

Котляр Н. И.*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры***Помазан М. Д.***Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова***РАЦИОНАЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ УТЕПЛЕНИЯ СТЕН**

Актуальность. В работе [1] отмечается, что для обогрева зданий расходуется порядка трети энергетических ресурсов страны, а в работе [2] указывается, что в связи с ростом цен на энергоносители особенно актуальным является повышение энергоэффективности зданий. Кроме того, к концу 2020 года в ЕС новые дома должны соответствовать уровню энергопотребления «минимальный» или «нулевой». В нашей стране государство и население не обладают достаточными ресурсами для запуска полномасштабной программы по энергосбережению. В связи с чем, достаточно актуальной является задача поиска рациональной стратегии энергосбережения в целом, и повышения теплоизолирующей способности наружных вертикальных ограждений зданий в частности, что и является **целью** данной работы.

Результаты исследования. Известно, что повысить теплоизолирующие характеристики наружных ограждений зданий возможно путём увеличения сопротивления теплопередаче их элементов, т.е. стен, окон и дверей. Соответственно есть три стратегии (варианта):

1. утеплить стены и установить энергосберегающие окна и двери;
2. установить энергосберегающие окна и двери;
3. утеплить стены.

В новом строительстве используется стратегия №1. Для существующего жилого фонда также можно рекомендовать первую стратегию. Однако её реализация может быть затруднена ограниченностью финансовых и других ресурсов. Поэтому рассмотрим оставшиеся два варианта.

Согласно ДБН [3] минимальное значение сопротивления теплопередачи

($m^2 \cdot K / Вт$) ограждающих конструкций жилых и общественных зданий для I (II) температурной зоны для стен и окон составляет 3,3 (2,8) и 0,75 (0,6), а по СНиП [4] – от 2,1 до 5,6 и от 0,3 до 0,8. Соответственно, минимальное или базовое приведенное сопротивление теплопередачи вертикальной оболочки здания (R_{min}) будет зависеть от коэффициента остекления ($K_{ост}$) и находится между указанными пределами (рис. 1).

Из приведенных зависимостей (рис. 1) следует, что при увеличении коэффициента остекления приведенное сопротивление теплопередачи оболочки здания стремится к сопротивлению теплопередачи окон. В связи с чем, представляет интерес ответ на вопрос: - можно ли обеспечить приведенное сопротивление теплопередачи вертикальной оболочки здания без её утепления, а только выполнением установки энергосберегающих окон (стратегия №2)? Выполненные расчеты (рис. 2) показывают, что при замене существующих традиционных окон на современные энергосберегающие с сопротивлением теплопередачи 1,35 (максимальное значение по ДБН) и более (1,58 по [5]) возможно обеспечить эквивалентное приведенное сопротивление теплопередачи вертикальной оболочки здания без её утепления (для коэффициента остекления 0,7 – 0,8). Важным является решение задачи о целесообразности использования окон с максимальным сопротивлением теплопередачи и насколько чувствительна данная стратегия к начальным условиям, т.е. к сопротивлению теплопередачи существующих стен (рис. 3, 4).

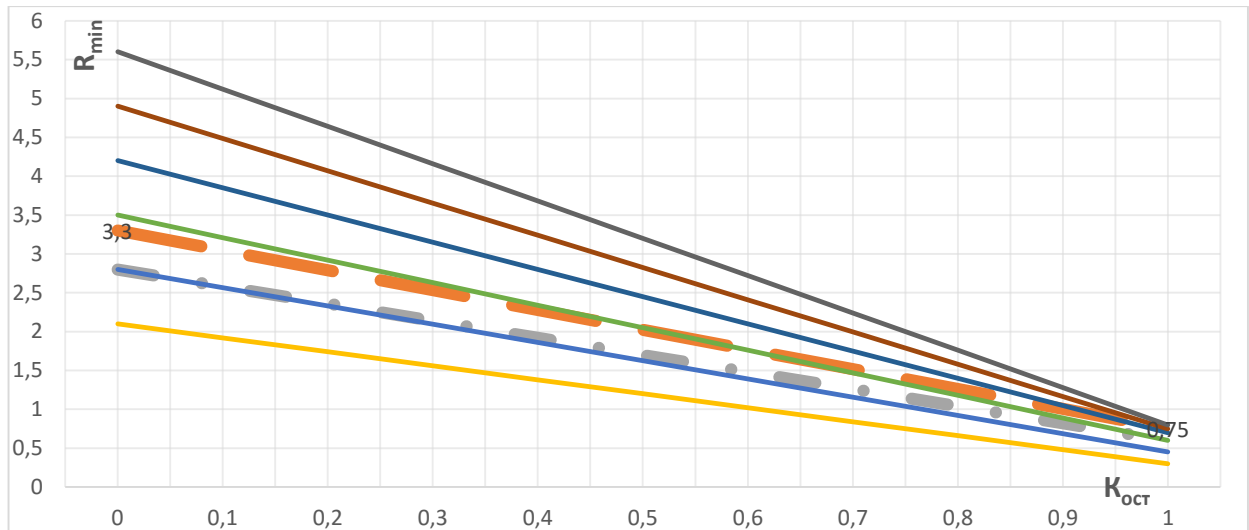


Рис. 1. Зависимость базового приведенного сопротивления теплопередачи ($\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$) вертикальной оболочки здания (по вертикали) от коэффициента остекления (по горизонтали): сплошные линии сверху вниз (по СНиП) для стен и окон – 5,6 и 0,8, 4,9 и 0,75, 4,2 и 0,7, 3,5 и 0,6, 2,8 и 0,45, 2,1 и 0,3; пунктирные линии (по ДБН) для стен и окон – 3,3 и 0,75, 2,8 и 0,6.

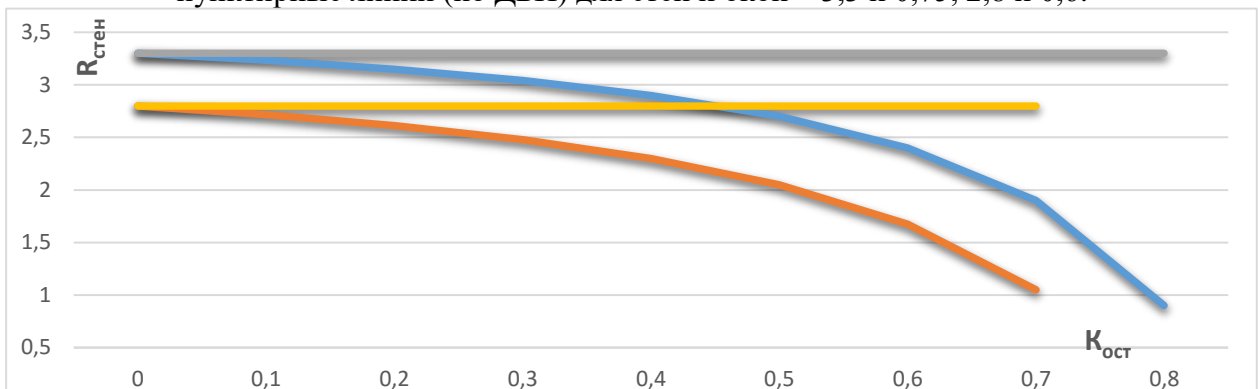


Рис. 2. Уменьшение сопротивления теплопередачи стен (по вертикали, $R_{\text{стен}}$) при использовании энергоэффективных окон с сопротивлением теплопередачи 1,35 от коэффициента остекления (по горизонтали): горизонтальные прямые сверху вниз (по ДБН) – минимальные сопротивления теплопередачи стен 3,3 и 2,8 ($\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$); кривые – сопротивления теплопередачи стен при обеспечении эквивалентного приведенного сопротивления теплопередачи вертикальной оболочки здания.

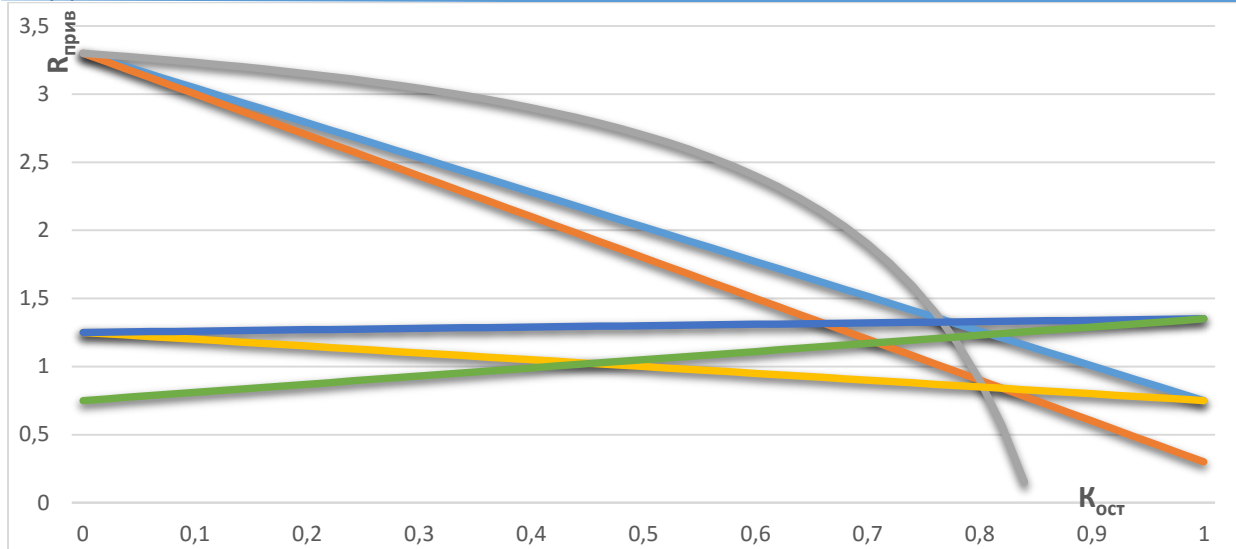


Рис. 3. Зависимость приведенного сопротивления теплопередачи ($R_{прив}$, м²·К/Вт) вертикальной оболочки здания (по вертикали) от коэффициента остекления (по горизонтали): прямые сверху вниз – сопротивление теплопередачи при использовании утепления стен с сопротивлением 3,3 и окон с сопротивлением 0,75 (верхняя пунктирная прямая по рис. 1); то же при 3,3 и 0,3; без утепления стен с их сопротивлением 1,25 и окон – 1,35; то же – окон 0,75; то же, стен – 0,75 и окон – 1,35. Кривая – верхняя кривая по рис. 2.

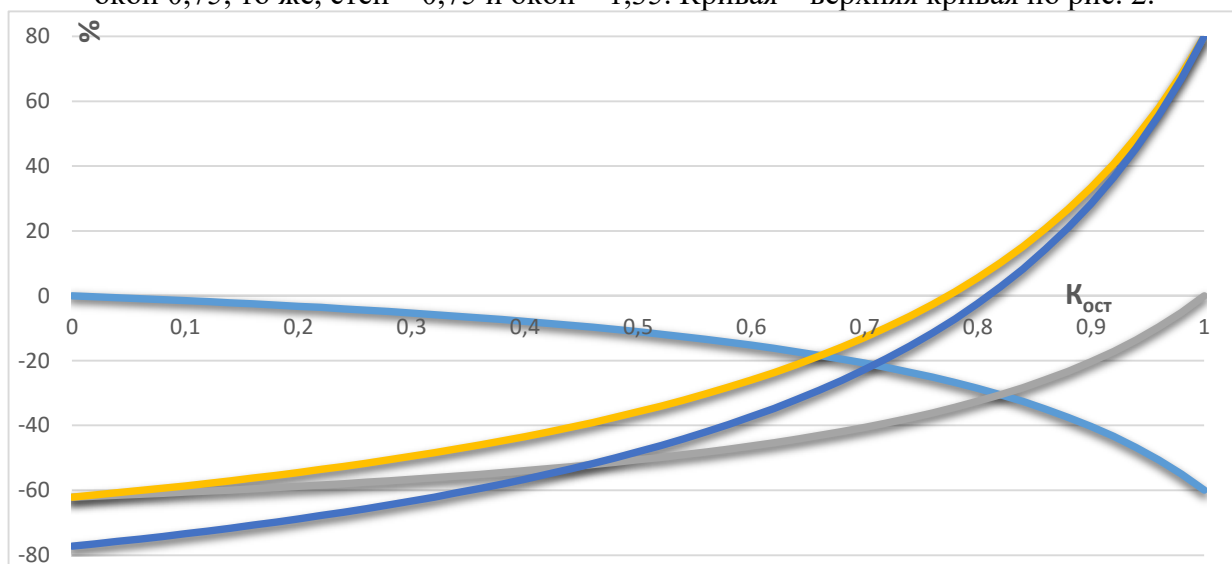


Рис. 4. Отличия в % (по вертикали) приведенного сопротивления теплопередачи вертикальной оболочки здания от базового значения в зависимости от коэффициента остекления (по горизонтали):

Кривые сверху вниз – утеплённая стена с сопротивлением 3,3 и окна – 0,3; стена без утепления – 1,25 и окна 1,35; то же – окна 0,75; то же стена 0,75 и окна 1,35

Из приведенных зависимостей (рис. 3, 4) следует, во-первых, при использовании окон с нормативным сопротивлением теплопередаче 0,75 или ниже невозможно обеспечить эквивалентное сопротивление теплопередачи вертикальной оболочки здания без её утепления. Во-вторых, при начальных условиях сопротивления теплопередачи стен 1,25 и 0,75 (отличие 40%)

эквивалентное сопротивление теплопередаче наружной оболочки здания достигается (при использовании окон с сопротивлением 1,35) при коэффициентах остекления 0,77 и 0,81 (отличие 5%), т.е. стратегия №2 малочувствительна к начальным условиям. Следует отметить, что полученные коэффициенты остекления редко встречаются в существующих зданиях, например, в работе [6] для панельного пятиэтажного

дома площадь стен составила 76,3%, т.е. коэффициент остекления – 0,237.

Рассмотрим стратегию №3 - осуществление утепления стен проводится без замены окон и определим, насколько следует увеличить сопротивление теплопередачи стен, чтобы достичь эквивалентного сопротивления вертикальной оболочки здания, регламентируемого ДБН

для 1-ой температурной зоны, т.е. для стен 3,3, а для окон 0,75 (рис. 5). И, наконец, определим экономическую эффективность стратегий №2 и №3 по сравнению со стратегией №1 для повышения теплоизоляционных характеристик существующих зданий (рис. 6).

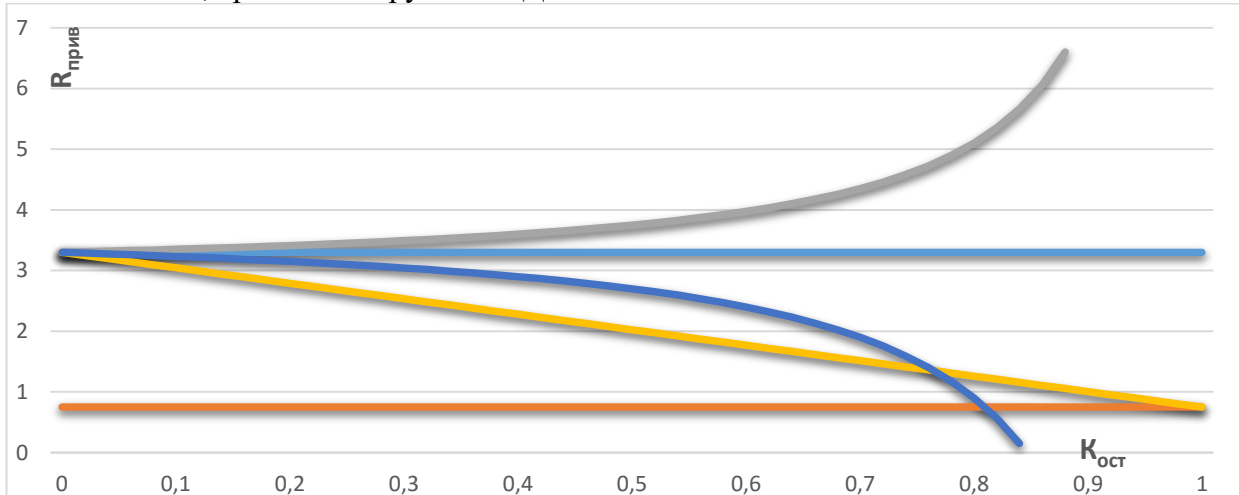


Рис. 5. Зависимость приведенного сопротивления теплопередачи ($R_{прив}$, $m^2 \cdot K / Вт$) вертикальной оболочки здания (по вертикали) для стратегий №1 – 3 от коэффициента остекления (по горизонтали):

Горизонтальные линии сверху вниз – минимальное сопротивление теплопередаче стен – 3,3 и окон 0,75; наклонная линия – приведенное сопротивление для стратегии №1, т.е. утепление стен до сопротивления 3,3 и установка окно с сопротивлением 0,75; верхняя кривая – сопротивление теплопередачи стен (стратегия №3, т.е. утепление без замены окон), обеспечивающее эквивалентное сопротивление теплопередачи наружной вертикальной оболочки здания (стратегия №1); нижняя кривая – то же для стратегии №2, т.е. замены окон без утепления стен.

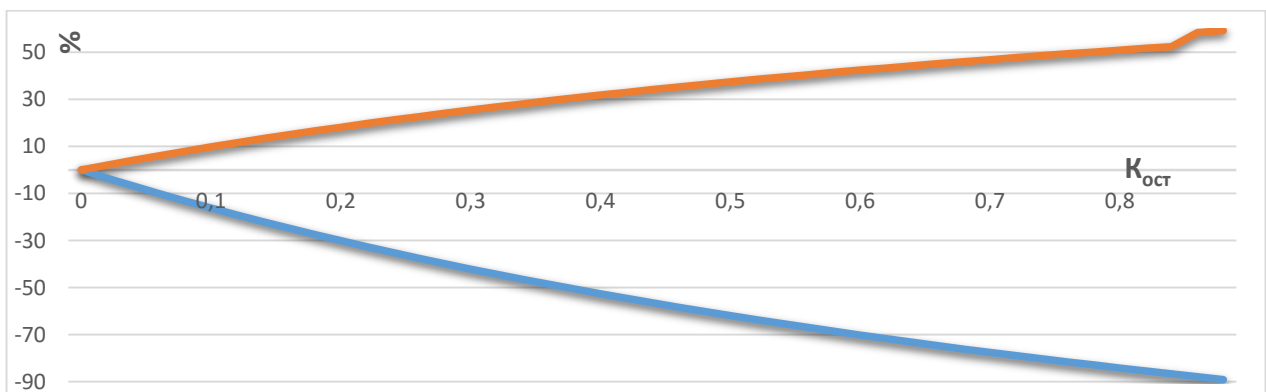


Рис. 6. Экономическая эффективность в % (по вертикали) стратегий №2 и №3 по сравнению со стратегией №1 в зависимости от коэффициента остекления (по горизонтали): Верхняя кривая – удорожание стратегии №2 (без утепления, окна с сопротивлением 1,35) по сравнению со стратегией №1 (утепление стен до – 3,3 и установка окон – 0,75); нижняя кривая – экономия затрат при реализации стратегии №3 (утепление стен до обеспечения эквивалентного сопротивления теплопередаче по стратегии №1, без замены окон, т.е. окна с сопротивлением 0,3) по сравнению со стратегией №1.

Из рис. 6 следует, что при существующих нормативных поэлементных требованиях к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций экономически наиболее эффективна стратегия №3, которая позволяет при коэффициентах остекления 0,2 – 0,4 снизить затраты на 30 – 50% по сравнению со стратегией №1 (рекомендована ДБН).

Выводы. При наличии финансовых и других ограничений рациональной стратегией повышения теплоизолирующей способности наружных вертикальных ограждений существующих зданий возможно проводить в два этапа. В первую очередь следует утеплять стены (как минимум до эквивалентного базового значения сопротивления теплопередачи вертикальной оболочки здания) без замены окон, что позволит снизить затраты ориентировочно на 30 – 50%. На данном этапе сопротивление стен теплопередаче выше нормативных требований, а окон – ниже. Во вторую очередь, в процессе эксплуатации здания после первого этапа, по мере снижения цен на энергосберегающие окна и повышения их теплоизолирующей способности, следует поменять окна. Это позволит

выйти на более высокие перспективные требования по энергосбережению с минимальными затратами ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дудар І. Н. Дослідження теплофізичних характеристик утеплення конструкцій будівель та споруд / І. Н. Дудар, С. В. Риндюк // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. – 2013. – Вип. 4. – с. 100-103.
2. Савицкий Н. В. Анализ теплопотерь жилых зданий различной этажности / Н. В. Савицкий, Н. А. Котов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2014. - № 5. – с. 4-7.
3. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель / зі Зміною № 1 від 1 липня 2013 року. – К. : Мінбуд України, 2006.
4. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий / Актуализированная редакция (СП 50.13330.2012). – М. : Минрегион России, 2012.
5. Таблица теплопроводности стеклопакетов. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/9325246/tablica-teploprovodnost>
6. Агеева Г. М. Аналіз конструктивних рішень утеплення житлового будинку // Енергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2013. - № 11 – с. 30-34.

УДК 69.059.38

Шаповал С.В., Шаповал В.В.

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетові

ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЗВЕДЕННЯ НАДБУДОВИ БУДІВЕЛЬ ІЗ ПОКРАЩЕНИМИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Вступ. Актуальність теми представленої науково-дослідної роботи «Обґрунтування застосування сучасних технологічних рішень зведення надбудови будівель із покращеними енергозберігаючими характеристиками» обумовлена необхідністю розробки нових енергозберігаючих будівельних систем для містобудівельних комплексів, а також забезпечення населення житлом. При цьому перевага надається технологіям, де найважливішими факторами є зменшені терміни будівництва, низька вартість і трудомісткість робіт.

Забезпечення громадян житлом в Україні, і в Харкові зокрема, залишається дуже гострою соціально-економічною проблемою. До того ж, все важче вирішувати задачу оновлення та реконструкції існуючого житлового фонду, який знаходиться в незадовільному стані. Згідно даних Головного управління статистики в Харківській області понад 10 тис. м² загальної площі будинків складають аварійний житловий фонд [1].

Згідно із Законом України № 524-V від 22.12.2006 р. «Про комплексну рекон-