

# ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУХА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ХРАНЕНИЯ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

Бусел Д.В.<sup>1</sup>, Барайшук С.М.<sup>2</sup>, Корко В.С.<sup>3</sup> Email: Busel1133@scientifictext.ru

<sup>1</sup>Бусел Денис Васильевич – аспирант;

<sup>2</sup>Барайшук Сергей Михайлович – кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой, кафедра практической подготовки студентов;

<sup>3</sup>Корко Виктор Станиславович – кандидат технических наук, доцент, кафедра электротехнологий,

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация:** в статье рассматривается возможность создания комбинированной системы электростатической очистки и ионизационного обеззараживания воздуха для применения в системах управления овощехранилищ. Рассмотрены известные технические решения, применяемые для фильтрации и обеззараживания воздуха, в том числе для животноводческих помещений, возможность их применения для изменения физико-химических параметров воздуха с целью подавления патогенной микрофлоры, грибковых загрязнений и оптимизации процесса хранения продукции в овощехранилищах.

**Ключевые слова:** микроклимат, хранение продукции, система вентиляции, электростатическая очистка, ионизационное обеззараживание.

## CHANGE OF PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS OF AIR FOR OPTIMIZATION OF VEGETABLE PRODUCTS STORAGE PROCESS

Busel D.V.<sup>1</sup>, Baraishuk S.M.<sup>2</sup>, Korko V.S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Busel Denis Vasilievich - graduate student;

<sup>2</sup>Baraishuk Siarhei Mikhailovich. – PhD in phys-math, Head, DEPARTMENT OF PRACTICAL TRAINING OF STUDENTS,

<sup>3</sup>Korko Viktor Stanislavovich, PhD in technical, Associate Professor, DEPARTMENT OF ELECTROTECHNOLOGIES

BELARUSIAN STATE AGRARIAN TECHNICAL UNIVERSITY, MINSK, REPUBLIC OF BELARUS

**Abstract:** the article considers the possibility of creating a combined system for electrostatic cleaning and air disinfection by ionization for use in ventilation management systems for vegetable stores. Considered are the technical solutions used for air filtration and disinfection, including for livestock buildings, the possibility of using them for changing physicochemical parameters of the air in order to suppress pathogenic microflora, fungal contamination and optimize the process of storing products in vegetable storehouses.

**Keywords:** microclimate, storage of products, ventilation system, electrostatic cleaning, ionization disinfection.

УДК 635-12; 628.8; 697.9

### Введение

Современный подход к системе производства и реализации плодоовощной продукции основан на повышении рентабельности отрасли за счет не только увеличения объемов производства, но и совершенствования способов обработки и хранения овощей, позволяющих минимизировать их потери. Актуальность разработок в данной сфере подтверждается вниманием, уделяемым им на государственном уровне и включению в программу инновационного развития Республики Беларусь на 2016 – 2020 годы» [1].

Необходимость выдерживания параметров хранения в достаточно жестких рамках в течение длительного времени заставляет более ответственно подходить к системам вентиляции хранилищ, особая значимость которых для сохранности плодоовощной продукции заключается в особенностях хранения, учитывающих продолжение биологических процессов, напрямую влияющих на газовый состав воздуха в помещениях хранилища, его температуру и влажность.

Физико-химические параметры газовой среды, влияющие на качество хранения продукции:

Температурный фактор является решающим в ускорении биохимических и химических процессов в хранимой продукции, активизации жизнедеятельности микроорганизмов, являющихся возбудителями болезней. Причем не только повышение температуры способно привести к появлению очагов плесени или грибковых поражений, но и ее скачки, так как резкие колебания температурных параметров могут вызвать образование конденсата, излишнее увлажнение овощей и как следствие, их порчу и гниение. Кроме того, большое значение для сохранности имеет влажность. Водяные пары в той или иной концентрации всегда присутствуют в атмосферном воздухе. И изменения относительной влажности воздуха вызывают изменения влажности хранимой плодоовощной продукции. Каждый вид или сорт

овощей рассчитан на содержание в атмосфере с определенной влажностью, отклонение от которой может вызвать изменение направленности химических и биохимических процессов, протекающих в них. Хранение плодов и овощей предусматривает поддержание в помещениях хранилища высокой относительной влажности воздуха (80 - 95%) [2].

При создании необходимого микроклимата в овощехранилищах нельзя сбрасывать со счетов состав газовой среды, который также влияет на сохраняемость овощей. В состав атмосферного воздуха входит обычно 21% кислорода, 78% азота и 0,03% углекислого газа. Следует учитывать тот факт, что плоды и овощи лучше сохраняются и медленнее созревают в атмосфере с пониженным содержанием кислорода и повышенным – углекислого газа.

Изменение газового состава внутреннего воздуха овощехранилища, т. е. изменение соотношения в нем кислорода и углекислого газа, в частности, снижение концентрации кислорода и повышение – углекислого газа (до определенных пределов), способствует замедлению биологических процессов, а следовательно, сказывается на эффективности хранения самым благоприятным образом [2].

Системы управления газо-воздушной средой:

Наиболее распространенным типом вентиляционной системы, применяемой в хранилищах плодоовощной продукции, является комбинированная приточно-вытяжная вентиляция, при которой приток воздуха осуществляется искусственным путем с использованием вентиляторов через вентиляционные приточные шахты, а удаление отработанного воздуха основано на естественном вентилировании с помощью вытяжных каналов.

Содержание углекислого газа во внутреннем воздухе хранилища регулируется постоянным притоком свежего наружного воздуха и смешиванием его с внутренним в требуемой пропорции.

Наиболее эффективной на сегодняшний день признана система активной вентиляции, предполагающая периодическое интенсивное продувание с заданной скоростью воздуха с определенными параметрами температуры и влажности сквозь массу овощей (в зависимости от применяемой схемы вентилирования: снизу вверх или сверху вниз). Подача наружного воздуха может осуществляться как непосредственно в массу продукции без смешивания с воздухом хранилища, так и с частичной рециркуляцией, при которой происходит смешивание холодного наружного воздуха с более теплым воздухом хранилища. При очень низких температурах наружного воздуха вентилирование производится только воздухом хранилища (полная рециркуляция). С помощью рециркуляции обеспечивается требуемый температурный режим. Оптимальные параметры температуры и влажности могут быть достигнуты и при использовании калориферов для обогрева воздуха либо при охлаждении приточного воздуха системами кондиционирования [3].

Применение системы активного вентилирования позволяет в разы увеличить сохраняемость овощной продукции за счет более высокой скорости ее охлаждения и осушения, «адресной» направленности воздушного потока, равномерно обдувающего каждый экземпляр продукции. При использовании системы активной вентиляции во всех точках штабеля или навала овощей поддерживается одинаковая температура, влажность и газовый состав, без скачков и резких перепадов. Объем хранилища используется более экономично и рационально, поскольку высота насыпи или штабелей с плодоовощной продукцией значительно увеличивается.

Согласно статистическим данным, количество хранимых в режиме активного вентилирования плодов и овощей составляет ежегодно около 8 млн тонн продукции. Тем не менее, несмотря на столь внушительные объемы хранилищ, оборудованных системами активного вентилирования, спрос на них растет. Поэтому строительство современных хранилищ, оснащенных подобной системой, либо модернизация существующих, являются на сегодняшний день задачами первостепенной важности.

Автоматическая система контроля взаимодействует с программным обеспечением общей системы контроля. Показатели, измеряемые с помощью датчиков (температура, содержание CO<sub>2</sub>, влажность), передаются в компьютерный центр, где преобразуются в команды, исполняемые воздухосмешивающим устройством [3].

Дооснащение систем вентиляции оборудованием для озонирования воздуха в целях дезинфекции, уничтожения очагов плесени и других патогенных микроорганизмов как в помещении хранилища, так и на самой продукции одно из перспективных направлений их модернизации.

Концентрация озона в воздухе (10 мг/л) при кратковременном воздействии способна полностью очистить обрабатываемую поверхность от бактерий и вирусов. Для уничтожения грибковых спор потребуется больше времени и большая концентрация озона, тем не менее, дезинфекция хранилищ с помощью озона может практически полностью снять проблему преждевременного гниения продукции и несвоевременного ее созревания [4].

Данная технология в сочетании с ионизатором и применением электростатического обеззараживания воздуха, может существенно снизить вероятность появления в хранилищах грибков, плесени, и других вредных микробиологических явлений, которые способны существенно сократить сроки хранения овощей, а также снизить качество продукции.

Существуют разработки в области обеззараживания и очистки воздуха животноводческих ферм [5 - 6], заключающиеся в том, что воздушный поток облучают комбинированным жестким ультрафиолетовым излучением в виде постоянного излучения и импульсного излучения, сканируемого по объёму бактерицидной камеры воздуховода. Что приводит к ускорению и катализации физико-химических процессов и позволяет ускорить физико-химические процессы по разрушению как токсичных, так и микробиологических образований, что позволяет значительно увеличить степень очистки воздуха. Авторы показывают что, использование предлагаемого технического решения позволит повысить степень очистки от микробиологических загрязнений [5]. Эти разработки, на наш взгляд, применимы и для хранения продукции.

Также стоит рассмотреть устройство для комбинированной сорбционной очистки и обеззараживания воздуха, описанное в [7] и представленное на рисунке. Внутри воздуховода установлена кассета, заполненная сорбентом, верхняя плоскость которой закрыта сетчатым экраном, с размером ячеек меньше средних габаритов сорбента, а в полости кассеты установлен сифон, соединенный с канализацией, при этом торец расположен на уровне сетчатого экрана, а со стороны вентилятора в полости кассеты расположен патрубок, соединенный с водопроводом.

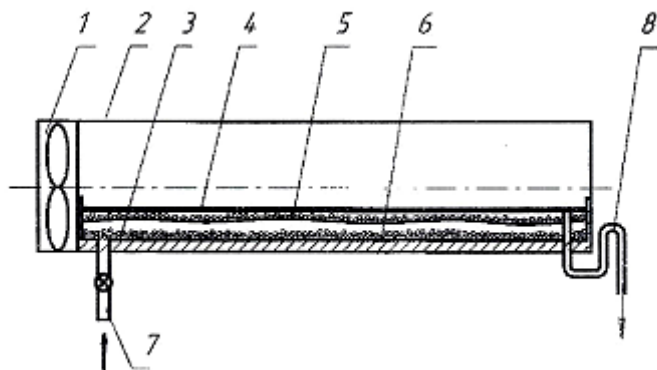


Рис. 1. Схема устройства для комбинированной сорбционной очистки и обеззараживания воздуха

Воздух закручивается вентилятором 1 и подается в прямоугольный воздухопровод 2, в котором соприкасается с экраном 4, поверхность которого представляет собой смесь воды и всплывших гранул сорбента 5, в этот момент происходит поглощение химических загрязнителей и микрофлоры. При повышении содержания загрязнителей в поверхностном слое воды происходит выравнивание концентрации по объёму кассеты 3 и часть загрязнителей сорбируется осевшим на дно сорбентом 6. Регулировкой скорости подачи воды через патрубок 7 осуществляется поддержание уровня концентрации загрязнителей в воде ниже уровня насыщения для поддержания работоспособности сорбента.

Совместное использование представленных разработок позволяет повысить эффективность очистки и проводить одновременное обеззараживание воздуха при высокой производительности оборудования и приемлемых затратах на модернизацию уже имеющихся систем.

Заключение: Вышеперечисленные способы очистки и обеззараживания воздуха и аналогичные разработки, показали свою высокую эффективность на предприятиях агропромышленных комплексов, в частности в животноводстве (в частности, существенно снижается заболеваемость животных, повышается энергетическая эффективность комплексов). Однако исследования применимости данных технологий для использования при хранении плодоовощной продукции, тем более в промышленных масштабах не проводились, что в свою очередь несёт в себе потенциал для оптимизации, улучшений качества продукции, увеличении сроков сохранности овощей на предприятиях агропромышленных комплексов стран СНГ.

#### Список литературы / References

1. Указ президента Республики Беларусь от 31 января 2017 г. № 31 / О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2016 – 2020 годы. Минск. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 07.02.2017. 1/16888.
2. Бурцев С.И. Влажный воздух. Состав и свойства: учеб. пособие. / С.И. Бурцев, Ю.Н. Цветков. СПб.: СПбГАХПТ, 1998. 146 с.

3. *Ильин И.В.* Обоснование конструктивных параметров вентиляционно-отопительного оборудования с утилизацией тепла // Технологическое и техническое обеспечение производства продукции: научные труды ВИМ. М.: ГНУ ВИМ, 2002. Т. 142. Ч. 2. С. 76.
4. *Четвергов Н.А.* Расчет динамических характеристик концентрации озона в воздухе помещений при работе в них озонаторов различной производительности. М: Техническая физика. НПО «Пульсар», 2005. С. 111 – 115.
5. *Бохан В.В., Итнаева С.Л., Мелещенко Б.А., Жаркова Н.Н., Клебанов Р.Д., Казаровец Н.В.* / Способ комбинированной очистки и обеззараживания воздуха // Номер патента РБ ВУ 11396 У 2007.06.30. – Официальный бюллетень Национального центра интеллектуальной собственности РБ «Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы», Минск, 30.12.2008. С. 108 - 112.
6. *Николаенков А.И., Мелещенко Б.А., Ананчинков М.А., Сысоев И.В., Ловкис В.Б.* / Способ комбинированной очистки и обеззараживания воздуха // Номер патента ВУ 2541 У 2006.02.28. Официальный бюллетень Национального центра интеллектуальной собственности РБ «Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы». Минск. 30.06.2007. С. 37 - 41.
7. *Жданович Т.А., Грицкевич В.Ф., Вельский В.А., Николаенков А.И., Мелещенко Б.А., Носко В.В.* / Устройство для комбинированной сорбционной очистки и обеззараживания воздуха // Номер патента ВУ 2074 У 2005.09.30. Официальный бюллетень Национального центра интеллектуальной собственности РБ «Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы». Минск, 30.09.2005. С. 3 - 6.