

УДК 621.3:37

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ

Гаркуша К.Э., к.т.н., доцент

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

В Республике Беларусь энергопотребление большей части зданий детских садов, школ, лицеев, учреждений среднего специального и высшего образования не соответствует современным критериям энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии.

В первую очередь это касается зданий, построенных более 30 лет назад в соответствии с принятыми на то время стандартами в строительстве. Приведение зданий старой застройки к современным требованиям, широкое внедрение источников возобновляемой энергии требует значительных капитальных вложений. Областные и районные бюджеты не позволяют подойти к решению данной проблемы комплексно, и, как правило, финансирование учреждений образования осуществляется на уровне отдельных мероприятий, таких как замена светильников, установка стеклопакетов в окна, внедрение приборов учета и автоматики.

Демонстрационные объекты энергоэффективности с максимальным пакетом энергосберегающих мероприятий появились в республике при реализации международных проектов: Всемирного банка, ПРООН, Соглашения мэров и др.

Отличительной особенностью таких проектов является использование не только донорских средств, но и средств местного бюджета (шефских организаций, собственные средства).

Разработка энергосберегающих мероприятий осуществляется по результатам энергоаудита, целью которого является оценка текущего энергопотребления, разработка мер по повышению энергоэффективности с использованием возобновляемой энергии, а также анализ эффективности финансовых затрат на реализацию предлагаемых мер. Немаловажным фактором является и сокращение выбросов CO₂.

Рассмотрим эффективность мероприятий по энергосбережению на примере типового учреждения дошкольного образования, расположенного в г. Ошмяны. Здание детского сада построено в 1970 году и представляет собой два двухэтажных корпуса, соединенных между собой одноэтажным хозяйственным блоком. Корпуса в плане прямоугольные, без подвала и чердака с наружным неорганизованным водостоком.

В детском саду не соблюдаются температурный режим и нормы освещенности, здание не соответствует действующим нормам по санитарно-вспомогательным помещениям, в нем отсутствует горячее водоснабжение, в ясельных группах не предусмотрен подогрев пола. Вентилирование помещений детсада осуществляется с помощью естественной тяги воздуха через каналы во внутренних стенах, за счет проветривания, а также через щели в старых окнах и дверях. Система механической вытяжной вентиляции кухни морально и физически устарела. Механическая приточная вентиляция отсутствует.

Исходя из результатов энергоаудита, предложены следующие мероприятия:

1. Утеплить наружные стены с доведением их термического сопротивления до нормативных требований.
2. Произвести замену окон стеклопакетами с уменьшением площади проемов в тех помещениях, где позволяют нормы освещенности.
3. Утеплить кровлю с доведением термического сопротивления кровли до нормативных требований.
4. Установить системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепловой энергии.
5. Модернизировать систему отопления с заменой трубопроводов и нагревательных приборов, установкой балансировочных кранов и термостатических регуляторов на отопительных приборах и устройством современного автоматизированного индивидуального теплового пункта.
6. Установить в детском саду солнечные коллекторы с баками накопителями для нагрева воды на нужды ГВС.

Секция 2: Энерготехнологии и автоматизация технологических процессов АПК

7. Установить воздушные тепловые насосы, предусмотрев возможность их подключения к системам ГВС и отопления.
8. Для снижения расхода электрической энергии произвести замену наиболее энергоемкого оборудования кухни: электроплит и электрошкафа.
9. Произвести замену неэффективных источников наружного освещения.
10. Для снижения расхода электрической энергии на собственные нужды сада внедрить фотоэлектрические преобразователи, установив их на кровле.
11. С целью сокращения потребления горячей и холодной воды установить на каждом смесителе ограничители расхода воды (аэраторы).
12. Произвести замену старой и небезопасной электропроводки и сопутствующего электрооборудования.

Фактическое годовое энергопотребление дачного сада в базовом году составило 349 МВт·ч тепловой энергии и 27,4 МВт·ч электрической энергии. Данные значения определены по приборам учета без сопоставимости следующих факторов: сокращения продолжительности отопительного периода в базовом году по сравнению с нормативной расчетной продолжительностью [2]; отклонения температур воздуха в помещениях сада по отношению к нормативным температурам; затрат теплоты на нужды горячего водоснабжения и работу механической приточной вентиляции в пищеблоке. Расчетное потребление тепловой энергии с учетом вышеперечисленных факторов составляет 716,3 МВт·ч; электрической – 51,8 МВт·ч.

В таблице 1 рассмотрена эффективность предложенных мероприятий с учетом их вклада в общую экономию и финансовые затраты, рассчитано сокращение выбросов парниковых газов. Пользуясь данными таблицы 1 можно составлять пакеты энергосберегающих мероприятий исходя из максимальной экономии энергоресурсов и финансовых возможностей учреждения образования.

Таблица 1 – Перечень рекомендованных энергосберегающих мероприятий

Наименование мероприятия	Ежегодные сбережения энергии					Кап. вложения, евро	Срок окупаемости, лет	Сокращение выбросов, т CO ₂ -экв
	Электрической	Тепловой		Денежных средств				
		МВт·ч	МВт·ч	%	евро			
1. Аэраторы на смесителях воды	-	4,1	0,7	264	0,6	180	0,7	1,9
2. Замена наружных светильников	3,4	-	-	457	1,1	1313	2,9	3,0
3. Замена электрошкафа кухни	4,6	-	-	608	1,4	2604	4,3	4,0
4. Замена электроплит кухни	5,2	-	-	696	1,6	3438	4,9	4,6
5. Тепловые насосы на ГВС	-7,7	27,7	4,7	1806	4,2	13640	8,4	5,9
6. Тепловые насосы на отопление	-42,9	155,2	26,1	10106	23,7	68200	7,5	33,2
7. Вентиляция с рекуперацией	-	36,6	6,2	2379	5,6	18438	7,8	16,8
8. Модернизация системы отопления с устройством ИТП	-	97,7	16,4	6348	14,9	51667	8,1	44,7
9. Замена окон	-	90,3	15,2	5868	13,7	53600	9,1	41,4
10. Утепление стен	-	88,2	14,8	5730	13,4	55521	9,7	40,4
11. Солнечные коллекторы ГВС	2,3	24,5	4,1	2519	5,9	25000	9,9	13,2
12. Фотоэлектрические преобразователи	4,6	-	-	616	1,4	7379	12,0	4,1
13. Утепление кровли	-	69,6	11,8	4525		66458	14,7	31,9
14. Замена внутреннего освещения	6,1	-	-	806		21925	27,2	5,3
ИТОГО:	-24,4	593,8	100	42730		389362	9,1	250,4

Увеличение потребления электроэнергии на 24,4 МВт·ч связано с применением тепловых насосов. При этом экономия тепловой энергии от данного мероприятия составляет 182,9 МВт·ч.

Литература

1. Богуславский Л.Д. Энергосбережение в системе теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. – Москва: Стройиздат, 1990.
2. ТКП 45-2.04.43-2006 Строительная теплотехника.
3. СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология / Министерство архитектуры и строительства РБ - Минск, 2001.
4. СНБ 4.02.01-03 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха / Министерство архитектуры и строительства РБ - Минск, 2004.
5. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 18 марта 2016 года № 216 «Положение о порядке организации и проведения энергетических обследований (энергоаудитов)», 2016.
6. Государственный стандарт Республики Беларусь «Энергетическое обследование потребителей топливно-энергетических ресурсов. Общие требования» СТБ 1776-2007, Минск, Госстандарт, дата введения 2007-12-01.
7. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий. – Минск, 2017.
8. Зенютич Е.А., Котомкин В.Н. и др. Экономия энергии в образовательных учреждениях: Технологии энергосбережения и финансовые механизмы. – Москва: 2006 г. – 85 с.

УДК 537.568; 663.11

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ЗАРЯДА НА ДИФФУЗИЮ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ КЛЕТКИ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ

Заяц Е.М., д.т.н., профессор, Янко М.В.
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Скорость роста аэробных микроорганизмов в целом и хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в частности зависит от концентрации кислорода в среде, концентрации питательных веществ, температуры среды и диффузии ионов питательных веществ через поры мембраны клетки, [1].

Дрожжевая клетка, как клетки большинства микроорганизмов, состоит из мембраны (оболочки); протоплазмы; ядра; вакуоли; клеточных структур – рибосом, митохондрий; запасных включений – гликогена и волютина, [2].

Мембрана расположена снаружи дрожжевой клетки. Она имеет пористую структуру, состоит из клетчатки (углеводов) и пор. Пory служат для перемещения внутрь клетки ионов питательных веществ из околоклеточного пространства. Скорости диффузии ионов питательных веществ через поры мембраны дрожжевой:

$$D_{\phi} = D_0 \cdot e^{\left(\frac{eF\phi_n}{RT}\right)}, \quad (1)$$

где D_{ϕ}, D_0 – коэффициент диффузии питательного вещества через мембрану клетки и в среде, m^2 / c ; e – эмпирический коэффициент; ϕ_n – потенциал на входе в пору мембраны клетки, В; F – число Фарадея, Кл/моль; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); T – температура, К.

Как видно из (1) диффузия ионов питательных веществ зависит от потенциала на входе в пору мембраны клетки ϕ_n . Допустим, что поверхность поры имеет форму цилиндра и по-