

С.В. Шаповал

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ПІДХОДІВ ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Проаналізована інформація про існуючі енергоефективні будівельні матеріали та конструкції на основі накопиченого досвіду експлуатації; зібрані та систематизовані за визначеними пріоритетами вимоги до будівельних матеріалів і конструкцій, до порядку їх проектування та експлуатації; сформульована, обґрунтована і запропонована до використання класифікація методів енергозбереження; рекомендовано ряд технічних рішень, що дозволяють досягти енергозбереження при зведенні житлових і громадських будівель.

Ключові слова: екологічна ефективність, енергоємне виробництво, енергоефективність, відходи виробництва, місцеві матеріали.

Постановка проблеми

Будівельний комплекс України володіє значними базовими ресурсами для здійснення інноваційної енергозберігаючої політики. Основу організації енергозберігаючого будівельного виробництва складають: технології виготовлення будівельних матеріалів і конструкцій; методи організації трудових процесів; проектування енергозберігаючих будинків; енергозберігаючий менеджмент експлуатації будівель і споруд; виконання поточних і капітальних ремонтів будівлі ресурсозберігаючими і енергозберігаючими способами; ресурсозбереження та енергозбереження у процесі виведення будівлі з експлуатації і у процесі утилізації будівельних матеріалів. На рівень енергоспоживання в житловому будівництві та житловому фонді впливає цілеспрямована державна енергозберігаюча політика, яка передбачає посилення енергетичних стандартів на житло, техніку і обладнання, зміна технологій проектування і будівництва, використання енергоефективних будівельних матеріалів. При будівництві одного і того ж типу будівель у різних регіонах потрібна різна кількість енергоресурсів. Тому масштаби цього ефекту залежать від безлічі факторів, які необхідно враховувати вже на початкових стадіях створення будівель. Завдання енергозбереження, що стоять перед проєктувальниками на кожному етапі життєвого циклу будівлі, особливі для кожного конкретного випадка.

Марнотратство енергії призводить до порушення екологічного балансу, без широкомасштабної економії ресурсів і впровадження нових джерел енергоресурсів ми стрімко наближаємося до енергетичної кризи. Зростання цін на енергоносії давно вже зробило енергоємну

будівельну галузь неконкурентоспроможною, а значну частину створеної нею за останні роки житлової та громадянської нерухомості України – неліквідною через високу собівартість, обумовлену вартістю будівельних матеріалів і будівельних технологій. Необхідні цілеспрямовані дії, орієнтовані на поліпшення енергетичного стану України та забезпечення загальнолюдських цінностей – збереження планети для майбутніх поколінь за рахунок захисту навколишнього середовища.

Мета і завдання дослідження

Мета роботи – виконати систематизацію та аналіз інформації про підходи щодо зменшення енерговитрат у будівельній галузі.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні *завдання*:

– враховувати природно-кліматичні, гірничо-геологічні, сейсмічні, ландшафтні умови, наявність існуючої промислової і комунальної забудови, а також пропускну здатність інфраструктурних об'єктів при виборі ділянки будівництва;

– проаналізувати критерії теплозахисту у будівельних нормах, а також запропонувати раціональні архітектурно-будівельні рішення, ресурсозберігаючі технології ведення будівельних і будівельно-монтажних робіт, прогресивні будівельні матеріали і конструкції;

– при виробництві будівельних матеріалів і конструкцій використовувати інноваційні енергоефективні технології, а також включати промислові відходи у виробництво будівельних матеріалів при розробці проєктів;

– при експлуатації: зниження енерго-, тепло, водоспоживання в будівлях, збільшення термінів

експлуатації і міжремонтних циклів, створення комфортних умов проживання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз літературних джерел і узагальнення поглядів вчених показали, що не існує єдиного підходу до енергозбереження як до економічної категорії. Основний науковий підхід до трактування терміну «енергозбереження» зводиться до розгляду його як комплексу взаємопов'язаних заходів. Недосконалість проектних рішень, застарілі нормативи, дефекти будівництва та експлуатації ведуть до надмірних втрат тепла в будівлях (40% через огорожі, 30–40% через вікна, 9% через дах, 10–15% через підлоги першого поверху) [1–3]. Комплексна державна програма енергозбереження України, розроблена у середині 90-х, мала тільки стратегічні завдання по економії енергоресурсів і не мала економічної привабливості, тому що при низькій ціні на енергоресурси дешевше було використовувати енергоносії, ніж інноваційні енергозберігаючі технології імпортного зразка. Але як показує досвід розвинених держав, з розвитком ринкових механізмів, що вимагають економічної ефективності господарювання, постає проблема енергозбереження. Так було у Фінляндії у 1973 р. вартість енергії зросла майже у тричі і проблема енергозбереження перетворилася в найважливішу задачу, яка вимагала невідкладного вирішення. Цей же шлях пройшла Німеччина, Польща. Проблема енергозбереження не оминула й Україну.

У рамках прийнятої у 2005 році Енергетичної стратегії України до 2030 року, галузевий аналіз потенціалу економічно доцільного енергозбереження за період 2010–2030 років за рахунок технічного (технологічного) фактору визначає рівень можливої економії [4–6]:

– Промисловістю будівельних матеріалів – палива 1,1–1,7%, електроенергії 1,9–3,3%, теплової енергії 1,1–1,9%;

– Будівництвом – палива 0,8–0,9%, електроенергії 0,2–0,3%, теплової енергії 0,2%;

– Житлово-комунальним господарством – палива 12,3–14,3%, електроенергії 20,2–20,5%, теплоенергії 29,0–45,3%.

Вищесказане дозволяє зробити висновок щодо низького потенціалу енергозбереження промисловості будівельних матеріалів і будівництва щодо інших галузей промисловості і доцільності зосередження на вдосконаленні обладнання та технологічних процесів у найбільш енергоємних виробництвах.

Підвищення ефективності використання енергії неможливо без спеціальних заходів у будівельній галузі.

Проблемам дослідження політики енергозбереження у галузі будівництва присвячено роботи як вітчизняних, так і зарубіжних вчених [7–9]. Обґрунтовані ними теоретичні положення є методологічною основою для наближення енергоспоживання в галузі будівництва до сучасного світового рівня [10]. На основі вивчення, аналізу, переосмислення їх розробок формувалися наукові аспекти цієї проблеми. Сучасні концепції вибору та впровадження ефективних енергозберігаючих заходів у будівельній галузі представлені різними підходами та напрямками. Аналіз тенденцій енергозбереження на будівельних виробництвах підтвердив, що основною метою будівельних підприємств є виявлення ресурсів енергозбереження [11]. З цією метою проводиться комплексне або часткове енергетичне обстеження підприємств із створенням обґрунтованих способів підвищення енергоефективності будівельного виробництва. В умовах постійного дефіциту паливних ресурсів в Україні проблема зниження енерговитрат при будівництві та експлуатації будівель і споруд є державним завданням. Енергоефективність та енергозбереження – засоби забезпечення ефективності як бізнесу, так і держави в цілому. Енергозбереження – це комплекс організаційних, правових, виробничих, наукових, економічних, технічних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання та економне витрачання паливно-енергетичних ресурсів. Енергоемність виробництва – величина споживання енергії та палива на основні та допоміжні технологічні процеси виготовлення продукції, виконання робіт, надання послуг на базі заданої технологічної систем [12]. У сучасних умовах функціонування підприємств будівельної галузі назріла необхідність у розробці нового підходу до управління енергозберігаючими технологіями. Будівельний комплекс України володіє значними базовими ресурсами для здійснення інноваційної енергозберігаючої політики [13]. Енергозбереження у будівництві зводиться до раціонального використання енергії, зниження непродуктивних втрат.

Згідно з міжнародним досвідом, можна скоротити витрати до 30%, а термін завершення проекту – до 50%. У рамках виконання умов протоколу «Про приєднання України до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства» від 15 грудня 2010 року Україна зобов'язалася адаптувати національне законодавство в сфері енергетики до стандартів Європейського Союзу. Правомірно відмітити позитивні зрушення щодо вдосконалення вітчизняного законодавства в сфері енергоефективності в останні роки. Зокрема, в рамках імплементації Директиви 2006/32/ЄС щодо енергетичної ефективності кінцевого використання енергії та

енергетичних послуг у 2015 році затверджено Національний план дій з енергоефективності до 2020 року. Впровадження Директиви 2010/31/ЄС знайшло відображення в Законі України «Про енергетичну ефективність будівель», прийнятого 22.06.2017 р. Державна регуляторна політика у сфері енергоефективності національної економіки проваджується, у першу чергу, згідно таких регуляторних актів як Енергетична стратегія України на період до 2035 року, яка передбачає інтеграцію української енергосистеми до європейської із збільшенням експорту енергії, зниження рівня енергоємності промислового виробництва та підвищення енергетичної безпеки держави; Державна цільова економічна програма енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010–2020 роки; Національний план дій з енергоефективності до 2020 року, згідно з яким Україна до 2020 року повинна досягти 9% планового енергозбереження від середнього кінцевого внутрішнього споживання; Національний план дій з відновлюваної енергетики до 2020 року, який передбачає досягнення рівня 11% енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії в загальній структурі енергоспоживання країни, що слугуватиме потужним стимулом для подальшого розвитку використання відновлюваних джерел енергії в Україні; регіональні програми підвищення енергоефективності; галузеві програми підвищення енергоефективності; програми зменшення споживання енергетичних ресурсів бюджетними установами через їх раціональне використання; державні стандарти з енергозбереження, нормування витрат, енергетичного маркування, енергоаудиту тощо [2].

Без будівництва не вийдемо з кризи, а без підвищення енергоефективності будівельного комплексу в цілому, будівництво – свідомо нерациональне витрачання народно-господарського ресурсу.

Оптимальні розміри несучих конструкцій передбачають отримання достатньої надійності при мінімальних витратах будівельних матеріалів. У той же час якісні параметри застосовуваних зараз архітектурних систем у більшості своїй не відповідають новим вимогам з енергоефективності, ресурсозбереження. Незважаючи на нові вимоги щодо посилення теплоізоляції, практично всі індивідуальні забудовники повністю їх ігнорують. Архітектурно-будівельні системи нового покоління забезпечують широкі можливості організації внутрішнього простору житлових будівель, гігієнічну якість, безпеку і комфорт житла, а також підвищення енергоефективності та зниження матеріаломісткості будівництва на основі технічного переозброєння діючої матеріально-технічної бази

житлового будівництва і створення нових технологій виробництва [4–6]. Енергоресурси використовуються при виробництві проміжної будівельної продукції (будівельних матеріалів та виробів), зведенні та експлуатації будівлі в обсязі, заданому при його проектуванні. Це дозволяє виділити етапи життєвого циклу будівлі, що розрізняються по структурі енергоспоживання, складу характерних заходів з енергозбереження, показниками і методам оцінки їх результативності. Життєвий цикл будівлі об'єднує такі основні етапи: проектування, будівництво, експлуатацію, капітальний ремонт та утилізацію. Із точки зору енергоспоживання перший і останній етапи не представляють інтересу. Основна частка енерговитрат (до 90%) припадає на експлуатацію будівель, у процесі виробництва будівельних матеріалів і конструкцій споживається близько 8%, у процесі будівництва – приблизно 2% [9]. З позиції енергозбереження у житловому будівництві провідна роль належить етапам проектування і зведення будівлі, кінцевий результат яких проявляється у соціально-економічному ефекті на етапі експлуатації будівлі. Роль проектування у рішенні задач енергозбереження в житловому будівництві, перш за все, полягає в переробці інформації про будівельний об'єкт, розробці архітектурно-будівельних ідей, виборі альтернативних варіантів проекту відповідно до вимог будівельних норм, оцінці прогресивності проектних рішень і можливостей інвестування. У процесі проектування формуються основні проектні техніко-економічні показники житлового будинку – кошторисна вартість, тривалість будівництва, характер будівельних матеріалів та конструкцій, організаційно-технологічні методи виконання будівельно-монтажних робіт, експлуатаційні та споживчі, в тому числі енергетичні, якості житла як товару, що надалі обумовлює прибутковість або збитковість управління ним при експлуатації [10–12]. Етап будівництва включає ряд технологічних процесів, сукупним результатом яких є введення в дію готової будівельної продукції. Кожен процес вимагає певної витрати енергоресурсів і супроводжується їх втратою. Паливо та енергія витрачаються в процесі виробництва будівельних матеріалів і конструкцій, при їх транспортуванні на будівельний майданчик; на освітлення та опалення будівель при виконанні будівельно-монтажних робіт; при використанні засобів малої механізації, електричного інструменту, підйомно-транспортних механізмів. Крім того, енергоресурси витрачаються у суміжних галузях на виробництво будівельних машин і механізмів, матеріалів і продукції, призначених для будівництва. Проектування будівель повинно вестися з використанням високоєфективних, екологічно чистих і довговічних матеріалів і технологій. При цьому повинні бути досліджені

можливості застосування як нових, так і традиційних будівельних матеріалів, включаючи особливо легкі пористі бетони і дерево. Енергоємність будівельних матеріалів ще належить проаналізувати, проте наявні результати вже дозволяють зробити попередні оцінки. Керамзит, наприклад, виходить з ужитку саме завдяки великим енергетичним витратам на його виготовлення. За даними [13], на організацію виробництва цегли, рівного по теплозахисних властивостях мінераловатних утеплювача потрібно зробити капіталовкладень у 7 разів більше, ніж для виробництва утеплювача. Виробництво будівельних матеріалів вимагає значних енергетичних витрат. Процес виробництва будівельних матеріалів є більшим споживачем енергетичних ресурсів, ніж процес зведення об'єктів, при цьому найбільш енергоємними є виробництво цементу, листового скла, збірних залізобетонних конструкцій і виробів, штучних стінових матеріалів [12].

Виклад основного матеріалу

Енергозбереження в будівництві вимагає не малих витрат – від 5% до 10% від вартості об'єкта будівництва. Проте, впровадження енергозберігаючих технологій на етапі забудови не тільки підвищить рівень комфорту в приміщеннях, але допоможе в подальшому економити енергоресурси та знизити витрати на їх використання. Одне з основних завдань енергозбереження – мінімізація витрат на придбання паливно-енергетичних ресурсів, що забезпечує, в свою чергу, збільшення прибутку. Крім того, бонус від впровадження енергозберігаючих технологій – зниження навантаження на навколишнє середовище. Виключно важливо підвищувати енергоефективність на етапі будівництва нових будівель різного призначення. При формуванні та розробці енергозберігаючих заходів необхідно раціонально використовувати комплексний підхід до дослідження системи споживання енергоресурсів. Витрати енергоресурсів при виробництві будівельно-монтажних робіт розподілені по восьми групах: транспортні потреби, побутові потреби, освітлення, технічні потреби, автоматизація процесів управління, опалення та кондиціонування, організаційно-технологічні потреби та інші витрати. У кожній групі проаналізовані і виділені їх основні складові. Наприклад, на організаційно-технологічні потреби необхідні наступні енерговитрати: на розробку і переміщення ґрунту; на подачу матеріалів і конструкцій до місця їх використання та установки; на створення необхідних параметрів мікроклімату; на приведення матеріалів і конструкцій до необхідного стану; на інші організаційно-технологічні потреби. Дослідження цих витрат дозволяє вибрати найбільш ефективний склад заходів, що забезпечує зниження енергоспоживання

при зведенні будівель і споруд в кожному конкретному випадку. Виявлені організаційно-технологічні методи класифіковані за функціональною ознакою і за ознакою часу їх переважної реалізації. За функціональною ознакою можливі заходи можуть бути розподілені за такими групами: адміністративно-правові; нормативні; технічні; технологічні; організаційні; економічні; інші. За ознакою часу реалізації вони розподіляються наступним чином: заходи, реалізовані при проектуванні будинків і споруд, в тому числі: вибір архітектурно-планувальних рішень, що допускають проведення робіт в умовах негативних температур із мінімальною витратою енергоресурсів; використання виробів і конструкцій, що вимагають мінімальної витрати енергоресурсів при їх виготовленні і монтажі, у тому числі в умовах негативних температур; використання будівельних матеріалів, які не потребують додаткової витрати енергоресурсів при виробництві будівельних робіт, в тому числі при негативних температурах; проектування систем опалення будівель і споруд з урахуванням можливості раціонального їх використання при виконанні будівельно-монтажних робіт в зимовий час; вибір організаційно-технологічних рішень зведення будівель і споруд, що відповідають вимогам зниження витрат енергоресурсів. Основними причинами низької енергетичної ефективності підприємств будівельної галузі є:

- значний фізичний і моральний знос основних засобів, що призводить до аварійності обладнання;
- низький рівень контролю за споживанням енергоресурсів;
- підвищені втрати у виробничих процесах і висока витрата первинних паливно-енергетичних ресурсів;
- дефіцит кваліфікованих фахівців у сфері енергетичного менеджменту;
- низький рівень мотивації персоналу до енергозбереження тощо. Сьогодні виділяють три основні види енергозберігаючих заходів: організаційні заходи (внутрішній енергоаудит, складання енергетичного паспорта підприємства, розробка заходів енергозбереження та підвищення ефективності технологічних процесів тощо); технологічні заходи (введення стандартів енергоефективності в сфері використання виробничих будівель, промислове обладнання тощо); інвестиційні заходи (перехід до альтернативних джерел енергопостачання та використання сучасних енергозберігаючих технологій виробництва продукції). Вибір тієї або іншої стратегії енергозбереження залежить від цілей підприємства та його потенційних можливостей щодо реалізації стратегії. Одним з головних критеріїв вибору стратегії енергозбереження є оцінка економічної ефективності проведених заходів.

Впровадження стратегії енергозбереження сприятиме підприємству отримати конкурентну перевагу щодо інших суб'єктів господарювання. Обрана до впровадження стратегія повинна стати основою для ефективного управління процесами енергозбереження на підприємстві.

Очікуваними ефектами від реалізації стратегії енергозбереження будівельного підприємства можуть бути:

– збільшення продуктивності техніки, обладнання;

– економія енергії та інших ресурсів, що приводить до зниження матеріальних витрат та собівартості продукції;

– скорочення платежів за забруднення навколишнього середовища за рахунок зменшення кількості витрачених паливно-енергетичних ресурсів та інші. Але ці позитивні результати можуть супроводжуватися і негативними для підприємства. А саме, зростанням загального обсягу основних фондів підприємства, матеріальних витрат (незважаючи на економію енергоресурсів), експлуатаційних витрат на утримання енергозберігаючого обладнання, чисельності обслуговуючого персоналу тощо.

Процес впровадження стратегії енергозбереження на будівельному підприємстві повинен передбачати наступні етапи:

1. Формування комплексу цільових показників, що розраховуються на основі параметрів енергетичного стану підприємства.

2. Планування та виконання комплексних заходів в області енергозбереження.

3. Контроль процесів енергозбереження. Інноваційною складовою енергозберігаючої діяльності будівельного комплексу є активізація впровадження нових технологій заощадження енергії, розробка науково-обґрунтованих засобів організації та управління енергозберігаючим процесом будівництва.

Здійснити вибір ефективних енергозберігаючих технологій та заходів, вивчення факторів, що впливають на економію енергоресурсів, можна лише оцінивши ресурсне забезпечення інноваційної енергозберігаючої діяльності. Це дозволить сформулювати стратегію енергозбереження для кожного технологічного процесу будівельного підприємства.

Шляхом раціонального управління житлово-будівельними проектами та оптимізації будівельного процесу можна домогтися значного скорочення витрат. Найбільш важливим нововведенням, запропонованим у цьому напрямку, є індустріалізація процесу будівництва.

Дбайливе і раціональне використання природних ресурсів у даний час набуває особливого значення. Вирішення цієї актуальної народно-

господарської проблеми передбачає розробку ефективних безвідходних технологій за рахунок комплексного використання сировини, що одночасно призводить і до ліквідації величезного екологічного збитку, що чиниться «кладовищами» відходів. Один із найбільш перспективних напрямків утилізації промислових відходів – їх використання у виробництві будівельних матеріалів, що дозволяє до 40% задовольнити потреби в сировині, цієї найважливішої галузі промисловості. Застосування відходів промисловості дозволяє на 10–30% знизити витрати на виготовлення будівельних матеріалів порівняно з виробництвом їх із природної сировини, економія капітальних вкладень при цьому становить 35–50%. На основі застосування відходів промисловості можливий розвиток виробництва не тільки традиційних, а й нових ефективних будівельних матеріалів. Нові матеріали мають комплекс поліпшених технічних властивостей і в той же час менше потребують витрат енергії як у процесі виробництва, так і при застосуванні. Відомо, що багато «відходів» є вторинною сировиною для виробництва нової продукції. Якщо встановити правильну, справедливую ціну за первинну природну сировину (і виручені гроші направляти на відновлення пошкодженої природи), то вторинна сировина стане майже безкоштовною. Останнім часом у нашій країні використання промислових відходів як в будівництві, так і в промисловості будівельних матеріалів помітно скоротилося, що пов'язано із загальним падінням рівня промислового виробництва та з відсутністю належного стимулювання використання вторинних ресурсів у виробництві. У цьому плані приклад показують західні країни. Наприклад, у Данії рівень утилізації матеріалів досяг 100%. У Нідерландах створена цілісна, екологічно витримана концепція розвитку будівельної індустрії.

Висновки

Розглянуті можливості використання високо-ефективних закордонних добавок у бетонах, приготованих із використанням місцевих матеріалів, вивчені і досліджені особливості збереження властивостей бетонної суміші на протязі транспортування, часу після укладання бетону в опалубку в різних температурних умовах (влітку, взимку і міжсезоння), використання вакуумної обробки бетону, що спрямоване на подальше удосконалення організаційно-технологічних рішень зведення несучих конструкцій монолітних будинків. Запропоновані рекомендації по регулюванню технологічних параметрів зведення відповідальних несучих конструкцій, скорочення термінів будівництва, знижується трудомісткість і вартість робіт. Недосконалість проектних рішень, застарілі нормативи, дефекти будівництва та експлуатації

ведуть до надмірних втрат тепла в будівлях. Архітектурно-будівельні системи нового покоління забезпечують широкі можливості організації внутрішнього простору житлових будівель, гігієнічну якість, безпеку і комфорт житла, а також підвищення енергоефективності та зниження матеріаломісткості будівництва на основі технічного переозброєння діючої матеріально-технічної бази житлового будівництва і створення нових технологій виробництва.

Література

1. Березнюк А.Н. Удосконалення організаційно-технологічних рішень будівництва і реконструкції з урахуванням ресурсозбереження / А.Н. Березнюк, Р.Б. Папірник, В.Т. Шаленний // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2011. – № 3. – С. 22–28.
2. Шелегеда Б.Г. Ресурсозбереження в будівництві: від проекту до експлуатації житлових будинків / Б.Г. Шелегеда, А.Ю. Кравцов // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – 2010. – № 96. – С. 410–418.
3. Экологическое домостроение. Строительные материалы: аналит. обзор / А.В. Аврорин. – Новосибирск: 1999. – 71 с. – (Экология. Серия / Рос.АН.Сиб.отд. ГПНТБ, Дальневост. гос.техн. ун-т ; вып.53).
4. Экологическое домостроение. Проблемы энергосбережения / А.В. Аврорин, И.А. Огородников и др. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, ГипроНИИ, АОЗ «Экодом», 1997. – 71 с. (Серия «Экология». Вып. 43).
5. Dileep K. Life-cycle cost analysis of building wall and insulation materials.[Electronic resource] / K. Dileep, X.W. Zou Patrick, R. A. Memon. – First Published June 27, 2019. – Research Article: <https://doi.org/10.1177/1744259119857749>. – Journal of Building Physics.
6. Alam M. Energy saving performance assessment and lessons learned from the operation of an active phase change materials system in a multi-storey building in Melbourne. *Applied Energy*. – 2019. – V. 238. – P. 1582–1595.
7. Vincelas, FFC, Ghislain, T, Robert, T Influence of the types of fuel and building material on energy savings into building in tropical region of Cameroon. *Applied Thermal Engineering*. – 2017. – V.122, – P. 806–819.
8. Ballarini, I. Energy refurbishment of the Italian residential building stock: energy and cost analysis through the application of the building typology / Ballarini I., V. Corrado, F. Madonna, S. Paduos, F. Ravasio // *Energy Policy*. – June 2017, V. 105. – P. 148–160.
9. Шаповал С.В. Обґрунтування застосування сучасних технологічних рішень зведення надбудови будівель із покращеними енергозберігаючими характеристиками / С.В. Шаповал, В.В. Шаповал. – Науковий Вісник будівництва, №4(82). – 2015. – С. 93–96.
10. Шаповал С.В., Болотських О.М. Проблеми ресурсозбереження у будівельній галузі // Науковий Вісник будівництва, № 1 (99) 2020. – 201–206 с.
11. Шаповал С.В. Энергосберегающая технология получения гипса из отходов промышленности / С.В. Шаповал, М.А. Долгий // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – 2009. – Вип. 88. – С. 64–68.

12. Хорошенко В.Д. Энергосберегающие технологии в архитектуре жилых зданий Украины / В.Д. Хорошенко, Г.А. Демина // *Наук. вісн. буд-ва – Х.* : ХДТУБА, ХОТБ АБУ. – 2018. – Вип. 92, № 2. – С. 138–145.

13. Від енергоефективності до енергонезалежності / Сайт Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua/wpcontent/uploads/2019/03/Vid-energoefektivnosti-do-energonezalezhnosti.pdf>

References

1. Bereznyuk A. N. *Improvement of organizational and technological solutions for construction and reconstruction, taking into account resource conservation/ R.B. Papirnik, V.T. Shalenny // Bulletin of the Transnistrian State Academy of Economics and Architecture*. – Dnipropetrovsk: PDABA, 2011. – No. 3. – P. 22–28.
2. Shelegeda B.G. *Resource conservation in business: from the project to the exploitation of living rooms / B.G. Shelegeda, A.Yu. Kravtsov // Municipal economy of cities. nauk.-tekh. zb.* – 2010. – No. 96. – P. 410–418.
3. *Ecological house building. Building materials: analytical review / A.V. Avrorin. – Novosibirsk, 1999. – 71 p. – (Ecology. Series / Russian Academy of Sciences, Siberian Branch of the State Public Library for Science and Technology, Far East State Technical University; issue 53).*
4. *Environmental housing construction. Energy saving problems / A.V. Avrorin, I.A. Ogorodnikov et al. - Novosibirsk: GPNTB SB RAS, GiproNII, AOZ «Ekodom», 1997. – 71 p. (Series «Ecology». Issue 43).*
5. Dileep K. *Life-cycle cost analysis of building wall and insulation materials. [Electronic resource] / K. Dileep, X.W. Zou Patrick, R. A. Memon. – First Published June 27, 2019. – Research Article: <https://doi.org/10.1177/1744259119857749>. – Journal of Building Physics.*
6. Alam M. *Energy saving performance assessment and lessons learned from the operation of an active phase change materials system in a multi-storey building in Melbourne. Applied Energy.* – 2019. – V. 238. – P. 1582–1595.
7. Vincelas, FFC, Ghislain, T, Robert, T *Influence of the types of fuel and building material on energy savings into building in tropical region of Cameroon. Applied Thermal Engineering.* – 2017. – V.122, – P. 806–819.
8. Ballarini, I. *Energy refurbishment of the Italian residential building stock: energy and cost analysis through the application of the building typology / Ballarini I., V. Corrado, F. Madonna, S. Paduos, F. Ravasio // Energy Policy.* – June 2017, V. 105. – P. 148–160.
9. Shapoval S.V. *Substantiation of application of modern technological solutions of construction of superstructure of buildings with improved energy saving characteristics / S.V. Shapoval, V.V. Shapoval. – Scientific Herald of Construction, № 4 (82). – 2015. – P. 93–96.*
10. Shapoval S.V., Bolotskikh O.M. *Problems of resource conservation in the construction industry // Scientific Bulletin of Construction, № 1 (99) 2020. – 201–206 p.*
11. Shapoval S.V. *Energy-saving technology for the production of gypsum from industrial waste / S.V. Shapoval, M.A. Dolgiy // Municipal economy of cities: scientific and technical. zb.* – 2009. – Issue. 88. – P. 64–68.

12. Khoroshenko V.D. *Energy-saving technologies in the architecture of residential buildings in Ukraine* / V.D. Khoroshenko, G.A. Demina // *Nauk. spring building – H.: HDTUBA, HOTV ABU.* – 2018. – Vip. 92, № 2. – P. 138–145.

13. *From energy efficiency to energy independence* / Site of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing of Ukraine [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.minregion.gov.ua/wpcontent/uploads/2019/03/Vid-energoefektivnosti-do-energonezalezhnosti.pdf>.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.В. Кондратьєв, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

Автор: ШАПОВАЛ Світлана Володимирівна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – svitlana.shapoval@kname.edu.ua

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9452-0503>

SYSTEMATIZATION OF APPROACHES TO THE SOLUTION OF THE PROBLEM OF ENERGY SAVING IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

S. Shapoval

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The information on existing energy-efficient building materials and constructions on the basis of the accumulated experience of operation is analyzed; collected and systematized according to certain priorities requirements for building materials and structures, the order of their design and operation; the classification of energy saving methods is formulated, substantiated and offered for use; recommended a number of technical solutions to achieve energy savings in the construction of residential and public buildings. Possibilities of using highly effective foreign additives in concretes prepared with the use of local materials are considered, features of preservation of properties of concrete mix during transportation, time after laying of concrete in a timbering in various temperature conditions (summer, winter and off-season), use of vacuum processing are studied and investigated. which is aimed at further improvement of organizational and technological solutions for the construction of load-bearing structures of monolithic buildings. The recommendations on regulation of technological parameters of erection of responsible bearing designs, reduction of terms of construction, labor intensity and cost of works are reduced. Imperfect design solutions, outdated standards, defects in construction and operation lead to excessive heat loss in buildings. Architectural and construction systems of the new generation provide ample opportunities for organizing the interior of residential buildings, hygienic quality, safety and comfort of housing, as well as increasing energy efficiency and reducing material consumption of construction through technical re-equipment of existing housing and creating new production technologies.

Keywords: ecological efficiency, energy-intensive production, energy efficiency, architectural and construction systems production waste, local materials.