

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЗДОРОВЬЕ

Браверман В.Я.¹, Кушнерук В.И.¹, Третьякова Е.В.², Шафран Л.М.²

¹ ГП «Научно-исследовательский институт «Шторм»», Одесса

² Украинский НИИ медицины транспорта, Одесса

Среди ключевых проблем, стоящих перед мировым сообществом, по своей масштабности и социально-экономической значимости в документах ООН по устойчивому развитию в первой половине 21-го века выделяются задачи повышения энергоэффективности и энергосбережения. При этом рекомендовано мыслить глобально, а делать регионально и локально, что позволяет соразмерять финансовые возможности с этапными результатами, а качество и эффективность с безопасностью для здоровья населения и охраной окружающей среды.

Поэтому **целью** настоящей работы явился анализ выполненных авторами данного сообщения в НИИ «Шторм» и УкрНИИМТ разработок и обоснование предложений по комплексному решению проблемы в масштабах региона и страны в целом. Наличие необходимой технической базы, кадрового потенциала и опыта научных исследований в данном направлении позволили в ходе проведения исследований получить новые результаты и на их основе выдать рекомендации, обеспечивающие этапное решение задач повышения энергоэффективности и энергосбережения по 4 основным блокам: снижение уровней вредных выбросов энергетическими установками; оптимизация систем местного отопления школьных и дошкольных учреждений, а также показателей среды обитания контингентов повышенного риска (детское население); совершенствование критериев и методов оценки безопасности теплоизоляционных материалов в обычных условиях эксплуатации и при чрезвычайных ситуациях (токсичность продуктов горения), что является основой совершенствования классификации и стимулом создания более надежной и безопасной продукции данного назначения.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, дети, здоровье, теплоизоляционные материалы

Введение

Проблема повышения энергосбережения и энергоэффективности является одной из глобальных задач, стоящих перед человечеством в XXI веке, которые включены ООН в стратегию устойчивого развития (*sustainable development*) [1]. Она нашла отражение в принятых представителями 179 государств исторических решениях на Конференции ООН по окружающей среде и развитию (ЮНСЕД) в Рио-де-Жанейро в 1992 г. [2]. Многие страны, в том числе Украина, активно

разрабатывают и реализуют национальные планы и стратегии по сокращению общего энергопотребления за счет внедрения энергоэффективных и энергосберегающих технологий, замещения традиционных энергоносителей возобновляемыми источниками энергии [3]. Актуальность проблемы для нашей страны существенно возросла, о чем свидетельствует принятие 18 августа 2017 года энергетической стратегии Украины на период до 2035 года [4] а также Закона Украины № 2059 от 23.05.2017 года

«Об оценке воздействия на окружающую среду» [5]. Это уже третий за последнее десятилетие пакет документов по проблеме повышения энергоэффективности и энергосбережению. В Энергостратегии 2006 г. [6] «не были учтены в полном объеме имеющиеся на тот момент тенденции мирового развития энергетической отрасли: акцент на реализацию мероприятий по энергоэффективности и сбережению; развитие конкурентной среды и необходимость повышения эффективности и прозрачности рынков; растущая ориентация мировой экономики на охрану окружающей среды» [7]. Однако, как отмечено в Стратегии 2013 г. [7, с. 4], «изменения в украинской и мировой экономиках, вызванные финансово-экономическим кризисом, привели к значительным корректировкам показателей развития. Поэтому большинство программ модернизации и строительства генерирующих и сетевых объектов, предусмотренные Энергостратегией 2006 года, не были реализованы» [7, с. 5]. Тем не менее, документ 2013 г. уже к 2017 г. потребовал дальнейшей корректировки, в том числе и в связи с вступлением в силу Парижского соглашения [8] (подписано 175 странами и ратифицировано — 96).

Успешная реализация разрабатываемых программ должна быть аргументирована не только с политической и экономической точек зрения, но и с позиций оценки возможного влияния планируемых мероприятий, как на окружающую среду, так и здоровье людей, поскольку эти аспекты тесно взаимосвязаны между собой [9]. Многие технические, технологические, организационные и токсиколого-гигиенические аспекты проблемы до сего времени недостаточно разработаны, носят разобщенный отраслевой либо ведомственный характер, что затрудняет их внедрение в практику.

Поэтому **целью** настоящей работы явился анализ выполненных с участием авторов данного сообщения отечественных разработок и обоснование предло-

жений по комплексному решению проблемы в масштабах региона и страны в целом.

Для осуществления этой цели усилия были направлены на разработку двух взаимосвязанных ключевых междисциплинарных позиций в проблеме энергосбережения и повышения энергоэффективности: снижение уровня вредных выбросов и повышение качества среды обитания. В составе первой одним из ведущих для нашей страны остаются котельные на твердом топливе, а также применяемые нередко без надлежащего гигиенического сопровождения и сертификации теплоизоляционные материалы. К числу наиболее уязвимых в условиях интенсивного загрязнения окружающей среды безусловно относятся контингенты повышенного риска (беременные женщины, дети, лица пожилого возраста, люди, страдающие системными и хроническими заболеваниями), что определяет последовательность принимаемых решений в этой междисциплинарной и межотраслевой сфере [10]. Технические решения, как правило, являются исходными позициями при такого рода поэтапном подходе, а локальные проекты являются необходимым условием для перехода к региональным и общенациональным. Это определило последовательность в изложении фактического материала.

Последствия замещения газовых котлов на твердотопливные угольные

В рамках действующей Государственной программы по энергоэффективности для населения, объединений совладельцев многоквартирных домов и жилищно-коммунальных хозяйств, по состоянию на 24.07.2017 года, в Украине было выдано 224207 кредитов на общую сумму 3774,3 млн. грн., в том числе:

- на замену газовых котлов физическими лицами 21391 кредит на сумму 364,5 млн. грн. (средняя сумма кредита составила 17,0 тыс. грн.);

- на приобретение энергосберегающего оборудования и материалов 202816 кредитов на сумму 3409,8 млн. грн. (средняя сумма кредита составила 16,8 тыс. грн. [11].

Такой объем финансирования требует внимательного рассмотрения последствий замещения газовых котлов на твердотопливные и утепления обитаемых помещений. Исходя из того, что в соответствии с данной программой физическим лицам на приобретение негазовых / неэлектрических котлов, компенсируется до 20 % суммы кредита (до 12 тыс. грн.), а средний фактический объем кредита на эти цели составил 17,0 тыс. грн, следует, что замещение произошло преимущественно на твердотопливные угольные и дровяные котлы. Это ставит на повестку дня ряд технологических и эколого-гигиенических проблем.

Во-первых, выбросы твердых частиц зависят от зольности углей [12]. Зола включает в себя 42-49 % оксида кремния, 23-37 % алюмосиликата, 10-16 % соединений железа, кальция, магния. Кроме того, в дыме всегда присутствуют твердые частицы несгоревшего углерода, зависящие от недожога углей, а за счет термохимических реакций в выбросах возрастает содержание радия-226 в 3-6 раз и свинца-210 в 5-10 раз. Во-вторых, загрязнение окружающей среды при сжигании угля характеризуются поступлением в атмосферу газообразных веществ, таких как оксиды азота, серы и углерода, углеводороды и их производные, твердые частицы, радиоактивные выбросы. Причем, их содержание в

угле существенно превосходит другие виды топлива (табл. 1).

Важно подчеркнуть тот факт, что, как видно из таблицы, даже расчетные уровни выбросов вредных веществ достаточны для загрязнения огромных объемов (пространств) окружающей природной среды. Именно это вызывает вполне обоснованную обеспокоенность не только специалистов но и широкой общественности, что подтверждается, в частности, подписанными в разное время в Киото, Рио-де-Жанейро и Париже программными документами в сфере экологической безопасности.

Выбросы из продуктов горения каменного угля в 6 раз больше, чем при сжигании бурого угля. Среди газообразных загрязнителей воздуха доминируют оксиды азота. При сжигании каменного угля выделяется в 5-10 раз больше оксидов азота, чем при сжигании других видов топлива. Различие между минимальным и максимальным объемами продуктов сгорания в зависимости от способа сжигания достигает 18 %.

Опасными составляющими выбросов в атмосферу являются также оксиды серы и сероводород. При этом одним из наиболее токсичных газообразных загрязнителей является сернистый ангидрид (SO_2), составляющий 98-99 % выбросов сернистых соединений. Наи-

Таблица 1
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при сгорании разных видов топлива (без систем очистки), кг / 100 т [адаптировано из 12]

Вид топлива	Выбросы, кг / 100 т				
	CO ₂	NO ₂	SO ₂	Аэрозоль	Итого
Природный газ	180	350	0,00	0,00	430
Древесина дровяная	490	940	300	430	2160
Древесные отходы, обрезки	520	990	40	520	2070
Щепа, сучья, кора	560	1140	80	1340	3120
Каменный уголь	958	6356	920	6532	14766
ПДКрз, мг/м ³	9000**	2,0	10,0	10,0	-
ПДКсс, мг/м ³	0,25 %*	0,06	0,05	0,05	-
Загрязняемый объем воздуха на уровне ПДКсс, м ³	106,4x10 ³	3178x10 ⁶	184x10 ⁸	130,6x10 ⁸	-

Примечания: * / — цит. по [13]; ** / -норматив США;

большую сернистость имеют украинские бурые и донецкие угли. Содержание серы в донецких углях колеблется от 0,5 до 9,3 %. При этом проблема выбросов усугубилась в связи с переходом детских учреждений в Украине с углей марки антрацит на использование длиннопламенных газовых углей. А именно детский организм, в связи с интенсивными процессами роста и развития, несовершенством защитных и детоксикационных механизмов, наиболее чувствителен к этим ксенобиотикам.

Основные виды вредного воздействия на здоровье человека загрязняю-

щих веществ, поступающих в атмосферу при сжигании различных видов топлива, суммированы в табл. 2.

В составе выбросов в атмосферу содержится также продукт неполного сгорания — оксид углерода (II) или угарный газ (CO). При сжигании 1 т угля образуется в среднем до 20 кг CO (среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДКсс) — 3 мг/м³). Оксид углерода (II) является наиболее распространенной причиной отравлений, как в производственных, так и в бытовых условиях (81,9 % среди пострадавших, поступающих в отделения неотложной те-

Таблица 2

Влияние продуктов горения на здоровье человека [адапт. из 3]

Атмосферные загрязнители	Источники поступления	Влияние на здоровье человека
Твёрдые частицы РМ 10	Сжигание ископаемых видов топлива	Поражение дыхательных путей (bronхи, лёгкие), злокачественные опухоли
Сорбированные и связанные вещества	Неполное сгорание топлива	Нарушение нервной, дыхательной, сердечно-сосудистой систем и крови за счет сорбированных компонент
Диоксид серы (сернистый ангидрид)	Сгорание содержащих серу топлив (основной компонент — до 95 %)	Раздражает верхние дыхательные пути (слизистую оболочку носоглотки, трахею); нарушает функции дыхания
Сероводород	Сгорание содержащих серу топлив	Раздражает слизистую оболочку глаз, верхних дыхательных путей, вызывает отек легких; расстройства нервной и сердечно-сосудистой систем
Диоксид азота и оксид азота	Сгорание топлива, как правило, при температурах выше 650° С	Диоксид азота раздражает нижние отделы дыхательной системы; приводит к острым респираторным заболеваниям, пневмонии.
Оксид углерода	Сгорание ископаемого топлива, сжигание твёрдых отходов при недостатке кислорода	Снижает способность крови переносить кислород к тканям (головная боль, сонливость, тошнота); нарушает психомоторные функции, сердечную деятельность и дыхание
Углеводороды (алифатические, ароматические)	Неполное сгорание топлива (углеводородов и их производных)	Влияют на центральную нервную, сердечно-сосудистую систему, кровь (снижение содержания гемоглобина и эритроцитов); вызывают поражение печени, нарушение деятельности эндокринных желез, оказывают канцерогенное действие. Токсичность смеси углеводородов выше, чем ее отдельных компонентов.
Фенол	Неполное сгорание углеводородов и их производных	Вызывает раздражение кожи, слизистых оболочек глаз, поражение дыхательных путей (bronхи, легкие), нервной, сердечно-сосудистой систем, нарушения вегетативной нервной системы, злокачественные новообразования
Формальдегид	Неполное сгорание топлива (углеводородов и их производных)	Раздражающий кожу и слизистые оболочки глаз, дыхательных путей (bronхи, легкие), сердечно-сосудистые заболевания, могут развиваться дегенеративные изменения печени, почек, сердца и головного мозга; аллерген, мутаген, канцероген

рапии по данным турецких клиницистов-токсикологов [14]). В США по результатам хорошо поставленной статистики в течение многих лет (39 ежегодных отчетов) именно СО является основной причиной непреднамеренных отравлений и дает высокий показатель смертности (до 0,6-0,8 % и более) [15]. Он также ухудшает функциональное состояние будущей матери, легко проникает через плаценту и вызывает гипоксию плода.

Приведенные в иллюстративном плане показатели газоаэрозольного загрязнения окружающей среды компонентами топлив и их опасности для здоровья человека подтверждают комплексный характер проблемы энергоэффективности. Ее влияние негативно сказывается не только на показателях индивидуального и популяционного здоровья (рис. 1), но и качества жизни населения — интегрального социологического критерия, применяемого в практике Всемирной организации здравоохранения [16]. При этом контингентом наиболее высокого риска являются дети [14-17].

Влияние вредных выбросов от сжигания углей на здоровье детей

Детский организм является наиболее чувствительным к состоянию окружающей среды и активно реагирует на ее изменения. Не случайно, патология, обусловленная загрязнением окружающей среды, составляет до 50 % заболеваемости детского населения. Снижает-

и сердечно-сосудистой системы, нарушаются не только соматические (телесные), но и высшие психические функции, падает способность к обучению, развивается аутизм либо гиперактивные состояния. Ареал обитания у детей, по сравнению со взрослым населением, обычно значительно сужен. Большинство из них практически постоянно находится в районе проживания семьи, где, как правило, посещает дошкольные учреждения и школы. Не случайно, в последние годы в литературе все большее внимание уделяется “микрoэкологическим” факторам [18]. В связи с этим можно полагать, что на заболеваемость детей дошкольного возраста и школьников в большей степени оказывает влияние не экологическая обстановка в регионе, районе, городе в целом, а загрязнение атмосферного воздуха в месте их постоянного пребывания дома, в детском садике, школе под воздействием совокупности близко расположенных источников выбросов, в том числе локальных и районных котельных. Проблема охватывает медицинские стационары (больницы, роддома), где нередко в течение длительного времени находятся беременные женщины не только для родовспоможения, но и по поводу гестационных токсикозов. Доказаны причинно-следственные связи врожденных пороков развития, хромосомного дисбаланса, окислительного повреждения ДНК (предикторов пороков развития плода) с дозой экспозиции и концентрацией токси-



Рис. 1. Экозависимые изменения состояния здоровья населения

кантов в крови беременных женщин. Число научно доказанных взаимосвязей экологической обстановки с показателями здоровья беременных женщин, матери и ребенка, детей дошкольного и школьного возраста неуклонно возрастает [19,20].

Негативные последствия работ по замене окон в детских учреждениях

Энергосбережение — проблема комплексная и при одностороннем подходе может иметь негативные последствия для здоровья контингентов населения, проживающих либо длительно находящихся в утепляемых помещениях. Это прежде всего касается детских дошкольных и школьных учреждений. Установка в классных комнатах оконных стеклопакетов при недоучете изменений вентиляции и воздухообмена может приводить к гипоксии детского организма, психосоматическим и, прежде всего, когнитивным дисфункциям (повышенная утомляемость, головные боли, ухудшение успеваемости и др.) [15,19,20]. Установка оконных стеклопакетов, широкое использование полимерных материалов ведет к повышению герметичности, снижению воздухообмена и накоплению в воздухе помещений детских учреждений не только углекислого газа, но и компонентов топлива, продуктов деструкции и выделения вредных летучих веществ, что при недостаточном количестве свежего воздуха создает серьезные проблемы для здоровья детей. При таком способе экономии энергии появляются более крупные проблемы, выражаемые, в частности, в проблеме «Синдрома Больных Зданий» (СБЗ) [21]. Вначале он проявляется в виде «некомфортного пребывания», а затем на фоне ослабевшего иммунитета и общей реактивности организма возникают различная острая и хроническая патология. В этом общем контексте СБЗ рассматриваются, как правило, следующие виды и формы заболеваний:

- контактная передача от больного к здоровому ребенку стандартных инфекционных заболеваний;

- аллергические реакции не только на бытовые аллергены, типа клещей домашней пыли, пыльцу растений или споры и метаболиты грибов, но и на химические вещества, обладающие сенсibiliзирующим действием или являющиеся гаптенами (кофакторами) других пищевых и бытовых аллергенов;
- утомление и депрессия, когнитивные расстройства, особенно у детей;
- раздражающее действие химических веществ, находящихся в атмосфере помещений;
- отравление угарным газом и другими экотоксикантами.

Длительное пребывание в помещении с концентрацией CO_2 от 1 % до 3 % приводит к угнетению обмена веществ в организме. Следствием этого является снижение умственной и физической активности. При концентрации CO_2 более 5 % адаптационных возможностей организма оказывается недостаточно для поддержания его нормальной жизнедеятельности. Были проведены замеры такого интегрального показателя состояния воздушной среды помещения, как концентрация углекислого газа, в классных помещениях СШ № 127 г. Одессы. При нахождении в классе 16 человек концентрация CO_2 в воздухе до занятий составляла 357 ppm, а уже после первого урока — 1250 ppm. Таким образом, уже этот универсальный показатель свидетельствует об экологическом неблагополучии и является одним из аргументов в пользу проведения мероприятий, направленных на оптимизацию условий обитания школьных зданий.

Для профилактики такого рода нарушений в ГП «НИИ «Шторм» была разработана система локальной вентиляции (кондиционирования воздуха) с рекуперацией тепла и контролем уровня CO_2 в помещении, которая прошла комплексные испытания в той же СШ № 127 г. Одессы с участием представителей разработчика, заказчика и ГП «УкрНИИМТ».

Были получены убедительные позитивные результаты, на основании которых система рекомендована органам регионального самоуправления для широкой реализации в школьных и дошкольных образовательных учреждениях.

Энергосбережение и повышение энергоэффективности: пути комплексного решения проблемы

Для уменьшения влияния окружающей среды на здоровье детей необходимо прежде всего внедрять технологии, направленные на ее оздоровление: детоксикацию — удаление вредных веществ из окружающей среды в которой живут и работают дети и декарбонизацию — сокращение использования углеродных видов топлива и, следовательно, выбросов двуокси углерода (CO₂) путем замены на не связанную с углеродом энергию. Использование в качестве приборов отопления тепловых воздушных насосов вместо твердотопливных угольных котлов полностью решает проблему выхлопных газов и аэрозолей, тем самым существенно улучшая экологическую обстановку в районе детского учреждения или больницы.

Предлагаемая авторами система

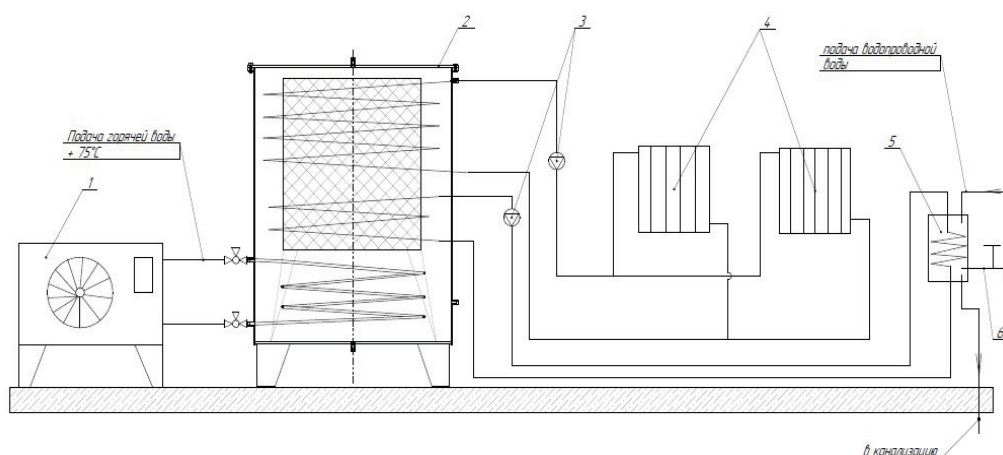
аэротермального отопления и горячего водоснабжения (рис. 2) состоит из следующих основных элементов:

- высокотемпературного теплового насоса «воздух-вода»;
- накопительной буферной емкости;
- рекуператора тепла;
- датчика температуры и уровня углекислого газа;
- системы управления.

Она присоединяется к существующей системе отопления, отличается высокой технологичностью и экономичностью, что открывает широкие перспективы для ее практического использования.

Для оптимизации параметров микроклимата и снижения содержания CO₂ в воздухе помещений разработаны и выпускаются инновационные рекуператоры тепла, управляемые по регулируемым параметрам температуры и уровню углекислого газа. Предлагаемая авторами система использует для своей работы от 75 до 100 % возобновляемой энергии. Система включает единую центральную систему контроля, использующую наиболее эффективный путь регулирования всех элементов оборудования, что

Схема системы отопления и горячего водоснабжения школьных и дошкольных учреждений.



1. Моноблочный высокотемпературный тепловой насос, 2. Теплоаккумулятор с парафиновым наполнителем, 3. Циркуляционные насосы, 4. Радиаторы отопления, 5. Расширительный бак для горячей воды, 6. Кран для набора горячей воды.

Рис. 2. Система аэротермального отопления и горячего водоснабжения

обеспечивает надежность, эффективность работы системы и комфорт объекта оптимизации. Микроклимат в каждом помещении осуществляется по показателям температуры, влажности и концентрации углекислого газа. Контроль уровня углекислого газа существенно повышает условия обитаемости классных помещений, способствует повышению ра-

ботоспособности учащихся за счет оптимизации психофизиологического статуса соответствующих контингентов детей, находящихся в школьных учебных классах и дошкольных учреждениях. Эти разработки являются интеллектуальной собственностью ГП «НИИ «Шторм» и защищены патентами Украины. Они позволяют проводить гибкую (адаптивную) тактику при решении задач энергосбережения.

В тех случаях, когда финансовых ресурсов недостаточно для полной замены угольного котельного оборудования, необходимо осуществлять его модернизацию. Она должна быть направлена на повышение КПД оборудования, экономию топлива, снижения вредных выбросов в атмосферу. Исходя из многолетнего опыта производства и эксплуатации твердотопливных угольных котлов, авторами предусмотрены два малобюджетных варианта такой модернизации:

Вариант 1. Установка вентилятора принудительного нагнетания воздуха в зону горения с системой автоматического управления и пассивным циклоном для улавливания несгоревших твердых частиц.

Вариант 2. Установка экономайзеров для использования тепловой энергии дымовых газов и улавливания несгоревших твердых частиц (рис. 4).

Из твердотопливного котла выхлопные газы

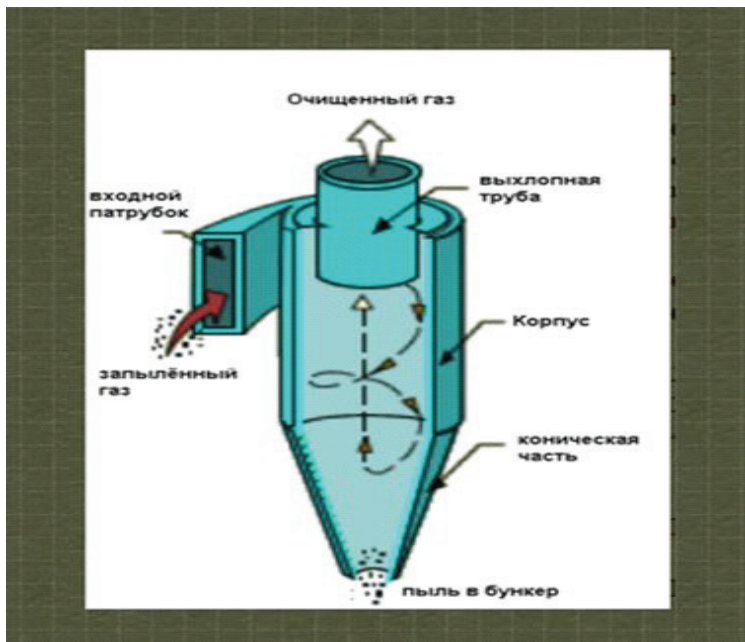


Рис. 3. Вентилятор принудительного нагнетания воздуха в зону горения с системой автоматического управления и пассивным циклоном для улавливания несгоревших твердых частиц

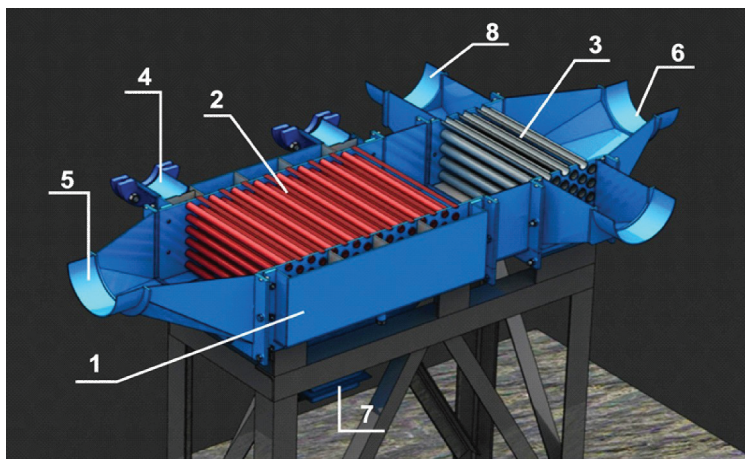


Рис. 4. Экономайзер для использования тепловой энергии дымовых газов и улавливания несгоревших твердых частиц
1 — Короб экономайзера; 2 — Водяной теплообменник; 3 — Воздушный теплообменник; 4 — Водоподводящие патрубки; 5 — Газо подводящий патрубок; 6 — Газоотводящий патрубок; 7 — Бункер накопления золы; 8 — Патрубок входящего воздуха.

по газоподводящим трубам через патрубок **5** попадают в короб **1**, где нагревают воду, которая находится в теплообменнике **2** и воздух, который находится в теплообменнике **3**. Далее выхлопные газы через патрубок **6** выходят в атмосферу. Нагретая в теплообменнике **2** вода уходит для отопления. Воздух, нагретый в теплообменнике **3**, направляется в котёл для сжигания топлива уже в нагретом виде, тем самым увеличивая КПД твёрдотопливного котла. В результате применения экономайзера эффективность тепловой схемы котла увеличивается на 25 %, соответственно экономится топливо. Другими словами, в проведенном фрагменте работы имеет место комплексный подход: совершенствование технологии энергопотребления одновременно решает задачу экологического плана, связанную со снижением вредных химических (материальных) и тепловых (энергетических) выбросов в окружающую среду.

Проблема рациональной теплоизоляции зданий в системе энергосбережения

Одним из наиболее эффективных путей решения проблемы энергосбережения является использование в строительстве и на транспорте современных теплоизоляционных материалов, позволяющих существенно уменьшать тепловые потери в окружающую среду.

Теплоизоляционные материалы (ТИМ) предназначены для уменьшения теплопереноса, теплоизоляционные свойства которых зависят от их химического состава и/или физической структуры [22]. Наличие различных видов ТИМ диктует и современные экономические, организационные аспекты их производства. Особые требования предъявляются к сфере применения, технологии нанесения (монтажа, установки) данных материалов и условиям длительной и безопасной эксплуатации объектов.

Основными характеристиками теплоизоляционных материалов являются теплопроводность, пористость, плот-

ность, паропроницаемость и водопоглощение, биостойкость, огнестойкость, прочность, теплостойкость и удельная теплоёмкость [23]. ТИМы, произведенные на основе полимерных и неорганических материалов, характеризуются пористым строением и, как следствие этого, малой плотностью (от 15 до 600 кг/м³), а также низкой теплопроводностью (не более 0,18 Вт/(мК)). По теплопроводности эти материалы разделяются на три класса: А — низкой теплопроводности до 0,06 Вт/(мК), Б — средней теплопроводности — от 0,06 до 0,115 Вт/(мК), В — повышенной теплопроводности — от 0,115 до 0,175 Вт/(мК) [24]. При создании конкурентноспособных ТИМ эти параметры, как правило, соблюдаются. Это, однако, отнюдь не гарантирует соответствия продукции критерию **экологичности**, под которым понимают комплекс свойств продукции, обеспечивающих стойкость и отсутствие негативного воздействия на окружающую среду, безопасность для здоровья человека в условиях производства и применения.

Проведенные авторами данной работы исследования показали, что многими производителями и поставщиками ТИМ данные материалы заявляются как экологичные, экономичные и обладающие прекрасными эргономичными свойствами. Критерий «экологичность продукции» — это комплекс свойств ТИМ, при которых он не подвергает риску окружающую среду, а также безопасен для здоровья человека в условиях производства и применения. Однако, понятие безопасное применение чрезвычайно емкое и трактуется специалистами разного профиля по-разному. Поэтому одним из ведущих направлений НИР отдела гигиены и токсикологии УкрНИИМТ является комплексное изучение опасных для человека и окружающей среды свойств ТИМ от сырья до изделий. Только за последний год исследовано 3 вида сырья, а также 12 видов материалов и готовых изделий из разных стран мира (от Китая

до США) [25]. В комплексных экспериментальных токсикологических исследованиях были применены санитарно-химические, токсикологические, биохимические, физиологические, морфологические, иммунологические, молекулярно-генетические методы. Это дало возможность не только решить поставленные организациями-заказчиками прикладные задачи (класс опасности, возможность и условия применения), но и существенно продвинуться по пути раскрытия механизмов токсичности, подходов к формулировке общих требований безопасности и поиску путей их реализации в практике промышленного, гражданского и транспортного строительства [26]. Следует, между тем, согласиться с сформулированной А.А. Кетовым [27] концепцией о необходимости междисциплинарного подхода к проблеме безопасности ТИМ при безусловном приоритете эколого-гигиенических и медицинских критериев, Участие гигиенистов и токсикологов в комплексной оценке новых видов теплоизоляции может существенно ускорить решение проблемы энергосбережения в национальном и глобальном масштабе.

Выводы

1. Проблема энергосбережения и повышения энергоэффективности вошла в число 17 глобальных задач, решение которых, по прогнозам ООН, обеспечит устойчивое развитие мирового сообщества в период до 2030 г. Она является социально-экономически обусловленной, технологически достижимой, а ее решение позволит одновременно существенно снизить нагрузку на окружающую среду и повысить потенциал здоровья населения, в первую очередь, детей и женщин.

2. Сложившаяся в Украине ситуация с дефицитом высококачественных и экологичных топлив, привела не только к дальнейшему снижению энергоэффективности, но и усугубила в ряде регионов, особенно на локальном (микроэкологическом) уровне, показатели загряз-

нения воздушной среды, что представляет реальную опасность здоровью населения, прежде всего, для детей и беременных женщин.

3. Положение осложняется не всегда рациональным решением вопросов энергосбережения, прежде всего, в части необходимости обеспечения гигиенически обоснованного воздухообмена и обеспечения кислородом организма учащихся и детей дошкольного возраста.

4. Проведенными исследованиями установлено превышение в 2-4 раза содержания углекислого газа (универсального маркера и паттерна химического загрязнения воздуха) в атмосфере классных комнат после ремонта, что указывает на необходимость комплексного решения вопроса оптимизации микроклимата и газового состава воздушной среды школьных зданий.

5. Научно обоснованы, разработаны и успешно прошли апробацию технологические решения, позволяющие существенно повысить экономичность работы локальных систем отопления на твердом топливе, обеспечивающие более полное сгорание и эффективность энергоотдачи при существенном снижении уровня образуемых вредных для здоровья людей продуктов горения и их выброса в окружающую среду, в том числе в обитаемые помещения школ и дошкольных учреждений.

6. Противоречивые тенденции в развитии индустрии теплоизоляционных материалов (полимеры, минеральные ваты, пеностекло и др.) требуют продолжения комплексных исследований с участием гигиенистов и токсикологов для рационального решения этой междисциплинарной проблемы.

References / Литература/

1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. — Annex to the UN Document A/69/L.85 12/08/ 2015/ Sixty-ninth session Agenda items 13 (a) and 115 Integrated and coordinated implementation. — N.-Y.: UN, 2015. — 35 p.

2. Rio Declaration on Environment and Development. — UN, 1992. — 9 p.
3. Podolets R. National report “Problems and perspectives of creating a favorable climate for energy efficiency and energy saving in Ukraine” / R. Podolets // K.: Institute of Economics and Forecasting NAS of Ukraine, 2013. — 49 p./ Подолец Р. Национальный доклад “Проблемы и перспективы создания благоприятного климата для повышения энергоэффективности и энергосбережения в Украине” / Р. Подолец // К.: ГУ “Институт экономики и прогнозирования НАН Украины”, 2013. — 49 с.
4. Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2035 “Safety, Energy Efficiency, Competitiveness”. — 53 s. — It was approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated August 18, 2017 No. 605-p. / Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». — 53 с. — Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р.
5. The Law of Ukraine “On Environmental Impact Assessment” dated May 23, 2017, No. 2059 (Bulletin of the Verkhovna Rada (BVR), 2017, No. 29, ст.315). / Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 р. №2059 (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст.315).
6. Energy strategy of Ukraine for the period up to 2030 — Approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated March 15, 2006 No. 145-r [Electronic resource] earch.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KR060145.html. / Енергетична стратегія України на період до 2030 р. — Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 р. № 145-р [Електронний ресурс] earch.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1 /KR060145.html.
7. Energy strategy of Ukraine for the period up to 2030 — Approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated July 24, 2013 № 1071-p [Electronic resource] http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KR131071.html / Енергетична стратегія України на період до 2030 р. — Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 1071-р [Електронний ресурс] http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf /link1/KR131071.html.
8. Paris Agreement 12.12.2015 -16 p. [Электронный ресурс] https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_english_16.pdf
9. Beyond greenspace: an ecological study of population general health and indicators of natural environment type and quality / B.W. Wheeler, R. Lovell, S.L. Higgins et al. // Int. J. Health Geogr., 2015. — Vol.14. — 17 p.
10. Calderyn-Garciduecas L. Air pollution, a rising environmental risk factor for cognition, neuroinflammation and neurodegeneration: The clinical impact on children and beyond / L. Calderyn-Garciduecas, E. Leray, P. Heydarpour, R. Torres-Jardyn, J. Reis // Rev. Neurol. (Paris), 2016. — Vol. 172. — No. 1. — P. 69-80.
11. Government program of “warm” loans in 2017. — [Electronic resource]: http://sae.gov.ua/uk/consumers/derzhpidtrymka-energozabes-pechenya/ Урядова програма «теплих» кредитів у 2017 році. — [Електронний ресурс]: http://sae.gov.ua/uk/consumers/derzhpidtrymka-energozabes-pechenya
12. Power engineering: history, present and future. T. I: From fire and water to electricity: 4 tons / VI I. Bondarenko [and others]; scientific Ed. I. N. Carp [and others]. — K., 2005. — 304 p. / Энергетика: история, настоящее и будущее. Т. I: От огня и воды к электричеству: в 4 т. / В. И. Бондаренко [и др.]; науч. ред. И. Н. Карп [и др.]. — К., 2005. — 304 с.
13. Harmful chemicals. Inorganic compounds of elements of groups I-IV: Cases ed. / A.L. Bandman G.A. Gudzovsky, L.S. Dubykovskaya et al., Ed. VA Filova et al. — L.: Chemistry, 1988. — P.324-331. / Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп: Справ. изд. / А.Л. Бандман, Г.А. Гудзовский, Л.С. Дубейковская и др. / Под ред. В.А. Филова и др. — Л.: Химия, 1988. — С.324-331.
14. Yurtseven S. Analysis of patients presenting to the emergency department with carbon monoxide intoxication / S. Yurtseven, A. Arslan, U. Eryigit / Turk. J. Emerg. Med., 2016. — Vol.15. — No. 4. — P. 159-162.
15. Iqbal S. National carbon monoxide poisoning surveillance framework and recent estimates / S. Iqbal, J.H. Clower, M. King, J. Bell, F.Y. Yip // Public Health

- Rep., 2012. — Vol. 127. — No. 5. — P. 486-496.
16. Koch T. Life quality vs the 'quality of life': assumptions underlying prospective quality of life instruments in health care planning / T. Koch // Soc. Sci. Med., 2000. — Vol. 51. — No. 3. — P. 419-427.
17. Shafran LM Toxicology of metals in solving public health and environmental problems / L.M. Shafran, E.G. Pykhteeva, D.V. Large // Black Sea biological bulletin, 2003. — No. 1 (7). — P. 93-100. / Шафран Л.М. Токсикология металлов в решении задач охраны здоровья населения и окружающей среды / Л.М. Шафран, Е.Г. Пыхтеева, Д.В. Большой // Причерноморский биологический бюллетень, 2003. — № 1 (7). — С. 93-100.
18. Air Quality Strategies on Public Health and Health Equity in Europe—A Systematic Review Li Wang 1, Buqing Zhong 2, Sotiris Vardoulakis // Int. J. Environ. Res. Public Health, 2016. — Vol.13. — Art. 1196; doi: 10.3390/ijerph 13121196 [Electronic resource]: www.mdpi.com/journal/ijerph
19. Li S. Panel studies of air pollution on children's lung function and respiratory symptoms: a literature review / S. Li, G. Williams, B. Jalaludin, P. Baker // J. Asthma, 2012. — Vol. 49. — Iss. 9. — P. 895-910.
20. Vanos J.K. Children's health and vulnerability in outdoor microclimates: A comprehensive review / J.K. Vanos // Environ. Int., 2015. — Vol. 76. — P. 1-15.
21. Barmark M. Social determinants of the sick building syndrome: exploring the interrelated effects of social position and psychosocial situation / M. Barmark // Int. J. Environ. Health Res., 2015. — Vol. 25. — No. 5. — P. 490-507.
22. Meisel I. Ya. Technology of heat-insulating materials / I. Ya. Mayzel, V.G. Sandler. — Moscow: Higher School, 1988. — 239 p. / Майзель И.Я. Технология теплоизоляционных материалов / И.Я. Майзель, В.Г. Сандлер. — М.: Высшая школа, 1988. — 239 с. /
23. International Energy Agency. World Energy Outlook. — Paris: OECD/IEA, 2013. — 150 p.
24. High emission reduction performance of a novel organic-inorganic composite filters containing sepiolite mineral nanofibers / F. Wang, H. Zhang, J. Liang et al. // Sci. Rep., 2017. — Vol. 7. — Art.: 43218. — doi: 10.1038/srep43218
25. Третьякова Е.В. Химические маркеры в комплексной гигиенической оценке теплоизоляционных полистирольных материалов / Е.В. Третьякова, С.Г. Михалькова // Актуальные проблемы транспортной медицины, 2017. — № 4 (50) — С. 32-45. / Tretyakova E.V. Chemical markers in complex hygienic assessment of heat-insulating polystyrene materials / E.V. Tretyakova, S.G. Michalkova // Actual problems of transport medicine, 2017. — No. 4 (50). — P. 32-45.
26. Довбыш А.В. Оценка огнестойкости и пожарной опасности ограждающих строительных конструкций с полимерной теплоизоляцией / А.В. Довбыш, Л.М. Шафран, Е.В. Третьякова // Науковий вісник УкрНДІПБ. — 2015. — № 1 (31). — С. 25-35. / Dovbysh AV. Evaluation of fire resistance and fire hazard of enclosing building structures with polymer thermal insulation / AV. Dovbysh, L.M. Shafran, E.V. Tretyakova // Scientific Bulletin of UkrRICP — 2015. — No. 1 (31). — P. 25-35.
27. Кетов А.А. О причинах отсутствия конкурентов у пеностекла на рынке теплоизоляции / А.А. Кетов // Стройкомплекс Плюс. — Приложение к ж. Стройкомплекс Среднего Урала, 2006. — № 1. — С. 4-11. / Ketov AA On the reasons for the lack of competitors for foamed glass in the market of thermal insulation / AA Ketov // Building-Plusomplex Plus. — Annex to the J. Buildingcomplexes of the Middle Ural, 2006. — No. 1. — P. 4-11.
28. Лисенко В.А. Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд / В.А. Лисенко, В.Г. Суханов, Ю.О. Закорчемний, С.Є. Верьовкін— Одеса: «Optimum», 2015. — 254 с. / Lysenko V.A. Architectural and structural energy-efficient shells of buildings and structures / V.A. Lysenko, V.G. Sukhanov, Yu.O. Zakorchymny, S.Ye. Verovkin — Odessa: Optimum, 2015 — 254 p.

Резюме

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ЗДОРОВ'Я

*Браверман В.Я., Кушнерук В.І.,
Третьякова О.В., Шафран Л.М.*

Серед ключових проблем, що стоять перед світовим співтовариством, за своєю масштабністю і соціально-економічною значущістю в документах ООН зі

сталого розвитку в першій половині 21-го століття виділяються завдання підвищення енергоефективності та енергозбереження. При цьому рекомендовано мислити глобально, а робити регіонально і локально, що дозволяє співставляти фінансові можливості з етапними результатами, а якість і ефективність з безпекою для здоров'я населення і охороною навколишнього середовища.

Тому метою цієї роботи став аналіз виконаних авторами даного повідомлення в НДІ «Шторм» і УкрНІІМТ розробок і обґрунтування пропозицій щодо комплексного вирішення проблеми в масштабах регіону і країни в цілому. Наявність необхідної технічної бази, кадрового потенціалу та досвіду наукових досліджень в даному напрямку дозволили в ході проведення досліджень отримати нові результати і на їх основі видати рекомендації, що забезпечують етапне рішення задач підвищення енергоефективності та енергозбереження по 4 основним блокам: зниження рівнів шкідливих викидів енергетичними установками; оптимізація систем місцевого опалення шкільних і дошкільних установ, а також показників довкілля контингентів підвищеного ризику (дитяче населення); вдосконалення критеріїв і методів оцінки безпеки теплоізоляційних матеріалів в звичайних умовах експлуатації і при надзвичайних ситуаціях (токсичність продуктів горіння), що є основою вдосконалення класифікації та стимулом створення більш надійної і безпечної продукції даного призначення.

Ключові слова: енергоефективність, енергозбереження, діти, здоров'я, теплоізоляційні матеріали

Summary

ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SAVING, AND HEALTH

Braverman V.Ya., Kushneruk V.I., Tretyakova E.V., Shafran L.M.

Among the fundamental problems facing the world community, regarding its scale and socio-economic significance, the UN documents on sustainable development in the first half of the 21st-century highlight the tasks of increasing energy efficiency and energy conservation. It is recommended to think globally, but to do it regionally and locally.

Therefore, the purpose of this work was to analyze results, obtained SRI "Storm" and UkrSRIMT, for a comprehensive solution of the problem on the scale of the region and the country as a whole. They allowed to get new results in the course of the research and on their basis to issue recommendations providing for the step-by-step solution of the problems of energy efficiency and energy saving in 4 main units: reducing the levels of outages of power plants; optimization of local air supply in school premises as a predictors of children's health; improvement of criteria and methods for assessing the safety of thermal insulation materials in normal conditions and in emergency situations (toxicity of combustion products), which is the basis for the classification and safe products creating.

Keywords: energy efficiency, energy saving, children, health, thermal insulation materials

*Впервые поступила в редакцию 12.02.2018 г.
Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования*