

УДК 637.56.031

А.А. Тушко¹, С.А. Повесьма²

¹Институт технологии и бизнеса, 692900,
г. Находка, ул. Дальняя, 14

²Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

МАЛОГАБАРИТНЫЙ РАЗДЕЛОЧНЫЙ АГРЕГАТ

Предложена конструкция малогабаритной разделочной линии для обработки маломерных и средних рыб. Все технологические процессы от подачи рыбы из бункера через виброориентатор в рабочие секции рыбообделочного агрегата механизированы. В работе описаны конструкции и принципы действия основных элементов конструкции агрегата.

Ключевые слова: разделочный агрегат, виброориентатор.

A.A. Tushko, S.A. Povesma SMALL-SIZE FISH-CUTTING MACHINE

The construction of small size fish cutting line of processing small or medium size fish has been offered. All technological processes from fish supply from bunker via vibroorientator to work chambers of fish-cutting machine are mechanized. The constructions and operational principles of the machine main parts are also described in the current work.

Key words: cutting machine, vibroorientator.

Один из трудоемких процессов при обработке рыбы – разделка, на которой занято 25-30 % и более производственных рабочих, загружающих рыбу в технологические машины вручную или обрабатываемых ее вручную. Наиболее механизированные разделочные линии представляют собой набор разделочных машин в основном транспортного типа с теоретической производительностью до 240 рыб в минуту, соединенных между собой системой промежуточных транспортеров.

Созданные агрегаты с механизированной загрузкой малопроизводительны, имеют значительные габариты и ненадежны в работе [1].

В рыбообработывающей промышленности имеются все предпосылки для совершенствования существующих и создания новых агрегатов. Создаваемая техника должна иметь высокую производительность и удачную компоновку. При ее создании особое внимание следует уделить технологическому транспортированию рыбы, синхронизации работы устройств, входящих в агрегат, безопасности и удобству обслуживания.

На основании изучения опыта отечественных и зарубежных конструкторов нами предложена принципиально новая схема рыбообделочного агрегата. В данной схеме используются роторные рыбообделочные модули и принцип деления порции рыбы, подаваемой на виброориентатор, на два технологических потока – движение рыбы влево и вправо головой вперед.

Основными элементами агрегата являются загрузочный элеватор-транспортер с бункером, горизонтальный виброориентатор, наклонные плоские гравитационные желобки, роторные рыбообделочные модули. Принципиальная схема агрегата приведена на рис. 1.

Загрузочный элеватор-транспортер [2] выполняет следующие функции:

- производит равномерную загрузку в каждый желобок ориентатора не более 4-5 рыб, при этом они располагаются по высоте в два слоя;
- обеспечивает интервал между загрузками для схода всей порции рыбы.

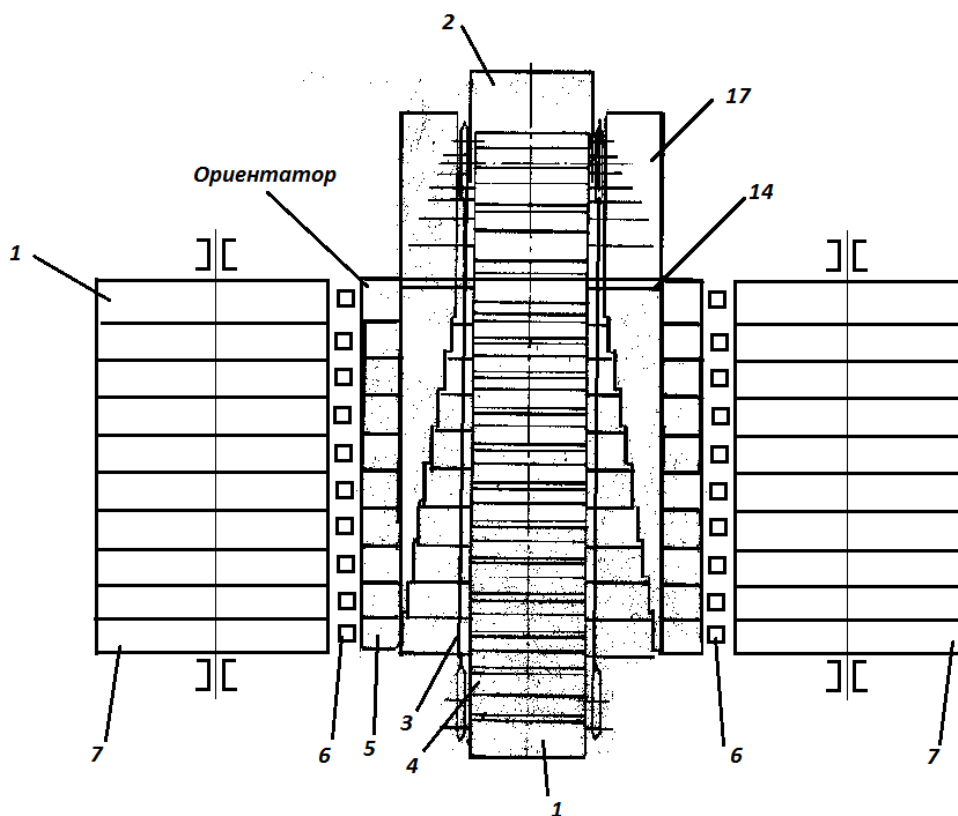


Рис. 1. Схема малогабаритного разделочного аппарата: 1 – загрузочный элеватор-транспортер; 2 – бункер; 3 – цепь конвейера; 4 – ковши, 5 – ориентатор; 6 – гравитационный лоток; 7 – рыборазделочный модуль

Fig. 1. Scheme malogabpritnogo of cutting device: 1 – feeding elevator, conveyor; 2 – Silo; 3 – chain conveyors; 4 – buckets; 5 – tracker; 6 – gravitational tray; 7 – ryborazdelochny module

Он состоит из ковшового элеватора 1 и бункера 2. Элеватор имеет прямолинейный участок 3 и наклонный участок 4 (рис. 2). Его верхняя ветвь на прямолинейном участке расположена над желобками ориентатора, а нижняя – под желобками. Тяговый орган выполнен в виде двух параллельных цепей.

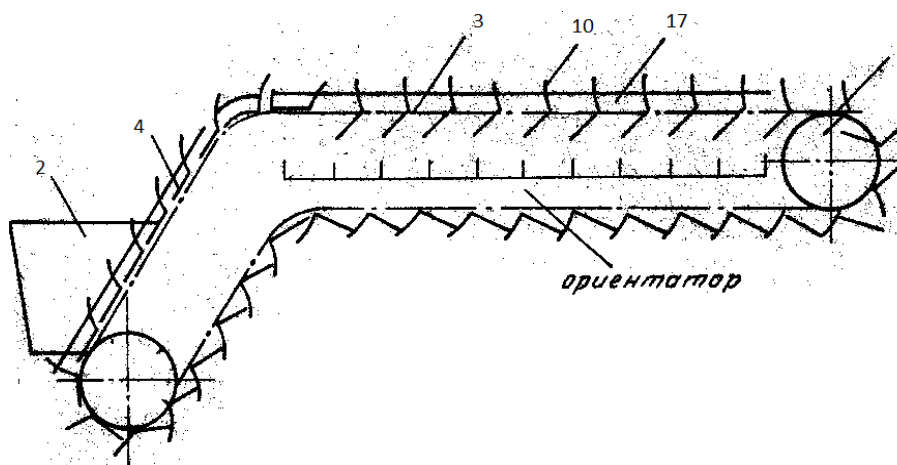


Рис. 2. Вид элеватора-транспортера спереди
Fig. 2. Type of elevator-conveyor in front

Все ковши элеватора разделены на группы, количество ковшей которых равно количеству желобков ориентатора. Ковши имеют на боковых стенках штыри. По обе стороны элеватора установлены направляющие, на которых скользят ролики штырей. Штыри с роликами на ковшах имеют различную длину. Штыри на первом ковше самые длинные, а на последнем – самые короткие, при этом длина штырей на каждом последующем ковше группы меньше длины штырей предыдущего ковша минимум на ширину ролика.

Направляющие имеют ступенчатые вырезы. Количество ступенек на одну меньше, чем количество желобков ориентатора. Ширина вырезов по ступенькам уменьшается последовательно: от первого крайнего желобка до последнего - минимум на половину ролика, а глубина выреза равна ширине желоба. В последующей группе ковшей длина штырей также изменяется последовательно, как и в первой.

Загрузочное устройство работает следующим образом.

Ковш элеватора 1, последовательно проходя через бункер 2, захватывает определенное количество рыб. Размеры ковша позволяют поместиться в нем нескольким рыбам в продольном положении относительно ковша. Излишки рыбы будут сыпаться вниз, так как угол наклона подъема элеватора на наклонном участке превышает угол естественного откоса рыбы. При достижении первым ковшем группы положения крайнего желоба все ковши опрокидываются, так как ролики, укрепленные на штырях, одновременно соскальзывают с направляющих, а ковши закреплены шарнирно на осях. Опрокидывание ковшей осуществляется назад, так как центр тяжести ковшей со штырями смещен.

При развороте ковшей рыбы переходит в продольном направлении в желоба ориентатора. При дальнейшем перемещении ориентатора первая группа ковшей уходит из зоны желобов ориентатора и через десять ковшей подходит следующая группа из десяти ковшей, которые также опрокидываются одновременно.

Виброориентатор представляет собой горизонтально колеблющуюся плоскость с набором желобков (в данном случае 10 шт.), которые совершают горизонтальное колебание от кривошипно-шатунного механизма. С целью уравнивания колеблющейся массы ориентатор по ширине разделяется на две равные части (по пять желобков в каждой). При этом их привод осуществляется в противофазе в индивидуальных кривошипно-шатунных механизмах.[3]

Рыборазделочный модуль (рис. 3) состоит [1] из загрузочного приспособления 1, горизонтально установленных в опорах рамки 2 роторов, расположенных по окружности вращения приспособлений 3 и 4 для фиксации головок и хвостовых плавников, виброножей для отрезания соответственно голов и хвостовых плавников, приспособления 7 для удаления внутренностей, водяных коллекторов 8 и 9.

Загрузочное приспособление состоит из барабана 25 и прижимного упора 26. На барабане 25 закреплены подающие иглы 27.

Операционная рамка 2 ротора состоит из обоймы закрепленных на осях трубчатых носителей, выполненных по форме поперечного сечения рыбы, стяжных и фиксирующих болтов.

Рыборазделочный модуль работает следующим образом. Ориентированная вперед рыба с виброориентатора и плоских гравитационных желобков подается на загрузочное приспособление до пружинного устройства 26 и выстраивается в ряд. В момент остановки операционной рамки 2 против загрузочного приспособления 1 барабан иглами подает ряд рыб в трубчатые носители операционной рамки головой до упора в приспособление для фиксации голов. При вращении операционной рамки 2 приспособление 3 также поворачивается, и головы рыбы отрезаются виброножом 5.

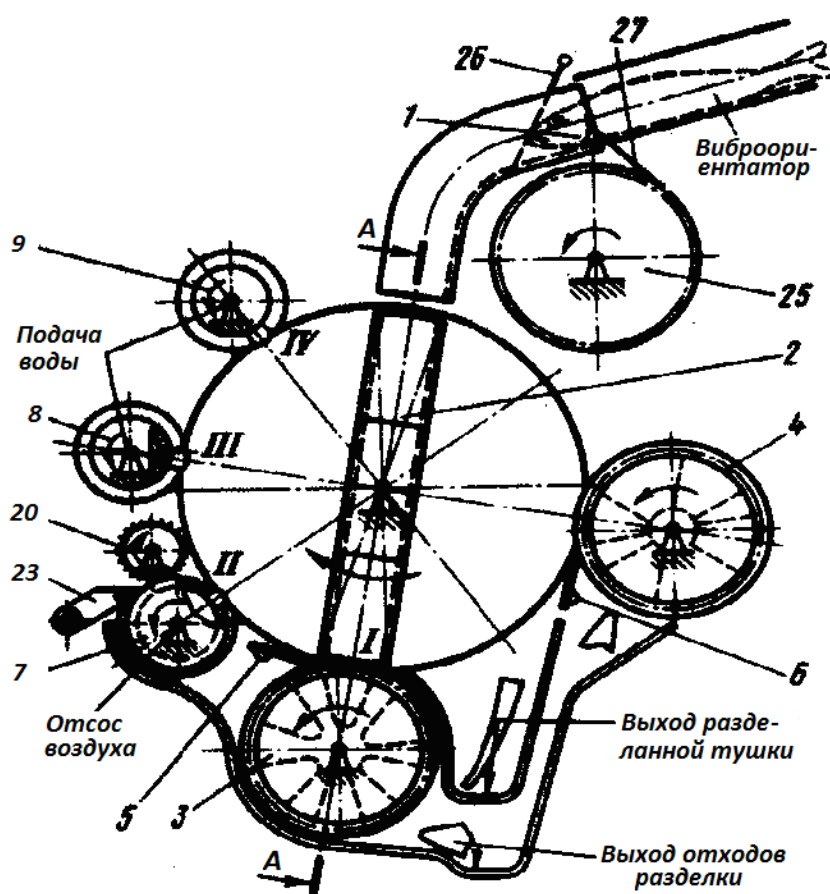


Рис. 3. Принципиальная схема роторной разделочной машины
Fig. 3. Schematic diagram of rotary cutting machines

При дальнейшем вращении рамки 2 трубчатые носители совпадают с отверстиями барабанного вакуум-коллектора 27 приспособления 7 для удаления внутренностей, рамка 2 останавливается и происходит отсос внутренностей. При последующем вращении рамки 2 трубчатые носители совпадают с водяным коллектором, рамка 2 останавливается и происходит промывка брюшной полости. Рыбе струей воды сообщается поступательное движение в сторону приспособления 4 для фиксации хвостовых плавников. При дальнейшем повороте рамки 2 и приспособления 4 происходит отрезание хвостовых плавников виброножом 6.

При последующем совмещении трубчатых носителей и рамки 2 с водяным коллектором рамка 2 останавливается и рыба водой выталкивается в рыбосборный лоток. Далее рамка занимает исходное положение.

Производительность загрузочного элеватора-транспортера равна

$$Q_{з.у} = i \cdot \frac{\bar{x} \cdot v}{t},$$

где i – число желобков ориентатора; \bar{x} – среднее число рыб в ковше; v – линейная скорость элеватора-транспортера; t – шаг между ковшами.

Среднее число рыб в ковше (1, 2, 3, ...) зависит от объема ковша и морфометрических характеристик рыбы.

Лимитирующей операцией в рассматриваемом агрегате является скорость движения рыбы по горизонтальному виброориентатору. Вычисление скорости перемещения по ориентатору базируется на известных числовых значениях коэффициентов трения, которые не всегда могут быть определены с достаточной точностью.

В случае осуществления режима с двумя мгновенными остановками в периоде колебания необходимо знать значение коэффициентов трения f_2 – при движении рыбы головой вперед и f_x – при движении рыбы хвостом вперед. При других режимах колебания появляется еще два коэффициента трения – коэффициент трения покоя при движении рыбы головой вперед и коэффициент трения покоя при движении рыбы хвостом вперед. Методика расчета трудоемка и описана в монографии Ю.В. Поспелова [1]. Однако из-за сложности правильного определения коэффициентов трения действительная скорость перемещения рыбы отличается от реальной, что показано нами в ходе экспериментальных исследований.

В связи с этим достоверным значением является опытное определение скоростей перемещения рыбы, которое проводится на экспериментальном вибрационном стенде при различных значениях амплитудных и частотных колебаний.

Для получения математической зависимости скорости перемещения рыбы использовалось планирование полнофакторного эксперимента ПФЭ 2^2 [4].

Для процесса перемещения рыбы по горизонтальной виброплоскости с параметрами колебаний - небольшая амплитуда [$A = (3\div 6) \cdot 10^{-3}$ м] и значительные частотные колебания ($\omega > 10$ Гц) - получены следующие расчетные уравнения:

- для сайры

$$v_1 = 0,524 - 64,8A - 0,042 \omega + 7,68A \cdot \omega \text{ [м/с]},$$

- для скумбрии

$$v_2 = 0,269 - 28,6A - 0,02 \omega + 4,8A \cdot \omega \text{ [м/с]}.$$

При другом уровне планирования экспериментов: значительные амплитуды [$A = (7\div 25) \cdot 10^{-3}$ м] и небольшие частотные колебания ($\omega < 10$ Гц) – расчетные зависимости имеют вид:

- для сайры

$$v_3 = 0,438 - 53,6A - 0,048 \omega + 7,9A \cdot \omega \text{ [м/с]},$$

- для скумбрии

$$v_4 = 0,335 - 41,2A - 0,03 \omega + 5,6A \cdot \omega \text{ [м/с]}.$$

Для выполнения дальнейших технологических операций необходимо, чтобы рыба двигалась по технологической поверхности ориентатора со скоростью не менее 0,1 м/с. Установлено, что это достигается для дальневосточных рыб (сайра, скумбрия, песчанка) при вибрационном перемещении по гладкой смоченной поверхности из нержавеющей стали при переносном ускорении технологической плоскости более 15 м/с^2 .

В предлагаемой схеме предусмотрено использование гравитационных лотков. Рассмотрим скольжение рыбы по плоскости, угол наклона к горизонту которой больше угла трения рыбы. Допустим, что технологическая плоскость наклонена под углом $\alpha = 30^\circ$.

Скольжение рыбы по плоскости характеризуется уравнением

$$v = g (\sin\alpha - f\cos\alpha) t + c,$$

где v – скорость скольжения рыбы, f – коэффициент трения при скольжении рыбы головой вниз, t – время, c – постоянная интегрирования, т.е. скорость схода рыбы с виброориентатора.

Допустим, что скорость схода рыбы $v = 0,15$ м/с.

Скорость подачи рыбы в рамку рыбообразного агрегата при $t = 0,15$ с

$$v = g (\sin 30^\circ - f\cos 60^\circ) 0,1 + 0,15 = 0,44 \text{ м/с.}$$

Для сайры, по данным ТИПРО, кинетический коэффициент трения равен 0,347 [1].

Промысловая длина сайры составляет 215÷290 мм [1].

Производительность одного ручья загрузочного устройства

$$Q_p = \frac{v}{t} = \frac{0,44}{0,4} = 1,1 \text{ рыб/с,}$$

где t – шаг между рыбами в загрузочном устройстве.

Промысловая длина сайры 215÷290 мм, по данным ТИПРО [1]. Принимаем в расчет шаг, равный 400 мм.

Производительность агрегата

$$Q = 2Q_p \cdot m = 2 \cdot 1,1 \cdot 10 \cdot 60 = 1320 \text{ рыб/мин.}$$

Число оборотов ротора

$$n = \frac{Q}{m} = \frac{610}{10} = 61 \text{ об/мин.}$$

На основании изложенного можно сделать следующие выводы. При использовании двухпоточной ориентации рыбы на горизонтальной виброплоскости и роторных рыбообразных машинах достигается значительный рост производительности рыбообразной техники с существенным уменьшением производственных площадей, необходимых для установки соответствующего оборудования.

Список литературы

1. Пospelов Ю.В. Механизированные разделочные машины рыбообрабатывающих производств [Текст] / Ю.В. Пospelов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 188 с.
2. Тушко А.А. Комплексная механизация сортирования рыбы по размерам // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток. Дальрыбвтуз, 1996. – Вып. 8. – С. 150-155
3. А.с 799832 СССР. Вибромашина / А.А. Тушко, Ю.В. Пospelов; опубли. в БИ, 1981. – Бюл. № 4. – 2 с.
4. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов [Текст] / Ю.П. Грачев. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 198 с.

Сведения об авторах: Тушко Александр Андреевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: andr62@mail.ru;

Повесьма Степан Александрович, студент, e-mail: stepan5337@mail.ru.