

— розробках технологічно-транспортних комплексів з метою наближення їхньої продуктивності, ефективності, енергоємності та інших технічних характеристик до аналогічних середньостатистичних даних у промисловості;

— розширенні функціонально-технологічного призначення та розробки універсального устаткування для забезпечення одночасного виконання попереднього, основного та остаточного очищення і сортування зерна;

— сполучення зон функціонування та об'єднання технічних завдань з транспортування і технологічної обробки зернопродуктів.

**Висновки.** Використання розроблених механіко-технологічних основ створення високоефективних транспортно-функціональних комплексів енергоощадного технічного забезпечення процесів післяжнивної обробки вороху відкриває можливості стабілізації роботи обладнання для приймання та обробки зерна, підвищення його ефективності, скорочення витрат енергії та покращення якості готової продукції. Це підтверджує необхідність впровадження отриманих механіко-технологічних основ створення високоефективних транспортно-функціональних комплексів для розробки нового та модернізації наявного обладнання і використання прогресивних методів компоновки його в технологічні лінії, технологічні комплекси і агрегати.

Одержані результати досліджень будуть використані в навчальному процесі при підготовці спеціалістів та магістрів, у наукових дослідженнях при підготовці кандидатів і докторів технічних наук, при підготовці публікацій у галузевих науково-практичних та виробничих журналах і виданнях, затверджених ВАК України як фахові. Отримані механіко-технологічні основи створення високоефективних транспортно-функціональних комплексів будуть задіяні при підготовці підручника з технологічного устаткування борошномельних та круп'яних підприємств та при впровадженні лекційних курсів і нових лабораторних робіт у навчальний процес підготовки фахівців інженерно-технічного напрямку галузі зберігання та переробки зерна.

#### Література

1. Машины для послеуборочной обработки зерна. Учебники и учебные пособия для полготовки кадров массовых профессий. В.С.Окнин, И.В.Горбачев, А.А.Терехин, В.М.Соловьев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 238 с.
2. Авдеев А.В. Механизация послеуборочной обработки семян и увеличение производства зерна/ А.В. Авдеев // Тракторы и сельскохозяйственные машины.– 2000.– № 5.– С.42.

УДК 664.723.0(23)

## ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ СИСТЕМ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ

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

Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Гоф О.Н., начальник экологического управления

ООО «Завод элеваторного оборудования», г. Одесса

*В статье приводятся материалы по созданию энергоэффективных систем пылеподавления зерновых производств.*

*The article contains materials to create energy efficient dust suppression grain of new productions.*

**Ключевые слова:** системы пылеподавления, аспирационные установки, пылеобразование, зерновые потоки.

Проблемы создания энергоэффективных систем обеспыливания неразрывно связаны с интенсивным развитием отрасли хлебопродуктов.

Основу существующих нормативных документов проектирования аспирационных установок составляют исследования процессов пылевыделения 80-90-х гг. для транспортно-технологических линий производительностью до 100 т/ч. В свою очередь, отсутствие методологии создания систем обеспыливания современных предприятий производительностью технологических линий от 100 т/ч до 1500 т/ч явилось причиной неработоспособности (высокая энергоёмкость, низкая надёжность, к.п.д. обеспыливания источников пылеобразования до 40 %) аспирационных установок. Попытки проектных организаций проектирования систем пылеподавления без соответствующей базы аэродинамических характеристик источ-

ников пылеобразования приводят к разнохарактерным, необоснованным, а порой и к абсурдным техническим решениям аспирационных установок. В результате чего запыленность рабочих помещений превышает ПДК зерновой пыли в несколько раз, концентрация пыли определяет высокую взрывоопасность, загрязнение окружающей среды зерноперерабатывающих производств превышает нормативные значения до 5 раз.

Перечисленные выше проблемы, а также задачи совершенствования технологии и автоматизации предприятий, существенное ужесточение требований экологии и взрывоопасности, предопределили необходимость создания принципиально новых систем обеспыливания.

Многоплановые исследования процессов пылеобразования, пылевыведения предприятий хранения зерна нового поколения – постройки 2000-2011 года (зерновые морские терминалы, элеваторы с металлическими силосами), проведенные Одесской национальной академией пищевых технологий (ОНАПТ) и управлением экологической безопасности завода элеваторного оборудования (ЗЭО), позволили обосновать три основные этапы построения энергоэффективных систем пылеподавления:

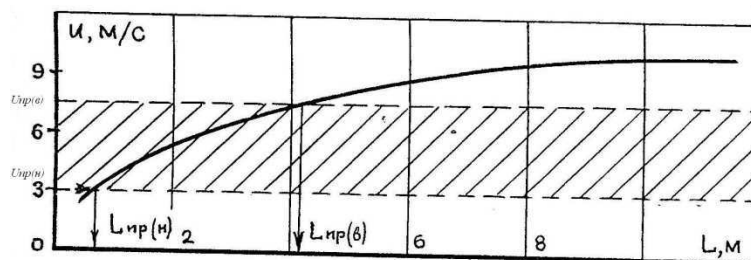
- разработка средств подавления пылеобразующей способности источников пылевыведений;
- создание укрытий оборудования обоснованной герметичности (аэродинамического сопротивления);
- создание пылеочистительного оборудования с аэродинамическими характеристиками, синхронизированными с источниками пылевыведений.

В основу разработанной ОНАПТ и ЗЭО методологии проектирования энергоэффективных систем пылеподавления положены результаты исследований процессов пылеобразования и пылевыведения точных линий производительностью от 100 т/ч до 1500 т/ч.

**Первый этап** создания новых систем обеспыливания – создание средств подавления эжекционных пылевоздушных потоков, предполагает разработку устройств подавления пылевоздушных потоков. В работе [1] приведен полный перечень указанных средств, характеристика их преимуществ и недостатков, также обоснованы наиболее перспективные для зерноперерабатывающей промышленности устройства дросселирования эжекционных пылевоздушных потоков, причины возникновения источников пылевыведения.

По результатам изучения пылеобразования определены конструктивные характеристики наиболее перспективных средств пылеподавления – «тормозных – дроссельных устройств» ограниченного динамического воздействия на частицы зернового потока  $P_{gr} < 0,3 P_g$  ( $g = 9,81$ ). Место расположения средств гашения скорости определено следующими ограничивающими условиями: предотвращение боя частиц (ограничение силового воздействия на зерновки) и обустройство аэродинамических зерновых «затворов» заданного сопротивления ( $H_3 > H_3$ ).

По результатам исследований [2] дробление частиц, бой зерновок определяется скоростью взаимодействия зернового потока и преграды торможения, вследствие чего наиболее рациональным местом размещения «дроссельных» средств является начальный участок гравитационного перемещения. С другой стороны, наиболее эффективным местом подавления эжекционных потоков является выходной участок самотека, где скорость зерновой среды, а, следовательно, интенсивность пылеобразования приобретает максимальное значение. В связи с этим, место расположения «тормозных» устройств определяется областью пересечения диапазона предельно допустимых скоростей транспортирования и эффективного гашения эжекционного давления (рис. 1).



**Рис. 1 – Схема определения области эффективного торможения зерновых потоков**

Принципиальная схема устройства дросселирования приведена на рисунке 2. Конструктивные параметры средств гашения скорости устанавливаются из зависимостей:

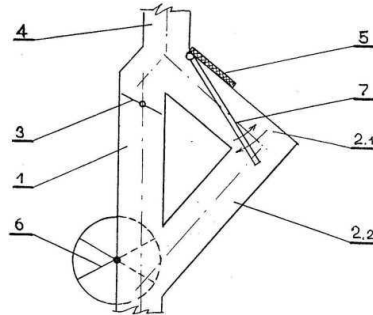
- площадь поперечного сечения переточного материалапровода дроссельного устройства

$$F_{нс} = \frac{G}{[0,5(U_0 + 0,7(2gh)^{0,5})\rho_n]}$$

- где  $h$  – высота пересыпки зернового материала;  
 $g$  – ускорение свободного падения;  
 $U_0$  – начальная скорость потока производительностью  $G$ , плотностью  $\rho$ ;  
 — длина тормозной части переточного канала

$$L = \frac{Gg}{F_M} h \frac{\Delta H_3 d_3 \varepsilon_0^3}{5,8 Re^{0,25} V_\phi^2 \rho_3 (1 - \varepsilon_0^2)^2}$$

- где  $F_M$  – площадь поперечного сечения материалопровода;  
 $\Delta H_3$  – эжекционное давление источника пылевыведения;  
 $d_3$  – эквивалентный диаметр частиц;  
 $Re$  – число Рейнольдса;  
 $V_\phi$  – скорость фильтрации.

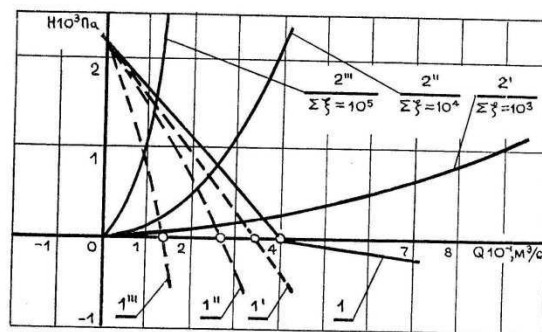


1, 2.1, 2.2, 4 – материалопроводы; 3 – сливной клапан; 5 – фильтровальная ткань;  
 6 – крыльчатка; 7 – клапан грузовой

**Рис. 2 – Схема устройства дросселирования**

**Второй этап** построения энергоэффективных систем обеспыливания – этап создания средств обособленной герметичности рабочей зоны оборудования предполагает создание укрытий источников пылевыведения требуемого аэродинамического сопротивления. В «Правилах проектирования аспирационных установок підприємств по збереженню та переробці зерна» [3], разработанных ОНАПТ приведены параметры рациональной герметичности оборудования зерноперерабатывающих предприятий. Вместе с тем, последние исследования ОНАПТ и завода элеваторного оборудования указывают на (30-40) % дефицит герметичности транспортно-технологических линий.

Одним из способов улучшения ситуации с герметичностью является использование многокамерных герметизирующих устройств. Сравнение объемов пылевыведения обычных – 1<sup>и</sup>, однокамерных – 1<sup>и</sup> и новых устройств герметизации оборудования – 1<sup>и</sup> приведено в виде графика изменения эжекционных свойств (рис. 3).

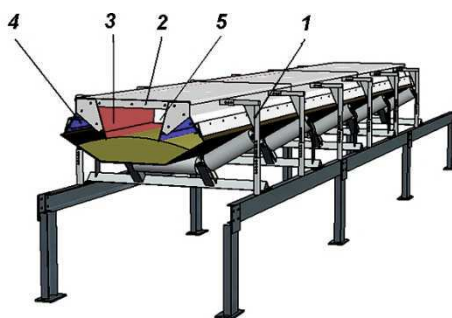


**Рис. 3 – Изменение эжекционных свойств участков перегрузки**

Соотношение  $Q_1 \gg Q_2$  и  $Q_2 \gg Q_3$  ( $Q_1$ ;  $Q_2$ ;  $Q_3$  – соответственно объемы пылевыведений при обычной герметизации, при использовании усовершенствованных укрытий, при применении двухкамерных укрытий) указывает на необходимость использования укрытий максимальной герметизации.

Идея повышения герметичности укрытий путем применения промежуточных сопротивлений герметизирующих плоскостей позволяет уменьшить объем пылевыведений минимум в два раза. Использование нового типа двухкамерного укрытия ленточного конвейера (рис. 4), разработанного заводом элева-

торного обладнання на Ільичевському зерновому терміналі, дозволило повністю локалізувати пылевыделения.



1 – опорные стойки; 2 – герметическая крышка; 3 – первая осадочная камера;  
4 – вторая осадочная камера; 5 – направляющая пластина

**Рис. 4 – Аспирационное укрытие ленточного конвейера ЗЭО**

Нижче приведені результати реконструкції систем обеспыливания на Николаевському портовому елеваторі.

**Таблица 1 – Результаты реконструкции систем обеспыливания на Николаевском портовом элеваторе**

Показатели	До реконструкции	После реконструкции
Количество аспирационных установок, шт.	55	17
Установленные мощности электродвигателей, кВт	440	215
Количество обеспыливателей, шт.	79	27
Количество вентиляторов, шт.	55	17
Количество аспирационных приемников, шт.	221	93

#### Выводы

Локальная аспирация позволяет сохранить баланс зерновой массы, возвращая отфильтрованную пыль обратно в зерновой поток, и, тем самым, исключить затраты на перемещение аспирационных отходов в бункера и их утилизацию. Научно обоснованные аэродинамические и конструктивные параметры нового оборудования позволяют при снижении затрат на аспирацию обеспечить предельно допустимую концентрацию пыли в рабочих помещениях ниже нормативно установленной, а также снизить концентрацию пыли в выбросах аспирационных систем, что уменьшает негативное воздействие на экологию.

#### Литература

1. Гапонюк О.И., Дмитрук Е.А. Методические основы расчета систем аспирации зерноперерабатывающих предприятий и элеваторов. – М.: ЦНИИТЭИ Хлебопродуктов. Сер., Элеватор. Пром-ть, 1991. – 48 с.
2. Гапонюк О.І. Основи теорії та практики функціонування систем знесення зернопереробних підприємств: 05.18.12 / Гапонюк Олег Іванович.– 495 с.
3. Правила проектування аспіраційних установок підприємств по збереженню та переробці зерна.– К.: Міністерство сільського господарства та продовольства України, 1995. – 190 с.