

УДК 621.311

## АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ПЛОДООВОЩЕХРАНИЛИЩЕ

С.М. Аликулова  
Аликулова Саодат Мухиддиновна

исследователь, г.Карши, республика Узбекистан, Каршинский институт ирригации и агротехники Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», e-mail: [smalikulova@mail.ru](mailto:smalikulova@mail.ru) [ORCID ID 0000-0002-9760-6708](https://orcid.org/0000-0002-9760-6708)

*В статье проанализированы современные проблемы энергосбережения в системах теплоснабжения плодоовощехранилищ, приведены уравнения энергетического баланса.*

*The article analyzes the modern problems of energy saving in the systems of heat and cold supply of fruit and vegetable storage, the equations of energy balance are given.*

*Мақолада мева-сабзавот сақлаш омборларининг иссиқлик-совуқлик таъминоти тизимларида энергия тежашининг замонавий муаммолари таҳлил қилинган, энергия баланси тенгламалари келтирилган.*

**Ключевые слова:** плодоовощехранилище; охлаждающая камера; энергетический баланс; подача тепла и холода; кондиционирование, тепловой насос.

**Key words:** fruit and vegetable storage; cooling chamber; energy balance; supply of heat and cold; air conditioning, heat pump.

**Калит сўзлар:** мева-сабзавот сақлаш омборлари; совутиш камераси; энергия баланс; иссиқлик-совуқлик таъминоти; кондиционерлаш, иссиқлик насоси.

Президенту Республики Узбекистан Ш.М.Мирзиёеву в целях расширения экспортного потенциала страны, устранения препятствий, мешающих всестороннему развитию плодоовощного экспорта, улучшить государственную поддержку этой деятельности, а также создать комплексную систему разработан ряд решений и приказов «О дополнительных мерах по повышению эффективности экспорта плодоовощной продукции на внешние рынки» [1].

На основании этого субъекты хозяйствования могут выполнять строительные-монтажные работы по возведению легких сооружений для строительства объектов инфраструктуры по орошению, заготовке и хранению плодоовощной продукции непосредственно в местах их выращивания на земельных участках, отведенных для их.

Безусловно, одной из наиболее актуальных проблем является увеличение объемов производства овощей и фруктов с использованием ограниченных ресурсов, а также поддержание их качественных показателей в прежнем состоянии.

В настоящее время строятся большие антибактериальные холодильники для хранения фруктов и овощей в их естественном состоянии. Это требует производства больших кВт

электроэнергии. Поэтому, исходя из природно-климатических условий, одной из важных задач является исследование эффективности использования естественных источников холода в плодоовощехранилищах.

Актуальность энергосбережения определяется постепенным уменьшением запасов энергии и удорожанием ископаемых видов топлива, усложнением экологической обстановки из-за эмиссионных последствий продуктов сгорания, высокой удельной энергоемкостью валового внутреннего продукта и снижении КПД энергопотребляющего оборудования [2, 3].

Энергоемкость или энергоэффективность промышленной продукции является основным показателем энергосберегающих мероприятий и технологий в любой отрасли народного хозяйства. Энергоемкость холодильного хранения продуктов питания в морозильных камерах и продуктовых магазинах зависит от многих переменных, влияющих на эту производительность. Исходя из этого, для разработки мероприятий по энергосбережению в овощехранилищах необходимо учитывать все факторы, позволяющие минимизировать энергетическую составляющую в себестоимости производимой продукции.

Все технологические процессы в холодильных установках: предварительная обработка продуктов перед хранением, охлаждение и длительное охлаждение являются энергоемкими процессами. Существующие холодильники и плодоовощные склады потребляют большое количество электроэнергии и тепловой энергии. Если рассматривать плодоовощехранилища как единую энергетическую систему, то все проблемы, связанные с энерго- и теплосбережением данного типа зданий, могут быть решены на основе исследования решений уравнений энергетического баланса.

Составление и исследование энергетических балансов плодоовощных складов позволяет создать энергоэффективную систему тепло- и холодоснабжения с использованием нетрадиционных источников энергии, определить основные направления энергосбережения в процессах охлаждения и хранения в холодильных камерах.

Важнейшим требованием к хранению овощей и фруктов является низкая температура (0...10°C), которая поддерживается на постоянном уровне за счет работы охлаждающих устройств. Хранение в холодильнике важно даже при использовании новых методов хранения, таких как контролируемая атмосфера. Еще одним важным условием хранения является высокая относительная влажность.

Влажность в плодоовощехранилищах можно поддерживать с помощью систем кондиционирования воздуха. Здания для хранения сельскохозяйственной продукции должны быть обеспечены охлаждением, кондиционированием воздуха и вентиляцией воздуха в них, в том числе вентиляцией воздуха испарения, при соблюдении установленных метеорологических условий. Для создания необходимого микроклимата в камерах хранения необходимо учитывать не только все составляющие материального и теплового балансов, но и повысить точность

расчета каждой из них. Суммарный тепловой поток может быть определен из уравнения теплового баланса в результате предварительного расчета отдельных его составляющих.

В уравнении теплового баланса хранения продукции на плодоовощехранилищах необходимо учитывать физиологические и биофизические процессы в растительном сырье:

$$\Sigma Q = Q_{Pj} + Q_{Wj} + Q_{Mj} + Q_{Ej} + Q_{Tj} + Q_{Aj} + Q_{Gj} + Q_{Bj} + Q_{Zj} + Q_{Tu} + Q_{Lu} + Q_{Au} + Q_{Ru} + Q_{Gu} + Q_{Wu} + Q_l \quad (1)$$

где  $\Sigma Q$  – суммарный тепловой поток, Вт;  $Q_P$  – теплопоступление через наружные стены, крышу и перекрытия, Вт;  $Q_W$  – открытие и закрытие двери, подводимая теплота за счет работы существующей системы вентиляции, Вт;  $Q_M$  – тепловложение от вентилятора, конвейера и эквивалента работы, Вт;  $Q_E$  – подводимая теплота в результате работы системы освещения, Вт;  $Q_T$  – теплоотдача от транспортных механизмов, Вт;  $Q_L$  – теплота, выделяемая рабочими, Вт;  $Q_A$  – тепло, вносимое охлажденными или замороженными продуктами, Вт;  $Q_G$  – теплота дыхания растительного сырья при охлаждении и хранении, Вт;  $Q_B$  – тепло, выделяемое строительными конструкциями, изоляцией, машинами и т.п. при понижении температуры в холодильнике, Вт;  $Q_Z$  – тепло, выделяемое строительными конструкциями, изоляцией, машинами и т.п. при понижении температуры в холодильнике, Вт;  $Q_l$  – теплота, полученная при замерзании влаги на поверхности охладителей, если их температура ниже 0 °С, или теплота, выделяющаяся во влажных охладителях при поглощении соленой водой влаги из воздуха, Вт.

Поскольку подводимая теплота меняется со временем, можно определить почасовую потребность в энергии  $\Sigma Q_{max}$  и  $\Sigma Q_{min}$ .

В этом случае суточная сумма теплового потока

$$Q_{24} = 24 \Sigma Q_{min} \quad (2)$$

или

$$Q_{24} = 24 \Sigma Q_{max} \quad (3)$$

Если разница между этими значениями велика, при проектировании следует учитывать  $\Sigma Q_{max}$ . Анализ литературы показывает, что основная часть потребляемой электроэнергии (85–90 %) расходуется в компрессорном цехе, приводя в действие компрессоры холодильных установок и машин. Доля систем освещения и других нужд составляет около 6-10%. Техническое состояние холодильников и их эксплуатация не соответствуют современным требованиям, что приводит к чрезмерным потерям от сжатия и значительным энергозатратам при производстве продукции. Годовой анализ фактических затрат показывает, что общая стоимость электроэнергии составляет более 35% [4].

По нормативному проекту затраты электроэнергии на производство искусственного холода в холодильных установках и плодоовощехранилищах должны составлять 25-30% от всего потребляемого количества, а на самом деле эта сумма значительно выше.

В настоящее время в связи с сокращением запасов ископаемого топлива и ежегодным увеличением производственных мощностей предприятий большое значение приобретает вопрос снижения энергозатрат. Потребление энергии в холодильниках зависит от многих факторов, которые зависят от размера холодильника, количества охлаждаемого продукта, режима работы нагревательных и охлаждающих устройств.

Создание оптимального режима хранения в холодильниках и плодоовощехранилищах осуществляется с помощью систем охлаждения, обогрева, вентиляции и увлажнения воздуха [4]. Сезонные изменения температуры наружного воздуха сильно влияют на нагрузку на отопительное и холодильное оборудование. При снижении температуры окружающей среды уменьшается нагрузка на компрессоры холодильных машин, а при повышении температуры наружного воздуха увеличивается тепловой поток в камеру и, соответственно, увеличивается нагрузка на охлаждающее устройство и потребление электроэнергии.

Поэтому очень важен месячный режим энергопотребления предприятий холодильной промышленности. Холодильники и плодоовощные склады могут быть включены в состав предприятий с сезонным изменением потребления электроэнергии. Поскольку работа систем теплохладоснабжения и систем вентиляции и увлажнения плодоовощехранилищах зависит от природно-климатических условий окружающей среды, их энергопотребление носит сезонный характер.

По результатам теоретического исследования существующих систем обеспечения теплом и холодом плодоовощехранилищах и анализа их энергетического баланса можно определить следующие направления энергосбережения:

- разработка и внедрение теплонасосной системы для обеспечения теплом и холодом плодоовощехранилищах;
- использование теплоты вентиляционных отходов, теплоты дыхания продуктов и использование вторичных энергоресурсов с помощью тепловых насосов;
- проектирование глубоких овощехранилищ и применение малозатратных технологий хранения в контролируемой среде;
- сбор и использование естественного ночного холода на поверхности земли;
- разработка и внедрение энергоэффективной холодильной камеры;
- развитие многофункциональных плодоовощехранилищах с собственным энергодбалансом;

- оптимизация систем теплоснабжения холодильных камер с учетом сезонных колебаний температуры наружного воздуха.

Анализ литературы показывает, что важнейшим требованием к хранению овощей и фруктов является низкая температура (0...+10 °С) и высокая относительная влажность (80-95%), что обеспечивается работой холодильного оборудования. приборы и системы кондиционирования воздуха [4].

Применение тепловых насосов целесообразно при наличии стабильного низкоуровневого источника тепла (холодильной камеры) с температурой 10÷40 °С и потребителя тепла с температурой 50÷90 °С. Можно определить энергоэффективность использования тепловых насосов в плодоовощехранилищах и системах отопления и охлаждения зданий [4, 5].

**Резюме.** Результаты исследования эффективности систем охлаждения, обогрева и вентиляции плодоовощехранилищах в мировой практике не позволяют точно выбрать и рекомендовать какую-либо конкретную систему. Кроме того, технико-экономические показатели рассматриваемых систем сильно отличаются друг от друга в зависимости от различий природно-климатических условий регионов, где они построены. Таким образом, решение проблемы энергосбережения и выбора рациональных систем обеспечения теплом и холодом плодоовощехранилищах требует научных исследований, основанных на рассмотрении комплекса микроклимата плодоовощехранилищах как единой энергетической системы.

**Summary.** The results of a study of the effectiveness of cooling, heating and ventilation systems in fruit and vegetable stores in world practice do not allow us to accurately select and recommend any particular system. In addition, the technical and economic indicators of the systems under consideration differ greatly from each other depending on the differences in the natural and climatic conditions of the regions where they are built. Thus, the solution of the problem of energy saving and the choice of rational systems for providing heat and cold in fruit and vegetable stores requires scientific research based on the consideration of the microclimate complex in fruit and vegetable stores as a single energy system.

**Хулоса.** Жаҳон амалиётида мева ва сабзавот сақлаш омборларини совутиш, иситиш ва вентиляция қилиш тизимларининг самарадорлигини ўрганиш натижалари бирон бир тизимни аниқ танлаш ва тавсия этишга имкон бермайди. Бундан ташқари, кўриб чиқиладиган тизимларнинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари, улар қурилган ҳудудларнинг табиий-иқлим шароитлари фарқига қараб, бир-биридан жуда катта фарқ қилади. Шундай қилиб, энергия тежаш муаммосини ҳал қилиш ва мева-сабзавот омборларини иссиқлик ва совуқ билан таъминлашнинг оқилона тизимларини танлаш ягона энергия тизими сифатида мева-сабзавот сақлаш омборларида микроиқлим комплексини урганиш асосида илмий тадқиқотларни талаб қилади.

**Литературы:**

1. Мева-сабзавот маҳсулотларини ташқи бозорларга чиқариш самарадорлигини оширишга доир кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 24 майдаги ПҚ-4337-сонли қарори, 25.05.2019 й., 07/19/4337/3182-сон
2. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. Аналитический обзор. «Молия» Банковско-финансовой академии, – Т.: 2007. 388 с.
3. Захидов Р.А., Саидов М.С. Возобновляемая энергетика в начале XXI века и перспективы развития гелиотехники в Узбекистане // Гелиотехника, 2009. –№ 1. –с. 3 – 12.
4. Узаков Г.Н. Исследование тепломассообменных процессов и теплохладоснабжения в плодоовощехранилищах. (Монография). Россия, г. Краснодар.: КубГАУ, 2006. 152 с.
5. Янюк В. Я., Бондарев В. И. Холодильные камеры для хранения фруктов и овощей в регулируемой газовой среде. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 128 с.

**Аликулова Саодат Мухиддиновна**

Ассистент кафедры Общетехнических наук Каршинский институт ирригации и агротехнологий Национальный исследовательский университета “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”

+998-91-955-43-70