

Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, вип. 45, технічний, 2020

УДК 728.1.012.18

**В.В. Титок,**

канд. екон. наук, старший викладач

ORCID: 0000-0002-9527-3006

*Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ*

## **БУДІВНИЦТВО ДОСТУПНОГО ЖИТЛА З ВИКОРИСТАННЯМ МІСЦЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Тенденції розвитку житлового будівництва мають базуватися на географічному положенні й кліматичних умовах регіону, національних особливостях і культурі, природних багатствах території, транспортному сполученні, щільності та рівні життя населення. Будівництво значно впливає на соціально-економічний розвиток регіону. У зв'язку з цим підвищення стійкості регіонального будівельного комплексу, основою якого є промисловість будівельних матеріалів і будівельна галузь, є актуальним і перспективним напрямком досліджень.*

*Попит на ринку будівельних матеріалів продовжує стимулювати підвищений інтерес до розробки нових видів ефективних і недорогих будівельних матеріалів. Оскільки будівництво є однією з найбільш матеріаломістких галузей народного господарства, яка споживає велику кількість будівельних матеріалів та виробів, вживаються різні заходи щодо зниження їх вартості.*

*У зв'язку з цим протягом останнього часу в будівництві прагнуть ширше використовувати місцеві будівельні матеріали. Це дозволяє розвантажити транспорт від перевезень на далекі відстані і значно здешевлює будівництво. Однак промисловість будівельних матеріалів не може розвиватися, орієнтуючись лише на природні джерела сировини, оскільки витрати на їх видобуток і переробку постійно зростають. Використання техногенних відходів забезпечує виробництво багатим джерелом дешевої і часто вже підготовленої сировини, що дозволяє скоротити витрати на виготовлення будівельних матеріалів.*

*Одним з перспективних напрямів у будівництві доступного житла є максимальне використання будівельних матеріалів та виробів, які можна отримувати з місцевої сировини і відходів промисловості. Як місцеві будівельні матеріали запропоновані глина, пісок, ґрунт, солома, очерет, льон. Застосування відходів виробництва вирішує одночасно екологічні, паливно-енергетичні проблеми і розширює сировинну базу будівельних матеріалів.*

**Ключові слова:** *доступне житло, будівельні матеріали, глина, пісок, ґрунт, саман, сіно, очерет, льон, будівельні відходи.*

**Актуальність теми.** Світ, у якому лише деякі можуть дозволити собі житло, не є стійким. Кожна людина заслуговує на безпечне місце для проживання, що є невід'ємною складовою забезпечення якості життя окремої людини або сім'ї. Однак сьогодні більшість країн світу постають перед великими проблемами у забезпеченні безпечним та доступним житлом своїх громадян, особливо гостро вони виникають у містах, які швидко зростають. Навіть ті жителі міст, хто отримує стабільну заробітну плату, часто не можуть придбати або орендувати житло. У багатьох країнах орендна плата залишається надто високою і не відповідає рівню доходів, що змушує багатьох платити за житло понад 50% свого доходу щомісяця. Ключові для збалансованого

розвитку економічної системи працівники, зокрема вчителі, працівники поліції, рятувники та працівники медичної сфери і культури, не можуть дозволити собі жити поруч із громадянами, яких вони обслуговують.

На ринок житла впливає не тільки економічна кон'юнктура, а й соціально-політичні фактори, умови навколишнього середовища та розподіл земель областей та міст. Пошук рішень щодо покращення житлових умов у конкретному місті вимагає ширшого розуміння того, що являє собою доступність та які фактори впливають на неї.

Міста повинні сприяти доступності, якщо вони хочуть уникнути масового відтоку ключових працівників та інших талановитих людей. Громади розвиваються лише тоді, коли задовольняються потреби всіх жителів, тому забезпечення доступним житлом є критично важливим кроком у напрямку зростання соціокультурного рівня спільноти.

Доступний місцевий будівельний матеріал є одним із найкращих методів забезпечення доступним житлом, оскільки дозволяє забезпечити наступні аспекти: використання природних, відновлюваних та екологічно чистих будівельних матеріалів, мінімізація розподілу ресурсів, а також можуть застосовуватися інноваційні методи для зменшення витрат при будівництві доступного, стійкого та екологічного житла [1]. Будівельні матеріали визначаються як матеріали, що використовують в кожній будівельній роботі, від підземних до оздоблювальних робіт.

Доступність житла на пряму залежить від будівельних матеріалів, які використовуються. Щоб житло стало доступним, а також відповідало сучасним вимогам, необхідно не тільки знизити його вартість, а й застосовувати при будівництві відповідні матеріали. Використання дорогих і енергоємних матеріалів, таких як цегла, монолітний і збірний залізобетон забезпечують несучу здатність, пожежну безпеку, довговічність, але не відповідають сучасним вимогам теплозахисту будинків, до того ж є економічно не вигідними. Доступні місцеві будівельні матеріали – це матеріали, які ми можемо отримати на місцевості, з низьким впливом на навколишнє середовище, низькою вартістю, та вони будуть довговічні.

**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.** Сучасне будівельне виробництво неможливе без нових, високоефективних матеріалів. Ба більше, найважливішим завданням промисловості будівельних матеріалів є розробка і впровадження енерго- і ресурсозберігаючих технологій виробництва, екологічно чистих матеріалів, що виготовляються за маловитратними, безвідходними технологіями з максимальним використанням місцевої сировини і відходів промисловості [2, 3, 4].

**Мета роботи.** У межах міської забудови будь-яке «доступне» житло перетворюється в шалено дороге. Натомість у розвинених країнах на частку індивідуальних будинків припадає від 60 до 90% всього ринку житла. У ціні 1 м<sup>2</sup> побудованого малоповерхового житла економ-класу частка вартості сировини і матеріалів доходить до 70%.

Проаналізуємо використання деяких шалено дешевих екологічно безпечних матеріалів з метою розвитку будівництва індивідуального доступного житла в Україні.

**Виклад основного матеріалу.** Житлова проблема має складний широкомасштабний характер, оскільки взаємопов'язана з рішеннями соціально-економічної, інституційної, політичної та інших політик та пріоритетів [5].

Основними факторами, що впливають на доступність житла, є низький рівень розвитку соціальної економіки країни, відсутність економічних установ та обізнаності щодо економії, відсутність фінансування житла, відсутність інфраструктури. Наявність житла є однією з тих основних соціальних умов, які визначають якість життя та добробут людей та міст. Де розташовані будинки, наскільки добре спроектовані та побудовані, наскільки вони об'єднані в екологічну, соціальну, культурну та економічну структуру громад, визначає стійкий розвиток суспільства.

Доступне житло є адекватним за якістю та місцем розташування і коштує не так дорого, щоб обмежувати мешканцям покривати інші основні витрати на життя. Воно часто використовується для опису типу житла для людей з низьким рівнем доходу, яке має безліч інших назв, наприклад, соціальне житло, державне житло та дешеве житло [1].

Доступність вимірюється з точки зору наявного доходу, а доступне житло визначається за вартістю будинку як пропорція до загального доходу домогосподарства. Для малозабезпечених у містах вартість доступного будинку не повинна перевищувати п'ятикратного валового річного доходу домогосподарства, а орендна плата не повинна перевищувати 30% валового щомісячного доходу домогосподарства [1].

Одним з рішень проблеми доступного житла може бути здешевлення будівництва, завдяки досягненню менших витрат на будівельні матеріали, і формування та використання більш раціональних будівельних технологій. Це може включати в себе як загальні організаційні моменти, локальні будівельні технології, так і, можливо, зміну пріоритетів громадян з низьким доходом щодо придбання самого житла. Тобто, якщо у великому багатопверховому будівництві ринок сформований, і впровадження інноваційних методів, технологій і будівельних матеріалів проходить дуже невпевнено, оскільки пов'язано з великими ризиками забудовників і, можливо, навіть не бажанням експериментувати і намагатися поліпшити, то в малоповерховому будівництві цих проблем менше.

Сьогодні дуже легко побудувати бюджетний сучасний будинок. Це тому, що деякі з найдешевших конструкцій є найбільш перспективними. Новітні технології сприяють впорядкованню процесу будівництва, що дає можливість економити на витратах на матеріали, транспортуванні та монтажі. У світі існує безліч нових ідей застосування природних та перероблених матеріалів.

Індивідуальний будинок для проживання – це заповітна мрія кожної людини в нашій країні: чи низькооплачуваного працівника урядової або іншої служби, чи заможного керівника фірми. Дуже часто ця мрія залишається нездійсненою. Це перш за все через високу вартість будівництва житла. Такий ціні сприяє не тільки висока вартість матеріалів та високі ставки заробітної плати, що панують особливо в нашій державі, це також через шалене захоплення так званою «новою модою» у домобудівництві, яку більшість наших інженерів відстоює та переконує своїх клієнтів прийняти. Дуже часто бідний господар будинку довіряє «всезнаючому» інженеру, і він не може або не наважується вирішити, який будинок насправді хоче. Результат полягає в тому, що будинки будуються із щедрим використанням сталі та цементу. У ньому потім не зручно жити, спокотно влітку і холодно взимку. І на цей будинок бідна людина повинна витратити весь свій статок. Таку картину

домобудівної діяльності в нашій державі можна спостерігати і сьогодні. Люди почали усвідомлювати безглуздість всього цього і шукають шляхи та засоби для будівництва будинків досить доброї якості та здатних задовольнити їхні реальні потреби.

Теоретично все житло, необхідне на ринку, можуть побудувати корпорації або будівельні компанії. Однак на дешеве житло зазвичай будується самими домогосподарствами, місцевими громадами та малими підприємствами. Споживачі з низьким рівнем доходу завжди повинні мати можливість купувати якісні та недорогі будівельні матеріали. Коли домогосподарства та громади беруть участь у будівництві будинків, вони можуть значно знизити витрати на будівництво.

Дуже важливо розробити нові будівельні системи для доступного житла. Вони повинні бути розроблені таким чином, щоб могли сприяти високому попиту на доступне житло для більшості людей з низькими доходами. Системи повинні відповідати наступним критеріям: низька вартість матеріалів; комфортний температурний режим; акустична ізоляція; наявність достатньої кількості денного світла; природня вентиляція; вільний вибір внутрішнього та зовнішнього оздоблення; пожежна безпека; низькі експлуатаційні витрати та витрати на обслуговування; міцність та ін. [6].

Незалежно від того, яким буде житло, чи то ринкове, чи то доступне (соціальне) завжди повинні використовуватися тільки якісні будівельні матеріали. Матеріали, крім того, що вони довговічні, мають мати приємні характеристики та вимагають лише невеликого обслуговування. Це можна назвати «базовою міцністю». Будинок повинен забезпечувати захист від наслідків регіональних кліматичних умов, таких як холод і спека, вітер, дощ тощо. Крім того, будинок повинен пропонувати мешканцям безпеку та приватність, і він ніколи не має руйнуватися. Стихійні лиха, такі як землетруси, ставлять унікальні технічні вимоги до конструкцій та матеріалів житла. У районах, які знаходяться під серйозною загрозою, будівництво житла повинно бути заборонено через відповідні норми планування, особливо в місцях, які не можуть бути захищені технічними заходами, такими як дамби в районах повені. Через кліматичні зміни природні явища стають все більш жорстокими, і, отже, вимоги щодо довговічності конструкції будівлі та її матеріалів потребують більшої уваги.

Окрім аспектів довговічності житла повинна забезпечуватися гармонізація і раціоналізація відносин людини з природою, сталий та еколого-безпечний соціально-економічний розвиток, а саме захист навколишнього середовища, клімату та природних ресурсів. Часто метою (урядів, а іноді і місцевих громад) є те, щоб житло не сприяло зміні клімату або викидам парникових газів – зокрема, газу CO<sub>2</sub>. За останні 30 років (з 1988 по 2018 рік) світовий обсяг виробництва корисних копалин зріс в 1,7 рази: з 10,4 млрд т до 17,7 млрд т, з яких понад 95% – це будівельні корисні копалини [7, 8]. У сучасному будівництві переважає використання бетону, що складається з неметалічних мінералів: цементу, заповнювачів та піску, – змішаних з водою. Що стосується інших будівельних матеріалів, таких як дерево, цегла, скло та кераміка, то їх наявність викликає дедалі більшу стурбованість, і в майбутньому перевезення будівельних матеріалів на великі відстані буде необхідним для задоволення зростаючого попиту, також при обліку вторинних матеріалів [9]. Для конструктивних цілей бетон і сталь використовуються разом як залізобетон. Сталь також використовується як балки та інші конструктивні елементи, для оздоблення. За оцінками ЄС, Японії та В'єтнаму, приблизно половина будівельних корисних копалин потрапляє у будівлі, а решта – у цивільну

інфраструктуру, наприклад дороги, порти та дамби [10]. За даними EXIOBASE, у будівельному секторі виробництво матеріалів спричиняє 56% вуглецевого сліду, або 3,3 Гт викидів CO<sub>2</sub> [11].

Викиди, пов'язані з подальшим попитом на будівельні матеріали, можна зменшити за рахунок більш інтенсивного використання будівель, продовження терміну їх експлуатації, використання легших конструкцій та зменшення кількості вуглецевих будівельних матеріалів (наприклад, дерев'яні конструкції замість сталі та цементу), зменшення будівельних відходів [12, 13], повторне використання елементів конструкцій та переробка будівельних матеріалів [14]. Потенціал різних стратегій залежить від стадії розвитку регіону та наявності місцевих будівельних матеріальних ресурсів, а також наявного будівельного фонду, до того ж заходи, спрямовані на нові будівлі, є більш важливими в країнах, що розвиваються, а заходи, пов'язані з продовженням життя, повторним використанням та переробкою стосуються розвинених країн.

Певні знання про місцеві будівельні матеріали та будівельні технології є у територіальних громадах. На використання сучасних будівельних методів, особливо у сільській місцевості, впливає міська будівельна культура, а природні будівельні матеріали часто замінюють цементом, бетоном та сталлю. З цієї причини потрібно шукати можливості впровадити технологічні вдосконалення традиційних будівельних матеріалів та технік. Плотні проекти були створені та контролюються національними та міжнародними організаціями. Застосування нових технологій до місцевих будівельних матеріалів може сприяти вдосконаленню традиційних технологій будівництва у місцевих громадах. Для цього повинна бути надана професійна допомога для окремих домогосподарств та місцевих громад.

Коли національний уряд хоче розробити житлове політику, він досліджує, які будівельні матеріали, будівельні технології та будівельна культура присутні в певному районі. Слід провести дослідження щодо наявності та якості місцевої сировини, такої як деревина, очерет, пісок, гравій, глина, суглинки, вапно та ін. Здебільшого ці матеріали складно знайти в урбанізованих районах, але в прилеглих сільських районах вони є. Звичайно, видобуток сировини має здійснюватися сталим, екологічно-безпечним, регульованим та розумним чином, необхідне стратегічне планування та управління. Місцеві жителі та місцеві компанії можуть бути залучені до закупівлі сировини та її переробки на готові до використання будівельні матеріали, що буде сприяти соціальній стійкості. Краще, щоб (майбутні) мешканці брали участь у проектуванні своїх будинків шляхом створення плану поверху, вибору будівельних матеріалів та будівництві чи благоустрої житлп. Роблячи це, мешканці можуть зменшити витрати на своє житло, що завжди є основною метою доступного житла [15]. Місцеві громадські об'єднання (МГО) повинні залучати жителів до частини будівельних процесів і одночасно пропонувати технічну допомогу, тренінги та курси з різних будівельних дисциплін. Це можуть робити також приватні компанії, але МГО часто є головними дійовими особами. Одним із прикладів участі підприємств у будівництві доступних будинків є програма Патрімоніо Хой мексиканської цементної компанії, яка розробила програму соціальної допомоги, і пропонує будівельні матеріали та технічну допомогу домогосподарствам, які самостійно зводять житло, та кредити на ремонт будинків. У програмі брали участь понад 250 000 домогосподарств у 22 мексиканських штатах [16, 17], а також вона працює в деяких інших країнах Латинської Америки. Коли місцеві жителі залучаються якомога більше до спорудження будинків і коли вони

набувають знань та навичок, можна говорити про стійкий соціально-економічний розвиток.

Сучасні конструкції будівель, як правило, набагато розумніші, ніж старі будинки у сфері енергоефективності. Хоча деякі матеріали можуть коштувати трохи більше в короткостроковій перспективі, проте поточні витрати, як правило, набагато нижчі. Далі проаналізуємо 7 дешевих будівельних матеріалів, які ідеально підходять для недорогого будинку:

1. Старі будівельні матеріали. За містом можна спостерігати, як постійно зростають купи будівельного сміття. Натомість деякі старі будівельні матеріали ретельно зачищають і найкращі з них готують до повторного використання.

2. Стиснуті земляні блоки. Застосування ґрунту як будівельного матеріалу при зведенні малоповерхового житла – загальновідомий факт. На початку минулого століття в нашій країні ґрунт широко використовувався для ґрунтоблоків, виготовлених з дешевої, недефіцитної і легко видобувної сировини, не вимагаючи при цьому складного технологічного процесу і обладнання для їх виробництва з невеликим споживанням електроенергії.

Ґрунт – найдавніший будівельний матеріал, що і зараз широко застосовується в багатьох видах будівництва в Китаї та Індії, у країнах Африки, Середнього Сходу та Латинської Америки. Застосування ґрунту для стінових матеріалів економічно доцільно в цивільному будівництві. Він створює сприятливе для проживання людини екологічне середовище, оскільки більш паропроникний. Особливо ефективним є застосування дрібних суцільних і пустотілих ґрунтоблоків у малоповерховому будівництві [18].

Постійне зростання вартості електроенергії дозволяє вважати, що застосування ґрунтоблоків буде ефективним і довготривалим. Так, енергоємність обпаленої цегли становить 2,0, а цегли з ґрунтового матеріалу – всього 0,5 кВт. Більш значна економія електроенергії досягається при виготовленні ґрунтоблоків розмірами 20x20x40 см.

3. Блоки Adobe (саман). Блоки Adobe виготовляються із суміші ґрунту на основі глини, води, а іноді й соломи. Мокрий саман формують у цеглини, а потім викладають сушити на сонці протягом декількох днів. Найбільшим недоліком саману є його вразливість до води та дощу. Іноді саман розглядають як «матеріал бідних», що може обмежити його застосування [19]. Блоки Adobe використовуються для будівництва стін, а мокрий саман служить розчином. Способи будівництва значно різняться залежно від клімату. Adobe застосовується у сільській місцевості, але в урбанізованих районах з більшою щільністю забудови використання цього матеріалу не дуже поширене.

Суміш будівельного матеріалу зазвичай складається приблизно з піску та глини у відношенні 3:2 та соломи відповідно до потреб. На відміну від дерева, натуральна глиняна стіна природним чином поглинає вологу без будь-яких побічних ефектів. Що відрізняє саман серед інших будівельних матеріалів, так це те, що його скульптурний характер забезпечує гарні інтер'єри з унікальною, художньою, органічною геометрією. Насправді багато людей обрали цей матеріал, оскільки хотіли, щоб їхній дім виглядав так, ніби він з'явився прямо з дитячої книги.

4. Блокувальні блоки перероблених матеріалів. Для зведення стін можна використовувати з'єднану цеглу або будівельні блоки. Ці цеглини доступні або розробляються у різних формах та розмірах, наприклад, за принципом відомих блоків Lego, або за допомогою порівнянних блокуючих будівельних систем. Якщо можна досягти точних розмірів цих цеглин, їх можна кріпити між собою

максимально близько, і, отже, не потрібно майже ніякого цементу чи розчину. Якщо це можливо, блоки можна використовувати повторно в іншій будівлі. Ще однією перевагою цих будівельних блоків є те, що будинки можуть бути побудовані з них швидко відданою командою некваліфікованих робітників, волонтерів та / або майбутніх мешканців. Ба більше, їх можна використовувати як будівельний матеріал для тимчасових будинків або аварійного житла. Такі блоки мають хорошу теплоізоляційну здатність, порівняно зі звичайними порожнистими бетонними. Блокуюча цегла може бути використана як альтернатива випаленій цеглі, і вона більш стійка. Будівельний матеріал може бути виготовлений з бетону у вигляді порожнистих бетонних будівельних блоків, твердих блоків ґрунтозахисту, бетону, виготовленого з перероблених матеріалів, таких як цегла, та переробленої пластмаси, або переробленої пластмаси, змішаної з органічними матеріалами, такими як рисове лушпиння.

Бетонні будівельні блоки з переробленого сміття на Гаїті «Мобільна фабрика» – це технічна концепція, здатна перетворити сміття у бетонні будівельні блоки, відомі як «Q-цеглинки», які можна збирати разом, як блоки Lego. За допомогою цих блоків також можна зводити багатопверхові будинки. Жертви війни або стихійних лих можуть швидко споруджувати основні будинки та відбудовувати своє житло та громади за допомогою зовнішньої технічної, організаційної та фінансової допомоги. Реалізовані котеджі (2016 рік) площею 18 м<sup>2</sup> та 24 м<sup>2</sup> відповідно є прототипами аварійного житла, яке можна побудувати з Q-цегли. Цегла виробляється на місцевому рівні в мобільному виробничому підрозділі або на «мобільному заводі», що складається з двох перероблених контейнерів для транспортування. Стратегія Мобільної фабрики сприятиме постійному виробництву житла на Гаїті, де через шість років після великого землетрусу 2010 року земля все ще покрита 25 мільйонами тонн будівельного сміття. Це сміття може стати сировиною для еквівалентів тисяч доступних будинків [20].

5. Солом'яний тюк. Перше, що спадає на думку, коли чуєш про будинок із соломи, це те, що він повинен бути горючим, неміцним і крихким. Це не могло бути далі від істини. Солом'яний тюк – це високо вогнестійкий, дешевий, природний, стійкий до біологічного розкладу матеріал, який іноді навіть може бути витягнутий із сільськогосподарських відходів. Фактор, що вимірює міцність ізоляції. Використовуючи принципи пасивного будинку, власник житла з соломою може заощадити енергію та витрати. Однак, хоча будинки для тюків із соломи підходять для місць, де необхідний високий тепловий комфорт, вони не підходять для дощових районів, оскільки волога є ворогом номер один для соломи. Плюсом є те, що будинки з солом'яними тюками завдяки незвичній техніці будівництва та дизайну інтер'єру можуть мати більш унікальні, затишні приміщення.

6. Очерет. Очеретові плити застосовують для заповнення каркасів будинків, укладають як накат по балках міжповерхових і горищних перекриттів; очеретові плити застосовуються як теплоізоляційні матеріали і в капітальному будівництві. Вони можуть бути укладені під паркет або лінолеум та ін. [21]. Очерет також використовується як покрівельний матеріал протягом тисячоліть, оскільки він є легкодоступним. Це означає, що це і дешево, і легко транспортувати. Отже, ваші основні витрати тут надходять від робочої сили. У деяких районах Азії це досить поширений тип даху, тому очеретяний дах може бути досить дешевим у встановленні.

У районах вирощування очерету доцільно забезпечувати розвиток виробництва різних будівельних матеріалів на основі очерету і мінеральних в'язучих матеріалів.

Однак, сьогодні технології їх виготовлення потребують удосконалення, також необхідно підвищити технічний рівень виробництва. Широке впровадження сучасних матеріалів, виробів і конструкцій з очерегу в практику будівництва може бути успішним лише за умови істотного розширення науково-дослідних, експериментальних і проектних робіт, а також будівництва досвідчених об'єктів. Як показав історичний досвід і практика, черг задовольняє вимоги будівництва і цілком може бути використаний як повноцінний, дешевий будівельний матеріал.

7. Костриця льону. Костриця – відходи від рослин (льон і коноплі) після первинної обробки, які використовуються в прядильної промисловості. Склад костриці: лігнін (21÷29%), целюлоза (45÷58%), пентоза (23÷26%). Костриця складається з частинок розміром 10÷20 мм по довжині і товщиною 0,1÷1,5 мм. Використовується костриця в будівництві для виготовлення теплоізоляційних матеріалів і як наповнювач для матеріалів з теплотехнічними показниками. Є цікаві дані, що при товщині стін 400 мм з використанням утеплювача з костриці, для обігріву приміщення площею 100 м<sup>2</sup> необхідно в зимову пору року всього 3 кВт / год електроенергії. Найбільш широко костриця застосовується для будівництва індивідуальних будинків і котеджів з дерев'яним каркасом. Також вона використовується для виготовлення підлог.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Будівельні матеріали, описані в статті, демонструють деякі нові, а іноді й експериментальні особливості, але у всіх випадках необхідна професійна увага для подальшого розвитку (іноді) традиційних будівельних матеріалів та технологій. При цьому технологічний розвиток вимагає інституційної підтримки та нових пілотних проектів. Найближчим часом інституційна підтримка повинна бути спрямована також на стійкі будівельні матеріали, які можна застосовувати в міських районах.

Уряд повинен ретельно переглядати будівельні норми та стандарти, щоб уникнути перешкоджання використанню відповідних матеріалів і технологій у житловому будівництві, особливо для груп з низьким рівнем доходу. Стандарти повинні бути гнучкими, варіюватися залежно від застосування, як для одно- так і багатоповерхових будинків у міських та сільських районах. Формулювання державної політики для розвитку всього будівництва та промисловості будівельних матеріалів може сприяти збалансованому розвитку цього сектору.

#### ***Список літератури :***

1. UN-Habitat (2016) World Cities Report 2016. Urbanization and development Emerging Cities. Nairobi UN-Habitat.
2. Карапузов Є.К. Матеріали і технології в сучасному будівництві: Підручник / Є.К. Карапузов, В.Г.Соха, Т.Є. Остапченко. – Київ : Вища школа, 2004. – 416 с.
3. Суханевич М.В. Поводження з відходами та їх використання для одержання будівельних матеріалів: навч. посібник / М.В. Суханевич. – Київ: КНУБА, 2011. –150 с.
4. Кривенко П.В., Пушкарьова К.К., Барановський В.Б., Кочевих М.О. Будівельне матеріалознавство: підручник / П.В. Кривенко [та ін.]; за ред. П.В. Кривенка. – Київ: ТОВ УВПК"ЕксОб", 2004. – 702 с.
5. Herrmann, M., & Khan, H.A. (2008, July 08). Rapid urbanization, employment crisis and poverty in African LDCs: A new development strategy and aid policy. MPRA Paper No. 9499. Retrieved January 12, 2010, from <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/9499/>
6. Экологические стандарты в строительстве – BREEAM. URL: <https://www.icsgroup.ru/green/ecostandards/breeam.php>



7. Miatto A., Schandl H., Fishman T. and Tanikawa H. (2017). Global patterns and trends for non-metallic minerals used for construction. *Journal of Industrial Ecology*. 21 (4), pp. 924–937

8. Світовий видобуток корисних копалин. Україна в рейтингу видобувних країн. URL: <https://ua-news.liga.net/economics/opinion/svitoviy-vidobutok-korisnih-kopalin-ukraina-v-reytingu-vidobuvnih-krajin>

9. Sverdrup, H., Koca, D., Schlyter, P. (2017). A simple system dynamics model for the global production rate of sand, gravel, crushed rock and stone, market prices and long-term supply embedded into the WORLD6 model. *Econ. Resour. Qual.* X: 2:8, 20 p. doi:10.1007/s4127-017.0023-2

10. Krausmann F., Wiedenhofer D., Lauk C., Haas W., Tanikawa H., Fishman T., Miatto A., Schandl H. and Haberl H. Global socioeconomic material stocks rise 23-fold over the 20th century and require half of annual resource use. *Proc. Natl Acad. Sci.* 114 (2017), pp. 1880-1885, 10.1073/pnas.1613773114

11. Hertwich, E. (2019). The Carbon Footprint of Material Production Rises to 23% of Global Greenhouse Gas Emissions. <https://doi.org/10.31235/osf.io/n9ecw>

12. Коляда С.В. Перспектива развития производства строительных материалов в России до 2020 г. // Материалы IV Всероссийского семинара с международным участием «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий». – М.: Алвиан, 2008. – С. 7-15.

13. Рахимов Р.З., Магдеев У.Х., Ярмаковский В.Н. Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья // Строительные материалы, 2009, № 12. – С. 2-5.

14. Шпакова Г.В. Шляхи і можливість переробки будівельних відходів в Україні. Будівельне виробництво. №54. 2012. С. 22-25

15. Bredenoord J., Lindert V.P. (2014) Backing the self-builders assisted self-help housing as a sustainable housing provision strategy. In: Bredenoord J., van Lindert P. and Smets P. (eds.), pp. 18. *Affordable Housing in the Urban Global South, seeking sustainable solutions*. Routledge, London, New York, USA. <https://doi.org/10.4324/9781315849539>

16. Bredenoord J., Montiel C.L. (2014). Affordable housing for low-income groups and urban housing challenges of today. In Bredenoord J., van Lindert P. and Smets P. (eds.), pp. 223-240. *Affordable Housing in the Urban Global South, seeking sustainable solutions*. Routledge, London, New York.

17. Juntos trabajamos para la construcción de un mejor future. URL: <https://www.cemexmexico.com/sostenibilidad>

18. Савицький М.В. Технологія ґрунтового екологічного будівництва / М.В. Савицький, Н.В. Новіченко, Т.Д. Нікіфорова, Ю.Б. Бендерський // Стrojительство. Материаловедение. Машиностроение. Серия: Создание высокотехнологических экокомплексов в Украине на основе концепции сбалансированного (устойчивого) развития. - 2013. - Вып. 68. - С. 349-354.

19. Preservation of Historic Adobe Buildings. URL: <https://www.nps.gov/tps/how-to-preserve/briefs/5-adobe-buildings.htm>

20. EcoSouth. Dual education. Switzerland Grupo Sofinias. <https://www.ecosur.org/index.php/es/>

21. Очерет як матеріал для будівництва: вигідний бізнес [http://melnicbiz.com.ua/ideas\\_new2/469\\_business\\_kamysh-kak-stroitelny-material.html](http://melnicbiz.com.ua/ideas_new2/469_business_kamysh-kak-stroitelny-material.html)

22. Грицок К.Ю. Використання відходів переробки льону / К.Ю. Грицок, В.В. Борзов, І.М. Дударев // Наукові нотатки. – 2012. – Вип. 39. – С. 34-38.

### *References*

1. UN-Habitat (2016) World Cities Report 2016. Urbanization and development Emerging Cities. Nairobi UN-Habitat.
2. Karapuzov, E.K., Sokha, V.G., Ostapchenko, T.E. (2004). *Materialy i tekhnolohiyi v suchasnomu budivnytsvi*. [Materials and technologies in modern construction]. Higher School. Kiev. Ukraine.
3. Sukhanevich, M.V. (2011). *Povodzhennya z vidkhodamy ta yikh vykorystannya dlya oderzhannya budivel'nykh materialiv*. [Waste management and their use to obtain building materials]. KNUCA. Kiev. Ukraine.
4. Krivenko, P.V., Pushkareva, K.K., Baranovsky, V.B., Kochevykh, M.O. (2004). *Budivel'ne materialoznavstvo*. [Construction material science]. In Krivenka, P.V. (ed.). LLC UVPK "ExOb". Kiev. Ukraine.
5. Herrmann, M., & Khan, H.A. (2008, July 08). Rapid urbanization, employment crisis and poverty in African LDCs: A new development strategy and aid policy. MPRA Paper No. 9499. Retrieved January 12, 2010, from <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/9499/>
6. Environmental standards in construction – BREEAM. Available at: <https://www.icsgroup.ru/green/ecostandards/breeam.php>
7. Miatto A., Schandl H., Fishman T. & Tanikawa H. (2017). Global patterns and trends for non-metallic minerals used for construction. *Journal of Industrial Ecology*. Vol. 21 (4), pp. 924–937
8. *Svitovyy vydobutok korysnykh kopalyn. Ukrayina v reytynhu vydobuvnykh krayin*. [World mining. Ukraine in the ranking of extractive countries]. Available at: <https://ua-news.liga.net/economics/opinion/svitoviy-vidobutok-korisnih-kopalin-ukraina-v-reytingu-vidobuvih-krain>
9. Sverdrup, H., Koca, D., Schlyter, P. (2017). A simple system dynamics model for the global production rate of sand, gravel, crushed rock and stone, market prices and long-term supply embedded into the WORLD6 model. *Econ. Resour. Qual.* X: 2:8, 20 p. doi:10.1007/s4127-017.0023-2
10. Krausmann, F., Wiedenhofer, D., Lauk, C., Haas, W., Tanikawa, H., Fishman, T., Miatto, A., Schandl, H. and Haberl, H. (2017). Global socioeconomic material stocks rise 23-fold over the 20th century and require half of annual resource use. *Proc. Natl Acad. Sci.*, 114, pp. 1880-1885, 10.1073/pnas.1613773114
11. Hertwich, E. (2019). The Carbon Footprint of Material Production Rises to 23% of Global Greenhouse Gas Emissions. Available at: <https://doi.org/10.31235/osf.io/n9ecw>
12. Kolyada, S.V. (2008). "Prospects for the development of construction materials in Russia until 2020". *Proceedings of the IV All-Russian seminar with international participation "Improving the efficiency of production and application of gypsum materials and products."* M.: Alvian. Pp. 7-15.
13. Rakhimov, R.Z., Magdeev, U.H., Yarmakovsky, V.N. (2009). Ecology, scientific achievements and innovations in the production of construction materials based on and using man-made raw materials. *Construction Materials*. No. 12, pp. 2-5.
14. Shpakova, G.V. (2012). Ways and possibility of recycling construction waste in Ukraine. *Construction production*. №54, pp. 22-25
15. Bredenoord J., Lindert V.P. (2014) Backing the self-builders assisted self-help housing as a sustainable housing provision strategy. In: Bredenoord J., van Lindert P. and Smets P. (eds.), pp. 18. *Affordable Housing in the Urban Global South, seeking sustainable solutions*. Routledge, London, New York, USA. Available at: <https://doi.org/10.4324/9781315849539>

16. Bredenoord J., Montiel C.L. (2014). Affordable housing for low-income groups and urban housing challenges of today. In Bredenoord J., van Lindert P. and Smets P. (eds.), pp. 223-240. Affordable Housing in the Urban Global South, seeking sustainable solutions. Routledge, London, New York. Available at: <https://doi.org/10.4324/9781315849539>

17. Juntos trabajamos para la construcción de un mejor future. [We work for the construction of a better future]. Available at: <https://www.cemexmexico.com/sostenibilidad>

18. Savitsky, M.V., Novichenko, N.V., Nikiforova, T.D., Bendersky, Yu.B. (2013). Technology of soil ecological construction. *Construction. Materials science. Mechanical engineering. Series: Creation of high-tech eco-complexes in Ukraine on the basis of the concept of balanced (sustainable) development*. Issue 68, pp. 349-354.

19. Preservation of Historic Adobe Buildings. Available at: <https://www.nps.gov/tps/how-to-preserve/briefs/5-adobe-buildings.htm>

20. EcoSouth. Dual education. Switzerland Grupo Sofinias. Available at: <https://www.ecosur.org/index.php/es/>

21. Reed as a material for construction: profitable business. Available at: [http://melnicabiz.com.ua/ideas\\_new2/469\\_business\\_kamysh-kak-stroitelny-material.html](http://melnicabiz.com.ua/ideas_new2/469_business_kamysh-kak-stroitelny-material.html)

22. Hrytsyuk, K. Yu., Borzov, V.V., Dudaryev, I.M. (2012). The use of flax processing waste. *Scientific notes*. Issue 39, pp. 34-38.

### ***V.V. Титок***

#### ***Строительство доступного жилья с использованием местных строительных материалов***

*Тенденции развития жилищного строительства должны базироваться на географическом положении и климатических условиях региона, национальных особенностях и культуре, природных богатствах территории, транспортном сообщении, плотности и уровне жизни населения. Строительство значительно влияет на социально-экономическое развитие региона. В связи с этим повышение устойчивости регионального строительного комплекса, основой которого является промышленность строительных материалов и строительная отрасль является актуальным и перспективным направлением исследований.*

*Спрос на рынке строительных материалов продолжает стимулировать повышенный интерес к разработке новых видов эффективных и недорогих строительных материалов. Поскольку строительство является одной из самых материалоемких отраслей народного хозяйства, которая потребляет большое количество строительных материалов и изделий, внедряются различные мероприятия по снижению их стоимости.*

*В связи с этим, в последнее время в строительстве стремятся шире использовать местные строительные материалы. Это позволяет разгрузить транспорт от перевозок на дальние расстояния и значительно удешевляет строительство. Однако промышленность строительных материалов не может развиваться, ориентируясь лишь на природные источники сырья, поскольку затраты на их добычу и переработку постоянно растут. Использование техногенных отходов обеспечивает производство богатым источником дешевого и часто подготовленного сырья, что позволяет сократить затраты на изготовление строительных материалов.*

*Одним из перспективных направлений в строительстве доступного жилья является максимальное использование строительных материалов и изделий,*

которые можно получать из местного сырья и отходов промышленности. В качестве местных строительных материалов предложены: глина, песок, грунт, солома, камыш, лен. Применение отходов производства решает одновременно экологические, топливно-энергетические проблемы и расширяет сырьевую базу строительных материалов.

**Ключевые слова:** доступное жилье, строительные материалы, глина, песок, грунт, саман, сено, камыш, лен, строительные отходы.

**V.V. Tytok**

### **Construction of affordable housing using local building materials**

Trends in housing development should be based on the geographical location and climatic conditions of the region, national characteristics and culture, natural resources, transport links, density and living standards. Construction significantly affects the socio-economic development of the region. In this regard, increasing the sustainability of the regional construction complex, which is based on the building materials industry and the construction industry is a relevant and promising area of research.

Demand in the building materials market continues to stimulate increased interest in the development of new types of efficient and inexpensive building materials. Since construction is one of the most material-intensive sectors of the economy, which consumes a large number of construction materials and products, various measures are taken to reduce their cost.

In this regard, recently in the construction seek to make greater use of local building materials. This allows you to unload transport from long-distance transportation and significantly reduces the cost of construction. However, the building materials industry cannot develop by focusing only on natural sources of raw materials, as the costs of their extraction and processing are constantly growing. The use of man-made waste provides production with a rich source of cheap and often already prepared raw materials, which reduces the cost of manufacturing building materials.

One of the promising areas in the construction of affordable housing is the maximum use of building materials and products that can be obtained from local raw materials and industrial waste. As local building materials are offered: clay, sand, soil, straw, reeds, flax. The use of industrial waste solves both environmental, fuel and energy problems and expands the raw material base of building materials.

**Key words:** affordable housing, building materials, clay, sand, soil, adobe, hay, reeds, flax, construction waste.

### **Посилання на статтю**

**АРА:** Tytok, V. (2020). Construction of affordable housing using local building materials. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 45, 154-165.

**ДСТУ:** Титок В.В. Будівництво доступного житла з використанням місцевих будівельних матеріалів [Текст] / В.В. Титок // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2020. – № 45. – С. 154-165.