

Расчётный энергетический эффект от эксплуатации энергоактивных крыш реконструированных зданий

Страшко В. В.
ООО «Инсолар ЮСВ», г. Днепропетровск

Показан механизм расчёта энергетического эффекта от эксплуатации энергоактивных ограждающих конструкций (крыш, фасадов) реконструированных зданий при их различной пространственной ориентации и обозначены направления оптимизации энергоэффективных систем теплоснабжения реконструируемых районов.

Развитие городов Украины и в первую очередь жилищного фонда происходит в крупных городах по двум основным направлениям: новое строительство и реконструкция существующих зданий и сооружений. Если в первом случае одновременно, как правило, решаются вопросы сооружения сетей водо-, тепло-, газо- и электроснабжения, то в случае реконструкции всё значительно сложнее. В первую очередь это касается центральных городских районов, застройка которых зачастую являет собой и архитектурно – историческую ценность. Увеличение, в большинстве случаев, в результате реконструкции нагрузки на существующие коммунальные сети входит в противоречие с следующими факторами: 1) изношенность и полная загрузка существующих сетей; 2) недостаточность мощности узлов запитки этих сетей. Усугубляет ситуацию и постоянный рост цен на энергоносители, в том числе и для нужд ЖКХ, прогнозируемый и на ближнюю, и на дальнюю перспективы [1].

Смягчить данную ситуацию, параллельно с реализацией мероприятий по уменьшению теплопотерь реконструируемых зданий и внедрением

энергосберегающих технологий в системы эксплуатации зданий и сооружений, позволит повсеместное использование возобновляемых источников энергии, в частности солнечного излучения. Таким решением есть использование в конструкции реконструируемых зданий т.н. *энергоактивных крыш (фасадов), или иными словами, энергоактивных ограждающих конструкций – ЭАОК*, которые могут быть реализованы для зданий различных периодов и стилей постройки [2]. Наиболее интересным и перспективным есть использование ЭАОК в составе комплексной системы энергообеспечения объектов (горячее водоснабжение, отопление, вентиляция и кондиционирование) на базе теплового насоса и сезонного аккумулятора тепла, использующей возобновляемые источники энергии (энергия солнечного излучения, тепло окружающего и выбросного воздуха и тепло грунта) [3]. Первая энергоактивная крыша из *гелиопрофиля ТЕПС* [4] и комплексная система энергообеспечения сооружены в центре Львова при реконструкции здания рядной австрийской застройки издательства «Экоинформ» [5]. Гелиопрофиль ТЕПС, разработанный и внедрённый в производство в ООО «Инсолар ЮСВ» (г. Днепропетровск), является одновременно и строительным материалом для изготовления кровель и фасадов, и теплогенерирующим изделием, способным утилизировать энергию солнечного излучения и тепло окружающего воздуха, при этом не создаётся дополнительная весовая нагрузка на каркас сооружения. Позитивным фактором для его использования есть технологичность. Дополнительно следует отметить, что гелиопрофиль ТЕПС признан *победителем Всеукраинского конкурса «Изобретение – 2005» в номинации «Лучшее изобретение – 2005 в области энергетики»*.

Вместе с тем, при проектировании реконструкции существующих зданий встаёт задача оценки энергетического эффекта от использования ЭАОК (далее будем вести речь о энергоактивных крышах из гелиопрофиля ТЕПС). Здесь мы не говорим о реконструкции, в результате которой сооружаются практически новые здания. Мы имеем ввиду здания, не изменяющие своего местоположения (ориентации застройки) и которые должны сохранять общий архитектурный стиль, пусть даже, и обзаведутся несколькими дополнительными этажами [6]. То есть вопрос стоит таким образом – сколько полезного тепла можно получить от энергоактивной крыши (далее рассматриваем утилизацию только солнечного излучения) при существующих пространственной ориентации реконструируемого здания и геометрических параметрах крыши, или какими геометрическими параметрами должна обладать реконструируемая крыша, чтобы обеспечить желаемый энергетический эффект и сохранить требования стиля? В основе решения данного вопроса лежит оценка прихода суммарной солнечной радиации на произвольно ориентированную поверхность,

расположенную в определённом географическом регионе. Прямое решение данной задачи с помощью нормативной строительной документации весьма затруднительно или вообще невозможно. Для расчёта суммарной солнечной радиации, приходящей на произвольно-ориентированную поверхность в условиях Украины, автором разработана соответствующая программа-методика «*Инсоляция – Украина*» [7, 8], базирующаяся на общепринятых аналитических зависимостях [9] и не входящая в противоречие с существующими нормативами [10]. Анализ результатов проведенных расчётов даёт возможность говорить о том, что в условиях Украины возможный тепловой эффект от использования энергоактивных крыш в конструкциях *многоэтажных жилых зданий* целесообразно в первую очередь использовать для нужд *горячего водоснабжения*.

Рассмотрим расчёт теплопроизводительности энергоактивной крыши для нужд горячего водоснабжения, выполненный с использованием разработанной автором программы «*ЭАОК – ГВС*» [11], реализованной в среде *Microsoft Excel*. В данной программе задаваемыми являются регион расположения объекта, пространственная ориентация, площадь, физико-технические характеристики энергоактивной крыши, температура горячей воды и сезонные температуры сетевой воды. В ней также учтены коэффициент солнечного сияния (облачность), скорость ветра, суточные изменения температуры наружного воздуха. В результатах учтена, как эффективная, и теплота неполного нагрева расходуемой воды при низком уровне эффективной солнечной радиации. Предполагается, что доведение температуры до необходимых значений осуществляется с помощью дополнительного источника (теплопункта). Расчёт проводится для каждого месяца и года в целом и представлен в виде месячных значений: суточного прихода солнечного излучения на поверхность энергоактивной ограждающей конструкции при безоблачном небе, суточной теплопроизводительности ЭАОК по нагреву воды для нужд ГВС при безоблачном небе, предыдущая суточная теплопроизводительность в м³ горячей воды, месячная теплопроизводительность ЭАОК по нагреву воды для нужд ГВС с учётом облачности, среднесуточная теплопроизводительность ЭАОК по нагреву воды для нужд ГВС с учётом облачности, коэффициент использования солнечного излучения. В виде графика выводятся результаты расчёта изменения тепловой мощности ЭАОК для нужд ГВС. Результаты расчёта могут быть выведены на печать в виде технической справки «*Результаты расчёта теплопроизводительности энергоактивной ограждающей конструкции (ЭАОК) по нагреву воды для нужд горячего водоснабжения (ГВС) в условиях Украины*» (рисунок 1).

Рассмотрим произвольно ориентированную энергоактивную крышу многоэтажного дома. На рисунке 2 показана возможная пространственная ориентация энергоактивной крыши многоэтажного здания. В привязке к сторонам света указаны: β – угол наклона энергоактивной крыши к горизонту; An – азимут от направления на юг нормали к энергоактивной крыше на горизонтальную поверхность.

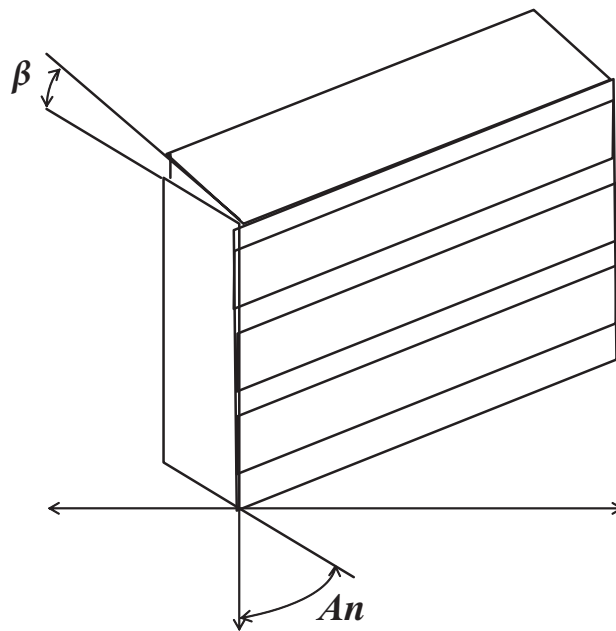


Рисунок 2. Пространственная ориентация ЭАОК многоэтажного здания

Расчёт проводился для энергоактивной крыши площадью 576 м^2 (размеры в плане $48 \times 12 \text{ м}$). Для климатических условий г. Днепропетровска были приняты следующие технические характеристики:

- коэффициент поглощения солнечного излучения (СИ) теплопоглощающей поверхностью гелиопрофиля ТЕПС $\varepsilon = 0,9$;
- коэффициент пропускания СИ прозрачной теплоизоляцией (ПТИ) $\eta_{ntu} = 0,9$;
- термическое сопротивление ПТИ $R_{ntu} = 0,32 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$.

Эксплуатационные характеристики ГВС принимались следующими:

- температура горячей воды $t_{гвс} = 55^\circ\text{C}$;
- температура сетевой воды летом $t_{свл} = 16^\circ\text{C}$;
- температура сетевой воды зимой $t_{свз} = 9^\circ\text{C}$.

На рисунке 3 приведены графики результатов расчётов теплопроизводительности энергоактивной крыши многоэтажного здания (затенение отсутствует) по ГВС для углов её наклона к горизонту β 15° , 30° , 45° , 60°

при изменении азимута An от -90° (запад) до $+90^{\circ}$ (восток). Представлены графики годовой теплопроизводительности и теплопроизводительности в отопительный сезон (15 октября – 15 апреля), в легенде обозначено индексом «ос». Анализ графиков показывает, что с увеличением угла наклона ЭАОК к горизонту β до 60° увеличивается теплопроизводительность в отопительный сезон, однако это увеличение существенно при южной ориентации ЭАОК, и сходит на нет при отклонении на восток и запад. Одновременно видно, что наибольшая годовая теплопроизводительность наблюдается при меньших углах β , в частности 30° при южной ориентации ЭАОК и 15° – при ориентации восток, запад.

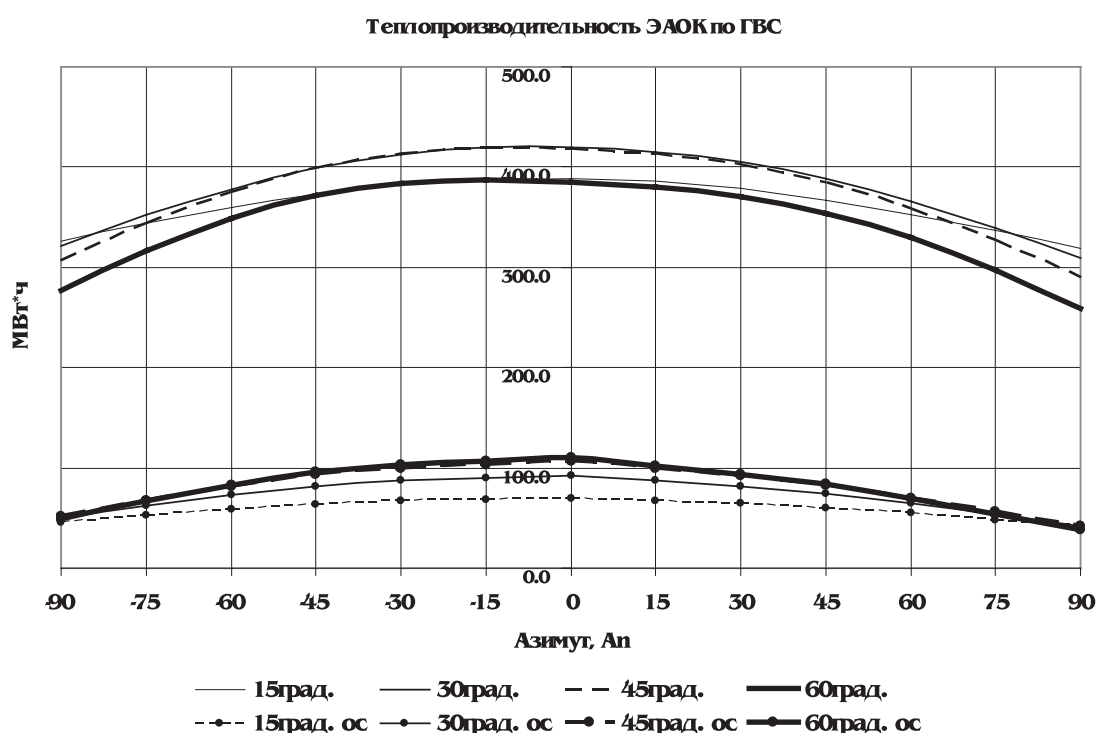


Рисунок 3. Теплопроизводительность энергоактивной крыши по ГВС

Вместе с тем, приведенных графиков зависимости теплопроизводительности ЭАОК по ГВС от её пространственной ориентации явно не достаточно для принятия оптимальных конструктивных и схемных решений по реконструируемой энергоактивной крыше и системе ГВС реконструируемых зданий. В подтверждении сказанного, на рисунках 4, 5 приведены графики суточных изменений мощности ЭАОК для нужд ГВС при β равном 15° и 60° , и восточной ($An = 80^{\circ}$), южной ($An = 0^{\circ}$) и западной ($An = -80^{\circ}$) ориентациях ЭАОК для всех месяцев года. Данные графики получены в результате расчёта по программе [11] и отражают ход суточного изменения полезной мощности ЭАОК для нужд ГВС на 15-е число каждого месяца при безоблачном небе.

Суточное изменение мощности ЭАОК для нужд ГВС Угол наклона ЭАОК к горизонту 15°

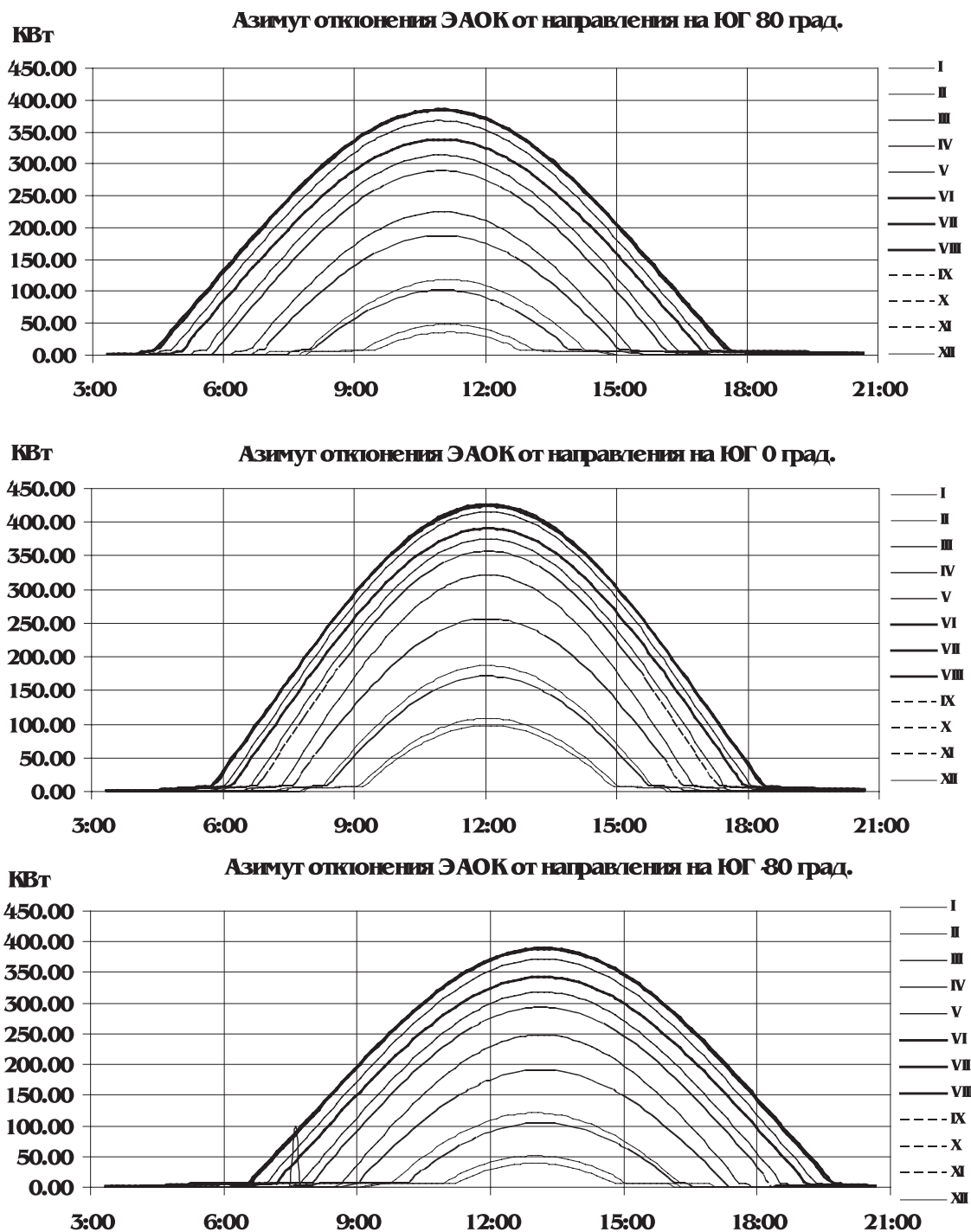


Рисунок 4. Суточное изменение мощности ЭАОК для нужд ГВС при угле наклона её к горизонту 15°

Суточное изменение мощности ЭАОК для нужд ГВС Угол наклона ЭАОК к горизонту 60°

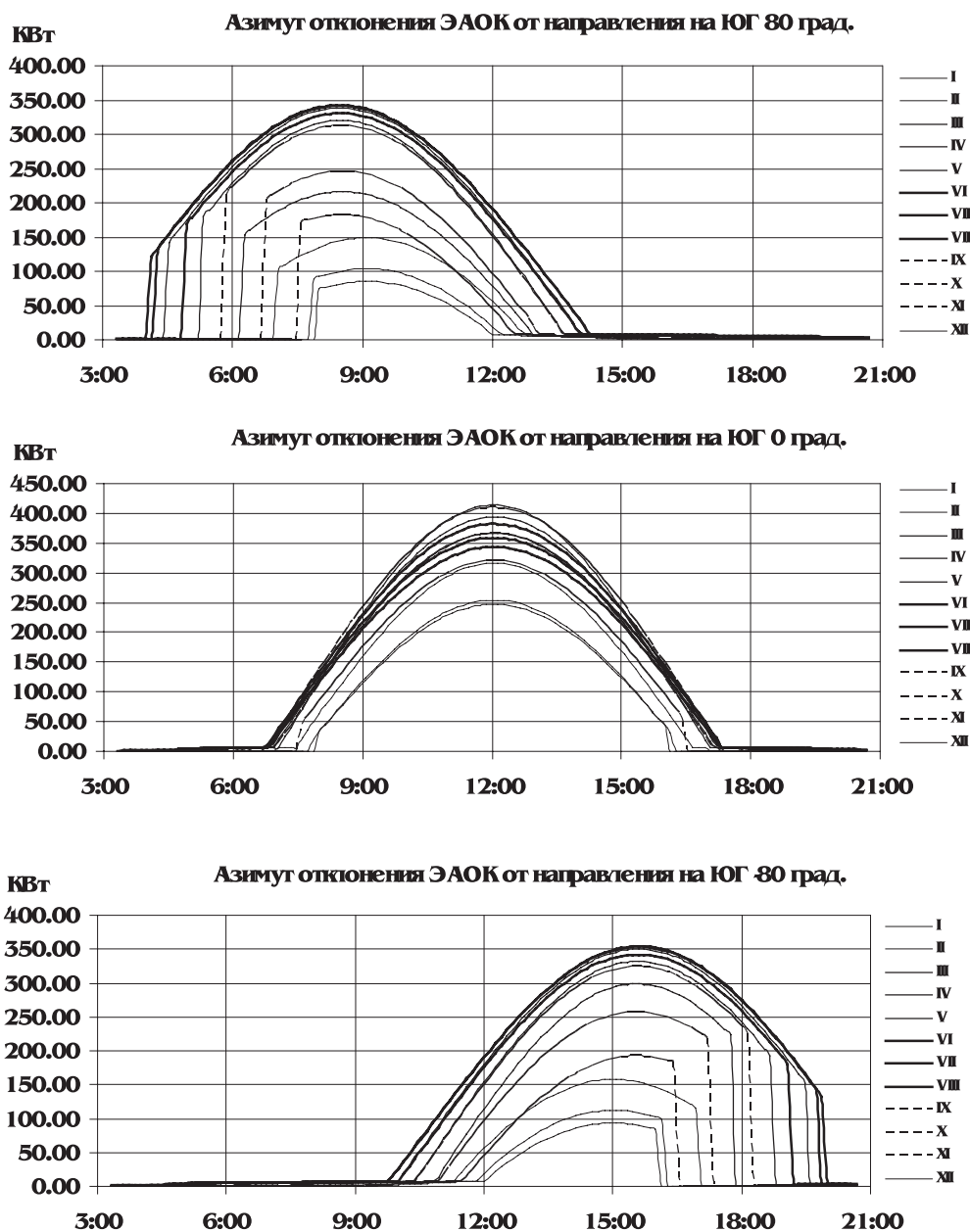


Рисунок 5. Суточное изменение мощности ЭАОК для нужд ГВС при угле наклона её к горизонту 60°

Комплекс вышеизложенных результатов расчётов позволяет обоснованно подойти к проектированию ЭАОК и систем энергообеспечения (ГВС) как отдельных реконструируемых зданий, так и их оптимальному вписыванию в инфраструктуру района расположения, особенно в случае его комплексной реконструкции. Чтобы максимально использовать рас-

чётный энергетический эффект от эксплуатации энергоактивных крыш, фасадов реконструируемых зданий, необходимо компилировать целый ряд слабо связанных между собой параметров:

- годовую (и в отопительный сезон) теплопроизводительность ЭАОК реконструируемых зданий и, соответственно, их архитектурно-конструктивные решения;
- внутрисуточные изменения мощности ЭАОК реконструируемых зданий;
- внутрисуточные и сезонные тепловые нагрузки реконструируемых и соседних зданий;
- возможности по размещению сезонных (суточных) аккумуляторов тепла, и т.п.

Данная оптимизация органично взаимосвязывается с концепцией (ООО «Инсолар ЮСВ», Безнощенко Д.В., Подлепич В.Ю.) коммерческой передачи избытка тепла (горячей воды), образующегося при эксплуатации ЭАОК реконструированных зданий иным потребителям. Таковыми могут быть соседние здания, районные теплопункты, тепловые сети и т.п. Такой подход позволит найти консенсус между экономическими интересами инвесторов реконструируемых объектов и теплоснабжающими (теплопроизводящими) предприятиями, обусловленные характером поступления солнечного тепла на ЭАОК и режимом теплопотребления объекта.

Выводы

1. В настоящей статье показан расчётный механизм оценки энергетического эффекта от эксплуатации энергоактивных ограждающих конструкций реконструируемых зданий.
2. В частности показана взаимосвязь архитектурно-конструктивных параметров энергоактивных крыш реконструируемых зданий и их теплопроизводительности по горячему водоснабжению.
3. Обозначены возможности оптимизации теплоснабжения районов городской реконструкции с использованием возобновляемых источников энергии, утилизируемых с помощью ЭАОК и систем энергообеспечения на их основе.
4. Представленные программные средства позволяют получить необходимые исходные данные для проведения вышеуказанных оценок и оптимизаций для комплексного решения вопросов реконструкции зданий и обеспечения их энергоэффективного теплообеспечения.

Перелік посилань

1. Розинский Д. Й., Тимченко М. П., Громадский Ю. С. Электротеплообеспечение жилищно-коммунального хозяйства Украины // Реконструкція житла. – Вип.7 – 2006. – К.: ТОВ «Поліграф-Експрес», 2006. – С.177-194.
2. Страшко В. В. Некоторые аспекты реконструкции жилья с использованием гелиопрофиля ТЕПС // Реконструкція житла. – Вип.7 – 2006. – К.: ТОВ «Поліграф-Експрес», 2006. – С.195-201.
3. Страшко В. В. Сонячний дах із геліопрофілю ТЕПС: комплексне рішення питань гарячого водопостачання, опалення, вентиляції та кондиціонування об'єктів // Будівництво України. - №1, 2006. – С. 10-16.
4. Декл. пат. України на винахід, № 65474А від 15.03.2004, кл.МКІ F24J2/24, E04D1/24, E04D1/30, E04D13/18, E04C2/30, F16S1/12, F28F3/12 Сонячний колектор // Страшко В. В., Подлепич В. Ю., Безнощенко Д.В.
5. Ванькович Р., Денис О., Савук Р. Комфорт від сонця – реальність у Львові // Економія. Екологія. Комфорт: Матеріали міжнар. наук.-прак. сем. (м.Львів, 22-23 лютого 2006р.). – Львів, 2006. – С.7-8.
6. Мокроусова О. Г. Надбудовчі процеси кінця ХІХ – початку ХХ століття як характерна ознака будівельного підйому // Реконструкція житла. – Вип.7 – 2006. – К.: ТОВ «Поліграф-Експрес», 2006. – С.95-111.
7. «Инсоляция – Украина». Программа для расчёта суммарной солнечной радиации, поступающей на произвольно-ориентированную наклонную поверхность в условиях Украины. /© Страшко В.В. 2004 – 2006.
8. Страшко В.В. Методика і програма розрахунку надходження сонячної радіації на довільно орієнтовану площину // Проблеми загальної енергетики. – №12, 2005. – С.65-68.
9. Сиворакша В. Ю., Марков В. Л., Петров Б. Є., Золотько К. Є., Стаценко І. М. Теплові розрахунки геліосистем – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2003. – 123 с.
10. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. – М.: Стройиздат, 1986. – 136 с.
11. «ЭАОК – ГВС». Программа расчёта теплопроизводительности энергоактивной ограждающей конструкции по нагреву воды для нужд горячего водоснабжения и использующей энергию солнечного излучения. /© Страшко В.В. 2006.

Получено 16.10.06