

К ВЫБОРУ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ

А.А. Болтенков, канд. техн. наук, доцент

М.В. Селиверстов, старший преподаватель

Алтайский государственный аграрный университет
(Россия, г. Барнаул)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-11-4-25-28

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы обеспечения оптимального температурно-влажностного режима на предприятиях пищевой промышленности. Основное внимание уделяется снижению влажности воздуха до значений, установленных стандартами, для обеспечения качественной холодильной обработки и хранения продуктов. Представлены различные методы осушения воздуха и проведена их оценка применимо к различным температурным режимам – как отрицательным, так и положительным. На основе проведенного сравнения методов даны рекомендации по их выбору для различных условий.

Ключевые слова: влажность воздуха, регулирование, способы, охлаждение, хранение, рекомендации.

При хранении и обработке пищевых продуктов важно контролировать влажность воздуха. Однако в современных холодильных складах и на малых перерабатывающих предприятиях использование сложных систем кондиционирования и осушения воздуха может быть экономически нецелесообразно. При этом поддержание относительной влажности воздуха в холодильных камерах требует строгого контроля, так как несоблюдение этих требований может привести к увеличению влажности, связанному с внутренними процессами в продуктах. Это, в свою очередь, может привести к усилению коррозии оборудования камеры, комкованию порошкообразных материалов, образованию плесени как на продуктах или их упаковке, так и на стенах помещения. Это лишь некоторые из негативных последствий избыточной влажности в складских помещениях. Поэтому в специализированных складских и холодильных помещениях требуется постоянное осушение воздуха для обеспечения нормативной влажности.

Данная задача может быть решена с помощью двух групп методов. Первая группа включает полную замену воздуха в помещении, что является непрактичным и ненадежным из-за влияния сезонности на температуру и влажность воздуха, подаваемого в помещение. Вторая группа методов основана на использовании систем технологической кондиционирования и вентиляции, системах нагрева и охлаждения приточного воздуха, а также адсорбционных системах осушения воздуха.

Для анализа были выбраны методы борьбы с избыточной влажностью в складских и холодильных помещениях, относящиеся ко второй группе методов, которые включают [2]:

- Ассимиляция;
- Адсорбционный метод;
- Конденсационный метод.

Метод ассимиляции использует физическую способность теплого воздуха удерживать больше водяных паров, чем холодный. Этот метод осуществляется с помощью вентиляции и подогрева воздуха (рис. 1).

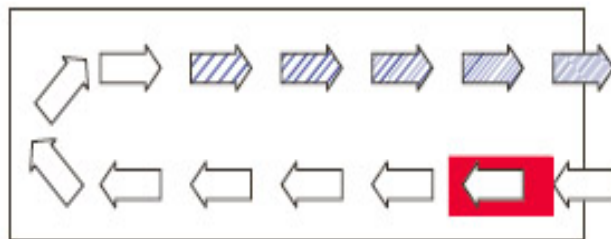


Рис. 1. Сушка воздуха методом ассимиляции

Рассматриваемый метод прост в реализации, но имеет ряд существенных недостатков. Он ограничен и непостоянен в способности поглощать водяные пары, зависит от времени года, температуры и абсолютной влажности атмосферного воздуха. Также он характеризуется высоким энергопотреблением из-за безвозвратных потерь тепла на подогрев приточного воздуха и тепла, содержащегося в водяных парах, удаляемых из воздуха. Эти потери составляют значительную часть общих потерь. Это ограничивает возможность использования метода ассимиляции для

осушения воздуха в складских и холодильных камерах [3].

Адсорбционный метод осушения воздуха использует влагопоглощающие свойства сорбентов из-за их пористой капиллярной структуры и химического проникновения. Сорбенты удаляют водяной пар из воздуха, проходящего через них. По мере насыщения сорбента влагой эффективность процесса осушения воздуха уменьшается, поэтому необходимо периодически просушивать сорбирующие вещества, пропуская через них поток горячего воздуха (рис. 2) [2; 4].

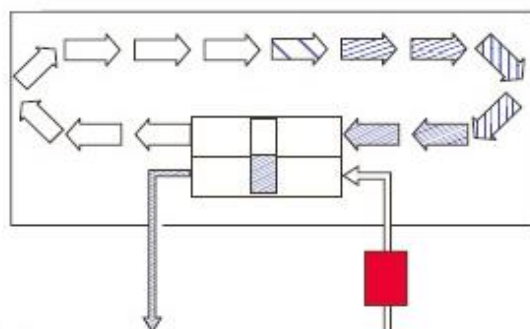


Рис. 2. Адсорбционный метод сушки воздуха

Как и в случае сушки воздуха методом ассимиляции, недостатком является высокое энергопотребление из-за значительного количества безвозвратных потерь явного и скрытого тепла. Хотя в этом методе нагревается только 23-30% воздуха по сравнению с предыдущим методом, нагрев идет до более высокой температуры, около 150°C [2]. Основными физическими про-

цессами, связанными с затратами энергии при адсорбционном методе осушения воздуха, являются десорбция водяных паров из адсорбентов, осуществляемая путем нагревания или прокаливания последних. Еще одним недостатком этого метода является ограниченный срок службы адсорбентов [4].

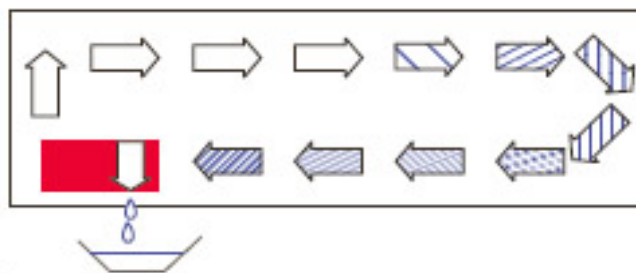


Рис. 3. Конденсационный метод сушки воздуха

Конденсационный метод сушки воздуха основан на принципе теплового удара, создаваемого холодильным контуром с испарителем и конденсатором, расположенными непосредственно друг за другом. Сушитель конденсационного типа состоит из холодильной компрессорной установки, используемой для создания охлажденной поверхности, и вентилятора, подающего воздух на эту поверхность. Проходя через систему осушения, воздух теряет часть содержащейся в нем влаги и затем возвращается в охлаждаемое помещение, где смешивается с уже находящимся там воздухом, что влечет за собой постепенное снижение влажности воздуха в помещении [3].

Таким образом, основные физические процессы, связанные с затратами энергии при конденсационном методе осушения воздуха, включают охлаждение воздуха с конденсацией водяных паров и процессы замерзания и оттаивания обмерзших поверхностей воздухоохладителей, когда необходимо осушить воздух до отрицательных значений точки росы [3, 5].

При хранении и охлаждении пищевых продуктов для поддержания необходимой влажности воздуха наиболее широко ис-

пользуются адсорбционные и конденсационные осушители воздуха.

По результатам анализа априорной информации можно сделать вывод, что конденсационный метод требует меньше энергетических затрат для обеспечения безопасных микроклиматических условий, однако при необходимости осушения воздуха при температурах ниже 5⁰С адсорбционные установки являются более энергоэффективными [3; 6].

Ввиду того, что хранение и охлаждение пищевых продуктов происходит при низких положительных и отрицательных температурах, возникает необходимость не только в снижении влажности воздуха до уровня, предусмотренного стандартами на хранение, но и в его охлаждении до низкой температуры. В этом случае наиболее эффективным с точки зрения энергозатрат будет использование конденсационного оборудования.

Таким образом, для поддержания необходимого влажностного режима при хранении и транспортировке пищевых продуктов на малых предприятиях рекомендуется использовать конденсационные осушительные установки.

Библиографический список

1. Желиба, Ю.А. Проектирование систем осушения воздуха холодильных камер / Ю.А. Желиба, Ю.С. Римашевский, Т.А. Желиба // Вестник Международной академии холода. – 2014. – № 4. – С. 32-37. – EDN TBDDCB.
2. Straube J.F. Влага в зданиях // Журнал «АВОК». – 2002. – № 6. – С. 30-35.
3. Анализ энергетической эффективности способов осушения воздуха, определяющих безопасные микроклиматические условия труда / В.В. Дерюшев, Е.Е. Косенко, В.В. Косенко [и др.] // Безопасность техногенных и природных систем. – 2021. – № 3. – С. 2-12. – DOI 10.23947/2541-9129-2021-3-2-12. – EDN ТОНСНВ.
4. Андреев, С.А. Энергосберегающее управление влажностью воздуха на объектах АПК / С.А. Андреев, Ю.А. Судник, И.В. Белоусова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский

государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2010. – № 2(41). – С. 7-12. – EDN NGEZQP.

5. Мирончук, Ю.А. Влияние эксплуатационных влагопритоков на тепловлажностные процессы в камерах хранения мороженных продуктов / Ю.А. Мирончук // Вестник Международной академии холода. – 2014. – № 2. – С. 30-33.

6. Болтенков, А.А. К вопросу регулирования влажности воздуха при хранении пищевых продуктов / А.А. Болтенков, М.В. Селиверстов // Тенденции развития науки и образования. – 2023. – № 94-5. – С. 20-23. – DOI: 10.18411/trnio-02-2023-236. – EDN LKBQWZ.

TO THE CHOICE OF METHODS FOR REGULATING AIR HUMIDITY IN FOOD STORAGE ROOMS

A.A. Boltenev, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

M.V. Seliverstov, *Senior Lecturer*

Altai State Agrarian University

(Russia, Barnaul)

Abstract. *The article discusses current problems of ensuring optimal temperature and humidity conditions at food industry enterprises. The main focus is on reducing air humidity to the values established by standards to ensure high-quality refrigeration processing and storage of products. Various methods of air drying are presented and their assessment is carried out as applicable to various temperature conditions – both negative and positive. Based on the comparison of methods, recommendations are given for their selection for various conditions.*

Keywords: *air humidity, regulation, methods, cooling, storage, recommendations.*