

Д.А. ШУШЛЯКОВ¹, О.С. ШУШЛЯКОВА¹, И.Л. ЖЕЛЕЗНЯКОВА¹,
Т.Б. СИМОНЕНКО²

¹Харьковская национальная академия городского хозяйства, г. Харьков

²Инженерный центр In-Di, г. Харьков

ЭНЕРГОРЕНОВАЦИЯ ЗДАНИЙ ШКОЛ И ДЕТСКИХ ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ Г. ХАРЬКОВА

В статье рассмотрены некоторые вопросы энергетической реновации зданий детских дошкольных учреждений и школ на примере г. Харькова.

Еще в конце прошлого века был опубликован Указ Президента Украины (№662/99 от 16 июня 1999 г.) "Про заходи щодо скорочення енергоспоживання бюджетними установами, організаціями та казенними підприємствами", направленный на повышение энергоэффективности общественных зданий и учреждений. Однако до настоящего времени полномасштабных работ на государственном уровне в этом направлении так и не было проведено.

Основная проблема существующих общественных зданий, в том числе школ и детских дошкольных учреждений, состоит в том, что они были запроектированы и построены в период, когда огромный расход энергетических ресурсов на нужды отопления не являлся большой проблемой. Теплотехнические характеристики зданий, запроектированных и построенных до 1993 года, рассчитывались по СНиП II.3-79** "Строительная теплофизика" (и более ранним нормативным документам) [1]. При этом термическое сопротивление ограждающих конструкций, рассчитываемое по формулам, которые были приведены в этих нормативах, было занижено, что приводило к значительным потерям теплоты через ограждающие конструкции.

В современных нормативных документах, принятых в Украине – ДБН В.2.6-31-2006 "Теплова ізоляція будівель" величина термического сопротивления задана в виде постоянной (в зависимости от вида ограждающей конструкции и климатической зоны расположения здания) [2]. Это дает возможность не только сокращать объем расчетов, но и в значительной степени повысить теплозащитные свойства ограждающих конструкций (значения, приведенные в современной литературе [2] в 3 – 5 раз превышают значения, рассчитанные по старым нормам [1]).

Для сравнения защитных свойств ограждающих конструкций был проведен оценочный теплотехнический расчет и расчет тепловых потерь зданием. Существующий вариант ограждающих конструкций сравнивали с девятью вариантами утепления ограждающих конструкций.

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций был выполнен для холодного периода года в соответствии с требованиями нормативной документации [2]. Параметры наружного и внутреннего воздуха приняты в соответствии с нормативной документацией [3, 4].

Требуемые величины термического сопротивления R_0 принимались в соответствии с нормами [2]:

для стен – $2,8 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$;

покрытие – 4,95 (м²·К)/Вт (так как школы и детские сады, в основном до 4-х этажей);

окна – 0,6 (м²·К)/Вт.

Была рассчитана невязка Δ (в процентах) между нормативным и существующим коэффициентом термического сопротивления, которая показывает, насколько существующий коэффициент термического сопротивления не соответствует нормативному. При этом следует учитывать, что чем больше величина Δ (увеличиваются теплопотери), тем хуже. При отрицательной величине Δ существующий коэффициент термического сопротивления больше нормативного, что в ряде случаев, при экономическом обосновании – хорошо.

$$\Delta = \frac{R_0 - R}{R_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

где R_0 – нормативный коэффициент термического сопротивления, (м² К)/Вт;

R – существующий коэффициент термического сопротивления, (м² К)/Вт.

Подставляя полученные в результате расчёта значения R и R_0 в (1), получим, что невязка для стен составляет $\Delta = \frac{1,282 - 2,8}{1,282} \cdot 100 = 118,4\%$, для покрытия

$$\Delta = \frac{1,166 - 4,95}{1,166} \cdot 100 = 324,5\%, \text{ для окна } \Delta = \frac{0,39 - 0,6}{0,6} \cdot 100 = 53,9\%.$$

Ориентировочные (рассчитанные для типового проекта) характеристики по тепловым потерям составляют для детского садика 146,49 кВт, для школы 410,8 кВт.

В рамках предварительной проработки направлений реконструкции наружных ограждающих конструкций было рассмотрено девять вариантов утепления зданий. Первые варианты предусматривали только утепление наружных стен, вторые – утепление наружных стен и замена старых оконных переплетов на новые металлопластиковые, третьи варианты предусматривали устройство на существующей плоской кровле дополнительных помещений (чердачного типа) с возможностью устройства в них теплиц или парников.

В результате сравнения вариантов (табл. 1 – 13) можно сделать следующий вывод: наиболее выгодным с экономической точки зрения материалом для использования утепления объектов является пенополистирольные плиты XPS CARBON ФАСАД. Не смотря на то, что сметная стоимость данного варианта не является самой дешевой из всех трех представленных материалов, при использовании этого материала, значительно уменьшаются теплопотери, а значит и уменьшаются расходы на его содержание. Увеличивается показатель экономии, следовательно, увеличивается экономический эффект. Срок окупаемости нам дает полное представление о возврате вложенных денежных средств. Проанализировав все три варианта утепления объектов, предпочтение отдаем материалу – пенополистирольные плиты XPS CARBON ФАСАД в сочетании с заменой существующих окон на металлопластиковые окна Aluplast IDEAL 2000 и устройством кровли.

Таблица 1. Утепление стен

№	Тип здания	Вид утеплителя	Стены, м ²	Теплопотери, кВт/час	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	школа	Без утепления	8846	410,8	Существующие конструкции
2	школа	Маты минераловатные прошивные строительные	8846	338,6	Производитель: «Гермолайф» (Украина)
3	школа	Пенополистирольные плиты XPS CARBON ФАСАД	8846	314,6	Производитель: корпорация "Технониколь" (Россия)
4	школа	Блоки «Бетоль»	8846	323,6	Производитель: ООО "Бетоль" (Украина)

Таблица 2. Техничко-экономические показатели

№	Вид утеплителя	Теплопотери, грн./год	Сметная стоимость, грн.	Экономия, грн.	Величина возвратности вложенным средствам, грн.	Коэффициент экономической эффективности
1	2	3	4	5	6	7
1	Базовый	664335,89	-	-	-	-
2	Маты минераловатные прошивные строительные	547575,79	704732	116760	-587972	0,16
3	XPS CARBON ФАСАД	508763,56	720719	155572	-565147	0,21
4	Блоки «Бетоль»	523318,15	903979	141018	-762961	0,16

Таблица 3. Утепление стен с заменой окон

№	Тип здания	Вид утеплителя	Стены, м ²	Окна, м ² Материал	Теплопотери кВт/час	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
1	школа	Без утеплителя	8846	1948	410,8	Существующие конструкции
2	школа	Маты минераловатные прошивные строительные	8846	1948 Aluplast IDEAL 2000	256,9	Конструкция по ДБН В.2.6- 31:2006 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4К
3	школа	Пенополистирольные плиты XPS CARBON ФАСАД	8846	1948 WDS 404	228,1	Конструкция по ДБН В.2.6- 31:2006 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4К
4	школа	Блоки «Бетоль»	8846	1948 VEKA ALPHALINE	227,6	Конструкция по ДБН В.2.6- 31:2006 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4К

Таблица 4. Техничко-экономические показатели

№	Вид утеплителя	Тепло потери, грн./год	Сметная стоимость, грн.	Экономия, грн	Величина возвратности вложенным средствам, грн.	Коэффициент экономической эффективности
1	2	3	4	5	6	7
1	Без утеплителя	664335,89	-	-	-	-
2	Маты минераловатные прошивные строительные	415452,50	1942199	248883	-1693316	0,13
3	XPS CARBON ФАСАД	368877,84	1926941	295458	-1631483	0,15
4	Блоки «Бетоль»	368069,25	2526332	296267	-2230065	0,12

Таблица 5. Утепление стен с заменой окон, изменением кровли

№	Тип здания	Вид утеплителя	Стены, м ²	Окна, м ² Материал	Кровля, м ²	Потери теплоты, кВт/час	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
1	школа	Без утеплителя	8846	1948	2760	410,8	Существующие конструкции
2	школа	Маты минераловатные прошивные строительные	8846	1948 Aluplast IDEAL 2000	2760 Термокровля 110 (толщина 150 мм)	188,1	кровля скатная (с добавлением остекления)
3	школа	пенополистирольные плиты XPS CARBON ФАСАД	8846	1948 WDS 404	2760 маты минераловатные на синтег. связ. (240 мм)	160,6	кровля скатная (с добавлением остекления)
4	школа	Блоки «Бетоль»	8846	1948 VEKA ALPHALINE	2760 пенополиуретан (150 мм)	159,3	кровля скатная (с добавлением остекления)

Таблица 6. Техничко-экономические показатели

№	Вид утеплителя	Теплопотери, грн./год	Сметная стоимость, грн.	Экономия, грн	Величина возвратности вложенным средствам, грн.	Коэффициент экономической эффективности
1	2	3	4	5	6	7
1	Без утеплителя	664335,89	-	-	-	-
2	Маты минераловатные прошивные строительные	304190,80	5758674	360145	-5398528	0,06
3	XPS CARBON ФАСАД	259718,45	5775144	404617	-5370526	0,07
4	Блоки «Бетоль»	257616,13	5835083	406720	-5428363	0,07

Таблица 7. Утепление стен

№	Тип здания	Вид утеплителя	Стены, м ²	Тепло потери, кВт/час	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	Детский сад	Без утеплителя	2074	146,49	Существующие конструкции
2	Детский сад	Маты минераловатные прошивные строительные	2074	116,82	Производитель: «Гермолайф» (Украина)
3	Детский сад	пенополистирольные плиты XPS CARBON ФАСАД	2074	112,31	Производитель: корпорация "Технониколь" (Россия)
4	Детский сад	Блоки «Бетоль»	2074	115,35	Производитель: ООО "Бетоль" (Украина)

Таблица 8. Техничко-экономические показатели

№	Вид утеплителя	Тепло потери, грн./год	Сметная стоимость, грн.	Экономия, грн.	Величина возвратности вложенным средствам, грн.	Коэффициент экономической эффективности
1	2	3	4	5	6	7
1	Базовый	236900,11	-	-	-	-
2	Маты минераловатные прошивные строительные	188918,49	517820	47981,62	-469838,38	0,09
3	XPS CARBON ФАСАД	181625,29	529471	55274,82	-474196,18	0,10
4	Блоки «Бетоль»	186541,25	663021	50358,86	-612662,44	0,07

Таблица 9. Утепление стен с заменой окон

№	Тип здания	Вид утеплителя	Стены, м ²	Окна, м ² Материал	Потери теплоты, кВт/час	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
1	Детский сад	Без утеплителя	2074	705	146,49	Существующие конструкции
2	Детский сад	Маты минераловатные прошивные строительные	2074	Aluplast IDEAL 2000	92,33	Конструкция по ДБН В.2.6-31:2006 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4К
3	Детский сад	пенополистирольные плиты XPS CARBON ФАСАД	2074	705 WDS 404	81,93	Конструкция по ДБН В.2.6-31:2006 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4К
4	Детский сад	Блоки «Бетоль»	2074	705 VEKA ALPHALINE	81,86	Конструкция по ДБН В.2.6-31:2006 4М ₁ -12-4М ₁ -12-4К

Таблица 10. Техничко-экономические показатели

№	Вид утеплителя	Тепло потери, грн./год	Сметная стоимость, грн.	Экономия, грн	Величина возвратности вложенным средствам, грн.	Коэффициент экономической эффективности
1	2	3	4	5	6	7
1	Без утеплителя	236900,11	-	-	-	-
2	Маты минераловатные прошивные строительные	149313,45	973857	87586,66	-886270,34	0,09
3	XPS CARBON ФАСАД	132495,24	974200	104404,87	-869795,13	0,11
4	Блоки «Бетоль»	132382,02	1258351	104518,09	-1153832,00	0,08

Таблица 11. Утепление стен с заменой окон, устройством кровли

№	Тип здания	Вид утеплителя	Стены, м ²	Окна, м ² Материал	Кровля, м ²	Тепло потери, кВт/час	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Детский сад	Без утеплителя	2074	705	1117	146,49	Существующие конструкции
2	Детский сад	Маты минераловатные прошивные строительные	2074	Aluplast IDEAL 2000	1117	69,92	Производитель: «Термолайф» (Украина)
3	Детский сад	пенополистирольные плиты XPS CARBON ФАСАД	2074	705 WDS 404	1117	59,24	Производитель: корпорация "Технониколь" (Россия)
4	Детский сад	Блоки «Бетоль»	2074	705 VEKA ALPHALINE	1117	59,45	Производитель: ООО "Бетоль" (Украина)

Таблица 12. Техничко-экономические показатели

№	Вид утеплителя	Тепло потери, грн./год	Сметная стоимость, грн.	Экономия, грн	Величина возвратности вложенным средствам, грн.	Коэффициент экономической эффективности
1	2	3	4	5	6	7
1	Без утеплителя	236900,11	-	-	-	-
2	Маты минераловатные прошивные строительные	113072,96	2274916	123827	-2151089	0,05
3	XPS CARBON ФАСАД	95801,51	2274950	141099	-2133851	0,06
4	Блоки «Бетоль»	97791,11	2303365	139109	-2164256	0,06

Таблица 13. Сводный сметный расчет на общее количество учебных заведений в г. Харькове

№	Методы энергorenовации	Сметная стоимость, тыс. грн.	Кол-во учреждений, на начало 2011 г., шт.	Итого, затраты, тыс. грн	Сметная стоимость, тыс. грн.	Кол-во учреждений, на конец 2010 г., шт.	Итого, затраты, тыс. грн
		Школа			Детский Сад		
1.	Стены						
1.1.	Маты минераловатные прошивные строительные	704,732	189	133194,3	517,820	173	89582,86
1.2.	XPS CARBON ФАСАД	720,719	189	136215,3	529,471	173	91598,48
1.3.	Блоки «Бетоль»	903,979	189	1708852,0	663,021	173	114702,6
2.	Стены,окна						
2.1.	Маты минераловатные прошивные строительные Aluplast IDEAL 2000	1942,199	189	367075,6	973857	173	168477,3
2.2.	пенополистирольные плиты XPS CARBON ФАСАД WDS 404	1926,941	189	364191,8	974200	173	168536,6
2.3.	Блоки «Бетоль»VEKA ALPHALINE	2526,332	189	477476,7	1258,351	173	217694,7
3.	Стены, окна, кровля						
3.1	Маты минераловатные прошивные строительные ,Aluplast IDEAL 2000, кровля в зависимости от объекта	5758,674	189	1088389,4	2274,916	173	393560,5
3.2.	XPS CARBON ФАСАД ,WDS 404 , кровля в зависимости от объекта	5775,144	189	1091502,2	2274,950	173	393566,5
3.3.	Блоки «Бетоль»VEKA ALPHALINE, кровля в зависимости от объекта	5835,083	189	1102830,7	2303,365	173	398482,3

Повышение экологической эффективности мероприятий по энергореновации зданий школ и детских дошкольных учреждений возможно путем устройства дополнительных систем теплоснабжения от солнечных коллекторов для помещений, размещаемых на кровле [5]. По расчетным данным для Харькова, высокоэффективные солнечные коллекторы Buderus SKS 4.0 способны обеспечить до 37% потребности в теплоснабжении, в период с октября по апрель (отопительный период), а с мая по сентябрь 100% тепловой потребности здания (в зависимости от количества, тепловой нагрузки здания и количества потребителей) [7].

Использование солнечной энергии является одним из весьма перспективных направлений энергетики. Высокая экологическая эффективность, возобновляемость тепловой энергии, отсутствие затрат на капремонт оборудования как минимум в течение первых 25 лет эксплуатации, в перспективе – снижение стоимости традиционных методов получения энергии – всё это является положительными сторонами солнечной энергетики [6].

1. СНиП II.3-79** "Строительная теплофизика". М.: 1986 г
2. ДБН В.2.6-31-2006 "Теплова ізоляція будівель". К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України. 2006 р
3. СНиП 2.01.01-82 "Строительная климатология и геофизика".
4. ДБН В.2.2-9-99 "Громадські будинки та споруди".
5. Кононов Ю.Д. Энергетика и экономика. Проблемы перехода к новым источникам энергии. – М.: Наука, 2004. – 125с.
6. Сибикин, М.Ю. Технология энергосбережения: учебник / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. – М.: Профессиональное образование, 2006. – 312 с.
7. <http://www.buderus.ua/> - Официальный сайт компании «Buderus» [Электронный ресурс]. 31.08.2012г. Загл. с экрана.

Д.О. Шушляков, О.С. Шушлякова, І.Л. Железнякова, Т.Б. Симоненко
ЕНЕРГОРЕНОВАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ШКІЛ І ДИТЯЧИХ ДОШКІЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ
НА ПРИКЛАДІ м. ХАРКОВА

У статті розглянуто деякі питання енергетичної реновації будинків дитячих дошкільних закладів та шкіл на прикладі м. Харкова.

D.A. Shyshlyakov, O.S. Shyshlyakova, I.L. Zelezhnyakova, T.B. Simonenko
ENERGY RENOVATION OF THE BUILDINGS OF SCHOOLS AND CHILDREN'S
PRE-SCHOOL INSTITUTIONS ON THE EXAMHLE OF KHARKOV

Some issues of energy renovation of children's preschool institutions and schools buildings on the example of Kharkov have been considered in the article.