



УДК 631.22

О. О. Дереза, к.т.н.

ORCID: 0000-0002-9358-7968

С. В. Дереза, ст. викл.

ORCID: 0000-0001-9797-0967

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

E-mail: derezasv2017@gmail.com, тел: +38(067)-528-66-31

## ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ, БУДІВНИЦТВІ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ТВАРИННИЦЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

**Анотація.** Проведено розгорнутий аналіз сучасних матеріалів і технологій, які найчастіше застосовуються при проектуванні, будівництві та реконструкції тваринницьких приміщень і будівель. Використання таких матеріалів та технологій дозволить спеціалістам раціонально проектувати зовнішні огорожувальні конструкції приміщень і будівель з урахуванням всіх факторів, які можуть вплинути на експлуатацію даних конструкцій. Як наслідок, це дасть змогу збільшити строк експлуатації тваринницьких приміщень, знизити витрату теплової енергії при їх опаленні. Особливо велика увага в статті приділяється правильному застосуванню теплофізичних законів в умовах широкого використання в будівництві нових матеріалів і технологій.

Застосування вказаних матеріалів і технологій при проектуванні, будівництві або реконструкції тваринницьких підприємств, надасть можливість підвищити конкурентоспроможність тваринницької продукції та знизити її собівартість.

**Ключові слова:** тваринництво, енергоресурси, енергоємність, будівельні матеріали, теплопровідність, теплоізоляція.

**Постановка проблеми.** Оцінюючи сьогоденний стан вітчизняного тваринництва, можна зробити висновок, що ця галузь є однією з найбільш енерговитратних. Нині над кожним підприємством нависла загроза паливно-енергетичної кризи, адже енергоносії займають вагомую частину у собівартості продукції тваринництва. Економія енергоресурсів шляхом зниження енергоємності технологічних процесів та перехід на енергоощадні технології – важливі складові собівартості одиниці продукції [1-3]. А оскільки статистика за останні десять років свідчить про те, що частка енергоносіїв у собівартості



продукції тваринництва збільшилася в десятки разів, то питання резервів економії енергоресурсів та впровадження енергоощадних технологій дозволить збільшити вихід продукції на одиницю затраченої енергії. Кожен крок має бути спрямованим на зниження собівартості та енергоємності виробництва одиниці продукції тваринництва [4-6].

*Аналіз останніх досліджень.* Розвиток сучасних будівельних технологій у всіх технічно розвинених країнах світу направлений на розробку ефективних матеріалів, використання яких є економічно доцільним, дозволяє скоротити енергетичні затрати та витрату сировинних ресурсів [7-9].

*Формулювання мети статті.* Метою дослідження є аналіз практичного використання сучасних енергозберігаючих матеріалів та технологій при будівництві і реконструкції тваринницьких підприємств різного виробничого напрямку.

*Основна частина.* Сучасні будівельні матеріали (окрім урахування низьких витрат енергії на їх виготовлення) та технології будівництва на їх основі повинні відповідати наступним вимогам:

- низький коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін;
- теплова інертність стіни;
- конструкція стін повинна створювати можливість дифузії водяної пари;
- гідроізоляція повинна виключати ризик зволоження стін та інших елементів будинку;
- мала енергоємність;
- мала вага будівлі;
- низька ціна і нескладний спосіб монтажу [10-12].

Не менш важливими є і інші характеристики сучасних будівельних матеріалів: їхня звукоізоляція, міцність при ударі, легкість та технологічність демонтажу, можливість утримання в чистоті, вологостійкість, вогнестійкість, світловідбивання, стійкість до напружень, що дозволяє широко використовувати їх для зведення внутрішніх стін [13].

Вартість будівельних матеріалів і виробів складає 50-65% повного обсягу будівельно-монтажних робіт. Вміння оцінювати фізико-технічні властивості та енергоефективність будівельних матеріалів і раціональні області їх використання в будівництві дозволяє провести вибір сучасних матеріалів на базі техніко-економічного аналізу з урахуванням експлуатаційних вимог, зменшення матеріальних та енергетичних затрат [14,15].

Шляхом впровадження будівельного енергетичного менеджменту (енергоефективності) фахівці можуть отримувати більш повну картину, з однієї сторони, – енергозатрат при виготовленні



будівельних виробів, а, з іншої, – споживання енергії в існуючих будівлях. Підставою для проектування енергоощадних будівельних технологій є моделювання енергоємності будівельних процесів на всіх стадіях реалізації інвестицій. Підвищити енергоощадність будівництва можна також через скорочення обсягів споживання енергії на виробництво будівельних матеріалів (табл. 1).

Таблиця 1

## Витрата енергії на виробництво деяких будівельних матеріалів

Матеріали	Витрата енергії, МДж/т
Вітчизняне виробництво	
Портландцемент (мокрый спосіб)	6550
Портландцемент (сухий спосіб)	4046
Шлакопортландцемент	3080
Гіпс будівельний	750
Керамзитовий пісок	885
Пиломатеріали	1040
Будівельний пісок	15
Щебінь природній	99
Товарний бетон класу В25	820
Монолітний залізобетон класу В25 збірний залізобетон	2001
Бетонні блоки	2897
Цегла	1413
Будівельна сталь	2610
Країни Західної Європи	
Пустотілі вироби	1620
Ізоляційна цегла	1800
Черепиця	1800
Силікатна цегла	900
Звичайний бетон	900-1080
Залізобетон	1620-1800
Цемент	3600
Вапно	4320
Газобетон	2700

В сучасному будівництві переважає така конструкція зовнішніх стін, в якій розділено функції термічної ізоляції і несучої здатності. Такий розподіл виникає через різні властивості матеріалів:

- матеріали з добрими теплоізоляційними властивостями мають малу міцність (теплоізоляційні матеріали);
- матеріали з високою конструкційною міцністю і щільною структурою добре поводять тепло, через що погано ізолюють приміщення (стінові матеріали).



Для огорожувальних конструкцій тваринницьких приміщень вибирають матеріали з невеликим коефіцієнтом теплопровідності, але з вищою питомою теплоємністю.

Теплопровідність – один з найважливіших показників, що характеризують теплозахисні властивості матеріалів, за яким визначають їхню належність до групи теплоізоляційних або конструктивно-теплоізоляційних. Зокрема, теплоізоляційні матеріали повинні мати коефіцієнт теплопровідності не більший, ніж  $0,175 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  і середню густину не більш як  $500 \text{ кг/м}^3$  [16,17]. З теплопровідністю пов'язана така важлива характеристика матеріалів, застосовуваних для зовнішніх огорожувальних конструкцій, як термічний опір, або опір теплопередачі.

З метою зниження рівня енергоспоживання будівель і наближення норм енергоспоживання України до норм високорозвинених країн Європи прийнято ряд нормативних документів, однак їхнє впровадження в будівництво є дуже повільним, у зв'язку з відсутністю коштів та механізму контролю за їх впровадженням [18].

Теплові втрати через матеріал перегородок будівлі характеризуються величиною коефіцієнту теплопередачі. Чим більший коефіцієнт теплопередачі перегородки, тим більше втрат тепла через його поверхню, а високе значення величини термічного опору свідчить про добру теплоізоляцію.

Вивчення законів тепло-вологпереносу та повітро-проникання дозволять нашим інженерам раціонально проектувати зовнішні огорожувальні конструкції будівель з урахуванням всіх факторів, які можуть вплинути на експлуатацію даних конструкцій [19]. Як наслідок, це дасть змогу збільшити строк експлуатації тваринницьких приміщень, знизити витрату теплової енергії при їх опаленні. Особливо велике значення має знання та правильне застосування теплофізичних законів в умовах широкого застосування в будівництві нових матеріалів і технологій.

*Стінові матеріали.* Застосування порожнистих керамічних матеріалів дає змогу зменшити товщину зовнішніх стін і знизити матеріалоемність огорожувальних конструкцій на 20-30%, скоротити транспортні витрати і навантаження на фундамент. Відповідно зменшується і трудомісткість зведення стін порівняно з повнотілою цеглою. За точністю розмірів і зовнішнім виглядом цегла та керамічні камені мають задовольняти вимогам зазначеного стандарту. Повнотіла цегла повинна мати водопоглинання не менше, ніж 8% за масою, а порожнисті вироби – не менше як 6%.

Ніздрюватий бетон – це особливо легкий бетон з великою кількістю (до 85% від загального об'єму бетону) дрібних та середніх



повітряних комірок розміром до 1-1,5 мм. Пористість ніздрюватим бетонам надається: а) механічним шляхом, коли тісто, що складається з в'язучого і води, часто з добавкою дрібного піску, змішують з окремо приготованою піною; при затвердінні виходить пористий матеріал, який називається пінобетоном; б) хімічним шляхом, коли у в'язуче вводять спеціальні газоутворюючі добавки; в результаті чого в тісті в'язучої речовини проходить реакція газоутворення, воно спучується і стає пористим. Затверділий матеріал називають газобетоном.

За теплоізоляційними властивостями (за середньою густиною) звичайні пінобетони поділяються на 4 групи:

- теплоізоляційні (300-500 кг/м<sup>3</sup>);
- конструкційно-теплоізоляційні (600-800 кг/м<sup>3</sup>);
- конструкційні (900-1200 кг/м<sup>3</sup>);
- конструкційно-поризовані (1300-1800 кг/м<sup>3</sup>).

До основних переваг використання пінобетону в будівництві можна віднести такі:

- енергоефективність: неавтоклавний пінобетон порівняно з автоклавним пінобетоном або газобетоном дозволяє досягти суттєвої економії електроенергії при його виробництві і експлуатації споруд з його використанням;

- екологічна чистота: нетоксичний, при нагріванні не виділяє шкідливих речовин, що властиво пінопластам та базальтовій ваті; забезпечує сприятливий мікроклімат в приміщенні;

- пожежобезпечність: незаймистий, висока пожежостійкість;

- високі теплоізоляційні властивості: за рахунок пористої структури має низьку теплопередачу порівняно з такими традиційними будівельними стіновими матеріалами, як звичайний бетон, керамзитобетон, цегла; в більшості випадків не потребує додаткової теплоізоляції;

- високі акустичні (звукоізоляційні) властивості: висока звукопоглинаюча здатність на низьких частотах порівняно з бетоном і цеглою; пінобетон широко застосовується як звукоізоляційний прошарок на плитах перекриття в багатопверхових житлових і адміністративних будівлях;

- довговічність: пінобетон з часом тільки покращує свої теплоізоляційні і міцнісні характеристики, що пов'язано з його довгим внутрішнім досяганням;

- економічна доцільність: сировинні компоненти недефіцитні, пінобетон неавтоклавного тверднення має суттєві переваги по вартості виробництва і використання над традиційними будівельними матеріалами; неавтоклавний пінобетон порівняно з автоклавним



пінобетоном або газобетоном дозволяє суттєво знизити затрати на утеплення підлог, горищ і покрівель будинків; суттєво скоротити терміни будівництва; забезпечує 20-25% зниження експлуатаційних витрат на опалення.

*Теплоізоляційні матеріали.* Теплоізоляційними називають будівельні матеріали для теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівель, промислового та енергетичного обладнання й трубопроводів. Ці матеріали повинні мати коефіцієнт теплопровідності, не вищий ніж  $0,17 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ , та середню густину не більш як  $500 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Для виготовлення теплоізоляційних матеріалів витрата палива в 10-11, а трудомісткість у 20-25 разів нижчі порівняно із взаємозамінюваною за тепловим опором кількістю глиняної цегли, а маса готової продукції майже в 20 разів менша.

Світова та вітчизняна будівельна індустрія пропонує сьогодні досить широкий вибір теплоізоляційних матеріалів, кожний з яких має свої технічні характеристики та галузь застосування. Це і пінобетон, і пінопласт, і керамзит, і мінеральна вата, і скловолокно...

До властивостей теплоізоляційних матеріалів висувають ряд вимог: низька теплопровідність; стійкість до коливань температур при експлуатації; однорідність властивостей; оптимальна густина; низький рівень займистості і вибухонебезпечності; міцність при транспортуванні і монтажі; волого та водостійкість; стійкість до атмосферних впливів; стійкість до впливу комах; хімічна стійкість; нешкідливість для людини і тварини.

*Мінеральна вата* – це волокнистий матеріал, що отримується з розплавів гірських порід (зокрема базальту), металургійних шлаків та їх сумішей.

Основною властивістю мінеральної вати (як, до речі, й скловати) є негорючість у поєднанні з високою тепло та звукоізолюючою здатністю, стійкістю до температурних деформацій, негіроскопічністю, хімічною та біологічною стійкістю, екологічністю та легкістю виконання монтажних робіт. Вироби з мінеральної вати належать до класу негорючих матеріалів. Вони ефективно протидіють поширенню полум'я й використовуються як протипожежна ізоляції для вогнезахисту. Мінеральні волокна здатні витримувати температуру понад  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ , однак зв'язуючий компонент починає руйнуватися вже при температурі  $250 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Важливим параметром мінераловатних матеріалів є здатність до збереження своїх геометричних розмірів протягом всього періоду експлуатації. Це запобігає утворенню містків холоду на стиках ізоляційних плит.





Мінеральна вата негігроскопічна, вміст вологи у виробках з неї за нормальних умов експлуатації становить 0,5% від об'єму. Щоб мінімізувати водопоглинання, мінеральну вату, як правило, піддають обробці спеціальними водовідштовхуючими розчинами.

Виробам з мінеральної вати притаманна висока паропроникність. Щоб мінімізувати можливість накопичення парів вологи й утворення конденсату, мінераловатний утеплювач має бути захищеним з внутрішньої сторони пароізолюючим бар'єром. З зовнішньої сторони, навпаки, мають бути створені умови для вільного виходу парів (висихання утеплювача). За нормальних умов експлуатації теплозвукоізоляційні та механічні властивості виробів з мінеральної вати зберігаються на своєму початковому рівні протягом кількох десятків років.

На ринку України широкий спектр мінераловатних утеплювачів представляє ISOVER, в тому числі матеріали для утеплення фасадів «контактним методом» (Fascoterm, Orsil) і фасадів, що вентилуються (Polterm, Ventiterm). Широку гаму (понад 40 різновидів) теплоізоляційних матеріалів з базальтових волокон пропонує й ROCKWOOL. Для навісних фасадів рекомендовано використовувати плити PANELROCK, а для стін – ROCKMUR. Асортимент виробів представлений мінераловатними плитами різної щільності та призначення, рулонними матами для ізоляції трубо- і паропроводів, покриттів для труб, виконаних на замовлення.

*Скловата.* Окрім теплозвукоізоляційних матеріалів з базальту в будівництві широко застосовують матеріали з скловолокна. Цей матеріал за технологією виробництва та властивостями має багато спільного з мінеральною ватою.

Скловатні вироби використовуються поряд з мінераловатними для теплової ізоляції будівельних конструкцій, але окрім цього застосовується для ізоляції холодильного та промислового обладнання, що працює в умовах вібрації, трубопроводів і транспортних засобів. В європейських країнах частка скловолоконних теплоізоляційних матеріалів сягає 65%, однак в Україні вона є дещо нижчою.

Найбільш поширені в Україні утеплювачі зі скловати представлені торговою маркою ISOVER (Фінляндія), що є підрозділом теплоізоляційних матеріалів концерну SAINT- GOBAIN.

*Пінополістирол* (пінопласт) – екологічно чистий, нетоксичний тепло- та звукоізоляційний матеріал. У будівельній практиці цей матеріал застосовується вже протягом 40 років і зарекомендував себе як найбільш економічний та зручний у роботі утеплювач, якому притаманні високі паро та теплопровідні властивості. Стіна з пінополістиролу завтовшки лише 12 см за своїми теплозберігаючими



показниками еквівалентна стіні з дерев'яного бруса завтовшки 50 см, 2-метровій стіні з цегли або 4- метровій стіні з залізобетону.

У полістирольну групу утеплювачів входять такі різновиди ізоляційних матеріалів як пінопласт М20-М30, СТИРОДУР, ІЗОФОМ, СТИРО-ФОМ, СТИРІЗОЛ та багато інших. Всі вони відповідають вимогам чинних норм щодо теплозахисних властивостей будівельних матеріалів і межі їх застосування визначаються міркуваннями пожежної безпеки.

Пінопласт може використовуватися при утепленні стін «легким мокрим» способом, всередині пустотілої цегляної кладки, а також у навісних вентильованих фасадах. Пінополістирольні матеріали використовуються й при спорудженні монолітних будівель в опалубці, що не знімається, тобто методом, який отримав назву «термобудівля».

Низькі температури не впливають на фізико-технічні властивості пінополістиролу. Він зберігає свою форму й при тривалому нагріванні до 90<sup>0</sup>С. Високі теплозахисні властивості матеріалу виключають негативний вплив циклів заморожування-розморожування, які могли б спричинити виникнення тріщин у несучих конструкціях. Це, відповідно, подовжує термін їх експлуатації.

Крім того, зовнішні огорожувальні конструкції з використанням елементів пінополістиролу мають низьку питому вагу, що дає можливість уникнути зайвих витрат на підсилення фундаментів при реконструкції та надбудові існуючих приміщень, а також значно заощадити кошти при новому будівництві.

З вище наведеного витікає, що крім експлуатаційної енергоємності важливе значення при розрахунку вартості будівництва також має енергоємність, пов'язана з виробництвом будівельних матеріалів, їх транспортуванням та працею на будівельному майданчику. При цьому вага будівельних матеріалів є також важливим чинником в процесі аналізу коштів будівництва.

Світовий досвід показує – щоб досягти успіху в реалізації великого проекту, зокрема при будівництві тваринницького підприємства, він повинен відповідати кільком важливим умовам:

- висока швидкість проектування і будівництва;
- проект повинен гарантувати максимальну надійність і довговічність всіх елементів конструкцій (не менше 50 років);
- в проекті повинні використовуватися тільки перевірені часом технологічні рішення, для створення максимального комфорту утримання тварин;
- окупність проекту повинна вписуватися в часовий показник 5-7 років.

Досвід світового будівництва тваринницьких ферм, причому як великих мегакомплексів на 2500-4000 голів ВРХ, так і невеликих на



120-300 голів, говорить про широке використання клеєних дерев'яних конструкцій в самих різних кліматичних зонах (рис. 1).



Рисунок 1. Корівник з клеєних дерев'яних конструкцій

Аналіз причин такої значної популярності клеєних конструкцій дозволив виявити ряд істотних переваг в їх використанні у порівнянні з іншими – металевими, залізобетонними або комбінованими: довговічність в експлуатації і стійкість до агресивного середовища; висока швидкість монтажу конструкцій; можливість зведення конструкцій з довжиною прольоту до 36 метрів; економія на фундаментах за рахунок відносно малої маси конструкцій; відсутність в конструкції зварних швів; оптимальне співвідношення ціни і якості.

Вплив зовнішнього середовища на конструкції в корівнику, порівняно, за своєю дією, схожий з середовищем на хімічному виробництві. Це пов'язано з великим виділенням аміаку і азоту від тварин. В таких умовах експлуатації матеріал, з якого виготовляється каркас, стіни і перекриття повинен відповідати особливим вимогам по стійкості до агресивного середовища. Якщо конструкції виготовляються з металу, то він повинен бути на 100% оброблений методом гарячого цинкування, а це несе подорожчання матеріалів до 30%, і в конструкції завжди залишаться зварні шви, в яких процес корозії проходить удвічі швидше, ніж в звичайному металі.

Виготовлення конструкцій із залізобетону, по-перше дорожче металевих, по-друге вимагає більш потужних фундаментів, що веде до значного подорожчання проекту в цілому.

Клеєні дерев'яні конструкції виготовляються в заводських умовах з двосантиметрової дерев'яної дошки – ламелі. Ламелі спочатку висушуються, потім склеюються епоксидними клеями, і вже готовий виріб проходить обробку складом вогнебіозахисту. Заводська гарантія на обробку виробу – 10 років. Після закінчення терміну гарантії



повторна обробка здійснюється спеціальним складом за допомогою звичайного фарбопульта ще на 10 років і так далі без обмеження.

Конструкція з клеєної деревини практично не піддається впливу аміаку та інших шкідливих газів на відміну від металу, який в перший же рік починає викриватися продуктами корозії і кожні 5 років потребує спеціальної захисної обробки. Тому клеєні дерев'яні конструкції знайшли широке застосування на об'єктах з найскладнішими умовами експлуатації (склади хімічних добрив, корівники, свинарники, пташники). Всі з'єднання в спорудах з клеєних дерев'яних конструкцій – болтові, при цьому шпильки і болти виготовляються з високолегованої сталі і покриваються спеціальним складом на заводі з гарантією від корозії на 50 років. Сільське господарство, зокрема свинарство, активно розвивається, і все більше підприємців-свинарів розмірковують про розширення власного виробництва. Тому стають актуальними питання про реконструкцію і відновлення старих свинарників та про будівництво сучасних свинокомплексів.

*Реконструкція та відновлення старих свинарників.* Головна проблема при реконструкції старих свинарників – це необхідність заміни старого каркасу покрівлі. Оскільки реконструкцію треба здійснити в стислі терміни, щоб не зупиняти на довгий час виробничий цикл з вирощування свиней, використовують конструкції, що швидко монтується. До таких конструкцій відносяться дерев'яні кроквяні ферми. Невелика вага дерев'яної крокви (близько 120 кг при довжині 12 м) дозволяє застосовувати її на старих *стінах* без проведення заходів з підсилення фундаментів і огорожувальних конструкцій.

Значною перевагою використання великопрольотної дерев'яної ферми є можливість створення вільного планування всередині приміщення: можна прибрати внутрішні опори або розширити будівлю і виконати спирання конструкції на зовнішні стіни. Дерев'яними фермами можна перекривати прольоти до 30 м.

Ферма має рівний горизонтальний пояс, по якому легко зробити утеплення та підшити стелю. Горизонтальна стеля зменшить внутрішній об'єм приміщення, а значить зменшить і обсяг повітря, який потрібно обігрівати в холодну пору року. При горизонтальній стелі розподіл повітряних мас відбувається більш природно, ніж при похилій. Тепле повітря знаходиться ближче до тварин, не скупчується під стелею – це ще один плюс до енергоефективності споруди.

*Особливості утеплення в сучасних свинокомплексах.* Принцип утеплення залежить від обраного способу вентиляції будівлі. Виходячи зі світового та європейського досвіду (технологів фірм Big Dutchman, Hogslat, Нака тощо), покрівлю, в основному, утеплюють тільки по стелі, так як приплив свіжого повітря в приміщення йде через стінові клапани. Але є приклади, де чисте повітря всередину



приміщення потрапляє з підпокрівельного простору через перфоровану стелю або стельові клапани, тому там утеплюється весь простір даху, створюючи своєрідну рекупераційну систему.

*Правильний підхід.* Будь-яка конструкція в сучасній будівлі для утримання тварин, потребує інженерного підходу в проектуванні і будівництві. Зокрема дерев'яні кроквяні конструкції для свинарників розраховуються з урахуванням всіх навантажень на покрівлю, що забезпечує їх надійність та міцність. Дерев'яні заготовки проходять вогне- та біозахисну обробку сучасними засобами, що безпечні для людини і тварин. Ферми виготовляються на виробництві, і проходять контроль якості готових конструкцій. На об'єкт приїжджають кроквяні ферми, готові до швидкого монтажу, ця особливість дозволяє монтувати каркас практично за будь-якої погоди в будь-яку пору року.

Фірма «Нака» (Німеччина) та її представництво в Україні ТОВ «Нака.UA» спеціалізується на будівництві та реконструкції свинокомплексів за сучасними енергозберігаючими технологіями. Компанія «BAUER TECHNICS» (Чехія) бере за основу передові наукові дослідження і успішний досвід роботи й розвитку в галузі тваринництва у всьому світі. Тому сучасна тваринницька ферма – це комплекс першокласних технологій.

Для збалансованого функціонування тваринницького комплексу, необхідно володіти відповідними технологіями, достатнім досвідом і спеціалістами високого кваліфікаційного рівня – архітекторами, будівельниками, монтажниками, зоотехніками, генетиками, ветеринарами, скотарями, електротехніками та іншими фахівцями.

Компанія «BAUER TECHNICS» відповідає всім перерахованим вище умовам, завдяки чому компанією вже успішно реалізовано цілий ряд проектів будівництва нових ферм, а також проектів реконструкції існуючих ферм і приміщень.

Усі запропоновані технологічні елементи і комплекти відповідають положенням і законодавству по утриманню тварин як в Чехії, так і в країнах ЄС. Реалізовані проекти в Україні: «Енерготрансінвест» – свиноферма на 1500 свиноматок, «Астарта Київ» – молочно-товарна ферма на 1200 дійних корів.

*Висновки.* Впровадження вказаних заходів, перш за все енергоощадних технологій при проектуванні, будівництві або реконструкції тваринницьких підприємств, надасть можливість підвищити конкурентоспроможність, знизити собівартість продукції та збільшити доходи галузі, що буде привабливим як для виробника, так і для споживача.



## Список використаних джерел

1. Дереза С.В. Визначення основних заходів енергоефективного функціонування агропромислового комплексу України. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 426-431. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/boltjanska1.pdf>
2. Manita I. Y., Komar A. S. Justification of the energy saving mechanism in the agricultural sector. *Engineering of nature management*. 2021. №1(19). pp. 7–12.
3. Boltyansky O. V. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. *MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa*. 2012. Vol. 14, No 3. P. 164-175.
4. Скляр О.Г. Механізовані технології в виробництві сільськогосподарської продукції. Посібник-практикум / О.Г. Скляр, Р.В. Скляр, Н.І. Болтянська. Мелітополь: Люкс, 2019. 303с.
5. Boltyansky O. V., Boltianskyi B.V. Reducing energy expenses in the production of pork. *WayScience*. 2021. P.1. С. 27-29.
6. Serebryakova N., Podashevskaya H. Use of three-dimensional computer visualization in the study of nanostructures. Минск: БГАТУ, 2020. С. 517-519.
7. Skliar A. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol.16. No2, b. P.183-188.
8. Zhuravel D. Integrated approach to ensuring the reliability of complex systems. *Current issues, achievements and prospects of Science and education: Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference*. Athens. 2021. Pp. 231-233.
9. Skliar R., Sklar O. Directions of increasing the efficiency of energy use in livestock. *Current issues of science and education. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference*. Rome. 2021. Pp. 171-176.
10. Skliar A. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Lublin, 2014. Vol.16. No2, b. P.183-188.
11. Boltyansky B. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol.16, No 2. P. 49-54.
12. Дереза С.В. Аналіз причин захворювання корів на субклінічний мастит. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 205-209. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/dereza-1-2020.pdf>
13. Болтянська Н.І. Проектування та монтаж техніки агропромислового виробництва»: курс лекцій / Н.І. Болтянська, Б.В.



Болтянський. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 196 с.

14. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський, О.Г. Скляр. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

15. Болтянська Н.І. Машиновикористання техніки в тваринництві»: курс лекцій / Н.І. Болтянська, Р.В. Скляр. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. 160 с. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/navchannja/pidruchniki-ta-posibniki/mashynovykorystannja-tehnyky-v-tvarynyctvi-lekciji/>

16. Boltianska N. Measures to improve energy efficiency of agricultural production. *Social function of science, teaching and learning: Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference*. Bordeaux. 2020. Pp. 478-480.

17. Болтянський Б.В. Забезпечення комфорту тварин у молочному скотарстві. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 20-24. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/boltjanskyj-b.v.-dereza-o.o.-dereza-s.v.-zabezpechennja-komfortu-tvaryn-u-molochnomu-skotarstvi.pdf>

18. Podashevskaya H. Directions of automation of technological processes in the agricultural complex of Ukraine. Минск: БГАТУ, 2020. С. 519-522.

19. Komar A. Definition of priority tasks for agricultural development. *Multidisciplinary research: The XIV International scientific-practical conference*. Bilbao. 2020. Pp. 431-433.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2021р.

**O. Dereza, S. Dereza**

**Tavriya State Agrotechnological University named after Dmitry Motorny**

## **USE OF MODERN ENERGY-SAVING MATERIALS AND TECHNOLOGIES IN DESIGN, CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF ANIMAL FACILITIES**

### *Summary*

Assessing the current state of domestic livestock, we can conclude that this industry is one of the most energy-intensive. At present, every enterprise is threatened by the fuel and energy crisis, as energy resources play a significant part in the cost of livestock products. Saving energy resources by reducing the energy intensity of technological processes and the transition to energy-saving technologies are important components of the unit cost of production. And since statistics over the past ten years show that the share of energy in the cost of livestock products has increased tenfold, the issue of energy savings and the introduction of energy-saving technologies will increase





output per unit of energy consumed. Each step should be aimed at reducing the cost and energy consumption per unit of livestock production.

The development of modern construction technologies in all technically developed countries of the world is aimed at developing efficient materials, the use of which is economically feasible, reduces energy costs and consumption of raw materials.

The cost of construction materials and products is 50-65% of the total construction and installation work. The ability to assess the physical and technical properties and energy efficiency of building materials and rational areas of their use in construction allows the selection of modern materials based on technical and economic analysis, taking into account operational requirements, reducing material and energy costs. By implementing construction energy management (energy efficiency), professionals can get a fuller picture, on the one hand - energy consumption in the manufacture of construction products, and, on the other - energy consumption in existing buildings. The basis for the design of energy-saving construction technologies is the modeling of energy consumption of construction processes at all stages of investment. It is also possible to increase the energy efficiency of construction by reducing energy consumption for the production of building materials.

The introduction of these measures, especially energy-saving technologies in the design, construction or reconstruction of livestock enterprises, will increase competitiveness, reduce production costs and increase industry revenues, which will be attractive to both producers and consumers.

**Key words:** livestock, energy, energy, building materials, thermal conductivity, thermal insulation.

**Е.А. Дереза, С.В. Дереза**

**Таврический государственный агротехнологический университет  
имени Дмитрия Моторного**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

### ***Аннотация***

Проведен развернутый анализ современных материалов и технологий, которые чаще всего применяются при проектировании, строительстве и реконструкции животноводческих помещений и зданий. Использование таких материалов и технологий позволит специалистам рационально проектировать наружные ограждающие конструкции помещений и зданий с учетом всех факторов, которые могут повлиять на эксплуатацию данных конструкций. Как следствие, это позволит увеличить срок эксплуатации животноводческих помещений, снизить расход тепловой энергии при их отоплении. Особенно большое внимание в статье уделяется правильному применению теплофизических законов в условиях широкого использования в строительстве новых материалов и технологий. Применение указанных материалов и технологий при проектировании, строительстве или реконструкции животноводческих предприятий, позволит повысить конкурентоспособность животноводческой продукции и снизить ее себестоимость.

**Ключевые слова:** животноводство, энергоресурсы, энергоемкость, строительные материалы, теплопроводность, теплоизоляция.