

Автореферат
№ 46

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

НОВИЧКОВА Тамара Петровна

УДК 539.215.004.4

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ
НА ПРОЦЕСС ИХ СЛЕБИВАЕМОСТИ

Специальность 05.18.12 - процессы и аппараты
пищевых производств

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1988

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова

Научный руководитель: доктор технических наук,
доцент Карнаушенко Л.И.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Платонов П.Н.
доктор технических наук,
профессор Дубынина Н.Г.

Ведущая организация: НПО Пищепромавтоматика
г. Одесса

Защита состоится "21" сентября 1988 г.
в 10⁰⁰ часов на заседании специализированного совета
К 068.35.02 в Одесском технологическом институте пищевой
промышленности им. М.В.Ломоносова по адресу: 270039,
г. Одесса, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке
Одесского технологического института пищевой промышленности
им. М.В.Ломоносова.

Автореферат разослан "19" сентября 1988 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
д.т.н., доцент

Л.И.Карнаушенко

Л.И. Карнаушенко
10.0.16275

ОНАХТ 21.06.12
Влияние условий хран



v016275

Актуальность работы. В решениях XXVII съезда КПСС и Продовольственной программы СССР определены пути развития народного хозяйства страны и повышение благосостояния народного хозяйства. Научно-технический прогресс должен осуществляться во всех звеньях агропромышленного комплекса (АПК), начиная от получения сырья, его транспортирования, переработки, до выхода готовой продукции. Основным сырьем АПК, а также других отраслей народного хозяйства являются сыпучие материалы (СМ), которые составляют более 60 % перемещенных грузов.

В процессе аккумуляции, дозирования СМ, которые находятся длительное время в неподвижном состоянии, наблюдается явление слеживаемости, которое оказывает отрицательное влияние на бесперебойную и ритмичную работу аппаратов и оборудования по переработке и их хранению. Для расчета и проектирования оборудования по переработке и хранению СМ необходимо располагать достоверными данными, характеризующими процесс слеживаемости, с выяснением влияния условий хранения на этот процесс.

Изложенное выше и определяет актуальность настоящей диссертационной работы.

Целью работы является разработка метода оценки процесса слеживаемости СМ с исследованием влияния условий их хранения для обеспечения рациональной разработки технологических процессов, создание аппаратов, оборудования и автоматизированных систем управления для хранения и переработки СМ.

Задачи работы:

- раскрыть природу процесса слеживаемости СМ;
- теоретически доказать взаимосвязь основного параметра сыпучего материала - начального удельного сопротивления сдвигу с основными параметрами сыпучего материала - физико-механическими свойствами;
- разработать комплексный критерий, оценивающий процесс слеживаемости СМ;
- разработать научно-обоснованный метод и экспериментальную установку для определения слеживаемости СМ;
- на основании системного анализа процессов, происходящих в СМ, получить комплексные математические модели процесса слеживаемости;
- наметить пути использования полученных данных в прак-

тике создания технологических процессов, машин и аппаратов по их переработке, а также разработке материалов с оптимальными физико-механическими свойствами.

Научная новизна работы. Раскрыт механизм процесса слеживаемости СМ.

Получена аналитическая взаимосвязь слеживаемости с основными физико-механическими параметрами СМ.

Разработан критерий слеживаемости СМ.

Разработан научно-обоснованный метод и устройство по оценке процесса слеживаемости СМ.

Практическая ценность работы. На основании аналитического анализа процесса слеживаемости СМ выбран параметр, определяющий этот процесс, разработана научно-обоснованная методика и создана конструкция экспериментальной установки для определения слеживаемости.

Прибор для определения слеживаемости и результаты исследования внедрены во ВНИИХСЭР, г. Москва, с реальным экономическим эффектом 52 тыс. рублей в год.

Апробация работы. Основные положения работы доложены на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников ОТИИ им. М.В. Ломоносова, Одесса, 1981-1988 гг., на Всесоюзных конференциях "Технология сыпучих материалов", Белгород, 1986, "Теоретические и практические аспекты применения методов инженерной физико-химической механики с целью совершенствования и интенсификации технологических процессов пищевых производств", Москва, 1982, 1986, Всесоюзной конференции "Применение аппаратов порошковой технологии и процессов термосинтеза в народном хозяйстве", Томск, 1987, Республиканской конференции "Совершенствование техники и технологии в пищевой промышленности и общественном питании", Кутаиси, 1988 г.

На защиту выносятся следующие научные положения:

- физика процесса слеживаемости СМ;
- аналитическая взаимосвязь начального удельного сопротивления сдвигу СМ, определяющего процесс слеживаемости с основными физико-механическими свойствами СМ;
- критериальные уравнения слеживаемости СМ;
- создание научно-обоснованного метода и устройства по оценке процесса слеживаемости СМ;
- получение комплексных математических моделей процесса слеживаемости СМ с учетом их параметров и внешних факторов.

Публикации результатов. По теме диссертации опубликовано 9 научных статей.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы и приложений.

Работа изложена на 159 страницах машинописного текста; содержит 39 рисунков, 5 таблиц. Список литературы включает 192 наименования, в том числе 44 иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе содержится анализ литературных источников, посвященных разработке методов оценки процесса слеживаемости СМ. Показано, что существующие теории процесса слеживаемости СМ и методы их оценки не в полной мере соответствуют требованиям реальных технологических процессов, связанных с получением и хранением СМ.

Теоретические и экспериментальные работы П.Н. Платонова, Л.И. Карнаушенко, И.М. Кувшинникова, Р.Л. Зенкова, Г.А. Гениза, А.Д. Зимова, Ю.И. Макарова, И.И. Липштвана, Н.Г. Дубынина, Г.Ф. Костюка, И.Ф. Овчинникова, Н.К. Залдастаншвили, Ю.А. Мачихина, С.А. Мачихина, И.И. Берковича, И.И. Канцаурова, Н.А.Мак-Мак, Э.В. Дзенике, О. Молеруса, И. Духавары и др. показали, что вопросу слеживаемости посвящено большое число работ. Однако не полно учтено влияние внутренних и внешних параметров на данный процесс.

Анализ существующих методов и устройств для исследования процесса слеживаемости СМ позволил сделать вывод, что они недостаточно научно обоснованы. Отсутствуют критерии слеживаемости, оценивающие этот процесс в зависимости от температурных режимов, сроков хранения. Поэтому обоснована необходимость изучения процесса слеживаемости, аналитической взаимосвязи величины слеживаемости, характеризуемой начальным удельным сопротивлением сдвигу с основными физико-механическими параметрами СМ, разработки метода и устройства для оценки процесса слеживаемости, а также получения критериальных уравнений слеживаемости СМ и их математических моделей.

Во втором разделе рассмотрен механизм контактного взаимодействия между частицами СМ, а также выведена аналитическая взаимосвязь начального удельного сопротивления сдвигу - τ_0 , характеризующего процесс слеживаемости с основными физико-меха-

Таким образом, получено уравнение (5) взаимосвязи T_{08} с основными физико-механическими параметрами СМ: углом внутреннего трения γ_{θ} и удельным сопротивлением на разрыв - T_{θ} .

Для характеристики процесса слеживаемости СМ, используя теорию размерностей, было получено критериальное уравнение:

$$K_{T_{08}} = (K_{\text{булл.}})^m \cdot (K_{\theta, \theta})^n, \quad (6)$$

где $K_{T_{08}} = T_{08} / T_{\theta}$ - критерий слеживаемости; $K_{\text{булл.}} = \text{булл.} / T_{\theta}$ - критерий напряженного состояния; $K_{\theta, \theta} = \frac{\theta \cdot \alpha \cdot \theta^3}{\rho \cdot d_i^3}$ - критерий времени хранения, температуры и грануломорфологического состава материала; θ - температура окружающей среды; α - коэффициент теплопередачи; ρ - плотность вещества; m, n - показатели степеней, указывающие взаимосвязь критериев, определяются по экспериментальным данным и их величина зависят как от природы материала, так и от внешних и внутренних параметров СМ.

В третьем разделе приведена научно-обоснованная методика и конструкция экспериментальной установки для оценки процесса слеживаемости СМ.

В качестве объектов исследования были приняты материалы, применяемые в пищевой и других отраслях Госагропрома СССР: мука первого сорта, крупка пшеничная, манная крупа, яблочный порошок, молочная сыворотка, сухое молоко, какао-порошок, мел и каолин.

Для исследования процесса слеживаемости СМ использовался прибор, работающий по принципу кольцевого сдвига. Предложенный метод и устройство позволяют определять начальное удельное сопротивление сдвигу - T_{08} , характеризующее процесс слеживаемости в зависимости от напряженного состояния булл. сроков хранения - θ и температурных режимов - θ .

Для определения слеживаемости СМ была разработана методика, заключающаяся в том, что после загрузки СМ в обойму его подвергают нагружению и хранят в заданных условиях необходимое время. После окончания выдержки СМ в заданных условиях нагрузку снимают и определяют величину начального удельного сопротивления сдвигу. Принципиальная схема прибора приведена на рис. 2.

Для загрузки исследуемого материала снимается нагрузочное устройство (детали 6, 7, 8, 9). Получашки 1 и 2 обоймы фиксируются друг с другом при помощи винтов 3. Собранный обойма заполняется исследуемым материалом и устанавливается на стенде. В загруженную обойму на верхний слой СМ устанавливается кольцо 4

на получашку 2 обоймы крепится кольцо. Вращением винтового нагрузочного устройства производится уплотнение исследуемого СМ до заданной величины напряженного состояния. Процесс уплотнения ведется до тех пор, пока он не стабилизируется. После этого обойма хранится в заданных условиях необходимое время. Затем обойма устанавливается на срезном приборе и производится кольцевой срез исследуемого материала с определением величины - T_{08} .

В четвертом разделе приведены результаты экспериментальных исследований влияния внутренних и внешних параметров СМ на величину начального удельного сопротивления сдвигу - T_{08} , которая характеризует слеживаемость сыпучих материалов.

Экспериментально подтверждена зависимость (5), полученная расчетным путем по экспериментальным данным с достаточной степенью точности. Это свидетельствует о том, что при оценке процесса слеживаемости СМ целесообразно использовать один из основных физико-механических свойств СМ - T_{08} . Поэтому для оценки процесса слеживаемости СМ в зависимости от внутренних и внешних параметров СМ необходимо использовать не комплекс физико-механических свойств последних, а изменение одного - T_{08} .

Для оценки процесса слеживаемости СМ, помимо физической величины начального удельного сопротивления сдвигу - T_{08} , было получено критериальное уравнение (6), которое было подтверждено экспериментально на материалах пищевой и комбикормовой промышленности: яблочном порошке и меле.

Полученная аналитическая зависимость (5) подтверждена экспериментально. Относительная погрешность определения экспериментальных данных T_{08} по сравнению с определением этих величин расчетным путем по значениям γ_{θ} и T_{θ} не превышает 10%.

В работе приводятся экспериментальные подтверждения взаимосвязи критерия $K_{T_{08}}$ с критерием $K_{\text{булл.}}$, $K_{\theta, \theta}$ для таких сыпучих материалов как яблочный порошок при $W' = 5,70\%$ и мел при $W' = 0,48\%$.

Для определения показателей m, n критериального уравнения (6) после логарифмирования и соответствующих преобразований получим:

$$\frac{\lg K_{T_{08}}}{\lg K_{\text{булл.}}} = m + n \frac{\lg K_{\theta, \theta}}{\lg K_{\text{булл.}}} \quad (7)$$

По экспериментальным данным T_{08} и T_{θ} в зависимости от сроков хранения материала θ , температура окружающей среды - θ

при разных напряженных состояниях материала - $\sigma_{упл.}$, определяем значения критериев $K_{тон}$, $K_{\sigma_{упл.}}$, $K_{\theta, \nu}$ и строим зависимость $\frac{\lg K_{тон}}{\lg K_{\sigma_{упл.}}} = f\left(\frac{\lg K_{\theta, \nu}}{\lg K_{\sigma_{упл.}}}\right)$, например, для яблочного порошка (рис. 3). Экспериментальные точки при заданном температурном режиме ложатся на прямые линии, расположенные параллельно друг относительно друга и наклонены под углом α , тангенс угла которого определяет собой величину - n . Величина показателя - m зависит от температуры окружающей среды - θ .

Тогда критериальное уравнение для яблочного порошка будет иметь вид:

$$K_{тон} = K_{\sigma_{упл.}}^{(12,113 - 0,839 \cdot \theta + 0,015 \cdot \theta^2) \cdot 0,105} \cdot K_{\theta, \nu} \quad (8)$$

для мела:

$$K_{тон} = K_{\sigma_{упл.}}^{(6,542 - 0,459 \cdot \theta + 2,270 \cdot 10^{-3} \cdot \theta^2)} \cdot K_{\theta, \nu} \quad (9)$$

В работе приведены зависимости критерия слеживаемости $K_{тон}$ от ν , θ и представлено физическое объяснение.

Для яблочного порошка:

$$K_{тон} = 50,974 + 2,710 \cdot 10^{-2} \cdot \nu - 3,497 \cdot \theta + 0,061 \cdot \theta^2 \quad (10)$$

при $R = 0,947$;

для мела:

$$K_{тон} = 28,540 + 0,792 \cdot 10^{-2} \cdot \nu - 1,962 \cdot \theta + 0,036 \cdot \theta^2 \quad (11)$$

при $R = 0,961$.

Исходя из системного подхода к анализу процесса слеживаемости СМ, проведено исследование слеживаемости $\tau_{тон}$ в зависимости от внутренних и внешних параметров СМ: $\sigma_{упл.}$, d_i , ν , θ для продуктов переработки зерна - муки первого сорта при $W = 13,84\%$, пшеничной крупки - $W = 14\%$, манной крупы - при $W = 10,75\%$; для молочных продуктов - сухого молока при $W = 4,3\%$, сухой молочной сыворотки при $W = 3\%$, какао-порошка при $W = 2,50\%$, яблочного порошка при $W = 5,7\%$, мела при $W = 0,48\%$, каолина при $W = 0,48\%$.

Проведена аппроксимация экспериментальных данных на ЭВМ и получены следующие математические модели слеживаемости для ряда сыпучих материалов в зависимости от ν и $\sigma_{упл.}$:

- муки первого сорта:

$$\tau_{тон} = 0,400 + 0,140 \cdot \nu + 0,110 \cdot \sigma_{упл.} - 9,909 \cdot 10^{-4} \cdot \sigma_{упл.}^2 \quad (12)$$

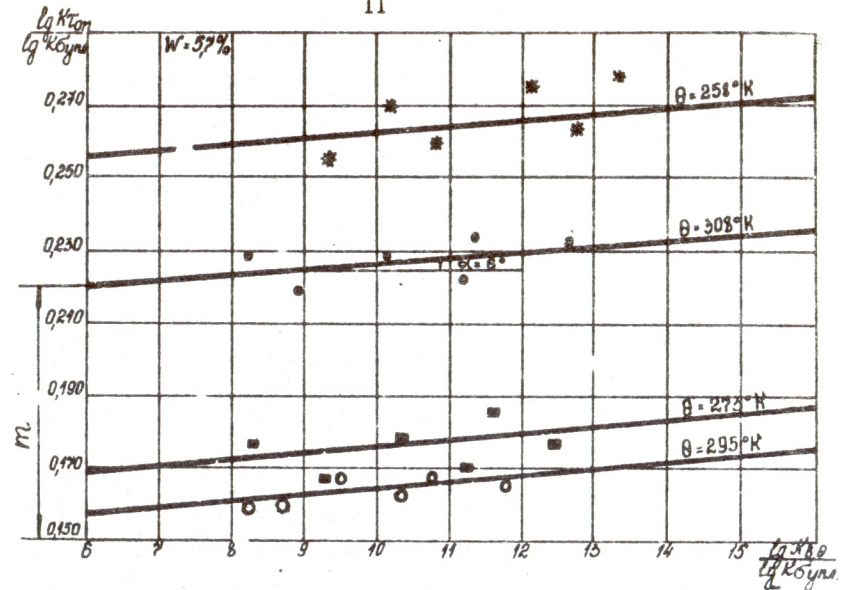


Рис. 3. Экспериментальные данные по определению критерия слеживаемости для яблочного порошка.

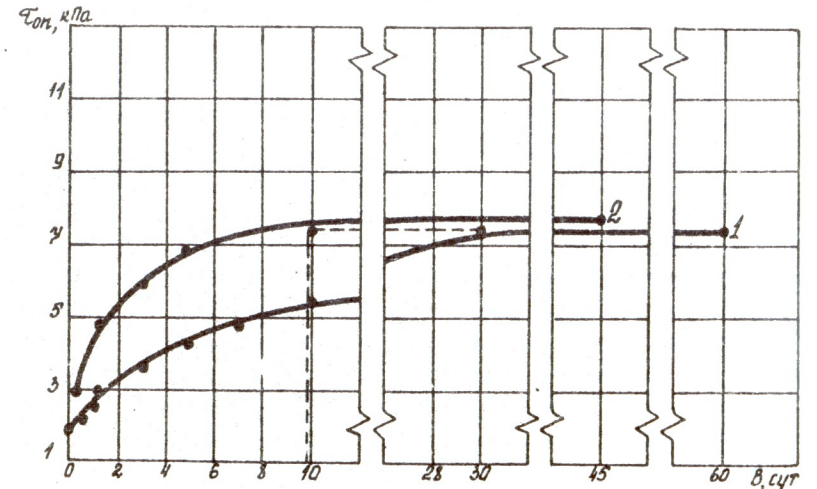


Рис. 4. Метод ускоренного определения слеживаемости для яблочного порошка при $\sigma_{упл.} = 50$ кПа: 1 - при $\theta = 295$ К; 2 - $\theta = 323$ К.

при $R = 0,921$;

- крупки пшеничной:

$$\tau_{оп} = 0,348 + 0,382 \cdot 10^{-1} \cdot \sigma_{упл} + 0,682 \cdot 10^{-2} \cdot \theta - 0,343 \cdot 10^{-3} \cdot \theta^2 + 0,429 \cdot 10^{-3} \cdot \theta \cdot \sigma_{упл} \quad (13)$$

при $R = 0,997$;

- манной крупы:

$$\tau_{оп} = -0,034 + 0,070 \cdot \theta + 0,030 \cdot \sigma_{упл} - 2,600 \cdot 10^{-4} \cdot \sigma_{упл}^2 \quad (14)$$

при $R = 0,917$;

- яблочного порошка:

$$\tau_{оп} = (0,164 + 0,034 \cdot \sigma_{упл} - 0,016 \cdot \sigma_{упл}^2) (0,688 + 0,411 \cdot \theta - 3,000 \cdot 10^{-3} \cdot \theta^2) \quad (15)$$

при $R = 0,994$.

В работе дано физическое обоснование влияния сроков хранения и напряженного состояния на процесс слеживаемости СМ. Также экспериментально показано влияние гранулометрического состава и сроков хранения на процесс слеживаемости СМ для продуктов переработки зерна. Полученные экспериментальные данные аппроксимированы на ЭВМ следующей моделью:

$$\tau_{оп} = (43,158 - 12,900 \cdot \theta + 0,582 \cdot \theta^2) \exp(0,157 \cdot d_i - 0,370 \cdot 10^{-2} \cdot d_i^2) \quad (16)$$

при $R = 0,997$.

Приводится объяснение влияния температурных режимов и сроков хранения СМ на процесс слеживаемости СМ. Экспериментальные данные аппроксимированы следующей зависимостью:

$$\tau_{оп} = A + CB + (D + EB)(F + G\theta + N\theta^2) \quad (17)$$

где значения коэффициентов для ряда сыпучих материалов представлены в таблице.

В диссертационной работе приводится объяснение влияния влажности и сроков хранения на процесс слеживаемости СМ с получением их математических моделей.

Для определения слеживаемости СМ в зависимости от внутренних и внешних параметров СМ необходимо длительное время. Предлагается метод ускоренного определения слеживаемости СМ, хранимого материала при $\sigma_{упл} = 50$ кПа. В проектной практике при расчете технологических процессов и аппаратов используется чаще всего максимальное значение $\tau_{оп}$. Как видно из рис. 4, максимальная величина слеживаемости при $\theta = 323$ °К достигает макси-

Таблица

Значения коэффициентов уравнения (17)

| Исследуемый материал | Значения коэффициентов | | | | | | | | Коэффициент корреляции R |
|----------------------|------------------------|-------|--------------------|---------------------|--------|--------------------|---------------------|-------|--------------------------|
| | A | C | D | E | F | G | N | M | |
| Мука первого сорта | 2,717 | 0,152 | 0,379 | 69,71 | -0,827 | 0,58 \cdot 10^{-2} | -1 \cdot 10^{-5} | 0,970 | 0,970 |
| Манная крупа | 0,886 | 0,154 | 100,464 | 13 829 | -0,849 | 5,9 \cdot 10^{-3} | -1 \cdot 10^{-5} | 0,984 | 0,984 |
| Сухое молоко | 1,595 | 0,372 | 92,21 | 14,17 | 0,827 | 6,12 \cdot 10^{-3} | -1 \cdot 10^{-5} | 0,962 | 0,962 |
| Молочная сыворотка | 3,005 | 0,169 | -127,96 | 19,08 | -0,86 | 6,05 \cdot 10^{-3} | -1 \cdot 10^{-5} | 0,940 | 0,940 |
| Какао-порошок | 4,432 | 0,402 | -233,42 | 32,74 | -0,918 | 6,32 \cdot 10^{-3} | -1 \cdot 10^{-5} | 0,975 | 0,975 |
| Мел | 3,320 | 0,247 | 7,76 \cdot 10^{-3} | -1,08 \cdot 10^{-5} | 116,40 | -83,257 | 14,59 \cdot 10^{-2} | 0,962 | 0,962 |

мального значения через 10 суток, а при комнатной температуре через 30 суток.

Полученные функциональные зависимости и математические модели процесса слеживаемости СМ позволяют научно-обоснованно рассчитать проектируемые аппараты и технологическое оборудование, технологические процессы, а также получить СМ с заранее заданными свойствами.

В пятой главе приведены примеры практического применения результатов теоретических, методических и экспериментальных данных. Реальный экономический эффект от внедрения разработок составил 52,00 тыс. рублей в год.

ВЫВОДЫ

На основании теоретических и экспериментальных исследований в настоящей работе можно сделать следующие выводы:

1. Слеживаемость сыпучих материалов оценивается по величине начального удельного сопротивления сдвигу.
2. Получена аналитическая взаимосвязь начального удельного сопротивления сдвигу сыпучих материалов с основными их физико-механическими параметрами, которая экспериментально подтверждена на сыпучих материалах органического и неорганического происхождения.
3. Теоретически разработано и экспериментально подтверждено критериальное уравнение слеживаемости сыпучих материалов, показывающее взаимосвязь критерия слеживаемости с критерием напряженного состояния и критерием температуры, сроков хранения и грануломорфологического состава материала.
4. Установлено комплексное влияние внутренних и внешних параметров СМ на величину начального удельного сопротивления сдвигу, характеризующая процесс слеживаемости сыпучих материалов, с получением математических моделей для реальных сыпучих материалов и определением оптимальных условий хранения.
5. Разработан научно-обоснованный метод и экспериментальная установка для определения слеживаемости сыпучих материалов, состоящая из нагрузочного стенда, сдвигового прибора и обойм, конструкции которых позволяют исследовать слеживаемость сыпучих материалов при разных условиях их хранения (температурных режимах, сроках хранения и напряженных состояниях).
6. Разработан метод ускоренного определения слеживаемости

сыпучих материалов, позволяющий получить максимальную ее величину в более сжатые сроки.

7. Теоретические разработки, установка для определения слеживаемости и экспериментальные данные внедрены в производство при создании новых технологий СМ, конструировании технологического оборудования для накопления, дозирования и перемещения сыпучих материалов с реальным экономическим эффектом 52 тыс. рублей в год.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Карнаушенко Л.И., Цыналевский В.Т., Новичкова Т.П. Исследование слеживаемости сыпучих материалов пищевой промышленности // Тез. докл. Всесоюз. конф. /Теоретич. и практич. аспекты применения методов инженерной ФХМ с целью совершенствования и интенсификации технологич. процессов пищевых производств. - М., 1982. - С. 74.
2. Карнаушенко Л.И., Новичкова Т.П. Экспериментальное исследование процесса слеживаемости мелкодисперсных сыпучих материалов // Инж.-физ. журн. - 1984. - Т. 7. - № 3. - С. 484-485 (Рук. деп. в ВИНИТИ 12.04.84, рег. № 2229-84. - 9 с.).
3. Карнаушенко Л.И., Новичкова Т.П., Яковенко А.И. Математические модели слеживаемости для муки и какао-порошка // Изв. вузов / Пищ. технол., 1984. - № 6. - С. 72-74.
4. Новичкова Т.П., Корнев Н.К., Донской Д.И. Оценка слеживаемости вторичного сырья пищевой промышленности // Тез. докл. Всесоюз. конф. /Теоретич. и практич. аспекты применения методов инженерной ФХМ с целью совершенствования и интенсификации технологич. процессов пищевых производств. - М., 1986. - С. 212.
5. Карнаушенко Л.И., Новичкова Т.П. Влияние температуры, сроков хранения и напряженного состояния на процесс слеживаемости сыпучих материалов // Инж.-физ. журн., 1986. - Т. 51. - № 3. - С. 462-464.
6. Карнаушенко Л.И., Новичкова Т.П. Изучение слеживаемости сыпучих молочных материалов // Молоч. промышлен. - 1986. - № 12. - С. 29-30.
7. Роль аутогезии в процессе классификации сыпучих материалов /Карнаушенко Л.И., Моргачева Е.Г., Новичкова Т.П. и др. // Тез. докл. Всесоюз. конф. /Технология сыпучих материалов. -

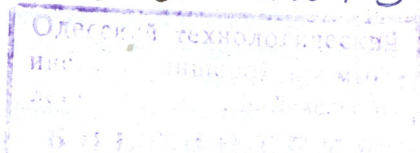
Белгород, 1986. - С. 123-124.

8. Карнаушенко Л.И., Новичкова Т.П., Корнев Н.К. Экспериментальное исследование слеживаемости порошковых материалов // Тез. докл. Всесоюз. конф. / Применение аппаратов порошковой технологии и процессов термосинтеза в народном хозяйстве. - Томск, 1987. - С. 86.

9. Карнаушенко Л.И., Новичкова Т.П., Донской Д.М. Критериальное уравнение слеживаемости пищевых сыпучих продуктов и полуфабрикатов // Тез. докл. Республ. научно-техн. конф. / Совершенствование техники и технологии в пищевой промышленности и общественном питании. - Кутаиси, 1986. - С. 7-8.

Handwritten signature

№ 0 16275



БР02136 Подъя печати 9.09.88г. Формат 60x84 1/16.
Объем 0,7уч.изд.л. 1,0п.л. Заказ № 5154. Тираж 100экз.
Гортинография Одесского облполиграфиздата, печ№3.
Ленина 49.