



Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника



# СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАРБАМІДО-ФОРМАЛЬДЕГІДНИХ ПІНОПЛАСТІВ



Рій Володимир, аспірант 4 року, кафедра хімії  
Науковий керівник – Курта С.А., доктор технічних наук,  
професор кафедри хімії.

## Мета роботи :

Метою дисертаційної роботи є удосконалення хімічної технології синтезу карбамідо-формальдегідного пінопласту (поропласту) шляхом оптимізації складу та технологічних режимів одержання карбамідо-формальдегідних смол, додаткового введення в КФС ефективних хімічних акцепторів формальдегіду та модифікуючих компонентів з метою зниження емісії вільного формальдегіду, зменшення лінійної та об'ємної усадки і покращення фізико-механічних та теплофізичних характеристик пінопласту на основі КФС матеріалу.

## Предметом дослідження :

Екологічні властивості карбамідо-формальдегідного піноізолу (КФП) та зменшення його токсичності.



Рис. 1. Схема утеплення будівлі із зазначенням основних зон застосування теплоізоляційних матеріалів

## Об'єктом дослідження :

Промислова технологія отримання карбамідо-формальдегідного піноізолу (КФП) з мінімальним виділенням-дифузиею газоподібного формальдегіду.

## Завдання :

Виходячи з поставленої нами мети необхідно було виконати наступні завдання:

1. Розробити методику аналізу газоподібного формальдегіду, що виділяється з КФП та використати для цього автоматичний аналізатор формальдегіду МІС-98170.
2. Провести випробування та вибрати найкращий акцептор формальдегіду для зменшення дифузії викидів газоподібного формальдегіду з КФП до ГДК при його приготуванні та експлуатації.
3. Підбрати та випробувати підвспіювач для зменшення лінійної та об'ємної усадки піноізолу після сушки.



Рис. 2. Лабораторно-промислова установка для приготування та нанесення карбамідо-формальдегідного пінопласту (піноізолу)

### Переваги КФП- карбамідно-формальдегідного піноізолу:

- Дешевизна;
- Хороші теплофізичні характеристики;
- Висока технологічність;
- Дуже низька уявна густина;
- Негорючість;
- Хімічна і біологічна стійкість;

### Недоліки :

- Велика усадка при затвердінні;
- Крихкість;
- Низька механічна міцність;
- Виділення токсичного формальдегіду при їх виготовленні та експлуатації;
- Високе водо- і вологопоглинання, яке приводить до погіршення теплоізоляційних властивостей КФП.

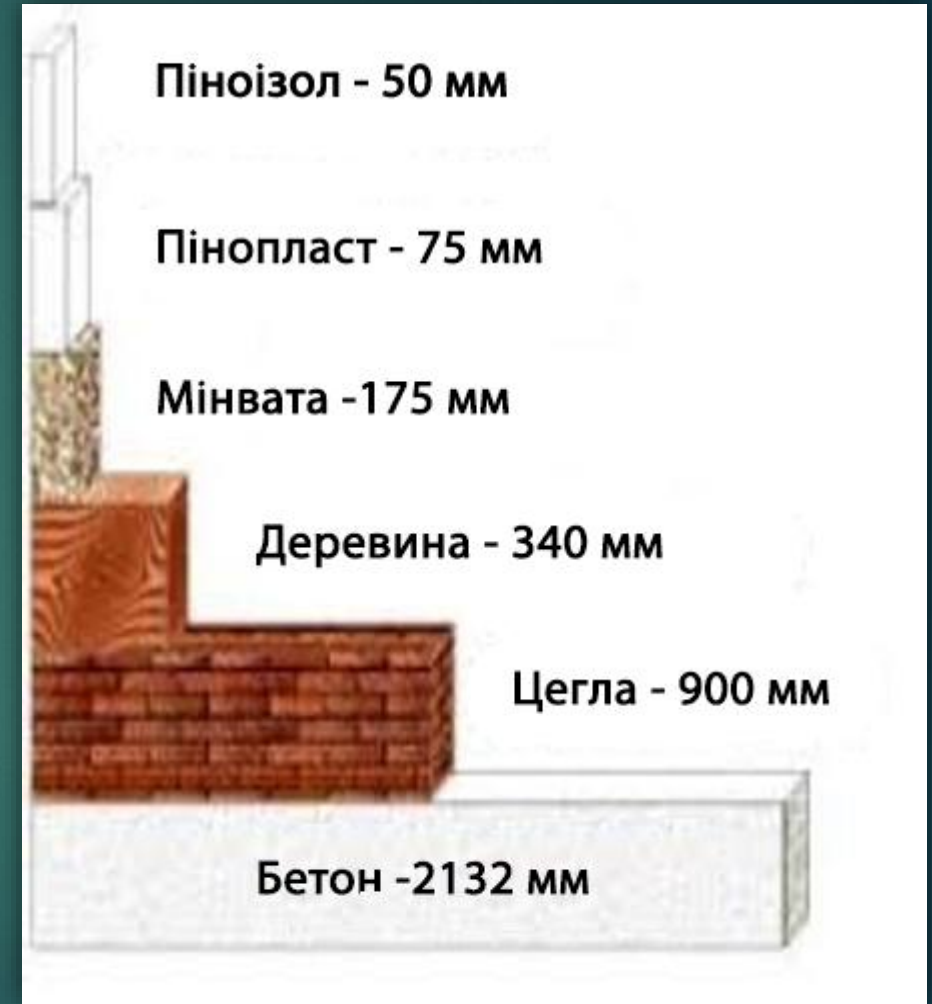


Рис. 3. Порівняння ефективності теплоізоляційних матеріалів за еквівалентною товщиною шару

## Хімічні реакції, які приводять до емісії формальдегіду з піноізолу при приготуванні і використанні:

1.  $\text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HOCH}_2\text{OH}$
2.  $n \text{HOCH}_2\text{OH} \leftrightarrow \text{HO}(\text{CH}_2\text{O})_n\text{H} + (n-1)\text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{RNHCH}_2\text{OH} \leftrightarrow \text{RNH}_2 + \text{CH}_2\text{O} \uparrow$
4.  $\text{RNHCH}_2\text{NHR}' + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{RNH}_2 + \text{R}'\text{NH}_2 + \text{CH}_2\text{O} \uparrow$
5.  $-\text{N}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{N}- \rightarrow -\text{N}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{N}- + \text{CH}_2\text{O} \uparrow$

## Напрямки зниження емісії формальдегіду:

1. Оптимізація технологічних параметрів синтезу смол;
2. Використання хімічних добавок, акцепторів, що зв'язують формальдегід у процесі синтезу смол і пресування ДСП;
3. Використання модифікуючих добавок;
4. Розробка безформальдегідних зв'язуючих;
5. Ламінування деревинних плит;

## Склад піноутворюючої композиції :

1. Карбамідо-формальдегідна смола (дослідні марки КФС-Ж та КФС-Г)
2. Ортофосфорна кислота 74% ( $\text{H}_3\text{PO}_4$  )
3. Алкілбензосульфокислота ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H}$ )
4. Акцептор формальдегіду №1
5. Акцептор формальдегіду №2
6. Підвспінювач ( $\text{CaCO}_3$ )

## Хімічні акцептори формальдегіда :

- 1)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
- 2)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$
- 3)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$
- 4)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- 5)  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- 6)  $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ (меламін)
- 7)  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$ (карбамід)



Рис. 4. Процес нанесення карбамідо-формальдегідного пінопласту (піноізолу) у порожнини стінових конструкцій

## Характеристики карбамідо-формальдегідної смоли марки КПС-Г

№	Назва показників	Вимоги ТУ	КПС-Г
1	Зовнішній вигляд	Однорідна суспензія без сторонніх включень	відповід ає
2	Масова частка нелетких речовин, 105°C, %	51-56	52,58
3	Густина смоли, г/см <sup>3</sup>	1,28±0,1	1,196
4	Концентрація водневих іонів рН	7,5-8,5	7,67
5	Змішуваність з водою при 20°C	1/1	1/2
6	Час желатинізації при 100°C, с	60	82
7	Масова частка вільного формальдегіду, %	0,25	0,266

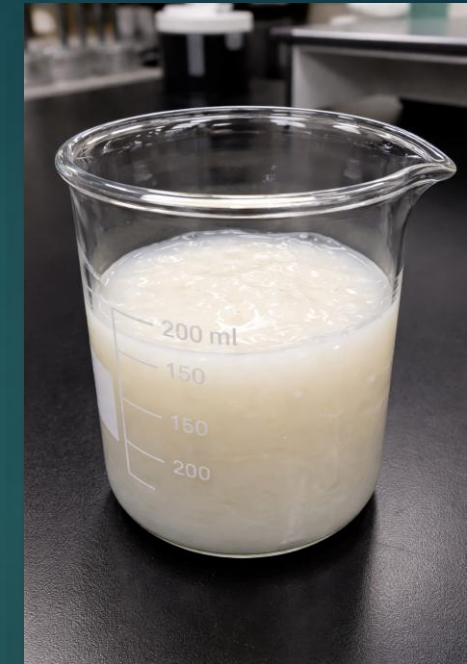
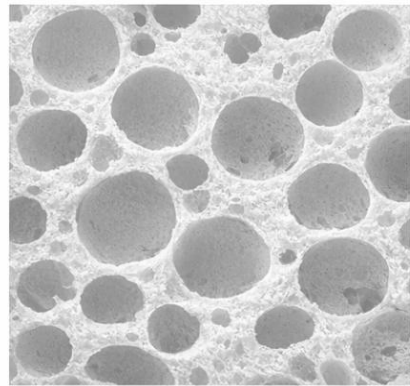


Рис. 5. Карбамідо-формальдегідна смола (КФС) у лабораторному стакані

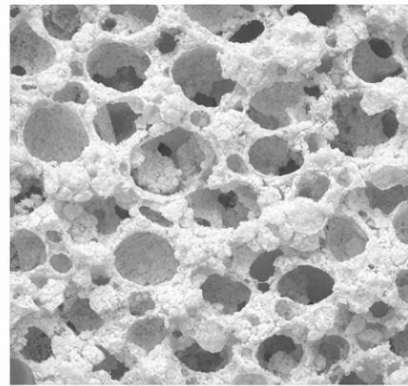
# Курта С.А. Рій В.Р. СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАРБАМІДО-ФОРМАЛЬДЕГІДНИХ ПІНОПЛАСТІВ

## Склад композицій КФП (К1, К6, К6,1)

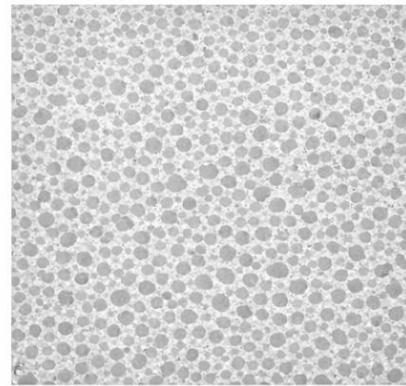
Композиція	КФС (г)	АБСК (г)	H <sub>2</sub> O (г)	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (г)	CaCO <sub>3</sub> гфоб (г)	Густина піни (г/см <sup>3</sup> )
К1	20,89	0,12	20	1,84	0	0,2028
К6	20	0,36	20	3,4	2,5	0,1196
К6,1	20	0,5	20	3	2	0,1025



**Композиція К1**  
(без наповнювача CaCO<sub>3</sub>)



**Композиція К6**  
(з додаванням CaCO<sub>3</sub>)



**Композиція К6.1**  
(модифікований склад)

Рис. 7. Порівняльні схематичні зображення мікроструктури карбамідо-формальдегідних піноматеріалів залежно від складу композиції

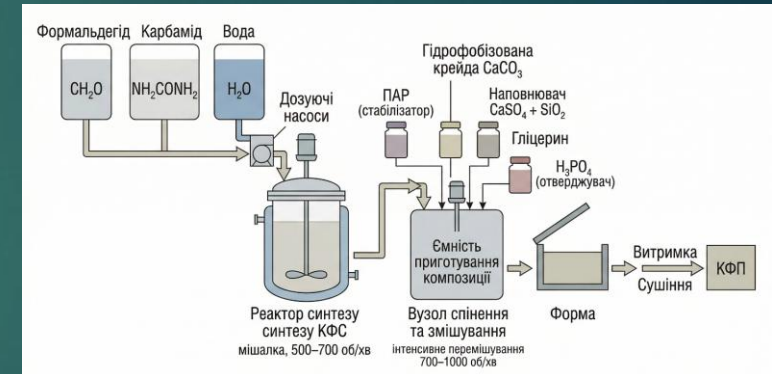


Рис. 6. Схема технологічного процесу синтезу та отримання карбамідо-формальдегідного пінопласту (КФП)

## Хімічні реакції дії акцепторів -нетралізації формальдегіду:

1.  $\text{H}_2\text{NCONH}_2 + \text{CH}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{NCONHCH}_2\text{OH}$
2.  $\text{H}_2\text{NCONHCH}_2\text{OH} + \text{CH}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HOCH}_2\text{NHCONHCH}_2\text{OH}$
3.  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$
4.  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
5.  $4\text{NH}_4\text{OH} + 6\text{CH}_2\text{O} \rightarrow (\text{N})_4(\text{CH}_2)_6 + 10\text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CH}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2 \cdot \text{HCl} + \text{HCOOH}$
7.  $\text{CH}_3\text{NH}_2 \cdot \text{HCl} + 2\text{CH}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{NH}_2 \cdot \text{HCl} + 2\text{HCOOH}$

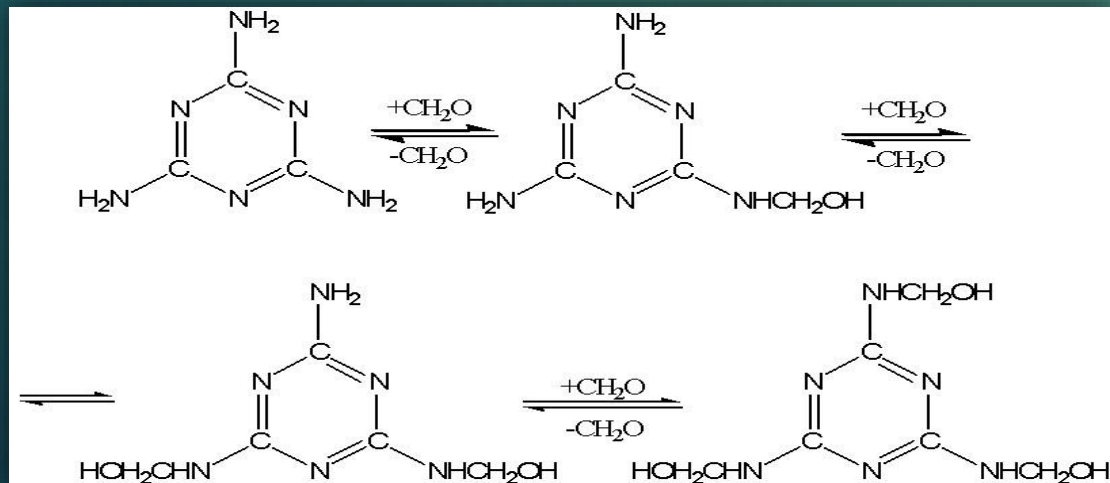


Рис. 8. Схема взаємодії меламіну з формальдегідом з утворенням метилольних похідних



Рис. 9. Процес нанесення теплоізоляційного матеріалу методом напіння на стінові конструкції

## Фото установки для визначення формальдегіду



Рис. 10. Установка для вимірювання вмісту вільного формальдегіду: 1-Штатив; 2-Склянка Дрекслея. 3-Газоаналізатор на формальдегід МІС-98170, 4-Повітрорудка акваріумна для подачі повітря із двома трубками; 5-Зразок КФС або пінопласту в склянці Дрекслея



Рис. 10. Плити теплоізоляційного піноматеріалу



### Емісії (ppm) для ключових композицій

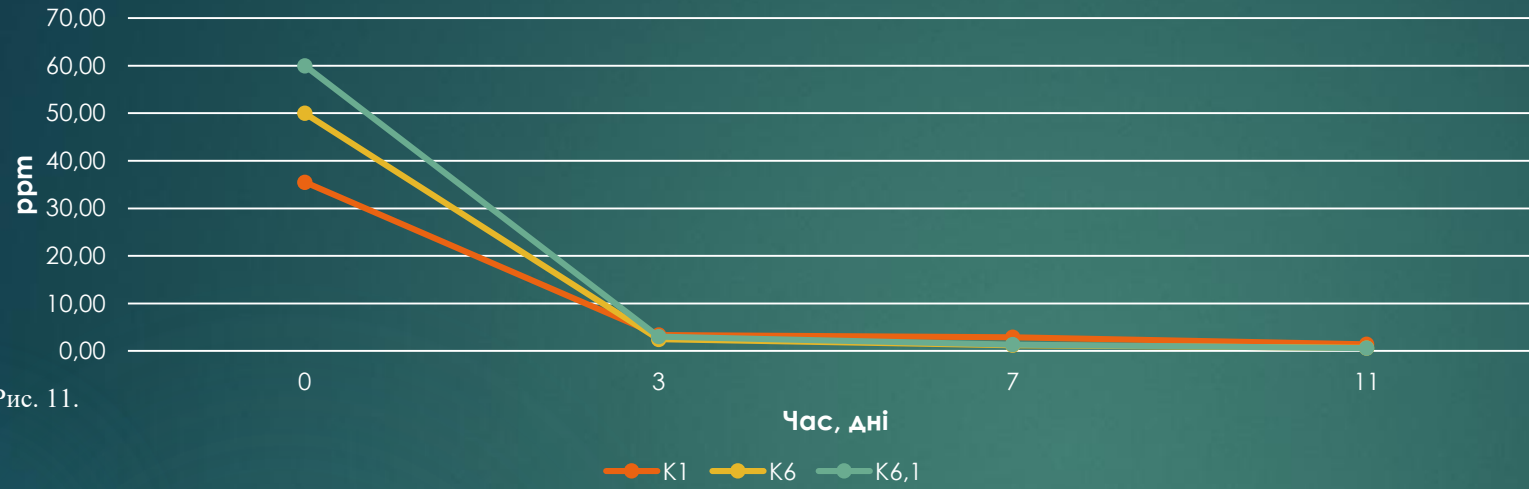


Рис. 11.

### Порівняння емісії формальдегіду з нормативними значеннями

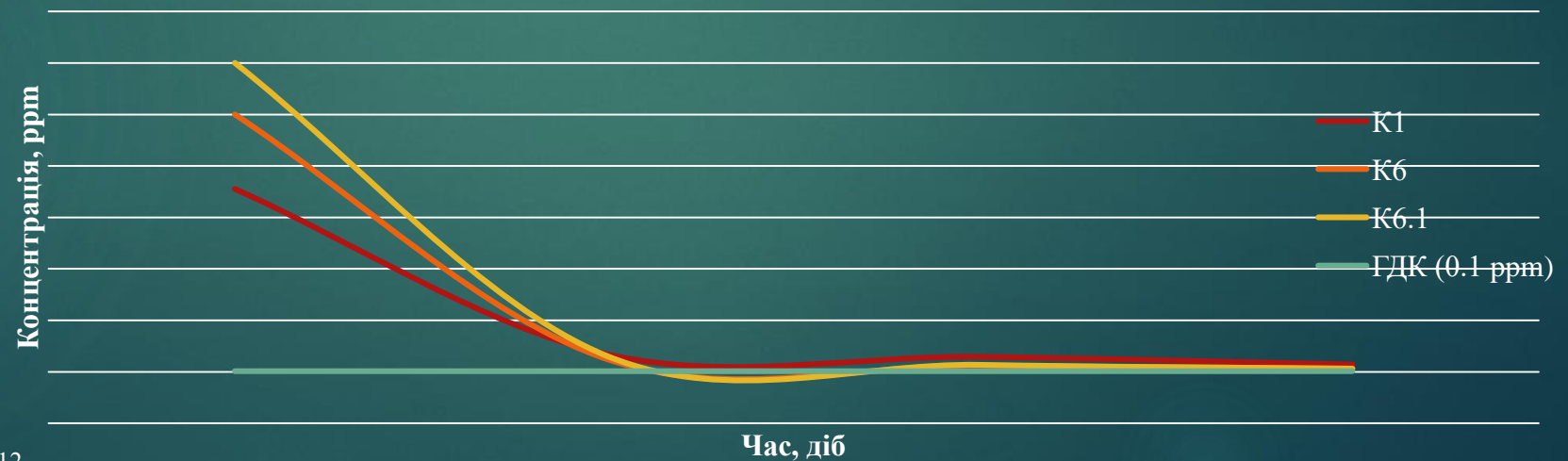


Рис. 12.

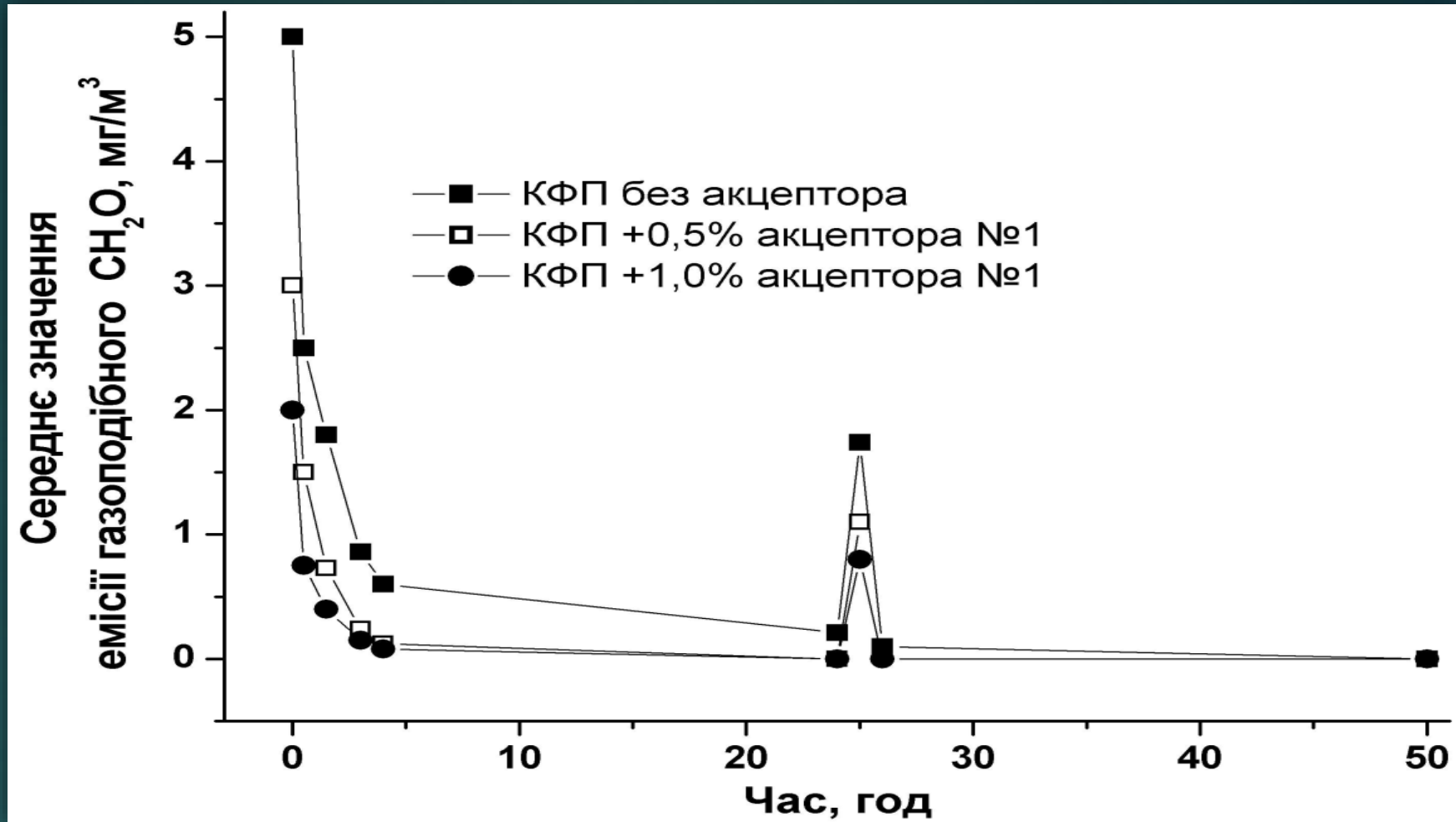


Рис. 13. Графічна залежність емісії газоподібного формальдегіду після приготування та висушування карбамідоформальдегідного піноізола ( $20^\circ\text{C}$ , 24 год), без та з додаванням акцепторів в різній кількості

# Курта С.А. Рій В.Р. СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАРБАМІДО-ФОРМАЛЬДЕГІДНИХ ПІНОПЛАСТІВ



Рис. 14. Рефрактометр PAL-RI для визначення показника заломлення карбамідо-формальдегідної смоли

Характеристики рефрактометра PAL-RI	
Діапазон вимірювань (показник заломлення)	1.3306 – 1.5284
Дискретність	п/з: 0.0001; t: 0.1 °C
Точність виміру	п/з: $\pm 0.0003$ (вода при 20°C); t: $\pm 1$ °C
Температура навколишнього середовища	10 – 40 °C
Температура виміру	5 – 45 °C
Об'єм зразка	0.3 мл
Час виміру	3 секунди
Джерело живлення	2 * ААА
Термін служби батареї	$\approx 11.000$
Міжнародний клас захисту	IP65
Габаритні розміри, вага	55*31*109мм



Рис. 15. Комплект PAL-RI (упаковка) портативного рефрактометра

# Курта С.А. Рій В.Р. СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАРБАМІДО-ФОРМАЛЬДЕГІДНИХ ПІНОПЛАСТІВ

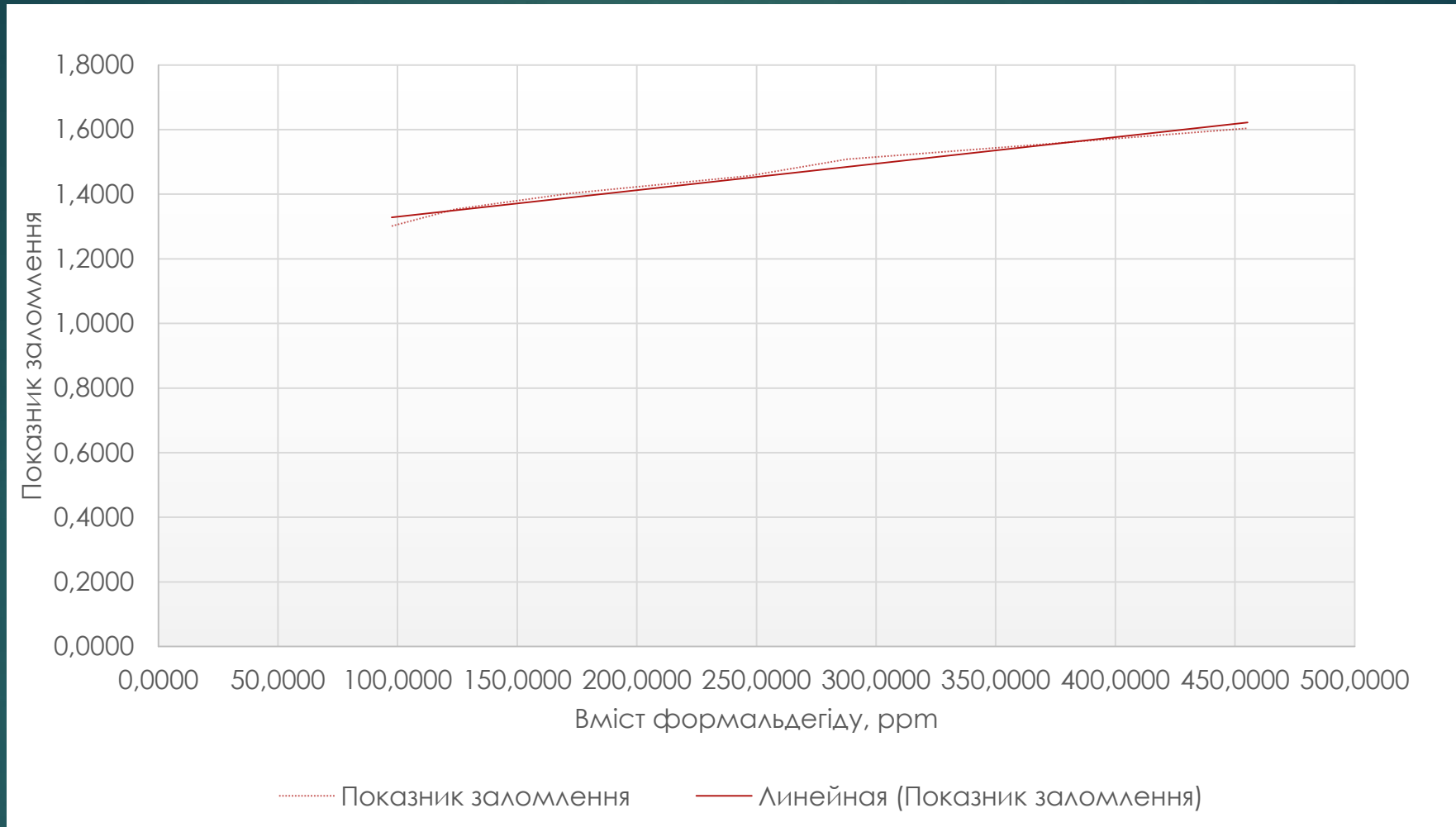


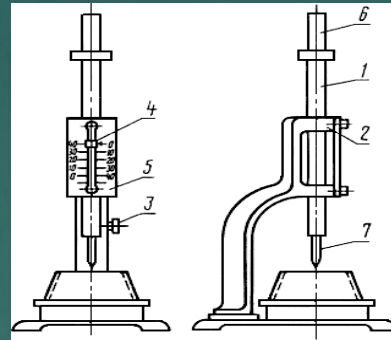
Рис. 16. Графічна залежність вмісту формальдегіду (ррп) в карбамідо-формальдегідній смолі (різних проб) до показника заломлення.

ПРОНИКНІСТЬ ГОЛКИ,  
СМ



Рис. 17. Залежність проникності голки від складу композиції карбамідо-формальдегідного пінопласту

## Твердість за приладом Віка



- 1 – циліндричний металевий стрижень;
- 2 – обойма станини;
- 3 стопорний пристрій;
- 4 – покажчик;
- 5 – шкала;
- 6 – маточка (циліндр-пестик 6);
- 7 – голка ідентор.

Рис. 18. Прилад Віка 1

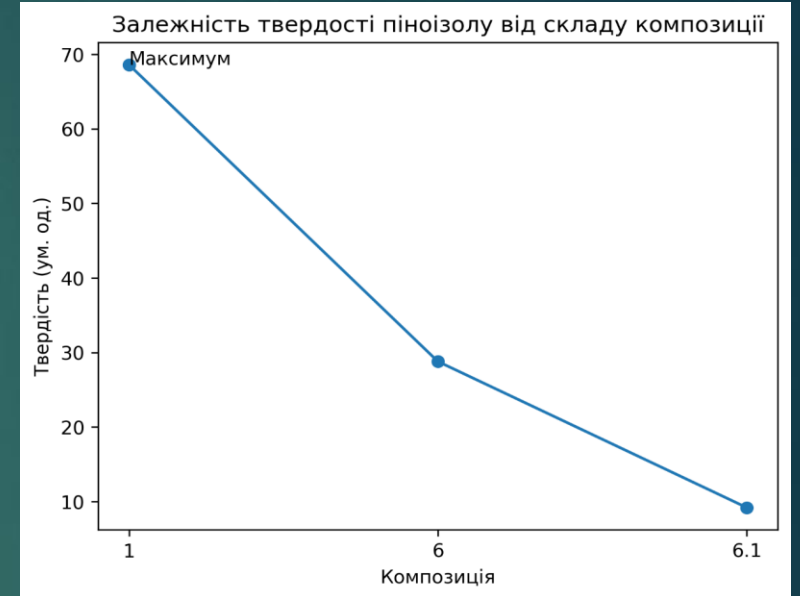


Рис. 19. Залежність твердості карбамідо-формальдегідного пінопласту від складу композиції

Твердість за приладом Віка			
Діаметр голки			0,1см
Маса голки з рухомим стержнем			252г
	К1	К6	К6,1
	0,3	1,2	4,7
	0,2	1,4	5
	0,1	1,3	4,9
<b>Середнє значення:</b>	0,2	1,3	4,9

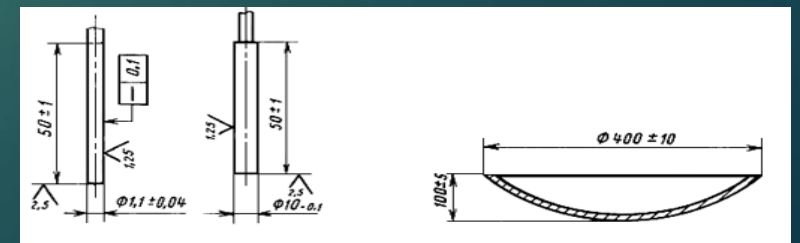


Рис. 20. Ідентор, або голки з приладу Віка та чаша

# Курта С.А. Рій В.Р. СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАРБАМІДО-ФОРМАЛЬДЕГІДНИХ ПІНОПЛАСТІВ

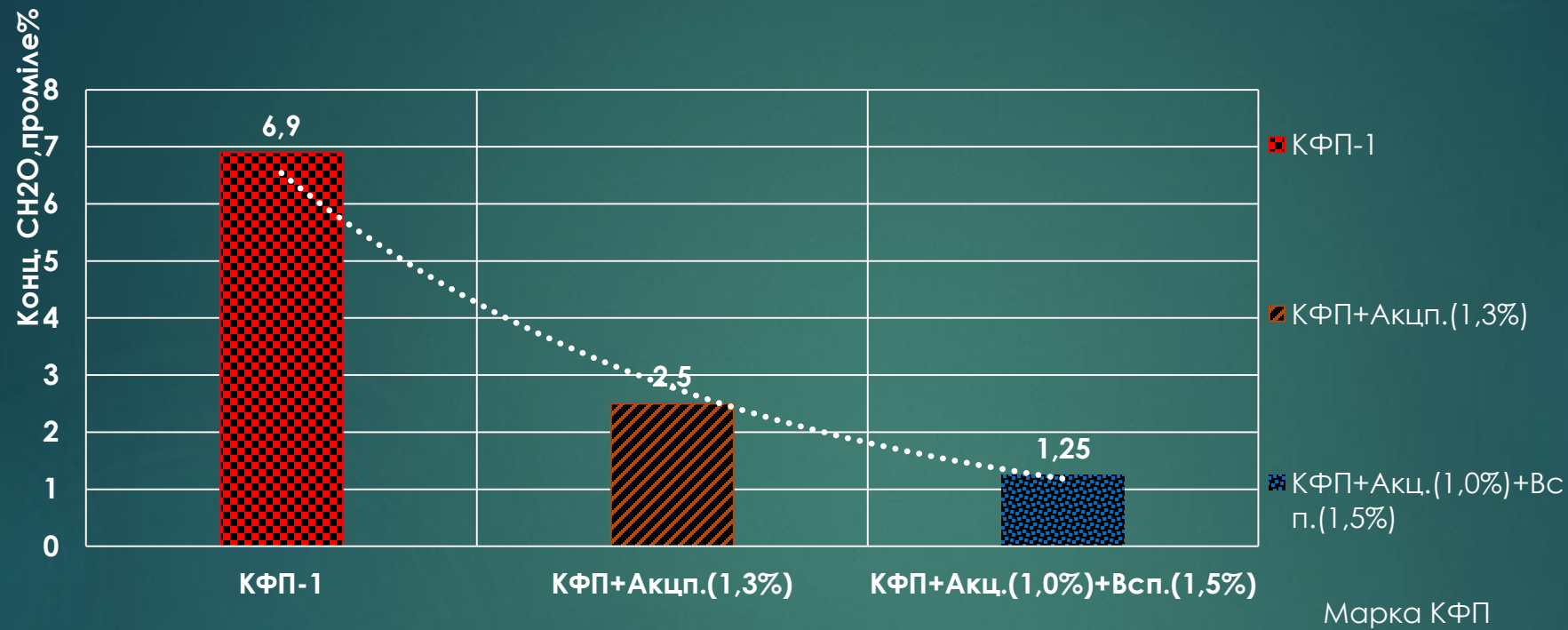


Рис. 21. Залежність емісії (концентрації CH<sub>2</sub>O в проміле-‰(мг/м<sup>3</sup>)) газоподібного формальдегіду (авт.аналіз.МІС-98170) під час виготовлення та сушки промислового піноізолу.(1- піноізол без добавок КФП-1; 2-піноізол з додаванням акцептора формальдегіду КФП-18, 3- піноізол з підвспінювачами та акцептром КФП-11.

# Курта С.А. Рій В.Р. СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАРБАМІДО-ФОРМАЛЬДЕГІДНИХ ПІНОПЛАСТІВ

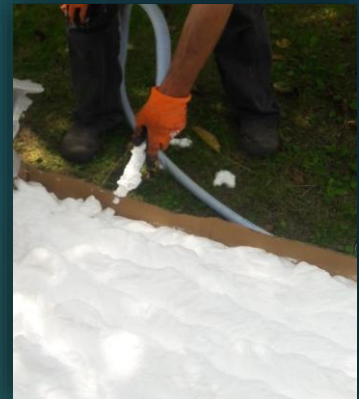
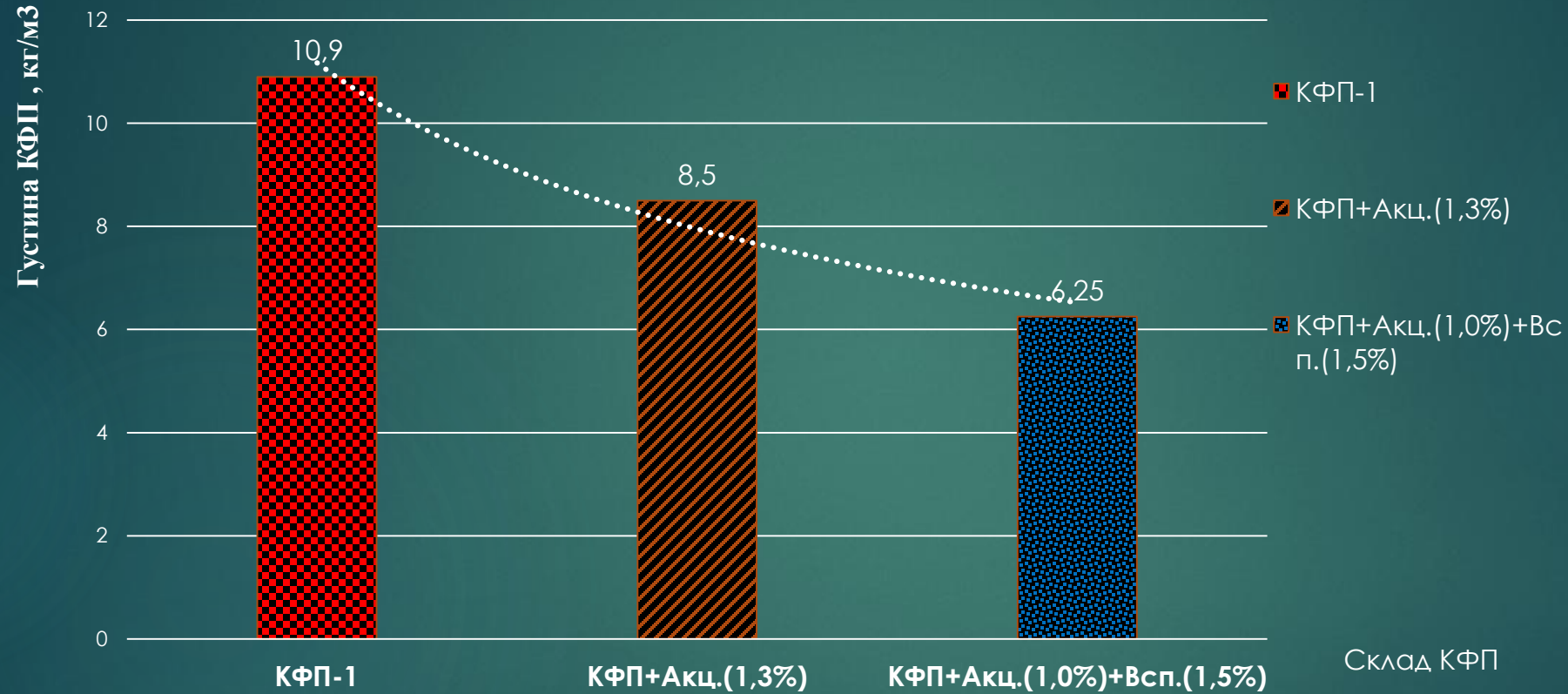


Рис. 22. Залежність густини промислового піноізолу після виготовлення та сушки-48 год, (1- піноізол без добавок КФП-1; 2-піноізол з додаванням акцептора формальдегіду КФП-18; 3- піноізол з під вспінювачами та акцептром КФП

# Курта С.А. Рій В.Р. СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАРБАМІДО-ФОРМАЛЬДЕГІДНИХ ПІНОПЛАСТІВ

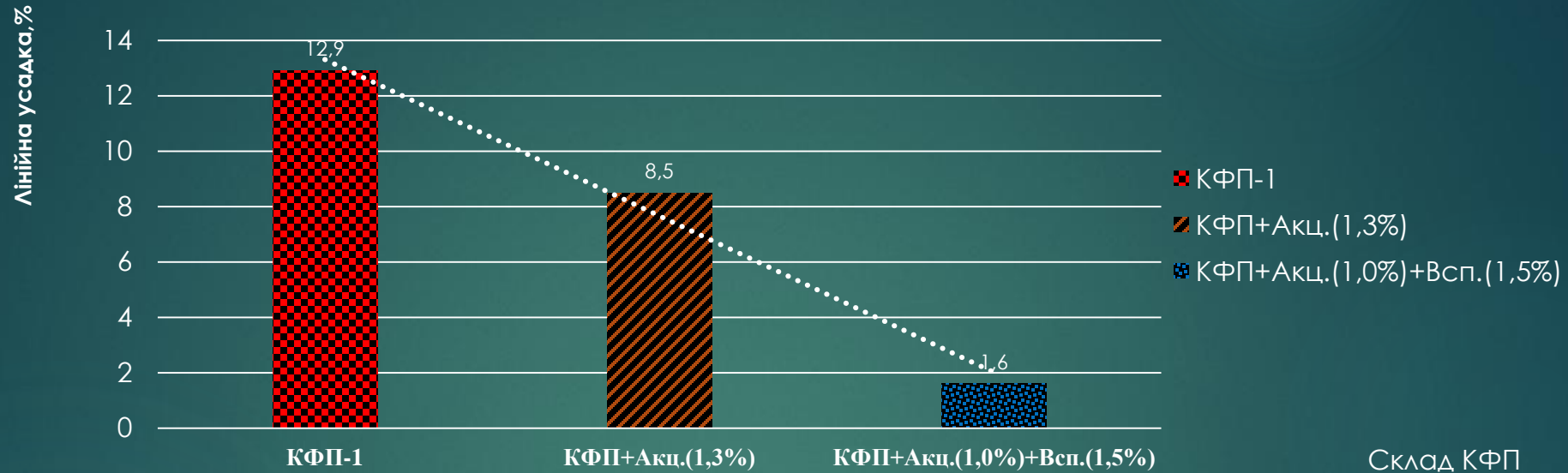


Рис. 23. Залежність лінійної усадки промислового піноізолу після виготовлення та сушки-48 год, (1- піноізол без добавок КФП-1; 2-піноізол з додаванням акцептора формальдегіду КФП-18; 3- піноізол з підспінювачами та акцептром КФП-11.

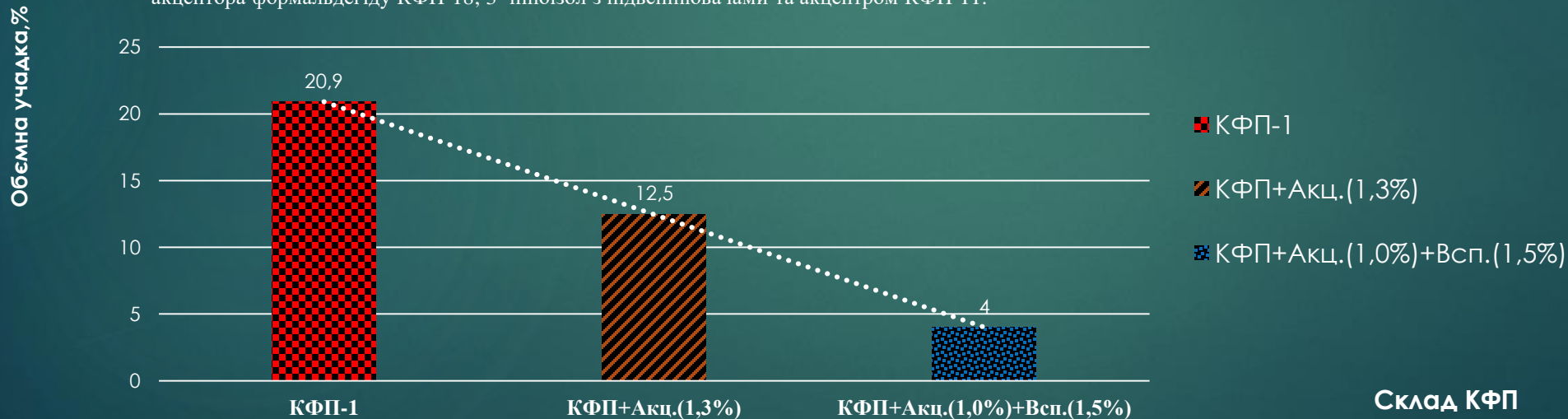


Рис. 24. Залежність об'ємної усадки промислового піноізолу після виготовлення та сушки-48 год, (1- піноізол без добавок КФП-1; 2-піноізол з додаванням акцептора формальдегіду КФП-18; 3- піноізол з підспінювачами та акцептром КФП-11



Рис. 25-26. Зразки карбамідо-формальдегідного пінопласту після формування у формах

### Залежність густини від вмісту $\text{CaCO}_3$

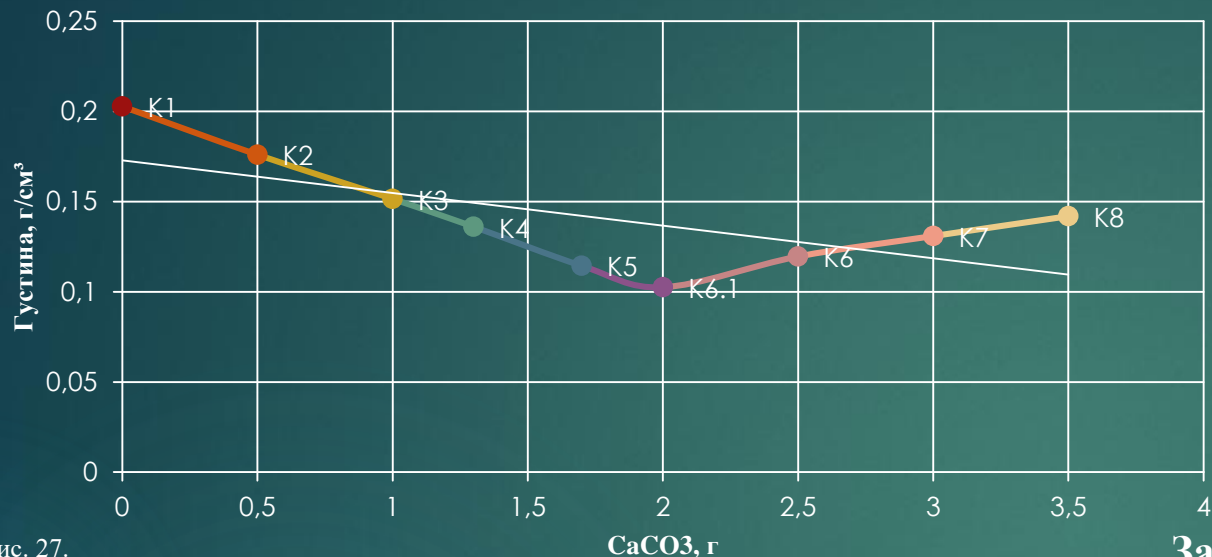


Рис. 27.

Зі збільшенням вмісту  $\text{CaCO}_3$  спостерігається зменшення густини карбамідо-формальдегідного пінопласту до певного моменту. Це пояснюється інтенсифікацією процесу газоутворення (виділення  $\text{CO}_2$ ), що сприяє формуванню більш розвиненої пористої структури матеріалу.

### Залежність усадки від вмісту $\text{CaCO}_3$

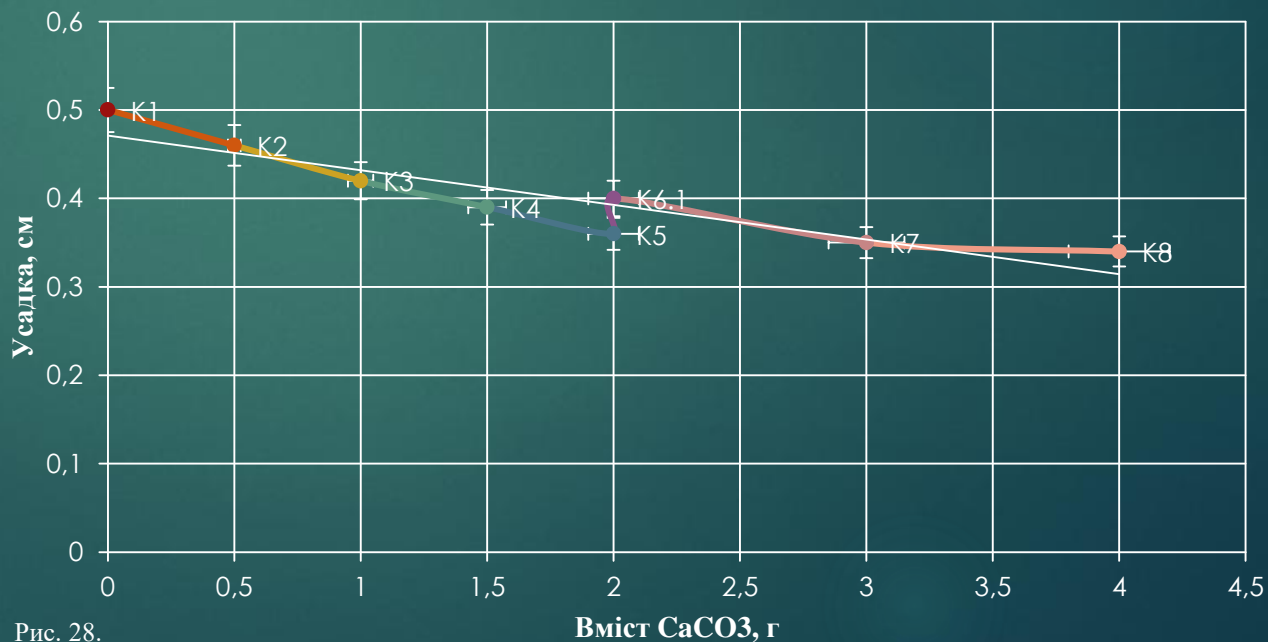


Рис. 28.

Введення оптимальної кількості  $\text{CaCO}_3$  дозволяє зменшити усадку матеріалу. Це пов'язано з тим, що мінеральний наповнювач підвищує жорсткість структури та перешкоджає її деформації.

### Узагальнений склад КФП (без акцептора)

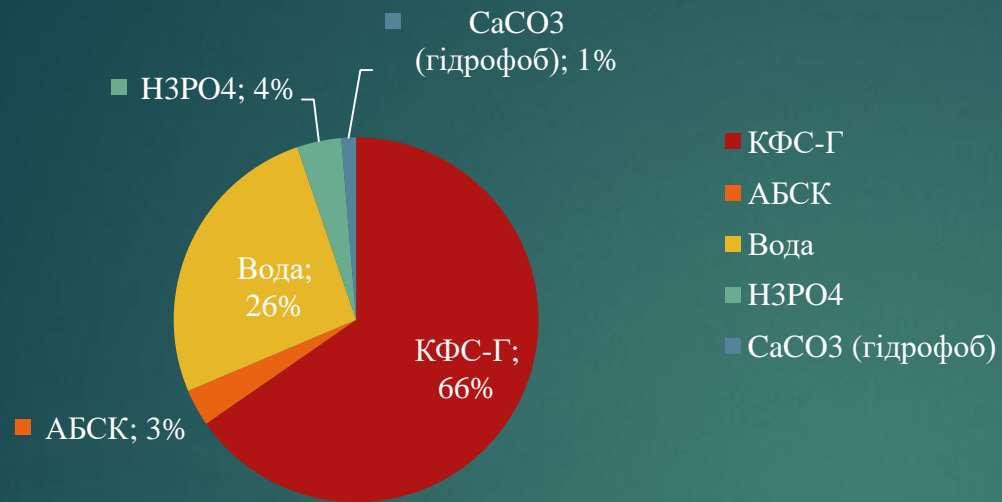


Рис. 28.

### Узагальнений склад КФП (з акцептором)

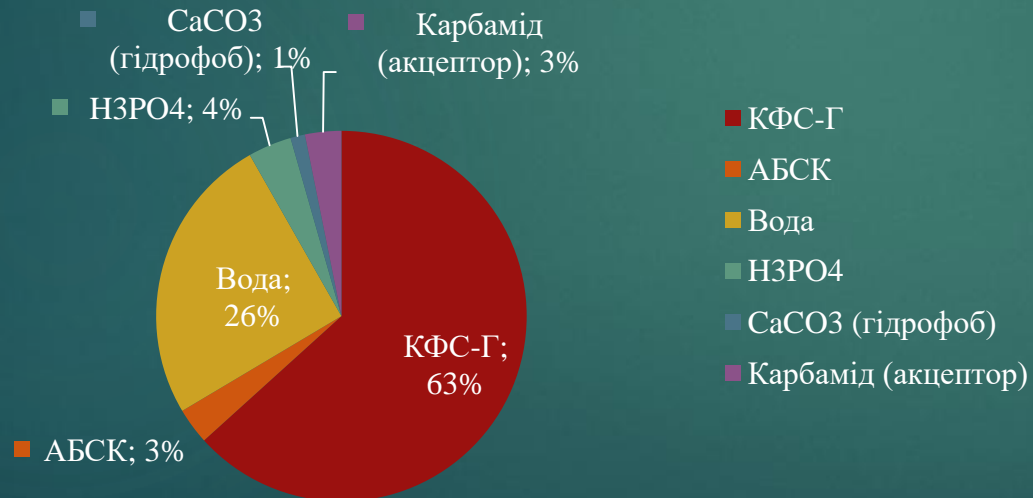


Рис. 29.

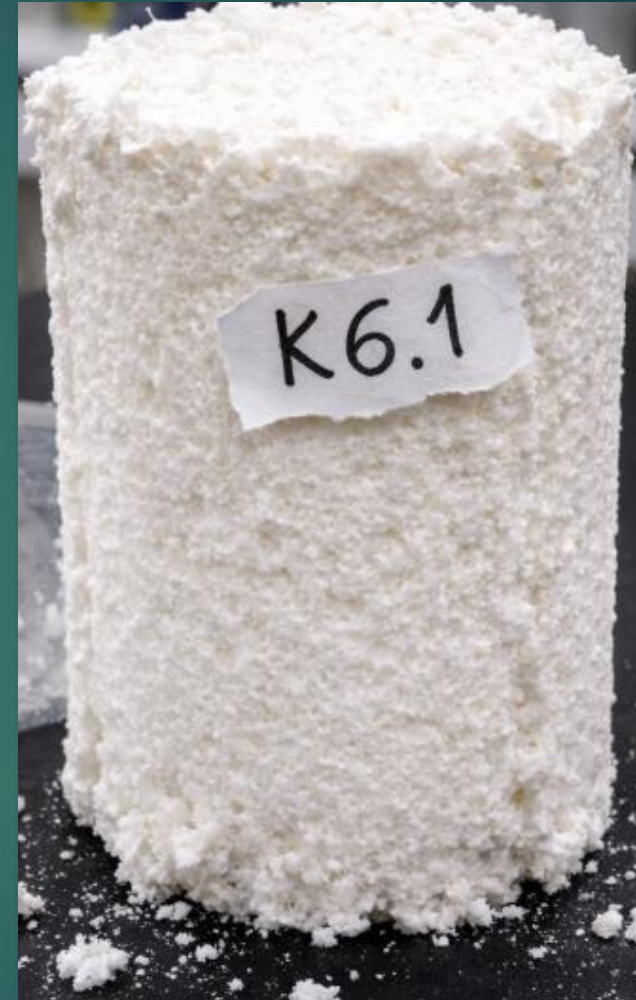


Рис. 15. Зразок карбамідо-формальдегідного пінопласту композиції К6.1

# Курта С.А. Рій В.Р. СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАРБАМІДО-ФОРМАЛЬДЕГІДНИХ ПІНОПЛАСТІВ

## В И С Н О В К И

1. В результаті проведення досліджень розроблена методика і сконструйована установка для вимірювання емісії газоподібного формальдегіду з твердих та рідких виробів з КФС під час їх виготовлення та експлуатації з використанням автоматичного аналізатора формальдегіду МІС-98170.
2. Дослідження КФС і КФП, виготовленого промисловим безпресовим способом без термічної обробки методом спінювання суміші у піногенераторі стислим повітрям та наступним його змішуванням із заздалегідь диспергованою карбамідоформальдегідною смолою, показали, що внесення в смолу 1% мас. карбаміду (від маси смоли) дозволило зменшити в 2 рази вміст вільного формальдегіду в смолі в порівнянні з прототипом, і в 7,5 разів виділення вільного формальдегіду в атмосферу з виробленого піноізолу вже через 4 год його висушування на повітрі (5 діб після виготовлення і витримки в герметичній упаковці).
3. Такі акцептори формальдегіду, як карбамід (1% мас.) і меламін (0,1% мас.) проявляють себе з подібною ефективністю, зменшуючи емісію вільного формальдегіду з піноізолу, причому швидкість виділення формальдегіду з піноізолу, що містить меламін, найменша, і дія меламіну виявляється лише при введенні саме на стадії виготовлення піноізолу – при додаванні до піноутворюючого розчину пінокомпозиції.
4. Введення в склад стандартної композиції піноізолу КФП-1 додатково 1% акцептора та 1,25% підвспінювача дає значний позитивний ефект по зменшенню емісії(концентрації) газоподібного формальдегіду в робочій зоні до значень, що не перевищують ГДК формальдегіду в робочій зоні-5‰ проміле(мг/м<sup>3</sup>). І одночасно зменшують усадку(зміну розмірів) в 5-10 раз і покращують теплоізоляційні та механічні властивості піноізолу.
5. Доведено наукову новизну та патентоспроможність технічного рішення, що підтверджено поданням заявки/отриманням патенту України u2025 00089.

# Курта С.А. Рій В.Р. СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАРБАМІДО-ФОРМАЛЬДЕГІДНИХ ПІНОПЛАСТІВ

## СТАТТІ

1. Курта С.А., Хабер М.В., Федорченко С.В., "Синтез карбамідоформальдегідних смол на основі форконденсату". "Хімічна промисловість України", 2001 р., №6 (47), ст.40-44.
2. Курта С.А., Хабер М.В., Федорченко С.В., "Дослідження технологічного процесу одержання карбамідоформальдегідних смол". "Вісник Прикарпатського університету. Хімія", 2002р., випуск 1, ст. 57-61.
3. Курти С.А., Хабера М.В., Федорченко С.В. "Дослідження процесу утилізації відходів виробництва карбамідоформальдегідних смол". Збірка тез доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції "Хімія і хімічна технологія - 2002", Україна, м. Дніпропетровськ, 24-25 квітня 2002 р., ст. 100-101.
4. Курта С.А., Федорченко С.В., Хабер М.В. "Модифікація карбамідоформальдегідних смол на стадії поліконденсації". "Питання хімії та хімічної технології", 2002 р., №3, ст. 77-80.
5. Федорченко С.В., Курта С.А., Хабер М.В. Дослідження процесу утилізації відходів виробництва карбамідоформальдегідних смол // Питання хімії та хімічної технології. - 2002. - № 6. - С. 179-183.
6. С.В. Федорченко, С.А. Курта, М. Горланова, М.С. Курта //Дослідження синтезу форконденсату для карбамідоформальдегідних смол. Вісник Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника, серія Хімія, «Гостинець» м.Івано-Франківськ, випуск VIII, 2009 р.с.13-18.
7. С.В. Федорченко, С.А. Курта, М. Горланова, М.С. Курта .Дослідження синтезу форконденсату для карбамідоформальдегідних смол. МОН України, Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, серія Хімія, випуск №VII, 2009 р. с.13-18.»Плай»м.Івано-Франківськ-2010 р.
8. Sergiy Kurta, Olga Shevchenko , Olga Khatsevich , Sofia Fedorchenko , Volodymyr Riy , Solomia Givel .MECHANISM OF ACTION OF THE COMPLEX FIRE RETARDANT AND HCl ACCEPTOR FOR PVC PRODUCTS/ «Polimery» Polska/2023 /№\_\_. С.1-7.(відправлена на друк)
9. S. Kurta, A. Nemish , S. Fedorchenko , O. Khatsevich, V. Riy. Physico-chemical and structural properties of the low-toxic urea-formaldehyde foams/2023/Elsiver|/NANO/ c1-13/(відправлена на друк)
10. Kurta, S., Nemish, A., Fedorchenko, S., Khatsevich, O., Riy, V. (2023). Porous Surface Structure and Physico-Chemical Properties of the Urea–Formaldehyde Polyfoam. In: Fesenko, O., Yatsenko, L. (eds) Nanomaterials and Nanocomposites, Nanostructure Surfaces, and Their Applications . Springer Proceedings in Physics book series (SPPHY, volume 279). pp 623–635. First Online: 28 March 2023, Springer, Cham. March 2023 / Print ISBN, 978-3-031-18095-8. Online ISBN 978-3-031-18096-5 // [https://doi.org/10.1007/978-3-031-18096-5\\_3828](https://doi.org/10.1007/978-3-031-18096-5_3828). [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-18096-5\\_38#chapter-info](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-18096-5_38#chapter-info)

## ТЕЗИСИ ВИСТУПІВ НА НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ КОНФЕРЕНЦІЯХ

1. Курти С.А., Федорченко С.В., Хабера М.В. "Модифікація карбамідоформальдегідних смол на стадії поліконденсації". Збірка тез доповідей II Українсько-польської наукової конференції "Полімери спеціального призначення", Україна, м. Дніпропетровськ, 27-31 травня 2002 р., ст. 19.
2. Курта С.А., Федорченко С.В., Хабер М.В. Модифікація карбамідоформальдегідних смол на стадії поліконденсації // Праці II Українсько-польської наукової конференції "Полімери спеціального призначення", Україна, м. Дніпропетровськ, 27-31 травня 2002.- С. 19.
3. Professor Doc. Sergey Kurta, Ph.D. Olga Khatsevych, master Vasyl Bolekhan, schoolboy Nemish Andriy . IMPROVING THE TECHNOLOGY OF SYNTHESIS AND ADVANCE PROPERTIES OF UREA-FORMALDEHYDE POLYFOAM. // Theses of the reports. X Ukrainian-Polish Scientific conference "Polymers of special applications" Lviv, September 21-24, 2020 ,p.71-72.
4. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИНТЕЗУ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ ПІНОПЛАСТІВ Неміш А.Р., Тези виступа на 1 етапі обласного відділенн МАН України, як члена гуртка кафедри хімії, учень 9-Б класу Івано-Франківської ЗОСШ 11. Науковий керівник – Курта С.А., доктор технічних наук, професор.с.316-317. ЕВРИКА – XXI. ЗБІРНИК СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ.Ів-Франківськ 2020р.333стр.
5. Андрій Неміш, Сергій Курта. Улучшение технологии синтеза и свойств пеноизола. Доклад победителя ХИМ009, 2 место на Молодежный конкурс научно-технических проектов РОСТ 2020. Суперфинал: 18—24 января 2021. ХИМ009 - Неміш Андрей Романович. [https://drive.google.com/file/d/1\\_7B1rCKDGlyODvBOcNjABhhC--yJXBjw/view](https://drive.google.com/file/d/1_7B1rCKDGlyODvBOcNjABhhC--yJXBjw/view)
6. Курта С., Гивель С., Рій В. Підвищення міцності та зниження токсичності карбамідо-формальдегідного теплоізоляційного пінопласту.// Тези XV Українська конференція з високомолекулярних сполук з міжнародною участю «ВМС-2022» (25-27 жовтня 2022 року). Матеріали конференції. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2022. 300 с.ISBN 978-617-520-374-3 с. 91.
7. S. Kurta, A. Nemish , S. Fedorchenko , O. Khatsevich, V. Riy. Physico-chemical and structural properties of the low-toxic urea-formaldehyde foams/2023/Elsiver|/NANO/ c1-13/(відправлена на друк)
8. Курта С., Гивель С., Рій В. Підвищення міцності та зниження токсичності карбамідо-формальдегідного теплоізоляційного пінопласту.// Тези XV Українська конференція з високомолекулярних сполук з міжнародною участю «ВМС-2022» (25-27 жовтня 2022 року). Матеріали конференції. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2022. 300 с.ISBN 978-617-520-374-3 с. 91.
9. Sergiy Kurta, Olga Shevchenko, Olga Khatsevich, Sofia Fedorchenko, Volodymyr Riy, Solomia Givel. MECHANISM OF ACTION OF THE FIRE RETARDANT AND HCL ACCEPTOR COM-PLEX FOR PVC PRODUCTS. Program konferencji XIX KONFERENCJA NAUKOWO-TECH-NICZNA POLIMERY I KOMPOZYTY KONSTRUKCYJNE . KOMPO-ZYTY 2022. 25 – 28 październik 2022. USTROŃ Polska, P.37 <HTTP://WWW.ICPC.COM.PL/INDEX.PHP?ID=PU>.