

К ВОПРОСУ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА МЕТОДОМ РЕЗАНИЯ

Нанка А.В., доцент

*(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенка)*

Приведены результаты аналитического исследования влияния метода механического воздействия на энергоемкость процесса измельчения зерновых кормов и определены направления математического моделирования процессов измельчения зерновых кормов методом резания.

Постановка проблемы. Развитие агропромышленного комплекса Украины является одним из основных приоритетов социально-экономической политики государства и стратегической задачей в вопросе продовольственной безопасности страны. В современных экономических условиях при насыщенности рынка и постоянно прогрессирующей конкуренции основным направлением при производстве продуктов животноводства является создание новых ресурсосберегающих технологий и технических средств реализующих интенсивные экономичные процессы. Одним из решающих условий ускорения роста темпов производства животноводческой продукции, повышения ее качества и снижения себестоимости является кормовая база. Доля кормов в общих затратах на производство продукции животноводства растет и составляет 60-75% себестоимости. Известно, что питательные вещества кормов активно усваиваются животными в измельченном виде, так как в измельченных кормах увеличивается активная поверхность частиц, которая способствует ускорению процесса пищеварения и более полному усвоению питательных веществ[1]. Известно также, что измельчение является одним из наиболее энергоемких процессов при производстве кормов и потребляет до 70% электроэнергии, затрачиваемой на весь технологический процесс. Поэтому, именно энергоемкость процесса измельчения зерновых кормов, является одним из важнейших показателей эффективности производства продуктов животноводства на современном этапе. Проблема ситуации заключается в том, что традиционные измельчающие устройства зерновых кормов и научные знания в этой области не могут обеспечить дальнейшее коренное совершенствование данного процесса. В связи с этим, разработка и создание новых машин для измельчения зерновых кормов, обладающих более широкими технологическими возможностями, меньшими энергоемкостью и металлоемкостью, обеспечивающих хорошее качество измельчения, является актуальной задачей.

Анализ последних исследований. На животноводческих фермах и комбикормовых заводах для измельчения фуражного зерна широко используются молотковые дробилки, которые отличаются простотой конструкции, универсальностью, компактностью, надежностью в работе и имеют широкий спектр производительностей. Конструктивные особенности и

организация процесса измельчения в молотковых дробилках максимально способствуют реализации прямого центрального удара молотков по измельчаемому материалу, что сводит к минимуму скольжения продукта по поверхности молотка.

Отмечая достоинства молотковых дробилок нельзя не выделить ряд существенных недостатков, первым из которых является высокий удельный расход энергии (15-18 кВт час/т) [2]. Повышенный расход энергии на процесс измельчения в молотковых дробилках объясняется тем, что измельченный продукт своевременно не выводится из камеры измельчения, где он вместе с не измельченными фракциями совершает длительную циркуляцию, подвергаясь многократному ударному воздействию, межслоевому трению, трению об сито и трению о деки. В результате этого возникает второй недостаток молотковых дробилок - неоднородность гранулометрического состава готового продукта (доля пылевидной фракции превышает 20%). При этом необходимо отметить, что качество комбикорма считается тем выше, чем меньше в нем пылевидных фракций (размер частиц меньше 0,25мм) и целых зерен. Использование в корм переизмельченного продукта приводит к снижению приростов, негативно влияет на пищеварение, а скармливание животным целых зерен снижает эффективность использования корма, т.к. у зерновых и зернобобовых культур оболочка препятствует воздействию пищеварительных ферментов на внутренние части зерна.

Третьим недостатком молотковых дробилок является повышенный износ рабочих органов - молотков и сит. Он также объясняется длительной циркуляцией измельченного продукта и несвоевременным выводом его из камеры измельчения. Неравномерный износ молотков вызывает дисбаланс дробильного ротора и требует больших трудовых затрат при его балансировке. Кроме всего этого следует отметить, что молотковые дробилки металлоемки, так как их удельная металлоемкость достигает до 700 кг час/т.

Кроме молотковых дробилок для измельчения зерновых продуктов используются вальцевые станки, дезинтеграторы, дисковые и ударно-центробежные дробилки и другие машины.

Многообразие машин для измельчения твердых материалов, свидетельствуют о том, что до настоящего времени продолжают поиски наиболее рационального типа измельчающей машины, которая наряду с высокой технологической эффективностью, обеспечит большую производительность, минимальный расход энергии на процесс измельчения и высокое качество получаемого продукта.

В комбикормовой промышленности и сельскохозяйственном производстве при измельчении зерновых кормов используются следующие виды механического воздействия: плющение, стирание, удар, скалывание и резание. Согласно ранее выполненным исследованиям [3] удельная энергоемкость процессов измельчения зерновых кормов для приведенных способов соответственно составляет: плющение - 182, 2 Вт ч/кг, стирание - 23,2 Вт ч/кг, удар - 18,3 Вт ч/кг, скалывание и резание - 2,2 Вт ч/кг.

Как следует из приведенного анализа, наиболее целесообразным видом механического воздействия с точки зрения снижения удельной энергоемкости процесса измельчения зерновых кормов и повышения качества конечного

продукта следует считать скалывание и резание. Однако, для воплощения этих способов в конструкции машин необходимы фундаментальные теоретические исследования процессов резания зерновых кормов.

Цель работы. Выбор последовательности теоретических исследований процесса измельчения зерновых кормов методом резания.

Результаты исследований. Разрушение твердых тел – это процесс деления тела на более мелкие его части [4-6]. Не смотря на большое количество способов дробления (резание, раздавливание, скалывание, удар и т.п.), в основе лежит одно и то же явление – это возникновение в теле при его нагрузке предельных напряжений, приводящих к нарушению целостности тела, разрыву связей атомов и молекул между собой. При этом разрыв этих связей возможен двумя способами: первый, «хрупкое разрушение», когда напряжения в теле вплоть до предельных связанного с деформациями законом Гука, и, второй, «квасихрупкое» разрушение, когда в точке разрушения появляются пластические деформации.

Следует заметить, что физическая картина разрушения твердого тела на части до настоящего времени не вполне ясна. Некоторые авторы предлагают рассматривать процесс разрушения как процесс развития микротрещин, имеющих в теле [4,5]. Другая точка зрения опирается на понятие предельного равновесия, связанного с образованием пластических зон, приводящих к разрушению тела [6-8].

Таким образом, в любом случае требуется изначальное определение напряженного состояния, приводящего к пластическим деформациям, и дальнейшее рассмотрение совместного упругопластического состояния. Если остановиться на процессе резания тела на части, то схематически его можно представить в виде внедрения некоторого «абсолютно твердого» клинообразного тела I (резца) в некоторое менее прочное тело II (рисунок 1). В окрестности острия резца при достижении предельных напряжений образуется зона пластичности P.

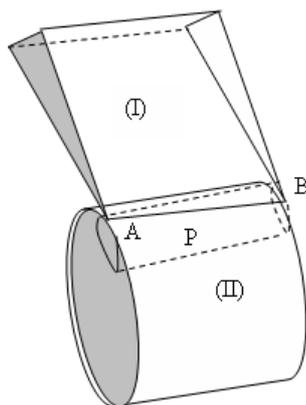


Рисунок 1 - Схема внедрения «абсолютно твердого» клинообразного тела I (резца) в некоторое менее прочное тело II

Для резца, имеющего идеально острую клинообразную форму, теоретически в окрестности контакта острия, очевидно, будут возникать бесконечно большие напряжения при любом силовом воздействии лезвия. Практически идеально острые лезвия в действительности не встречаются, всегда лезвие заканчивается поверхностью, обладающей большой кривизной (или малым радиусом кривизны ϵ). Поэтому состояние с бесконечно

большими напряжениями можно рассматривать как предельное состояние, к которому асимптотически стремится решение задачи при $\epsilon \rightarrow 0$. В связи с этим, предлагается такая последовательность рассмотрения задач.

I. Плоская задача равновесия упругого полупространства под действием сосредоточенной силы произвольного направления, действующей на границе тела (рисунок 2). Поиск напряженного состояния, расчет интенсивности касательных напряжений, ответственной за возникновение пластических деформаций.

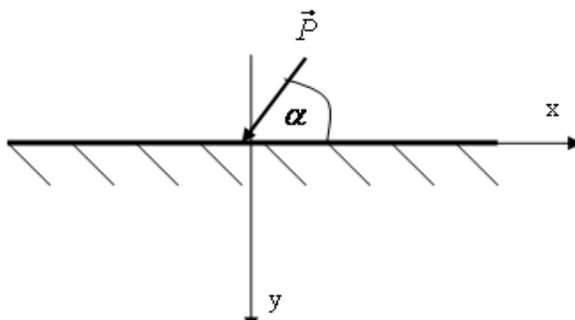


Рисунок 2 - Схема сосредоточенной силы действующей на границе твердого тела

II. Плоская контактная задача о действии скругленного на конце лезвия на упругое полупространство, определение влияния радиуса кривизны конца лезвия на процесс возникновения пластической зоны (рисунок 3).

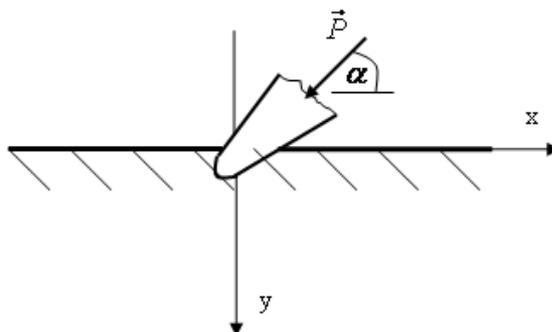


Рисунок 3 - Схема действия скругленного на конце лезвия на упругое полупространство

III. Предельное равновесие при внедрении клина в жесткопластическое тело, определение распределения напряжений в зоне пластического деформирования тела.

IV. Рассмотрение задач пластического деформирования с учетом динамических эффектов и пр.

V. Возможное развитие решения сформулированных задач с учетом осложняющих факторов «квазихрупкого разрушения», влияние формы резца как объемного тела, влияние формы разрушаемого тела и способов его закрепления и пр.

Выводы

В результате выполненных аналитических исследований установлено, что наиболее целесообразным видом механического воздействия с точки зрения снижения удельной энергоемкости процесса измельчения зерновых кормов и повышения качества конечного продукта, следует считать скалывание и резание. При математическом моделировании процессов измельчения зерновых

кормов резанием изначально необходимо определить напряженное состояние, приводящее к пластическим деформациям, а в дальнейшем рассматривать совместное упругопластическое состояние.

Список литературы

1. Боярский, Л.Г. Технология кормления и полноценное кормление сельскохозяйственных животных [Текст] / Боярский Л.Г. - Ростов н/Д: Феникс, 2001. - 200 с.

2. Зиганшин, Б.Г. Повышение эффективности технических средств приготовления кормов в животноводстве на основе расширения технологических возможностей измельчителей [Текст]: автореф. дис. ... док. техн. наук: 05.20.01 / Зиганшин Булат Гусманович; Казанская государственная сельскохозяйственная академия. - Казань, 2004. - 48 с.

3. Абрамов, А.А. Обоснование параметров и режимов работы измельчителя зерна скалывающего типа [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Абрамов Александр Александрович; Донской государственный технический университет. - Ростов - на Дону, 2006. - 22 с.

4. Черепанов, Г.П. Механика хрупкого разрушения [Текст] / Г.П. Черепанов. - М.: Наука, 1974. - 640 с.

5. Либовиц, Г.К. Разрушение [Текст] / Г.К. Либович. - Мир, 1975. - 766 с.

6. Надаи А. Пластичность и разрушение твердых тел [Текст] / А. Надаи . - М.: Мир, 1969. - 863 с.

7. Ильюшин А.А. Пластичность [Текст] / А.А. Ильюшин. - М.: Изд-во АН СССР, 1961. - 271 с.

8. Качанов Л.М. Основы теории пластичности [Текст] / Л.М. Качанов. - М.: Наука, 1969. - 420 с.

Анотація

ДО ПИТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА МЕТОДОМ РІЗАННЯ

Нанка О.В.

Приведені результати аналітичного дослідження впливу методу механічної дії на енергоємність процесу подрібнення зернових кормів і визначені напрями математичного моделювання процесів подрібнення зернових кормів методом різання.

Abstract

TO QUESTION OF DECISION OF TASK OF IZMEL'CHENEIYA CORNMEAL BY CUTTING METHOD

A. Nanka

The results of analytical research of influence of method of the mechanical affecting are resulted power-hungryness of process of grinding down of corn forages and directions of mathematical design of processes of grinding down of corn forages a cutting method are certain.