

Заключение.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

- использование углепластика в качестве конструкционного материала для изготовления лопаток позволяет исключить необходимость смазывания поверхностей трения насоса;
- увеличение диаметра статора насоса приводит к увеличению скорости движения пластин, что позволяет снизить внутренние перетекания;
- экспериментальный насос в сравнении с существующими аналогами имеет меньшую энергоемкость и эксплуатационные затраты.

Литература

1. Фролов Е.С. Механические вакуумные насосы. М.: "Машиностроение", 1989, 286 с.
2. Пат. України № 47930 А від 12.11.2001 Полімерна композиція / Буря О.І., Дудін В.Ю., Деркач О.Д., Фесенко Ю.П., Прокоп'єв В.М. Бюл. № 3.
3. Буря А.И., Деркач А.Д., Дудин В.Ю., Свойства углепластиков и опыт их применения в машиностроении // Международный технический журнал "Мир техники и техно-логий", № 12, 2002, с. 30-31.
4. Мжельский Н.И. Вакуумные насосы для доильных установок. М.: "Машиностроение", 1974, 152 с.

УДК 631.363

АНАЛИЗ РАБОТЫ ДОИЗМЕЛЬЧАЮЩИХ УСТРОЙСТВ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Павленко С.И. (Днепропетровский государственный аграрный университет)

Повышение эффективности работы кормоуборочных комбайнов на основе создания доизмельчающих устройств. Проведен анализ доизмельчающих устройств кормоуборочных комбайнов.

Введение

В Украине и за рубежом разработаны новые ресурсо- и энергосберегающие технологии заготовки сочных и концентрированных кормов из кукурузы на основе их самоконсервации – силосования, представляющие собой совокупность агротехнических приемов и технических решений по механизированным технологиям хранения и использования корма.

Современные кормоуборочные комбайны комплектуют по специальным заказам устройствами дополнительного измельчения – рекаттерами. Основное назначение рекаттеров – обеспечение разрушения зерна кукурузы, которое не измельчилось ножами измельчающего аппарата кормоуборочного комбайна, после процесса нарезания частиц в режущей паре: противорежущая пластина – нож.

Разнообразие конструкций рекаттеров, которые бывают активного и пассивного типов, несколько затрудняет представление об их реальной роли в процессе измельчения. Поэтому целью данной работы является всесторонний анализ технологического процесса работы устройств дополнительного измельчения на ножевых режущих аппаратах кормоуборочных комбайнов.

Основная часть

Анализ доизмельчающих устройств предусматривает качественную оценку их работы в ножевых измельчающих аппаратах. Сложность процесса доизмельчения материала затрудняет возможности установления функциональных зависимостей между параметрами во всех взаимодействиях. Поэтому при анализе работы доизмельчающих устройств применен аппарат классической механики и теории вероятности.

Приняты следующие допущения:

- качественное выполнение измельчения заключается в обеспечении разрушения зерна;
- внутреннее трение между частицами не вызывает их разрушение;
- доизмельчаемый материал принимался статически однородным;
- процесс измельчения рассматривался стационарным и установившимся.

В измельченной массе растений и початков кукурузы, переработанных на ножевом аппарате, находятся определенные части целого и дробленого зерна, составляющие общее его количество в ворохе

$$m_{\partial} + m_{\text{ц}} = m, \quad (1)$$

где m_{∂} , $m_{\text{ц}}$ – масса дробленого и целого зерна; m – масса зерна в ворохе.

Реальный технологический процесс работы измельчающего аппарата можно условно разделить на две основные фазы: отрезание частицы ножом, вращающимся в одной плоскости, и ее перемещение к месту выгрузки – удаление из зоны движения рабочих органов. Очевидно, что разрушение зерна может происходить как в первую фазу в результате динамического действия передней грани ножа, так и во второй – при воздействиях с элементами конструкции.

Тогда

$$m_{\partial} = m_o + m_n,$$

где m_o , m_n – масса разрушенного зерна, соответственно, в первую и вторую фазы.

С учетом полученного, общее количество зерна

$$m = m_o + m_n + m_{\text{ц}}. \quad (2)$$

Разделим правую и левую части выражения (2) на m и, обозначив

$$\frac{m_o}{m} = p_o; \quad \frac{m_n}{m} = p_n; \quad \frac{m_{\text{ц}}}{m} = p_{\text{ц}},$$

получим

$$p_o + p_n + p_{\text{ц}} = 1, \quad (3)$$

где $p_{\text{ц}}$, p_o , p_n – вероятное содержание зерна, соответственно, целого, дробленого в первую и вторую фазы.

Выражение (3) является статистической моделью переработанного вороха на ножевом измельчающем аппарате.

Вероятное количество разрушенного зерна в первую фазу для измельчающих аппаратов с подающими вальцами можно ориентировочно определить по формуле

$$p_o = \frac{\delta_1}{l_{\text{факт}}}, \quad (4)$$

где δ_1 – толщина зерна; $l_{\text{факт}}$ – фактическая длина резки частиц.

Если $\delta_1 > l_{\text{факт}}$, тогда $p_o > 1$.

Принимаем

$$p_o = \min \left\{ \frac{\delta_1}{l_{\text{факт}}}, 1 \right\}$$

С учетом выражений, предложенных в [],

$$l_{\text{факт}} = l_{\text{теор}} k_1 k_2,$$
$$l_{\text{теор}} = \frac{60000 v_n}{\omega_r z},$$

или

$$l_{\text{факт}} = \frac{60000 v_n}{\omega_r z} k_1 k_2, \text{ мм}$$

где v_n – скорость подачи; ω_r – частота вращения; z – число ножей; k_1 – коэффициент, учитывающий ориентацию подаваемой массы; k_2 – коэффициент, учитывающий состояние

измельчающего барабана.

Тогда выражение (4) получим в виде

$$P_o = \frac{\delta_1 \omega_r z}{60000 \nu_n k_1 k_2} \quad (5)$$

Вероятность измельчения частицы во вторую фазу будет определяться ее фазовыми перемещениями по участкам (деталям) конструкции ножевого аппарата, при столкновении с которыми возможно разрушение.

Поскольку происходящие процессы случайны, то их описание можно выполнить методами теории вероятности. Рассмотрим ножевой аппарат как техническую систему, состоящую из n участков D_1, D_2, \dots, D_n , по которым происходит перемещение частицы (зерна). В этом случае доизмельчение зерна можно представить как систему массового обслуживания: отдельные зерна – клиенты, а рабочие участки конструкции измельчителя – посты обслуживания. Предполагаем, что данные участки частицы проходят последовательно, а процесс их разрушения – независимое событие. Тогда доизмельчение в ножевом аппарате можно классифицировать как систему с упорядоченным обслуживанием [3]. Отказ в системе – прохождение зерна целым. Событие $Ц$ (прохождение зерна целым) произойдет, если последовательно откажут все участки.

Обозначим вероятность события $Ц$ – P_u , тогда вероятность отказа технической системы в целом, согласно правилу умножения вероятности независимых событий, равна

$$P_u = P_u(D_1) P_u(D_2) \dots P_u(D_n),$$

где $P_u(D_1), P_u(D_2), \dots, P_u(D_n)$ – вероятность отказа 1, 2, ..., n участков.

При допущении, что все участки обладают равной вероятностью безотказной работы, то есть $P_{oi} = P_o, i = 1, \dots, n$, вероятность прохождения зерна целым

$$P_u = (1 - P_o) (1 - P_o) \dots (1 - P_o).$$

Переходя от вероятности прохождения зерна целым к вероятности измельчения, запишем

$$P_u = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{oi}). \quad (6)$$

Вероятность P_u обеспечивается при условии, что частица (зерно) проходила данный участок, на котором произошла встреча с элементами конструкции измельчителя, и при этом оно разрушилось.

Пусть A_i – событие встречи частицы с элементами конструкции измельчителя на i -м участке, B_i – разрушение зерна на i -м участке. Событие B_i зависит от события A_i . Поскольку данные процессы также случайны, то вероятность измельчения на i -м участке

$$P_{ui} = 1 - (1 - P_{oi}), \quad (7)$$

$$P_{oi} = P(A_i) \times P_{A_i}(B_i),$$

где $P(A_i)$ – вероятность встречи на i -м участке; $P_{A_i}(B_i)$ – условная вероятность разрушения при условии встречи на i -м участке. При этом вероятность события A_i и условная вероятность события B_i определяются для каждого участка.

Тогда (6) с учетом (7) запишем в виде

$$P_u = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P(A_i) \times P_{A_i}(B_i)) \quad (8)$$

При этом учитываем, что рассматриваемые вероятности, зависящие события и фактическое их произведение равно [3]

$$P_o = P(A_i) \times P_{A_i}(B_i).$$

Выражение (8) в полной мере характеризует процесс доизмельчения зерна в ножевых аппаратах и указывает направление интенсификации измельчения, как отдельного участка, так и устройства в целом. Это – повышение вероятности встречи частиц с данным участком

конструкции и создания необходимых условий для их разрушения. Если же таких мероприятий недостаточно для обеспечения требуемого качественного состава, то необходимо увеличить число участков дополнительного измельчения. Ограничивающими факторами будут выступать производительность и удельная энергоемкость измельчения. Далее определим, как вероятности $P(A_i)$ и $P_{A_i}(B_i)$ влияют на эти показатели.

Вероятность встречи с доизмельчающими устройствами является функцией от числа однородных элементов конструкции или участков дополнительного измельчения n , а также времени пребывания частицы в камере измельчения t .

$$P(A_i) = f(n, t).$$

Количественная мера вероятности встречи

$$P(A_i) = \frac{K_s}{K_o},$$

где K_o , K_s – соответственно, общее число частиц и столкнувшихся (встретившихся) с элементами конструкции.

Время пребывания в камере измельчения определяет пропускную способность устройства Q

$$Q = \frac{m}{t},$$

где m – масса переработанного материала; t – время; Q – пропускная способность устройства.

Достижение необходимых качественных характеристик переработанного продукта в результате увеличения вероятности встречи происходит при значительном снижении производительности измельчающего устройства. Этот процесс наблюдается на измельчителях с перфорированными устройствами, дробилках, оборудованных ситами. Однородные элементы конструкции доизмельчающего устройства характеризует равная разрушающая способность. Увеличение их числа обеспечивает, по крайней мере, единичную встречу, которая приводит к измельчению частицы.

Вероятность разрушения характеризует условия нагружения и физико-механические свойства частицы (зерна), которые обуславливают ее измельчение. По отношению к конструкции измельчителя она является функцией от силы P и скорости воздействия рабочего органа и частицы (зерна) v

$$P_{A_i}(B_i) = f(N) = f(P, v),$$

где N – мощность, необходимая для измельчения частицы (зерна) в ножевом аппарате.

Количественная оценка вероятности измельчения

$$P_{A_i}(B_i) = \frac{K_p}{K_s},$$

где K_p , K_s – соответственно, количество измельченных частиц и частиц, которые встретились с элементами конструкции.

Обеспечение необходимых качественных показателей переработанного продукта при увеличении вероятности разрушения в результате единичной встречи приводит к использованию привода со значительным запасом мощности, гарантирующего измельчение. Например, в безрешетных дробилках и измельчителях зерна и початков кукурузы [2].

Главным фактором физико-механических свойств зерна кукурузы, определяющих непосредственное разрушение, является его влажность. Согласно исследованиям [1], устойчивость зерна кукурузы молочно-восковой спелости к статическим нагрузкам ниже, чем полной. Однако, к ударным нагрузкам зерна молочно-восковой и восковой спелости из-за упругих свойств менее восприимчивы, чем в полной. Учитывая, что технология заготовки консервируемых кормов из продуктов урожая кукурузы охватывает влажность зерна от 25 до 45%, можно предположить, что в начальный период заготовки кормов энергетически целесообразными являются статические методы разрушения, а по мере его высыхания – динамические. В первом случае доизмельчающие устройства могут базироваться на

использовании сжатия, резания, сдвига, во втором – удара.

В целом физическую модель работы доизмельчающих устройств можно представить следующим образом. Суммарная работа измельчения определяется

$$A_u = A_o + A_g, \quad (9)$$

где A_o – работа единичного воздействия с вероятностью измельчения частиц (зерна) в первой фазе p_o (рис.1); A_g – работа доизмельчения с вероятностью измельчения частиц (зерна) p_n . Величина A_u имеет пределы улучшения показателей p_o и, в целом, p_n – вероятности измельчения. Работа дополнительного измельчения A_g , происходящего непрерывно на пути перемещения частицы к месту сбора переработанного продукта, не имеет ограничений в обеспечении качества измельчения, потому что возможно неограниченное увеличение количества участков прохождения частицы в устройстве.

Работа доизмельчения на участке от t_1 до t_2 (рис.1)

$$A_g = N_g(t_2 - t_1) = N_g \Delta t,$$

где N_g – мощность, необходимая на преодоление сил сопротивления движению; Δt – промежуток времени между перемещениями частицы по элементам конструкции измельчителя.

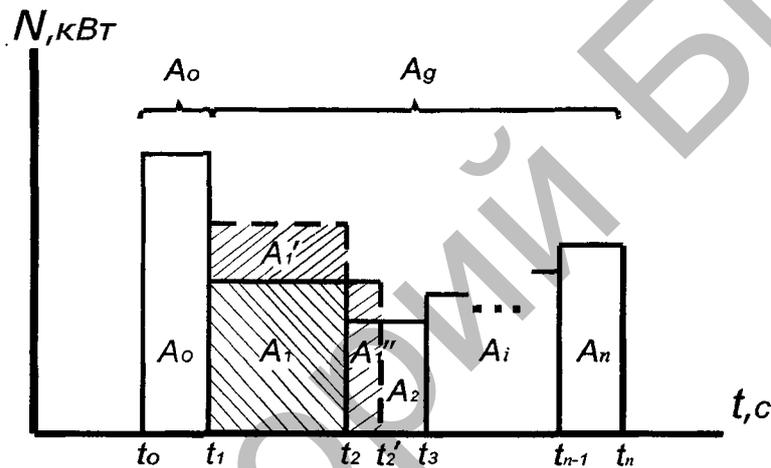


Рисунок 1 - Диаграмма изменения мощности на измельчение частицы (зерна) в ножевом аппарате

Производительность измельчающего устройства зависит от времени нахождения частицы в фазах измельчения и доизмельчения зерна. С графика видно, что при уменьшении времени доизмельчения с t_1 до t_2 увеличивается мощность на преодоление сил сопротивления N_g .

Учитывая, что

$$N_g = P_g v_g,$$

где P_g , v_g – сила и скорость взаимодействия частицы и рабочих органов в фазе доизмельчения,

тогда
$$A_g = P_g v_g \Delta t,$$

поэтому

$$A_g = f(P_g v_g).$$

Увеличение мощности на преодоление сил сопротивления до N_g' или времени пребывания на участке до $\Delta t'$, обусловливаемое установкой специальных устройств, способствующих данным процессам, повышают суммарную работу доизмельчения до A_g .

В общем виде работа доизмельчения

$$\sum_{i=1}^n A_{gi} = k \sum_{i=1}^n t_i N_i = k \sum_{i=1}^n t_i P_i v_i, \quad (10)$$

где k – коэффициент, $k = 10^3$.

Заключение

Рациональное соотношение факторов, определяющих дополнительное измельчение, обеспечивает необходимое качество измельчения и относительно небольшое снижение производительности, в целом, характерное для использования устройств дополнительного разрушения.

Литература

1. Передня В.И. Обоснование параметров измельчителя-смесителя кормов вертикального типа//Механизация и электрификация сел. хозяйства.-Мн.:Урожай,1984.-Вып.27
 2. Повышение качества и эффективности использования кормов /под ред. М.А.Смурыгина/.– М.: Колос, 1983. –317с.
 3. Новиков О.А. Петухов С.И. Прикладные вопросы теории массового обслуживания. – М.: Советское радио, 1969. – 400с.
-

УДК 631.31

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ МЕТОДОМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ АНАЛОГИЙ

Павленко С.И., Волик Б.А., Гаврильченко А.С.

(Днепропетровский государственный аграрный университет)

В работе проанализирована возможность ускорения обработки конструктивных параметров почвообрабатывающих орудий посредством испытаний их моделей в гидравлическом канале. Рассмотрен конкретный пример, подтверждающий эффективность метода на начальном этапе проектирования.

Введение

Развитие технологий сельскохозяйственного производства вплотную подошло к качественно новому этапу, на котором требуется внедрение принципиально новых машин и орудий. Это связано с постановкой новых акцентов в возделывании культур. Прежде всего это снижение техногенных нагрузок, индивидуальный подход к возделываемой культуре, точное земледелие, адаптация рабочих органов к технологическому процессу с учетом конкретных условий работы.

Проектирование машин выполняется в несколько традиционных этапов. Особо важен первый этап – расчет и конструирование. От того насколько качественно будет он выполнен во многом зависят последующие объемы работы по доводке машины.

Почвообрабатывающие машины представляют из себя механические системы которые функционируют в соответствии с законами механики. Естественно, их разработка и проектирование осуществляется с привлечением методов классической механики, аналитической и начертательной геометрии. Это требует определенного математического описания орудия. Однако, процесс взаимодействия рабочего органа со средой, многообразие свойств которой носит вероятностный характер, сложно поддается математической интерпретации. Поэтому, описываются не реальные процессы, а их модели, разработанные с довольно значительным количеством упрощений. Спроектированная на такой основе машина, как показывает практика, требует последующей доводки натурного образца в среднем 5...6 лет, что существенно замедляет процесс внедрения машины в производство.

Анализ исследований и публикаций. Большинство исследователей, работающих в области разработки почвообрабатывающих, мелиоративных и дорожно-строительных машин широко используют методы моделирования, все многообразие которых можно представить схематически (рис.1), выделив наиболее характерные особенности.

Формы и виды моделирования весьма разнообразны, хотя все они преследуют одну цель: воссоздать изучаемое явление в лабораторных условиях и дать возможность выявить