

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВИБРООРИЕНТИРОВАНИЯ РЫБЫ В ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Фатыхов Ю.А., Агеев О.В., Шашков В.С.

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград

Ключевые слова: виброориентирование, рыба, загрузочное устройство.

Аннотация. Загрузочные устройства предназначены для равномерной поштучной ориентированной рыбы в кассеты операционного конвейера рыбообрабатывающих машин. В статье рассматривается способ ориентирования рыбы на горизонтальной виброплоскости, приводится дифференцированное уравнение движения рыбы. Численным методом проведено моделирование процесса виброориентирования рыбы. Установлено влияние фрикционных характеристик рыбы на динамику ее движения по технологической поверхности. Установлено влияние параметров виброплоскости: амплитуды колебаний и угловой скорости на динамике движения. Сделаны развернутые выводы, необходимые для совершенствования процесса виброориентирования и конструкции загрузочных устройств.

IMPROVING THE PROCESS OF VIBRATION ORIENTATION OF FISH IN LOADING DEVICES

Fatykhov Y.A., Ageev O.V., Shashkov V.S.

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad

Keywords: vibration orientation, fish, loading device.

Abstract. Loading devices are designed for uniform, piecewise oriented fish into cassettes of the operating conveyor of fish processing machines. The article discusses a method for orienting fish on a horizontal vibrational plane, provides a differentiated equation of fish movement. The numerical method was used to simulate the process of vibration orientation of fish. The influence of the frictional characteristics of fish on the dynamics of its movement along the technological surface is established. Installed the influence of the frictional characteristics of fish on the dynamics of its movement along the technological surface. The influence of the parameters of the vibrational plane: the amplitude of the oscillations and the angular velocity on the dynamics of motion is established. Expanded conclusions are made that are necessary to improve the vibration orientation process and the design of the loading devices.

Загрузочные устройства рыбообрабатывающих машин предназначены для равномерной поштучной подачи ориентированной в одну сторону рыбы, в кассеты операционного транспортера машины. Точное позиционирование сырья относительно режущих рабочих органов машины позволяет осуществлять технологические операции по разделке экономными и ресурсосберегающими способами с высоким качеством реза. В основе многих конструкций загрузочных устройств и машин: отечественных МНР-1, А8-ИРЗ-М/2, А8ИГБ, МКРМ, Н2-ИГА-109; Baader 478, 480, 482, 483 (Германия), применяется способ ориентирования на горизонтальной виброплоскости [1]. Анализ реализуемого в них процесса виброориентирования показал, что из-за отсутствия научно-обоснованного выбора параметров режима работы процесс характеризуется низкой надежностью, а фактическая производительность машин вдвое ниже теоретической.

В основе способа ориентирования рыбы на горизонтальной виброплоскости лежит свойство объекта занимать устойчивое положение при его движении в желобе технологической поверхности, ориентируясь спиной вниз, что объясняется смещенным центром тяжести рыбы. При этом объект совершает устойчивое поступательное движение головой вперед, так как при такой ориентации коэффициенты трения скольжения рыбы меньше, чем при движении хвостом вперед.

Дифференциальное уравнение прямолинейного движения рыбы на горизонтальной плоскости имеет следующий вид:

$$m\ddot{x} = F_{mp} + m \cdot A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t), \quad |F_{mp}| = f \cdot m \cdot g, \quad (1)$$

где m – масса рыбы; F_{mp} – сила трения; A и ω – соответственно амплитуда колебаний и угловая скорость; t – время; f – коэффициент трения.

В уравнении (1) коэффициент трения рыбы f является функцией скорости скольжения рыбы ω по технологической поверхности. Теоретически за один полный цикл колебаний виброплоскости с параметрами A и ω рыба совершает движение головой вперед и хвостом вперед с двумя остановками между этапами. При движении головой вперед рыба проделывает больший путь, чем при движении хвостом вперед, что объясняется разницей коэффициентов трения при соответствующих скоростях и вызывает устойчивое поступательное движение головой вперед по технологической поверхности.

Для решения дифференциального уравнения (1) численным методом необходимы значения коэффициентов трения – коэффициенты трения покоя, соответственно; $f_{\min 1}$ и $f_{\min 2}$ – коэффициенты трения скольжения соответственно, при ориентации головой и хвостом вперед, а также выяснение вида зависимости при изменении (уменьшении) коэффициентов трения от; f_0 до $f_{\min}$.

Анализ существующих данных по фрикционным характеристикам [2] показал, что для большинства видов рыб эта зависимость имеет вид гиперболической зависимости, для которой при значении скорости скольжения $W_{кр}$ установлены значения $f_{\min 1}$ и $f_{\min 2}$ и их дальнейшее изменение практически не происходит (в пределах 3-5%). Для большинства видов рыб по экспериментальным данным можно принять, что критическое значение скорости скольжения составляет величину 0,5 м/с и можно предположить, что реальное скольжение рыбы по технологической плоскости осуществляется в диапазоне скоростей ($0 \leq W \leq 0,5$) м/с.

Авторами [3] проведено численное моделирование процесса виброориентирования рыбы по уравнению (1) в среде Mathcad для скумбрии атлантической и ставриды, и поверхности виброплоскости, выполненной из нержавеющей стали. Значения опорных коэффициентов трения взяты по экспериментальным данным работы [1]: $f_{01}=0,25$; $f_{\min 1}=0,18$; $f_{02}=0,43$; $f_{\min 2}=0,43$.

Целью виртуально эксперимента было установление влияния параметров виброплоскости: амплитуды колебаний A и круговой частоты ω на динамику относительного движения рыбы. В качестве примера на рисунках 1, 2 приведены зависимости относительной скорости рыбы и координаты её перемещения по плоскости (x) от изменения угловой скорости ω при постоянной амплитуде A . На

этих рисунках кривая 3 соответствует наиболее рациональным режимам работы виброплоскости для принятых нами условий эксперимента и виды рыбы.

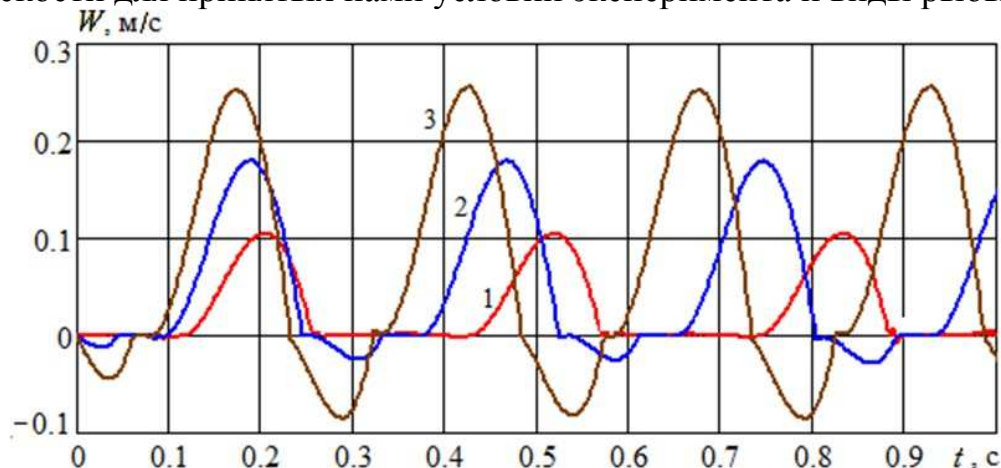


Рис. 1. Изменение относительной скорости рыбы при $A=10$ мм и $\omega=20$ с⁻¹ (кривая 1); $\omega=22,5$ с⁻¹ (кривая 2); $\omega=25,0$ с⁻¹ (кривая 3)

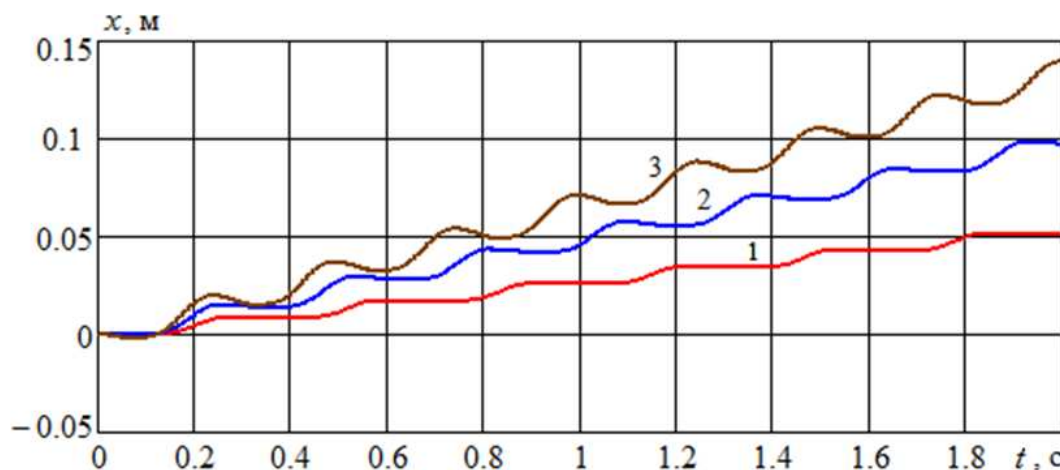


Рис. 2. Изменение координат рыбы при $A=10$ мм и $\omega=20$ с⁻¹ (кривая 1); $\omega=22,5$ с⁻¹ (кривая 2); $\omega=25,0$ с⁻¹ (кривая 3)

В статье [4] авторы, приняв условия рационального режима работы виброориентирования, провели также виртуальный эксперимент по численному моделированию процесса, варьируя значениями коэффициентов трения покоя и скольжения, а также разницей между ними, с целью оценки этого влияния.

В результате численного моделирования процесса виброориентирования рыбы на горизонтальной виброплоскости и глубокого анализа процесса авторы пришли к следующим выводам, которые существенно меняют представление о процессе и могут являться основой как для научного обоснования рационального ведения процесса, так и конструктивного совершенствования загрузочных машин и устройств.

1. Имеющаяся база экспериментальных данных по фрикционным характеристикам различных видов рыб не может корректно использоваться в расчете процесса виброориентирования и нуждается в дополнениях. Такое положение связано с тем, что физическая картина проведения и накопления фрикционных характеристик рыбы не соответствует реальной картине расположения и движения рыбы в желобах технологической поверхности

виброориентирования, в которых объект контактирует боковыми и спинной поверхностями, для которых данные по фрикционным характеристикам отсутствуют.

2. Наиболее эффективным с точки зрения производительности является режим ее работы с рациональными параметрами A и ω , при котором рыба осуществляет полный цикл скольжения – этапы движения рыбы головой и хвостом вперед с двумя кратковременными остановками. Ранее предполагалось, что параметры A и ω должны подбираться таким образом, чтобы избежать движения рыбы по виброплоскости хвостом вперед.

3. Рациональным условиям виброориентирования соответствуют условия фрикционного контакта рыбы с поверхностью с наименьшими значениями коэффициентов трения. Такая ситуация возможна только за счет правильного подбора материала технологической поверхности виброплоскости с малой шероховатостью или искусственного уменьшения за счет шлифования. Ранее предполагалось, что поверхность виброплоскости должна иметь большую шероховатость, вплоть до сетчатого покрытия.

4. Установлено, что существует область, в которой могут рационально сочетаться параметры режима работы виброориентирования ω и A . Оптимизация режима работы может быть проведена в зависимости от определения ряда параметров: массы продукта, возникающих инерционных нагрузок, связанных с конструктивными особенностями устройства, определения вида рыбы, ее размерной фракции и требуемой производительности, фрикционных характеристик трущейся пары и др.

Список литературы

1. Агеев О.В. Совершенствование технологического оборудования для первичной обработки рыбы: опыт, проблематика, системный подход: моногр. / О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – 261с.
2. Уманцев А.З. Физико-механические характеристики рыб. Методика и результаты исследований. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 152с.
3. Фатыхов Ю.А. Математическое моделирование процесса виброориентирования рыбы / Ю.А. Фатыхов, В.А. Наумов, О.В. Агеев, В.Н. Эрлихман, В.С. Шашков // Известия КГТУ. – 2020. – №57. – С.141-152.
4. Фатыхов Ю.А. Влияние фрикционных характеристик на виброориентирование рыбы / Ю.А. Фатыхов, В.А. Наумов, О.В. Агеев, D.Dudkiewicz, A. Dowgiallo // Postępy Techniki Prietworstwa Spozywczego. – 2020. – T.30(57). – Nr 2. – P. 41-46.

Сведения об авторах:

Фатыхов Юрий Адгамович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой пищевых и холодильных машин, КГТУ, г. Калининград;

Агеев Олег Вячеславович – к.т.н., доцент, доцент кафедры пищевых и холодильных машин, КГТУ, г. Калининград;

Шашков Владимир Сергеевич – аспирант, КГТУ, г. Калининград.