

ENERGY EFFICIENT ENVIRONMENTAL TECHNIQUES IN THE ARCHITECTURE OF A LOW- STOREY BUILDINGS IN UKRAINE

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ В АРХІТЕКТУРІ МАЛОПОВЕРХОВОЇ ЗАБУДОВИ В УКРАЇНІ

Borodai A.S. / Бородай А.С.
phD in Architecture / к.арх.

ORCID: 0000-0003-4221-0332

Borodai D.S. / Бородай Д.С.
phD in Architecture / к.арх.

ORCID: 0000-0002-0771-9769

Borodai S.P. / Бородай С.П.
senior lecturer /ст. викладач.

ORCID: 0000-0003-1281-7766

Borodai Y.O. / Бородай Я.О.
assistant / асистент

ORCID: 0000-0003-0048-815X

Sumy National Agrarian University, Sumy, Kondratieva 160, 30026

Анотація. У статті порушено питання екологічності, енергоефективності та економічності в індивідуальній та колективній малоіндустріальній забудові українських сел, селищ і малих містечок України щодо використання у будівництві доступних місцевих матеріалів природного походження, традиційно притаманних народній архітектурі України. Наведено приклади застосування таких матеріалів у приватному житловому будівництві селянського та фермерського господарства.

Ключові слова: екологічність, енергоефективність, національні традиції, місцеві будівельні матеріали, культурні традиції.

Abstract. The article addresses the issues of environmental friendliness, energy efficiency and economy in the individual and collective small-scale industrial development of Ukrainian villages, towns and small towns of Ukraine regarding the use in the construction of accessible local materials of natural origin, traditionally inherent in the national architecture of Ukraine. Examples of the use of such materials in the private housing of the peasant and farm economy are given.

Keywords: ecology, energy efficiency, national traditions, local building materials, cultural traditions.

Вступ. Розвиток фермерського господарства в Україні є на сучасному етапі одним з пріоритетів агропромислового бізнесу в Україні, який на відміну від інших галузей економіки держави останніми роками демонструє стабільне зростання і поступово займає місце базової галузі. Але однією з проблем в

нашій країні є поки що недостатня кількість фермерських господарств у порівнянні з провідними європейськими країнами, подібними до нашої за природно-кліматичними умовами, культурно-історичними факторами та ментальними рисами. Серед ряду причин, що зумовлюють дану ситуацію – правових, законодавчих, соціально-економічних та інших, слід відзначити також фактор складності фермерського стартапу з-за дефіциту ресурсів – фінансових, матеріальних, тощо (навіть при наявності земельного паю).

Тому дана стаття спрямована на пошук відповідей у даному процесі стосовно деяких економічних, екологічних, культурно-естетичних аспектів будівництва приватного селянського та фермерського двору. Зокрема, пропонується розглянути пропозиції по застосуванню природних екологічно чистих, енергоефективних, доступних матеріалів, які традиційно застосовувались у народній архітектурі нашого краю, а на сьогодні здебільшого незаслужено забуті. Такі матеріали по-перше дають змогу починаючому фермеру чи просто господареві-селянину значно зекономити на будівництві житлових та господарських споруд; при цьому дотриматися всіх найвищих екологічних параметрів, забезпечити необхідні теплотехнічні та механічні властивості конструктивів та крім цього досягти виразних естетичних якостей української національної архітектури.

Основний текст . Серед будівельних матеріалів, які є історично традиційними для народної архітектури України (майже всіх її регіонів) слід виділити такі: деревина, глина у якості в'язучого та вироби з неї, висушені стебла рослин у якості наповнювача, крейда у якості пігмента, природні клеючі речовини.

Глина - пластична осадова гірська порода, що складається в основному з глинистих мінералів (каолініту, гідрослюди та ін.). Глини становлять близько 50 % всіх осадових гірських порід земної кори, тому в Україні глини поширені майже повсюдно і завжди використовувались у якості будівельного матеріалу. Так обпалена кераміка у вигляді стінових матеріалів була майже основним будматеріалом на протязі багатьох століть, але тенденції останніх років щодо

здорожчання енергоносіїв (а кераміка потребує витрати великої кількості енергії) все більше відносить цеглу і керамічні вироби у розряд високовартісних і, навіть, елітних матеріалів.

Інші природні властивості глини, важливі у будівництві – це її вогнестійкість і гідрофобність, що робить її в окремих випадках іноді незамінним матеріалом. Так захистити будь-який конструктивний елемент будівлі від небажаного проникнення вологи часто буває найдоцільніше саме глиною, бо вона, насичившись вологою, відразу набухає і створює «глиняний замок» і не пропускає вологу далі, таким чином, захищаючи конструкцію від корозії та гниття. Інша властивість глини - її вогнестійкість. З древньої історії країн Сходу відома конструкція печі типу «чувал» - тобто опалювальний пристрій відкритого типу, споруджений з лозового каркасу, обмазаний шаром глини товщиною 50-80мм. Така піч експлуатувалась не менше 50-70 років і при цьому внутрішній дерев'яний каркас не вигорав і не втрачав несучої здатності. Сучасні дослідження подібного типу глиняних конструкцій фіксують показники вогнестійкості у межах REI 60 - REI 75 [4].

Інша важлива властивість глини – її пластичність, яка залежить від хімічного складу суміші. Висока пластичність розбухлої у воді глини дозволяє приймати будь-яку форму, обволікати органічні наповнювачі і, таким чином, дає можливість для виробництва стінових матеріалів у вигляді блоків будь-якої форми, кладочних та штукатурних розчинів.

Саман (слово тюркського походження) – стіновий матеріал з природних матеріалів - суміші водного розчину глини з волокнистими наповнювачами рослинного походження (сухі стебла злакових, лубоволокнистих та ін. культур), висушені *природним* способом.

Народна архітектура України має глибокі корені використання глини в якості стінового будівельного матеріалу - починаючи з періоду трипільської культури до 70-80х років XX століття.

Дім з саману мав прекрасні теплотехнічні якості – взимку будинок був теплим, а влітку – прохолодним (денні амплітуди коливань температури були

незначними, що є важливим в умовах центральної та південної України з середніми денними температурами влітку $+30^{\circ}\text{C}$ і вище [5].

Відтак, доречно пригадати вітчизняний досвід народного будівництва 50-60-річної давності і раніше, щодо використання традиційних національних прийомів та екологічних матеріалів, притаманних українській народній архітектурі – стіни з глини та саману, дахи з соломи та очерету, глиняна штукатурка, крейдяна побілка.

Саман за своїми механічними і теплотехнічними властивостями співставний з легкобетонними та газосилікатними блоками (для саману: $\rho_0=450-1800 \text{ кг/м}^3$; $\sigma_0=5 - 50 \text{ кг/см}^2$; $\lambda_0=0,1- 0,4 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$) [3, с.38]. Густина ρ_0 , коефіцієнт теплопровідності λ_0 , границя міцності на стискання σ_0 залежить від співвідношення в суміші: глина – наповнювач - вода. Чим більше наповнювача (соломи, костриці) тим менша густина (ρ_0), коефіцієнт теплопровідності (λ_0), та границя міцності на стискання (σ_0).

Звісно, що для виконання вимог сучасної нормативної бази даний матеріал може використовуватись в композиції з іншими матеріалами та конструкціями. Одноповерхова будівля може проектуватись зі стінами з саману, утеплювачем з очеретяних матів та захисним облицюванням з цегли через повітряний прошарок. При поверховості 2-3 використовується дерев'яний каркас як несуча конструкція, а зовнішнє облицювання можна виконати фасадною штукатуркою по плитах з OSB (рис.1). Економічний ефект у порівнянні з традиційними конструкціями може становити до 30-40%. Пожежну безпеку очеретяних плит можна забезпечити обробкою антипіренами, а захист від гризунів – металевими горизонтальними сітками-зв'язками через 500-600мм з проволочи діаметром 0,5-0,6мм. Для II температурної зони [1] України достатньо в конструкції стіни застосувати саманний блок товщиною 200 мм густиною у висушеному стані 650 кг/м^3 (об'ємним співвідношенням глина-вода-солома 3:1:3).

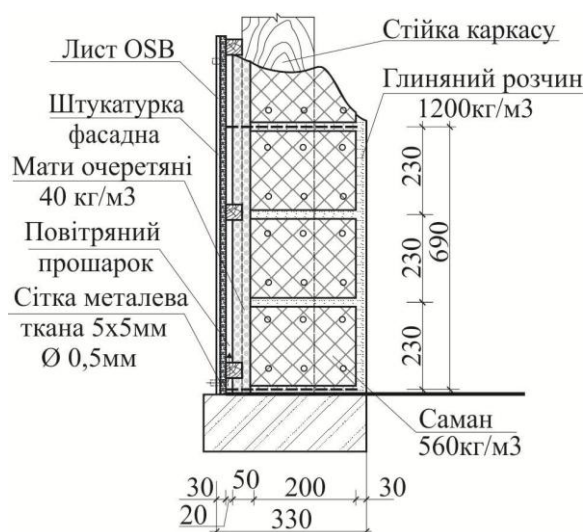


Рис.1. Конструкція стіни житлового будинку з саману

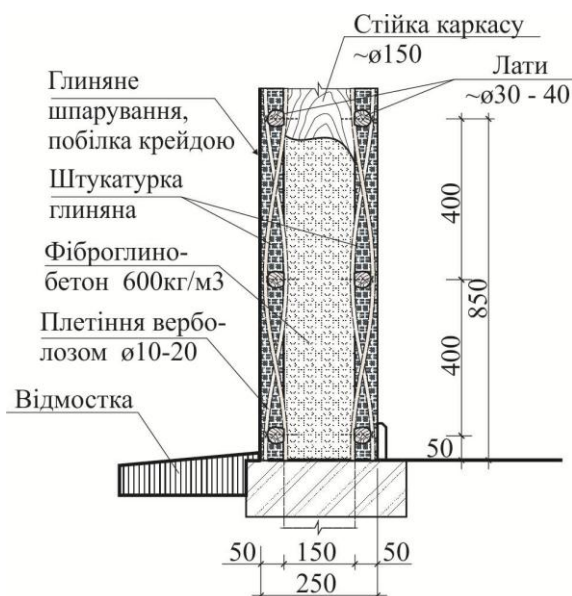


Рис.2. Конструкція стіни господарської будівлі з фіброглінобетону

Тоді опір теплопередачі стіни згідно рис.1 становитиме:

$$R_q = 1/8,7 + 0,01/0,4 + 0,016/0,13 + 0,05/0,042 + 0,2/0,17 + 0,15 + 0,03/0,35 + 1/23 = 2,83 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{Вт} \quad (\text{при нормативному значенні } 2,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}) [1].$$

Якщо необхідно сконструювати несучу стіну під спирання дерев'яних балок, то саман повинен мати границю міцності на стискання у межах 3,5 МПа (35 кгс/см²), Тоді відповідно графіка [3 с.38] густина саману повинна бути близько 1000 кг/м³ (співвідношення компонентів 3:1:2,1), коефіцієнт теплопровідності 0,35 Вт/(м·К), а опір теплопередачі стіни з саманним прошарком товщиною 380 мм:

$$R_q = 1/8,7 + 0,01/0,4 + 0,016/0,13 + 0,05/0,042 + 0,2/0,18 + 0,03/0,35 + 1/23 = 2,81 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{Вт}$$

Якщо саман виготовляти співвідношенням глина-вода-солома 3:1,1:4 (за об'ємом), при висиханні матеріал матиме густину близько 550-560 кг/м³, границя міцності на стиснення буде в межах 1,5-2,0 МПа, що дозволить саманну стіну використовувати як самонесучу з передачею навантаження від перекриття на стійки дерев'яного каркасу. Коефіцієнт теплопровідності матеріалу при вологості 6% становитиме 0,18 Вт/(м·К) [3с.38]. Опір теплопередачі стіни з товщиною самана 300 мм згідно рис.1 становитиме [2].:

$Rq = 1/8,7 + 0,01/0,4 + 0,016/0,13 + 0,05/0,042 + 0,3/0,18 + 0,15 + 0,03/0,35 + 1/23 =$
 $= 3,32 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ (при нормативному значенні для I температурної зони України - $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ [1]).

Для фермерських споруд господарського призначення можливе застосування традиційних прийомів народної архітектури з використанням доступних недорогих місцевих матеріалів: деревини малоцінних порід – верба, тополя, осика, вільха, а також глини, саману. Конструкція стіни згідно рис.2 дозволяє забезпечити теплотехнічні властивості у відповідності до вимог діючих норм [1 с.12].

$Rq = 1/8,7 + 0,05/0,35 + 0,18/0,14 + 0,05/0,35 + 1/23 = 1,72 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ (при нормативному значенні для I температурної зони України $1,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (при $D > 1.5$)

Висновки. Проведені дослідження дають змогу констатувати, що застосування у сучасному малому будівництві України (народна архітектура селянського двору, фермерське господарство, індивідуальне будівництво тощо) традиційних місцевих матеріалів – глини, соломи, очерету, соломи, тощо може бути актуальним в аспекті економічної доцільності, доступності та екологічності. Будівлі та споруди з таких матеріалів можуть відповідати всім сучасним вимогам функціональності, пожежної безпеки, енергоефективності, довговічності та національної естетики. А економічна складова та безперечна екологічність даного виду технологій у поєднанні з місцевими культурними традиціями дає підстави на перспективність такого напрямку у малоповерховому будівництві та сучасній народній архітектурі України.

Література:

1. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель// Мінрегіон України. –Київ, 2017.- 30с.
2. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель //Мінрегіон України. – Київ, 2014.-51с.
3. Гернот Минке. Глинобетон и его применение // Г.Минке. – Калининград: ФГУИПП «Янтарный сказ», 2004. – 232с.

4. ДБН В.1.1-7-2016. Державні будівельні норми України. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги // К. Мінрегіон: 2017. – 47 с.
5. Безух Ю. В. Затишок для тіла і душі // Мелитопольський краєведческий журнал, 2018, № 11, с. 43-53.