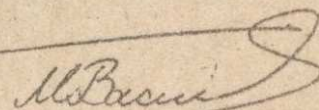


Авторефер.
В 19

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В.Ломоносова,

На правах рукописи

ВАСИЛИШИН МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ



ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ АСПИРАЦИИ НОРИЙ
ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Специальность 05.18.12 - процессы, машины и
агрегаты пищевых
производств

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1992

9
Работа выполнена в Одесском технологическом институте
пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова.

Научный руководитель:

доктор технических наук,
Дмитрук Е. А.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор Дударев И. Р.

ОНАХТ

04.07.11

Обоснование режимов



v017978

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник.
Шаповаленко О. И.

Ведущая организация:

Киевский филиал Проектного
института

"Харьковский Промэнергопроект"

Защита состоится " 15 " мая 1992 г. в 10⁰⁰ час.

на заседании специализированного совета К 068.35.02 в Одесском
технологическом институте пищевой промышленности имени М. В. Ломо-
носова, 270039, г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

ознакомиться в библиотеке Одесского

ой промышленности имени

Велич 1992 г.

И. Карнаушенко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Обеспечение безопасных условий труда и охраны окружающей среды на основе комплексного использования систем аспирации и пылеподавления является актуальной социально-экономической задачей зерноперерабатывающей отрасли. На предприятиях хранения и переработки зерна основными источниками взрывоопасности и загрязнения воздушной среды являются пылевзвешения из участков транспортно-технологических линий (УТТЛ) содержащих нории. Существующие аспирационные установки не обеспечивают нормативные значения предельно допустимых концентраций пыли в рабочих помещениях из-за отсутствия нормативно-технической базы проектирования, отвечающей современным условиям развития науки и техники.

Поэтому разработка систем математического моделирования процессов аспирации, позволяющих с меньшими затратами решить задачи выбора рациональных схем транспортно-технологических аспирационных систем (ТТАС) и режимов обеспыливания, рассматривается как важный шаг в снижении запыленности рабочей среды и взрывоопасности зерноперерабатывающих предприятий (ЗПП).

Представленные результаты исследований явились составной частью НИР "Разработать указания по проектированию аспирационных установок с нормами на оборудование", выполненной по плану НИР: Минвуза СССР, Минхлебопродуктов УССР и в соответствии с договором о международном сотрудничестве между СССР, НРБ и ГДР.

Цель работы. Научное обоснование выбора режимов функционирования транспортно-технологических аспирационных систем содержащих нории, обеспечивающих улучшение условий труда и повышение взрывобезопасности на зерноперерабатывающих предприятиях.

Задачи работы. Разработка комплексного математического описания процессов аспирации норий, позволяющего вести расчет режимных показателей как функций, характеристик материало-воздушных потоков нории и зерновых самотеков при ограничениях по скорости перемещения пыле-воздушных сред в норийных трубах.

Разработка методов расчета аэродинамических параметров режимов аспирации участков транспортно-технологических аспирационных систем, содержащих нории, обеспечивающих эффективное функционирование аспирационных установок по минимуму приведенных затрат.

Обоснование схем и отдельных элементов аспирационных установок норий, позволяющих обеспечить требуемое разрежение и за-

ОНАХТ

Одесская областная библиотека

VO 17978

данную запыленность в укрытиях технологического оборудования.

Производственная апробация методов расчета аспирационных отборов пыле-воздушных смесей и технических решений.

Научная новизна. Установлены закономерности энергообмена материало-воздушных потоков участков транспортно-технологических аспирационных систем, содержащих нории.

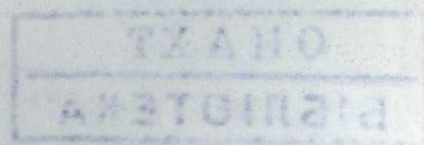
Разработано математическое описание процессов перемещения пыле-воздушных потоков в элементах нории для прямоточных, противоточных и комбинированных режимов движения.

Установлены основные аэродинамические характеристики критических режимов перемещения материалов, характеризующиеся срывом частиц с ковшей норий.

Разработан графо-аналитический метод определения рациональных режимов аспирации пыле-воздушных сред, учитывающий основные аэродинамические характеристики материало-воздушных потоков и элементов нории при различных схемах устройства аспирационных отборов воздуха.

Практическая значимость работы заключается в разработке методик расчета основных характеристик функционирования систем аспирации норий повышенной надежности и эффективности, а также способов аспирации и устройств, обеспечивающих их реализацию. Основные результаты работы использованы ЦНИПромзернопроект при создании указаний по проектированию аспирационных установок зерноперерабатывающих предприятий. Экономический эффект от внедрения результатов исследований на предприятиях отрасли составил 303 тыс. руб.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на республиканской научно-технической конференции "Интенсификация технологии и совершенствование оборудования перерабатывающих отраслей АПК" (Киев, 1989; межинститутской научной практической конференции "Социально-экономические и научно-технические проблемы АПК" (Одесса, 1989 г.); научной конференции ОТИШ (Одесса, 1990 г.); Всесоюзной научной конференции "Проблемы экологии и ресурсосбережения" (Черновцы, 1990 г.); УШ Всесоюзной конференции "Математические методы в химии" (Казань, 1991 г.); Всесоюзной научной конференции "Ученые и специалисты в решении социально-экономических проблем страны" (Ташкент, 1991 г.); Всесоюзной научной конференции "Механика



сыпучих материалов" (Одесса, 1991 г.); научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников ОТИП им. М. В. Ломоносова (Одесса, 1989 - 1991 г.г.).

На защиту выносятся:

- результаты исследований закономерностей межфазового взаимодействия материало-воздушных потоков в норийных трубах при их использовании в качестве аспирационных материалопроводов;
- математическое описание процессов функционирования транспортно-аспираторных систем, включающих нории, в прямооточных, противоточных и комбинированных режимах при наличии устойчивых аэродинамических связей между элементами оборудования;
- методика расчета основных показателей функционирования аспираторных установок норий, базирующаяся на синтезе аэродинамических характеристик основных элементов ТТАС;
- количественные данные о процессах пылеобразования и элементах нории при различных режимах аспирации.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 22 работы.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 194 страницах машинописного текста, 41 рисунке и 25 таблицах. Состоит из введения, 4 глав, выводов, списка литературы, включающего 210 наименований, в том числе 32 иностранных и 4 приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, поставлена цель, сформулированы основные задачи и положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрено современное состояние теории и практики процессов аспирации, проведена оценка качества и способов функционирования существующих аспираторных установок норий. Установлено, что в аспираторной технике выбор схемы расположения аспираторных приемников является одной из основных задач. На основании обзора теоретических и экспериментальных исследований проведен анализ работ, относящихся к данной проблеме.

Показано, что существующие методы расчета параметров аспираторных потоков ТТАС, включающих нории, не учитывают взаимосвязи ряда факторов определяющих процессы: пылеобразования, эжекции и взаимодействия материало-воздушных потоков, перемещения пыле-воздушных сред через неплотности укрытий технологического оборудования.

Анализ работ, посвященных изучению аспирации норий позволил подтвердить необходимость изучения основных характеристик движе-

ния пыле-воздушных потоков, а также обосновать выбор объекта и содержание исследований.

Во второй главе разработаны теоретические предпосылки к обоснованию прямоточных и противоточных режимов аспирации нории, которые представлены тремя основными процессами:

- перемещения воздушных потоков через неплотности укрытий нории;

- взаимодействия пыле-воздушных потоков с рабочими органами норий и зерновыми потоками в ее головке и башмаке;

- перемещения пыле-воздушных потоков в норийных трубах.

Совокупность прямоточных режимов в зависимости от соотношения скоростей движения ленты - U и воздуха - V состоит из трех групп. Первая группа характеризуется наличием энергопередачи между лентой и пыле-воздушной средой, при которой поток преодолевает внешние аэродинамические сопротивления. Во второй группе режимов энергопередача между лентой и пыле-воздушным потоком отсутствует. В третьей группе энергопередача осуществляется между пыле-воздушным потоком и норийной лентой.

Описание процессов перемещения и взаимодействия потоков в элементах нории осуществляется детерминированными зависимостями для условий функционирования аспирационных систем, характеризующихся перемещением пыле-воздушных сред через неплотности укрытий башмака и головки, а также через подающий - отводящий самотеки (рис.2).

При моделировании процессов аспирации ТТАС, включающих нории, были приняты следующие основные допущения: изменение плотности воздушного потока - ρ по длине норийных труб незначительно; перемещение пыле-воздушных потоков осуществляется вдоль оси норийных труб; перемещение воздушных потоков через поверхность норийных труб и взрывопреграждающих диафрагм отсутствует; движение потоков осуществляется в установившемся режиме.

На основе гидродинамики многофазных сред в виде системы уравнений (I) составлено математическое описание процессов перемещения и взаимодействия пыле-воздушных потоков в ТТАС включающих нории. В системе уравнений (I) уравнения движения воздушного потока $V=f(x)$ получено на основании теоремы об изменении кинетической энергии. Количество воздуха перемещаемого через самотеки рассчитывается с учетом функций распределения скорости зернового материала $U=f(x)$.

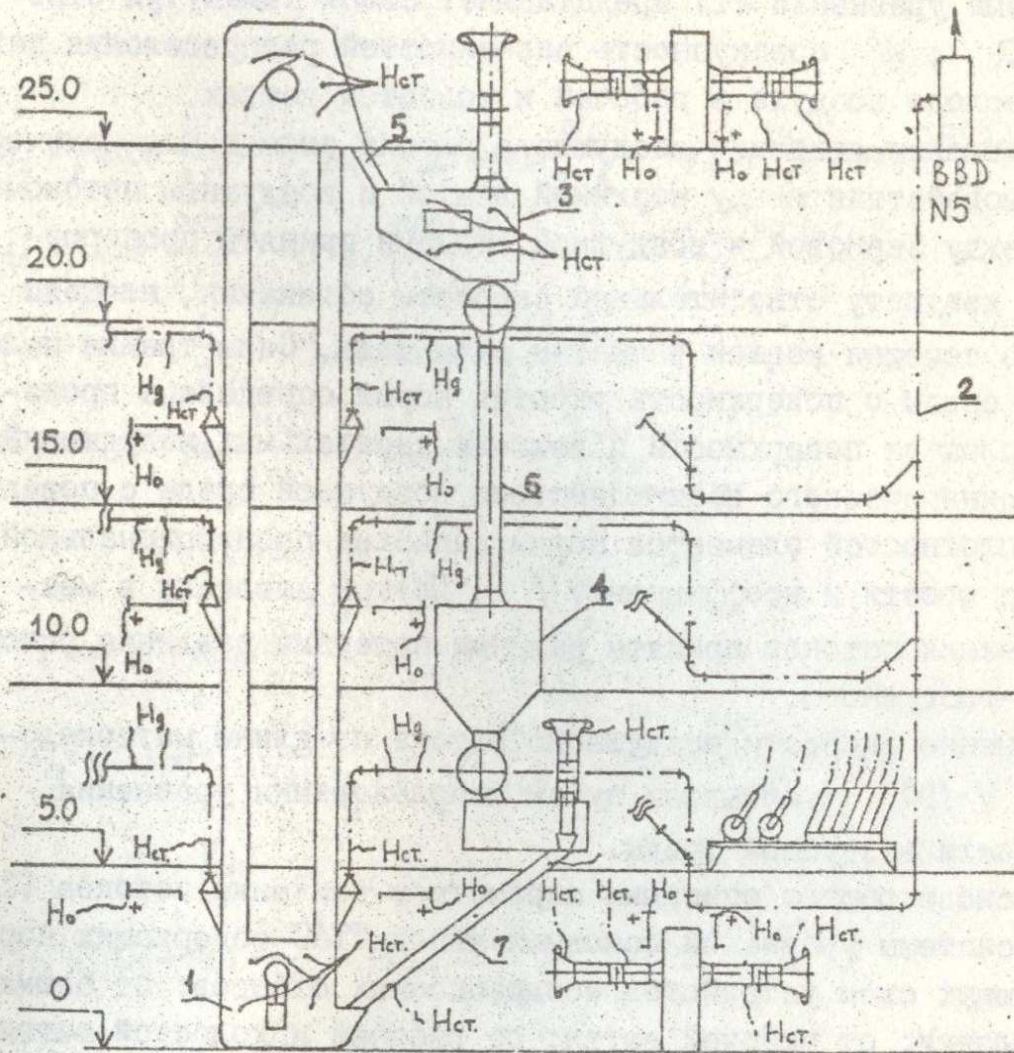


Рис.1. Схема лабораторной установки:

I - нория; 2 - аспирационная сеть; 3,4 - емкости;
5,6,7 - самотеки

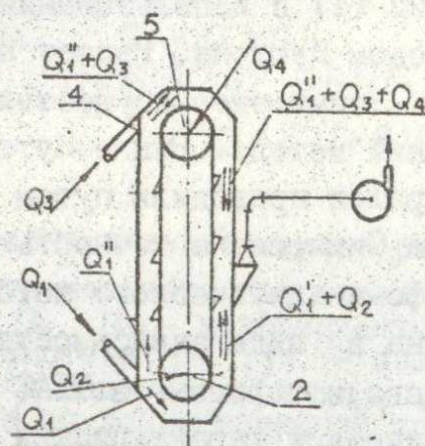


Рис.2. Общая схема движения воздушных потоков в укрытии нории при отборе воздуха от норийной трубы
2,3,4,5-условные узлы слияния и распределения воздушных потоков

Система уравнений (I) представляет собой замкнутую относительно Q ; H совокупность зависимостей распределения давления и расхода воздуха в рабочей и холостой ветках.

В уравнении движения воздушного потока силы аэродинамического взаимодействия между норийной лентой и воздушным потоком, а также между зерновой и воздушной средами приняты пропорциональными квадрату относительной скорости обтекания, площади миделевого сечения ковшей и частиц материала. Силы трения пылевоздушной среды о поверхность укрытия нории определены произведением площади поверхности и величин касательных напряжений. Сила аэродинамического взаимодействия воздушной среды с поверхностью неплотностей элементов нории записана пропорциональной квадрату скорости и коэффициенту f . Потери давления в местах соединения потоков приняты равными потерями давления основного пыле-воздушного.

Изменение скорости воздушного потока по длине материалопроводов $V=f(x)$ учитывали путем использования уравнения неразрывности воздушной среды.

На основе общего описания параметров движения потоков (I) получены системы уравнений основных типов ТТАС содержащих нории для следующих схем устройства аспирационных отборов: от башмака; от головки; от рабочей ветви; от рабочей и холостой ветви нории.

Численное решение системы уравнений (I) осуществляли двумя методами: расчетным с использованием ЭВМ графо-аналитическим. Решение системы уравнений (I) с использованием ЭВМ ЕС-1031 проводили итерационным методом Ньютона. Расчет аэродинамических характеристик $H=f(Q;U)$ самотеков осуществляли путем решения дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутта в модификации Хойне. Вычисление интегралов проводили путем использования усовершенствованного метода Симпсона с точностью $HX...4$.

Для реализации графо-аналитического метода система уравнений (I) была представлена в виде зависимостей потерь давления от расхода воздуха каждого из элементов ТТАС нории. Последовательная сумма аэродинамических характеристик отдельных участков определяемая схемой перемещения потоков позволяет получить обобщенную аэродинамическую характеристику. Совмещение характеристик вентилятора и обобщенной характеристики ТТАС определяет искомую область значений расходов воздуха $Q_{асп}$, перемещаемых по

$$H_2 = f_{\text{неп.б.}} \frac{\rho(G)^2}{2F_{\text{неп.б.}}^2} \quad H_2 = f(Q_1) + f_{\text{вх.1}} \frac{\rho(Q_1)^2}{2F_{\text{сам.2}}^2} + f_{\text{вых.1}} \frac{\rho(Q_1)^2}{2F_{\text{сам.2}}^2} + f_{\delta_1} \frac{\rho(Q_1)^2}{2F_{\delta}^2}$$

$$H_3 = f_{\text{неп.б.}} \frac{\rho(Q_2)^2}{2F_{\text{неп.б.}}^2} + f_{\delta_2} \frac{\rho(Q_1+Q_2)^2}{2F_{\delta_2}^2} + \frac{\lambda_{\text{тр.23}} L_{23} \rho(Q_1+Q_2)^2}{2F_{1\text{тр}}^2 \cdot D_{23}} + \frac{1}{2D_{323}} \lambda_{\text{ков.23}} L_{23} \rho \left(\frac{Q_1+Q_2}{F_{2\text{тр}}} - U \right) \left| \frac{Q_1+Q_2}{F_{2\text{тр}}} - U \right|$$

$$H_4 = f(Q_1) + f_{\text{вх.1}} \frac{\rho(Q_1)^2}{2F^2} + f_{\text{вых.1}} \frac{\rho(Q_1)^2}{2F^2} + \frac{\lambda_{\text{тр.24}} L_{24} \rho(Q_1'')^2}{2F_{1\text{тр}}^2 \cdot D_{324}} + \lambda_{\text{ков.24}} L_{24} \rho \left(\frac{Q_1''}{F_{2\text{тр}}} - U \right) \left| \frac{Q_1''}{F_{2\text{тр}}} - U \right|$$

$$H_4 = f(Q_3) + f_{\text{вх.3}} \frac{\rho(Q_3)^2}{2F_{\text{сам.}}^2} + f_{\text{вых.3}} \frac{\rho(Q_3)^2}{2F_{\text{сам.}}^2} \quad (I)$$

$$H_5 = f(Q_3) + f_{\text{вх.3}} \frac{\rho(Q_3)^2}{2F_{\text{сам.}}^2} + f_{\text{вых.3}} \frac{\rho(Q_3)^2}{2F_{\text{сам.}}^2} + f_{\text{гол.}} \frac{\rho(Q_1+Q_3)^2}{2F_{\text{гол.}}^2}$$

$$H_5 = f_{\text{неп.г.}} \frac{\rho(Q_4)^2}{2F_{\text{неп.г.}}^2}$$

$$H_3 = f(Q_1) + f_{\text{вх.1}} \frac{\rho(Q_1)^2}{2F_{\text{сам.}}^2} + f_{\text{вых.1}} \frac{\rho(Q_1)^2}{2F_{\text{сам.}}^2} + \frac{\lambda_{\text{тр.24}} L_{24} \rho(Q_1'')^2}{2F_{1\text{тр}}^2 \cdot D_{324}} + \frac{1}{2D_{324}} \lambda_{\text{ков.24}} L_{24} \rho \left(\frac{Q_1''}{F_{2\text{тр}}} - U \right) \left| \frac{Q_1''}{F_{2\text{тр}}} - U \right| + f_{\text{гол.1}} \frac{\rho(Q_1+Q_3)^2}{2F_{\text{гол.}}^2} + f_{\text{гол.2}} \frac{\rho(Q_1+Q_3+Q_4)^2}{2F_{\text{гол.}}^2} + \frac{\lambda_{\text{тр.33}} L_{33} \rho(Q_1+Q_3+Q_4)^2}{2F_{1\text{тр}}^2 \cdot D_{333}} + \frac{1}{2D_{333}} \lambda_{\text{ков.33}} L_{33} \rho \left(\frac{Q_1+Q_3+Q_4}{F_{2\text{тр}}} - U \right) \left| \frac{Q_1+Q_3+Q_4}{F_{2\text{тр}}} - U \right|$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad Q_1 = Q_1' + Q_1''$$

$$f(Q) = \frac{G_0}{F_M} \int_0^U \frac{U^2 |F_M \rho_T \rho U - G \rho - Q \rho_T| (F_M \rho_T \rho U - G \rho - Q \rho_T)}{V_3^2 U \rho^2 (F_M \rho_T U - G)^2}$$

$H=f(Q_1), H=f(Q_3)$ - аэродинамические характеристики самотеков;

$f_{\text{неп.б.}}, f_{\text{неп.г.}}$ - коэффициенты местного сопротивления неплотностей башмака и головки нории; $f_{\text{вх.}}, f_{\text{вых.}}$ - коэффициенты местного сопротивления входа и выхода из самотека; $f_{\text{г.}}, f_{\delta}$ - коэффициенты местного сопротивления головки и башмака нории; $\lambda_{\text{тр.}}, \lambda_{\text{ков.}}$ - приведенные коэффициенты сопротивления по длине норийной трубы и ковшей; ρ, ρ' - плотность воздуха и вещества, кг/м^3 ; G, Q - массовые расходы материала и воздуха, $\text{кг/с}, \text{м}^3/\text{с}$; F_M - площадь миделевого сечения частицы, м^2 ; $F_{\text{неп.б.}}, F_{\text{неп.г.}}, F_{\text{сам.}}, F_{\text{тр.}}, F_{\delta}, F_{\text{г.}}$ - площади неплотностей башмака и головки нории, площади поперечного сечения самотека, норийной трубы, башмака и головки нории, м^2 ; D_3 - гидравлический диаметр норийной трубы, м ; V_3 - скорость витания частиц, м/с ; U, U' - скорости норийной ленты и частицы по длине материалопровода, м/с .

отдельным элементам и потерь давления Насп.

Результаты численных экспериментов подтвердили качественное соответствие расчетных величин параметров потоков предварительным значениям экспериментальных исследований и показали необходимость лабораторного изучения коэффициентов аэродинамического взаимодействия пыле-воздушных потоков с элементами ТТАС.

В третьей главе приведены программа и методики лабораторных исследований, методы обработки опытных данных, схема и описание стендовых установок.

Базовыми объектами исследований были выбраны режимы аспирации ТТАС. Стендовая установка, рис. I, позволила моделировать всю совокупность условий функционирования систем аспирации норий (I-10; II-10 ... II-350) при прямоточных, противоточных и комбинированных режимах перемещения пыле-воздушных потоков.

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

Относительная погрешность экспериментального определения параметров движения потоков находится в интервале 5% при доверительном интервале $P = 0,95$.

В четвертой главе на базе исследований показателей процессов перемещения воздушных потоков через неплотности укрытий основных элементов норий подтверждена квадратичным видом зависимости потерь давления $-H$ от расхода воздуха $-Q$, уточнено значение приведенного коэффициента аэродинамического сопротивления совокупного множества неплотностей $-f_{неп}$.

Изучены процессы перемещения и взаимодействия пыле-воздушных потоков в норийных трубах, головке и башмаке. Установлены основные факторы, определяющие энергообмен между воздушной средой и норийной лентой с ковшами, рис. 3, 4, 5. Разработаны матрицы планирования по определению коэффициентов аэродинамического взаимодействия ленты с воздушным потоком $-k_{ков}$ для основных режимов аспирации УТТЛ, содержащих нории (I-10...II-150). Реализация ПФЭ³ позволила получить уравнения регрессии: коэффициента аэродинамического взаимодействия для прямоточных режимов аспирации

$$\lambda_{\text{ков.}} = -5,11 + 5,667 \cdot 10^{-8} \text{Re} + 8,99 F_{\text{Дг}} + 4,46 \frac{\ell}{D_{\text{г}}} - \quad (2)$$

$$- 5,56 \cdot 10^{-14} \text{Re}^2 - 271,72 F_{\text{Дг}}^2 - 0,97 \left(\frac{\ell}{D_{\text{г}}} \right)^2$$

Re - число Рейнольдса; $F_{\text{Дг}}$ - приведенная площадь к миделевому сечению трубы с ковшами, м^2 ; $\ell / D_{\text{г}}$ - продольный калибр, м.

- для противоточных режимов аспирации

$$\lambda_{\text{ков.}} = -382,71 + 3,62 \cdot 10^{-8} \text{Re} - 1,96 F_{\text{Дг}} + 3,08 \frac{\ell}{D_{\text{г}}} - \quad (3)$$

$$- 8,66 \cdot 10^{-15} \text{Re}^2 + 570 F_{\text{Дг}}^2 - 0,67 \left(\frac{\ell}{D_{\text{г}}} \right)^2$$

Значения коэффициентов для основных режимов аспирации ТТЛ содержащих нории П-350 представлены в виде таблицы. В табличном виде представлена также значения коэффициентов местных сопротивлений башмака и головки ТТЛ норий I-10...П-350.

Статистическая оценка экспериментальных и расчетных данных, приведенная по общепринятым методикам показала, что уравнения (2), (3) при доверительной вероятности 0,95 и 5% доверительном интервале адекватно описывают исследуемые процессы для требуемого диапазона факторов.

Исследовано влияние основных параметров аспирируемых потоков воздуха на надежность транспортирования сыпучего материала нориями (I-10...П-350). Установлено, что диапазон значений предельно допустимых скоростей перемещения потоков при которых срыв частиц материала с ковшей определяется неравенством:

$$0 < V_{\text{от.}} < V_{\text{s}}$$

Методом ПФЭ³ исследованы процессы пылеобразования. В результате обработки экспериментальных данных получено с доверительной вероятностью 0,95 и 5% доверительном интервале адекватное уравнение регрессии вида:

$$Z = -4,387 - 0,253H - 4,663V + 1,3G + \quad (4)$$

$$+ 8,77 \cdot 10^{-3} H^2 + 1,172V^2 - 0,148G^2$$

G - производительность нории, т/ч; H - расстояние отбора проб пыли от башмака, м; V - скорость воздуха в аспирационном приемнике, м/с.

Проверку адекватности математических моделей процессов ас-

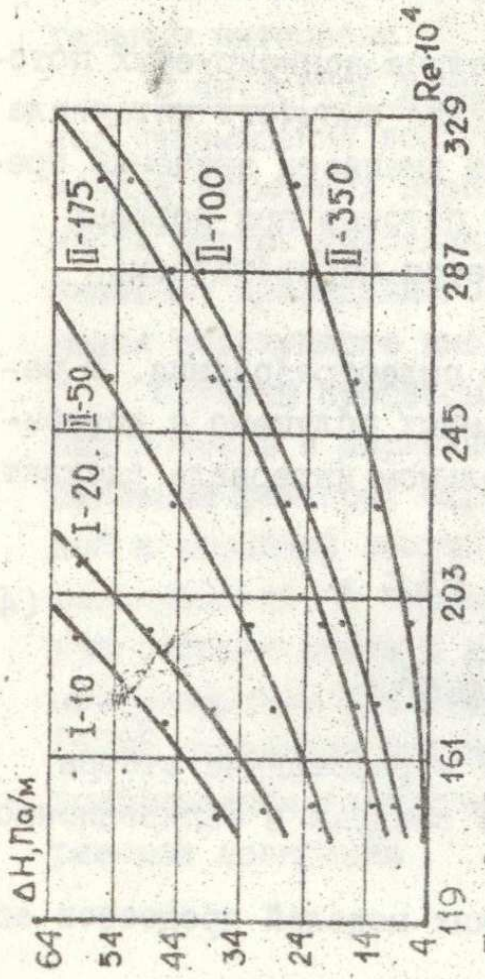


Рис. 3. Зависимость потерь давления в норийных трубах с кошками в противоточном режиме омывания от числа Рейнольдса

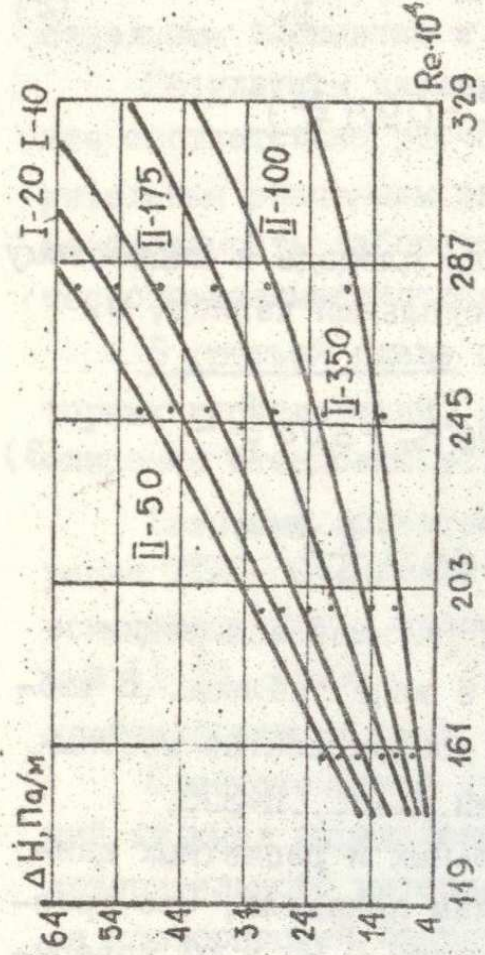


Рис. 4. Зависимость потерь давления в норийных трубах с кошками в прямоточном режиме омывания от числа Рейнольдса

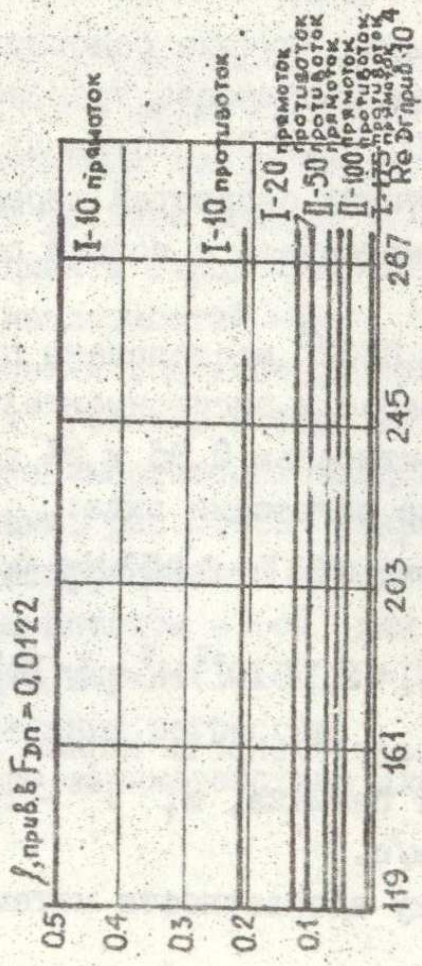


Рис. 5. Зависимость приведенных коэффициентов сопротивления норийных труб с кошками от числа Рейнольдса

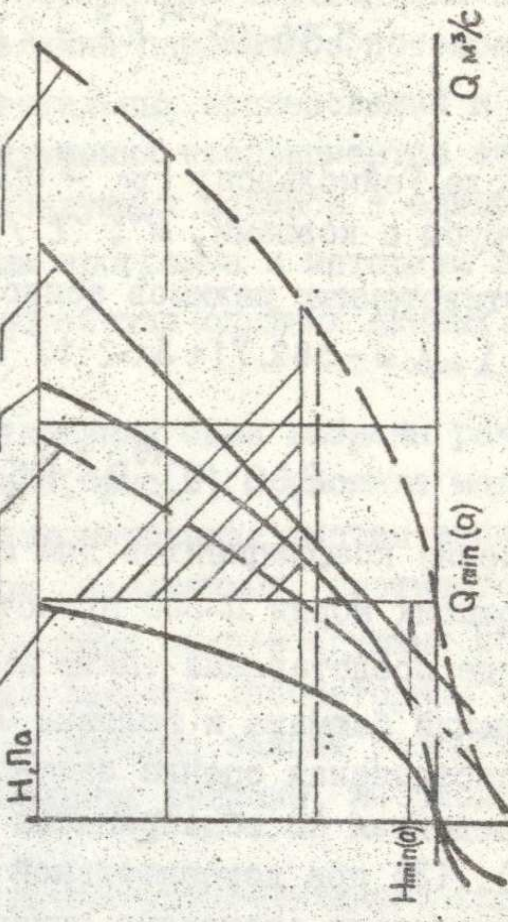


Рис. 6. Общая аэродинамическая характеристика узла загрузки башмака нории: 1-характеристика герметичности башмака; 2-внутреннее сопротивление башмака; 3-характеристика самотека; 4-суммарная характеристика башмака и самотека нории; 5-обобщенная аэродинамическая характеристика узла

пирации ТТАС содержащих нории проводили с учетом полученных зависимостей коэффициентов ($\lambda_{гр}; \lambda_{ков}; \xi_{г}; \xi_{б}$) путем сравнения расчетных и экспериментальных обобщенных аэродинамических характеристик $N_{асп} = f(Q_{асп})$ как отдельных элементов, так и системы элементов ТТАС в целом, рис. 6. Сопоставление указанных характеристик позволило подтвердить соответствие разработанного формализованного описания процессов аспирации норий I-10...П-350.

Разработана методика определения области значений рациональных параметров функционирования основных типов ТТАС, содержащих нории (I-10...П-350) которая состоит в определении аэродинамической схемы перемещения аспирационных потоков воздуха аэродинамических характеристик основных элементов ТТАС (головки, башмака, труб, самотеков, технологического оборудования), общей аэродинамической характеристики участка, области рациональных значений ($Q; H$).

Апробация графо-аналитического метода расчета параметров функционирования ТТАС Веселокутского, Страбичевского, Волочискского, Ужгородского, Львовского, Тернопольского, Ивано-Франковского элеваторов, комбизаводов, подтвердила возможность его применения в практике проектирования и реконструкции систем аспирации. Экономический эффект от использования результатов работы, обусловленный снижением энерго- и материалоемкости аспирационных систем, количества аспирационного оборудования и повышения надежности функционирования ТТАС составил на Веселокутском КХП - 100,574 тыс.руб., Волочискском КХП - 194,470 тыс. руб., Страбичевском элеваторе - 8,230 тыс.руб.

ВЫВОДЫ:

1. Разработанные: математическое описание процессов аспирации норий, алгоритмы, программы счета, адекватность которых подтверждена лабораторными и производственными испытаниями могут быть использованы для расчета режимных, энергетических показателей функционирования ТТАС.
2. Установлены закономерности энергообмена материал-воздушных потоков в головке, башмаке и норийных трубах при противоточном, прямоточном и комбинированных режимах аспирации ТТАС.
3. Полученные зависимости распределения концентрации пыли в основных элементах нории, позволяют минимизировать отбор пыле-

видных материал в аспирационные системы.

4. Изучены основные аэродинамические характеристики критических режимов перемещения материалов, позволяющие обеспечить надежное функционирование ТТАС.
5. Разработанный графо-аналитический метод определения рациональных режимов функционирования ТТАС, позволяет оперативно решать инженерные задачи определения требуемых параметров работы аспирационных систем.
6. Разработанная методика определения основных аэродинамических показателей функционирования ТТАС в производственных условиях позволяет существенно снизить трудоемкость и повысить точность измерения герметичности и аэродинамического сопротивления элементов нории.
7. Разработанные на базе результатов работы новые технические решения, позволяют эффективно воздействовать на параметры аспирируемой пыле-воздушной среды и снизить энергозатраты на функционирование аспирационных установок.

Основное содержание диссертации опубликовано:

1. А.С. № 1352081 СССР, МКИ В 65G 21/00. Устройство для аспирации разгрузочной тележки конвейера / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, М.В.Василишин (СССР). - №4066440/03 заявл.26.04.86, опубл.27.II.87. Бюл. № 42.
2. А.С. № 1384794 СССР, МКИ В 65G 21/00. Устройство для аспирации разгрузочной тележки конвейера / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, М.В.Василишин (СССР) - № 4122842/03 заявл. 21.06.86; опубл.25.02.87. Бюл. № 12.
3. А.С. № 1384507, СССР, МКИ В 65G 11/20. Перегрузочное устройство для сыпучих грузов / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, М.В.Василишин (СССР) - № 412660/11 заявл.22.09.86; опубл. 23.04.87. Бюл. № 12.
4. А.С. № 1640060 СССР, МКИ В 65G 65/8. Способ пылеподавления в ковшовом элеваторе и ковшовый элеватор / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, М.В.Василишин (СССР) - № 4691059; заявл. 27.10.89; опубл.07.02.89. Бюл. № 13.
5. А.С. № 1666396 СССР, МКИ В 65G 17/30. Ковшовый элеватор / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, М.В.Василишин (СССР) - № 4730457/03 заявл.07.02.90; опубл.07.09.91. Бюл. № 28.
6. Положительное решение Госкомизобретений СССР от 16.04.91 г.

- о выдаче авторского свидетельства по заявке № 4646137/03 (020128), МКИ В 65 G 17/30. Ковшовый элеватор. / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, М.В.Василишин.
7. Положительное решение Госкомизобретений СССР 27.03.91 г. о выдаче авторского свидетельства по заявке № 4694686/03, МКИ В 65 G 17/36. Грузовой орган ковшового элеватора / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, М.В.Василишин.
8. Положительное решение Госкомизобретений СССР от 28.02.91 г. о выдаче авторского свидетельства по заявке № 4685438/21, МКИ В 65 G 53/60. Способ аспирации протяженных укрытий транспортно-технологических линий / Е.А.Дмитрук, О.И.Гапонюк, М.В.Василишин.
9. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Василишин М.В. Совершенствование аспирационных сетей элеватора // Тезисы докладов на республ. науч. техн. конф. "Интенсификация технологии и совершенствование оборудования перерабатывающих отраслей АПК. Киев, КТИП. 1989 - 172 с.
10. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Василишин М.В. Метод расчета аспирации норрии. // Тезисы докладов на межинститутской науч. практич. конф. "Социально-экономические и научно-технические проблемы АПК. Одесса, ОТИП. 1989. - 123 с.
11. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Василишин М.В. Исследования процесса аспирации норрии // Тезисы докладов на науч. конф. института. Одесса, ОТИП. 1990 - 42 с.
12. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Кононова Р.В., Бабич М.Б., Василишин М.В. Паспортизация оборудования по герметичности - залог экологической чистоты воздушного бассейна зерноперерабатывающих предприятий // Тезисы докл. Всес. научн. конф. "Проблемы промышленной экологии". - Черновцы, ЧГУ. - 1991. - С.11-12.
13. Дмитрук Е.А., Бабич М.Б., Василишин М.В., Верещинский А.П. Аспирационные системы в решении проблем экологии и взрывоопасности предприятий по хранению и переработке зерна // Тезисы докл. Всес. науч. конф. "Ученые и специалисты в решении социально-экономических проблем страны". - Ташкент, НИИАСАТ. 1991. - С.175-176.
14. Василишин М.В. и др. Математическая модель аэродинамических процессов функционирования норрий / М.В.Василишин, Р.В.Кононова, А.П.Верещинский // Тезисы докл. IV Всес. конф. "Математические методы в химии". - Казань, - 1991. - С.178.

15. Гапонюк О.И. и др. Аэродинамика материало-воздушных потоков в норях зерноперерабатывающих предприятий / О.И.Гапонюк, М.В.Василишин, Р.В.Кононова // Тезисы докл. У Всес. научн. конф. "Механика сыпучих материалов". - Одесса, 1991, с. 176.
16. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Василишин М.В., Даниченко Н.В. Аэродинамика материало-воздушных потоков в норях зерноперерабатывающих предприятий // Тезисы докладов на У Всесоюз. конф. "Механика сыпучих грузов". - Одесс, ОТИПП, 1991 - С. 113.
17. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Верещинский А.П., Василишин М.В. Метод расчета аспирационных сетей // Комбикормовая промышленность, № 6. - М.: Агропромиздат, 1989. - С. 16.
18. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Василишин М.В. Основы аэродинамических характеристик укрытий. // Хлебопродукты, № 4. - М.: Агропромиздат, 1990. - С. 420.
19. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Кононова Р.В., Василишин М.В. Анализ проблем исследования процессов аспирации нории // ЦНИИТЭИ Минхлебопродуктов. - М.: ВИНТИ, № 11, 1990. - 234 с.
20. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Василишин М.В. Математическая модель аэродинамических процессов функционирования норий // ЦНИИТЭИ Минхлебопродуктов. - М.: ВИНТИ, № 5, 1990. - 248 с.
21. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Кононова Р.В., Василишин М.В. Исследование процесса аспирации нории. // Информационный сборник. Научно-технические достижения и передовой опыт в отрасли хлебопродуктов. - М.: ВНПО "Зернопродукт", выпуск № 2, 1991. - С. 7-9.
22. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Василишин М.В. Метод расчета параметров функционирования протяженных укрытий // Сборник научных трудов Минвуза УССР, Современные технологии перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса. - Киев, 1991. - С. 50-55.

