

Н.В.Ломосов
19

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В.Ломоносова

На правах рукописи

УДК 629.1/7:664.724.002.5

ГАПОНЮК ОЛЕГ ИВАНОВИЧ

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
ВЕРТИКАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ САМОТЕЧНОГО ТРАНСПОРТА ЭЛЕВАТОРОВ

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

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

Научный руководитель:

- кандидат технических наук, доцент Дмитрук Е.А.

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук, профессор Платонов П.Н.

- кандидат технических наук, доцент Максимчук Б.М.

Ведущая организация:

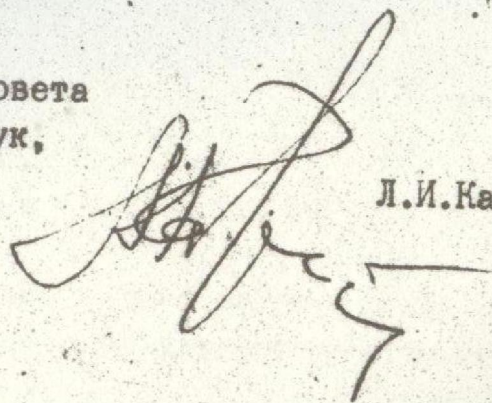
- Украинский филиал Всесоюзного научно-исследовательского
института комбикормовой промышленности НПО "Комбикорм"

Защита состоится "30 июня" 1988 г. в 10³⁰ час
на заседании специализированного совета К 068.35.02 в Одесском
технологическом институте пищевой промышленности имени
М.В.Ломоносова : 270039, г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

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

Автореферат разослан "20 мая" 1988 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
доктор технических наук,
доцент



Л.И.Карнаушенко

ОНАХТ 11.07.11

Обоснование рационал



v016289

v. 0 16289

Одесский технологический
институт пищевой промышленности
имени М.В.Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Решениями XXУП съезда КПСС и постановлениями Совета Министров СССР, направленными на повышение пожаро- взрывобезопасности элеваторов, мельничных, крупяных, комбикормовых, хлебопекарных, дрожжевых и других предприятий, перерабатывающих пылеобразующие органические материалы, указано на необходимость обеспечения безопасных условий труда и охраны окружающей среды.

Основным источником взрывоопасности и загрязнения воздушной среды на элеваторах являются пылевыведения из транспортно- технологических линий (ТТЛ), включающих самотеки. При равнозначных условиях гравитационного транспортирования зерна вертикальные самотеки оказывают наиболее интенсивное аэродинамическое воздействие на воздушную среду оборудования элеваторов, перемещая (эжектируя) в 5-10 раз больше объемов запыленного воздуха, чем наклонные. Одним из эффективных путей предотвращения пылевыведений из ТТЛ является использование рационально спроектированных транспортно-технологических аспирационных систем (ТТАС).

С учетом этих обстоятельств, разработка методов расчета аэродинамических характеристик ТТАС, включающих вертикальные самотеки, рассматривается как важный шаг в повышении взрывобезопасности зерноперерабатывающих предприятий (ЗП).

Настоящая работа посвящена решению указанных проблем путем совершенствования самотечного транспорта и процессов взаимодействия зерно-воздушных потоков.

Представленные исследования явились составной частью НИР "Разработать указания по проектированию аспирационных установок с нормальными на оборудование", выполняемой по плану НИР МИНВУЗа СССР и Минхлебопродуктов СССР, и в соответствии с договором о международном сотрудничестве между СССР, ГДР и НРБ.

Целью работы является научное обоснование выбора режимов функционирования ТТАС, обеспечивающих повышение взрывобезопасности и улучшение условий труда на элеваторах.

Задачи исследований :

разработка математической модели процессов вертикального самотечного транспорта на зерновых элеваторах;

разработка методов расчета аэродинамических параметров совместного функционирования вертикального гравитационного транспорта и аспирационных систем;

определение давления и скоростей воздушных потоков транспортно-технологических аспирационных систем, включающих вертикальные самотеки и обеспечивающих отсутствие пылевыведений из оборудования технологических линий ;

производственная апробация методов расчета аспирационных отсосов и технических решений.

Научная новизна работы. Получена математическая модель процесса самотечного транспорта зерно-воздушных потоков на базе уравнений массопереноса;

установлены закономерности энергопередачи межфазового взаимодействия зерно-воздушных потоков;

предложен и обоснован графо-аналитический метод расчета аэродинамических параметров движения воздушных потоков в самотеках:

определен коэффициент сил сопротивления перемещению зернового потока, обусловленных взаимодействием частиц друг с другом и с поверхностью материалопровода.

Практическая ценность работы заключается в разработке устройств для гравитационного транспорта сыпучих материалов, обеспечивающих управление параметрами двухфазных потоков, а также методик расчета аэродинамических характеристик движения зерно-воздушных потоков ТТАС, одобренных и принятых Одесским СМНУ для проектирования аспирационных систем элеваторов. Использование результатов работы на Братолюбовском элеваторе, позволило получить экономический эффект в сумме 152 тыс. 486 руб.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались и обсуждались на конференции молодых ученых (МТИШ, Москва, 1986г.); Всесоюзной научной конференции, посвященной 70-летию Великой Октябрьской Социалистической революции "Разработка и совершенствование технологических процессов, машин и оборудования для производства, хранения и транспортирования продуктов питания" (Москва, 1987 г.); научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников ОТИШ им. М.В. Ломоносова (Одесса, 1985-1988 г.г.).

На защиту выносятся :

математическая модель процессов движения зерновоздушных потоков в вертикальных самотеках;

энергетические закономерности межфазового взаимодействия зерновоздушных потоков;

графоаналитический метод расчета аэродинамических параметров воздушных потоков ТТЛ, содержащих вертикальные самотеки зерна;

результаты изучения коэффициентов сил сопротивления движению зернового потока, обусловленных взаимодействием частиц друг с другом и с поверхностью материалопровода.

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

Работа изложена на 146 страницах машинописного текста, содержит 54 рисунка, 8 таблиц и 9 приложений. Список литературы включает 144 наименования, в том числе 20 иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе, на основе научно-технической литературы предложена классификация самотеков зерна, проведена оценка качества и способов функционирования существующего самотечного транспорта. Установлено, что работа самотечных систем элеваторов сопровождается образованием пылевоздушных потоков, которые, попадая в рабочее пространство, создают взрывоопасные ситуации и ухудшают санитарно-гигиенические условия труда. Исследованиями ВНИО "Зернопродукт", ВНИО "Комбикорм", СТИИ им. М.В.Ломоносова установлено, что основными источниками пылевиделений являются участки ТТЛ, содержащие вертикальные самотеки.

Существующие методы расчета параметров воздушных потоков ТТАС не учитывают взаимообусловленности ряда факторов, определяющих кинематические параметры зерновых потоков : изменение по высоте самотека условий обтекания потоков друг другом, силовых взаимодействий воздушного потока с поверхностью материалопровода при наличии в нем твердых частиц. Применение указанных методов в расчетах параметров аспирационных отсосов ТТЛ элеваторов приводит к неоднозначным, существ-

венно отличающимся результатам. Анализ качества функционирования вертикальных самотеков зерна показал, что транспортирование и сопутствующие ему процессы характеризуются взаимозависимостью параметров зернового и воздушного потоков, материалопровода и оборудования. С одной стороны, увеличение скорости воздуха вызывает рост скорости зерна, повышение запыленности воздушных потоков, увеличение боя зерновок и износ материалопровода. С другой стороны, ее уменьшение приводит к снижению скорости зерна. В связи с этим, изучение взаимосвязи и взаимообусловленности указанных трех групп параметров позволит выявить аэродинамические связи, установить требуемые характеристики транспортирования двухфазных потоков.

Анализ научно-технической литературы подтвердил необходимость изучения аэродинамических характеристик движения зерно-воздушных потоков в вертикальных самотеках, а также позволил определить направление и содержание исследований, применительно к зерновым элеваторам.

Во второй главе, на основе классификации режимов движения двухфазных потоков, приведен анализ внешних и внутренних аэродинамических связей, структурных и функциональных характеристик процессов гравитационного транспорта в режимах прямоточного и противоточного перемещения, а также при перемещении материалопотоков в неподвижной воздушной среде. Представлены основные кинематические и силовые схемы движения потоков. В виде циклограммы показана динамика параметров потоков в случае изменения аэродинамического сопротивления материалопровода. Условно выделены два этапа взаимодействия фаз на каждом цикле и определено динамическое равновесие межфазового взаимодействия потоков.

На основе гидродинамики многофазных сред составлено математическое описание гравитационного транспорта путем использования гетерогенных моделей.

При моделировании приняты следующие основные допущения: самотечный материалопровод имеет, в сравнении с размерами частиц, бесконечно большую длину; изменение плотности воздушного потока по длине материалопровода незначительно ;

движение аэродисперсного потока производится в установившемся режиме.

Использование выявленных закономерностей и допущений позволило получить общую математическую модель в виде системы уравнений (1,2), в которой уравнение движения зернового потока составлено на основе второго закона Ньютона, а уравнение движения элемента воздушного потока получено на основе теоремы об изменении кинетической энергии:

$$u \frac{du}{dx} = g - g \left(\frac{u}{v_{0g} \rho_g} \right)^2 \left| \frac{u \rho_g \rho_g F_m - G \rho_g - Q \rho_g}{u \rho_g F_m - G} \right| \left(\frac{u \rho_g \rho_g F_m - G \rho_g - Q \rho_g}{u \rho_g F_m - G} \right) - \lambda_T \frac{u^2}{D} \quad (1)$$

$$\frac{Q \rho_g^2}{2 \rho_g^2} \left[\left(\frac{u_k}{F_m \rho_g u_k - G} \right)^2 - \left(\frac{u_0}{F_m \rho_g u_0 - G} \right)^2 \right] - \frac{H_0 - H_k}{\rho_g} - \int_0^L \left(\frac{0,055}{4 R_r} \left(\frac{D}{R_e} + \frac{68}{R_e} \right)^{0,25} \left(\frac{Q \rho_g u}{u \rho_g \rho_g F_m - G \rho_g} \right)^2 dx + \quad (2)$$

$$+ \int_0^L \frac{2 \rho_g g u^2}{v_{0g}^2 \rho_g^2} \left| \frac{u \rho_g \rho_g F_m - G \rho_g - Q \rho_g}{u \rho_g F_m - G} \right| \frac{(u \rho_g \rho_g F_m - G \rho_g - Q \rho_g)}{(u \rho_g F_m - G)^2} dx - \frac{\rho_g^2}{2 \rho_g^2} \left[\left(\frac{Q u_0}{\rho_g F_m u_0 - G} \right)^2 \xi_0 + \left(\frac{Q u_k}{\rho_g F_m u_k - G} \right)^2 \xi_k \right]$$

где g - ускорение свободного падения, м/с²; G - массовый расход зерна, кг/с; ρ_T - плотность зерновок, кг/м³; u_0 , u_k и u - скорость зернового потока, соответственно, в начале, конце и по длине материалопровода, м/с; v_{0g} - скорость витания частиц, м/с; λ_T - коэффициент сопротивления при перемещении зернового потока; D - диаметр материалопровода, м; L - длина материалопровода, м; F_m - площадь поперечного сечения материалопровода, м²; K_3 - эквивалентная шероховатость материалопровода; Q - массовый расход воздуха, кг/с; H_0, H_k - давление воздушного потока, соответственно, во входном и выходном сечениях самотека, Па; ρ_g - плотность воздуха, кг/м³; ξ_0, ξ_k - коэффициенты местных сопротивлений, соответственно, входного и выходного участков самотека; R_r - гидравлический радиус, м.

Граничные условия: $u_{k=0} = u_0$

В системе уравнений (1,2), диссипативные силы сопротивления перемещению зернового потока, обусловленные взаимодействием частиц друг с другом и с поверхностью материалопровода F_T , представлены по аналогии с исследованиями

Н.П.Володина. Изменение условий обтекания частиц воздушным потоком по длине материалопровода описано с использованием результатов исследований Г.А.Васильевой.

Зависимости скорости витания от объемной концентрации ρ , числа Рейнольдса Re и гидравлического радиуса получены с учетом изменения живого сечения по длине материалопровода. Изменение скорости воздуха учитывали путем использования уравнения неразрывности воздушного потока:

$$\frac{\partial \rho_s}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho_s \bar{v}) = 0 \quad (3)$$

На основе общей математической модели получены системы уравнений, характеризующие прямоточные и противоточные режимы, а также движение зерновых потоков в неподвижной воздушной среде.

Численное решение системы уравнений (1,2) возможно двумя методами: расчетным - с использованием ЭВМ и графоаналитическим.

Расчетный метод был реализован в виде программ расчета на ЭВМ ЕС-1022 характеристик $H=f(Q)$, $U=f(Q)$, с использованием системы интегро-дифференциальных уравнений. Программа расчета создана на основе использования итерационных методов решения системы уравнений (1,2), где на каждом этапе итерации решалось дифференциальное уравнение методом Рунге-Кутты с погрешностью $O(h^6)$; нелинейное алгебраическое уравнение (2) системы уравнений решали методом простой итерации, а входящие в него интегралы - методом Симпсона.

Для реализации графоаналитического метода система уравнений (1,2) была представлена в виде:

$$\frac{U_x^2 - U_0^2}{2} = \eta L - \Delta E \frac{1}{\rho_s \rho_r} - \int_0^L \lambda_r \frac{U^2}{D} dx \quad (4)$$

$$\frac{U_x^2 - U_0^2}{2} = (H_0 - H_x) \frac{1}{\rho_s} + \Delta E \frac{1}{(1-\beta)\rho_s} - \frac{1}{\rho_s} (H_{no} + H_{nk} + H_c) \quad (5)$$

где U_0, U_x - скорость воздушного потока, соответственно, во входном и выходном сечениях материалопровода, м/с;

ΔE - удельная энергия межфазового взаимодействия потоков, Па; ρ_s - средняя по длине материалопровода объемная концентрация, м³/м³; H_{no}, H_{nk} - потери давления во входном и

выходном сечении самотека, Па; H_L - потери давления по длине материалопровода, Па.

В свою очередь, энергетическая характеристика:

$$\Delta E = \int \left[\frac{GgU}{F_m U_{gs}^2} \left| 1 - \frac{Q\rho_T}{\rho_s F_m \rho_T U - G\rho_s} \right| \left(1 - \frac{Q\rho_T}{\rho_s F_m \rho_T U - G\rho_s} \right) \right] dx \quad (6)$$

определяет основные функциональные характеристики совместного движения потоков, которые могут быть представлены в виде зависимости перепада полных давлений между входным и выходным сечениями самотека от расходовой скорости U_p воздушного потока:

$$\Delta H = \Delta E \left(\frac{1}{1-\beta_L} \right) - \left(\frac{U_k^2 - U_s^2}{2} \right) \rho_s - H_L - H_{nc} - H_{nk} \quad (7)$$

$$\text{Зависимости } \Delta H = f(U_k); \Delta E = f(U_k); \beta_L = f(U_k) \quad (8)$$

являются основой графоаналитического метода определения аэродинамических параметров воздушных потоков ТТАС, содержащих вертикальные самотеки. Использование систем наложения аэродинамических характеристик самотека $\Delta H = f(U_k)$ и оборудования $H_m = f(U_k)$ позволяет определить энергетическое состояние системы потоков ТТЛ, при котором выполняется закон сохранения энергии.

Результаты численных экспериментов, проведенных с использованием математических моделей, подтвердили качественное соответствие расчетных величин параметров потоков экспериментальным исследованиям П.Н.Платонова и показали необходимость стендовых исследований коэффициентов сил сопротивления F_T и характеристик (8) .

В третьей главе приведены программа и методики экспериментальных исследований, методы обработки опытных данных, схема и описание стендовой установки.

Базовыми объектами исследований были выбраны режимы гравитационного транспортирования трех видов зерновых продуктов с различными аэродинамическими характеристиками (пшеница, кукуруза, пресо). Стендовая установка, схема которой представлена на рис. I , позволила смоделировать всю совокупность условий функционирования самотечного транспорта прямоочных, переходных и противочных режимов движе-

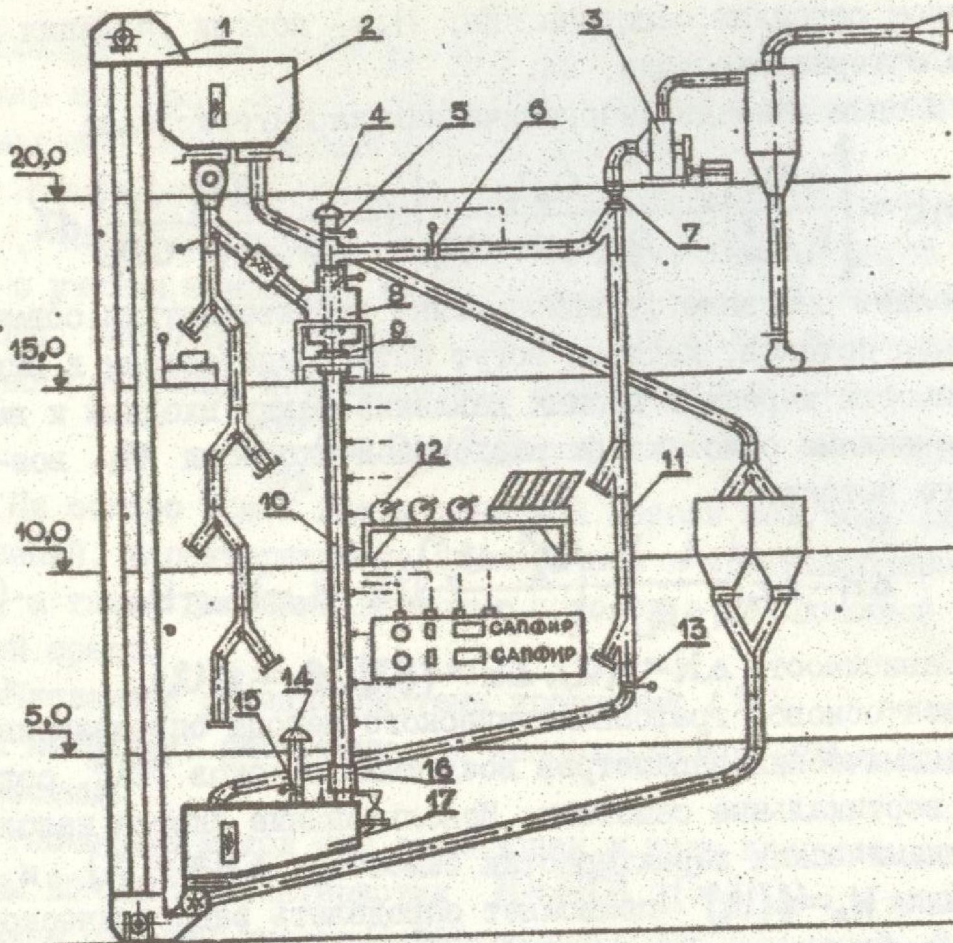


Рис. 1. Схема лабораторной установки: 1 - нория; 2, 17 - бункеры; 3 - вентилятор; 4, 14 - коллекторы; 5, 6, 13, 15 - задвижки; 7 - труба Вентури; 8 - загрузочное устройство; 9, 16 - отсекки; 10 - самотек; 11 - воздуховоды; 12 - микроманометры

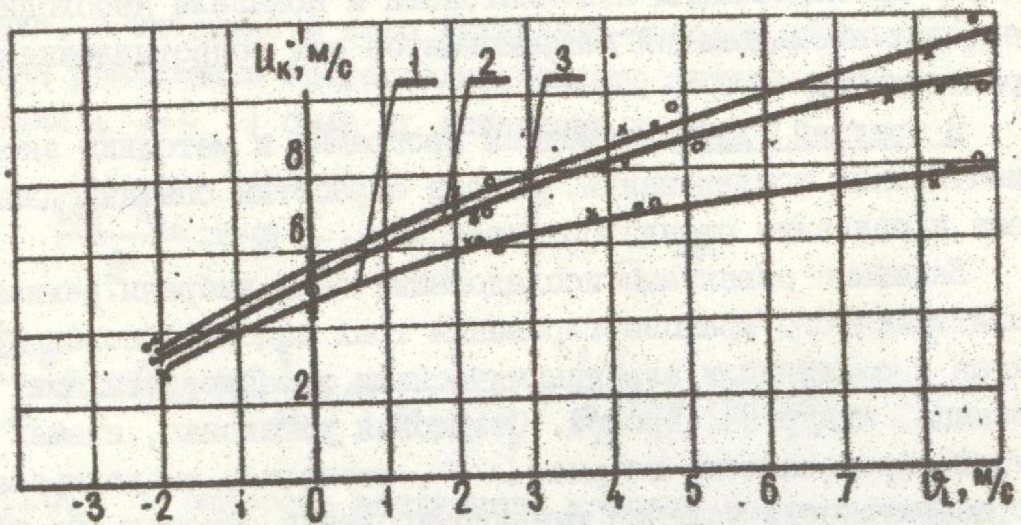


Рис. 2. Зависимость скорости проса U_k от скорости воздуха U_a : 1 - $l=3,2$ м, 2 - $l=8$ м, 3 - $l=13,5$ м (результаты счета с использованием математической модели); x - $\tau=672$ кг/м³, o - $\tau=1344$ кг/м³, □ - $\tau=3360$ кг/м³ (экспериментальные данные)

ния потоков путем использования системы воздухопроводов II, дроссельных задвижек 5, 6, I3, I5; вентилятора 3 и загрузочного устройства 8.

В главе приведены также статистические критерии, которые использованы при обработке результатов эксперимента.

Статистический анализ результатов экспериментальных исследований включал определение грубых ошибок, закона распределения, доверительного интервала измеряемых величин, необходимого числа повторностей опытов.

Метрологический анализ использованных методов измерений позволил установить, что относительная погрешность экспериментального определения параметров движения зернового и воздушного потоков находится в интервале 5 % при доверительной вероятности $P = 0,95$.

В четвертой главе показано, что отсутствие межфазовой энергопередачи при равенстве средних по длине материалопровода скоростей зернового U_L и воздушного V_L потоков наблюдается во всем диапазоне проведенных исследований.

Доказано, что потери давления воздушного потока, обусловленные его взаимодействием с поверхностью материалопровода, при совместном движении с материалопотоком могут быть описаны уравнением Дарси-Вейсбаха, в котором коэффициент λ определяется зависимостью П.Д.Альтшуля.

На основе математических моделей прямоочных режимов движения при отсутствии энергопередачи между потоками ($\Delta E \approx 0$) определена зависимость коэффициента сопротивления λ_T от основных параметров транспортирования:

$$\lambda_T = \frac{2g_L + U_L^2 - U_0^2}{2U_L^2} D \quad (9)$$

В результате реализации матрицы планирования и обработки данных с использованием зависимости (9) установлено, что факторы, определяющие процессы движения зерновых потоков ($G/F_m, L, V_{03}, \rho_T$) практически не влияют на величину коэффициента λ_T , который может быть принят равным 0,0061.

Проверка соответствия коэффициента $\lambda_T = 0,0061$ для случая движения потоков, характеризуемых $\Delta E \neq 0$, была проведена по выражению:

$$\lambda_T = \left[g_L - \frac{U_L^2 - U_0^2}{2} - \left(\Delta H + \frac{V_L^2 - V_0^2}{2} \rho_0 + H_{no} + H_{nk} + H_L \right) \left(\frac{1 - \beta_L}{\rho_T \beta_L} \right) \right] \frac{D}{U_L^2 L} \quad (10)$$

Использование полученных значений коэффициентов λ_t позволило произвести проверку адекватности математических моделей основным процессам движения зерновых потоков (рис. 2). Отклонение расчетных значений скорости от измеренных при этом не превышало 7 %.

Проверку адекватности математических моделей процессам движения и взаимодействия воздушных потоков с зерновыми проводили на основе изучения энергетических, а также обобщенных аэродинамических характеристик.

Исследование энергетических характеристик зерно-воздушных потоков в неподвижной воздушной среде проводили с использованием перепада полных давлений на основе уравнения (II), полученного из математической модели:

$$\Delta E = \Delta H(1 - \beta_L) \quad (II)$$

Исследованиями прямоочных режимов движения показано, что скорость воздушных потоков зависит от суммарной величины коэффициентов аэродинамического сопротивления системы $\sum_{i=1}^n \xi_i$ и не зависит от места расположения локальных сопротивлений.

Результаты экспериментальных исследований характеристик $\Delta H = f(\psi)$ (рис. 3) позволили установить, что все множество прямоочных режимов осуществляется в двух основных группах. В первой - с ростом удельной весовой производительности зерна $\tau = Gg/F_m$ значения ΔE , v_L увеличиваются (зерновой поток оказывает движущее воздействие на воздушный), а во второй - значения ΔE , v_L уменьшаются (зерновой поток оказывает тормозящее воздействие на воздушный).

Исследования влияния τ на величину скорости воздуха позволили установить три зоны обтекания: I - зона нестесненного движения зернового потока, II - зона смешанного обтекания, III - зона стесненного обтекания потоков.

Исследованиями прямоочных, противочных режимов и режимов движения в неподвижной воздушной среде показано, что при фиксированной длине самотека совокупность зависимостей $\Delta E = f(v_L, \tau)$ для каждого вида материала может быть

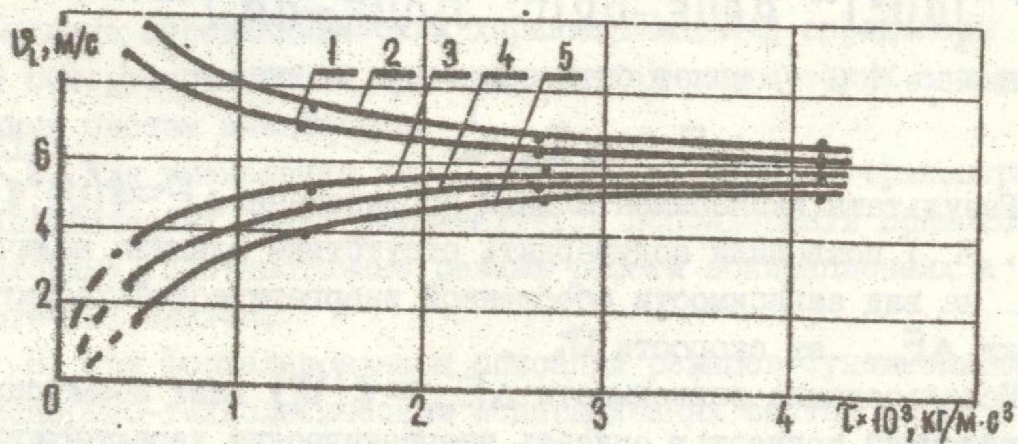


Рис. 3. Зависимость скорости воздуха U_2 от удельной весовой производительности пшеницы T , самотек $L = 8$ м, $\Delta E = \text{const}$: 1 - $\Delta E = -50$ Па, 2 - $\Delta E = -100$ Па, 3 - $\Delta E = 50$ Па, 4 - $\Delta E = 100$ Па, 5 - $\Delta E = 150$ Па

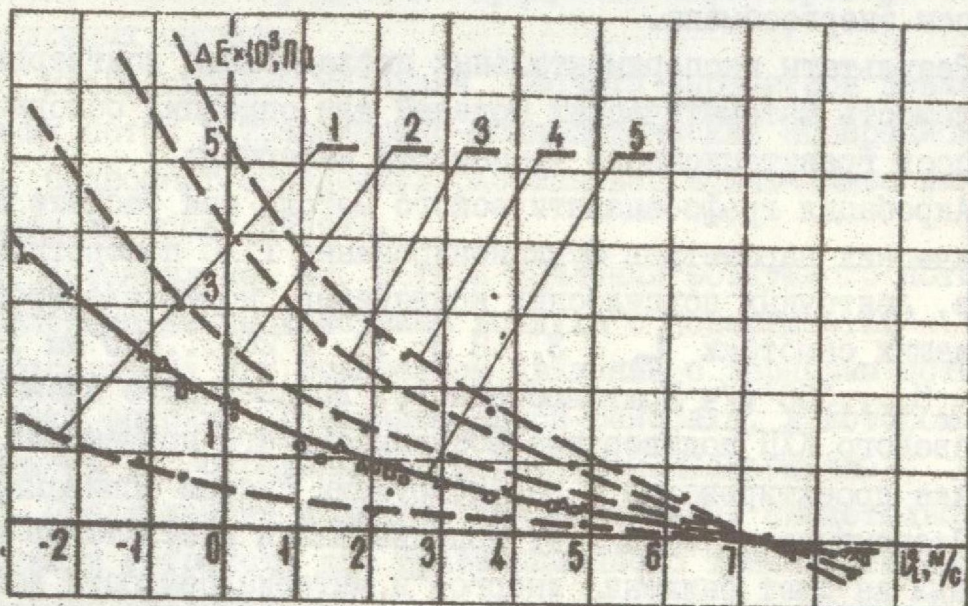


Рис. 4. Зависимость удельной энергии от скорости воздушного потока (самотек $L = 13,5$ м, пшеница): 1 - $T = 462$ кг/с³ м, 2 - $T = 2070$ кг/с³ м, 3 - $T = 3292$ кг/с³ м, 4 - $T = 4300$ кг/с³ м, 5 - $T = 9/g_m$ - обобщенная аэродинамическая характеристика
 \times - $T/g = 462/0,344$ с³ м²; Δ - $T/g = 2070/1,54$ с³ м²; \square - $T = 3294/2,45$ с³ м²; \circ - $T = 4300/3,21$ с³ м²

описана обобщенной аэродинамической характеристикой :

$$\Delta E_{uv} = \int \frac{1}{u v_{ts}^2} \left| u - \frac{Q \rho_T u}{\rho_s \rho_T u F_m - G \rho_s} \right| \left(u - \frac{Q \rho_T u}{\rho_s \rho_T u F_m - G \rho_s} \right) dx \quad (12)$$

а уравнение (6) может быть записано в виде :

$$\Delta E = \Delta E_{uv} \tau \quad (13)$$

Результаты экспериментальных исследований $\Delta E = f(v_L; \tau)$ (рис. 4) позволили подтвердить отсутствие влияния величины τ на вид зависимости обобщенной энергетической характеристики ΔE_{uv} от скорости v_L .

Использование зависимости $\Delta E_{uv} = f(v_L)$ дает возможность с достаточной точностью описать энергетические характеристики $\Delta E = f(v_L)$ путем использования выражения (13).

Сопоставление обобщенных характеристик при различных способах ввода материалопотоков в самотек показало их удовлетворительное совпадение.

Проверку адекватности математических моделей процессам движения двухфазных потоков в самотеках дополнительно проводили путем определения влияния начальной скорости u_0 на процессы энергообмена.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили приемлемость математических моделей для описания основных процессов гравитационного транспорта материала.

Апробация графо-аналитического метода при расчете аэродинамических параметров функционирования ТТАС поворотных кругов, ленточных подсиловых конвейеров, норий элеваторов, содержащих самотеки $L = 3 \dots 8$ м; $D = 200 \dots 300$ мм ;

$G = 0, \dots 300$ т/ч Братолюбовского, Вradiевского элеваторов и Веселовского. КХП подтвердила возможность его применения в практике проектирования и реконструкции систем аспирации.

Экономический эффект от использования результатов работы, полученный за счет снижения энерго- и материалоемкости аспирационных систем, количества аспирационного оборудования и повышения надежности функционирования ТТАС составил на типовом элеваторе 4 x 175 свыше 152 тыс.руб.

ВЫВОДЫ

1. На основе разработанных классификаций самотеков и режимов движения двухфазных систем выделены определяющие обобщенные аэродинамические характеристики и определены пути совершенствования транспортно-технологических аспирационных систем элеваторов.

2. Для уменьшения пылевыведений из укрытий транспортно-технологических линий рекомендуется использовать прямоточные, переходные и противоточные режимы работы аспирационных и самотечных систем.

3. При формализованном описании режимов функционирования транспортно-технологических аспирационных систем могут применяться предложенные в работе модели, алгоритмы и программы расчета основных параметров вертикальных самотеков, адекватность которых подтверждена опытными данными.

4. Разработанный с использованием теоретических и экспериментальных исследований, графо-аналитический метод расчета аэродинамических характеристик транспортно-технологических аспирационных систем позволяет оперативно решать инженерные задачи определения требуемых параметров работы аспирационных систем.

5. Разработанные методики расчета параметров движения воздушных потоков в транспортно-технологических аспирационных системах позволяют определить разрежение, исключающее пылевыведение из оборудования.

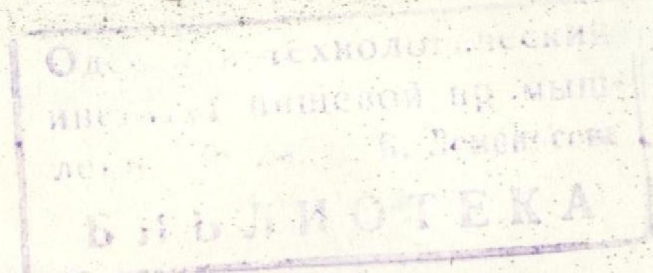
6. Установлено, что потери давления воздушного потока, обусловленные взаимодействием воздуха с поверхностью материалопровода при совместном движении с зерновым потоком, могут быть описаны уравнением Дарси-Вейсбаха, в котором коэффициент λ определяется формулой П.Д.Альтшуля.

7. Предложенные и защищенные авторскими свидетельствами конструкции устройств для гравитационного транспорта сыпучих материалов обеспечивают управление параметрами зерновоздушных потоков и позволяют снизить энергозатраты на функционирование аспирационных установок.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. А.с. I382915 СССР, МКИ E21 F 5/00. Устройство для аспирации разгрузочных тележек конвейера / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк М.В.Василишин (СССР) - № 4066440/03. Опубл. II. I2.87, Бюл. №47.
2. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Федунец П.Д. Влияние параметров противоточных систем обеспыливания на характеристики самотечного транспорта зерна // Тезисы докл. Всес. науч. конф. "Разработка и совершенствование технологических процессов хранения и транспортировки продуктов питания". - М. - 1987. - С. 5-7.
3. Моделирование процесса эжекции воздуха зерновоздушными потоками самотека / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, П.Д.Федунец и др. // Науч. тр. / ВНИИП. - 1987 - вып. 30.
4. Методика расчета основных характеристик воздушных потоков аспирационных установок одного типа / Дмитрук Е.А., Федунец П.Д., Гапонюк О.И. и др. - Одесса, 1986. - 17 с. - Библиогр: 4 назв. - Деп. в Укр. НИИТИ 6.08.86, № 1848.
5. Положительное решение Госкомизобретений СССР от 23.04.87 о выдаче авторского свидетельства по заявке № 4126560/31, МКИ B65, G 69/18. Перегрузочное устройство для сыпучих материалов / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, П.Д.Федунец (СССР).
6. Положительное решение Госкомизобретений СССР от 25.02.87 о выдаче авторского свидетельства по заявке № 4122882/22, МКИ E21, F 5/00. Устройство для аспирации тележки конвейера / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, М.В.Василишин (СССР).
7. Положительное решение Госкомизобретений СССР от 23.04.87 о выдаче авторского свидетельства по заявке № 4127492/31, МКИ B65, G 11/20. Перегрузочное устройство для сыпучих материалов / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, И.И.Гапонюк, П.Д.Федунец (СССР).
8. Положительное решение Госкомизобретений СССР от 28.04.87 о выдаче авторского свидетельства по заявке № 4156532/31, МКИ E21, G 21/00. Перегрузочное устройство для сыпучих материалов / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, И.И.Гапонюк, А.И.Чесноков (СССР).
9. Противоточное обеспыливание поворотного круга элеватора через самотеки / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, М.Г.Касторных, Я.М.Осипенкс // Муком. - элеват. и комбикорм. пром-сть. - 1987. - № 10. - С. 31-32.

Там



№ 6 16289