

3. Strebkov D. Biofuels and food security. *Front. Agr. Sci. Eng.* 2015, 2(1): 1–12.
4. Panchenko V. Kharchenko V. Vasant P. (2019). Modeling of Solar Photovoltaic Thermal Modules. *Intelligent Computing & Optimization. Advances in Intelligent Systems and Computing*, 866, 108–116. 10.1007/978-3-030-00979-3\_11.
5. Panchenko V. A. Solar Roof Panels for Electric and Thermal Generation. *Applied Solar Energy*, 2018, Vol. 54, No. 5, 350–353. doi.org/10.3103/S0003701X18050146.
6. D.S. Strebkov, N.S. Filippchenkova, I.P. Gadjiev Solar Concentrator Modules for Residential Power Supply. *Applied Solar Energy (IF)*, Pub Date: 2020-10-20, DOI: 10.3103/s0003701x2004012x.
7. Strebkov, D.S., Penjiyev, A.M. Study of Solar Power Modules with Axisymmetric Prism Concentrators. *Appl. Sol. Energy* 57, 198–204 (2021). <https://doi.org/10.3103/S0003701X21030087>.
8. Strebkov, D.S. Solar Photovoltaic Plants / D.S. Strebkov, A.K. Shogenov. – DOI 10.1007/. s10749-018-0914-4 // *Power Technology and Engineering*. – 2018.

**Романов И.Г., магистрант, Кравцов А.М., к.т.н., доцент  
Белорусский государственный аграрный технический  
университет, Минск, Республика Беларусь  
УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ  
ВЫБРОСОВ ОБЪЕКТОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ:  
АКТУАЛЬНОСТЬ, ПРОБЛЕМЫ, ПУТИ РЕШЕНИЯ**

Перспективным направлением развития энергосбережения является использование теплоты вентиляционных выбросов, в том числе объектов общественного питания, где можно осуществлять рекуперацию теплоты, выделяющейся в процессе производства.

Принципиально новые технологии значительно расширяют возможности производства подобных систем, способствуют росту эффективности и ведут к повышению энергоэффективности [1].

Расход теплоты на нагрев вентиляционного воздуха в жилых зданиях составляет 40–50 % расхода на отопление, в общественных – 40–80 %. Эффективной альтернативой различным отопительным системам по разумной цене является система воздушного обогрева

помещений, в которой в качестве источника теплоты используется теплообменник-утилизатор, работающий на теплоте вентиляционных выбросов [2].

Утилизация теплоты вентиляционных выбросов может осуществляться следующими способами:

- рециркуляцией части вытяжного воздуха;
- применением рекуперативных теплообменников-утилизаторов;
- применение регенеративных теплообменников-утилизаторов;
- применение двух рекуперативных теплообменников, использующих промежуточный теплоноситель;
- применение теплопередающих труб.

По результатам обзора современных технических решений в области снижения энергопотребления систем жизнеобеспечения, а также с учетом технико-экономических показателей внедрения теплоутилизующего оборудования был выявлен ряд проблем в области создания и применения устройств, как активной, так и пассивной теплоутилизации:

1) высокие показатели коэффициента температурной эффективности достигаются в пассивных аппаратах, которые имеют ряд конструктивных особенностей, ограничивающих возможность их применения;

2) невозможность полностью обеспечить нагрев приточного воздуха;

3) в периоды на границах отопительного сезона, когда температура наружного воздуха уже требует активного нагрева на приточной линии, а системы отопления еще не задействованы, наблюдается падение температуры воздуха в вентилируемом помещении;

4) недостатком как пассивных, так и теплонасосных систем является риск обмерзания теплообменных аппаратов вытяжной линии при низких температурах наружного воздуха;

5) для нужд охлаждения воздуха в теплый период года вентиляционным системам на базе пассивных утилизаторов необходима подсистема охлаждения воздуха.

Исследование эффективности утилизации теплоты в рекуперативных теплообменниках установок автономной вентиляции проводится в соответствии с методикой [3].

При сходных массогабаритных показателях наибольшей энергетической эффективностью обладают регенеративные теплоутилизаторы (80–95 %), далее следуют рекуперативные (65–75 %) и на

последнем месте теплоутилизаторы с промежуточным теплоносителем (45–55 %) [4].

Развитие методов совершенствования роторных теплообменных аппаратов представлено переходом от аналитического определения эффективных геометрических параметров набивки ротора к методам исследования, основанным на математическом моделировании. Более современные методы исследований позволяют помимо теплофизических параметров обрабатываемого воздуха учитывать при моделировании такие факторы как аэродинамическое сопротивление, степень загрязнения воздуха твердыми фракциями, выпадение конденсата и образование льда на теплопередающих поверхностях.

Утилизаторы с промежуточным теплоносителем или RAC (Run Around Coil) обладают более широким потенциалом модернизации. Помимо встраиваемых в вентиляционную сеть теплообменных аппаратов данные устройства содержат в своей принципиальной конструкции контур теплоносителя, что позволяет в дополнение к интенсификации теплообменных процессов обеспечить более гибкое управление утилизированной энергией.

Включение в контур теплоносителя теплоаккумуляторов, сделало возможным приведение в соответствие фактически утилизируемых объемов тепловой энергии и реальной потребности системы вентиляции, а также использование альтернативных источников тепловой энергии для энергоснабжения.

В регенеративных и воздуховоздушных (воздухожидкостных) рекуперативных теплоутилизаторах рабочим веществом являются сами теплообменивающиеся среды.

Таким образом, теплоутилизатор – это:

- решение проблемы энергоэффективности производства;
- нормализация экологической обстановки;
- наличие комфортных условий на производстве – тепла, горячей воды в административно-бытовых помещениях;
- уменьшение затрат на энергоресурсы.

Выбор схемы и типа теплоутилизаторов определяет характер нагрузки теплопотребителей, так как существенно влияет на экономичность системы в целом. Таким образом, для широкого внедрения и эффективной эксплуатации систем с утилизацией теплоты вентиляционных выбросов необходимо решить важную задачу по

совершенствованию методики компоновки и подбора теплоутилизирующего оборудования, а также оптимизации режимов его работы.

#### Список использованных источников

1. Чернова, В.Ю. Импортзамещение как фактор модернизации внешнеторговой и структурной политики России в современных условиях (на примере агропродовольственного сектора) 08.00.14 – мировая экономика Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук. – Москва – 2020. – 50 с.

2. Овсянник, А.В. Оценка энергетической эффективности приточно-вытяжных вентиляционных систем с тепловыми насосами / А.В. Овсянник, Д.С. Трошев // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого: научно-практический журнал. 2014. № 4. С. 64–68.

3. Костуганов, А.Б. Исследование эффективности утилизации теплоты в рекуперативных теплообменниках установок автономной вентиляции // Градостроительство и архитектура. – 2020. – Т. 10. – № 1. – С. 36–46.

4. Здитовецкая, С.В. Эффективность теплоутилизационных устройств в системе приточно-вытяжной вентиляции / С.В. Здитовецкая, В.И. Володин // Труды БГТУ. Серия 3, Химия и технология неорганических веществ. – 2010. – С. 210–212.

**Селюк Ю.Н., Бондарчук О.В., Дубкова А.В.**

**УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь**  
**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ**  
**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК**

В настоящее время функционирование различных отраслей агропромышленного комплекса (АПК) отличается достаточно высокой эффективностью и значительным объёмом производимой продукции. Однако, производственный процесс неизбежно вызывает образование значительного количества органических отходов, главным образом в животноводстве (навоз коров, свиней и других животных, птичий помёт). Проблема утилизации указанных отхо-