

*В работе рассматривается электрическая модель кондуктометрической клетки. Метод контроля качества воды для своих электрических параметрами. Анализ характеристик ошибок, возникающих при измерении активной и реактивной составляющей проводимости.*

**Контроль качества, электрофизические показатели качества, импеданс, погрешности.**

*In paper the electric model of conductometric cell is examined. The method of water quality control for its electrical parameters is considered. The analysis of the characteristics of errors arising in the measurement of active and reactive component of conductivity.*

**Quality control, the electrical qualitative indexes, impedance, measurement error.**

УДК 677.31

## **ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛІ ІЗ БУДІВЕЛЬНОЇ ПОВСТІ ДЛЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ**

***Е.Б. Алієв, кандидат технічних наук  
Інститут олійних культур НААН***

*В результаті розрахунку теплофізичних властивостей деяких конструкцій сендвіч-панелей із будівельної повсті отримані графіки розподілу температури і точки роси по її ширині. На основі теоретичних досліджень теплофізичних властивостей сендвіч-панелі із будівельної повсті встановлено її раціональний склад «OSB (8 мм) – повсть (20 мм) – прошарок (10 мм) – сталь (0,5 мм)», який характеризується опором теплопередачі і питомими тепловими витратами.*

***Повсть, теплофізичні властивості, сендвіч-панелі, тваринницькі приміщення, температура, теплопередача.***

**Постановка проблеми.** В останні роки при будівництві тваринницьких приміщень знайшли широкого використання трьохшарові сендвіч-панелі. Їх застосування при зведенні капітальних споруд та збірних модульних будівель отримало повсюдне поширення завдяки їх легкій вазі, стійкості конструкції, значній механічній міцності, а також високими показниками шумо- та теплоізоляції [1].

© Е.Б. Алієв, 2015

**Аналіз останніх досліджень.** Наряду з цим не вирішеною проблемою галузі вівчарства в Україні, є використання значних обсягів (3415 т) незатребуваної овечої вовни (грубої, малоцінної та проблемної), яка на сьогодні має низьку закупівельну ціну і приймається фабриками первинної обробки вовни лише великими партіями [2]. Однак, згідно з розробленою в ІМТ НААН механізованою технологією первинної обробки та переробки вовни, обсяги незатребуваної овечої вовни можна переробити в конкурентоспроможну екологічно безпечну товарну продукцію у вигляді будівельної повсті [3], яку можна використати в якості утеплювального матеріалу для сендвіч-панелей. Сендвіч-панелі – великорозмірні конструкції у вигляді трьохшарових елементів, в яких теплоізолюючий шар знаходиться між жорстким покриттям. При всіх відомих перевагах сендвіч-панелі мають ряд недоліків, які пов'язані з матеріалами, що використовуються в їх конструкціях [4].

**Мета досліджень.** Встановити раціональний склад сендвіч-панелі із будівельної повсті для тваринницьких приміщень на основі теоретичних досліджень її теплофізичних властивостей.

**Результати досліджень.** Розглянемо теплофізичні властивості деяких утеплювальних матеріалів, що сьогодні найбільш широко використовуються і, які можна використати в сендвіч-панелях (табл. 1).

### **1. Теплофізичні властивості матеріалів, що використовуються в сендвіч-панелях.**

Матеріал	Щільність	Питома теплоємність	Коефіцієнт теплопровідності	Коефіцієнт паропроникності	Стандартна товщина
	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$C$ , Дж/(кг·°C)	$\lambda$ , Вт/(м·°C)	$\mu$ , мг/(м·год·°C)	$\delta$ , мм
Теплоізоляційні матеріали					
Мінеральна (кам'яна) вата	170-220	0,84	0,041	0,5	50, 100
Пінополістирол	12-45	1,34	0,038	0,03	20, 30,...50
Повсть будівельна	120-160	1,675	0,04	0,34	10, 20,...50
Жорстке покриття					
Орієнтовано-стружкова плита (OSB)	600-650	2,3	0,11	0,01	8, 10,...22
Оцинкована сталь, профільований лист сталі	7800-7850	0,48	58	0	0,5, 0,6,...0,8

З табл. 1 видно, що всі теплоізоляційні матеріали мають практично однакові теплофізичні властивості. Однак, приймаючи до уваги фактор екологічності, можна стверджувати, що найбільш безпечним теплоізоляційним матеріалом є будівельна повсть. Аналіз характеристик жорсткого покриття для сендвіч-панелей (табл. 1) показує, що орієнтовано-стружкова плита (OSB) має більш високі теплоізоляційні параметри ніж оцинкована сталь або профільований лист сталі, однак протилежна ситуація складається із паропроникністю.

Розрахунок теплофізичних властивостей сендвіч-панелі із будівельної повсті зводиться до визначення опору теплопередачі і паропроникності. Розрахунок опору теплопередачі сендвіч-панелі виконано за наступними формулами [5–9]:

– для окремого шару:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (1)$$

де:  $\delta_i$  – товщина шару, м;  $\lambda_i$  – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°C);

– для конструкції, що складається з декількох шарів:

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (2)$$

– загальний опір теплопередачі конструкції з урахуванням теплопереходів у внутрішньої ( $R_{in} = 1/\alpha_{in}$ ) і зовнішньої ( $R_{out} = 1/\alpha_{out}$ ) поверхонь:

$$R = \frac{1}{\alpha_{in}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{out}}, \quad (3)$$

де:  $\alpha_{in}$ ,  $\alpha_{out}$  – коефіцієнти тепловіддачі, Вт/(м<sup>2</sup>·°C).

Первинні вимоги теплозахисту будуть виконані, якщо загальний опір теплопередачі конструкції  $R$  більший ніж величина необхідного опору теплопередачі  $R_{norm}$ , який визначається кліматичними умовами місця будівництва об'єкту, але залежить також від призначення будівлі (житлове, громадське, виробниче) і виду огорожувальної конструкції (стіни, покриття, перекриття, вікна і т.д.) [10]. Ця нерівність забезпечується зміною товщини шарів теплоізоляційних матеріалів в конструкції сендвіч-панелі  $\delta_i$  або використанням матеріалів з різними коефіцієнтами теплопровідності  $\lambda_i$ .

Так, нормативні документи ДБН В.2.6-31:2006 [5] і СП 23-01-2004 [8] передбачають контроль не накопичення пароподібної (конденсованої) вологи виходячи з наступних умов:

1. Не накопичення вологи в сендвіч-панелі за річний період експлуатації. Тобто конденсована волога, що накопичилася в сендвіч-панелі за зимовий період, повинна віддалитися (випаровуватися) за літній період.

2. Не накопичення вологи в огороженні більше визначеної величини  $\Delta W$ , яка регламентується нормами [5, 8].

Забезпечення не накопичення пароподібної вологи в сендвіч-панелі є необхідною умовою проектування теплозахисту. Цю умову можна забезпечити, якщо оперувати величиною опору паропроникності шару:

$$R_{\text{пi}} = \frac{\delta_i}{\mu_i}, \quad (4)$$

де:  $\mu_i$  – коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·°С).

Величину  $R_{\text{пi}}$  окремого шару можна регулювати за рахунок зміни товщини шару  $\delta_i$  або вибору матеріалу з іншим коефіцієнтом паропроникності  $\mu_i$ . При неможливості усунути паропроникність варіюванням вищезгаданих параметрів раціонально використовувати конструкцію із вентиляльованим повітряним прошарком.

Розрахунок теплофізичних властивостей сендвіч-панелі із будівельної повсті проведемо в програмному пакеті Smartcalc [11]. В якості кліматичних параметрів для проведення розрахунків обрано Запорізьку область, клімат якої характеризується рядом параметрів наведених в табл. 2 [10].

## 2. Основні кліматичні параметри Запорізької області.

Параметр	Значення
Температура холодної п'ятиденки з забезпеченістю 0,92, °С	-21
Тривалість опалювального періоду, дiб	166
Середня температура повітря опалювального періоду, °С	0,3
Відносна вологість повітря найбільш холодного місяця, %	85
Умови експлуатації приміщення	A
Кількість градусо-дiб опалювального періоду (ГСОП), °С·добу	3270

В результаті розрахунку теплофізичних властивостей деяких конструкцій сендвіч-панелей із будівельної повсті отримані графіки розподілу температури і точки роси по її ширині (рис. 1 – рис. 5).

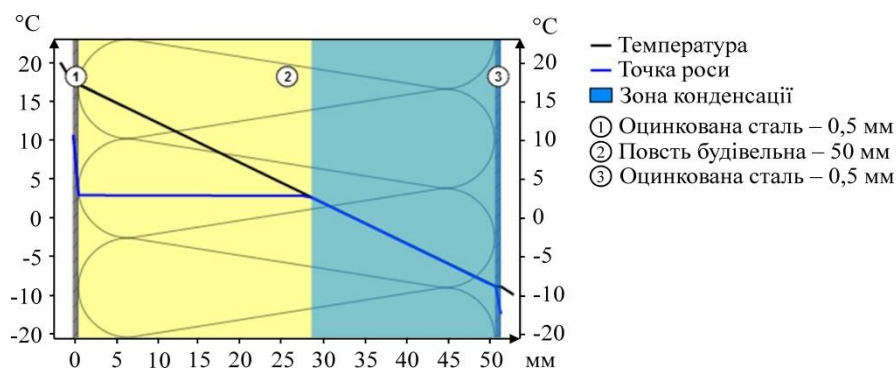


Рис. 1. Розподілу температури і точки роси сендвіч-панелі типу «Сталь (0,5 мм) – повість (20 мм) – сталь (0,5 мм)».

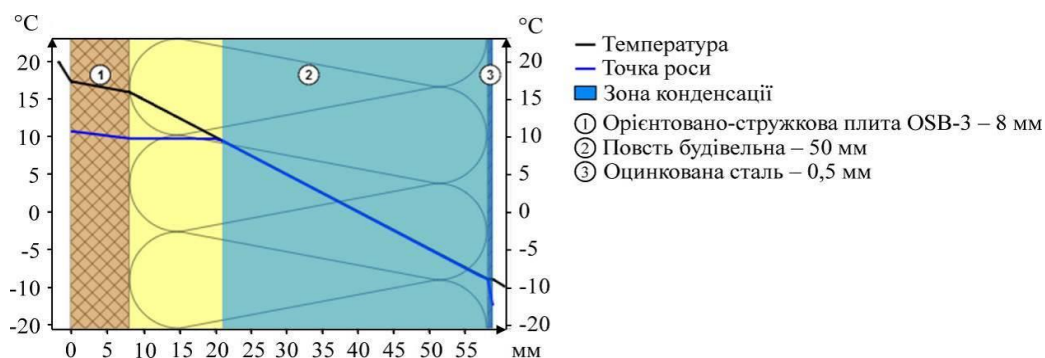


Рис. 2. Розподілу температури і точки роси сендвіч-панелі типу «OSB (8 мм) – повість (20 мм) – сталь (0,5 мм)».

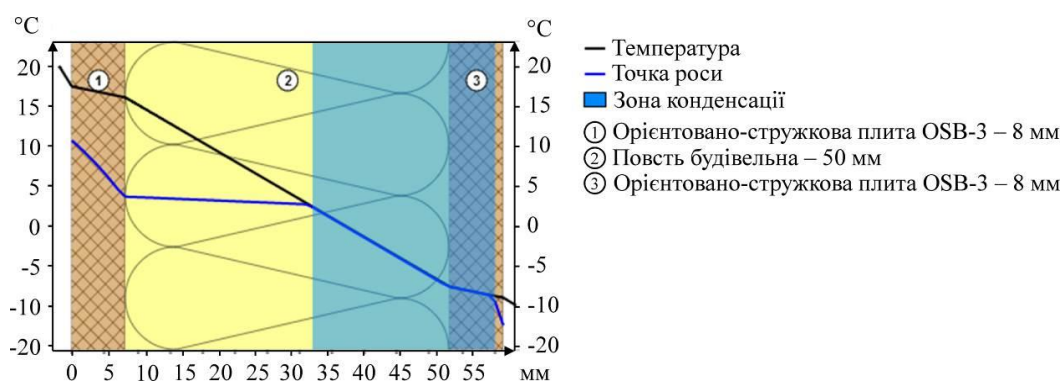


Рис. 3. Розподілу температури і точки роси сендвіч-панелі типу «OSB (8 мм) – повість (20 мм) – OSB (8 мм)».

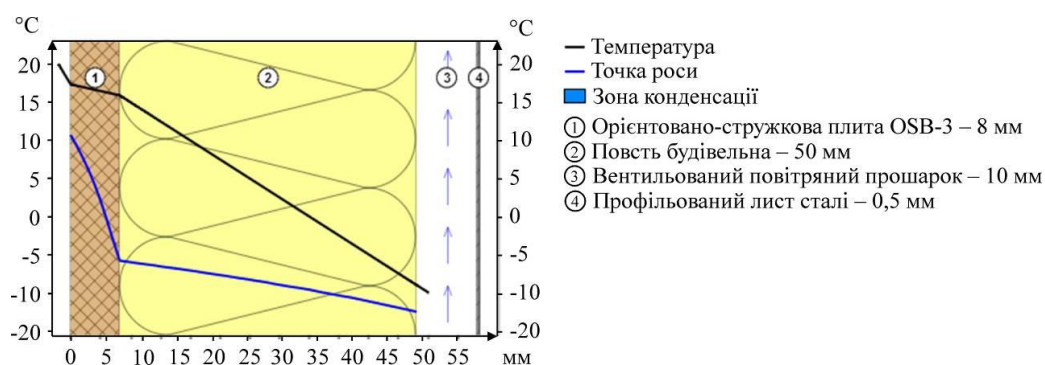


Рис. 4. Розподілу температури і точки роси сендвіч-панелі типу «OSB (8 мм) – повість (20 мм) – прошарок (10 мм) – сталь (0,5 мм)».

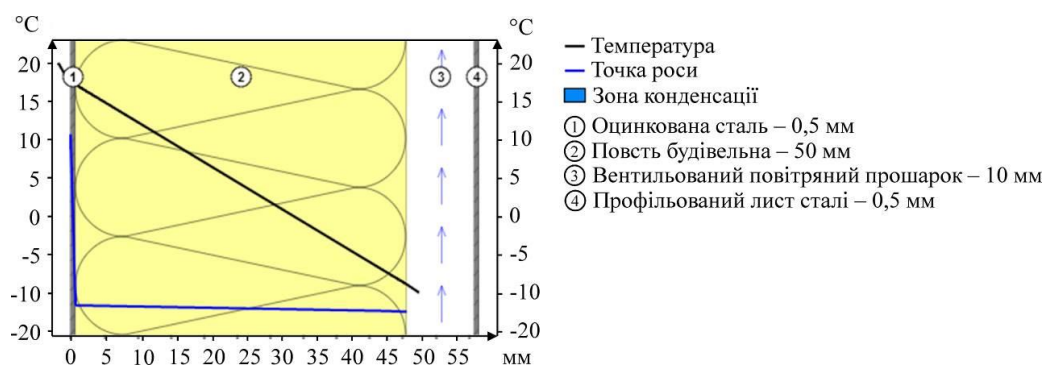


Рис. 5. Розподілу температури і точки роси сендвіч-панелі типу «Сталь (0,5 мм) – повість (20 мм) – прошарок (10 мм) – сталь (0,5 мм)».

Зведені дані теплофізичних параметрів сендвіч-панелей різних типів представлено в табл. 3, з якої видно що найбільш ефективна з точки зору теплопередачі і паропроникності є сендвіч-панель типу «OSB (8 мм) – повсть (20 мм) – прошарок (10 мм) – сталь (0,5 мм)».

### 3. Теплофізичні параметри сендвіч-панелей різних типів.

Тип сендвіч-панелі	Опір теплопередачі	Питомі теплові витрати	Опір паропроникності
	R, м <sup>2</sup> ·°C/Вт	Q, Вт·год/м <sup>2</sup>	R <sub>п</sub> , (м <sup>2</sup> ·Па·год)/мг
Сталь (0,5 мм) – повсть (20 мм) – сталь (0,5 мм)	1,22	16,12	10,15
OSB (8 мм) – повсть (20 мм) – сталь (0,5 мм)	1,28	15,35	0,95
OSB (8 мм) – повсть (20 мм) – OSB (8 мм)	1,35	14,64	0,95
OSB (8 мм) – повсть (20 мм) – прошарок (10 мм) – сталь (0,5 мм)	1,33	14,78	–
Сталь (0,5 мм) – повсть (20 мм) – прошарок (10 мм) – сталь (0,5 мм)	1,27	15,5	–
Вимоги [9,10]			
Санітарно-гігієнічні вимоги	>1,18	<16,72	
Нормоване значення по елементних вимог	>1,6	<12,29	> 2,84
Базове значення по елементних вимог	>2,54	<7,74	

**Висновок.** На основі теоретичних досліджень теплофізичних властивостей сендвіч-панелі із будівельної повсті встановлено її раціональний склад «OSB (8 мм) – повсть (20 мм) – прошарок (10 мм) – сталь (0,5 мм)», який характеризується наступними параметрами: опір теплопередачі  $R = 1,33 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , питомі теплові витрати  $Q = 14,78 \text{ Вт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$ .

### Список літератури

1. *Филипсон Я.А.* Анализ преимуществ и недостатков применения металлических «сэндвич»-панелей в строительстве / *Я.А. Филипсон* // Сборник материалов VI-й Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых /отв. ред. *О.А. Краев.* – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. – С. 169–180.
2. *Сухарльов В.О.* Обґрунтування розроблення техніко-технологічного модуля для виготовлення повсті на місцях виробництва вовни / *В.О. Сухарльов, В.В. Лиходід, І.М. Романцов* // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2010. – Вип. 1 (5, 6). – С. 116–119.

3. Лиходід В.В. Результаты виробничих випробувань малогабаритної плитно-валяльної машини ПВМ-1 / В.В. Лиходід, Е.Б. Алієв, С.І. Павленко, В.В. Івлєв // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2014. – Вип. 144. – С. 196–201.
4. Трескова Н.В. Утепление наружных стен / Н.В. Трескова, А.С. Мареева // Кровельные и изоляционные материалы. – 2012. – № 1. – С. 40–44.
5. ДБН В.2.6-31: 2006 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель [на заміну СНиП II-3-79]: затв. наказом № 301 Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 09.09.2006 р.; чинний від 2007-04-01. – Мінбуд України, 2006. – К.: ДП «Укрархбудінформ». – 71 с.
6. Тепловая защита зданий: СНиП 23-02. – Министерство регионального развития РФ, 2011 – М. – 48 с.
7. ГОСТ Р 54851–2011 (ISO 14683:2007, NEQ) Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчёт приведенного сопротивления теплопередаче: утв. и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2011 г. № 1556-ст. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2012. – 24 с.
8. СП 23-01-2004 Проектирование тепловой защиты зданий [взамен СП 23-101-2000]: введен в действие 2004-06-01. – М, 2004. – 178 с.
9. СТО 00044807-001-2006 Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий: утв. приказом РОИС 21 февраля 2006 г. № 8-12; введён в действие с 1 марта 2006 г. – РОИС, 2006. – М. – 67 с.
10. ДСТУ-Н Б В.1.-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія : затв. наказом № 511 від 16.12.2010 р.; чинний від 2011-11-01. – Мінрегіонбуд України, 2011. – К.: ДП «Укрархбудінформ». – 123 с.
11. *Теплотехнический калькулятор. Расчет утепления и точки росы для строящих свой дом [Электронный ресурс]/ Сетевой ресурс [www.smartcalc.ru](http://www.smartcalc.ru), идея и разработка В.А. Куреев. – Режим постоянного доступа: <http://www.smartcalc.ru/thermocalc>. – Дата последнего просмотра 02.04.2014.*

*В результате расчета теплофизических свойств некоторых конструкций сэндвич-панелей из строительного войлока получены графики распределения температуры и точки росы по ее ширине. На основе теоретических исследований теплофизических свойств сэндвич-панели из строительного войлока установлен его рациональный состав «OSB (8 мм) – войлок (20 мм) – слой (10 мм) – сталь (0,5 мм)», который характеризуется сопротивлением теплопередаче и удельным тепловым расходом.*

**Войлок, теплофизические свойства, сэндвич-панели, животноводческие помещения, температура, теплопередача.**

*Result of calculation of thermal properties of some structures of sandwich panels of the building felt the resulting chart of temperature and dew point in its width. On the basis of theoretical investigations of thermal properties of sandwich panels of the building felt it set a rational structure of «OSB (8 mm) – felt (20 mm) – layer (10 mm) – steel (0.5*

mm)", which is characterized by resistance to heat transfer and specific heat flow.

**Felts, thermal properties, sandwich panels, livestock facilities, temperature, heat transfer.**

УДК 677.057.617

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВАЛЯННЯ ГРУБОЇ ОВЕЧОЇ ВОВНИ В ПОВСТЯНИЙ ПЛАСТ НА МАЛОГАБАРИТНІЙ ПЛИТНО-ВАЛЯЛЬНІЙ МАШИНИ**

***Е.Б. Алієв, кандидат технічних наук***

***Інститут олійних культур НААН***

***С.І. Павленко, кандидат технічних наук***

***Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет***

*Виходячи з умов інтенсифікації процесу валяння грубої овечої вовни в повстяний пласт обґрунтовано геометричні параметри рифлів робочої поверхні верхньої рухомої плити малогабаритної плитно-валяльної машини. З умови максимальної площі дії напруженості, яка виникає в шарі грубої овечої вовни під час навантаження встановлено геометрію рифлів робочої поверхні верхньої рухомої плити малогабаритної плитно-валяльної машини.*

***Вовна, повсть, валяння, математична модель, рифлі, функція.***

**Постановка проблеми.** Аналізуючи результати попередніх експериментальних досліджень [1–4] процесу ущільнення зволоженої грубої овечої вовни було виявлено, що її деформація під дією робочої поверхні верхньої рухомої плити із рифлями відбувається не рівномірно за її товщиною.

**Аналіз останніх досліджень.** Ці спостереження привели до гіпотези про взаємодію робочої поверхні верхньої рухомої плити малогабаритної плитно-валяльної машини із зволоженою грубою овечою вовною, згідно якої використання поверхні із рифлями у порівнянні з плоскою поверхнею призводить до збільшення площі дії напруженості, яка виникає в шарі грубої вовни під час навантаження.

**Мета досліджень.** Обґрунтувати геометричні параметри рифлів робочої поверхні верхньої рухомої плити малогабаритної плитно-валяльної машини.

© Е.Б. Алієв, С.І. Павленко, 2015