fig. 4. Graph \ddot{X} и P

Выводы

Исследования движения колеса показывают, что при $P = P_2$ колесо катится в сторону положительного направления оси x . Движение колеса происходит в нужном направлении только при определенных значениях силы P , варьируя значения силы P , можно заставить двигаться колесо в том или ином направлении.

При подъеме или опускании трала по наклонному слипу применяются колеса, которые крепят трос к тралу и помогают мешку трала зайти на слип. При донном тралении идут по грунту колеса и предохраняют трал от зацепа и разрыва.

Список литературы

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Наука, 2003. – 416 с.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике / под ред. А.А. Яблонского. – 4-е изд. – М.: Высш. шк., 1985. – 386 с.

Сведения об авторе: Кадочникова Нина Павловна, доцент, e-mail: vrt@mail.ru.

УДК 664.02 + 664.952

Д.Ю. Проскура, И.В. Панюкова, С.Д. Угрюмова

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

**МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАСАДОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА
ДЛЯ ЭКСТРУЗИОННОГО ФОРМОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ
ИЗ ВЯЗКОЙ ПИЩЕВОЙ МАССЫ**

Рассматриваются вопросы по оптимизации процессов экструзионного формования продукции из вязкой пищевой массы с использованием универсальных насадочных устройств, имеющих автономные регулируемые электроприводы, позволяющие устанавливать их на разные марки серийных экструзионных машин с быстрым согласованием работы рабочих органов, для мобильной переналадки и выпуска на базовых машинах новых, не предусмотренных изначально видов формованной продукции без серьезных экономических затрат.

Ключевые слова: насадочные устройства, фарш, формованные изделия, оборудование.

D.Y. Proskura, I.V. Paniukova, S.D. Ugryumova

**PUCKED MULTIFUNCTION FOR EXTRUSION MOLDING PRODUCTS
FROM VISCOUS MASS**

The article is devoted to the process of optimization of production of the extrusion molding products from viscous food supply and with the application of universal packed devices with self-contained adjustable electric tools, that allow to set them on the different types of extrusion machines, with fast matching of operational bodies, food the rapid changeovers and output new form of molded products with the use of primary types of machines without serious economic costs.

Key words: packed device, stuffing, molding products equipment.

Введение

Увеличение производства пищевой продукции из гидробионтов приводит к обновлению и совершенствованию технологического оборудования рыбообрабатывающих предприятий.

Анализ сырьевой базы Дальневосточного региона позволил определить актуальность направления изготовления аналогов деликатесных продуктов на основе мышечной ткани рыб. Это расширит область использования гидробионтов, разнообразит ассортимент готовой продукции, а также будет способствовать решению проблемы увеличения выпуска пользующихся спросом традиционных изделий из рыбного фарша, производство которых сократилось из-за снижения объемов добычи гидробионтов.

Целесообразность создания и производства новых видов пищевых продуктов обусловлена рядом экономических, социальных, технических, ресурсных, энергетических, экологических и медико-биологических факторов. Так, в результате неблагоприятной экологической обстановки многие пищевые продукты утратили прежнюю лечебную и функциональную ценность, способность к длительному хранению и гарантированную безопасность для здоровья человека. Кроме того, имеет место несбалансированность продуктов питания по незаменимым пищевым веществам, что влечет за собой необходимость их обогащения аминокислотами, витаминами, минеральными и другими веществами или дополнительного систематического употребления указанных ингредиентов с пищей. Сложившаяся ситуация благоприятна для развития новых научно обоснованных принципов, примером реализации которых является производство аналогов пищевых продуктов.

Современные достижения в области физиологии и биохимии питания являются основой для разработки новых продуктов, которые удовлетворяют требованиям гигиены питания различных категорий населения, обладают высокими гастрономическими свойствами, пищевой и биологической ценностью. Перспективными в этом плане являются технологии производства аналогов пищевых продуктов на основе сырья растительного и животного происхождения.

Для современного рыбоперерабатывающего оборудования характерна тенденция механизации трудоемких и монотонных операций, тем самым обеспечен выпуск новых видов продукции и обработка сырья с наименьшими потерями. Автоматизация производства является одним из основных направлений технического прогресса. Она увеличивает производительность оборудования, улучшает качество продукции, повышает безопасность работы, снижает себестоимость, сокращает потери от брака. Возможность и уровень автоматизации в рыбообработывающей промышленности зависит от многих факторов: сочетания непрерывных процессов и периодических, а также наличия ручного труда. Несмотря на это, в рыбной промышленности автоматизированы многие технологические процессы.

Во всем мире большой популярностью пользуются продукты, изготовленные из фарша «Сурими». Особый раздел – это производство так называемых имитационных морепродуктов: крабовых палочек, креветок, омаров, лангустов и т.д. Современные технологии дают возможность изготовить имитационные продукты, максимально приближенные по вкусовым и органолептическим характеристикам к натуральным аналогам, пользующимся заслуженной популярностью у населения. Преимущество имитационных продуктов в том, что при незначительных экономических затратах получается высококачественная продукция.

Отмечается, что при создании аналогов не обязательно полностью имитировать присущие натуральному продукту характеристики. Такие изделия могут превосходить традиционную продукцию по биологической ценности, а также иметь более высокий уровень технологических и потребительских свойств, которые возможно формировать с учетом традиционных моделей питания, медико-биологических рекомендаций (диетическое, лечебно-профилактическое и детское питание), а также сферы применения (общественное питание, домашние условия и т.п.).

Объекты исследования

Несмотря на то, что существуют перспективы производства новых продуктов питания, совершенно оригинальных по вкусу, внешнему виду, структуре, составу и свойствам, спрос на такие изделия может быть лимитирован влиянием социально-культурных факторов. Поэтому, по современным представлениям, при получении аналогов желательнее не выходить за пределы привычных для потребителя органолептических и технологических характеристик пищевых продуктов.

Сырьем для изготовления аналогов могут служить различные объекты животного и растительного происхождения. Перспективными считаются рыбные фарши, а также биомасса из гидробионтов.

При создании новых продуктов питания аналогов возникает ряд научно-технических проблем, которые условно можно разделить на две группы [3].

К первой относятся вопросы, связанные с формированием структуры пищевого продукта, обеспечивающей определенный комплекс физико-химических свойств. Другая группа включает задачи придания продуктам необходимого цвета, вкуса и запаха с помощью пищевых красителей, вкусовых и ароматизирующих веществ, а также вопросы регулирования состава и биологической ценности путем обогащения аминокислотами, витаминами, минеральными солями и другими компонентами. Это подразделение на группы условно, поскольку возможности регулирования состава, окрашивания и ароматизации пищевого продукта тесно связаны с его структурой. Считается, что именно структура во многом определяет сенсорное восприятие

продукта, его физико-химические свойства. С данным свойством непосредственно связаны механические показатели изделий: упругость, вязкость, пластичность, прочность и т.д., называемые из-за этой тесной связи структурно-механическими или реологическими [1].

Процесс формирования структуры пищевого продукта обычно состоит из стадий получения многокомпонентной системы, формования ее и этапа фиксации формы путем перевода в гелеобразное состояние. Состав исходной системы, природа структурообразователя и условия структурообразования определяют комплекс органолептических, реологических и физико-химических свойств готового изделия.

Традиционный метод формирования структуры пищевого продукта типа «Крабовые палочки» включает в себя сложный процесс с большим количеством различных единиц технологического оборудования в производственной линии (рис. 1).

Предлагаемый способ изготовления продукта, имитирующего крабовое мясо, включает формование из рыбного теста путем экструзии через формирующую насадку, с одновременной структуризацией формирующейся заготовки под структуру мышечной ткани крабовых фаланг, с дальнейшей тепловой обработкой, порционированием и обработкой белковой эмульсией [4] (рис. 2).

Рис. 1. Традиционная схема производства крабовых палочек «Салатные»
Fig. 1. Traditional scheme of production of crab sticks “Salad”

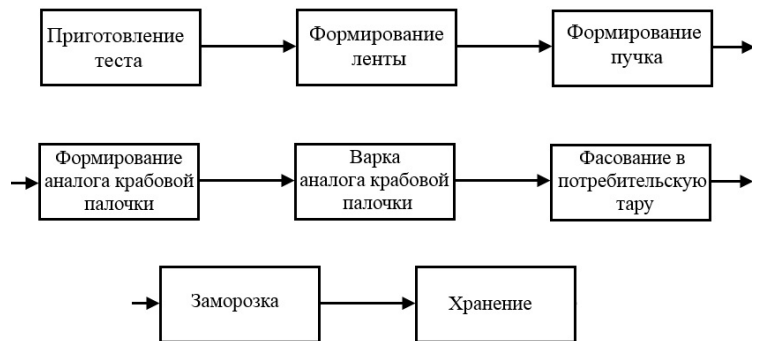
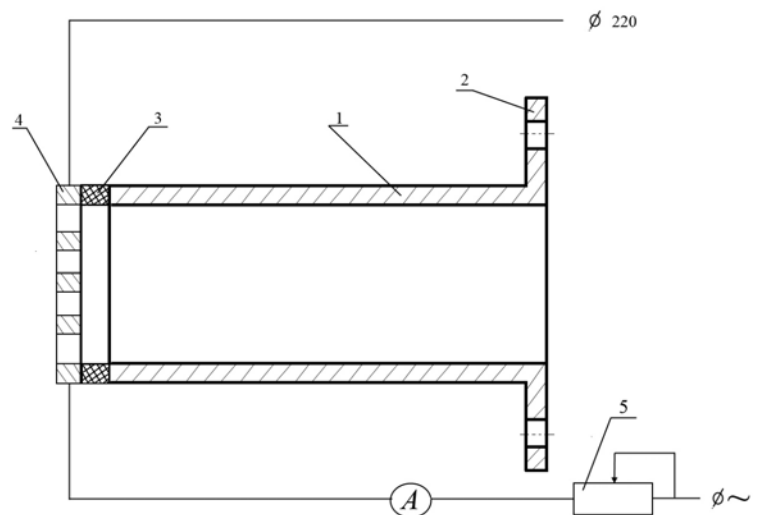


Рис. 2. Насадка с термоструктурирующей регулируемой решеткой:

- 1 – корпус насадки; 2 – фланцевое крепление; 3 – керамическая теплоэлектроизоляционная шайба;
- 4 – термоструктурирующая решетка;
- 5 – регулятор температуры решетки

Fig. 2. Nozzle with adjustable lattice thermal structuring: 1 – nozzle body; 2 – flange mount; 3 – ceramic heat-insulating washer; 4 – lattice thermal structuring; 5 – lattice temperature controller



Это позволяет существенно сократить количество единиц технического оборудования в линии по производству крабовых палочек, что экономически целесообразно, так как уменьшает стоимость линии, количество обслуживающего персонала, а также энергопотребление и производственные площади (рис. 3).



Рис. 3. Схема производства крабовых палочек с насадочным устройством
Fig. 3. Traditional scheme of production of crab sticks with a packed device

Существуют три основных принципа образования гелеобразных структур: термо-, ионо- и лиотропный. Термотропный способ основан на нагревании или охлаждении тиксотропных систем, содержащих белковые, структурообразующие или другие пищевые вещества, и используется, например, при получении формованных изделий из рыбного или мясного фарша, белки которых способны образовывать гелеобразные структуры при нагревании.

Рыбный фарш по структуре – это вязкая масса, имеющая сложный химический состав, требующая для обработки и изготовления из нее готового продукта специальное технологическое оборудование со сложным технологическим процессом.

Предлагаемая нами насадка к формующему устройству позволяет формировать мясо дальневосточного шрима, используя стандартные машины для производства батончиков из вязкой массы (фарш «Сурими», сырная или творожная масса).

Насадка имеет отдельный электропривод, что позволяет подстраивать ее под технические характеристики различных формующих машин [2].

Насадка состоит из трубки с фланцевым креплением с одной стороны и двумя копирами – с другой. Копиры имеют автономный электрический привод для настройки под скорость подачи фарша на разных моделях формующих устройств, копиры расположены в одной плоскости с плотным контактом между собой в выходном отверстии соединяющей трубки.

Привод копиров осуществляется через вал и две конические зубчатые передачи (на каждый копир), обеспечивающие равномерное вращение копиров в противофазе. Копиры могут быть изготовлены из плотного фторопласта и орошаются водой из двух форсунок для предотвращения прилипания фарша к копиру (рис. 4).

Данная насадка позволяет серьезно оптимизировать производство имитационных продуктов из фарша «Сурими». Производственное предприятие, выпускающее пищевую продукцию с использованием экструзионной техники разных марок и назначений для формирования сырных или творожных батончиков, рыбных палочек, котлет, сосисок, колбас разных размеров и качества, имеющих вязкую структуру, может увеличить ассортимент выпускаемой продукции, не увеличивая парк дорогостоящего производственного оборудования, не расширяя производственные площади. Так как насадка имеет в комплекте переходные фланцы для крепления к оборудованию разных марок, также имеет индивидуальный электрический регулируемый привод для адаптации под производительность оборудования разных марок и назначения. А съемные формирующие копиры позволяют без демонтажа формующей насадки быстро перейти на другой вид имитационной продукции в зависимости от потребности рынка [5].

При изготовлении имитации мяса креветки, имеющей криволинейную форму с волнистой поверхностью и уменьшающимся до ноля поперечным сечением, будет эффективно применение насадочного устройства с поперечно установленной в корпусе насадки ирисовой диафрагмой.

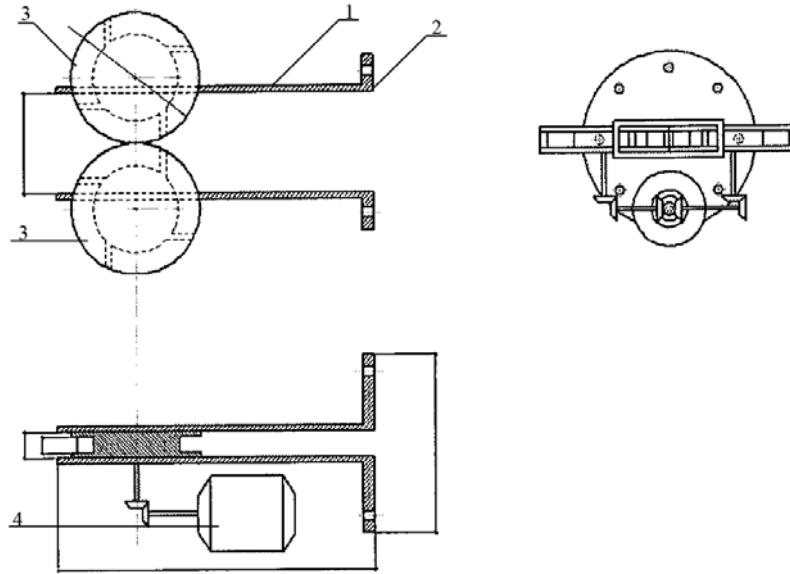


Рис. 4. Эскизы экструзионного устройства производства имитационных продуктов из фарша «Сурими»: 1 – корпус формирующей насадки; 2 – фланец для крепления к формирующему устройству (сменный для возможности крепить формирующее устройство к разным маркам экструзионных машин); 3 – сменные формирующие копиры; 4 – автономный электропривод для формирующих копиров
 Fig. 4. Sketches extraction apparatus production of imitation products from “SURIMI”: 1 – nozzle body; 2 – flange for attachment to the forming device (removable for opportunities to strengthen the forming device to different makes of extrusion machines); 3 – shape shifting copiers; 4 – autonomous electric molding for copiers

Данное насадочное устройство отличается от описанных выше тем, что не имеет сменных форм, структурирующих решеток и производит только один вид продукции: имитацию тушки креветки, но с соблюдением всех геометрических размеров аналога, также с возможностью устанавливать насадочное устройство на разные модели базовых экструзионных машин для вязкой пищевой массы (рис. 5).

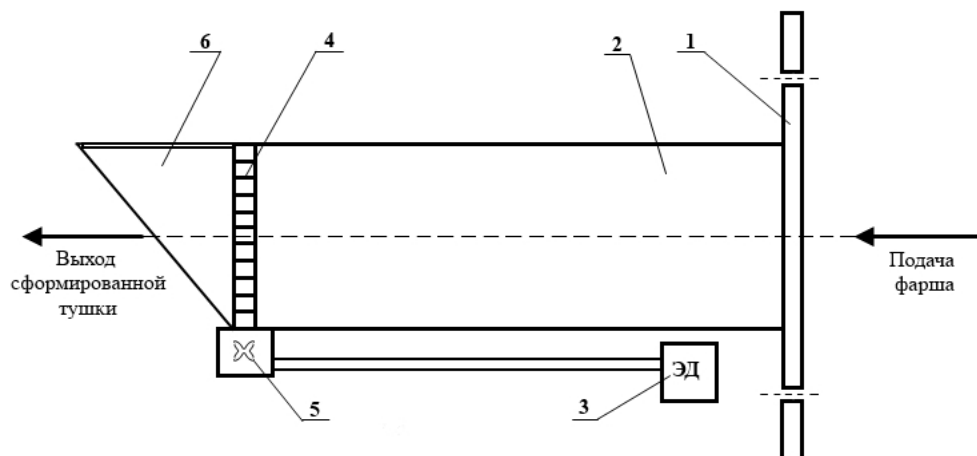


Рис. 5. Насадочное устройство с ирисовой диафрагмой: 1 – фланец для крепления насадки к экструдеру; 2 – корпус насадочного устройства; 3 – автономный электропривод; 4 – ирисовая диафрагма; 5 – зубчатая передача; 6 – выходное отверстие
 Fig. 5. Checkerwork iris: 1 – flange to the nozzle to the extruder; 2 – body packing device; 3 – autonomous electric; 4 – iris; 5 – gear; 6 – outlet

Важным элементом данного насадочного устройства является ирисовая диафрагма, использование которой позволяет сформировать максимально похожую на оригинал тушку.

Для этого необходимо соразмерить скорость подачи приготовленного по необходимой рецептуре фарша в насадку из базовой экструзионной машины и скорость закрывания (до отсекания) ирисовой диафрагмы, что достигается настройкой скорости и периодичности открывания и закрывания ирисовой диафрагмы электронным блоком управления электродвигателем с микрозадержками для придания заготовки волнистой поверхности и отрезания сформированной тушки при завершении формования. Электродвигатель быстро открывает диафрагму (см. рис. 5), для непрерывного последующего формования новой тушки, для этого электродвигатель должен быть реверсивным, с изменяющейся скоростью вращения.

Сравнительные характеристики насадочных устройств для формочной машины модели КММ-100 фирмы «ТОАСО»

Вид насадочного устройства	Вид (форма) сформированного продукта	Скорость расхода массы, кг/мин	Производительность, шт./мин	Настройка и наладка, мин
Штатная цилиндрическая Ø 50 мм	Батончик	0,7÷0,8	12÷14	10÷12
Штатная цилиндрическая Ø 25 мм	Батончик	0,7÷0,8	25÷27	10÷12
Имитационная со сменными формами:				
а	Имитация тушки шримса	0,7÷0,8	45÷50	10÷15
б	Имитация тушки креветки	0,7÷0,8	50÷60	10÷15
с	Имитация клешни краба	0,7÷0,8	50÷55	10÷15
д	Имитация раковой шейки	0,7÷0,8	50÷55	10÷15
Насадочное устройство с ирисовой диафрагмой				
	Имитация тушки креветки:			
а	мелкой	0,7÷0,8	90÷100	10÷12
б	средней	0,7÷0,8	70÷80	10÷12
с	крупной	0,7÷0,8	50÷55	10÷12
Термоструктурирующее насадочное устройство	Крабовая фаланга с волокнистой (мышечной) структурой	0,7÷0,8	35÷40	10÷15

Выводы

Предложенные модели экструзионных насадочных устройств актуальны для предприятий малого бизнеса, работающих в сфере производства аналогов и имитирующих деликатесную продукцию из морепродуктов. Технические решения, использованные в насадочных устройствах, позволяют использовать их на любых серийных моделях экструзионных машин, применяемых в таких областях пищевой промышленности, как производство сырных и творожных изделий, хлебобулочных изделий, изделий из мясного и рыбного фарша, а также комбинированных изделий (фарши с добавками соевого концентрата). Наличие на насадках

универсального крепления к экструзионным машинам и автономного регулируемого электропривода позволяет использовать их практически на всех марках экструзионных машин, применяемых на пищевых предприятиях.

Простота в монтаже и обслуживании экструзионных насадочных устройств позволяет существенно оптимизировать процесс экструзионного формования и быстро изменять или расширять ассортимент выпускаемой продукции.

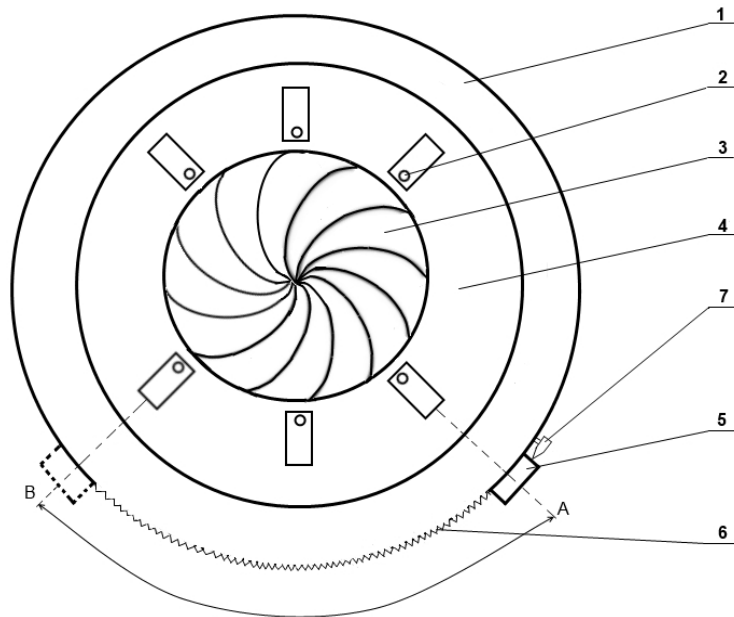


Рис. 6. Ирисовая диафрагма: 1 – корпус диафрагмы; 2 – шпеньки диафрагмы; 3 – лепестки диафрагмы; 4 – диафрагменное кольцо; 5 – переводной рычаг; 6 – зубчатая планка для передачи движения на открывание-закрывание; 7 – датчик завершения формования тушки для возврата в открытое положение. Положение А – полностью закрыта диафрагма; В – полностью открыта

Fig. 6. Iris diaphragm: 1 – body aperture; 2 – pegs aperture; 3 – diaphragm blades; 4 – aperture ring; 5 – transferable lever; 6 – tooth bar for transmitting motion to the opening-closing; 7 – sensor comp lit molding carcass to return to the open position. Position A – completely closed aperture; B – fully open

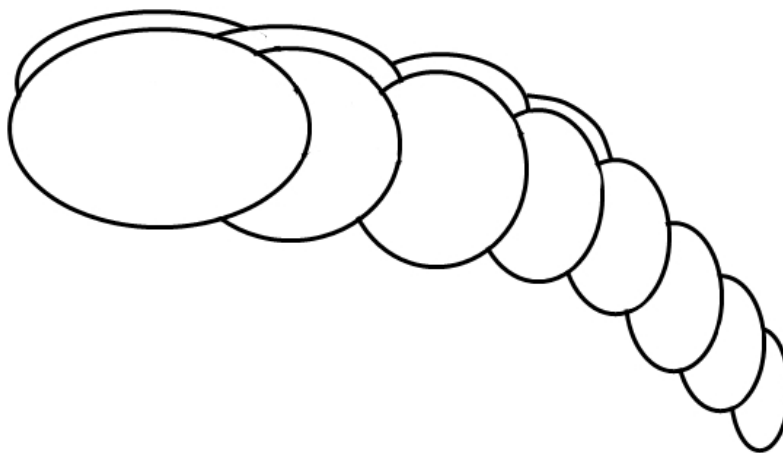


Рис. 7. Общий вид сформированной тушки

Fig. 7. General view formed carcass

Список литературы

1. Проскура Д.Д. Варианты модернизации существующих технологических линий производства фаршевых изделий // Современные тенденции разработки, проектирования и эксплуатации пищевого оборудования: материалы Всерос. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011.

2. Пат. Российская Федерация, 86845U1. Устройство для экструзионного формования заготовок из вязкой пищевой массы / Проскура Д.Ю., Славгородская А.В., Сченснович А.Д., Проскура Д.Д. 2009.

3. Проскура Д.Ю. Практическое осуществление процессов экструзионного формования продукции из вязкой пищевой массы // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010.

4. Пат. Российская Федерация, 2 280 389 С1. Способ изготовления продукта типа «Крабовое мясо» / Проскура Д.Ю., Ким И.Н., Дерябин А.А., Артюхов И.Л. 2005.

5. Проскура Д.Ю., Панюкова И.В., Угрюмова С.Д. Оптимизация процессов экструзивного формования продукции из вязкой пищевой массы // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы III Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток, 2014.

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

Панюкова Ирина Владимировна, аспирант, e-mail: strekoza84i@mail.ru;

Угрюмова Светлана Дмитриевна, доктор технических наук, профессор.

УДК 628.35-574.24.044

А.И. Федорова, С.Д. Угрюмова

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

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОДГОТОВКИ МОРСКОЙ ВОДЫ ДЛЯ РЫБОВОДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рассмотрены методы подготовки морской воды для рыбоводных предприятий, выявлены их достоинства и недостатки. Установлено, что фильтрация является первой и необходимой стадией подготовки морской воды, целью которой является удаление крупных загрязнений, таких как песок, микроводоросли, нефтепродукты и другие примеси. Определены три стадии процесса фильтрования и факторы, определяющие эффективность фильтрации морской воды.

Ключевые слова: *методы, морская вода, подготовка, рыбоводные предприятия, анализ, факторы, стадии.*

A.I. Fedorova, S.D. Ugryumova

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF PREPARATION OF SEA WATER FOR THE FISH-BREEDING ENTERPRISES

The methods preparation of sea water for the fish-breeding enterprises are considered, their merits and demerits are revealed. It is set that filtering is the first and necessary stage of preparation of the sea water which purpose is deleting large pollution, such as sand, microseaweed, oil products and other impurity. Three stages of process of filtering and the factors defining efficiency of filtering sea water are defined.

Key words: *methods, sea water, preparation, fish-breeding enterprises, analysis, factors, stages.*

На предприятиях, занимающихся выращиванием гидробионтов, метод или совокупность методов подготовки морской воды выбирают на основе изучения свойств исходной воды (морская вода – агрессивная среда), характера и вредности примесей, представляющим собой взвешенное (грубодисперсное), коллоидное и растворенное состояние [2].

Среди основных методов подготовки морской воды, используемых на рыбоводных предприятиях, можно выделить: механические; физико-химические и биологические методы (рисунок).

Физико-химические методы подготовки морской воды высокоэффективны, легко справляются с большим количеством примесей и вредных веществ, имеющих значительный диапазон концентрации примесей [4].

Применение методов обессоливания не может быть принято на рыбоводном предприятии по следующим причинам: 1) искусственное получение пресной воды в настоящее время обходится гораздо дороже, чем ее получение из природных источников; 2) влияние обессоленной воды на гидробионты и организм человека до конца не изучено; 3) сброс громадного количества солей в акваторию близ предприятия нарушает устойчивую экологическую обстановку; 4) необходимость тщательной предподготовки; 5) большие капитальные и энергозатраты и др. [1].

Целью химического обеззараживания, УФ-стерилизации и стерилизации ультразвуком является подавление жизнедеятельности содержащихся в морской воде болезнетворных микроорганизмов.



Методы подготовки морской воды для рыбоводных предприятий
 Methods of preparation of sea water for the fish-breeding enterprises

Под химическим обеззараживанием морской воды понимается отстаивание с предварительной коагуляцией при помощи химических реагентов (коагулянтов, флокулянтов), образующих хлопья гидроокисей, которые при осаждении захватывают взвешенные примеси в морской воде [2].

Достоинством химического обеззараживания является высокая эффективность обеззараживания. Однако этот метод подготовки морской воды имеет следующие недостатки: 1) дополнительные затраты на химические реагенты; 2) использование химических реагентов не благотворно влияет на морские гидробионты; 3) при химическом обеззараживании в морской воде остаются детриты и флокулы; 4) эффективность метода может заметно снижаться без последующей грубой и тонкой фильтрации.

Под абсорбцией понимается процесс пропускания морской воды через слой активированного угля, поскольку он является отличным абсорбентом. Однако активированный уголь на предприятиях используется довольно редко по причине высокой стоимости. В качестве абсорбента для морской воды подходят цеолиты [5]. Недостатками абсорбентов являются: 1) периодическая необходимость регенерации или замены; 2) эффективность очистки напрямую зависит от конструкции фильтра.

УФ-стерилизация и стерилизация ультразвуком довольно эффективно стерилизуют морскую воду. Доза облучения не менее 30 мДж/см². Для полной стерилизации достаточно пяти минут. Однако при использовании этих методов, как и в случае химического обеззараживания, эти методы имеют следующие недостатки: 1) в морской воде остаются детриты; 2) эффективность методов может заметно снижаться без последующей грубой и тонкой фильтрации.

При подготовке морской воды биологические методы используются в случае, когда возникает необходимость снижения уровня азотсодержащих веществ до нетоксичного уровня: нитратов (NO₃⁻) до 0,05-10,0 мг/л, нитритов (NO₂⁻) до 0-0,04 мг/л и аммонийных солей (NH₄⁺) до 0,0-0,10 мг/л.

Под процессом биологической фильтрации понимается преобразование токсичного для гидробионтов аммиака в нетоксичные нитраты естественным путем, при помощи аэробных бактерий (нитрифицирующих), жизнедеятельность которых невозможна без кислорода.

Достоинствами данного метода являются: 1) естественность процесса; 2) способность долгое время сохранять пригодные условия для жизнедеятельности микроорганизмов. К недостаткам биологической фильтрации относятся: 1) необходимо время развития в биофильтре популяции аэробных бактерий нужного вида и количества; 2) работа биологического фильтра должна быть постоянного действия, поскольку при прекращении поступления морской воды хотя бы на 1,5-2 ч нарушается обеспечение аэробных бактерий воздухом, что приводит к их гибели; 3) при биофильтрации не допускается накопление детрита, поскольку он приводит к гибели гидробионтов; 4) работа биологического фильтра неприемлема без предварительной механической очистки морской воды; 5) в процессе работы биофильтра происходит накопление нитратов до критической концентрации и возникает необходимость их снижения при помощи денитрификации.

Под процессом денитрификации понимается микробиологический процесс разрушения азотсодержащих соединений с образованием молекулярного азота, выделяющегося в атмосферу при помощи анаэробных бактерий (денитрифицирующих). К недостаткам процесса денитрификации относятся: 1) для осуществления процесса необходимы затраты большого количества времени (1-3 месяцев) для точной настройки денитрификатора, обеспечивающего прохождение процессов восстановления; 2) даже самый точно настроенный и оптимально работающий денитрификатор легко дает сбой при изменениях состава морской воды. И тогда все настройки приходится выполнять заново; 3) невозможность или затрудненность прямого выноса метаболитированного нитрата из воды.

Сущность механических методов заключается в том, что из морской воды путем сепарации, центрифугирования, отстаивания или фильтрования удаляются механические примеси. Механическая очистка позволяет выделять из подготавливаемой морской воды до 85 % взвешенных механических примесей. Достоинство механических методов подготовки морской воды заключается в возможности применения их при нормальной температуре и без добавления химических реагентов [3].

Сравнительный анализ энергетических затрат на различные методы подготовки морской воды рыбоводными предприятиями представлены в табл. 1.

Таблица 1

Энергетические затраты на подготовку морской воды [1, 2]

Table 1

Energy costs preparation sea-water

№ п/п	Методы подготовки морской воды	Энергетические затраты	
		кВт·ч/м ³	МДж/м ³
1	Физико-химические:	-	-
	- обессоливание;	4,17-55,6	15-200
	- химическое обеззараживание;	2,78-3,69	10-50
	- абсорбция;	3,3-5,5	12-20
	- УФ-стерилизация;	4,17-5,56	15-20
	- стерилизация ультразвуком	2,78-6,94	10-25
2	Механические:	-	-
	- отстаивание;	1-10	3,6-36
	- сепарирование;	2-30	7,2-108
	- центрифугирование;	2-30	7,2-108
	- фильтрование	1,5-27,7	5,4-100
3	Биологические:	-	-
	- биологическая фильтрация;	1,5-24	5,4-86,4
	- денитрификация	1,5-35	5,4-126

Для разделения морской воды и механических примесей на рыбоводных предприятиях применяются аппараты с центробежным полем действия: неподвижные (сепараторы, гидроциклоны) и приводные (центрифуги).

Вращение морской воды в сепараторах и гидроциклонах осуществляется за счет тангенциального входа потока морской воды в аппарат, т.е. по касательной к окружности. Сепараторы (гидроциклоны) и центрифуги имеют простую надежную конструкцию и высокую эффективность, просты в сборке и обладают чрезвычайно длительным сроком службы, однако их принципиальным недостатком является низкое качество разделения, что сводит к минимуму все имеющиеся преимущества [2, 5].

Под отстаиванием морской воды понимают процесс выделения из нее под действием гравитационных сил взвешенных веществ (механических примесей). Механические примеси с плотностью, большей плотности морской воды, движутся вниз (осаждаются), а с меньшей – вверх (всплывают).

Отстаивание является самым простым, наименее энергоемким и дешевым методом (не требуется сторонних затрат) выделения из морской воды механических примесей с плотностью, отличной от плотности морской воды. Недостатками этого метода являются: 1) достаточно низкая степень очистки морской воды; 2) крупные габариты; 3) отстаивание является процессом подготовки морской воды; 4) потери времени.

Фильтрация является первой и необходимой стадией подготовки морской воды. Целью фильтрации морской воды является удаление крупных загрязнений, таких, как песок, микроводоросли, нефтепродукты и другие примеси. Для задач производственной очистки морской воды применяются следующие основные типы фильтров: сетчатые фильтры (грязевики); тканые фильтры; дисковые фильтры и насыпные фильтры [2, 3].

Сетчатые фильтры (грязевики) используются для безреагентной очистки морской воды от механических взвесей, путем пропускания воды через сетку с размером ячеек от 20 до 500 мкм (в зависимости от степени загрязнения морской воды). Они также делятся на подтипы: самопромывные (очистка сетки противотоком); непромывные, или грязевики (чтобы произвести их очистку, нужно разобрать фильтр и почистить сетку вручную).

Достоинством сетчатых фильтров является: 1) простота в использовании; 2) могут работать при низком рабочем давлении. Однако не так просто осуществить очистку сетки от накопившихся загрязнений; для большинства рыбоводных предприятий считаются морально устаревшими.

Тканые фильтры представляют собой цилиндр, на который намотан специальный жгут или веревка. Значительным недостатком тканых фильтров является регулярная необходимость замены картриджей тонкой очистки, связанных с их непродолжительным сроком службы.

Дисковые фильтры очистки морской воды относятся к классу механических фильтров, назначением которых является удаление из воды крупных механических примесей размером свыше 20-50 микрон. Фильтрующим элементом этих фильтров является пакет специальных дисков, изготовленных из полимерных материалов. К достоинствам дисковых фильтров относятся: 1) высокая производительность; 2) легко промываются вручную или автоматически; 3) полностью восстанавливают свою фильтрующую способность. Однако их существенным недостатком является сравнительно низкая грязеемкость, поэтому при сильном загрязнении морской воды или большой производительности они требуют частой промывки.

Одним из наиболее современных способов подготовки морской воды на рыбоводных предприятиях является ее фильтрование через слои зернистых фильтрующих материалов с различными гранулометрическими, физико-химическими и сорбционными свойствами.

Насыпные фильтры с зернистой загрузкой имеют простую и надежную конструкцию, устойчивы к агрессивным условиям эксплуатации, эффективно очищают морскую воду от механических примесей при относительно небольшом давлении.

Процесс фильтрования условно разбивается на три стадии: перенос частиц из потока морской воды на поверхность фильтрующего материала; закрепление частиц на зернах и в щелях между ними; отрыв закрепленных частиц с переходом их обратно в поток воды.

Эффективность процесса фильтрования морской воды зависит от физико-химических свойств механических примесей, фильтрующей загрузки и гидродинамических факторов. В толщине загрузки происходит накопление загрязнений, уменьшается свободный объем пор и возрастает гидравлическое сопротивление загрузки, что приводит к росту потерь напора в загрузке.

Регенерация насыпных фильтров происходит методом обратной промывки водой. Ориентировочный срок эксплуатации одной зернистой загрузки составляет 3-5 лет, что значительно выше, чем при использовании картриджей, которые необходимо менять каждые 3-5 месяца [4].

В табл. 2 приведена техническая характеристика рассмотренных типов фильтров.

Таблица 2

Сравнительная характеристика фильтров для подготовки морской воды

Table 2

The comparative characteristic of filters for preparation of sea water

№ п/п	Технические характеристики	Типы фильтров			
		Сетчатые	Тканые	Дисковые	Насыпные
1	Номинальная производительность, м ³ /ч:				
	минимальная	20	10	20	20
	максимальная	1100	100	50	1000
2	Давление морской воды на входе, атм.:				
	минимальное	1	1	5	1
	максимальное	40	10	150	100
3	Максимальная температура	95	90	40	90
4	Поверхность фильтрования, м ²	1,7	3·10 ⁻²	40,4·10 ⁻³	2
5	Степень фильтрации, мкм:				
	минимальная	10	1	5	1·10 ⁻³
	максимальная	3000	5	500	100
6	Фильтрующий элемент	Сетка	Картридж с фильтр. тканью	Диски	Зернистый материал
7	Стоимость фильтрующего элемента	404-455\$ за шт.	30-115€ за шт.	100-325€ за шт.	0-30 руб./кг
8	Необходимость регенерации или замены фильтроэлемента, мес:				
	минимум	2	3	1	72
	максимум	3	5	3	120

Анализ известных конструкций фильтров позволил сделать вывод, что насыпные фильтры наиболее экономичны, имеют значительный ресурс эксплуатации, просты в обслуживании, имеют фильтрующую загрузку, способную длительное время работать без регенерации.

Все эти особенности обуславливают использование насыпных фильтров для малых рыбо-водных предприятий.

Получено положительное решение на полезную модель (№ рег. 2013149736), что подтверждает правильность выводов о приоритетности зернистых загрузок при подготовке морской воды.

Список литературы

1. Акимов С.С. Перспективы водопотребления береговыми предприятиями рыбной отрасли / С.С. Акимов, С.А. Лоншаков, А.И. Федорова, С.Д. Угрюмова // Научн. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – Т. 23. – С. 187-190.

2. Угрюмова С.Д. Обработка природных вод для рыбохозяйственных нужд / С.Д. Угрюмова, Э.А. Врищ, А.И. Федорова // Актуальные вопросы современной техники и технологии. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – Т. 1. – С. 231-233.

3. Угрюмова С.Д. Физические особенности процесса фильтрования морской и пресной воды через насыпные перегородки / С.Д. Угрюмова, А.И. Федорова, С.А. Лоншаков // Фундаментальные и прикладные вопросы естествознания: Материалы 54-й Всерос. науч. конф. – Владивосток: ТОВМИ им. С.О. Макарова ВУНЦ «ВМА», 2011. – Т. 3. – С. 193-196.

4. Федорова А.И. Факторы, влияющие на пропускную способность фильтра при зернистой загрузке / А.И. Федорова, С.Д. Угрюмова // Инновации и современные технологии пищевых производств: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2013. – С. 289-294.

5. ГBT 550/2013. Разработка проектного решения оптимальных конструкций насыпных фильтрующих устройств и совершенствование линий для подготовки морской воды на рыбо-водных и рыбоперерабатывающих предприятиях / С.Д. Угрюмова, А.Н. Виктор, А.И. Федорова, М.О. Зеленкова. – Владивосток: Дальрыбвтуз. – 150 с.

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