

**УДК 504.06**

*Заверуха О. М.,  
zaverukha-oleg@ukr.net, orcid: 0000-0002-5896-892, Researcher ID: G-2380-2019,  
к.х.н., доц., доцент кафедри природничих наук та захисту навколишнього середовища, Львівський  
торговельно-економічний університет, м. Львів*

*Хінальська Т. Р.,  
tanja-sadnicka@i.ua, orcid: 0000-0002-6969-3410, Researcher ID: G-2394-2019,  
старший викладач кафедри природничих наук та захисту навколишнього середовища, Львівський  
торговельно-економічний університет, м. Львів*

*Скоробогатий Я. П.,  
chemistry@lute.lviv.ua, ORCID: 0000-0002-4271-3995, Researcher ID: G-2375-2019,  
к.х.н., проф., завідувач кафедри природничих наук та захисту навколишнього середовища, Львівський  
торговельно-економічний університет, м. Львів*

## **ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГІДНИХ СМОЛ У ГРОМАДСЬКОМУ БУДІВНИЦТВІ**

***Анотація.** У статті розглянуто екологічні питання, пов'язані зі шкідливим впливом фенолформальдегідних смол на стан довкілля і людини, що використовуються при виготовленні ряду будівельних матеріалів громадського будівництва і при їх утилізації. Відомо, що формальдегід відноситься до речовин 2 класу небезпечності і негативно впливає на здоров'я людини. Фенолформальдегідна смола є складовим компонентом будівельних і електротехнічних матеріалів і містить залишкові кількості формальдегіду, що здатні виділятися в навколишнє повітряне середовище протягом значного періоду часу. Нами досліджено в динаміці модельної експлуатації вплив температури на величину емісії формальдегіду із зразків ламінованих деревостружкових плит у навколишнє середовище. Визначали вміст формальдегіду у досліджуваних зразках деревостружкових плит спектрофотометричним методом із хромотроповою кислотою в сірчаноокислому середовищі. Нами встановлено, що в температурному інтервалі 20-50 °С десорбція формальдегіду зростає. Однак величина емісії формальдегіду із досліджуваних зразків за 60 діб при температурі модельного середовища 20 °С була невеликою і становила від 3,05 % до 14,21 %. Ці дослідження показали, що адсорбція формальдегіду на поверхні тирси є значною і залежить від умов середовища, в першу чергу від температурного фактора. Це вказує на суттєвий недолік використання плит ДСП для виробництва корпусних меблів і їх застосування в побуті. Особливим загрозам піддаються виробничі приміщення складів виробників та будівельних супермаркетів і меблевих гуртівень.*

**Ключові слова:** фенолформальдегідна смола, деревостружкова плита (ДСП), фенол, формальдегід.

*Zaverukha O. M.,  
zaverukha-oleg@ukr.net, orcid:0000-0002-5896-892, Researcher ID: G-2380-2019,  
Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Natural Sciences and Environmental  
Protection, Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

*Khinalska T. R.,  
tanja-sadnicka@i.ua, orcid: 0000-0002-6969-3410, Researcher ID: G-2394-2019,  
Senior Lecturer, Department of Natural Sciences and Environmental Protection, Lviv University of Trade  
and Economics, Lviv*

*Skorobogaty Ya. P.,  
chemistry@lute.lviv.ua, ORCID: 0000-0002-4271-3995, Researcher ID: G-2375-2019,  
Ph.D., Professor, Head of the Department of Natural Sciences and Environmental Protection, Lviv University  
of Trade and Economics, Lviv*

## ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE PHENOLFORMALDEHYD RESINS USE IN THE PUBLIC CONSTRUCTION

**Abstract.** The article deals with environmental issues related to the harmful effects of phenolformaldehyde resins on the environment and humans, which are used in the manufacture and disposal of a number of building materials. Formaldehyde is known to be a hazard class 2 substance and has a negative impact on human health. Phenolformaldehyde resin is a constituent of building and electrical materials and contains residual amounts of formaldehyde capable of release into the air over a considerable period of time. We investigated in the dynamics of model operation the effect of temperature on the magnitude of formaldehyde emission from samples of laminated chipboards into the environment. The content of formaldehyde in the samples of chipboard was determined by spectrophotometric method with chromotropic acid in sulfuric acid medium. We found that formaldehyde desorption increases in the temperature range of 20-50 °C. However, the value of formaldehyde emission from the samples tested for 60 days at a temperature of the model environment of 20 °C was small and ranged from 3.05 % to 14.2 1%. These studies have shown that the adsorption of formaldehyde on the sawdust surface is significant and depends on environmental conditions, primarily on the temperature factor. This indicates a significant drawback of the chipboard use for the production of cabinet furniture and their use in everyday life. Particularly threatened are the industrial premises of manufacturers, construction supermarkets and furniture warehouses.

**Keywords:** phenolformaldehyde resin, chipboard, phenol, formaldehyde.

**JEL Classification:** C 91; I 10; J 28; L 69; L79.

**DOI:** <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2020-23-10>

**Постановка проблеми.** У помешканні сучасної людини, громадських закладах, робочих місцях в офісах, а також виробничих приміщеннях на сьогодні міститься значна кількість виробів, що виготовлені з синтетичних полімерних матеріалів. Це в першу чергу меблі, будівельні матеріали, елементи нагрівальної та освітлювальної техніки і т. п. Дослідники відмічають, що у нашому помешканні може нарахуватися кілька десятків чи сотень видів різних, токсичних хімічних сполук як неорганічного, так і органічного походження. В цей перелік [1] входить така речовина синтетичного походження, як співполімер фенолу і формальдегіду, відома під назвою фенолформальдегідна смола. Вона є складовим компонентом будівельних і електротехнічних матеріалів. Такі матеріали здатні випаровувати в навколишнє середовище надлишкові (незаполімеризовані) кількості мономерів фенолу і формальдегіду із вихідних речовин лаків та фарб, меблевого клею, зв'язувальної речовини, що була використана при виробництві деревостружкових плит (ДСП), продуктів деструкції полімерних матеріалів і т. д. Якісний склад повітря на сьогодні в українських приміщеннях є досить невтішним. Значна частина матеріалів на основі деревини (МДФ, фанера, ДСП, ламінат) сильно насичують повітря як фенолом, так і формальдегідом. Дослідженнями встановлено, що практично всі полімерні будівельні та оздоблювальні матеріали, які створені на основі високомолекулярних сполук, в процесі використання і експлуатації можуть виділяти токсичні леткі компоненти, які при тривалій дії можуть несприятливо впливати на здоров'я людини. Формальдегід є надзвичайно летучим, що може призвести його виділення з ДСП в навколишнє середовище протягом 5-6 років. Тому вважається, що меблі та інші вироби з ДСП є еко-

логічно шкідливими. Наслідками впливу таких випарів на організм людини є часті головні болі, прояви алергії, чихання, кашлю, відчуття неприємного задушливого запаху. Перша ознака надмірного вмісту парів формальдегіду в повітрі – характерний різкий запах. Він асоціюється як запах лікарні чи аптеки або ж нових меблів і відчувається вже при концентрації в 10-20 разів менше допустимої за санітарними нормами [2].

Водночас фенол і формальдегід відносять до канцерогенних речовин, що викликають онкозахворювання. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) декларативно визнала деревостружкову плиту (ДСП) канцерогенним матеріалом.

При оцінці екологічної чистоти полімерних будівельних матеріалів керуються такими основними вимогами до них [1]:

- полімерні матеріали не повинні створювати в приміщенні стійкого специфічного запаху;
- виділяти в повітря летючі речовини в небезпечних для людини концентраціях;
- стимулювати розвиток патогенної мікрофлори на своїй поверхні;
- погіршувати мікроклімат приміщень.

### ФЕНОЛ

За даними на 2019 р. світове споживання фенолу має відповідну структуру:

- 45 % фенолу витрачається на виробництво полікарбонатів і епоксидних смол;
- 32 % фенолу витрачається на виробництво фенолформальдегідних смол;
- 15 % фенолу – для виробництва синтетичних волокон – найлону і капрону;
- решта – на виробництво антиоксидантів, поверхневоактивних речовин (ПАВ), лікарських засобів, пестицидів тощо.

**ФОРМАЛЬДЕГІД**

Ця речовина за агрегатним станом є газоподібною і використовується як 40 % насичений водний розчин (формалін). Є сильним антисептиком, викликає денатурацію білка, використовується в медицині для бальзамування і зберігання біологічних матеріалів (анатомічні препарати). В деревообробній і меблевій промисловості широко використовується для виробництва карбамідоформальдегідних смол, що використовуються для виробництва фанери, шпону, МДФ і ДСП. В харчовій промисловості формальдегід відомий як консервант під кодом Е 240 (в Переліку харчових добавок є категорично забороненим для використання на території України) [3].

Незважаючи на такий широкий спектр застосування, формальдегід відносять за токсичністю до 2 класу небезпечності і він є канцерогеном. Навіть низькі концентрації негативно впливають на здоров'я людини, особливо на ЦНС, дихальні шляхи, шкіру, репродуктивні органи, а 15-45 грамів розчину формальдегіду із концентрацією 35% викликають летальні наслідки. В організм формальдегід в основному потрапляє інгаляційним шляхом.

Загальна гранично допустима концентрація формальдегіду становить 0,05 мг/м<sup>3</sup>, середньодобова – 0,003 мг/м<sup>3</sup>, максимальна разова концентрація – 0,035 мг/м<sup>3</sup> [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вимоги до матеріалів для їх сертифікації навіть у Європі є не досить жорсткими, тому використання сертифікованих матеріалів може призвести до суттєвого погіршення якісного стану повітря в приміщенні. Частина провідних європейських фірм вже відмовилася від використання ДСП при

виробництві меблів. У Німеччині встановлено заборону на використання меблевих деревостружкових матеріалів, рівень міграції формальдегіду яких в повітря перевищує 0,124 мг/ м<sup>3</sup> (1 ppm). Цей показник прийнято і країнах-членах Всесвітньої торгової організації (ВТО). Єдиним способом убезпечити себе від небажаних ризиків є проведення якісного дослідження повітря в приміщенні.

До методів контролю стану повітря у приміщеннях, які використовуються в Україні сьогодні, є суттєві застереження. Розрекламовані електронні газові детектори, які використовують для визначення якості повітря в приміщенні, часто спрацьовують на присутність в повітрі сторонньої речовини і не є селективними на фенол і формальдегід. Не досить кращим варіантом є також індикаторні трубки російського виробництва "Імпульс" чи європейські "Drager" (Німеччина) для експрес-аналізу на вміст формальдегіду і фенолу.

Вони призначені для контролю у виробничих приміщеннях повітря. Якщо трубка не показала забруднення, це ще не означає, що вміст формальдегіду в межах норми. Суттєвим недоліком індикаторних трубок є те, що вони реагують не лише на формальдегід, а й на інші речовини – гомологи формальдегіду альдегіди. Тому при позитивному результаті тесту трубки не можна стверджувати про перевищення вмісту тільки формальдегіду, а про перевищення сумарного вмісту альдегідів. Виробники застерігають, що трубки володіють перехресною чутливістю до стиrolу, вінілацетату, ацетальдегіду, акролеїну. І ще один суттєвий недолік трубок – стандартне відхилення у визначеннях становить ± 20-30 %.

*Таблиця 1*

**Характеристика забруднювачів**

Забруднювач	Клас небезпечності	ГДК, мг/м <sup>3</sup>
Формальдегід	2	0,05
Фенол	2	0,01

*Таблиця 2*

**Характеристика індикаторних трубок для визначення формальдегіду і фенолу**

Модифікація індикаторних трубок	Фірма-виробник	ГДК, мг/м <sup>3</sup>
Трубка індикаторна д/в формальдегіду	Імпульс	0,25-1,5
Трубка індикаторна д/в формальдегіду ИТ-СН2О/0,005	Імпульс	0,25-5,0
Трубка індикаторна д/в формальдегіду ИТ-СН2О/0,1	Імпульс	1-100
Трубка індикаторна д/в фенолу ИТ-С6Н5ОН/0,3	Імпульс	0,3-3,0
Трубка індикаторна д/в фенолу ИТ-С6Н5ОН/0,3	Імпульс	2-300
Трубка індикаторна д/в формальдегіду 0,2-2,5, 0,5-5,0 ppm	Drager	0,2-2,5/0,5-5,0
Трубка індикаторна д/в фенолу Dräger Phenol Фенол 1/б 1..20 ppm	Drager	1,0 – 20,0

Попри відмічені недоліки важливою перевагою індикаторних трубок є їх простота у використанні і експрес-аналіз.

Хіміками-аналітиками пропонується ряд методик для кількісного визначення формальдегіду як в синтетичних фенолформальдегідних смолах чи в матеріалах деревообробної промисловості, так і в повітрі житлових чи виробничих приміщень [5-9]. І тут постає проблема в технічному вирішенні питання. Якщо для аналізу на вміст формальдегіду в матеріалах пропонуються методики спектрофотометричного визначення із застосуванням хромотропової кислоти [8], фенілгідрозин гідрохлориду [8-9] чи ацетилацетонного реагента [6], класичний йодометричний метод [7], то для визначень у повітрі на сьогодні чи не єдиним точним методом є метод із використанням сорбційних пробовідбірників та метод газової хроматографії із мас-спектроскопічною детекцією. Цей метод дозволяє виявляти та вимірювати вміст у повітрі в приміщенні не лише альдегіди, а й інші забруднювачі. Однак цей метод потребує унікального лабораторного і апаратного обладнання, що може забезпечити тільки сертифікована і обладнана сучасна лабораторія. В Україні такі послуги надає українська компанія (НСФ "ОТАВА") у співпраці з лабораторією американської фірми Prism Analytical Technologies.

**Постановка завдання.** На основі цих досліджень нами були зроблені висновки про можливість застосування наведених методик у практиці аналізу досліджуваних зразків ДСП для визначення вмісту в них залишкових кількостей формальдегіду

і його міграції в навколишній повітряний простір в динаміці модельної експлуатації. Були апробовані і частково модифіковані запропоновані різні методики для кількісних визначень формальдегіду в деревостружкових матеріалах.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Зразки для аналізів плит деревостружкових ламінованих виробництва кількох вітчизняних виробників (реквізити виробників не наводимо у зв'язку з несанкціонованою рекламою) відбирали в системі будівельних маркетів "Епіцентр" і гуртівень будматеріалів м. Львова. Досліджувані зразки зберігали в герметичній тарі і згідно зі свідцтвом про відповідність вони повинні відповідати чинним вимогам ТУ У 20.2-31147999-003:2002 "Плити деревостружкові ламіновані". Маркували дату відбору зразків і дату надходження в мережу для реалізації, яку встановлювали за супроводжуючими документами.

Було встановлено, що в більшості вихідних відібраних зразків для аналізу вміст формальдегіду практично не перевищував нормативні дані, за винятком окремих зразків (табл. 3).

При цьому слід відмітити, що за датою виробництва зразки № 7-9 були новішими на 3-6 місяців, ніж зразки виробників ХХХ і УУУ, що логічно можна пояснити динамікою емісії в навколишнє середовище формальдегіду з ДСП з часом.

Нами проведена спроба дослідити динаміку протікання емісії формальдегіду протягом модельного терміну експлуатації зразків плит з часом за різних температур. Дані досліджень наведені в табл. 4.

Таблиця 3

**Вміст формальдегіду у вихідних зразках ДСП (плити деревостружкові ламіновані типу К І та ІІ категорії 1 класу емісії формальдегіду Е1)**

Найменування	Виробник	Вміст формальдегіду за нормативом, мг/100 г	Вміст формальдегіду за фактом, мг/100 г
Зразок № 1	ХХХ	< 8	7,2±0,2
Зразок № 2	ХХХ	< 8	7,6±0,1
Зразок № 3	ХХХ	< 8	7,1±0,2
Зразок № 4	УУУ	< 8	6,9±0,1
Зразок № 5	УУУ	< 8	7,8±0,3
Зразок № 6	УУУ	< 8	7,5±0,2
Зразок № 7	ЗЗЗ	< 8	8,6±0,1
Зразок № 8	ЗЗЗ	< 8	8,4±0,2
Зразок № 9	ЗЗЗ	< 8	8,2±0,2

Таблиця 4

## Зміна вмісту формальдегіду у вихідних зразках ДСП з часом при різних температурах

Час витримання, діб	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 5	Зразок 6	Зразок 7	Зразок 8	Зразок 9
	Температура модельного середовища 20 °С								
0	7,20	7,60	7,10	6,90	7,80	7,50	8,60	8,40	8,20
10	7,12	7,3	7,05	6,88	7,75	7,45	8,55	8,38	8,18
20	7,00	6,91	7,01	6,85	7,65	7,35	8,45	8,3	8,1
30	6,93	6,70	6,80	6,75	7,6	7,28	8,35	8,25	8,06
40	6,85	6,55	6,58	6,71	7,53	7,2	8,25	8,15	8,04
50	6,83	6,54	6,55	6,70	7,52	7,18	8,23	8,12	8,00
60	6,72	6,52	6,52	6,70	7,50	7,15	8,05	8,1	7,95
Температура модельного середовища 30 °С									
10	7,00	7,20	7,05	6,85	7,65	7,38	8,52	8,28	8,15
20	6,80	7,15	7,00	6,80	7,60	7,35	8,43	8,25	8,08
30	6,75	6,70	6,75	6,73	7,55	7,25	8,38	8,20	8,06
40	6,70	6,45	6,55	6,71	7,53	7,22	8,23	8,15	8,04
50	6,65	6,34	6,48	6,65	7,50	7,20	8,21	8,12	8,00
60	6,60	6,30	6,45	6,60	7,45	7,17	8,15	8,08	7,93
Температура модельного середовища 50 °С									
10	6,85	7,00	6,80	6,45	7,35	7,00	8,05	8,00	7,85
20	6,55	6,85	6,65	6,30	7,10	6,85	7,80	7,55	7,50
30	6,35	6,50	6,25	6,20	6,85	6,65	7,50	7,05	7,00
40	6,25	6,30	6,00	6,00	6,55	6,40	7,00	6,45	6,85
50	6,07	6,00	5,85	5,80	6,30	6,00	6,51	6,30	6,40
60	6,00	5,52	5,50	5,5	6,00	5,65	6,30	6,10	6,05

В табл. 5 наведені експериментальні дані, що характеризують вплив температури на емісію формальдегіду з досліджуваних зразків ДСП при витриманні в модельному середовищі протягом 60 діб.

На рис. 1-3 показано зміни вмісту формальдегіду у вихідних зразках ДСП при температурах 20 °С, 30 °С і 50 °С. При цьому підвищення температури модельного середовища призводить до збільшення емісії формальдегіду.

Таблиця 5

## Вплив температури на емісію формальдегіду із зразків ДСП

Температура, °С	Емісія формальдегіду із ДСП за витримання в модельному середовищі протягом 60 діб, %								
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 5	Зразок 6	Зразок 7	Зразок 8	Зразок 9
20	6,67	14,21	8,17	2,90	3,85	4,67	6,40	3,57	3,05
30	8,33	17,11	9,15	4,35	4,49	4,40	5,23	3,81	3,29
50	16,67	27,37	22,54	20,29	23,08	24,67	26,74	27,38	26,22

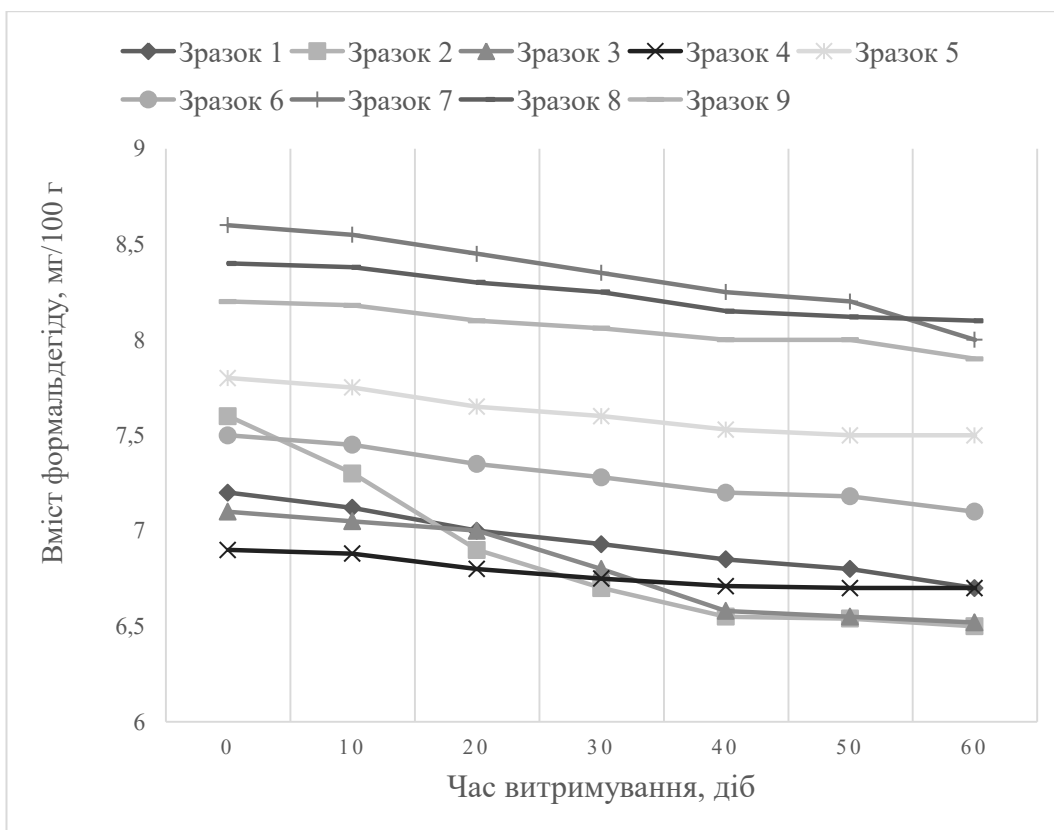


Рис. 1. Зміна вмісту формальдегіду у вихідних зразках ДСП при температурі 20 °С

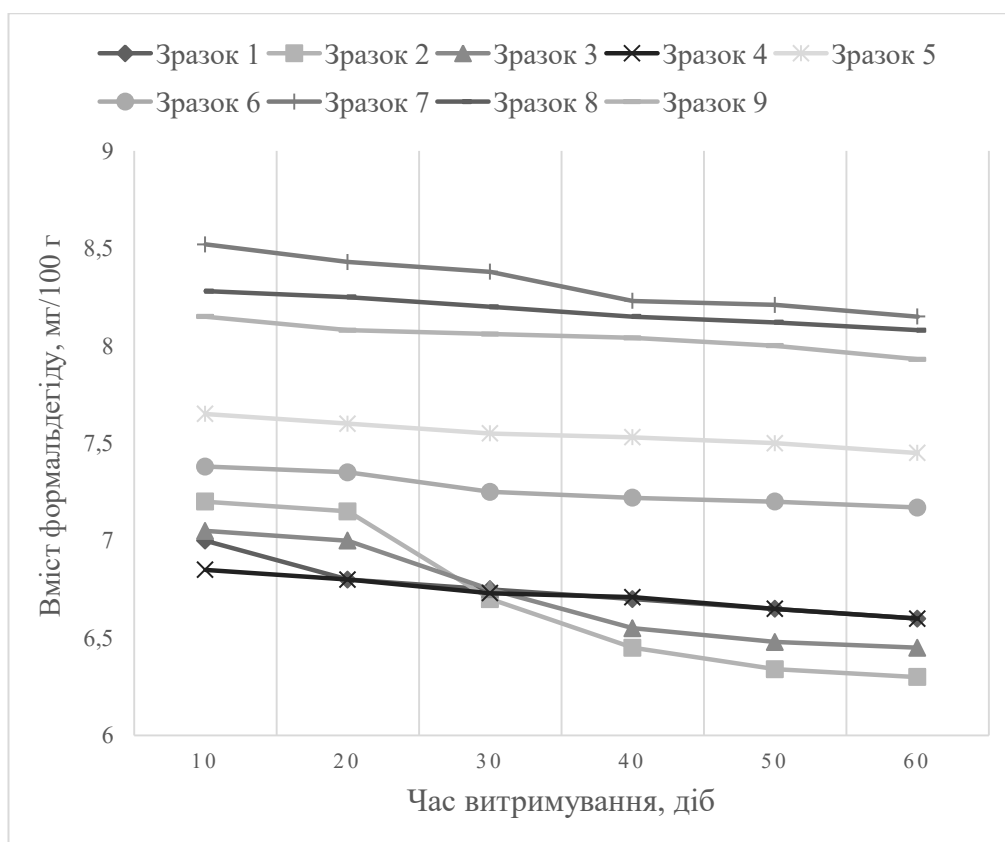
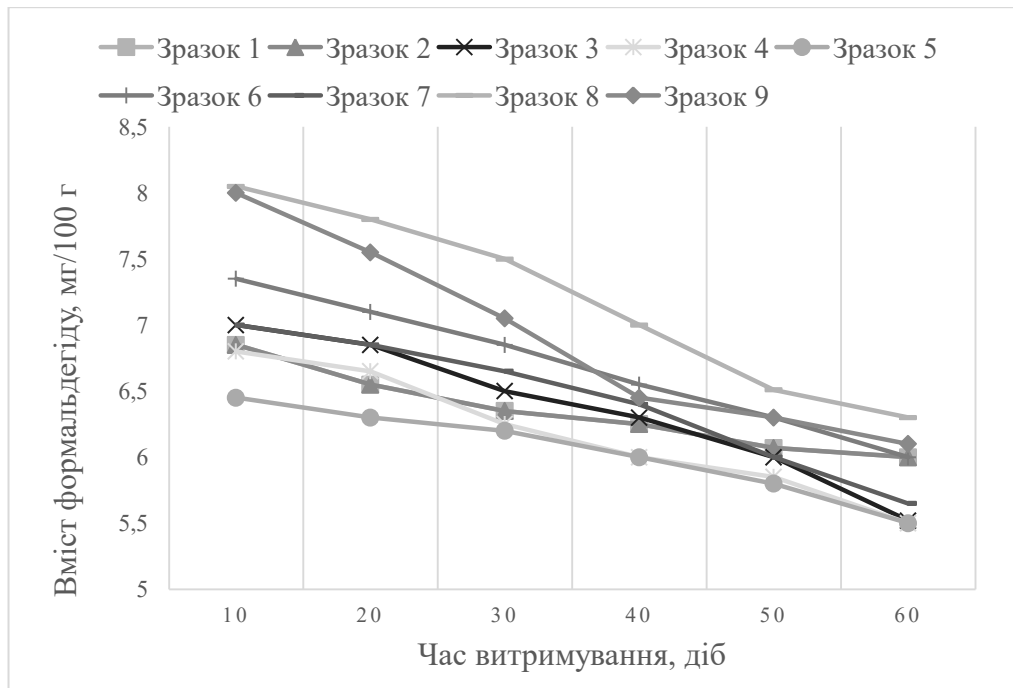


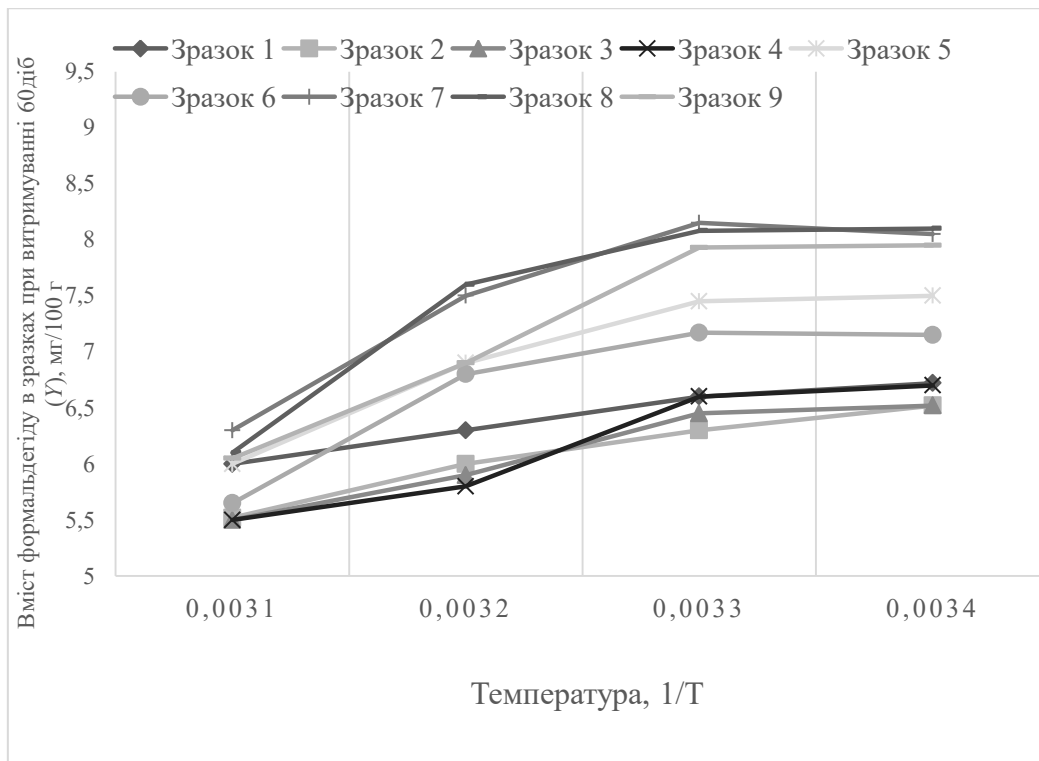
Рис. 2. Зміна вмісту формальдегіду у вихідних зразках ДСП при температурі 30 °С



**Рис. 3.** Зміна вмісту формальдегіду у вихідних зразках ДСП при температурі 50 °С

Рис. 4 ілюструє залежність зміни вмісту формальдегіду у вихідних зразках ДСП при витриманні їх у модельному середовищі протягом 60 діб ( $y$ ) від температури в координатах  $Y = f(1/T)$ . Характер експериментальних залежностей близький до лінійного, що погоджується з теоретичними положеннями хімічної термодинаміки. При цьому тангенс нахилу кута цих залежностей є практично однаковим для всіх досліджуваних зразків, що

підтверджує однакову хімічну природу процесу десорбції речовин з поверхні адсорбента (матеріалу ДСП). Різні величини вмісту формальдегіду ( $Y$ ) у вихідних зразках при заданій температурі свідчать про те, що зразки володіють різною пористістю захисної ламінаційної плівки, що теж впливає на величину емісії формальдегіду з поверхні ДСП.



**Рис. 4.** Зміна вмісту формальдегіду у вихідних зразках ДСП при витриманні в модельному середовищі протягом 60 діб при підвищенні температури

Як показують дані досліджень, що наведені у таблицях 4 і 5, всі зразки володіють сталою емісією формальдегіду в навколишнє середовище. При цьому зміни вмісту формальдегіду в плитах відбуваються повільно – зразки “фонять”. За 60 днів втрати формальдегіду при температурі модельного середовища 20 °С лежать в інтервалі – від 3,05 % до 14,21 %. При цьому слід відмітити, що тільки зразок 2 проявляв підвищену емісію, решта зразків володіли меншою величиною емісії формальдегіду. Можливо, цей факт пов’язаний із внутрішньою текстурою плити або ж пористістю ламінатного покриття. Підвищення температури на 10 градусів (температура середовища - 30 °С) суттєво не вплинуло на величину втрат формальдегіду зразками – величини втрат лежали в інтервалі від 3,81 % до 17,11 %. За температури 50 °С втрати суттєво зросли і лежали в інтервалі від 16,67 % до 27,38 %. Очевидно, це суттєво вплинуло на процес десорбції формальдегіду на поверхні тирси деревини. Однак, як показали дослідження, адсорбція формальдегіду на поверхні тирси є значною і залежить від умов середовища, в першу чергу від температурного фактора.

#### Методика визначення

#### Визначення формальдегіду у водних витяжках з полімерів деревостружкових матеріалів

Наважки подрібнених досліджуваних зразків ДСП поміщають в мірну колбу із дистильованою водою і герметично закривають. Витримують зразки у воді протягом 24 годин і більше в термостатах при температурах 20, 37, 60 °С. Витяжки із зразків фільтрують через скляний фільтр Шота № 3, перші порції фільтрату відкидають. Надалі отримані проби аналізують на вміст формальдегіду, застосовуючи вищеперераховані методики. Нами застосовувалася спектрофотометрична методика з хромотроповою кислотою.

Метод базується на реакції формальдегіду із хромотроповою кислотою (1,8-дигідроксинафталін-3,6-дисульфокислотою) з утворенням в середовищі сульфатної кислоти сполуки пурпурного (червоно-фіолетового) кольору, інтенсивність забарвлення якої пропорційна вмісту формальдегіду в досліджуваному розчині. При цьому протікають такі реакції: спочатку отримується безколовий продукт конденсації, який надалі окиснюється сульфатною кислотою до продукту пурпурного кольору ( $\epsilon=1,2 \cdot 10^4$ ).

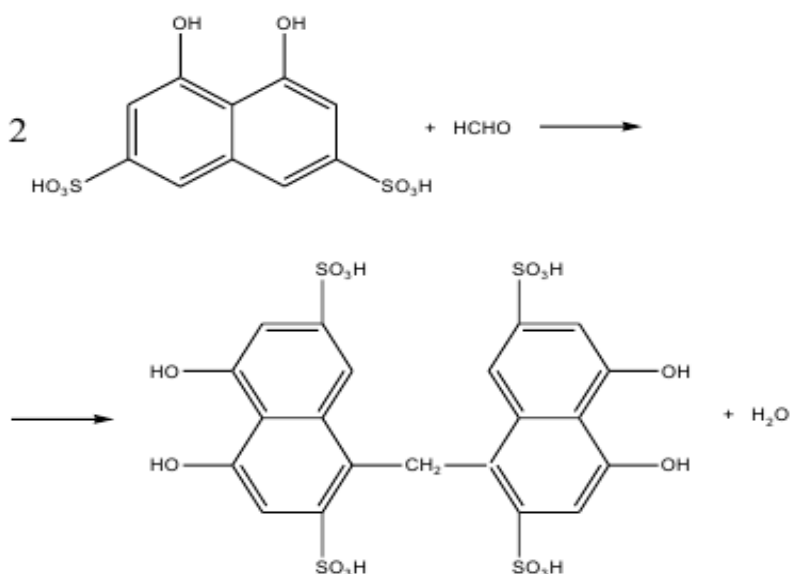
Вміст формальдегіду визначали методом калібрувального графіка.

Стандартний розчин формальдегіду готували розбавленням вихідного 1 %-ного розчину формальдегіду. Вміст формальдегіду в ньому визначають у мг/мл йодометричним методом. Для цього в конічну колбу ємкістю 200 мл вносять 1,0 мл 1 %-ного розчину формальдегіду, додають 10 мл води, з бюретки приливають 10,0 мл стандартного 0,1 N розчину йоду. Потім по краплям додають 20 %-ний розчин натрій гідроксиду до появи блідо-жовтого забарвлення. Через 10 хв. додають 2 мл 10 %-ного розчину хлоридної кислоти до повного виділення йоду, титрують надлишковий йод 0,1 N розчином натрій тіосульфату в присутності 0,5 %-ного розчину крохмалю. Паралельно титрують 0,1 N розчином натрій тіосульфату 10,0 мл 0,1 N розчину йоду. Вміст формальдегіду в 1 мл 1 %-ного розчину формальдегіду визначають за формулою:

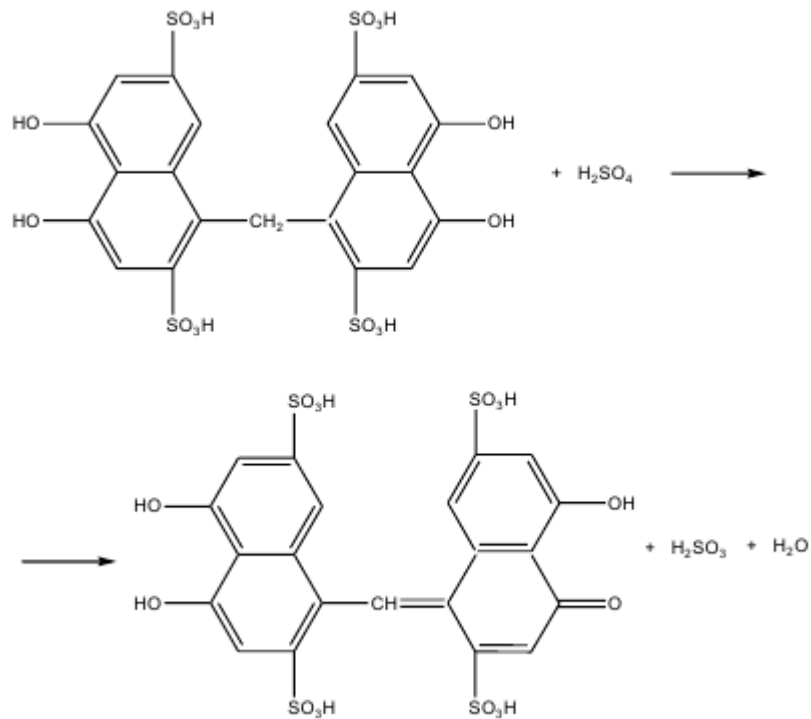
$$X = (V - V_1) \cdot 1,5, \text{ мг/мл,}$$

де V і V<sub>1</sub> – об’єм 0,1 N розчину натрій тіосульфату, витрачений на титрування контрольної і досліджуваної проби, мл;

1,5 – число міліграмів формальдегіду, яке відповідає 1 мл точно 0,1 N розчину йоду.







Після того відповідним розбавленням готують стандартний розчин, який вміщує 1 мг/мл формальдегіду. Термін придатності цього розчину становить до 1 місяця. З нього готують серію стандартних робочих розчинів із вмістом формальдегіду 0,005-0,1 мг/мл безпосередньо перед застосуванням. Калібрувальний графік залежності оптична густина від вмісту формальдегіду будують за спектрофотометричною методикою з хромотроповою кислотою, описаною вище.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Вивчено вплив температурного фактора на величину емісії формальдегіду з ламінованих деревостружкових плит (ДСП), що містять як композити фенолформальдегідні смоли. Виявлено, що ці вироби проявляють негативний екологічний вплив на навколишнє повітряне середовище за рахунок випарів отруйної речовини 2 класу небезпечності формальдегіду. Емісія цієї речовини протікає повільно, і за 60 діб за кімнатної температури втрати не перевищують 15 %. Підвищення температури сприяє виділенню формальдегіду. Однак зразки продовжують ще тривалий час “фонити”. Це вказує на суттєвий недолік застосування плит ДСП для виробництва корпусних меблів. Особливими загрозами є виробничі приміщення складів виробників виробів і будівельних супермаркетів і меблевих гуртівень. Як рекомендації можна пропонувати встановлення в таких приміщеннях засобів вентиляції повітря і зменшення товарних запасів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН А.2.2-1-2003 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств,

будинків і споруд [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zhiva-planeta.org.ua/upload/dbna-a-2-2-1-2003.pdf>.

2. СанПиН 2.1.6.575-96 Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294851/4294851713.htm>.

3. Державні санітарні норми і правила по застосуванню харчових добавок. Наказ МОЗ України № 222 від 23.03.1996 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0715-96>.

4. Державні санітарні норми та правила “Полімерні та полімервмісні матеріали, вироби і конструкції, що застосовуються у будівництві та виробництві меблів. Гігієнічні вимоги”. Наказ МОЗ України № 1139 від 29.12.2012 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0087-13>.

5. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 185 с.

6. Методика измерений массовой концентрации формальдегида в питьевых, природных и сточных водах фотометрическим методом с ацетилацетоновым реактивом. ПНД Ф 14.1:2:4.84-96. Москва, 1996 г. (Издание 2013 г.). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293832/4293832526.htm>.

7. Гуричева З. Г. Санитарно-химический анализ пластмасс / Гуричева З. Г., С. Л. Данишевский. – Л. : Химия, 1977. – 272 с.

8. Ломницька Я. Ф. Склад та хімічний контроль об'єктів довкілля : навч. посібник / Я. Ф. Ломницька, В. О. Василечко, С. І. Чихрій. – Львів : “Новий світ-2000”, 2011. – 589 с.

9. Аналітична хімія поверхневих вод : навч. Посібник / Б. Й. Набиванець, В. І. Осадчий, Н. М. Осадча, Ю. Б. Набиванець. – К. : Наукова думка, 2007. – 456 с.

10. ТУ У 20.2-31147999-003:2002 “Плити деревостружкові ламіновані”.

11. ДСТУ EN 312-1: 2003 “Плити деревостружкові. Технічні умови. Частина 1. Загальні вимоги до плит усіх типів (EN 312-1:1996, IDT)”.

12. ДСТУ EN 312-3: 2003 “Плити деревостружкові. Частина 3. Вимоги до плит, які застосовують всередині приміщень (у тому числі для меблів) для використання у сухих умовах”.

#### REFERENCES

1. DBN A.2.2-1-2003 Sklad i zmina diyal'nosti Komisiyi, shcho isnyuyut' u navkolyshn'omu seredovyshchi (OVNS) pry proektuvanni ta budivnytstvi pidpnyemstv, budynkiv ta sporud, available at: <http://www.zhiva-planeta.org.ua/upload/dbn-a-2-2-1-2003.pdf>.

2. SanPiN 2.1.6.575-96 Hihichni tekhnichni vymohy do okhoplennya atmosfernoho povitrya povitrya naselenykh mist', available at: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294851/4294851713.htm>.

3. Derzhavni sanitarni normy i pravyla, yaki mistyat' postynnyy zapas produktiv. Nakaz MOZ Ukrayiny № 222 vid 23.03.1996 r., available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0715-96>.

4. Derzhavni sanitarni normy ta pravyla “Polimerni ta polimerni materialy, vyroby ta konstruktsiyi, yaki stvoryuyut'sya u budivnytstvi ta vyrobnytstvi mebliv.

Hihiyenichni vymohy”. Nakaz MOZ Ukrayiny № 1139 vid 29.12.2012r., available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0087-13>.

5. Medyko-biologichni vymohy ta sanitarni normy yakosti prodovol'choho syr'ya ta pyshchevykh produktiv (1990), Yzd-vo standartov, M., 185 s.

6. Metodyka vymiryuvannya masovoyi kontsentratsiyi formal'dehida v pit'ovykh, pryrodnykh i stochnykh vodakh fotometrychnym metodom z atsetylatsetonovym reaktivom. PND F 14.1: 2: 4.84-96. Moskva, 1996 h (vydannya 2013 r.), available at: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293832/4293832526.htm>

7. Hurycheva, Z. H. and Danyshevs'kyi, S. L. (1977), Sanitarno-khimichnyy analiz plastmass, Khimiya, L., 272 s.

8. Lomnyts'ka, YA. F. Vasylechko, V. O. and Chykhriy, S. I. (2011), Sklad ta khimichnyy kontrol' ob'yektiv dovhykh: navch. dovidnyk, “Novyy svit-2000”, L'viv, 589 s.

9. Nabivanets', B. Y. Osadchyy, V. I. Osadcha, N. M. and Nabivanets', YU. B. (2007), Analitychna khimichna poverkhnya vody: navch. dovidnyk, Naukova dumka, K., 456 s.

10. ТУ У 20.2-31147999-003: 2002 “Plyty derevostruzhkovi laminovani”.

11. DSTU EN 312-1: 2003 “Plyty derevostruzhkovi. Tekhnichni rechi. Chastyna 1. Zahal'ni vymohy do plytky za typom (EN 312-1: 1996, IDT)”.

12. DSTU EN 312-3: 2003 “Plyty derevostruzhkovi. Chastyna 3. Vymohy do plytky, yaki roblyat' useredyni prymishchen' (z'hadanykh ranishe dlya mebliv) dlya vykorystannya v suchykh vypadkakh”.

*Стаття надійшла до редакції 28 лютого 2020 р.*