

ветственно составила 1285 кг/м³ и 1257 кг/м³, что удовлетворяет агротехническим требованиям. Почва в слое 0...3 см после обработки предлагаемым и кольчато-шпоровым катками имеет плотность 1201 кг/м³ и 1209 кг/м³ соответственно. Следовательно, при примерно равных значениях плотности почвы после прохода обоих катков предлагаемый каток обеспечивает более качественный ее фракционный состав, способствующий лучшему сохранению влаги в зоне расположения семян.

Выводы

Таким образом, разработанный почвообрабатывающий каток выравнивает и мульчирует поверхность почвы, качественно уплотняет ее, а также интенсивно крошит комки почвы, обеспечивая требуемый фракционный состав, полностью удовлетворяющий агротехническим требованиям к прикатыванию. При этом удельная металлоемкость предлагаемого катка не превышает 120 кг на 1 м ширины захвата, что в 2,36 раза меньше, чем у кольчато-шпорового катка 3 ККШ-6 (283,6 кг/м).

Библиографический список

1. Курдюмов, В.И. Тепловая обработка

зерна в установках контактного типа : монография / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, С.А. Сутягин. – Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2013. – 290 с.

2. Курдюмов, В.И. Энергосберегающие средства механизации гребневого возделывания пропашных культур / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. – № 1 (21). – С. 144-149.

3. Курдюмов, В.И. К обоснованию угла атаки плоского диска рабочего органа гребневой сеялки / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. – № 4 (20). – С. 127-130.

4. ГОСТ 31345-2007. Сеялки тракторные. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2008. – 54 с.

5. Фомин, Г.С. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам / Г.С. Фомин, А.Г. Фомин. – М., Протектор, 2001. – 304 с.

6. Пат. RU № 55478. Устройство для определения плотности почвы / Е.С. Зыкин, В.И. Курдюмов, Ф.Ф. Мурзаев, В.П. Зайцев; Опубл. 10.08.2006; Бюл. № 22.

УДК 631.363

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ, ПОТРЕБЛЯЕМОЙ УСТАНОВКОЙ ДЛЯ ОТЖИМА ВЛАГИ ИЗ МЯСОРЫБНЫХ ОТХОДОВ

Новиков Владимир Васильевич, кандидат технических наук, профессор кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства»

Грецов Алексей Сергеевич, аспирант кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства»

Янзина Елена Владимировна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства»

ФГБОУ ВПО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

446442, Самарская обл., п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8а;

тел.: 8-927-012-70-86, e-mail: grecov_as@mail.ru.

Ключевые слова: мощность, субстрат, нож, производительность, устройство, энергия.

В настоящее время большое внимание уделяется переработке мясорыбных отходов в смеси с зерновым сырьем на пресс-экструдерах. Основная проблема при экструзионной

переработке этих кормов - высокая влажность отходов (до 85% и более) В статье представлена конструктивно-технологическая схема устройства для измельчения и отжима влаги. Математическим путем определена необходимая мощность для стационарного компрессионного процесса.

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется переработке мясорыбных отходов в смеси с зерновым сырьем на пресс-экструдерах. Данная технология позволяет получить ценный кормовой продукт для сельскохозяйственных животных, птиц и решить вопрос с утилизацией отходов [1...5].

Основная проблема при применении экструзионной переработки мясорыбных отходов - их высокая влажность (до 85 % и более) [6, 7]. Для экструзионной переработки рыбных отходов в Самарской ГСХА разработано устройство для измельчения и отжима влаги из мясорыбных отходов, новизна технического решения которого подтверждена патентом РФ [8].

Объект и методы исследований

Одним из основных критериев оценки работы экструдеров является потребляемая ими мощность. Определив факторы, от которых зависит данный критерий, а также соотношения между ними, можно оптимизировать процесс измельчения сырья и отжима из него влаги таким образом, чтобы потребляемая разрабатываемым устройством мощность была минимальной. В связи с этим целью данной работы является расчет мощности устройства для измельчения и отжима влаги из мясорыбных отходов.

Для определения рациональных конструктивно-технологических параметров и обеспечения требуемого качества экструзионной переработки рыбных отходов в предложенном устройстве необходимо выполнить соответствующие теоретические исследования.

В процессе отжима ножи испытывают при перемещении сопротивление рабочей среды (субстрата). Для преодоления этого сопротивления необходимо совершить определенную работу, что связано с затратой некоторой энергии и потреблением соответствующей мощности (рис. 1).

В общем случае работа силы A , Дж, равна произведению величины проекции вектора силы на направление движения и величины совершённого перемещения:

$$A = \vec{l} \cdot \vec{F}, \quad (1)$$

где \vec{l} – вектор перемещения материальной точки или элемента массы, m ; \vec{F} – сила, действующая на элемент массы, N .

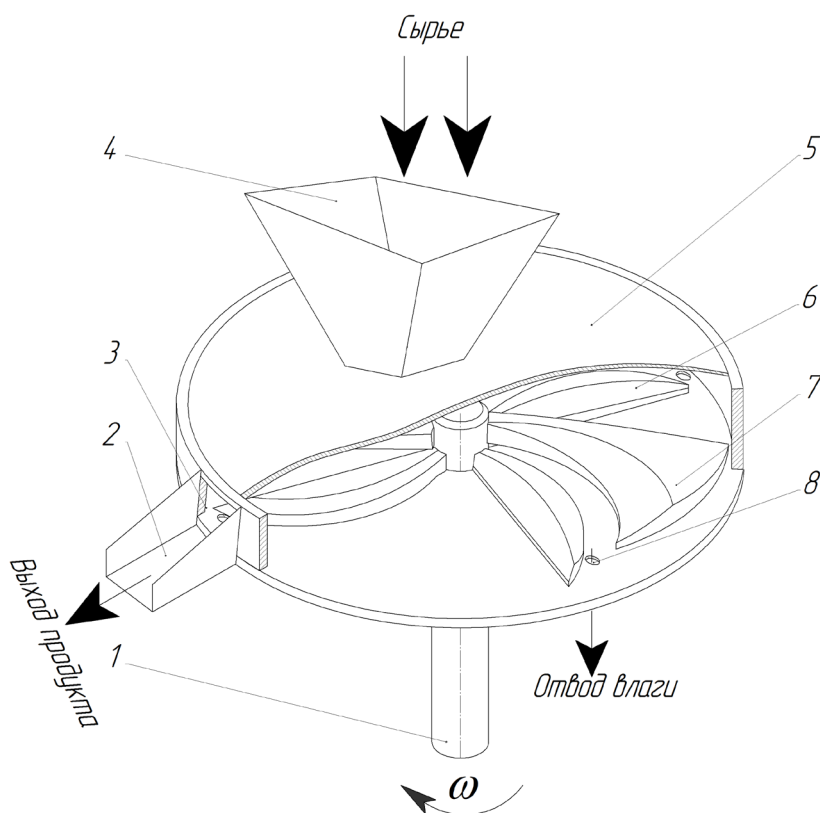


Рис. 1 – Устройство для измельчения и отжима влаги:
 1 – приводной вал; 2 – лоток; 3 – выгрузное окно; 4 – загрузочный бункер; 5 – корпус; 6 – неподвижные криволинейные ножи; 7 – подвижные ножи; 8 – сливные отверстия

Элементарная работа

$$dA = d(\vec{l} \cdot \vec{F}) = d\vec{l} \cdot \vec{F} + d\vec{F} \cdot \vec{l} \quad (2)$$

Так как A - скалярное произведение, то необходимо учитывать угол между вектора-

ми \vec{l} и \vec{F} . Эти вектора прямо противоположны друг другу, то есть косинус угла между ними равен -1.

Рассматривая выражение (2), можно прийти к следующему выводу: при постоянной силе \vec{F} второе слагаемое равно 0. Первое слагаемое становится отрицательным, так как вектор направлен в обратную сторону от направления движения при неизменном модуле, то есть работа силы сопротивления является отрицательной. Тогда из выражения (2) можно получить:

$$\frac{dA}{dt} = \left| \frac{d\vec{l} \cdot \vec{F}}{dt} \right| \Rightarrow P = \left| \vec{v} \cdot \vec{F} \right|$$

где t – время, с; P – мощность, необходимая для преодоления силы сопротивления \vec{F} , Вт; \vec{v} – скорость движения элемента массы в поле сил сопротивления, м/с.

Площадь рабочей грани ножа S_3 равна площади полного сектора S за вычетом площади криволинейной фигуры ΔS (рис. 2):

$$S_3 = S - \Delta S, \quad (4)$$

где S_3 – эффективная (полезная) площадь нижней грани ножа, м²; S – полная площадь сектора, м²; ΔS – площадь криволинейной фигуры, м².

Из рис. 3 следует, что сила сопротивления субстрата действует нормально к проекции полезной площади, зависящей от угла атаки ножа α :

$$S_n = S_3 \cdot \sin \alpha, \quad (5)$$

где S_n – нормальная площадка, м²; α – угол атаки, рад.

Таким образом, необходимая мощность, Вт, для совершения полезной работы одним ножом

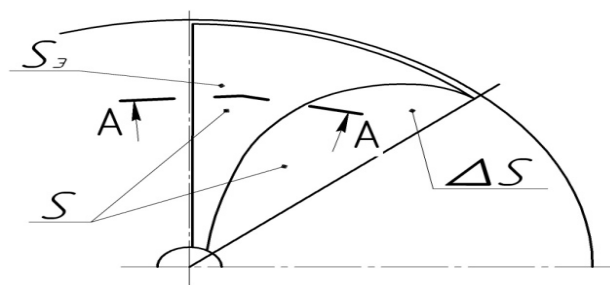


Рис. 2 – К определению площади рабочей грани ножа (обозначения в тексте)

$A-A$
повернуто

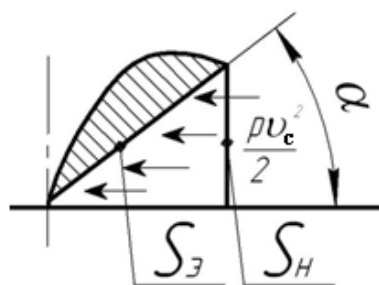


Рис. 3 – Положение ножа в процессе отжима:

S_n – нормальная площадка; S_3 – эффективная (полезная) площадь нижней грани ножа, α – угол атаки ножа, $\frac{\rho v_c^2}{2}$ – динамический напор

$$P_3 = \sum_{i=1}^{\infty} P_i = \sin \beta \int v \frac{\rho v_c^2}{2} dS, \quad (6)$$

где P_i – мощность на элементарном участке, Вт; ρ – максимальная плотность субстрата, кг/м³; v_c – скорость движения субстрата, м/с.

Следует заметить, что в любой произвольной точке нижней грани ножа векторы скорости и силы коллинеарны и направлены по касательной к траектории движения.

Мощность, Вт, требуемая на совершение полезной работы,

$$P_3 = P_n - P_k, \quad (7)$$

где P_n – полная мощность, необходимая для совершения работы гранью ножа с поверхностью S , Вт; P_k – мощность, требуемая для совершения работы частью грани с поверхностью ΔS , Вт.

Определение полной мощности P_n , Вт, необходимой для работы ножа с прямолинейной кромкой, сводится к решению двойного интеграла:

$$P_n = \sin \alpha \int_0^R \int_0^{\frac{\pi}{4}} \frac{\rho v_c^3}{2} r dr d\varphi = \frac{\rho \sin \alpha}{2} \cdot \int_0^R \int_0^{\frac{\pi}{4}} \omega^3 r^3 r dr d\varphi = \frac{\rho \omega^3 \sin \alpha}{2} I, \quad (8)$$

где R – конечный радиус ножа, м; ω – угловая скорость ножа, с⁻¹; r – текущий радиус, м; I – двойной интеграл; φ – угол поворота ножа, рад.

Результаты исследований

Здесь и в дальнейшем приведем расчёт потребной мощности для ножа с углом охвата, равным 45°, что соответствует усредненному варианту при количестве ножей 2.

Запишем двойной интеграл I в следующем виде:

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_1 = I - I_2, \quad (9)$$

где I_1 – интеграл, соответствующий площади нижней грани ножа (полезная площадь); I_2 – интеграл, соответствующий площади криволинейной фигуры между режущей кромкой и конечной границей сектора.

$$I = \int_0^R \int_0^{\frac{\pi}{4}} r^4 dr d\varphi = \frac{1}{5} \int_0^{\frac{\pi}{4}} (R^5 - r_0^5) d\varphi = \frac{\pi}{20} (R^5 - r_0^5).$$

$$P_n = \frac{\rho \cdot \omega^3 \cdot \sin \beta}{2} (I - I_2) = \frac{\rho \cdot \omega^3 \cdot \sin \beta}{2} \left(\frac{\pi}{20} (R^5 - r_0^5) - \frac{r_0^5}{5 \sin^{\frac{5}{2}} 2\varphi_0} \cdot (I_2 - I_1) \right) \approx \frac{\rho \cdot \omega^3 \cdot \sin \beta}{2} \times$$

$$\times \left(\frac{\pi}{20} (R^5 - r_0^5) - \frac{r_0^5}{5 \sin^{\frac{5}{2}} 2\varphi_0} \left(\frac{5}{4} \cos 2\varphi_0 + \frac{3}{2} \frac{\pi}{8} - \sin^{\frac{5}{2}} 2\varphi_0 \left(\frac{\pi}{4} - \varphi_0 \right) \right) \right) = \frac{\rho \cdot \omega^3 \cdot \sin \beta}{2} \times$$

$$\times \left(\frac{\pi}{20} (R^5 - r_0^5) - \frac{10 \cos 2\varphi_0 + 12\varphi_0 - 3\pi}{40 \sin^{\frac{5}{2}} 2\varphi_0} \cdot r_0^5 + \frac{\sin^{\frac{5}{2}} 2\varphi_0 \left(\frac{\pi}{4} - \varphi_0 \right)}{5 \cdot \sin^{\frac{5}{2}} 2\varphi_0} \cdot r_0^5 \right) = \frac{\rho \cdot \omega^3 \cdot \sin \beta}{2} \times$$

$$\left(\frac{\pi}{20} (R^5 - r_0^5) - \left(\frac{10 \cos 2\varphi_0 + 12\varphi_0 - 3\pi}{40 \sin^{\frac{5}{2}} 2\varphi_0} \cdot r_0^5 - \frac{\pi - 4\varphi_0}{20} \cdot r_0^5 \right) \right) = \frac{\rho \cdot \omega^3 \cdot \sin \beta}{2} \left(\frac{\pi (R^5 - r_0^5)}{20} - \frac{r_0^5}{20} \times \right.$$

$$\times \left. \left(\frac{10 \cos 2\varphi_0 + 12\varphi_0 - 3\pi}{2 \sin^{\frac{5}{2}} 2\varphi_0} - \pi + 4\varphi_0 \right) \right) = \frac{\rho \cdot \omega^3 \cdot \sin \beta}{40} \left(\pi R^5 - \pi r_0^5 - \frac{10 \cos 2\varphi_0 + 12\varphi_0 - 3\pi}{2 \sin^{\frac{5}{2}} 2\varphi_0} \cdot r_0^5 + \right.$$

$$\left. \pi - 4\varphi_0 r_0^5 \right).$$

(11)

где π – производительность установки, кг/с; φ_0 – начальный угол режущей кромки ножа, рад.; r_0 – начальный радиус ножа, м.

После ряда преобразований полезная мощность

$$P_n = \frac{\rho \omega^3 r_0^5 \sin \beta}{40} \cdot \left(\pi \left(\frac{R}{r_0} \right)^5 - \frac{5 \cos 2\varphi_0 + 6\varphi_0 - \frac{3}{2} \pi}{\sin^{\frac{5}{2}} 2\varphi_0} - 4\varphi_0 \right) \quad (12)$$

где ρ – плотность субстрата, кг/м³; β – угол перемещения субстрата, рад.

Выводы

Таким образом, выражение (12) позволяет рассчитать потребную мощность установки для отжима влаги из мясорыбных отходов. Кроме того, изменяя параметры процесса отжима, можно экспериментально уточнить отдельные составляющие данного выражения и определить рациональные значения конструктивно-режимных параметров установки с целью минимизации затрат мощности.

Библиографический список

1. Итоги деятельности федерального агентства по рыболовству в 2012 году и задачи на 2013 год. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ст.: http://fish.gov.ru/agency/Documents/Росрыболовство_Итоги_2012_-_18.03.2013.pdf, свободный.
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120) [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ст.: http://base.garant.ru/12172719/#block_1000, свободный.
3. Дальний Восток опробовал новую технологию переработки рыбных отходов [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ст.: <http://www.ecoindustry.ru/news/view/33446.html>, свободный.
4. Антипова, Л.В. Чешуя прудовых рыб – источник пищевого продукта [электронный ресурс] / Л.В. Антипова, Ву Тхи Лоан. – Режим доступа к ст.: <http://www.tstu.ru/education/elib/pdf/st/2009/antipova.pdf>, свободный.
5. Кадыров, Д.И. Непищевые отходы – в доходы / Д.И. Кадыров // Мясная индустрия. – № 6. – 2011. – С. 66 – 69.
6. Кадыров, Д.И. Экструзионная переработка биологических отходов в корма [Электронный ресурс] / Д.И. Кадыров, А.

Гарзанов. – Режим доступа к ст.: <http://www.almaz-spb.com/news/21/>, свободный.

7. Зубкова, Т.М. Повышение эффективности работы одношнекового экструдера для производства кормов на основе параметрического синтеза : дис. ... докт. техн. наук : 05.20.01 / Т. М. Зубкова. – Оренбург, 2006. – 320 с.

8. Пат. №139850 Российская Федерация, МПК⁷ А23К1/00. Устройство для измельчения и отжима влаги / В.В. Новиков, И.Л. Орсик, А.Л. Мишанин, А.С. Грецов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА. – № 2013152052/13; заявл. 21.11.13; опубл. 27.04.14, Бюл. № 12.

УДК 621.787:669.018.25

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДВИЖНЫХ ГЕРМЕТИЧНЫХ СОПРЯЖЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПРИМЕНЕНИЕМ ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Федотов Геннадий Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая механика»

Морозов Александр Викторович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Материаловедение и технология машиностроения»

Каняева Ольга Михайловна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая механика»

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 89063948437;

e-mail: gdf.ugsha@mail.ru

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, условия эксплуатации, подвижные герметичные сопряжения, долговечность, равновесная шероховатость, твердость поверхности, отделочно-упрочняющая электромеханическая обработка, накатка роликами, шлифование.

В работе приведены данные по механизму разрушения и долговечности деталей подвижных герметичных сопряжений сельскохозяйственной техники в условиях абразивного изнашивания. Износы деталей герметичных сопряжений задних ведущих мостов превосходят износ аналогичных деталей в других подвижных герметичных сопряжениях до семи раз, что свидетельствует о преимущественном абразивном износе.

Применение отделочно-упрочняющей электромеханической обработки позволяет повысить долговечность деталей подвижных герметичных сопряжений за счет увеличения твердости и улучшения показателей микрогеометрии.

Введение

Повышение качества выпускаемой продукции является одним из решающих факторов увеличения надежности и долговечности деталей, узлов и агрегатов в процессе их эксплуатации. Все подвижные герметичные сопряжения (ПГС) сельскохозяйственной техники работают в условиях повышенной запыленности и влажности, что резко снижает их долговечность. Запылен-

ность воздуха при выполнении различных видов сельскохозяйственных работ достигает 4...5 г/м³. Неорганические вещества от общего объема составляют от $\frac{2}{3}$ до $\frac{3}{4}$. Частицы пыли с размером до 5 мкм – 5...7 %, выше 5 мкм – 93...95 %. Твердость частиц пыли – 50...2000 НВ. Наибольшая запыленность воздуха наблюдается на высоте 0,8...1,0 м от поверхности поля. В состав пыли входят продукты износа металла, смазки и кварце-