

15. Повышение эффективности использования зерна / В. Ф. Радчиков // Комбикорма. – 2003. – № 7. – С. 30.
16. Местные источники энергии и белка в рационах племенных телок / Н. А. Яцко, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, В. П. Цай // Ученые записки УО «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». – Витебск, 2011. – Т. 47. – № 1. – С. 471-474.
17. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск: Выш. шк., 1973. – 320 с.

УДК 637.1.026

РАЗРАБОТКА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШИЛКИ ПЕРЕД ВЫПУСКОМ В АТМОСФЕРУ

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:** распылительные сушилки, системы аспирации пыли, циклоны, вентиляторы, потери сухого продукта, загрязнения окружающей среды, конструкции, технические требования, технологические задачи, методы достижения.*

***Аннотация.** Распылительные сушилки в молочной промышленности широко используются подавляющим большинством предприятий. Энергоэффективность их эксплуатации недостаточна, исходя из больших удельных затрат на выпаривание, больших потерь готового продукта на выходе отработанного теплоносителя (воздуха) в окружающую среду. При этом и по этой причине невозможно рекуперировать тепло методом рециркуляции теплоносителя в системе «башня-система аспирации», хотя задачи кондиционирования отработанного воздуха по параметрам влажности легко решаемы. Потери продукции сочетаются с высокими требованиями по охране атмосферного воздуха и, соответственно, значительными штрафными санкциями при их нарушении. Таким образом, предприятия не могут ссылаться на естественно-технологические недостатки распылительных установок и вынуждены решать задачи снижения выбросов пыли. Наши исследования природы пылей и существующих объектов их разделения, с осаждением сухого продукта и очистки воздуха-теплоносителя, показывают, что существующие возможности ограничены использованием оборудования фильтрования, производимым европейскими заводами и поставляемых на наш рынок за большие деньги. Большинство предприятий не могут себе позволить их приобретение и эксплуатацию.*

В статье представлена установка, решающая указанные проблемы по качеству очистки воздуха-теплоносителя и невысокой стоимости изготовления, монтажа и эксплуатации. Мокрый способ осаждения твердых продукто-

вых частиц, с растворением их в процессе многократной рециркуляции, позволяет создать технологию качественного продукта способом повторной сушки. При этом возникают задачи обеспечения работоспособности всех устройств установки и получения продукта соответствующего требованиям качества вырабатываемого продукта.

DEVELOPMENT AND RESEARCH PROBLEMS OF INSTALLATION FOR CLEANING OF THE HEAT CARRIER RASPYLITELNOY OF THE DRYER BEFORE RELEASE IN THE ATMOSPHERE

G. E. Raitsky, I. S. Leonovich

EI «Grodno state agrarian University»

Grodno, Republic of Belarus

(Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail:

ggau@ggau.by)

Keywords: *raspylitelny dryers, systems of aspiration of dust, cyclones, fans, losses of a dry product, environmental pollution, design, technical requirements, technological tasks, achievement methods.*

Summary. *Raspylitelny dryers in the dairy industry are widely used by the vast majority of the enterprises. The energy efficiency of their operation is insufficient proceeding from big specific costs of evaporation, big losses of a ready-made product at the exit of the fulfilled heat carrier (air) to the environment. At the same time and for this reason it is impossible to recuperate heat by method of recirculation of the heat carrier in the "aspiration tower system" system though problems of conditioning of the fulfilled air of parameters of humidity are easily solved. Losses of production are combined with high requirements for protection of atmospheric air and, respectively considerable penalties at their violation. Thus the enterprises can't refer to natural and technological shortcomings of raspylitelny installations and are forced to solve problems of decrease in emissions of pyly. Our researches of the nature pyly and the existing subjects to their division, with sedimentation of a dry product and purification of air heat carrier, show that the existing opportunities are limited to use of the equipment of filtering made by the European plants and delivered on our market for big, money. Most the enterprises aren't able to afford their acquisition and operation.*

The installation solving the specified problems on quality of purification of air heat carrier and low cost of production, installation and operation is presented in article. The wet way of sedimentation of firm grocery particles, with their dissolution in the course of repeated recirculation, allows to create technology of a qualitative product in the way of repeated drying. At the same time there are problems of ensuring operability of all devices of installation and receiving a product of the quality of the developed product conforming to requirements.

(Поступила в редакцию 30.05.2018 г.)

Введение. Сушка молочных продуктов в настоящее время приобрела импульс быстрого развития по причине расширения выпуска собственно молочных сухих продуктов как продуктов экспортно ориентированных, а также продуктов переработки сыворотки. Последовательное расширение мембранных технологий позволяет получать из сыворотки разного происхождения высокорентабельные, востребованные на рынке продукты. В подавляющем большинстве эти продукты проходят стадии сушки с использованием распылительных сушильных установок. Предприятия используют парк оборудования выпущенного в СССР в 70-80 гг. прошлого столетия с производительностью по испаренной влаге 600-900 кг/ч и соответственно 8-42 тыс. м³/ч по объему теплоносителя – воздуха. Широко представлено оборудование словацкой фирмы «Вздухоторг» в виде различных марок с показателями соответственно 1000-1500 кг/ч по испаренной влаге и расходом воздуха в районе 42-46 тыс. м³/ч. Кроме того, крупные предприятия Республики Беларусь, ориентированные на выпуск сухих продуктов как основных в своем ассортименте, имеют установки более производительные – 2,5÷5,0 тыс. кг/ч по испаренной влаге и объемом теплоносителя до 150 тыс. м³/ч.

Украинские заводы предлагают сушильные установки с объемом теплоносителя 15-35 тыс. м³/ч.

Все производители продолжают поставлять оборудование аспирации системы инерционного осаждения в виде циклонов. При этом в силу их низкой работоспособности и одновременно для снижения стоимости сушильной установки в целом предлагают вместо двух циклонов – один. «Вздухоторг» и Калиновский завод (Украина) предлагают комплектацию системы аспирации фильтровальными системами, но стоимость их высока – до 300 тыс. евро за комплект.

Для сушилок с малой и средней производительностью по воздуху (до 46 тыс. м³/ч) нами разработано устройство мокрого осаждения. Следует комплектовать такое устройство из готовых типовых изделий и индивидуально изготовленного или адаптированного, из имеющегося оборудования, произвести монтаж, наладку и выработать порядок и правила его эксплуатации.

Цель работы – создание альтернативного способа очистки теплоносителя фильтрованием, способом мокрого осаждения твердых продуктовых включений на уровне требований природоохранных инспекций с использованием осажденного материала в виде продукции с качественными показателями на уровне выпускаемой в данном процессе сушки. Стоимость установки мокрого осаждения должна быть на порядок ниже стоимости оборудования фильтрования.

Материал и методика исследований. Материалом исследований являются действующие сушильные установки А1-ОР2Ч ОАО «Молочный Мир», VRA-4 Лидский МКК и ОАО «Беллакт», на которых использованы различные системы аспирации [1]. На ОАО «Молочный Мир» и ОАО «Беллакт» используется циклонное осаждение, ОАО «Лидский МКК» эксплуатирует фильтровальные комплексы с импульсной продувкой сжатым воздухом и периодической мойкой фильтровальных рукавов.

Исследованы конструкции оборудования систем аспирации, технологические и экономические показатели, в частности достигнутая степень очистки теплоносителя, абсолютные показатели потерь продукта в связи с нормативными показателями Гродненского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды на 2013-2022 гг. [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Выявлено, что системы аспирации, основанные на инерционно-центробежном механизме осаждения, на сушильных установках А1-ОР2Ч и VRA-4 выбрасывают в окружающую среду, после циклонов и вытяжного вентилятора сухой, готовый продукт, в количестве, значительно превышающем не только 50 мг/м^3 – показатель, утвержденный [2] на 2015-2022 гг., но и $170,2 \text{ мг/м}^3$ – норматив, действующий до 2015 г. Действительные потери никаким образом не могут быть ниже декларированных ведущими европейскими фирмами «Ниро-Атомайзер» и «Шварте» [3] – $270\text{-}290 \text{ мг/м}^3$. Надо при этом понимать, что данные показатели представлены фирмами после того, как были использованы все резервы циклонного способа осаждения – регулирование направления потока пыли, оптимизация гидродинамики процесса, состояния поверхностей циклонов и воздухопроводов. На производстве неизбежны некоторые несовершенства: регулируемый, переменный по многим показателям поток теплоносителя и пыли, деформации и отложения на внутренних поверхностях, отсутствие герметичности шлюзов и бункеров на выходе из конусной части циклонов, что вызывает восходящий, препятствующий выгрузке, даже осажденного на поверхностях циклонов порошка продукта. Практически все частицы, поступившие на циклонирование и имеющие размеры до 5 мкм , не осаждаются и выносятся в окружающую среду. С учетом того, что дисперсный состав сухого молока содержит до 5% по массе и до 50% по количеству таких частиц, а для сухой сыворотки их еще больше, можно констатировать, что для сухого молока диапазон потерь составляет $240\text{-}380 \text{ мг/м}^3$ теплоносителя, а для сыворотки – $500\text{-}800 \text{ мг/м}^3$ [4].

Показатели процесса фильтрации разительно отличаются. Считается, что на новых фильтрах, не потерявших ворс в процессе работы и периодических моек, достигается результат 20 мг/м^3 , что удовлетворяет с запасом требования по охране воздушного бассейна [2] на текущий период (до 2022 г. – 50 мг/м^3).

Таким образом, стоит дилемма: приобретать и эксплуатировать дорогостоящие, трудоемкие в эксплуатации фильтровальные устройства или искать новые, удовлетворяющие по показателям безопасности воздушного бассейна и возможности рекуперации тепла отработанного теплоносителя способы и устройства.

Нами в качестве технически обоснованной перспективы выбран способ мокрого осаждения порошкообразного, растворимого продукта на выходе из системы аспирации распылительной сушильной установки в виде активного центробежного скруббера (рисунок).

Установка состоит из центробежного пылевого вентилятора (1), являющегося готовым изделием, производимым специализированными заводами в России и Украине. Материал всех деталей соприкасающихся с продуктом – сталь нержавеющей, антикоррозионная. Исполнение вентилятора (№ 5) с асинхронным электродвигателем и клиноременной передачей. Воздуховоды (3), соединяющие вентилятор с существующим выходящим в атмосферу воздуховодом сушильной установки и циклоном (5), изготовлены с соблюдением условий баланса потерь напора и давления и примыкают к вентилятору через антивибрационные резиновые вставки (2).

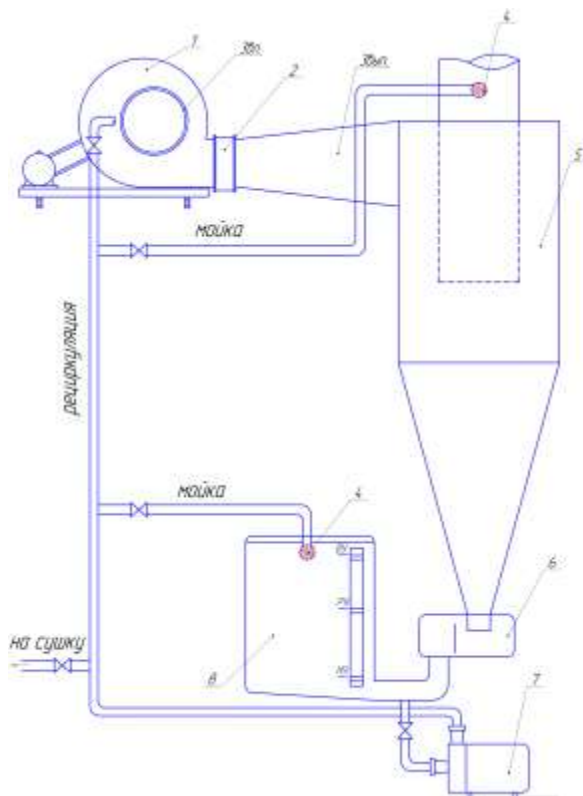


Рисунок – Схема установки для очистки теплоносителя распылительной сушилки перед выпуском в атмосферу

1 – вентилятор; 2 – вставка; 3 – впускной и выпускной воздуховоды; 4 – моющая головка; 5 – циклон; 6 – гидрозатвор; 7 – насос центробежный; 8 – бак

Циклон и его детали рассчитаны по условиям минимального гидравлического сопротивления и оптимизации выхода жидкости из потока теплоносителя на внутренние поверхности (осаждение). Бак уровней (8) с циклоном соединен через гидравлический затвор (6). Центробежный насос (7) кроме транспортных задач обеспечивает растворение продукта в воде, используемой в качестве растворителя. Насос нагнетает раствор в воздуховод (3 вп.), соединяющий вентилятор с существующей системой аспирации сушильной установки. Здесь жидкость проходит через систему, аналогичную скрубберу Вентури, но с низким гидравлическим сопротивлением, не превышающим 2000-3000

Па. Количество жидкости, в виде воды и далее, раствора и продукта с повышающейся концентрацией СОМО, составляет $0,5 \div 1,0$ л/м³ теплоносителя с возможностью регулирования в этом диапазоне. Таким образом, орошение жидкостью осуществляется в следующих местах установки: во всасывающем воздуховоде, в корпусе вентилятора, в циклоне, на поверхностях орошения, в гидрозатворе, в рабочей камере насоса, в трубопроводах от насоса до воздуховода.

Конечная концентрация раствора оптимально должна соответствовать концентрации на выходе из вакуум-выпарной установки, что позволяет такой раствор, после пастеризации на трубчатом пастеризаторе (в установку не входит), направлять непосредственно на сушку.

Заключение. Разработана принципиальная схема установки для очистки теплоносителя на выходе из распылительных сушилок. В процессе наладки и пуска в эксплуатацию необходимо решить следующие конструктивно-технологические задачи:

- согласовать с заказчиком необходимость разработки, изготовления и монтажа циклона. При наличии на распылительной установке двух циклонов использовать со скруббером один из них, а второй привести в соответствие с суммарным гидравлическим сопротивлением;

- объем бака уровня согласовать с величиной потерь продукта в окружающую среду и конечной концентрацией раствора; во взаимосвязи со временем бактерицидной фазы горячей воды и температуры теплоносителя;

- предусмотреть установку форсунок системы мойки в местах возможного (установленного опытным путем) отложения продукта или его вспенивания, используя их в процессе рециркуляции раствора;

- исследовать каплеунос из циклона с очищенным воздухом и предусмотреть возможность установки каплеотражателя;

- исследовать возможность использования установки без вытяжного вентилятора сушильной установки;

- обеспечить герметичность всей установки;

- исследовать необходимость теплоизоляции или наличия терморубашки на отдельных устройствах установки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Раицкий, Г. Е. Направления совершенствования конструкции циклонов системы аспирации распылительных сушилок / Г. Е. Раицкий, И. С. Леонович // Современные технологии сельскохозяйственного производства: м-лы XX международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2017. – С. 124-126.
2. Нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для предприятия ОАО «Сморгонские молочные продукты» / Гродненский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды. – Гродно, 2015.

3. Самсонов, В. Н. Совершенствование процесса использования теплоты отработанного воздуха на примере сушильных установок молочной промышленности: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / С. В. Николаевич. – М., 2003. – 174 с.
4. Раицкий, Г. Е. К вопросу больших потерь при сушке молочных продуктов на распылительных сушилках / Г. Е. Раицкий, И. С. Леонович // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – Гродно: ГГАУ, 2015. – Т. 31: Зоотехния. – С. 182-191.

УДК 636.2.082.454

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОПЛОДОТВОРЯЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СПЕРМЫ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Е. К. Стецкевич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** быки-производители, искусственное осеменение, оплодотворяющая способность спермы, кофермент ТДФ, фермент АТФ-азы.*

***Аннотация.** Разработан метод прогнозирования оплодотворяющей способности спермы быков, заключающийся в определении в ней концентрации кофермента ТДФ и активности фермента АТФ-азы. Результаты исследований показали, что более высокая оплодотворяющая способность спермы быков-производителей отмечается при концентрации в ней кофермента ТДФ $5,01 \pm 0,09$ нмоль \times мл $^{-1}$, а также при активности АТФ-азы $28,36 \pm 1,16$ нмоль \times мин $^{-1}$ \times мг $^{-1}$. Так, при указанной концентрации в сперме ТДФ от первого осеменения оплодотворилось 71,4% коров, что на 24,7-28,5 п. п. больше, чем при других концентрациях этого вещества. При активности АТФ-азы $28,36 \pm 1,16$ нмоль \times мин $^{-1}$ \times мг $^{-1}$ от первого осеменения плодотворно осеменилось 68,9% животных, что на 6,4-12,1 п. п. выше, чем при других значениях активности АТФ-азы.*

METHOD FOR THE PREDICTION OF STUD BULL FERTILIZING CAPACITY

E. K. Stetskevich

EI «Grodno state agrarian University»

Grodno, Republic of Belarus

(Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

***Key words:** stud bulls, artificial insemination, fertilizing sperm capacity, coenzyme TDF, enzyme ATPase.*

***Summary.** A method for predicting the fertilizing ability of bull sperm which consists in determining in the concentration of coenzyme TDF and activity of the*