
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 664.0

В.А. Голованец, Р.А. Кисельников, М.В. Голованец

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

КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕЧЕНИЯ И ГРАНУЛИРОВАНИЯ ВЯЗКИХ СРЕД НА ОСНОВЕ РЫБНОГО СЫРЬЯ

Приведены компоновка и принцип работы комплекса для исследования процесса течения и гранулирования неньютоновских сред на основе рыбного сырья в потоке с целью расчёта, оптимизации и повышения экономичности оборудования.

Ключевые слова: комплекс, реология, гранулирование, насос, течение, датчик давления.

V.A. Golovanets, R.A. Kiselnikov, M.V. Golovanets

COMPLEX FOR INVESTIGATION THE PROCESS OF STREAMING AND GRAINING VISCONS MEDIUM ON BASIS OF RAW FISH

Herein arranging and principle of complex work for investigation the process of streaming and graining of non - Newtonian medium on basis of raw fish in flow for the purpose of estimation, optimization and increasing efficiency of equipment.

Key words: complex, rheology, graining, pump, flow, pressure sensor.

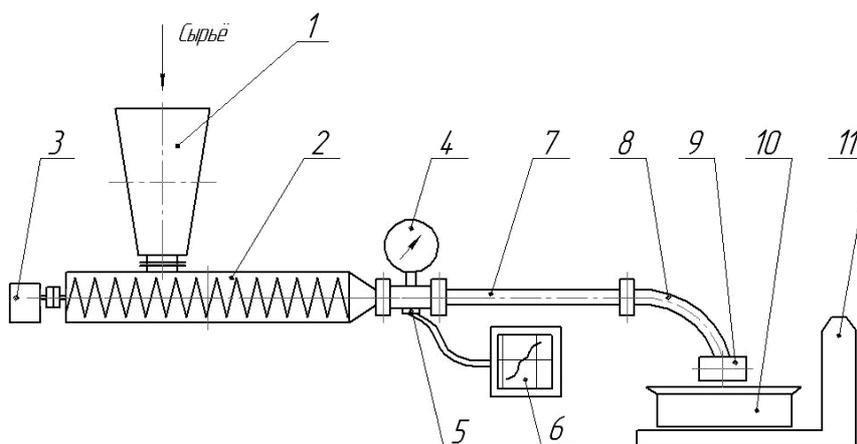
Как известно, гранулирование используют с целью увеличения объёмной массы продукта, прочностных характеристик частиц и как следствие для улучшения условий транспортирования, складирования, хранения, снижения риска самовозгорания, комкования, пылеобразования, экономии производственного объёма складских помещений.

На сегодняшний день не достаточно информации, в которой описывается процесс гранулирования вязких сред на основе рыбного сырья для производства расчётов технологического оборудования. В связи с этим нами был разработан комплекс для изучения процесса течения, гранулирования вязких сред на основе рыбного сырья, определения физических и реологических характеристик, необходимых для расчёта и оптимизации оборудования.

В состав комплекса входят аналитические весы типа ВЛА-200-М с разновесами ГОСТ 7328-82, набор термометров ГОСТ 215-57, влагомер «КЕТТ» модели F-1А, секундомер, набор гирь от 0,5 до 5 кг, металлическая бюкса с поршнем, набор алюминиевых бюкс с отверстием в дне от 2 до 8 мм.

Для исследования процессов течения вязких сред по трубам, процесса гранулирования нами была разработана конструкция установки (рисунок).

Сырьё различной влажности после измельчения, нагретое до необходимой температуры, поступает в бункер насоса, привод которого позволяет изменять производительность и давление прессования до 6 кг/см². На выходе из насоса установлено устройство для измерения и фиксации давления. Сырьё транспортируется по трубопроводу с диаметром до 50 мм со скоростью от 0,05 до 0,35 м/с, имеющему прямолинейный участок и участки с местными сопротивлениями (изгибы, конфузор, диффузор и т.д.), и поступает на разработанную нами гранулирующую головку, где формируется в гранулы квадратного сечения размером от 1 до 8 мм и собирается в ёмкость, установленную на весах.



Установка для исследования процесса течения и формования: 1 – бункер; 2 – насос; 3 – привод; 4 – манометр; 5 – датчик давления; 6 – прибор типа КСП-4; 7 – трубопровод; 8 – участок местного сопротивления; 9 – гранулирующая головка; 10 – ёмкость для сбора гранул; 11 – весы
 Aggregate for investigation the process of streaming and extrusion: 1 – bunker; 2 – pump; 3 – automatic drive; 4 – manometer; 5 – pressure sensor; 6 – device at the type of КСП-4; 7 – pipeline; 8 – section of local resistance; 9 – granulating die; 10 – container for granules collection; 11 – scales

Для определения компрессионных характеристик и изучения процесса гранулирования сырья при различных давлениях от 0,3 до 10 кг/см², а также определения некоторых реологических характеристик, таких как предельное напряжение сдвига (θ_0 , Па), вязкость (η_k , Па·с), эффективная вязкость при единичном значении скорости $\omega = 1$ м/с (β_0^x , Па·с), темп разрушения структуры (m) и индекс течения (n) используется ротационный визкозиметр системы профессора М.П. Воларовича РВ-8 и модифицированный конический пластометр КП-3.

Обработку полученных данных проводили графоаналитическим способом с использованием компьютера Asus N53S Series на базе процессора Intel i7 в операционной системе Windows 7 с использованием компьютерных программ Microsoft Office 2003 по известной методике [3].

На представленном комплексе могут быть получены данные по реологическим характеристикам исследуемого сырья, а также аналитические зависимости процессов течения, истечения, величины местных сопротивлений, которые могут быть использованы в реодинамических расчетах, при проектировании оборудования и технологических линий.

Список литературы

1. Горбатов А.В., Голованец В.А., Волчков В.И., Косой В.Д., Шепелев В.А. Измерение давления вязко-пластичных рыбных продуктов // Рыб. хоз-во. – 1979. – № 5. – С. 51-53.
2. Голованец В.А., Кисельников Р.А., Москвичёв Е.А. Устройство для измерения давления пищевых сред в технологических процессах // Современные тенденции развития перерабатывающих комплексов, пищевого оборудования и технологии пищевых производств: материалы Всерос. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – С. 94-96.
3. Горбатов А.В. Реология мясных и молочных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1979. – 383 с.

Сведения об авторах: Голованец Владимир Александрович, кандидат технических наук, профессор;

Кисельников Руслан Александрович, соискатель;

Голованец Михаил Владимирович, аспирант.

УДК 637 : 664

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

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

КРУГЛЫЙ ЭКСЦЕНТРИКОВЫЙ ПРИВОДНОЙ МЕХАНИЗМ

На основе анализа работы круглого эксцентрикового приводного механизма приведена модель его использования для просеивания сыпучих материалов.

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

S.P. Grigoreva, L.K. Iurchenko, I.V. Pishchulina, B.K. Bobylev
ROUND ECCENTRIC DRIVE MECHANISM

Based on an analysis of the round eccentric drive mechanism is shown to use it to model granular materials sow.

Keywords: eccentric, drive mechanism, granular materials, sow.

Для приведения в колебательное движение короба с ситом, на котором находится просеиваемый материал, используются различные виды приводов. Это кривошипно-ползунный центральный механизм, кривошипно-ползунный нецентральный механизм, различные виды эксцентриков. Эти механизмы вращательное движение двигателя преобразуют в поступательное движение технологической поверхности.

Кривошипно-ползунный нецентральный механизм имеет преимущество перед центральным, так как позволяет уменьшить длину шатуна почти в два раза. Преимущество эксцентриковых механизмов перед кривошипно-ползунными состоит в том, что убираются такие звенья, как шатун и ползун.

Рассмотрим, как работает круглый эксцентрик (диск) радиуса r , который вращается против хода стрелки часов с угловой скоростью ω .

Расстояние от центра масс диска до его оси вращения (эксцентриситет) выберем последовательно равным части радиуса r : $e = \frac{r}{4}, \frac{r}{3}, \frac{r}{2}, \frac{2}{3}r, \frac{3}{4}r$ для последующего сравнения результатов. И дополнительно рассмотрим, как можно использовать эксцентрики для придания коробу с ситом колебательного движения.

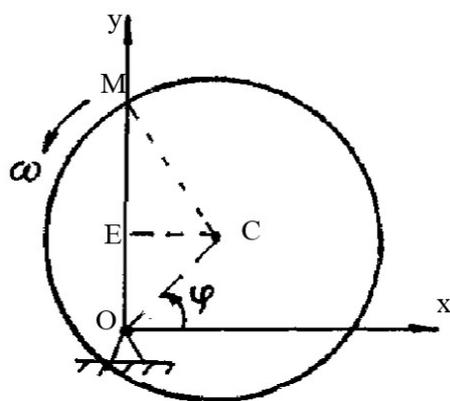


Рис. 1. Круглый эксцентрик
Fig. 1. Eccentric round

Изобразим круглый эксцентрик в произвольный момент времени в I четверти с любым эксцентриситетом и радиусом (рис. 1).

Начало осей координат совместим с осью вращения O . Точка M – это точка касания эксцентрика с технологической поверхностью. Определим ее координаты:

$$X_M = 0, Y_M = OE + EM = e$$

$$\sin \varphi + \sqrt{r^2 - e^2 \cos \varphi}, \text{ где } \varphi = \omega t.$$

Для различных значений эксцентриситета значения координаты Y_M определяются:

$$e = \frac{r}{4}, Y_M = \frac{r}{4} \left(\sin \varphi + \sqrt{16 - \cos^2 \varphi} \right);$$

$$e = \frac{r}{3}, Y_M = \frac{r}{3} \left(\sin \varphi + \sqrt{9 - \cos^2 \varphi} \right);$$

$$e = \frac{r}{2}, Y_M = \frac{r}{2} \left(\sin \varphi + \sqrt{4 - \cos^2 \varphi} \right);$$

$$e = \frac{2}{3}r, Y_M = \frac{r}{3} \left(2 \sin \varphi + \sqrt{9 - 4 \cos^2 \varphi} \right);$$

$$e = \frac{3}{4}r, Y_M = \frac{r}{4} \left(3 \sin \varphi + \sqrt{16 - 9 \cos^2 \varphi} \right).$$

Посчитаем величину координаты Y_M в моменты времени, когда $\varphi = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}$ в радиусах и эксцентриситетах. Полученные результаты поместим в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Значения Y_M в радиусах при различных эксцентриситетах эксцентрика

Table 1

Values of Y_M in the radius at various eccentricities of the eccentric

Угол φ	Эксцентриситет				
	$e = \frac{r}{4}$	$e = \frac{r}{3}$	$e = \frac{r}{2}$	$e = \frac{2}{3}r$	$e = \frac{3}{4}r$
$\varphi = \frac{\pi}{2}$	$\frac{5r}{4} = 1,25r$	$\frac{4r}{3} = 1,33r$	$\frac{3r}{2} = 1,5r$	$\frac{5r}{3} = 1,67r$	$\frac{7r}{4} = 1,75r$
$\varphi = \frac{3\pi}{2}$	$\frac{3r}{4} = 0,75r$	$\frac{2r}{3} = 0,67r$	$\frac{r}{2} = 0,5r$	$\frac{r}{3} = 0,33r$	$\frac{r}{4} = 0,25r$
Сумма	$2r$	$2r$	$2r$	$2r$	$2r$

Таблица 2

Значения Y_M в эксцентриситетах при различных эксцентриситетах эксцентрика

Table 2

Values of Y_M in the eccentricities at various eccentricities of the eccentric

Угол φ	Эксцентриситет				
	$e = \frac{r}{4}$	$e = \frac{r}{3}$	$e = \frac{r}{2}$	$e = \frac{2}{3}r$	$e = \frac{3}{4}r$
$\varphi = \frac{\pi}{2}$	$5e$	$4e$	$3e$	$2,5e$	$2,33e$
$\varphi = \frac{3\pi}{2}$	$3e$	$2e$	e	$0,5e$	$0,33e$
Разность	$2e$	$2e$	$2e$	$2e$	$2e$

Для сообщения коробу с ситом колебательного движения одного эксцентрика недостаточно. Для этих целей нужно использовать два эксцентрика, расположенных по концам сита. Эксцентрики располагают так, чтобы у одного конца точка касания находилась в своем наивысшем положении, а у другого – в наинизшем. С этой целью один из эксцентриков должен быть развернут относительно другого на 180° (рис. 2).

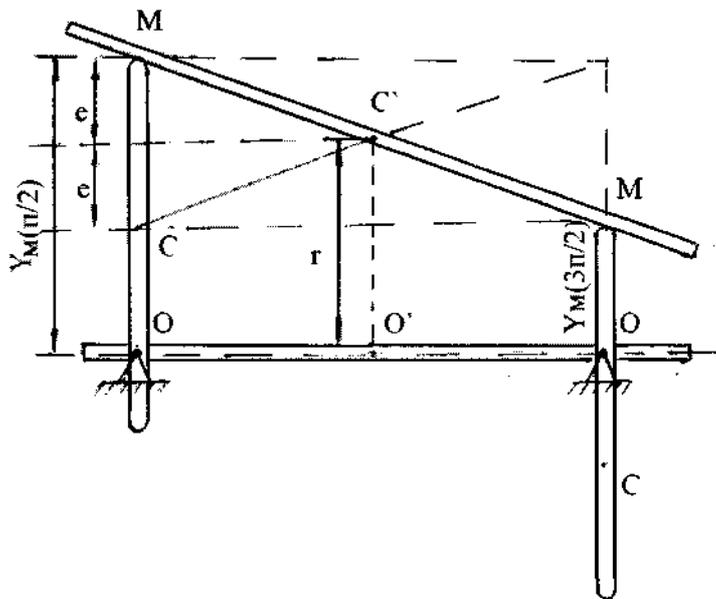


Рис. 2. Схема расположения сита, когда $e = \frac{r}{2}$ и точки M находятся в крайних положениях

Fig. 2. Lay-out of screen, when $e = \frac{r}{2}$ and when the points M in the extreme position

Амплитуда колебаний сита равна эксцентриситету эксцентрика. Это утверждение следует из соотношения

$$A = \frac{Y_M\left(\frac{\pi}{2}\right) - Y_M\left(\frac{3\pi}{2}\right)}{2} = e,$$

полученного по рис. 2 и проверенного по табл. 2.

На сите расположены неподвижные точки, следовательно, сито может быть подвешено на оси, проходящей через эти точки. Вокруг этой неподвижной оси сито будет совершать колебательное движение. На рис. 2 такой неподвижной точкой является точка C' . Расстояние этой точки от оси вращения эксцентриков равно r . Это расстояние определится по рис. 2:

$$O'C' = Y_M\left(\frac{\pi}{2}\right) - e = r.$$

Проверку этого соотношения можно провести по табл. 1.

Для улучшения схода материала ось, на которой будет подвешено сито, нужно наклонить под небольшим углом к горизонтали.

Из табл. 2 видно, что с увеличением эксцентриситета происходит увеличение амплитуды колебаний, так как $A = e$ при одном и том же значении радиуса r .

Чтобы изменить радиус эксцентрика, нужно заменить вал на новый с эксцентриками нужного радиуса.

Дополнительно просеивающую поверхность сита можно из плоской превратить в гофрированную. При этом гофры располагаем перпендикулярно движению просеиваемого материала, что параллельно его сходу.

В случае перфорированных стальных листов гофры получаем штамповкой на специальном приспособлении. В случае тканых сит волны получаем с помощью специальных струн, натянутых внутри короба на разной высоте.

Гофрированная поверхность сита будет способствовать лучшему разрыхлению просеиваемого материала. К тому же, применяя гофрированные сита, можно при сохранении площади просеивания уменьшить габариты короба.

Исследование работы круглого эксцентрикового приводного механизма приводит к следующим выводам:

- для сообщения коробу с ситом колебательного движения достаточно двух эксцентриков, развернутых на 180° ;

- короб с ситом подвешивается на неподвижной оси, проходящей через середину сита параллельно сходу материала. Ось наклонена под небольшим углом к горизонтали для улучшения схода;

- амплитуда колебаний сита вокруг указанной выше оси равна эксцентриситету приводных эксцентриков;

- расстояние неподвижной точки оси от оси вала, на который насажены эксцентрики, равно радиусу круглого эксцентрика;

- для изменения эксцентриситета и радиуса круглого эксцентрика нужно применять съемные валы;

- с увеличением эксцентриситета происходит увеличение амплитуды колебаний сита;

- применение гофрированной просеивающей поверхности вместо плоской способствует лучшему разрыхлению просеиваемого материала и уменьшению габаритов короба. Уменьшается к тому же площадь, занимаемая ситом в помещении;

- применение эксцентрикового привода исключает из эксплуатации такие части приводных механизмов, как ползун и шатун.

Список литературы

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Высш. шк., 2000. – 416 с.
2. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / под ред. В.Г. Айнштейна. – М.: Логос; Высш. шк., 2003. – Кн. 2. – 1757 с.

Сведения об авторах: Григорьева Светлана Петровна, главный специалист ИЗО,
e-mail: spu_vl@lift.ru;

Юрченко Лилия Константиновна, доцент;

Пищулина Ирина Валентиновна, ст. преподаватель,

e-mail: stepka_53@mail.ru;

Бобылев Борис Константинович, кандидат технических наук, доцент.

УДК.665.937.6 : 66.084

В.И. Погонец, И.Х. ПешковДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ОСОБЕННОСТИ СУШКИ ЧАСТИЦ АГАРА
ВО ВЗВЕШЕННО-ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКАХ**

Проведены экспериментальные исследования сушки частиц агара на установке со взвешенно-закрученными потоками. Получены результаты по скорости витания частиц с учетом их размерных фракций, степени расширения слоя, изменению давления теплоносителя с учетом высоты кипящего слоя в камере сушки. Построены графические зависимости, анализ которых позволил выявить особенности кинетики и гидродинамики процесса сушки продукта.

Ключевые слова: исследования, сушка, кипящий слой, агар, кинетика, гидродинамика.

V.I. Pogonets, I.H. Pechkov**FEATURES OF DRYING OF THE PARTICLES OF AGAR
IN SUSPENSION-SWIRLING FLOWS**

Experimental studies of drying of the particles of agar on the installation of a balanced-twisted flows. Results are obtained for the velocity of soar of the particles according to their size fractions, the degree of bed expansion, changes in coolant pressure with the height of the fluidized bed in drying chamber. Graphical dependences were constructed and its analysis revealed features of the kinetics and hydrodynamics of a process of drying product.

Key words: research, drying, boiling layer, hydrodynamics, kinetics, agar.

В статье [5] описано гидродинамическое состояние кипящего слоя частиц агара при сушке во взвешенном состоянии. Дальнейшие наши исследования этих процессов позволили выявить особенности кинетики и гидродинамики сушки продукта, построить графические зависимости, а их последующий анализ дает возможность оптимизировать параметры применительно к производственному технологическому циклу.

Зависимость скорости витания частиц агара в камере сушки, представленная на рис. 1, построена по полученным экспериментальным данным. Из графика видно, что изменение величины скорости витания частиц зависит от их размеров и происходит по экспоненциальному закону.

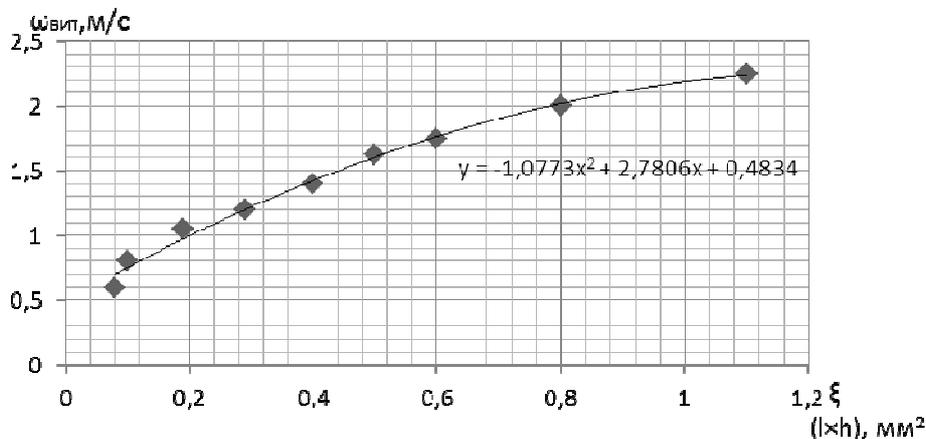


Рис. 1. Зависимость скорости витания частиц агара от их характерного размера $(l \times h)$
Fig. 1. Dependence of the velocity of soar of the particles of agar by their characteristic size $(l \times h)$

В связи с тем, что кипящий слой полидисперсных частиц агара обладает удерживающей способностью в отношении мелкой фракции и этим препятствует мгновенному уносу их из слоя при достаточно высоких скоростях теплоносителя, действительное значение второй критической скорости несколько выше. Поэтому полученные значения скорости витания могут служить верхним пределом существования кипящего закрученного слоя частиц агара.

Структура кипящего слоя агара является важной характеристикой, которая влияет на правильную организацию процессов сушки и охлаждения. Для достижения оптимальных условий проведения этих процессов необходимо обеспечить наибольшую поверхность межфазного контакта в единице рабочего объема, равномерное распределение взаимодействующих потоков по сечению камер сушки, устранение малоподвижных и застойных зон, если таковые появляются при непрерывной работе аппаратов.

Величиной, наиболее полно характеризующей структуру полидисперсного материала в кипящем слое, является его порозность. Увеличение порозности свидетельствует о расширении слоя, а величина объема в расширенном состоянии необходима для оценки интенсивности тепломассообмена и определения конструктивных размеров сушильных камер в сушильных аппаратах и установках. При неоднородном кипении величина порозности слоя в разных точках различна и не остается постоянной во времени вследствие барботажа теплоносителя или по причине образования неустойчивых каналов между кипящими твердыми частицами. Повышенное значение порозности из-за динамического возбуждения струй теплоносителя наблюдается над газораспределительной решеткой в зоне гидродинамической стабилизации. Основными параметрами, влияющими на её величину, являются конструкция используемой газораспределительной решетки, скорость теплоносителя, подаваемого в камеру сушки, и размер частиц агара. Величина зоны гидродинамической стабилизации оказывает существенное влияние на интенсивность процессов тепломассообмена. За этой зоной порозность частиц изменяется незначительно даже с повышением скорости теплоносителя.

Порозность слоя частиц агара в кипящем состоянии можно определить приближенно по формуле

$$\varepsilon = 1 - \frac{V_{ОЧА}}{V_{КС}}, \quad (1)$$

где $V_{ОЧА}$ – объем частиц агара; $V_{КС}$ – объем кипящего слоя.

Для аналитических расчетов порозности кипящего слоя частиц при сушке различных материалов используют известные формулы, полученные разными авторами, которые приведены во многих литературных источниках [1, 2]. Однако применение этих формул для выявления границ существования кипящего слоя агара не позволяет с достаточной точностью определить его структурные характеристики. В этой связи у нас возникла необходимость экспериментальным путем исследовать эти изменения структуры кипящего закрученного слоя агара.

По полученным экспериментальным данным построены графические зависимости степени расширения полидисперсного слоя агара от скорости теплового агента и начальной высоты слоя $H = f(H_c, \omega)$, рис. 2.

Анализ полученных графических зависимостей показывает, что кривые расширения полидисперсного слоя агара с начальной высотой 200-250 мм воспроизводятся гораздо точнее и имеют меньшие отклонения от прямой расширения однородного слоя в диапазоне рабочих скоростей, чем для слоев с начальной высотой 50, 100, 150 мм. Это свидетельствует о повышении однородности полидисперсного слоя агара с увеличением его начальной высоты до 250 мм.

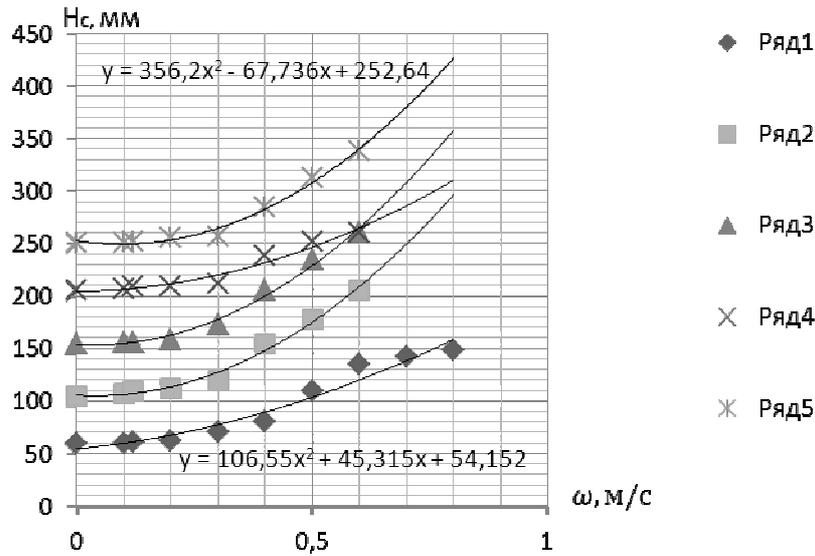


Рис. 2. Расширение полидисперсного слоя агара в зависимости от скорости подаваемого теплового агента и начальной высоты слоя в камере сушки: 1 – $H_c = 50$ мм; 2 – $H_c = 100$ мм; 3 – $H_c = 150$ мм; 4 – $H_c = 200$ мм; 5 – $H_c = 250$ мм

Fig. 2. Expansion of polydisperse layer of agar depending on the speed of the heat supplied agent and the initial height of the layer in the drying chamber: 1 – $H_c = 50$ mm; 2 – $H_c = 100$ mm; 3 – $H_c = 150$ mm; 4 – $H_c = 200$ mm; 5 – $H_c = 250$ mm

Однако чрезмерное увеличение высоты слоя при увеличивающемся значении диаметра конической камеры способствует снижению перемешивания. Об этом можно судить на основании анализа эмпирического уравнения, полученного для усредненной частицы агара,

$$(l \times h) \approx 0,3 \times 0,35 \text{ мм}; \quad \frac{H_c}{\left(\frac{D}{d}\right)} \geq 3,5; \quad W \leq 3:$$

$$S = 1 + \frac{\left(0,075 + 0,056 \frac{H_c}{\left(\frac{D}{d}\right)}\right)}{W - 1,15} (6,5 - (l \times h)), \tag{2}$$

где H_c – высота слоев в неподвижном состоянии, м; D – диаметр верхнего большего основания конической сушильной камеры, м; d – диаметр нижнего меньшего основания конической сушильной камеры, м; W – число псевдооживления; $(l \times h)$ – усредненный размер частицы агара, мм.

Из литературных источников [1,3] известно, что чем ближе значение параметра S к единице, тем перемешивание более интенсивное, а режим в аппарате приближается к режиму идеального перемешивания. Поэтому мы проводили исследования процесса псевдооживления в интервале высот неподвижного слоя частиц материала, наиболее часто встречающегося в промышленных аппаратах.

При расчете конструктивных параметров сушильных аппаратов, предназначенных для проведения процессов сушки и охлаждения материалов в кипящем слое, а также для оценки интенсивности тепло- и массообменных процессов, необходимо знать объем слоя в псевдооживленном состоянии.

На рис. 3 приведена функциональная зависимость степени расширения слоя частиц агара от числа псевдооживления $\frac{H}{H_C} = f\left(\frac{\omega}{\omega_{кр}}\right)$, полученная на основании экспериментальных исследований.

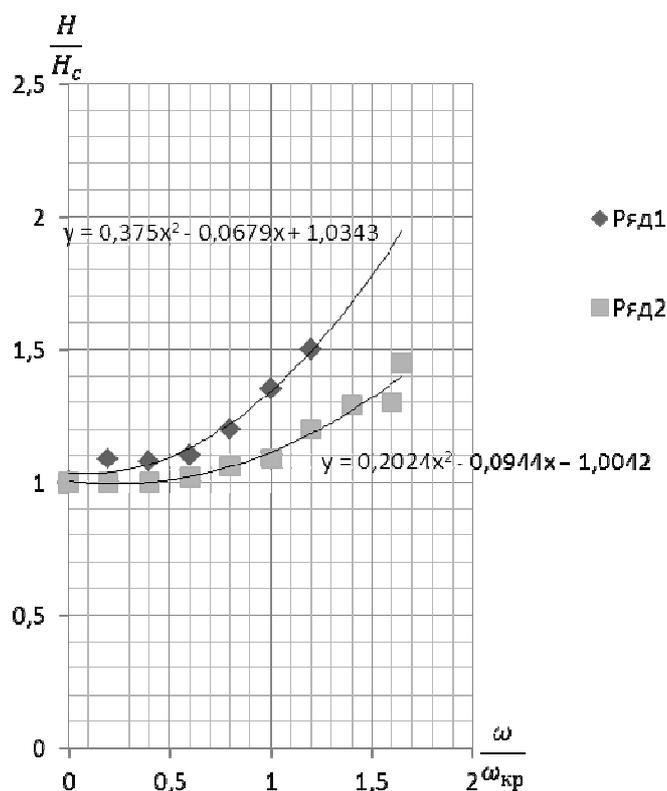


Рис. 3. Степень расширения полидисперсного слоя агара в зависимости от числа псевдооживления при различной начальной высоте слоя: 1 – $H_C = 50$ мм; 2 – $H_C = 250$ мм

Fig. 3. The degree of expansion of polydisperse layer of agar according to the number of fluidization at different initial bed height: 1 – $H_C = 50$ mm; 2 – $H_C = 250$ mm

Она показывает, что расширение слоя происходит еще до перехода его в псевдооживленное состояние. Более интенсивно подвергается расширению слой с наименьшей начальной высотой 50 мм. Так, при числе псевдооживления, равном 1, величина степени расширения равна для слоев с начальной высотой 50, 100, 150, 200, 250 мм, соответственно, 1,34; 1,18; 1,13; 1,11; 1,08. При увеличении числа псевдооживления расширение полидисперсного слоя агара в диапазоне рабочих скоростей происходит по линейному закону и определяется уравнением (3), полученным нами при математической обработке экспериментальных данных.

$$\frac{H}{H_C} = 10^{-2,75} H_C^{1,12} \cdot 12,95 \cdot H_C^{-0,56} \cdot \frac{\omega}{\omega_{кр}} \quad (3)$$

Анализ полученного уравнения показывает, что с изменением начальной высоты слоя от 50 до 250 мм уменьшение коэффициента при числе псевдооживления и увеличение значения свободного члена свидетельствуют о повышении концентрации частиц агара в единице объема слоя, а также о более равномерном ее распределении по высоте расширенного слоя. Это подтверждается построенными по экспериментальным данным графиками зависимости изменения распределения давления от концентрации материала по высоте слоя, представленными на рис. 4.

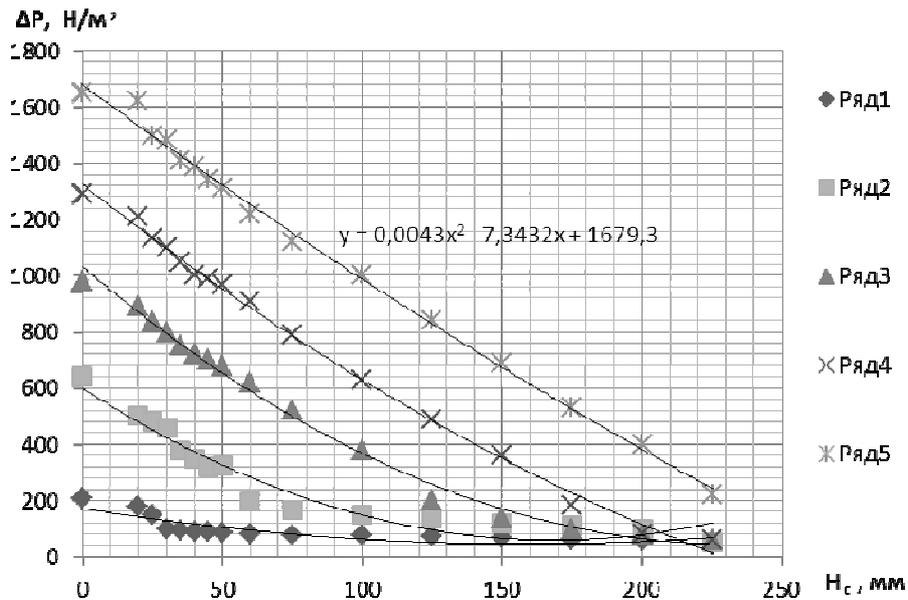


Рис. 4. Изменение давления теплового агента по высоте псевдооживленного слоя при различной начальной высоте слоя частиц агара и скорости потока воздуха:
 1 – $H_c = 50$ мм; $\omega = 0,20$ м/с; 2 – $H_c = 100$ мм; $\omega = 0,45$ м/с; 3 – $H_c = 150$ мм; $\omega = 0,8$ м/с;
 4 – $H_c = 200$ мм; $\omega = 0,5$ м/с; 5 – $H_c = 250$ мм; $\omega = 0,6$ м/с

Fig. 4. The pressure change of the thermal agent in height of fluidized bed at different initial height of the layer particles agar and air flow rate:
 1 – $H_c = 50$ mm; $\omega = 0,20$ m/s; 2 – $H_c = 100$ mm; $\omega = 0,45$ m/s; 3 – $H_c = 150$ mm; $\omega = 0,8$ m/s;
 4 – $H_c = 200$ mm; $\omega = 0,5$ m/s; 5 – $H_c = 250$ mm; $\omega = 0,6$ m/s

Для полидисперсного слоя при скоростях теплоносителя, соответствующих режиму фильтрации, распределение давления в слое подчиняется прямолинейному закону [1, 2, 4]. В псевдооживленном слое с числом псевдооживления меньше двух, т.е. в диапазоне рабочих скоростей, распределение давлений по высоте слоя от нуля до максимального значения H_c подчиняется линейному закону, а от H_c до H – экспоненциальному.

Однородность слоя оживаемого материала зависит от свойств продукта, конструктивных параметров камер сушки аппаратов, параметров оживающего агента и технологических требований процесса [1, 2]. Мерой однородности может служить изменение структуры слоя по высоте. Проведены исследования влияния величины удельной нагрузки агара на газораспределительную решетку в рабочем диапазоне скоростей, а также величины рабочей скорости на изменение структуры кипящего слоя агара. Критерием изменения

структуры служит отношение $\frac{P_{MAX}}{P_{CP}}$.

На рис. 5 показано изменение величины $\frac{P_{MAX}}{P_{CP}}$ в зависимости от расстояния от решетки до точки замера показания давления при разных удельных нагрузках материала на газораспределительную решетку. Рабочие скорости при этом представляли собой средние величины, при которых были получены соответствующие давления теплового агента по высоте слоя.

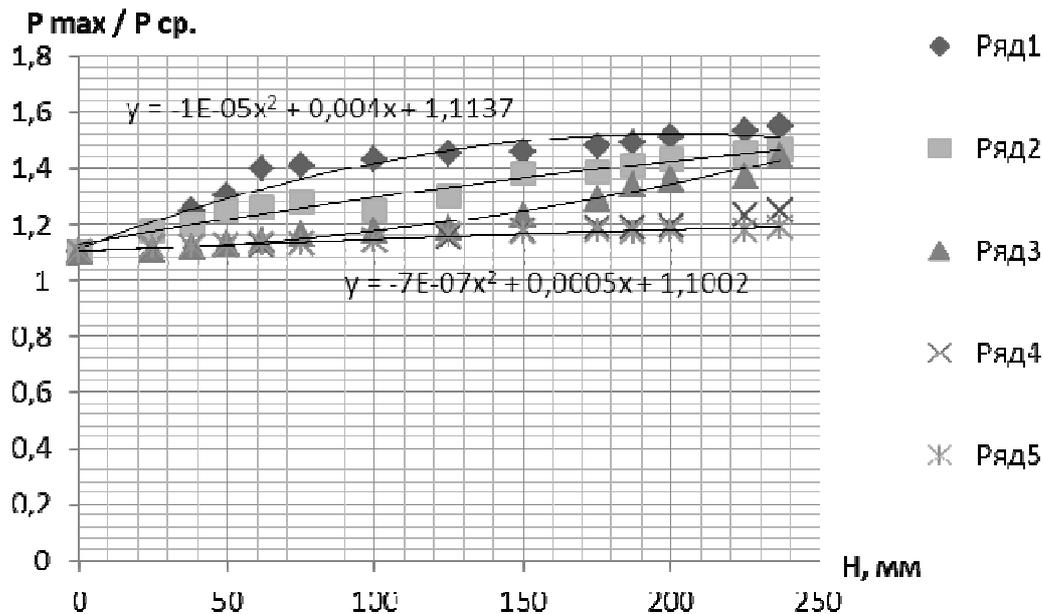


Рис. 5. Изменение величины $\frac{P_{MAX}}{P_{CP}}$ по высоте кипящего слоя агара: $1 - \frac{G}{F} = 350 \text{ Н/м}^2$;

$$\omega = 0,35 \text{ м/с}; 2 - \frac{G}{F} = 700 \text{ Н/м}^2; \omega = 0,45 \text{ м/с}; 3 - \frac{G}{F} = 1000 \text{ Н/м}^2; \omega = 0,45 \text{ м/с};$$

$$4 - \frac{G}{F} = 1375 \text{ Н/м}^2; \omega = 0,5 \text{ м/с}; 5 - \frac{G}{F} = 1725 \text{ Н/м}^2; \omega = 0,6 \text{ м/с}$$

Fig. 5. The variation in height $\frac{P_{MAX}}{P_{CP}}$ of fluidized bed of agar: $1 - \frac{G}{F} = 350 \text{ N/m}^2$; $\omega = 0,35 \text{ m/s}$;

$$2 - \frac{G}{F} = 700 \text{ N/m}^2; \omega = 0,45 \text{ m/s}; 3 - \frac{G}{F} = 1000 \text{ N/m}^2; \omega = 0,45 \text{ m/s}; 4 - \frac{G}{F} = 1375 \text{ N/m}^2;$$

$$\omega = 0,5 \text{ m/s}; 5 - \frac{G}{F} = 1725 \text{ N/m}^2; \omega = 0,6 \text{ m/s}$$

Как видно из графика, неоднородность псевдооживленного слоя по высоте при удельной нагрузке 350 Н/м^2 является наибольшей. Дальнейшее увеличение удельной нагрузки, в пределах исследуемой, повышает степень однородности по высоте слоя. С увеличением высоты от $c \cdot H_c$ неоднородность слоя увеличивается. Таким образом, увеличение удельной нагрузки агара на газораспределительную решетку способствует образованию более однородной структуры кипящего слоя.

Анализ однородности и равномерности псевдооживления полидисперсного слоя агара позволяет оценить качество псевдооживления, а также выбрать наиболее оптимальный гидродинамический режим для осуществления тепломассообменных процессов.

Список литературы

1. Гельперин Н.И., Айнштейн В.Г., Кваша В.Б. Основы техники псевдооживления. – М.: Химия, 1967. – 664 с.
2. Гинзбург А.С., Резчиков В.А. Сушка пищевых продуктов в кипящем слое. – М.: Пищ. пром-сть, 1970. – 196 с.
3. Ким Э.Н., Лаптева Е.П., Климова Е.Ю. Исследование процесса сушки гидробионтов // Исследования Мирового океана: материалы Междунар. науч. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008. – С. 616.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
5. Погонец В.И. Гидродинамические характеристики и диапазон существования кипящего закрученного слоя дисперсных частиц агара при сушке // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – Вып. 25. – С. 263-266.

Сведения об авторе: Погонец Владимир Ильич, доктор технических наук, профессор, e-mail: rogonetsvi@mail.ru.

Пешков Иван Харитонович, аспирант.

УДК 637.56.002.5(075.8)

А.А. Тушко¹, В.В. Максимов²

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

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

ДИНАМИЧЕСКОЕ УРАВНОВЕШИВАНИЕ ВИБРАЦИОННОЙ СОРТИРОВОЧНОЙ МАШИНЫ

Предложено конструктивное решение динамического уравновешивания вибрационной сортировочной машины, состоящей из горизонтального виброориентатора и двух сортировочных решеток, расположенных по обе стороны виброориентатора. Привод виброориентатора состоит из четырех вибровозбудителей, причем крайние развернуты на 180° относительно средних. Привод сортировочных решеток представляет собой вал, на концах которого насажены эксцентрики и эксцентрикковые втулки, развернутые относительно друг друга на 180°. Эксцентрики соединены с левой решеткой, а эксцентрикковые втулки - с правой через кинематические связи.

Ключевые слова: *вибрация, уравновешивание, ориентатор, сортировочная решетка, эксцентрик.*

A.A. Tushko, V.V. Maksimov

DINAMIC LEVEL VIBRATION SORTING MACHINE

The construction solution dinamic level vibration sorting machine of horizontal vibroorient and two sorting grating of two side vibroorient. Vibroexcftement orient of consist foun vibroexcftement, what have unfold on 180° apply to middle. Lead to sorting grating produce to collection shaft on and which eccentrics and escenic implant. Unfold each other on 180°. Escentrics contents with left grating, that is escentrics implant with right grating across cinematic tie.

Key words: *vibration, level, orientation, sorting grating, ecxentric.*

Сортирование рыбы по размерам является одной из операций первичной обработки рыбы. Данный процесс необходим для обеспечения качественной работы рыбообделочных машин, обрабатывающих рыбы определенных видов и размеров, и особенно тех машин, которые не имеют автоматической настройки перемещения режущих инструментов на оптимальный рез с целью экономичной разделки.

Предварительное сортирование рыбы на размерные фракции повышает выход сырья после разделки и улучшает ее качество [1].

Практически во всех сортировочных машинах используется косвенный метод измерения, когда размер колеблющей щели, через которую проходит рыба определенной фракции, определяется ее линейными (промысловыми) размерами [2].

Вибрационные сортировочные машины в силу простоты устройства, обслуживания, возможности совмещения технологических операций с транспортными следует считать перспективными [1].

Однако их промышленное применение сдерживается несовершенством конструкции и динамической неуравновешенностью, которая снижает долговечность машины, вызывает повышенный шум при их работе, а также наряду с вынужденными колебаниями рабочих органов возникают собственные колебания других элементов конструкции машины.

С целью устранения указанных выше недостатков нами предложено принципиально новая схема сортировочной машины [3] (рис. 1).

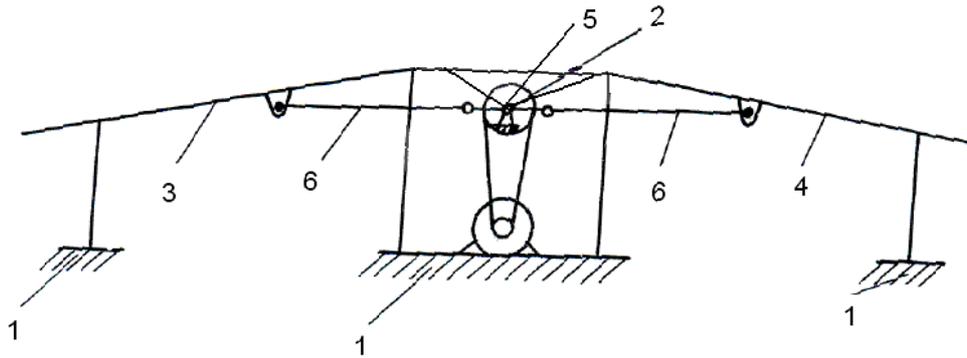


Рис. 1. Принципиальная схема сортировочной машины
 Fig. 1. Principle scheme sorting machine

Машина состоит из станины 1, горизонтального виброориентатора 2 и двух наклонных сортировочных решеток 3 и 4, расположенных по обе стороны ориентатора. Виброориентатор совершает гармонические колебания с определенной амплитудой и частотой от привода 5, а обе сортировочные решетки – от единого эксцентрикового привода 6. Сортировочные решетки связаны со станиной посредством гибких элементов.

На рис. 2 представлена принципиальная схема приводного вала эксцентрикового привода сортировочных решеток. Вал 1 укреплен в подшипниковых опорах 2 и получает вращение от электродвигателя через ременную передачу 3. Эксцентрики 4 привода двух сортировочных решеток размещены на концах вала. Вал снабжен эксцентриковыми втулками 5, насаженными на эксцентрики 4, а кинематическая связь с сортировочными решетками выполнена в виде шатунов 6 и 7, один из которых 6 установлен на эксцентриках, а другие шатуны 7 - на эксцентриковых втулках. Эксцентрики 4 и эксцентриковые втулки 5 имеют одинаковый эксцентриситет l и l' и расположены в противофазе.

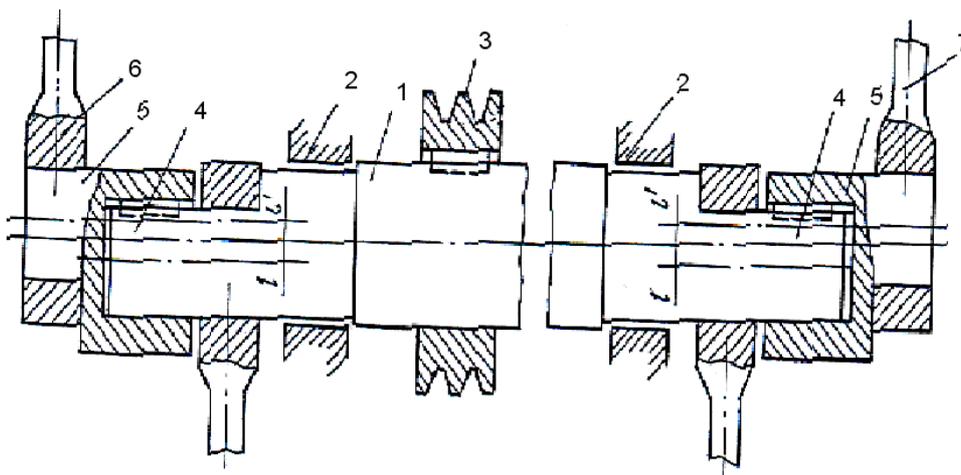


Рис. 2. Принципиальная схема приводного вала
 Fig. 2. Principle scheme bring shaft

Динамическое уравнивание осуществляется за счет того, что правая и левые сортировочные решетки имеют одинаковую массу, колеблются в противофазе и возникающие силы инерции от вынужденных колебаний решетки взаимно уравниваются, так как численно

$$C = m_1 \cdot A \cdot \omega^2 \cdot \cos \cdot \omega \cdot t = m_2 \cdot A \cdot \omega^2 \cdot \cos \cdot \omega \cdot t ,$$

где m_1, m_2 – соответственно равные массы левой и правой решеток; A – амплитуда колебаний; ω – частота колебаний; t – текущее время.

На рис. 3 представлена принципиальная схема виброориентатора. Ориентатор содержит станину 1, на которой размещены вибровозбудители 2 и соединенные через шатуны 4 рабочие плоскости виброориентаторов 5. Вибровозбудитель через вал 6 и эксцентрик 7 связан с рабочими плоскостями виброориентатора. Привод вала осуществляется от электродвигателя 9 через ременную передачу и редуктор 8 [4].

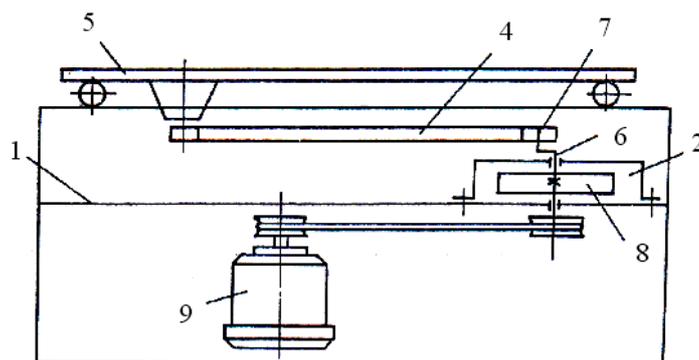


Рис. 3. Принципиальная схема виброориентатора
Fig. 3. Principle scheme vibroorient

На рис. 4 приведена принципиальная схема вибровозбудителей, связанных с рабочими плоскостями виброориентатора. Вибровозбудители 2 и 3 выполнены в виде расположенных перпендикулярно корпусу валов с эксцентриками, связанных между собой шестернями 7. Вибровозбудители 1 и 2 кинематически соединены с четырьмя рабочими плоскостями ориентатора 5 через шатуны 4.

Два крайних вибровозбудителя 2 развернуты на 180° относительно средних вибровозбудителей 3.

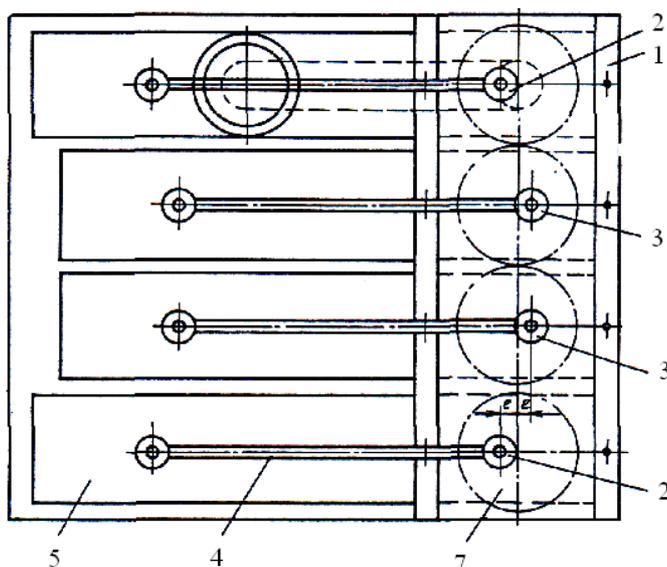


Рис. 4. Принципиальная схема вибровозбудителей
Fig. 4. Principle scheme excftement

На рис. 5 представлено изменение инерционной силы, возникающей от колебаний двух крайних плоскостей виброориентатора и двух его средних рабочих плоскостей, а также результирующая сила инерции, возникающая при совместном колебании четырех плоскостей виброориентатора.

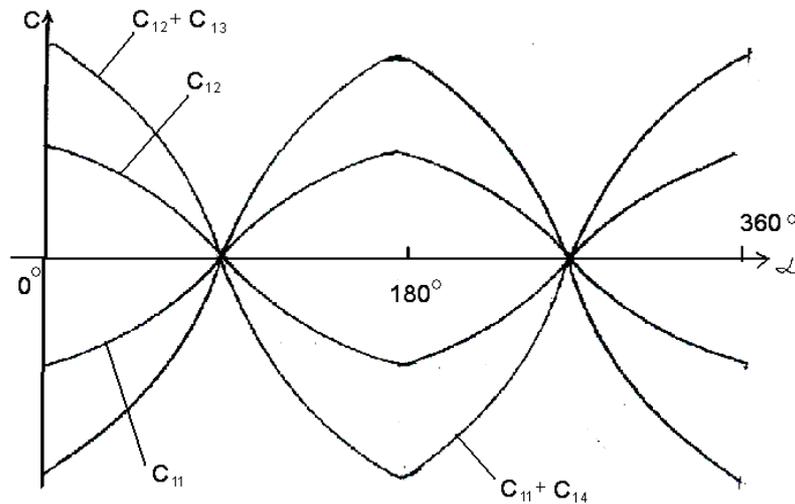


Рис. 5. Изменение инерционной силы
Fig. 5. Bisbalans inertia power

На рис. 5 C_{11} – сила инерции первой секции; C_{12} – сила инерции второй секции; C_{13} – сила инерции третьей секции; C_{14} – сила инерции четвертой секции.

Сила инерции, возникающая от колебаний одной плоскости ориентатора:

$$C_1 = \frac{m_1}{4} A_1 \cdot \omega_1 \cdot \cos \cdot \omega_2 \cdot t ,$$

где m – масса ориентатора; A_1 – амплитуда колебаний ориентатора; ω_1 – частота колебаний ориентатора; t – текущее время.

Из рис. 5 видно, что общие инерционные силы, возникающие от колебаний крайних плоскостей ориентатора, взаимно уравновешиваются силами инерции, возникающими от колебаний средних плоскостей ориентатора, а результирующая сила инерции имеет значение

$$C_2 = \frac{m_1}{2} A_1 \cdot \omega_1 \cdot \cos \cdot \omega_1 \cdot t .$$

Так как мощность на привод ориентатора равна

$$N = \frac{C_2 \cdot v}{102} = \frac{C_2 \cdot A_1 \cdot \omega_1}{102} ,$$

где v – линейная скорость колебаний ориентатора, то происходит уменьшение расхода энергии на привод ориентатора в два раза.

Предложенные приводы обеспечивают устойчивую работу сортировочных решеток и ориентаторов за счет удачной компоновки их приводов, динамического уравновешивания

обеих сортировочных решеток и четырех секций ориентатора, совершающих гармонические колебания с различными параметрами. Это приводит к повышению надежности и долговечности работы вибрационных сортировочных машин.

Предложенное конструктивное решение привода сортировочных решеток использовано при проектировании сортировочной машины Н28-ИСА, которая внедрена в эксплуатацию на ряде рыбоперерабатывающих предприятий Сахалинрыбпрома [1].

Список литературы

1. Поспелов Ю.В. Механизированные рыбообделочные линии рыбообработывающих производств. – 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. 904804 СССР. Вибрационная установка / А.А. Тушко, Ю.В. Поспелов, И.С. Иванченко, В.А. Балихин; опубл. в БИ, 1982, Бюл. № 6. – 2 с.
4. А.с. 937048 СССР. Вибромашина / Ю.В. Поспелов, А.А. Тушко, В.И. Белый; опубл. в БИ, 1982, Бюл. № 23. – 2 с.

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

Максимов Вячеслав Вадимович, кандидат технических наук, доцент.

УДК 662.02 + 614.31

С.Д. Угрюмова, И.В. Панюкова, Н.А. БарташевичДальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ОСОБЕННОСТИ ИСТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ИЗ НАСАДОЧНОГО УСТРОЙСТВА
С ТУРБУЛИЗУЮЩИМИ ВСТАВКАМИ**

Эффект налипания масляной пленки на внутреннюю поверхность пресса уменьшается путем увеличения скорости подачи струи размывающей жидкости и усовершенствованием конструкции насадочного устройства, предусматривающего использование спиральных, вибрационных вставок и перегородок в проточной части подающего шланга.

Ключевые слова: масляная пленка, суммарная скорость, насадочное устройство.

S.D. Ugryumova, I.V. Panjukova, N.A. Bartashevich**FEATURES OF THE EXPIRATION OF THE LIQUID FROM DEVICES
WITH INSERTS**

The effect of sticking of an oil film decreases for an internal surface of a press by increase in speed of giving of a stream of a washing away liquid and design improvement the device providing use of spiral, vibrating inserts and partitions in a flowing part of the submitting hose.

Keywords: an oil film, total speed, the device.

В рыночной экономике наиболее привлекательной и конкурентоспособной растениеводческой культурой для Приморского края является соя.

Семена сои состоят в среднем на 37-39 % из белков, на 17-20 % – из жиров и на 22-35 % – из углеводов. Человек в своем меню использует 160 блюд из сои. В Китае считают, что блюда из сои обладают целительной силой.

Производство соевого масла в условиях фермерско-крестьянского хозяйства позволяет производить прекрасный товар, пользующийся высоким спросом – соевое масло, и готовить жмых как ценный корм для животных.

Соевое масло по своим пищевым качествам и жирокислотному составу соответствует требованиям, предъявляемым к растительным маслам, рекомендуемым для питания и лечебно-профилактического использования, сопоставимо с высшими сортами растительных масел (оливковым, кукурузным и др.), обеспечивает организм жирными кислотами – линолевой и линоленовой, – необходимыми для полноценного питания. Соевое масло предпочтительно не только благодаря его функциональным и питательным свойствам, но и потому, что для мирового рынка оно является обильным экономичным источником пищевого масла с устойчивыми качествами.

Современные технологии производства растительных масел включают в себя операции подготовки семян к переработке и хранению; подготовительные операции, связанные с подготовкой семян к извлечению масла; операции маслоотделения прессованием или экстракцией; операции первичной и комплексной очистки масла.

Для сельскохозяйственного производителя, такого как крестьянское хозяйство, которому необходимо произвести товар – соевое масло – и обеспечить собственное животноводство качественным кормом, оптимален способ извлечения масла прессованием.

При эксплуатации маслоотжимающих прессов особое внимание уделяется обработке труднодоступных мест, рабочих органов, отверстия в которых забиваются продуктом, а также лотков и форм, в которых при прессовании продукт налипает на внутреннюю по-

верхность. Современная технология производства растительного масла характеризуется наличием в загрязнении высокого содержания не только влаги, но и растительного жира с высокой точкой плавления: в зависимости от вида технологического оборудования, используемого при производстве соевого масла.

В процессе переработки семян сои такие составляющие, как жир, минеральные соли вместе с уже отжатым маслом осаждаются на внутренней поверхности пресса в виде пленок или слоев, представляющих собой гомогенную фазу. Состав этих слоев загрязнений зависит от вида перерабатываемого исходного сырья и условий его переработки. На структуру загрязнений кроме адсорбционных свойств влияют также периодичность и качество проводимой обработки оборудования и состав моющих средств, используемых в процессе мойки и дезинфекции.

Загрязнения на поверхности оборудования, соприкасающегося с высокожирным сырьем, отличаются мажущей маслянистой консистенцией, прочно адсорбированной на поверхности и практически не удаляемой водой температурой ниже 30 °С.

На наружных и внутренних поверхностях пресса и автоматов фасовки и розлива масла обнаруживаются, кроме жира, техническое масло и различного рода механические примеси. В составе этих примесей чаще всего встречаются взвешенные в воздухе частицы атмосферной и производственной пыли, постоянно присутствующей во влажных производственных помещениях с системой приточно-вытяжной вентиляции. Известно, что металлические поверхности легко смачиваются полярными жидкостями, к которым в первую очередь относится вода (влаги), являющаяся фактически сорбентом частиц пыли на поверхности оборудования [1, 3].

Для обработки внутренних стенок пресса нами разработана механизированная установка, состоящая из напорного трубопровода для подачи моющего раствора, пистолета с насадочной головкой, позволяющего увеличивать угол распыла и длину подачи струи жидкости в проточной части пресса.

В настоящем исследовании рассматриваются так называемые «закрученные» потоки жидкостей, образующиеся, например, при вводе потока в трубу через тангенциальные касательные к внутренней поверхности трубы каналы. В таком потоке жидкость совершает поступательно-вращательное движение, т.е. одновременно с движением вдоль оси трубы вращается моющая жидкость дополнительно вокруг оси трубы. Такое же течение наблюдается и при обработке внутренней поверхности пресса по завершении технологического процесса. Скорость поступательного движения жидкости вдоль оси трубы в дальнейшем обозначается через w_o , а скорость вращательного движения – через w_ϕ . Линии тока, как показали визуальные наблюдения, имеют форму винтовых линий.

Вихревые движения жидкости возникают в различного рода центробежных устройствах – центробежных форсунках, проточных центрифугах, центробежных холодильниках и т.п.

Из сказанного видно, что при поступательно-вращательном течении жидкости по трубе наблюдаются две области движения. Собственно жидкость течет в кольцевом зазоре, прилегающем к стенкам трубы и заключенном между радиусом трубы $D/2$ и радиусом вихря r_v . Внутри этого кольцевого зазора жидкость движется вдоль трубы со скоростью w_o и вращается со скоростью w_ϕ , удовлетворяющей условию сохранения момента скорости. Вдоль оси трубы образуется цилиндрическая полость радиусом r_v . В этой полости жидкости нет; она или пуста, или заполнена воздухом (в том случае, когда труба сообщается с атмосферой); если учесть способность жидкостей испаряться, то будет ясно, что в этой полости будут находиться также пары жидкости. Заполняющие полость воздух или пары жидкости вращаются со скоростью, равной ar , т.е. как твердое тело; по этой причине полость называют воздушным или паровым вихрем.

При вязком течении моющего раствора действует направленная противоположно движению сила вязкости, характеризуемая коэффициентом сопротивления ζ . Вследствие этого давления жидкости вдоль трубы (насадочного устройства) можно описать уравнением вида:

$$\frac{dp}{dl} = -\frac{\xi w^2}{2vD}. \quad (1)$$

где p – давление, Н/м²; l – длина участка, м; ξ – коэффициент гидравлического сопротивления; w – скорость, м/с; D – диаметр трубы, м.

Из-за действия сил вязкости будет также убывать вдоль трубы и момент скорости $M = w_{\varphi} r$.

Чтобы найти уравнение для изменения скорости поступательного движения жидкости по трубе, рассмотрим изменение количества движения жидкости на участке трубы длиной dl . Радиус вихря при вязком течении по трубе является переменной величиной; на участке трубы dl он изменяется на величину dr_{ϵ} , а сечение кольцевого зазора, через который течет жидкость, соответственно на $2\pi r_{\epsilon} dr_{\epsilon}$. Вследствие этого количество движения жидкости вдоль оси трубы изменится за единицу времени на величину $\frac{w^2}{v} 2\pi r_{\epsilon} dr_{\epsilon}$. Но изменение количества движения должно равняться импульсу действующих за то же время сил, т.е. силам давления и сопротивления.

Поступательная скорость жидкости при поступательно-вращательном течении жидкости из насадочного устройства не может непрерывным образом перейти через значение

скорости $w_0 = w_{\varphi} \sqrt{\frac{D^2 - r_{\epsilon}^2}{4r_{\epsilon}^2}}$, и эта скорость представляет собой предельную, или критическую, скорость течения жидкости.

В данной трубе скорость поступательного движения жидкости может достигнуть лишь этого критического значения, но не более; по достижении критического значения скорости движение жидкости из стационарного превращается в пульсирующее. Участок шланга, на котором достигается критическая скорость, называется предельной длиной шланга.

Коэффициент сопротивления ξ в случае поступательно-вращательного течения жидкости определяется формулой

$$\xi = \frac{n'}{\text{Re}^m \left(1 - \frac{2r_{\epsilon}}{D}\right)^{1+m}}, \quad (2)$$

где n' – численный коэффициент; Re – число Рейнольдса wD/v ; а показатель степени m при числах Рейнольдса до 10^5 равняется $\frac{1}{4}$ [2, 5].

Задача сводится к интенсификации движения вязкой жидкости у твердой поверхности, т.е. к турбулизации пристенного пограничного слоя, толщина которого увеличивается в зависимости от налипания слоя масла на внутреннюю поверхность прессы. Турбулизация пограничного слоя может быть достигнута не только за счет увеличения скорости набегающего потока, но и за счет колебания потока, а также за счет движения поверхности (вращение, вибрация поверхности). Так, при вращении цилиндра в неограниченном объеме частицы жидкости вследствие вязкости вовлекаются в круговое движение. Частицы жидкости, находящиеся на поверхности, движутся с такой же скоростью, с какой вращается контур цилиндра; по мере удаления от поверхности скорость движения жидкости уменьшается, а вдали от нее практически отсутствует. Вращение цилиндра приводит к значи-

тельному увеличению скорости его обтекания. При этом увеличение скорости не сопровождается повышением гидравлического сопротивления, определяемого формой тела. Таким образом, приращение может быть использовано как один из способов интенсификации переноса тепловой энергии [4].

Суммарная скорость моющего раствора может быть определена как

$$w_c^2 = w_o^2 + w_\varphi^2 + w_{\text{вибр.}}^2. \quad (3)$$

Эффективная скорость составит, м/с:

$$w_c = \sqrt{w_o^2 + w_\varphi^2 + w_{\text{вибр.}}^2} \quad (4)$$

где $w_{\text{вибр.}}$ – вибрационная составляющая скорости, м/с.

Величина вибрационной скорости $w_{\text{вибр}}$ способствует увеличению суммарной эффективной скорости и достигается за счет изменения конструкции насадочного устройства (вибрационных вставок – завихрителей). Суммарная скорость подаваемого моющего раствора, как показали экспериментальные исследования, увеличивается на 18 %.

При постановке эксперимента и обработке опытных данных нами принято условно, что, начиная с передней кромки трубы или насадочного устройства, устанавливается турбулентный режим течения по всему сечению потока, включая и пограничный слой.

Представленный теоретический и экспериментальный материал подтверждает, что эффект налипания на внутренней поверхности пресса, способствующий изменению суммарной скорости движения моющего раствора, может быть уменьшен путем разработки режимных характеристик подачи струи размывающей жидкости и усовершенствования конструкции насадочного устройства, предусматривающего использование спиральных, вибрационных вставок и перегородок в проточной части насадок.

Список литературы

1. Барташевич Н.А., Колмаков Е.А. Теоретические основы процесса маслоотделения шнековым прессом семян сои // Аграрная наука Дальневосточного федерального округа в новом тысячелетии. – Уссурийск: ПХСХА, 2003. – С. 96-98.
2. Угрюмова С.Д. Активные методы интенсификации теплообмена в вязких жидкостях // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. – М., 1988. – № 3. – С. 3-12.
3. Барташевич Н.А., Сироткин Н.И. Оптимизация поточно-технологической линии миницефа по отжиму соевого масла в крестьянских хозяйствах // Аграрная политика и технология производства сельскохозяйственной продукции в странах Азиатско-Тихоокеанского региона. – Уссурийск: ПГСА, 2001. – С. 291-293.
4. Бузник В.М. Интенсификация теплообмена в судовых установках. – Л.: Судостроение, 1969. – 369 с.
5. Вукалович М.П., Новиков И.И. Техническая термодинамика. – М.: Энергия, 1968. – 495 с.

Сведения об авторах: Угрюмова Светлана Дмитриевна, доктор технических наук, профессор;

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

Барташевич Николай Александрович, кандидат технических наук, доцент.