

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ПЫЛЕОСАДИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ АСПИРАЦИИ
РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ СУШИЛОК**

Г. Е. Раицкий, И. С. Леонович

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь
(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28
e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** Сухие молочные продукты, потери в окружающую среду, осаждение центробежное, гравитационное, фильтрование, скрубберы, экономическая целесообразность, перспективы существующего положения.*

***Аннотация.** Молочные распылительные сушилки – крайне низкоэффективное оборудование по затратам энергии. Велики потери готового сухого продукта, выпускаемого в окружающую среду с отработанным теплоносителем. По этой причине рекуперация тепла невозможна. Необходимо решение технологических проблем по снижению потерь продукта и тепловой энергии. Существующие системы аспирации на распылительных сушилках в подавляющем большинстве основываются на циклонах больших габаритных размеров, которые принципиально не пригодны для существенного осаждения мелкодисперсного сухого продукта, транспортируемого в больших объемах отработанного теплоносителя – воздуха.*

Производители сушилок предлагают системы фильтрования теплоносителя. Стоимость этого оборудования кратна стоимости собственно сушильного оборудования. Велики затраты на эксплуатацию фильтров. Предприятия, не имеющие возможности таких инвестиций, несут большие потери, недополучая продукцию из закупленного и переработанного сырья.

**TECHNOLOGICAL ASSESSMENT OF PYLEOSADITELNY
DEVICES OF SYSTEMS OF ASPIRATION OF RASPYLITELNY
DRYERS**

G. E. Raitsky, I. S. Leonovich

EI «Grodno State Agrarian University»
(Belarus, Grodno, 230008, 28 Tereshkova st.
e-mail: ggau@ggau.by)

***Keywords:** Dry dairy products, losses to the environment, sedimentation centrifugal, gravitational, filtering, scrubbers, economic feasibility, prospects of the current situation.*

***Summary.** Dairy raspylitelny dryers extremely low effective equipment on energy expenses. Bikes of loss of the finished dry product which is released to the envi-*

ronment with the fulfilled heat carrier. For this reason recovery of heat isn't possible. The solution of technological problems on decrease in losses of a product and thermal energy is necessary. The existing system of aspiration on the raspylitelnykh dryers in the majority are based on cyclones of big overall dimensions which are essentially not suitable for essential sedimentation of the fine dry product transported in large volumes of the fulfilled heat carrier – air.

Producers of dryers offer systems of filtering of the heat carrier. The cost of this equipment is multiple costs of actually drying equipment. Bikes of costs of operation of filters. The enterprises not having possibilities of such investments sustain big losses, receiving less production from the purchased and processed raw materials.

(Поступила в редакцию 01.06.2017 г.)

Введение. Молочные заводы Республики Беларусь широко используют оборудование сушки молочных продуктов. Преобладают сушилки малой и средней производительности – $8,0 \div 46,0$ тыс. м^3 теплоносителя нагретого воздуха в час. Производители оборудования в технических характеристиках указывают на неизбежность потерь с отработанным теплоносителем сухого продукта $240 \div 800$ мг/ м^3 . Расчет для средней сушилки ($42 \div 46$ тыс. $\text{м}^3/\text{час}$) показывает, что в окружающую среду в сутки выбрасывается удой современной молочно-товарной фермы на $100 \div 150$ гол. Эти показатели соответствуют широко применяемому в системе аспирации циклонному осаждению. Хорошие результаты можно получить при использовании фильтрующих систем. Недостатком их являются большие показатели материалоемкости, сложность эксплуатации и высокая стоимость приобретения. Другие способы очистки, мокрая и гравитационная, перспективные по сравнительным показателям технологической и экономической эффективности, в настоящее время не востребованы, при том что технически разработаны и вполне конкурентны.

Цель работы: дать объективную технологическую оценку существующего и перспективного оборудования для очистки теплоносителя на выходе из систем аспирации распылительных молочных сушилок. Рассмотреть возможность использования активного скруббера и устройства гравитационного осаждения в системах аспирации действующего оборудования сушки.

Материал и методика исследований. Материалом исследований являются сушильные установки ОАО «Беллакт», ОАО «Лидский МКК» и ОАО «Молочный Мир». Методика исследований заключалась в исследовании размерных и технологических характеристик оборудования центробежного осаждения и фильтрования сухого молочного продукта из потока отработанного теплоносителя – воздуха.

Результаты исследований и их обсуждение. Все используемые сушильные установки на обследованных молочных предприятиях приобретены в основном в конце XX ст. или в начале настоящего. Потери сухого готового продукта были очевидны всегда, их рассматривали как неизбежную данность и никаких сомнений в рациональности существующих устройств очистки теплоносителя на выходе из систем аспирации не возникало. На установках типа VR, Ниро-Атомайзер (Гео) неизменно используются циклоны больших размеров, с диаметром цилиндрической части как определяющего габаритные размеры 2÷3 м. При этом [1] известно, что частицы размером 5 мкм даже в циклонах диаметром 0,8 м улавливаются не более чем 50%.

Следовательно, в используемых циклонах будет осаждено значительно меньшее количество продукта, т. к. при увеличении пути осаждения в три раза ($D=2,0$ м) поток воздуха не позволяет мелкой частице с малой инерционной составляющей достигнуть стенки циклона и осесть на ней.

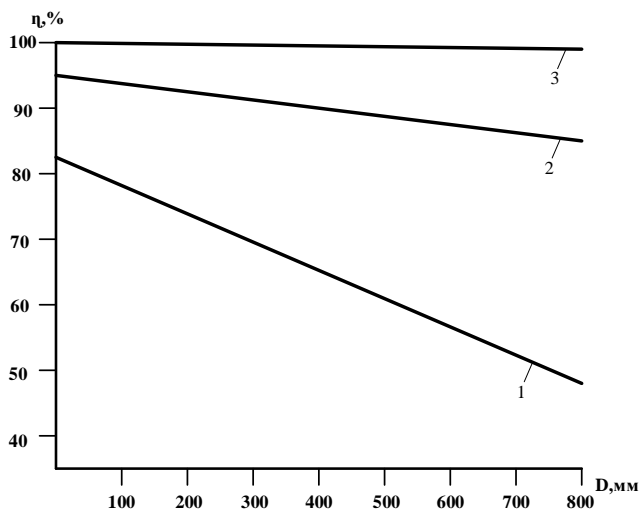


Рисунок 1 – Экспериментальные данные о степени улавливания пыли в циклоне ЦН-15 (Диаметр частиц пыли (в мкм): 1-15; 2-10; 3-5)

Кроме того, ввод потока пыли в циклон не под внешним давлением, а за счет его вакуумирования через выходной патрубок [2] не обеспечивает достаточного времени вращения потока относительно цилиндрического корпуса циклона. На первом витке быстро попадая в этот выходной патрубок, он таким образом выводится из циклона с частицами продукта, имеющими даже средние размерные характеристики

(более 5 мкм). Частицы сухой сыворотки все имеют очень малые линейные и массовые размеры, при этом становится понятно, почему для нее граница потерь (800 мг/м^3) определена производителями оборудования сушки такой высокой, а на производстве, с учетом встречных потоков воздуха от шлюзовых затворов, отложений на внутренних поверхностях циклонов, других несовершенств, заведомо выше декларированных потерь.

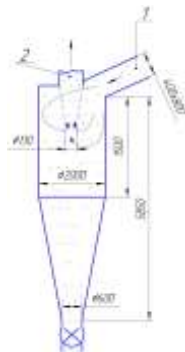


Рисунок 2 – Схема работы и размеры циклона сушильной установки VRA-4 [2]

Нами разработано устройство, позволяющее обеспечить минимальное расстояние пробега частиц из потока до стенок аппарата при незначительных потерях гидравлического напора в указанных великогабаритных циклонах, с используемой схемой безнапорного ввода пыли в цилиндрическую часть циклона. При небольших конструктивных изменениях это позволит увеличить степень очистки теплоносителя от продукта. На рис. 3 показан поперечный разрез циклона с введенной в его цилиндрическую часть 1 вставкой 2, на которой закреплены отражатели-направляющие 3 потока пыли.

Модернизированный циклон работает следующим образом. По входному патрубку 5 от сушильной башни (на схеме не показана) под воздействием разрежения создаваемого вытяжным вентилятором через выводной патрубок 4 пыль входит в цилиндрический объем, создаваемый корпусом циклона и вставкой, и перемещается в этом объеме. Отражатели-направляющие 4 многократно направляют в тонком слое поток на стенку циклона, обеспечивая осаждение и нисходящий винтовой маршрут частиц продукта, поступающих на конусную часть циклона и далее в сборник. В то же время существующая практика преобразования циклона в осадочную гравитационную камеру [2] может

быть рационально анализирована и ставит задачи по созданию внутри циклона эффективной осадительной камеры с использованием больших площадей тел осаждения и целенаправленной ориентации потока теплоносителя для значительного снижения количества продукта на выходе из такого аппарата. Речь не идет о достижении эффективности очистки фильтров или активных скрубберов, позволяющих рассчитывать на степень очистки $0,95 \div 0,99$, следует ставить реальные цели в размере $0,8 \div 0,9$ от массы продукта на входе. При этом следует рассчитывать на возможность получения указанных результатов при малых затратах на изготовление, монтаж и эксплуатацию, на обеспечение работоспособности при сушке фосфато-жиросодержащих компонентов и для самых мелких фракций сухого продукта.

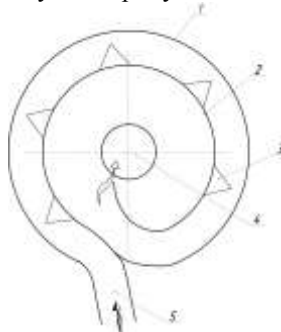


Рисунок 3 – Схема модернизации циклона вставкой для создания направленного тонкослойного потока пыли

1 – наружный цилиндрический корпус циклона; 2 – вставка цилиндрическая; 3 – отражатель-направляющая; 4 – выводной патрубок; 5 – входной патрубок

Инерционно-осадительная камера может быть конструктивно решена в корпусе с квадратными или прямоугольным поперечным сечением в зоне осаждения, т. е. устраивается не внутри существующих циклонов. Такая камера может быть использована как устройство предварительной очистки, например, перед установками фильтрования. Таким образом, решается вопрос снижения нагрузки на фильтровальные рукава этих установок. Известно [3], что исходя из сохранения эффективности фильтрования воздуха через рукавный материал, нагрузка по теплоносителю должна составлять не более $3 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{мин}$. Если некоторую часть продукта осадить на предварительном участке, т. е. в такой камере, то можно рассчитывать на снижение фильтрующей площади рукавов, продления общего срока их эксплуатации, в том числе повышения периодичности их обслуживания и стирки.

Заключение. Исследованные объекты выделения твердой фракции из пылей на выходе из систем аспирации сушильных распылительных установок позволяют судить об актуальности всегда существующих проблем потерь готового продукта и несоответствия используемых устройств этим задачам. Разработаны конструкции, позволяющие более эффективно использовать циклоны больших габаритов, в том числе со входом пылей в вакуумируемый корпус, а также пылеосадительных камер, позволяющих заменить низкоэффективные циклоны, при этом достичь целей повышения качества очистки и снизить материалоемкость оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романков П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии / Романков П. Г., Фролов В. Ф., Флисюк О.М. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2009. – 544 с.
2. Раицкий Г. Е. Направления совершенствования конструкции циклонов системы аспирации распылительных сушилок / Раицкий Г. Е., Леонович И. С. // Современные технологии сельскохозяйственного производства: м-лы XX международной научно-практической конференции / УО «ГГАУ». Гродно, 2017. – С. 124-126.
3. Штокман Е. А. Очистка воздуха от пыли на предприятиях пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1989. – 311 с.

УДК 631.22.628.8.636.2

ОПТИМИЗАЦИЯ КЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ ПРИ СОДЕРЖАНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ

П. П. Ракецкий¹, И. Н. Казаровец¹, П. В. Пестис²

¹ – УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 220023, г. Минск, пр. Независимости 99
e-mail: ktmg@batu.edu.by)

² – УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, г. Гродно, 230008, ул. Терешковой, 28
e-mail: ktmg@batu.edu.by)

Ключевые слова: воздушная среда, температура, влажность, газовый состав воздуха, боксы для содержания животных, теплообмен.

Аннотация. Актуальность статьи обуславливается исследованием и анализом влияния факторов климата животноводческих помещений на комфортное содержание высокопродуктивных коров, условий, способствующих повышению продуктивности. Авторы статьи определили четыре основные