

Подібний характер зміни властивостей поверхневих шарів встановлено Л.І. Погодаєвим і при гідроабразивному зношуванні [3].

Згідно структурно-енергетичної теорії зношування Л.І. Погодаєва [4] інтенсивність зношування матеріалів при динамічному навантаженні визначається відношенням густини потоку енергії деформації (навантаження), яка вноситься в матеріал мікроударами кумулятивних мікроструминок чи абразивних часток, до критичної густини потужності деформації (руйнування) $W_{кр}$. Для керамічних матеріалів остання визначається не лише складом і властивостями, а й структурою матеріалу і врешті решт енергією активації окремих актів стрибкоподібного розвитку дислокаційних мікротріщин і коефіцієнтом інтенсивності напружень K_{IC} .

З врахуванням проведених досліджень авторами запропонована конструкція ГКА зі змінною проточною робочою камерою з керамічного матеріалу (рис. 3).

Кавітаційний змішувач містить послідовно сполучені конфузори, циліндричну проточну камеру з рухомих в осьовому напрямку кавітатором, проточна камера виконана з керамічного матеріалу.



Кавітаційний змішувач працює таким чином: оброблюване середовище через патрубок підведення 2 надходить у проточну камеру 7 і натікає на розміщений у ній конусоподібний кавітатор 6, за яким утворюються кавітаційні каверни, що генерують поле кавітаційних бульбашок, які насичують потік середовища за кавітатором 6. Захлопуючись, кавітаційні бульбашки утворюють пульсуючі ударні хвилі і кумулятивні мікрострумки, що здійснюють інтенсивне перемішування і спричиняють кавітаційно-ерозійний вплив на оброблюване середовище і проточну камеру. Крім того, переміщуючи кавітатор 6, закріплений на штоці 1, вздовж осі проточної камери 7, можна змінювати положення кавітатора 6 в робочій камері регулюючи тривалість її зношування і, відповідно, експлуатації.

Застосування запропонованого технічного рішення для одержання емульсій, суспензій у гідродинамічному кавітаційному полі дозволяє знизити кавітаційне зношування робочої камери.

Список літератури: 1. Кавун В.П. Дослідження ерозії неметалевих конструкційних матеріалів / В.П. Кавун, О.А. Литвищенко, О.І. Нехоз // Наук. пр. Нац. ун-ту харч. технологій. – 2006. – № 18. – С. 57 – 59. 2. Лукасик К. Научно-технические основы повышения эффективности работы и долговечности клапанных гомогенизаторов: дис. ... докт. техн. наук. / К. Лукасик. – Киев: НУХТ, 2003. 3. Погодаев Л.И. Режимы работы и долговечность деталей землесосных снарядов / Л.И. Погодаев, Н.В. Лукин. – М.: Транспорт, 1990. – 192 с. 4. Погодаев Л.И. Структурно-энергетические модели надежности материалов и деталей машин / Л.И. Погодаев, В.Н. Кузьмин. – С-Пб.: Академия транспорта РФ, 2006. – 608 с.

Надійшла до редакції 12.06.09

УДК 669.01: 621.9

Е.В. ШТЕФАН, канд. техн. наук, НУХТ, г. Киев, Украина

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Представлены основные принципы и методика построения математической модели процессов механической обработки дисперсных материалов. Рассмотрены примеры практического использования разработанных моделей в технологиях прессования керамических масс, процессах обработки влажных насыщенных дисперсных систем, формовании и уплотнении сыпучих материалов.

The basic principles and technique of mathematical model construction of processes of machining disperse materials are submitted. The examples of practical application of the developed models in technologies of pressing of ceramic weights, processes of the sated by a moisture disperse systems processing, forming and condensation of loose materials are considered.

Постановка проблемы в общем виде и её связь с важными научными и практическими заданиями. Многие типы технологического оборудования горнорудной, энергетической, химической, фармацевтической и пищевой отраслей промышленности предназначены для измельчения, смешивания, разделения и уплотнения дисперсных материалов (ДМ) в зависимости от

назначения их переработки. Интенсификация соответствующих производственных процессов обуславливает все более жесткие требования к показателям эффективности работы основных технологических систем. Поэтому при проектировании таких машин и аппаратов необходимо определение взаимосвязи между конструктивными (размеры рабочих зон машин, форма и скорости движения рабочих органов и т.п.) и технологическими (производительность машины, давление, температура, физико-механические характеристики обрабатываемого материала и т.п.) параметрами. Традиционный подход к проектированию такого типа оборудования основан на эмпирических зависимостях и экспериментальном опыте [1] и не позволяет дать количественную оценку взаимовлияния конструктивно-технологических параметров процессов обработки и структурно-механических характеристик сырья. Поэтому задача по использованию современных методов математического моделирования, позволяющих имитировать соответствующие процессы в реальных пространственно-временных измерениях, является актуальной.

Анализ последних исследований в области механической обработки (ДМ) свидетельствует, что для эффективного проектирования соответствующего технологического оборудования необходимо учитывать структурно-механические особенности обрабатываемых материалов и, в первую очередь, такие их реологические свойства, как упругость, пластичность, вязкость. В работах [1,2,4] заложены основные принципы построения математических моделей процессов механической обработки ДМ. Для повышения эффективности практического использования подобных математических моделей необходимо дальнейшее их совершенствование, направленное на возможность учета максимального количества конструктивно-технологических параметров.

Постановка задания заключается в разработке и апробации на конкретных примерах математических моделей процессов обработки ДМ.

В основу построения соответствующих математических моделей положена концепция представления ДМ в виде двухфазных смесей пористой или зернистой твердой деформированной структуры заполненной жидкостью или газом [1]. Для описания поведения ДМ использованы понятия напряжений, деформаций, плотности, а также скорости изменения этих параметров. Эти тензорные и скалярные характеристики имеют локальную природу и определяются при помощи операций предельного перехода, когда элементы пространства (объемы и поверхности) стягиваются к точкам. Поскольку каждая

дискретная частица дисперсной фазы взаимодействует с соседними частицами, распределение напряжений в ней неоднородно. Поэтому, для упрощения математического описания механического поведения ДМ будем использовать для соответствующих параметров пространственное осреднение по твердой и газо-жидкой фазам [5].

По аналогии с [1] общую методику разработки математической модели можно представить последовательностью следующих этапов:

1. Формулировка аналитических зависимостей, которые содержат параметры, описывающие расчетную схему объекта исследований. Эти соотношения должны иметь вид замкнутой системы уравнений, которая описывает поведение объекта исследований в реальных пространственно-временных измерениях (краевая задача математической физики).
2. Решение сформулированной задачи и разработка последовательности действий (алгоритма) по преобразованию входных параметров в выходные.
3. Реализация разработанного алгоритма в виде компьютерной программы, которая обеспечит автоматизацию проведения вычислительных экспериментов.

Каждый из вышеупомянутых этапов представляет собой отдельную, иногда, достаточно сложную задачу. Результатом выполнения каждого с данных трех этапов будем считать создание соответственно трех взаимосвязанных моделей - аналитической, алгоритмической и цифровой.

Таким образом, под математической моделью будем понимать теоретическую разработку в виде аналитической, алгоритмической и цифровой моделей, которая отображает все свойства объекта исследований в пределах разработанной расчетной схемы и позволяет автоматизировать её практическое использование с применением компьютерных технологий.

Аналитическая модель определяется свойствами объекта исследований и проблемной ориентации поставленной задачи [4]. В основу построения аналитической модели положены фундаментальные законы сохранения, которые описывают свойства объекта исследований. Конкретизация технологического процесса, для рассмотрения которого используется данная модель, реализуется заданием особенностей деформирования твердой фазы (реологии) и соответствующих режимов пространственно-временного изменения граничных условий. При этом учет движения жидкой фазы осуществляется заданием кинетики изменения объемных содержаний фаз, обусловленных фильтрационным механизмом [5].

праці НУХТ. – 2003. – № 14. – С. 32 – 35. 9. Риндюк Д.В. Розробка метода визначення оптимальних конструктивно-технологічних параметрів преса-гранулятора / Д.В. Риндюк, С.В. Штефан // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: 2006. – Вип. 28, Т. 2. – С. 202 – 205.

Поступила в редакцію 15.06.09

УДК 664.7

Ю.І. БОЙКО, канд. техн. наук, НУХТ, г. Київ

Ю.Г. СУХЕНКО, докт. техн. наук, ВМУРОЛ "Україна"

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПОДРІБНЕННЯ В МІНІ-МЛИНАХ

Запропонований спосіб тонкого здрібнення відходів олійожирових культур, схему нового кулькового подрібнювача. Розглянуто будову та принцип роботи кулькового подрібнювача при тонкому здрібненні тонкого подрібнення відходів олійожирових культур.

The way of soft grinding of oil-fatty cultures wastes as well as sheme of new sphere grinder have been proposed. The construction and principle of working of sphere grinder in case of soft grinding of oil-fatty cultures wastes have been shown.

Постановка проблеми у загальному виді та її зв'язок з важливими науковими й практичними завданнями. Подрібнення зернової сировини – одна з основних технологічних операцій при виробництві борошна із зерна та зернопродуктів. Використання білкових добавок рослинного походження, в рецептурах хлібобулочних виробів дозволяє підвищити їх харчову та біологічну цінність, органолептичні та фізико-хімічні показники, дає змогу отримати якісний хліб з борошна пониженої якості. Перспективним джерелом білку для хлібопекарної галузі є вторинні продукти переробки круп'яної, борошномельної та олійножирової промисловості [1].

При цьому найбільший ефект досягається при комплексному застосуванні білкових добавок з урахуванням їх хімічного складу і дисперсності, які впливають на структурно-механічні властивості тіста та біохімічні процеси у ньому.

Аналіз останніх досліджень в харчовій промисловості використовується знежирене борошно з макух таких олійножирових культур зокрема

макухи амаранту; льону, сої. Його застосовують, як ферментативну функціональну добавку, що містить ліпоксигеназу, яка сприяє відбілюванню шарикичного хліба.

За кордоном харчове знежирене борошно із макух отримують методом пневматичного сепарування [2]. У вітчизняній промисловості знежирене борошно із макух одержують на технологічних лініях внаслідок рахунок подрібнення на вальцях та розсіювання на верстатах типу ЗРШ-6 [3]. Розмелювання макух на вальцових верстатах приводить до залипання валків та абразивного пошкодження просіювальних сит розплющеними твердими частинками продукту.

Постановка задачі є розроблення альтернативного способу тонкого подрібнення відходів олійожирових культур. Такий спосіб був запропонований і впровадженний авторами на виготовленому дослідному промислому зразку нового кулькового подрібнювача [4].

Схема кулькового млина наведена на рисунку.

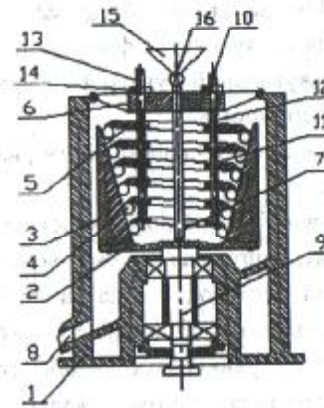


Рисунок – Схема кулькового подрібнювача:

- 1 – циліндричний корпус; 2 – обертовий стіл; 3 – конічне розмелювальне кільце;
- 4 – подрібнювальні кульки; 5 – притисні кільця; 6 – кришка;
- 7 – завантажувальний патрубок; 8 – розвантажувальний патрубок; 9 – вал;
- 10 – гайка; 11 – стяжні болти; 12 – дистанційні втулки; 13 – регулювальні болти;
- 14 – контр-гайка; 15 – завантажувальний бункер; 16 – дозатор.

Він складається із вертикального циліндричного корпуса 1, всередині якого на валу 9 закріплений обертовий стіл 2 з конічним розмелювальним