

ПРИМЕНЕНИЕ КАВИТАЦИИ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

А.А. Романович, к.т.н.

Белорусский государственный аграрный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Постановка проблемы. Повышение продуктивности животных, снижение затрат на единицу продукции немислимо без эффективного использования кормов. С целью стабилизации полноценного кормления животных в мировой практике все больше внимания уделяется концентрированным кормам. Однако переваримость зерна составляет 60–65 %, что явно недостаточно. Для увеличения усвояемости применяют различные способы обработки зернофуража. В настоящее время наиболее эффективными являются влаготепловые способы, среди них заслуживает особого внимания гидродинамический способ обработки зернофуража с использованием кавитации, так как он является наименее энергоемким [1].

Основные материалы исследования. В процессе обработки зернового материала в гидродиспергаторе обрабатываемая среда подвергается механическому и гидродинамическому (кавитационному) воздействиям. Явление кавитации возникает в жидкости при понижении в ней давления до предела, при котором происходят разрывы потока. Наступление кавитации характеризуется появлением мельчайших парогазовых пузырьков, которые при соответствующем развитии кавитации образуют в потоке кавитационные пульсирующие каверны – факелы кавитации.

Пузырьки захлопываются во время полупериодов сжатия, создавая кратковременные импульсы давления, с образованием точечных температур, способных разрушать даже весьма прочные материалы. Если кавитационные пузырьки замыкаются вблизи от твердого тела, то многократно повторяющиеся удары приводят к разрушению поверхности рядом находящегося твердого тела. Импульсы давления, возникающие в кавитационных пузырьках, обуславливают также мгновенные разрывы микроорганизмов и простейших, находящихся на твердых предметах и в водной среде. Вода, получившая порцию энергии в виде серии возмущений давления, начинает постепенно нагреваться. Таким образом, можно утверждать, что при гидродинамической обработке зерна одновременно происходят три процесса: измельчение, смешивание и нагрев водно-зерновой массы.

Для переработки зерна в легкоусвояемую пастообразную массу был изготовлен экспериментальный гидродиспергатор, состоящий из емкости вместимостью 200 л, центробежного насоса производительностью 25 м³/ч, трубопроводов и кавитатора, выполненного в виде конического патрубка.

Конический патрубок предназначен для увеличения давления жидкости до порогового значения, после которого, попадая в область атмосферного

давления (в емкость аппарата), парогазовые пузырьки начинают захлопываться, разрушая при этом зерновые компоненты смеси.

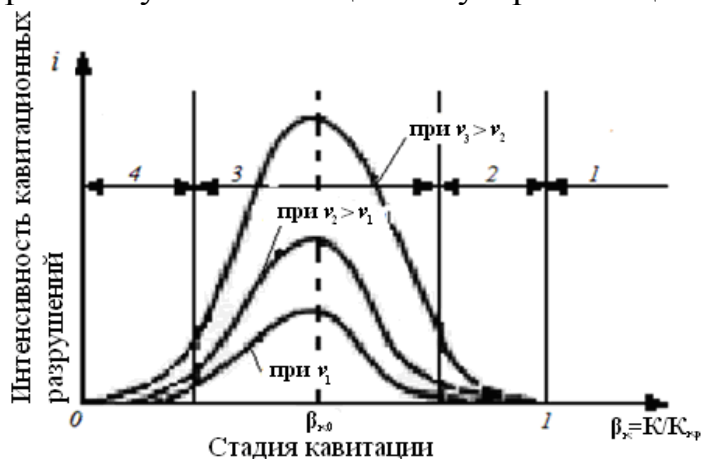
Параметром, характеризующим процесс, является степень развития (стадия) кавитации, которая характеризуется отношением

$$\beta_k = \frac{K}{K_{кр}}, \quad (1)$$

где K – коэффициент кавитации в данных условиях работы;

$K_{кр}$ – то же в условиях начала возникновения кавитации.

В зависимости от степени развития процесса различают начальную стадию кавитации, развившуюся кавитацию и суперкавитацию (рис. 1).



- 1 – бескавитационный режим; 2 – начальная стадия;
3 – развившаяся кавитация; 4 – суперкавитация

Рис. 1. Схематический график зависимости интенсивности кавитационных разрушений i от стадии кавитации $\beta = K/K_{кр}$

Соответствующие им значения β для плохообтекаемых тел лежат в следующих границах: начальная стадия – $0,7 < \beta_k < 1$, развившаяся – $0,15 < \beta_k < 0,7$, суперкавитация – $\beta_k > 0,15$.

Кавитационные разрушения, их интенсивность зависят от формы и стадии кавитации, очертаний обтекаемого тела, содержания в воде воздуха, скорости потока, вида материала кавитируемого тела. При некотором значении $\beta_k = \beta_{к0}$ в стадии развившейся кавитации возникают максимальные кавитационные разрушения. В начальной же стадии и в стадии суперкавитации разрушения существенно меньше или вообще могут отсутствовать, особенно при непродолжительных кавитационных воздействиях [2].

Коэффициент кавитации в данных условиях работы гидродиспергатора будет равен:

$$K = \frac{\frac{p_2 + p_a}{2} - p_{кр}}{\rho_n \left(\frac{v_{нас} \cos \alpha + v_{нас}}{2} \right)^2} = \frac{p_2 + p_a - 2p_{кр}}{2\rho_n v_{нас}^2 \left(\frac{\cos \alpha + 1}{2} \right)^2} \quad (2)$$

где p_2 – давление в рабочей емкости гидродиспергатора, кПа;

p_a – атмосферное давление, кПа;

$p_{кр}$ – критическое давление, кПа;

$\rho_{п}$ – плотность водно-зерновой смеси, кг/м³;

$v_{нас}$ – скорость потока, создаваемая насосом, м/с;

α – угол наклона боковой поверхности ускоряющего патрубка, град.

Значение параметра кавитации, соответствующее условиям возникновения кавитации, принято называть критическим и обозначать $K_{кр}$. Значение $K_{кр}$ будет различным в зависимости от видов неровностей, встречаемых потоком. В данном случае будет иметь место сужение трубопровода. Для неровностей такого вида (пространственных выступов) рекомендуется принимать $K_{кр} = 2 \sin \alpha$ [3].

Выводы. В результате теоретических исследований получены аналитические зависимости для определения параметров кавитатора для гидродинамической обработки консервированного зернофуража, учитывающие физико-механические свойства сырья и конструктивные параметры установки.

Список литературы

1. Шестаков, С.Д. Основы теории процессов и аппаратов кавитационной дезинтеграции: дис. ... д-р техн. наук : 05.20.01 / С.Д. Шестаков. – М. , 2001. – 128 с.
2. Справочник по гидросопротивлениям / Е.И. Идельчик. – М. : Наука, 1992. – 354 с.
3. Башта, Т.М. Машиностроительная гидравлика / Т.М. Башта. – М. : Машиностроение, 1971. – 672 с.