

### Література

1. З.А. Зазулина, Т.В. Дружинина, А.А. Конкин «Основы технологи химических волокон» - М: «Химия» 1985.
2. Выявление и устранение проблем в экструзии/ К. Раувендааль, М. д. Пилар Норвега Е., Х. Харрис; Пер. с англ, под ред. Володина В.П.- СПб.: Профессия, 2008.- 328 стр., ил.
3. Мурдід Н.В., Швед М.П., Мікульонок І.О., Швед Д.М., “Каскадно-шестеренний дисковий екструдер для переробки полімерних матеріалів”. “Наукові вісті КПІ №2009/2” – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – С. 74-77.
4. Шестеренные насосы. Основне параметры и их расчет / Юдин Е.М.// издательство «Машиностроение», 1964г. – 237с.
5. Радченко Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / Радченко Л.Б. — К. : ІЗМН, 1999. — 220 с.

УДК 66.028:664.127

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПЕЛЬМЕНЕЙ В МЕРНОЙ ЁМКОСТИ ДОЗАТОРА

Владимиров В.Н, канд. техн. наук, доцент, Владимиров С.В., канд. техн. наук  
Донецкий национальный университет экономики и торговли  
имени Михаила Туган – Барановского, г. Донецк

*В статье приведены результаты экспериментальных исследований, позволяющие подтвердить выдвинутую гипотезу и судить о силовом взаимодействиипельменей, перемещаемых под действием вибратора, с мерной ёмкостью объёмного дозатора.*

*The results of experimental studies to confirm you-go hypothesis and to judge the force interaction ravioli moved under the influence vibration-generator with a capacity of dimensional volume batcher.*

**Ключевые слова:** объёмный дозатор, вибратор, мерная ёмкость, пельмени.

Пельмени – одно из наиболее популярных в наше время блюд. Их производство, наиболее динамично развивающееся направлений в мясопереработке. Интерес бизнесменов не случаен – выпуск мясных полуфабрикатов позволяет оптимизировать производство и сделать его безотходным.

Развитию малых предприятий по производству пельменей способствует повышенный интерес населения к мелкосерийной продукции. Однако выпуск этого ценного продукта связано со значительными затратами ручного труда на его фасовку, что значительно влияет на стоимость изделия.

Анализ возможных направлений создания машин для фасовки пельменей, исключающих недостатки ранее разработанных конструкций, показал, что наиболее эффективны комбинированные машины, состоящие из объёмного дозатора и устройства для взвешивания и отбраковки коробочек, масса которых отличается от номинальной. Вместе с тем, применяемые объёмные дозаторы имеют низкую точность отмеривания масс-доз, что значительно влияет на производительность, габаритные размеры, стоимость и металлоёмкость всей машины. [4]

Основываясь на ранее проведенных исследованиях, а также на трудах М.Н. Александровой, Ю. Флигера, П.Н. Платонова, А.Н. Рабиновича, В.М. Медвидя, А.Г. Фролова, Р.Л. Зенкова и др., можно предположить, что стабилизация массы в мернике интенсивно протекает при свободном падении сыпучего тела в мерной емкости, то есть ускорение вибратора должно незначительно превышать ускорение свободного падения пельменей. [1, 2, 3] Движение пельменей в мерной емкости под действием вибрации целесообразно перед рассмотрением разделить на три этапа:

1. Движение продукта от верхней точки до середины пути. Поршень вибратора отделяется от продукта, который под действием гравитационных сил следует за ним. Силы взаимодействия между пельменями уменьшаются до минимума. Продукт, расположенный по периметру емкости, взаимодействует с ней и ориентируется. Каждый последующий ряд пельменей ориентируется по предыдущему, обладающему меньшей скоростью по сравнению с ним.

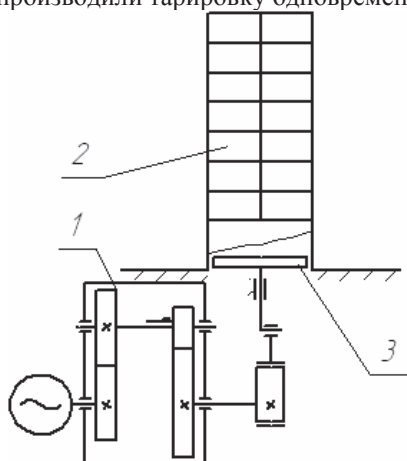
2. Движение продукта от средней точки к нижней. Продукт догоняет поршень вибратора и приобретает его скорость. Пельмени контактируют друг с другом и предотвращают взаимопереориентацию.

3. Движение продукта от нижней точки к верхней. Перемещение сыпучего продукта вверх связано со значительным увеличением сил взаимодействия между его частичками. Поэтому процесс ориентации пельменей не возникает.

Целью работы является изучение взаимодействия продукта с мерной ёмкостью при вибровоздействии, позволяющее подтвердить выдвинутую гипотезу.

Экспериментальная установка показана на рисунке 1. Давление пельменей по высоте мерной ёмкости определяли тензометрическим способом. Для этого мерник изготавливали из тензоколец 2, которые крепили с зазором друг от друга на планке. Последнюю жестко закрепляли на станине. Под ёмкостью размещали поршень 3, соединённый с виброприставкой 1.

Для тарировки тензоколец использовали эластичную камеру, выполненную в виде мерника, которая посредством гибкого воздухопровода была соединена с U - образным манометром и баллоном, предварительно наполненным сжатым воздухом. Применение баллона позволило постепенно наполнять газом камеру. При тарировке тензоколец камеру помещали в мерную ёмкость и подавали воздух. Величину удельного давления определяли по манометру и сопоставляли с показаниями осциллографа, т.е. строили тарировочные графики. При этом производили тарировку одновременно всех колец.



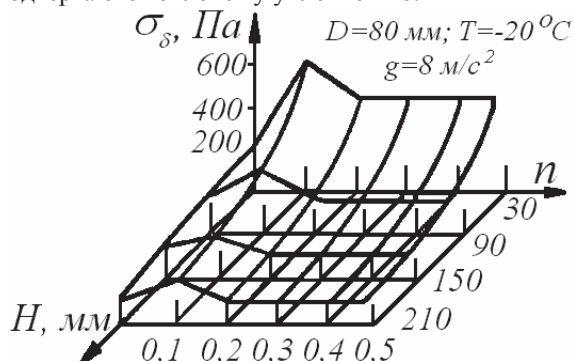
1 - виброприставка; 2 - тензокольцо; 3 - поршень.

**Рис.1 – Кинематическая схема стенда для определения давления пельменей на стенку мерной ёмкости**

Перед работой мерную ёмкость охлаждали до  $-10^{\circ}\text{C}$  и настраивали тензостанцию. Затем мерник заполняли пельменями, охлажденными до  $-20^{\circ}\text{C}$ , и включали вибратор. Продукт, совершая колебательные движения, контактировал с тензокольцами и изгибал их, что позволяло находить давление пельменей на стенку мерной ёмкости.

В первой серии экспериментов определяли влияние времени вибровоздействия на усилие, затрачиваемое на перемещение пельменей вверх. Исследовали мерную ёмкость диаметром  $D = 80 \text{ мм}$ ; пельмени "Сибирские" с температурой поверхности  $-20^{\circ}\text{C}$ ; вибратор имел следующие характеристики: частота  $f = 6 \text{ с}^{-1}$ , амплитуда  $A = 5 \text{ мм}$ .

Характер изменения бокового давления для всех слоев продукта, помещенного в мерную ёмкость, одинаков (рис.2). Причем, чем ближе этот слой расположен к поршню, тем выше боковое давление. Вот почему эти слои особенно подвергаются силовому уплотнению.



**Рис. 2 – Изменение бокового давления пельменей ( $\sigma_{\delta}$ ) по высоте мерной ёмкости ( $H$ ) в зависимости от положения поршня вибратора ( $n$ ) при перемещении их вверх**

На наш взгляд, усилия от поршня вибратора к боковой поверхности мерной емкости передаются посредством параболаидов, образованных частицами сыпучего тела. На характер образования этих сводов влияет как диаметр мерной емкости, так и угол естественного откоса испытываемого тела. Чем меньше диаметр емкости и угол естественного откоса сыпучего тела, тем больше плотность его укладки в средней части мерника по сравнению с периферийной. Кроме того, плотность укладки нижних слоев, благодаря существованию напора, выше верхних.

Движение поршня в первоначальный момент способствует формированию слоев и их уплотнению. Причем, из-за разной плотности укладки передача усилий от поршня к продукту осуществляется через его центральную часть, а не по всей плоскости.

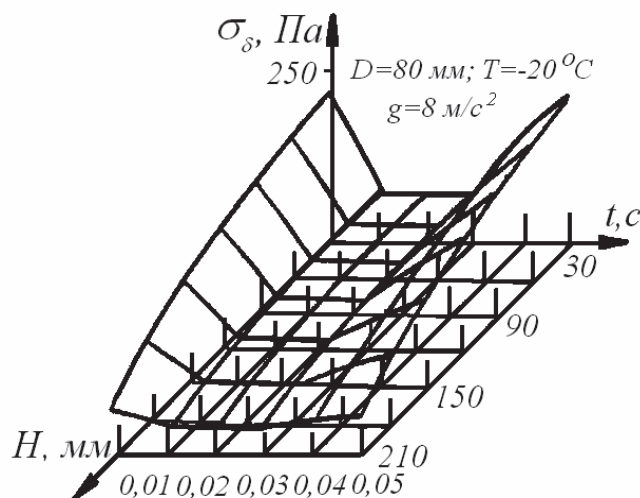
По мере движения поршня сыпучее тело уплотняется и изменяет кривизну парабол, что приводит к увеличению бокового давления. Помимо этого, возрастает площадь пятна контакта, через которое усилия передаются от поршня к продукту, уменьшаются упругие свойства сводов и повышается роль нормальной составляющей. Когда величина последней превысит силу трения, слой продвигается вверх.

В связи с тем, что продукт имеет неравномерную плотность укладки по высоте, деформация каждого последующего слоя будет меньше предыдущего (отсчет ведем от поршня), что приводит к уменьшению бокового давления, т.е. кривые стремятся приобрести вид, близкий параболе.

Изменяя геометрические размеры мерной емкости и параметры вибратора, можно значительно понизить величину сил проталкивания, а, следовательно, и мощность вибратора. Кроме того, при давлении испытываемого тела на поршень, равном  $\sigma_{max} = 2500$  Па, происходит его зависание в мерной емкости, а в случае, когда время вибровоздействия превышает 12 с, для мерника диаметром  $D = 80$  мм, наблюдается размораживание пельменей.

При движении пельменей вверх их ориентация практически невозможна вследствие необходимости преодоления не только силы трения, но и нормальной силы со стороны окружающих пельменей.

Анализ эксперимента показал, что падение сыпучего тела под действием гравитационных сил в мернике сопровождается выравниванием бокового давления по высоте до определенной величины, обусловленной физико-механическими свойствами фасуемого продукта и диаметром емкости (рис. 3). При этом характер изменения бокового давления одинаков для всех слоев. Данному этапу свойственно возрастание скорости движения испытываемого тела, его разрыхление и ориентация пельменей относительно стенки. Далее продукт "догоняет" поршень вибратора и приобретает его скорость.



**Рис. 3 – Изменение давления пельменей ( $\sigma_{\delta}$ ) по высоте мерной емкости ( $H$ ) в течение времени ( $t$ ) при движении их под действием гравитационных сил**

Возникает давление верхних слоев на нижние, увеличиваются силы взаимодействия между пельменями, повышается плотность сыпучего тела, уменьшается угол естественного откоса, а, следовательно, возрастает боковое давление. При этом эпюры бокового давления в начальный и конечный периоды падения пельменей, а также давление продукта на стенку мерника в статическом состоянии близки.

Всё высказанное подтверждает предложенную гипотезу.

#### **Выводы**

В ходе проведённых экспериментов выявлено, что перемещение пельменей вверх под действием вибратора сопровождается значительным давлением продукта на стенки мерной ёмкости. Движение стеснённое. Переориентация пельменей затруднена.

Движение продукта вниз сопровождается резким понижением давления его на стенки мерной ёмкости, что благоприятствует ориентации пельменей.

Проведенные исследования подтвердили ранее виденную гипотезу.

#### Литература

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред.совет.: В41 В.Н. Челомей (пред.). –М.: Машиностроение, 1981,-Т.6. Защита от вибрации и ударов/Под ред. К.В.Фролова, 1981- 456 с.
2. Данене В.А. Исследование влияния состояния рабочей поверхности мерных емкостей на плотность укладки частиц. - В кн.: Упаковочные автоматы /Каунасский политехнический ин-т им. А. Снечкуса. - Каунас, 1974,с.44 - 48.
3. Из жизни сыпучих [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые данные (22980 байта). PakkoGraff.ru -М.: ГПНТБ РФ, 2007. - Режим доступа: <http://www.pakkograff.ru/reader/articles/equipment/pack/115.php/> HTML Monday, 02 May 2007 14:35:40.
4. Некоторые аспекты фасования сыпучих продуктов/ С.В. Яхимович, А.С. Яхимович//Упаковка.-2004.- № 2.- С.27-29. – Объемные дозаторы.

УДК 532.695:541.182.644

## ОТРИМАННЯ ГЕЛЕВИХ СИСТЕМ МЕТОДОМ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Грабова Т.Л., канд.техн.наук., ст.н.співр. ІТТФ НАН України  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

*Експериментально досліджено вплив ефектів дискретно-імпульсного введення енергії в гетерогенні системи, реалізуємих в дисково-циліндричних апаратах, на процеси структуроутворення в системах спиртсодержаща суміш – карбомер. Предложена ДІВЕ-технологія дозволяє інтенсифікувати тепломасообмінні процеси отримання спиртових гелів в 2 рази.*

*The influence of the DPIE effects in the disc-cylinder apparatus on the process of structuring in systems alcohol-containing mixture - Carbomer is investigated. The proposed DPIE-technology has allowed to intensify heat-mass exchange processes of obtaining alcohol gels twice.*

**Ключові слова:** структуроутворення, ДІВЕ, дисково-циліндричний, РПА, тепломасообмінні, процеси, гідродинаміка.

На сьогодні швидко розширюється спектр структурованих матеріалів з різноманітними функціональними можливостями. Тому дослідження закономірностей протікання тепломасообмінних процесів структуроутворення у дисперсних системах має теоретичне і прикладне значення [1-3].

Ряд технологій отримання хіміко-фармацевтичної та косметичної продукції, таких як м'які лікарські форми, гелі, креми, пасти та таке інше, включає у себе процеси структуроутворення, тобто отримання з вільно-дисперсної системи, частіше це багатоконпонентні гетерогенні системи, зв'язано-дисперсну структуру.

У представленій роботі проведено експериментальне дослідження процесів структуроутворення у спиртовмісних сумішах (етанол, ефірні кислоти, ароматичні масла, вода) з метою інтенсифікації тепломасообмінних процесів та відпрацювання технології отримання спиртових гелів антибактеріального призначення.

В якості структуроутворювача застосовується карбомер, який є високодисперсним порошком (розмір часток 1...25 мкм) з гідрофільними властивостями. Кожна частка являє собою тривимірну рідко-зшиту структуру [2, 4].

Відомо, що вихідні властивості, у тому числі й функціональні, дисперсних систем залежать не тільки від фізико-хімічної природи субстанцій, розміру та форми частинок структуроутворювача, та його питомої поверхні, а й від теплотехнологічних параметрів процесу, а саме: температури, від способу введення структуроутворювача у дисперсійне середовище, методів обробки та отримання зв'язано-дисперсної системи [1, 3].

За аналізом науково-технічних даних [1,4] процеси гелеутворення з використанням карбомерів здійснюються переважно у невеликих ємностях, обладнаних перемішувачами пристроями, які утворюють так звану "воронку" у дисперсійному середовищі. В яку повільно з залученням допоміжного просіювача