

**УНИВЕРСИТЕТ ПО ХРАНИТЕЛНИ ТЕХНОЛОГИИ -
ПЛОВДИВ**

**UNIVERSITY OF FOOD TECHNOLOGIES -
PLOVDIV**



**SCIENTIFIC WORKS
Volume LV, Issue 1
Plovdiv, October 24-25, 2008**

НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

**“ХРАНИТЕЛНА НАУКА, ТЕХНИКА И
ТЕХНОЛОГИИ 2008”**

**‘FOOD SCIENCE, ENGINEERING AND
TECHNOLOGIES 2008’**

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

Том LV, Свѣтък 1

Пловдив, 24 - 25 октомври 2008



ПНЕВМОСЕПАРИРОВАНИЕ ПРОДУКТОВ АБРАЗИВНОГО ШЕЛУШЕНИЯ ЗЕРНА

О.И. Гапонюк

Проведенные исследования позволили обосновать необходимые и достаточные условия комбинированных процессов пневмосепарирования, пневмотранспортирования, а также определить режимные, технологические и конструктивные параметры пневмосистемы шелушительных комплексов.

Опыт производства крупяных продуктов показывает, что одной из проблем, от решения которой во многом зависит эффективность переработки зерна, является интенсификация сепарирования продуктов шелушения. Проблемными вопросами работы существующих пневмосепараторов является противоречие в режимах аэродинамической очистки и пневмосепарирования отросов. Соотношение их рациональных значений расходов воздуха разнятся до двух раз. Вынужденная синхронизация характеристик воздушных потоков приводит либо к завышенной энергоемкости пневмоустановок, либо к недостаточной технологической эффективности.

Интенсификация работы комплексных систем пневмосепарирования предполагает разработку мероприятий по снижению: удельных затрат воздуха по очистке продуктов шелушения от отходов шелушения; аэродинамического сопротивления пневмоустановок.

Исходные физико-механические свойства сырья

Таблица 1

Культура	Ячмень	Пшеница	Горох
Размер, мм	6,9-81	4,7-8,1	3,9-9,0
Ширина, мм	2,0-5,1	1,5-3,9	3,9-8,9
Толщина, мм	1,1-4,6	1,4-3,4	2,9-9,0
Плотность, 10^3 кг/м^3	1,15-1,43	1,2-1,45	1,3-1,5
Объемная масса, кг/м^3	640	770	890
Относительное содержание оболочек, %	10,9	11,8	10,1
Усилие сжатия, Н	115-180	120-285	175-245
Коэффициент внутреннего трения	0,5	0,46	0,54

Решение первой задачи предполагает обоснование необходимых и достаточных условий процесса сепарирования, определение режимных, технологических и конструктивных параметров рабочих каналов (скорость и угол ввода продуктового потока; удельная нагрузка смеси; средняя скорость воздушного потока; конструктивно-геометрические характеристики канала и т.д.). Изучение влияния на эффективность сепарирования условий ввода продукта в рабочий канал было выполнено путем сравнения традиционной схемы загрузки пневмоколонок (угол

взаимодействия потоков 50-60°) с системой подачи, характерной для вертикальных пневмоустановок (угол взаимодействия близкий к 90°) при удельной нагрузке $q = 105 \text{ кг/см}^2$ – широко распространенной в практике крупяных производств. Исследования проводили с использованием смеси 92% зерна и 8% примесей, полученной в результате шелушения зерновых материалов, в рушальном агрегате. Исходные физико-механические свойства сырья приведены в табл. 1

Зависимости пневмосепарирования продуктов шелушения, представленные на рис.1, подтверждают закономерности энергообмена двухкомпонентных аэродисперсных потоков, характерные для случая пневмотранспорта, которые описаны в работах ОНАПТ. В частности, отмечается рациональный энергообмен, оптимальное взаимодействие воздушной и дисперсной сред при перпендикулярном взаимопересечении потоков равномерно распределенных эпюр скоростей (угол атаки – 90°). Именно горизонтальная подача смеси в вертикальный восходящий поток ($\alpha \rightarrow 90^\circ$) позволяет снизить порозность и тем самым уменьшить вероятность столкновения, сцепления аэродинамически легких частиц разделяемых компонентов.

Обоснование рациональной удельной нагрузки (q) основывалось на изучении закономерностей степени уноса $\varepsilon = f(q)$, а также степени извлечения $\varphi = f(q)$ при сепарировании продуктов шелушения пшеницы воздушным потоком (средняя расходная скорость $V \approx 6 \text{ м/с}$, угол атаки близок к 90° и скорость ввода смеси от 0,2 до 0,4 м/с). Значения скорости воздуха и продукта обоснованы как оптимальные. Диапазон изменения нагрузки находился в пределах от 60 до 120 кг/см². Анализ графиков рис.2 показывает, с ростом нагрузки – q эффективность извлечения лузги падает, а унос зерна – увеличивается. При одной и той же расходной скорости воздуха $V \approx 6 \text{ м/с}$ степень использования энергии дисперсной средой зависит от количества частиц и расположения их в поперечном сечении материалопровода. Проведённые исследования показали на рациональную величину концентрации твердых частиц, нагрузку – q , скорость воздуха в значительно большей степени влияет эпюра скоростей в зоне ввода сыпучего материала, чем в пневмоканале. В этой связи диапазон эффективной удельной нагрузки $q \leq 85,3 \text{ кг/см}^2$ ограничивается нормативным содержанием основного зерна пшеницы в отходах $\varepsilon < 2\%$. Аналогичные граничные значения q – получены для основных продуктов шелушения абразивных шелушительных машин.

Решение второй задачи интенсификации работы шелушительных комплексов предполагает обоснование режимов пневмотранспортирования, конструкции пневмоустановки. В случае, когда воздушная среда одновременно с технологическими задачами выполняет транспортные функции, возникают дополнительные вопросы, связанные со скоростью и расходом воздуха пневмосистемы, а также эпюрами скоростей воздуха, подаваемого в пневмосепарационную колонку. Обоснование режимных и конструктивных параметров, выбор вида пневмотранспорта необходимо решать комплексно с учетом энергетических, технологических, экологических требований. В связи с этим возникает вопрос обоснования конструкции приемного устройства пневмоколонки, которая в наибольшей степени должна отвечать перечисленным условиям. На основании известных исследований аэродисперсных потоков, обоснование схемы пневмоприемника было произведено путем сравнения аэродинамических характеристик, широко распространенной аспирационной пневмоколонки и вертикальных пневмоприемников равной производительности.

Проведенные опыты показали, аэродинамические параметры существующих пневмоколонок не позволяют обеспечить работу пневмосистемы в зоне минимума гидравлического сопротивления, их энергоемкость существенно превышает

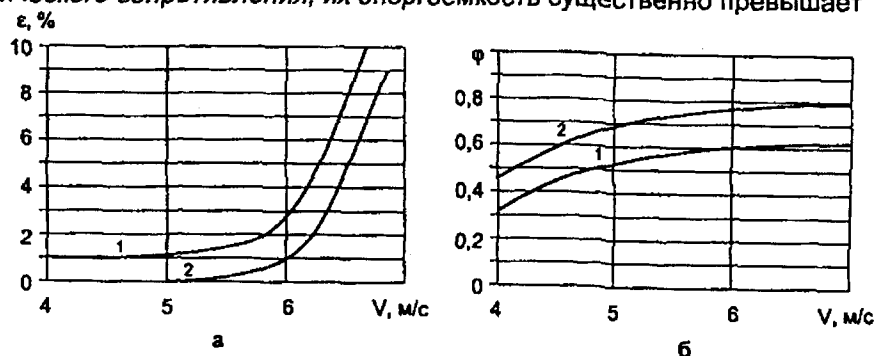


Рис.1. а -зависимость извлечения зерна воздушным потоком; б -зависимость извлечения примесей; 1 -угол атаки 50°; 2 -угол атаки 90°

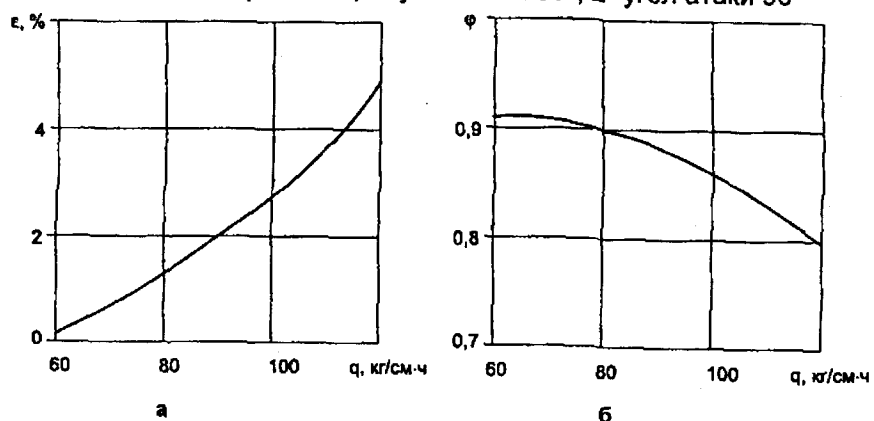


Рис.2. Влияние удельной нагрузки на эффективность пневмосепарирования; а – зависимость извлечения зерна; б -зависимость извлечения примесей

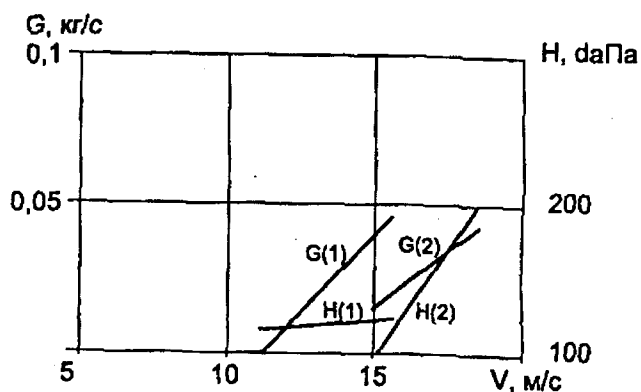


Рис.3. Сравнительные характеристики пневмоотбора продуктов шелушения; 1 – обычная пневмомашин, 2 – пневмотранспортный приемник

показатели традиционных пневмоприемников. В свою очередь, результатами исследований ОНАПТ по обоснованию рациональной схемы движения потоков встроенных пневмоприемников абразивных шелушительных машин было доказано – минимальные энергозатраты на пневмотранспорт соответствуют встречному движению сыпучей и воздушной сред, спутное перемещение ухудшает энергообмен, условия обтекания частиц воздухом, уменьшает силы аэродинамического взаимодействия.

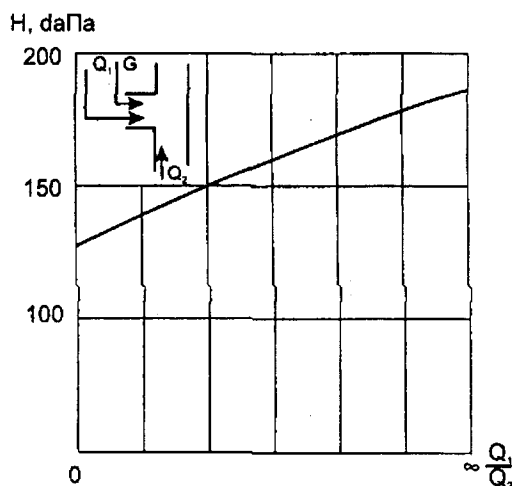


Рис. 4. Зависимость потерь давления пневмоприемника комбинированной подачи воздушного потока $-H = f(Q_1/Q_2)$; Q_1 – производительность спутного воздушного потока, подаваемого в пневмокамеру совместно с мелкодисперсным материалом, Q_2 – встречный воздушный поток

С целью обоснования направлений повышения эффективности пневмотранспортирования, увеличения степени использования твердыми частицами энергии воздушного потока, их силового взаимодействия, нами были проведены исследования влияния способов подвода воздуха в рабочую зону. На рис. 4 представлены зависимости потерь давления устойчивого пневмотранспорта при различном соотношении $-Q_1/Q_2$ встречного – Q_2 , спутного воздушных потоков – Q_1 пневмоколонок относив $G = 300 \text{ кг/г}$. Результаты изучения зависимости $H = f(Q_1/Q_2)$ рис. 4 подтвердили основные закономерности гидродинамики взвесенесущих потоков пневмотранспорта, в частности с ростом объема встречного воздушного потока – Q_2 растет силовое взаимодействие между сыпучим материалом и несущей средой, уменьшаются потери энергии. В этой связи в устройстве новых пневмоколонок нами предусматривается мероприятия по предотвращению спутного движения частиц и воздуха. Решение этой задачи достигается устройством грузового клапана в патрубке подачи продукта, что способствует более выровненной эпюре скоростей зернового материала, минимизации расхода – Q_1 , совершенствованию структуры и кинематики взвесенесущего потока – Q_2 .

Исследования позволили обосновать необходимые и достаточные условия комбинированных процессов пневмоселарирования, пневмотранспортирования, а также определить режимные, технологические и конструктивные параметры пневмосистемы шелушительных комплексов.