



5. Циммерман Я.С. Дисбиоз (дисбактериоз) кишечника и/или "синдром избыточного бактериального роста" / Я.С. Циммерман // Клиническая медицина. – 2005. – № 4. – С. 14-22.
6. Волянский Ю.Л. Пребиотики и проблема дисбактериоза / Ю.Л. Волянский, К.В. Скидан. – Харьков: ЭДЭНА, 2008. – 100 с.
7. Левицкий А.П. Лизоцим вместо антибиотиков / Левицкий А.П. – Одесса: КП ОИТ, 2005. – 74 с.
8. Бухарин О.В. Микробные ингибиторы лизоцима / О.В. Бухарин, А.В. Вальшев // ЖМЭИ. – 2006. – № 4. – С. 8-13.
9. Несмеянова Н.Н. Доклиническая оценка резистентности организма при воздействии токсических веществ / Н.Н. Несмеянова, Л.М. Соседова // Клиническая лабораторная диагностика. – 2009. – № 2. – С. 16-19.
10. Спосіб оцінки дисбактеріозу порожнини рота / Левицький А.П., Макаренко О.А., Селіванська І.О., Деньга О.В., Почтар В.М., Гончарук С.В.; Опубл. 17.07.2006. – 2006, Бюл. № 7.
11. Биохимические маркеры воспаления тканей ротовой полости: метод. рекомендации / [А.П. Левицкий, О.В. Деньга, О.А. Макаренко и др.]. – Одесса, 2010. – 16 с.
12. Горячковский А.М. Клиническая биохимия в лабораторной диагностике / Горячковский А.М. – [3-е изд.]. – Одесса: Экология, 2005. – 616 с.

Поступила 05.2012

Адрес для переписки:

ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039



УДК 664.723/726.012.3-021.62

О.И. ГАПОНЮК, д-р техн. наук, профессор,

А. КОРОТНЯН, студентр-магистр

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

В работе обоснована стратегия создания энергоэффективных систем обеспыливания. Дано описание аспирационных установок третьего поколения, использующих современные средства управления процессами обеспыливания. Показаны результаты практического использования и перспективы «умных» систем пылеподавления.

Ключевые слова: энергоэффективность, аспирационные установки третьего поколения, «умные» системы пылеподавления.

In this paper we proved a strategy to create energy-efficient dedusting systems. We describe the aspiration-discriminatory third-generation systems using modern management tools dedusting process. It was shown the results and prospects for practical use of "smart" dust suppression systems.

Keywords: energy efficiency, suction plant of the third generation, "smart" dust-suppression system.

Практика использования систем обеспыливания отрасли хлебопродуктов выделяет основные недостатки их работы: низкая надежность и к.п.д. очистки пылевоздушных сред, высокая энергоемкость – превышение потребляемой мощности против объективно необходимого значения от двух и выше раз [1; 2; 3].

Сложившаяся ситуация предопределена двумя фундаментальными проблемами:

1. Несовершенство существующей нормативно-технической базы проектирования зерноперерабатывающих предприятий (ЗПП), отсутствие норм проектирования аспирационных установок технологических линий производительностью от 200 т/ч;

2. Отсутствие эффективных правил, методологии организации обслуживания аспирационных установок а также квалифицированного персонала.

По поводу первой проблемы – правила проектирования аспирационных установок [2] нормируют построение систем обеспыливания технологических линий производительностью до 175 т/ч, в то время как стратегия реконструкции существующих, строительство новых зерновых элеваторов в Украине предполагает применение транспортно-технологических линий производительностью от 200 до 1500 т/ч.

Кроме того практика функционирования систем аспирации ставит ряд вопросов к энергоэффе-

тивности, качеству работы установок ответы на которые в нормативных документах отсутствуют.

В частности исследования Одесской национальной академии пищевых технологий (ОНАПТ) [1] доказывают, что требования к режимным характеристикам аспирации (H_g , Q_a), регламентируемые «Правилами проектирования аспирационных установок» [2], существенно завышены. Вследствие чего их энергетический к.п.д. на 30-60 % ниже практически необходимого значения, а установленная мощность значительно превосходит физически необходимый объем потребляемой энергии. Непосредственно аспирационные установки (АУ) элеваторов расходуют до 35 %, комбикормовых производств – до 20 %, мельниц крупозаводов до 25 % энергоресурсов ЗПП.

Вторая проблема – ограничение эффективной работы установок из-за отсутствия регламента обслуживания аспирации, в привязке к виду и производительности зерновых материалопотоков, условий их работы, а также герметичности оборудования и т.д. Перечисленные факторы определяют экстремальные условия функционирования пылеотделителей, вентиляторов, воздухопроводов и особые требования к их обслуживанию.

Основу перечисленных проблем составляет отсутствие взаимосвязей параметров работы аспирационных систем с источниками пылевыведений.

Вследствие чего системы обеспыливания формата 80-х годов обеспечивают жестко фиксированные статические характеристики пылеподавления, в то время как аэродинамические параметры источников пылевыведения постоянно изменяются в зависимости от параметров работы технологического оборудования по объему пылеобразований, избыточному давлению от 3 до 6 раз.

В качестве примера на рисунке 1 приведены зависимости избыточного давления и производительности эжекционных пылевоздушных потоков $H=f(Q)$ – характеристики источников пылеобразования для различных значений производительности, высоты перемещения зерновых потоков перегрузочных узлов гравитационной пересыпки зерна.

Кривые 1, 2, 3, 4 представляют широкий диапазон изменений интенсивности пылевыведений в зависимости от эжективных свойств узлов перегрузки зерна, что влечет за собой необходимость динамического изменения параметров работы аспирационной установки (АУ) в аналогичном диапазоне. В этой связи аспирация источника пылевыведения предполагает жесткофиксированную область изменений расхода и давления отсасываемого воздуха. Характеристики обеспыливаемой воздушной среды должны быть замкнуты на аэродинамические параметры источника пылевыведений.

Исследования эффективности обеспыливания ЗПП указывают на полное отсутствие аспирационных установок регулирующих режимы пылеподавления ручным, механизированным, автоматизированным способами.

Отсутствие систем управления аспирацией, обратной связи ее режимов работы с процессами пылевыведения являются главной причиной всех проблем эффективности систем обеспыливания. Сложившаяся ситуация является закономерной и носит объективный характер в виду отсутствия систем управления работой АУ – «умных аспирацион-

ных установок». Создание такого рода систем позволит обеспечить режимы гарантированного пылеподавления при минимизации энерго-материалоемкости устройств обеспыливания.

Алгоритм решения указанной задачи предполагает следующие этапы:

- создание моделей источников пылевыведений;
- разработка аэродинамической модели АУ;
- выбор системы управления;
- разработка обеспыливающего оборудования особых требований аэродинамических характеристик синхронизированных со спецификой процессов пылеобразования.

Первый этап - моделирование источников пылевыведений

Основу моделирования источников пылевыведений (ИП) составляют представленные в работах уравнения материаловоздушных потоков [1] учитывающих изменение интенсивности, где интенсивность пылевыведений определяется путем синтеза аэродинамических характеристик материалопотоков, укрытий и оборудования ЗПП. Анализ состояния пылевоздушных потоков (ПВП), моделирование основных режимов функционирования источников пылевыведений осуществляется с применением графоаналитического метода синтеза аэродинамических характеристик составных элементов транспортно-технологических линии. Основу графоаналитического метода составляет принцип суперпозиции аэродинамических характеристик давления воздушной среды.

Используя математические модели многокомпонентных гравитационных потоков [1], состояние ИП в укрытии оборудования 4 (рис. 2) пылевыведения через неплотности 3, в упрощенном виде может быть представлено системой уравнений 1.

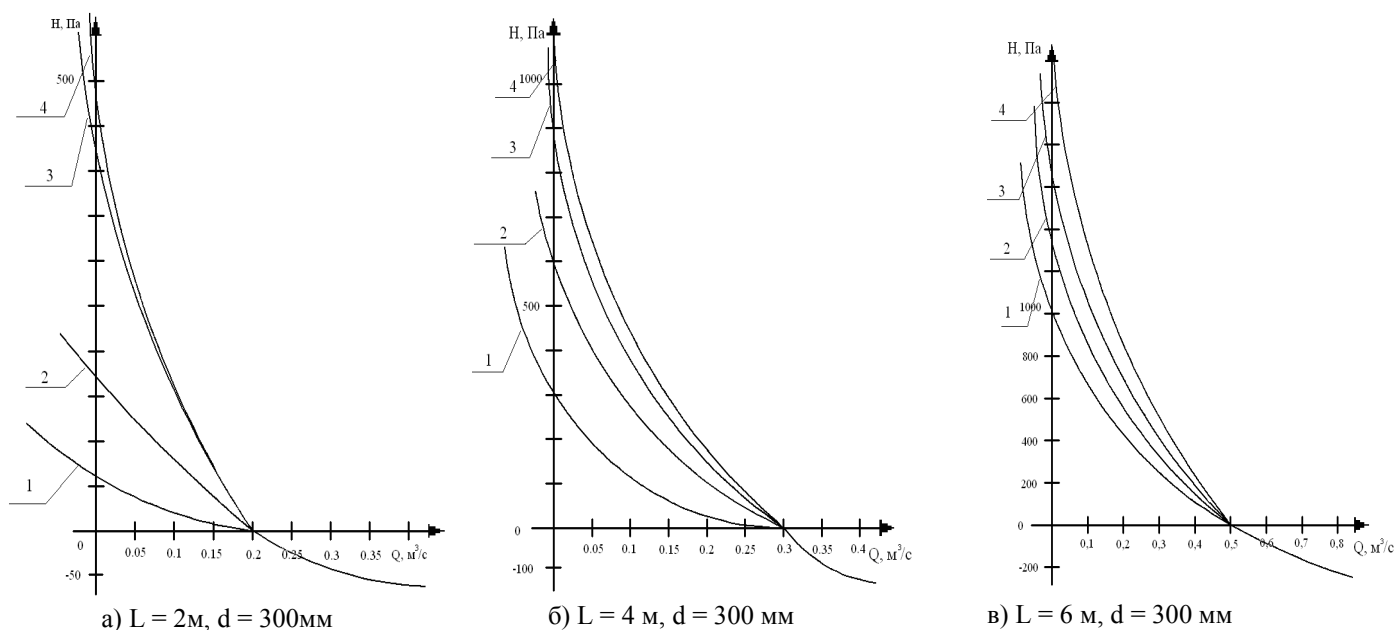


Рис. 1. Аэродинамические характеристики источников пылевыведения:
 1 – $G = 50\text{ т/ч}$; 2 – $G = 100\text{ т/ч}$; 3 – $G = 150\text{ т/ч}$; 4 – $G = 200\text{ т/ч}$.



$$\frac{Gg}{F_1} K \alpha_1 \int_0^{L_1} \frac{|U_1 - V_1|(U_1 - V_1)}{U_1 V_{as}^2} dx -$$

$$- \frac{1}{2} \xi ax(1) Pa \left(\frac{Q_1}{F_1} \right)^2 = K_2 Q_3^2 - H_4$$

$$\frac{Gg}{F_2} K \alpha_2 \int_0^{L_2} \frac{|U_2 - V_2|(U_2 - V_2)}{U_2 V_{as}^2} dx -$$

$$- \frac{1}{2} \xi ax(2) Pa \left(\frac{Q_2}{F_2} \right)^2 - \varepsilon_2 Q_2^2 = K_2 Q_3^2 - H_4$$

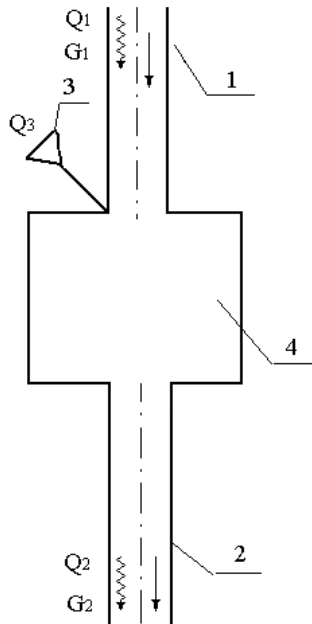


Рис. 2. Схема узла перегрузки зерновых материалов.

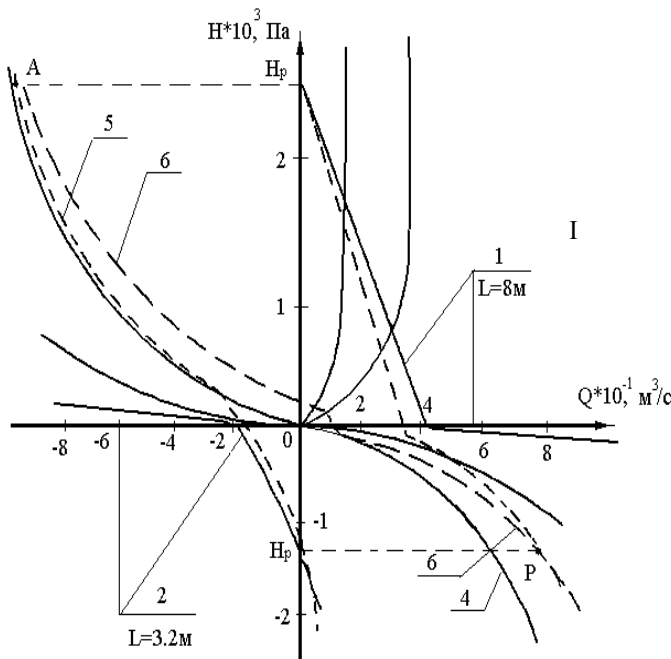


Рис. 3. Аэродинамические характеристики источника пылеобразования.

Сопrotивление перемещению пылевоздушных потоков через неплотности укрытия, взаимодействие с рабочими органами оборудований -4 определено в упрощенном виде комплексами $K_2 Q_3^2$; $\varepsilon_2 Q_2^2$.

На рисунке 3 приведены результаты расчета характеристик пылевыделений при перемещении пшеницы $\tau=2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/с}^3 \text{ м}$; $\rho_r=1350 \text{ кг/м}^3$; $v_{BS}=6,1 \text{ м/с}$, самотеками загрузки 1 (рис. 2) высотой перемещения зерновой струи $L=8 \text{ м}$ и выгрузки 2 высотой 3 м.

Состояние источника пылеобразования (избыточное давление, объем образованной избыточной пылевоздушной смеси) определяется областью -I для фиксированного состояния показателей герметичности оборудования. С ростом герметичности оборудования избыточное давление ИП увеличивается, объем пылевыделений через неплотности падает и наоборот. Предельное избыточное давление для рассматриваемого случая приближается к $H_n=2000 \text{ Па}$, а объем пылевыделений $Q \approx 0,4 \text{ м}^3/\text{с} \approx 1440 \approx \text{м}^3/\text{ч}$.

Область I (рис. 3) представляет аэродинамическую характеристику ИП для основных режимов его существования. Проведенные исследования указывают на отсутствие стабильности процессов пылеобразования и пылевыделений. Изменение производительности (G) вида сыпучей среды, условий подачи зернового материала в оборудование, герметичности укрытий приводит к изменению пылеобразующей способности источников пылевыделений до десятка раз [1, 3, 4].

Второй этап - математическое моделирование АУ

В обобщенном виде модель режимов работы обеспыливающей установки может быть представлена уравнением

$$H_{AV} f(Q_{AV}) = H_B f(Q_C) - H_{II} f(Q_{II}), \quad (3)$$

где $H_B f(Q_C)$ – комплекс определяющий математическую зависимость давления развиваемого вентилятором от величины расхода воздуха;

$H_{II} f(Q_{II})$ – зависимость потерь давления пылеотделителя от расхода воздуха.

Функционалы $H_B f(Q_C)$, $H_{II} f(Q_{II})$ определены соответствующими аэродинамическими моделями вентилятора и пылеотделителя. Они представлены множеством факторов, описываются системами интегро-дифференциальных уравнений и в полном объеме представлены в работах [1, 3] автора. В конечном итоге уравнение $H_{AV} f(Q_{AV})$ характеризует изменение полного давления развиваемого АУ при перемещении объема воздуха в пределах $Q [0 \text{ до } Q_{lim B}]$.

Третий этап - выбор системы управления

Из трех способов управления: дросселирование, изменение частоты вращения вентилятора, комбинированное совмещение частотного регулирования и дросселирования наиболее эффективным по точности является последний из них.

На рис. 4, 5, 6 приведены схемы вывода аспирационной установки на рабочий режим обеспыливания тремя перечисленными способами.

Рисунок 3 представляет схему обеспечения рабочих режимов обеспыливания АУ путем дросселирования аэродинамических характеристик вентилятора. В свою очередь на рисунке 4 приведена графика

ПРОЦЕСИ, ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ

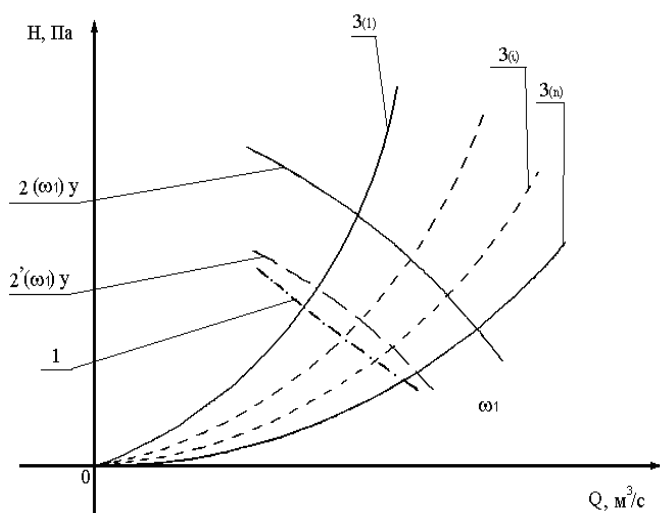


Рис.4. Изменение параметров работы АУ способом дросселирования:

1 – характеристика источника пылевыведения;
 2(ω_1)у – характеристика АУ,
 2'(ω_1)у – приведенная характеристика аспирационной установки;
 3(1)...3(n) – кривые дросселирования АУ;

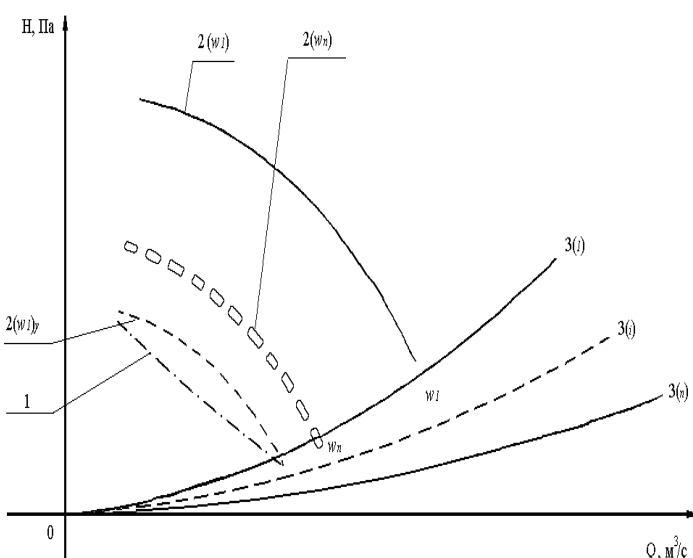


Рис. 6. Изменение параметров работы АУ комбинированным способом.

1 – характеристика источника пылевыведения;
 2(w_1) – характеристика АУ частотой вращения w_1 ;
 2(w_n) – характеристика АУ номинальной частоты вращения вентилятора;
 3_i...3_n – кривые полного дросселирования;
 2(w_1)_y – приведенная характеристика АУ.

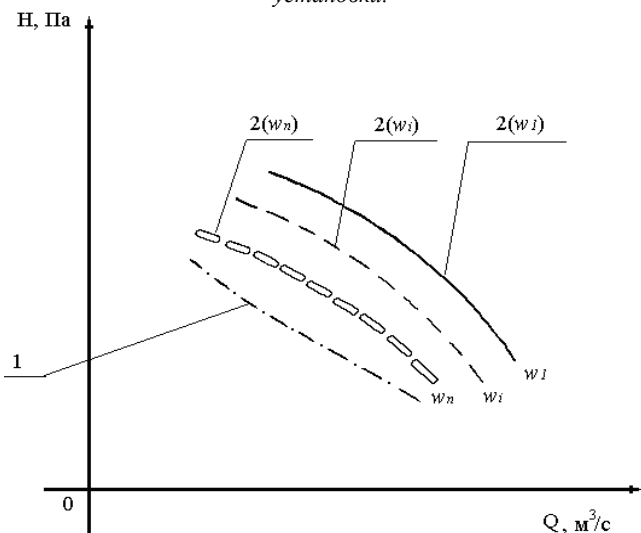


Рис. 5. Изменение параметров работы АУ изменением частоты вращения крыльчатки вентилятора:

1 – характеристика источника пылевыведения;
 2(w_1) – характеристика АУ частотой вращения w_1 ;
 2(w_i) – характеристика АУ частотой вращения w_i ;
 2(w_n) – характеристика АУ номинальной частоты вращения вентилятора w_n .

ческая интерпретация вывода аспирационных установок в область рациональных параметров обеспыливания источников пылевыведения путем регулиро-

вания числа оборотов крыльчатки вентилятора. Комбинированная схема регулирования режимов работы аспирационной установки приведена на рисунке 6. Она предполагает два этапа синхронизации аэродинамических характеристик АУ и источника пылеобразования. На первом – используется «грубый» способ адаптации характеристик сети и источника пылевыведения с применением частотного преобразователя, на втором этапе предполагается тонкая доводка параметров аспирационной установки в область оптимального обеспыливания с применением дроссельных устройств.

Каждый из перечисленных способов имеет свои преимущества и недостатки.

Опыт эксплуатации показывает, что первый способ отличается минимальной стоимостью управляющей системы при высокой энергоёмкости реализации задач дросселирования и длительности процесса итерационного управления. Второй способ – характеризуется низкой энергоёмкостью и недостаточной точностью синхронизации характеристик установки и источников пылеобразования.

Способ комбинированного регулирования устраняет недостатки первых двух при более высокой стоимости его реализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гапонюк О.І. Основи теорії та практики функціонування систем знеплення зернопереробних підприємств. Автореферат докторської дисертації, – Одеса 1997 р.
2. Правила проектування аспіраційних установок підприємств по збереженню та переробці зерна. Одеса – Київ 1995 129 с.
3. Гапонюк О.І. Рациональні параметри аспіраційних систем. //Зерно і хліб, 2007. - № 1 с.32-34.
4. Гапонюк О.І. Рациональні параметри аспірації. //Харчова і переробна промисловість, 2005.– № 10 с.14-15.
5. Гапонюк О.І., Мельник В.В. Удосконалення фільтрів. //Зерно і хліб, 1996. - №4 с.23-24.
6. Гапонюк О.І., Гоф О.Н. Новое поколение фильтров (систем обеспыливания) от завода елеваторного оборудования. // Хранение и переработка зерна, 2011. - № 8 с. 62-64.

Поступила 06.2012
 Адрес для переписки:
 ул. Канатная, 112, г. Одесса, 65039

