

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до виконання лабораторних робіт  
із навчальної дисципліни

**«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЦТВІ**  
**ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ТА МАТЕРІАЛІВ»**

*(для студентів 1 курсу денної форми навчання*  
*освітнього рівня «магістр» за спеціальністю*  
*161 – Хімічні технології та інженерія)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2020**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт із навчальної дисципліни «Інноваційні технології у виробництві хімічних речовин та матеріалів» (для студентів 1 курсу денної форми навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. Г. І. Гуріна. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 39 с.

Укладач Г. І. Гуріна

Рецензент

**О. О. Мураєва**, кандидат хімічних наук, доцент (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою хімії та інтегрованих технологій, протокол № 5 від 15.10.2019.*

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Інноваційні технології одержання алкідних матеріалів з низьким вмістом ЛОС.....	6
1.1 Завдання для самостійної підготовки.....	7
1.2 Теоретичні положення.....	8
1.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу.....	10
1.4 Технологія одержання алкідних матеріалів з низьким вмістом ЛОС.....	10
1.5 Визначення одиничних показників якості одержаних алкідних матеріалів з низьким вмістом ЛОС.....	11
2 Інноваційні технології одержання воднодисперсійних матеріалів, що поглинають формальдегід .....	13
2.1 Завдання для самостійної підготовки.....	13
2.2 Теоретичні положення.....	14
2.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу.....	16
2.4 Технологія одержання воднодисперсійних матеріалів, що поглинають формальдегід.....	17
2.5 Визначення одиничних показників якості водно дисперсійних матеріалів, що поглинають формальдегід .....	19
3 Інноваційні технології одержання воднодисперсійних теплоізоляційних матеріалів.....	23
3.1 Завдання для самостійної підготовки.....	23
3.2 Теоретичні положення.....	24
3.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу.....	24
3.4 Технологія одержання водно дисперсійних теплоізоляційних матеріалів .....	29
3.5 Визначення одиничних показників якості одержаних воднодисперсійних теплоізоляційних матеріалів.....	31
4 Інноваційні технології одержання воднодисперсійних матеріалів з наночастинками наповнювачів.....	33
4.1 Завдання для самостійної підготовки.....	34
4.2 Теоретичні положення.....	34
4.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу.....	35
4.4 Технологія одержання воднодисперсійних матеріалів з наночастинками наповнювачів.....	36
4.5 Визначення одиничних показників якості одержаних воднодисперсійних матеріалів з наночастинками наповнювачів.....	38

## ВСТУП

Методичні рекомендації призначені для виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Інноваційні технології у виробництві хімічних речовин та матеріалів» для студентів 1 курсу денної форми навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія.

Метою виконання лабораторних робіт є оволодіння студентами знаннями щодо сучасних інноваційних технологій у виробництві хімічних речовин та матеріалів на прикладі одержання алкідних матеріалів з низьким вмістом легколетких органічних сполук, водно дисперсійних матеріалів, що поглинають формальдегід, теплоізоляційних водно дисперсійних матеріалів та наноконпозиційних водно дисперсійних матеріалів. При підготовці та виконанні лабораторних робіт студенти ознайомляться з загальними тенденціями розвитку новітніх хімічних технологій у передових країнах, із оцінюванням ефективності перспективних інноваційних технологій, навчатися проваджувати найбільш ефективні методи та прийоми у практичну виробничу діяльність.

Серія лабораторних робіт в курсі «Інноваційні технології у виробництві хімічних речовин та матеріалів» присвячена одержанню студентами практичних навичок із використання особливостей інноваційних технологій у виробництві сировини та напівфабрикатів, складання карти технічного рівня продукції, розробки інноваційних технологій виробництва композиційних матеріалів. У ході виконання робіт студенти набувають досвіду з роботи на такому технологічному обладнанні як бісерні млини, дисольвери, закріплюють знання з проведення аналізу сировини та готової продукції інноваційних хімічних технологій та інтерпретації одержаних результатів, визначення можливостей та меж застосування окремих технологічних методів одержання хімічних речовин та матеріалів.

Перед початком кожної лабораторної роботи наведені контрольні питання і вправи, відповіді на які дозволяють студентам удосконалити своє розуміння теоретичних і практичних знань з відповідних інноваційних технологій у виробництві хімічних речовин та матеріалів.

Лабораторні роботи розроблені для виконання протягом навчального семестру, а також можуть використовуватися для індивідуальної науково-дослідної роботи студентів.

Перед початком роботи в хімічній лабораторії студенти повинні ознайомитися з певними правилами і технікою безпеки роботи в хімічній лабораторії.

## **Загальні правила роботи і техніка безпеки для працюючих у хімічній лабораторії**

Під час роботи в хімічній лабораторії необхідно суворо дотримуватися таких загальних правил безпеки:

1. Студенти обов'язково повинні працювати в халатах, вони зобов'язані підтримувати чистоту й порядок на робочому місці в лабораторії.

2. Слід точно дотримуватись порядку й послідовності операцій, вказаних у даних методичних вказівках. Не дозволяється приступати до виконання лабораторної роботи доти, доки студент не опанує всієї техніки її проведення.

3. Склянки з реактивами загального користування повинні знаходитись на визначеному місці; забороняється їх переносити на робочі столи. Слідкуйте за тим, щоб на всіх банках з реактивами були етикетки з написом назви речовини та її концентрації. Перед і після використання скляного посуду, його слід ретельно вимити.

4. Працювати в лабораторії слід обережно, не проливати і не просипати реактиви. Надлишки реактивів суворо забороняється зсипати чи зливати назад у склянку з чистими реактивами.

5. Досліди з легкозаймистими, леткими, вогненебезпечними, токсичними речовинами, або речовинами, які мають неприємний запах, слід проводити у витяжній шафі.

6. Забороняється зливати в раковину залишки кислот, лугів, вогненебезпечні рідини й рідини з сильним запахом; їх треба зливати в спеціальні склянки.

7. Категорично забороняється пробувати на смак або запах хімічні речовини, або пити воду з хімічного посуду.

8. Забороняється під час нагрівання рідин і твердих речовин у пробірках спрямовувати їх отвором на себе, або в бік студентів, які знаходяться поряд; забороняється нахилитись над склянками, або заглядати в пробірку зверху, щоб уникнути нещасного випадку в разі можливого викиду нагрітої речовини або уламків скла.

9. Прилади, які необхідно нагрівати, або з яких будуть виділятися гази не слід залишати закритими.

10. Категорично забороняється вмикати без дозволу викладача будь-які прилади й рубильники.

11. При всіх роботах, коли можливе розбризкування їдких речовин (переливання кислот, лугів, або подрібнення чи розтирання в ступках, сплавлення та ін.) необхідно одягати захисні окуляри.

12. Для попередження бурхливого закипання і викиду рідини, яка нагрівається до кипіння, необхідно користуватись «кипільками» (шматочками подрібненого фарфору або скляними кульками). «Кипільки» забороняється додавати в нагріту до кипіння рідину, їх слід вносити тільки в холодну рідину.

13. Під час розведення концентрованих кислот, особливо сульфатної, слід лити її у воду, а не навпаки.

14. У разі виникнення непорозумінь стосовно виконання дослідів лабораторної роботи необхідно припинити роботу й звернутися до викладача.

15. На робочому місці категорично забороняється вживати їжу та пити воду. Після закінчення роботи необхідно як слід вимити руки.

16. По закінченню роботи необхідно привести в порядок своє робоче місце.

17. У разі нещасного випадку слід негайно звернутися до викладача.

### **Допомога при термічних і хімічних опіках**

У разі термічного опіку уражене місце необхідно негайно протерти ваткою, намоченою етиловим спиртом або розчином перманганату калію. У разі сильного опіку потрібно накласти стерильну пов'язку або накрити обпечене місце чистою тканиною і обов'язково звернутись до лікаря.

Концентровані кислоти (хлоридна, сульфатна, нітратна тощо) та луги їдкий натр, їдкий калій) при потраплянні на шкіру або в очі можуть завдати дуже тяжкі хімічні опіки. При опіках шкіри кислотою уражене місце слід негайно промити великою кількістю води, потім 3–5 %-ним розчином питної соди (гідрокарбонатом натрію) і знову ретельно промити водою. При потраплянні кислот або кислотної пари в очі, або до ротової порожнини, треба багаторазово промити їх струменем води, потім розчином питної соди та знову водою. При опіках шкіри їдкими лугами слід добре промити вражене місце водою (до зникнення відчуття слизькості), а потім 3–5 %-вим розчином оцтової (або борної) кислоти. В разі опіку очей лугом треба їх промивати під струменем води не менше 15 хв і негайно звернутися до лікаря.

## **1 ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ АЛКІДНИХ МАТЕРІАЛІВ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ ЛЕГКОЛЕТКИХ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК**

Вирішення глобальних екологічних проблем в лакофарбової галузі реалізується завдяки створенню екологічно чистих лакофарбових матеріалів. До екологічно чистих лакофарбових матеріалів відносять три групи матеріалів.

Перша група – це матеріали з низьким вмістом летких органічних сполук для зменшення емісії шкідливих для здоров'я людей і навколишнього середовища токсичних органічних розчинників: уайт-спіриту, сольвенту, ксилолу, толуолу, бутилацетата, етилцелозольва, бутанола, ізопропілового спирту.

До другої групи відносять порошкові фарби, які складаються з пігментів, наповнювачів, пластифікаторів і порошоків полімерів з низькою молекулярною вагою.

Третю групу матеріалів складають водно-дисперсійні лакофарбові матеріали, ринок яких в Україні розвивається дуже високими темпами. Зараз близько 60 % асортименту лакофарбових матеріалів – водно дисперсійні матеріали.

Таким чином, лакофарбові матеріали з низьким вмістом легколетких органічних сполук (VOC, ЛОС) є перспективними екологічно чистими лакофарбовими матеріалами, а опанування інноваційними технологіями одержання алкідних матеріалів з низьким вмістом ЛОС є актуальною задачею.

### 1.1 Завдання для самостійної підготовки

1. Які чинники впливають на величину ЛОС?

2. Для наведених рецептур матеріалів «SB» розрахувати щільність емалей, вміст нелетких речовин (NV) та значення ЛОС:

Назва компонента	Щільність, г/см <sup>3</sup>	Рецептура № 1 Кількість компонента, кг	Рецептура № 2 Кількість компонента, кг	Рецептура № 3 Кількість компонента, кг	Рецептура № 4 Кількість компонента, кг
1. Алкідний лак (NV = 53 %)	1,1	66,47	66,47	66,47	66,47
2. Титан (IV) оксид	4,2	19,46	19,46	16,46	13,88
3. Кальцій карбонат	2,7	9,92	–	9,92	10,5
4. Аеросил	2,0	–	–	3	5
5. Барит	4,5	–	9,92	–	–
6. Уайт-спирит	0,79	3,48	3,48	3,48	3,48
7. Сикатив	0,8	0,67	0,67	0,67	0,67
Разом		100	100	100	100

3. Для наведених рецептур матеріалів «WB» розрахувати щільність емалей, вміст нелетких речовин (NV) та значення ЛОС:

Назва компонента	Щільн., г/см <sup>3</sup>	Рецептура № 1 Кількість компон., кг	Рецептура № 2 Кількість компон., кг	Рецептура № 3 Кількість компон., кг
1. Водна дисперсія (NV = 50 %)	1,0	60	60	60
2. Титан (IV) оксид	4,1	25	–	22
3. Кальцій карбонат	2,7	–	25	–
4. Скляні мікросфери	0,125	–	–	3
5. Вода+ЛОС	1.0	12+3	12+3	12+3
6. Уайт-спирит	0,79	3,48	3,48	3,48
7. Сикатив	0,8	0,67	0,67	0,67
Разом		100	100	100

4. Для емалі з рецептурою, наведеною в таблиці 1.1, знайти значення ЛОС.

Таблиця 1 – Рецептура емалі

№	Найменування компонентів, кг	Вага, кг
1	Лак (с.з. = 73 %)	68,2
2	Диоксид титана	20,6
3	Кальцит	10,5
4	Сиккатив	0,7
Разом		100,0

## 1.2 Теоретичні положення

Важливим для екологічної безпеки лакофарбових матеріалів є значення змісту легколетких органічних сполук для різних типів матеріалів. Значення змісту легколетких органічних сполук для різних типів матеріалів обмежуються нормативними документами, а саме «Технічним регламентом», який був прийнятий в Україні відповідно до наказу Міністерства економічного розвитку і торгівлі України.

Наказ «Про затвердження Технічного регламенту» щодо обмеження викидів летючих органічних сполук внаслідок використання органічних розчинників в лакофарбових матеріалах для будівель і ремонту колісних транспортних засобів вводить в дію Технічний регламент поступово, на першій



стадії до 01.01.2021. закріплюються менш жорсткі вимоги, до 01.01.2024. кількість легколетких органічних сполук має суттєво зменшитися.

Технічний регламент розроблений на основі Директиви 2004/42/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 21 квітня 2004 року про обмеження викидів летких органічних сполук через використання органічних розчинників у певних фарбах і лаках і продуктах повторної обробки автомобілів транспортних засобів та про внесення змін до Директиви : 1999/13/ЄС.

Терміни, що застосовуються в Технічному регламенті:

– Зміст ЛОС – маса летючих органічних сполук в одиниці об'єму, виражена в грамах на літр, г/л, в рецептурі матеріалу в його готовому до використання стані. Частку летких органічних сполук в певному матеріалі, яка залишається в складі покриття при його формуванні в результаті хімічної реакції, не можна вважати частиною змісту ЛОС.

– Водно-дисперсійні лакофарбові матеріали (тип «WB») – матеріали, в'язкість яких регулюється додаванням води.

– Органорозчинні лакофарбові матеріали (тип «SB») – матеріали, в'язкість яких регулюється додаванням органічного розчинника.

– Лакофарбовий матеріал – будь-яка суміш, в тому числі всі органічні розчинники або суміш, яка містить органічні розчинники, необхідні для її належного застосування, використовується для отримання покриття з декоративними, захисними або іншими спеціальними властивостями.

– Легкі органічні сполуки (ЛОС) – будь-яка органічна сполука, яка має початкову температуру кипіння, меншу ніж або дорівнює 250 °С при нормальному тиску 101,3 кПа (кРа).

Для лакофарбових матеріалів типу «SB»:

$$\text{VOC} = 10 \cdot \rho_e \cdot (100 - \text{NV}_m), \quad (1)$$

де  $\rho_e$  – щільність емали, кг/м<sup>3</sup>;

$\text{NV}_m$  – вміст нелетких речовин, %.

$$\rho_e = \frac{\sum m_i}{\sum m_i / \rho_i}, \quad (2)$$

де  $m_i$  – вага компонента;

$\rho_i$  – щільність компонента.

Для лакофарбових матеріалів типу «WB»:

$$\text{VOC} = 10 \cdot \rho_c \cdot w(\text{VOC}) \quad (3)$$

### 1.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу

Аналіз рецептури алкідної емалі проводиться за формулами 1-3. Результати аналізу емалі представлені в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Параметри рецептур емалей з різними значеннями ЛОС

Параметри	Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3
С.з. лаку, %	53	56	70
$\rho_{\text{лаку, г/см}^3}$	0,929	0,94	0,98
$\rho_{\text{емалі, г/см}^3}$	1,17	1,18	1,23
С.з. емалі, %	64,64	66,63	75,94
ЛОС, г/л	415,5	395,33	296,76
ОКП, %	21	20	16
Лак ПФ-060	66,47	66,47	66,47
Диоксид титана	19,46	19,46	19,46
Кальцит	9,92	9,92	9,92
Уайт-спирит	3,48	3,48	3,48
Сиккатив	0,67	0,67	0,67
Разом	100,00	100,00	100,00

### 1.4 Технологія одержання алкідних матеріалів з низьким вмістом ЛОС

Для вирішення проблеми отримання ЛФМ, що відповідають вимогам ТР, можливі три шляхи:

1. Синтез або використання лаків або смол з низьким вмістом ЛОС, які на вітчизняному ринку відсутні.

2. Збільшити вміст нелетких речовин в лаках, які промислово виробляють на вітчизняних підприємствах. Для зменшення вмісту ЛОС в емалі без зміни компонентів і їх щільності, можна збільшити вміст нелетких речовин в лаках.

3. Використання алкідних смол високим (60 % та 100 %) вмістом нелетких речовин у співвідношенні 1:4.

Для отримання олігомерів для лаків з високим вмістом нелетких речовин і низькою в'язкістю слід:

– Зменшити молекулярну масу нових плівкоутворювачів (зазвичай 800–1500 г/моль, олігомер –  $(1-5) \cdot 10^3$ ), полімери – 10–40 тис. Для поліконденсаційних, термопластичних – 80–100 тис.). Забезпечити вузький молекулярно-масовий розподіл для олігомерів та застосовувати низькомолекулярні олігомери як диспергатори, а високомолекулярні як стабілізатори.

- Використовувати високоефективні для зниження в'язкості розчинники, реакційноздатні розчинники (ненасичені мономери), флексібiлізатори (твердники, пластифікатори, розчинники).
- Наносити матеріал на поверхню в нагрітому стані.

Технологія одержання матеріалів з низьким вмістом ЛОС включає наступні стадії:

1. Одержання пігментної пасти.
2. Попереднє диспергування пігментної пасти у дисольвері протягом 1,5 годин з візуальним контролем однорідності пігментної дисперсії.
3. Диспергування пігментної пасти у бісерному млині з контролем ступеня дисперсності за приладом «клин».
4. Складання емалі та постановка емалі «на тип».

Процес диспергування пігментної пасти полягає у змішуванні пігментів і наповнювачів з розчином плівко твірної речовини і змочування поверхні пігментних частинок, що супроводжується зміною поверхні розділу фаз тверде – газ на тверде – рідина. Руйнування агрегатів пігментних частинок і розподіл пігментів і наповнювачів в об'ємі плівко твірної речовини для отримання однорідної маси необхідної дисперсності із заданими реологічними властивостями. Стабілізація пігментної суспензії відбувається внаслідок додавання до пігментної пасти плівко твірної речовини для збільшення товщини адсорбційно-сольватних шарів з макромолекул органічного олігомера та молекул розчинника.

### **1.5 Визначення одиничних показників якості одержаних алкідних матеріалів з низьким вмістом ЛОС**

Одержану емаль після фільтрації випробують на відповідність показників значенням нормативно-технічної документації. Результати випробувань необхідно занести до таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – Фізико-технічні властивості емалей і покриттів на їх основі з високим вмістом нелетких речовин

№	Показник	ПФ-115 ДСТУ	ПФ-115 з низьким вмістом ЛОС
1	2	3	4
1	Умовна в'язкість при (20±0,5) °С по ВЗ – 246, с, не менше	120	
2.	Вагова доля нелетких речовин, %	60–75	

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
3.	Ступінь дисперсності, мкм, не більш	25	
4.	Час тверднення до ст. 3 при $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ , год, не більш	24	
5.	Міцність при ударі на приладі У – 1, см, не менше	40	
6.	Еластичність плівки при згинанні мм, не більше	1	
7.	Адгезія, бали, не більше	1	
8.	Твердість, ум. од.	0,25	
9.	Стійкість до статичної дії води при $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ , год	24	
10.	Стійкість до статичної дії розчину м'якої речовини при $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ , хв.	15	

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен містити наступну інформацію:

1. Заповнену таблицю 1.3.
2. Протокол № 1.

**ПРОТОКОЛ № 1**  
до лабораторної роботи з навчальної дисципліни  
**«Іноваційні технології одержання алкідних матеріалів з низьким вмістом ЛОС»**

(назва матеріалу)

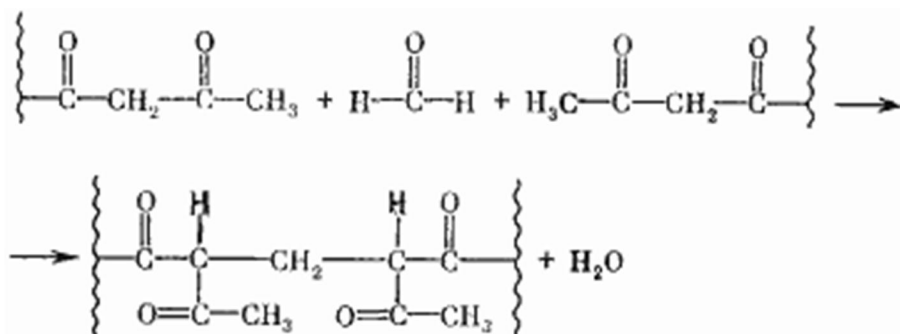
№п/п	Назва інформаційних параметрів	Фактичні дані
1.	Перелік міжнародних стандартів	
2.	Тип та марка матеріалу	
3	Умови експерименту, Твипробувань, $^\circ\text{C}$	
4.	Відхилення від стандарту	
5.	Дата та час вимірювання	
7.	П,і та п/б дослідника	

## 2 ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ВОДНОДИСПЕРСІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЩО ПОГЛИНАЮТЬ ФОРМАЛЬДЕГІД

Формальдегід використовується у виробництві добрив, паперу, фанери та карбамідоформальдегідних смол. Головне джерело формальдегіду – це смог. Сигарети та інші тютюнові вироби, газові плити й відкриті каміни також є джерелами виділення формальдегіду. Він використовується в багатьох галузях промисловості, лікарнях та лабораторіях. Формальдегід виділяється у вигляді газу з дерев'яних частин будівель, меблів тощо. Побутові джерела формальдегіду – скловолокно, килими, меблі, вироби з паперу та деякі засоби для миття. Низький рівень формальдегіду може призвести до подразнення очей, носа, горла та шкіри. Люди, що хворіють на астму, можуть бути більш чутливими до вдихання формальдегіду. Вживання великої кількості формальдегіду з напоями може спричинити сильний біль, та навіть смерть. Міністерство охорони здоров'я і соціальних служб визначило з 2011 року, що формальдегід є канцерогеном. Агентство з охорони навколишнього середовища США не рекомендує пити воду із вмістом формальдегіду більшим, ніж 1 міліграм на літр (1 мг/л), Управління з охорони праці США встановило допустиму межу впливу формальдегіду – 0,75 мільйонних часток (пропромільле) за 8-годинний робочий день, 40-годинний робочий тиждень. Національний інститут охорони праці США рекомендує межу 0,016 пропромільле. Тому актуальною задачею є використання водно дисперсійних матеріалів для інтер'єрів з метою поглинання формальдегіду.

### 2.1 Завдання для самостійної підготовки

1. До якого класу органічних сполук належить формальдегід, які його властивості?
2. Яке значення ГДК для формальдегіду у повітрі робочої зони?
3. Чи може наведена реакція пояснити причини поглинання формальдегіду поверхнею покриття на основі водно дисперсійного лакофарбового матеріалу:



5. Навести алгоритм складання рецептури воднодисперсійної фарби.

## 2.2 Теоретичні положення

Воднодисперсійний лакофарбовий матеріал FORMASHIELD™ 12 являє собою 100 %-й акриловийемульсійний кополімер для внутрішніх архітектурних покриттів, призначений для активного та незворотного видалення формальдегіду з атмосферного повітря та покращення якості повітря в приміщеннях.

Особливість дисперсії – універсальність при застосуванні як у сухих, так і вологих приміщеннях для нейтралізації формальдегіду в повітрі.

Характеристики пігментованого матеріалу на основі дисперсії FORMASHIELD™ 12 :

- стійкість до миття – 1 клас (максимальна);
- ступінь блиску – матова;
- термостійкість – 100 °С;
- час висихання – 30 хвилин, наступний шар наносити через 2 години;
- укривістість – не більше 120г/м<sup>2</sup>.

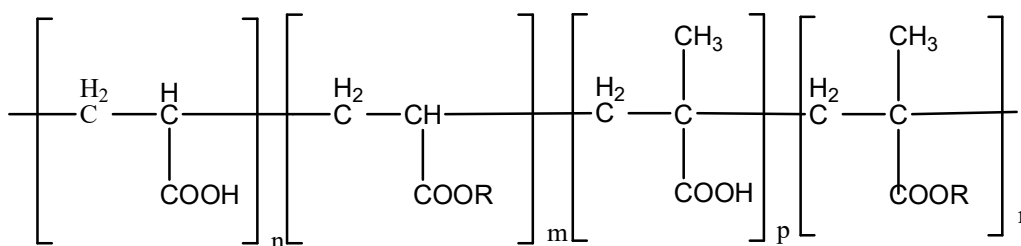
Метою роботи є розробка інноваційної технології одержання водно дисперсійної фарби на основі воднодисперсійного акрилового кополімеру FORMASHIELD для активного та незворотного видалення формальдегіду з атмосферного повітря та покращення якості повітря в приміщеннях.

Склад та призначення компонентів фарби наведені у таблиці 2.1

Таблиця 2.1– Призначення компонентів водно дисперсійної фарби

Компонент	Призначення
TiO <sub>2</sub> CR – 08	Пігмент
Сфен	Наповнювач
TURKCARB 10	Наповнювач
Oratan 681	Диспергатор
Метил гідроксіетилцелюлоза Wallocel	Загущувач
FoamasterNXZ	Піногасник
Вода демінералізована	Розчинник
Formashield (50%)	Плівкоутворювач
Rosima 363 N	Консервант
Acrysol RM - 2020	Асоціативний загущувач
Монобутиловий ефір диетиленгліколю	Коалесцент

Приблизний склад поліакрилатів має такий вигляд:



де R – від CH<sub>3</sub> до C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>.

Для забезпечення ефективного процесу диспергування пігментної пасти, плівкоутворюючої здатності та біологічної інертності фарби у складі рецептури фарби необхідні наступні функційні домішки:

– диспергатор Оратан 681 – високоефективний пігментний диспергатор, який спеціально розроблений для фасадних глясових (у тому числі і напівглясових) фарб. У поєднанні з неіонними модифікаторами реології (особливо з AcrysolRM 2020,) покращується розлив, плівкоутворення а також стабільність в'язкості;

– піногасник FoamasterNXZ один з найкращих піногасників для вододисперсійних фарб, який уявляє собою суміш стирол-бутадиєну, акрилатів, полівінілхлориду та його кополімерів, етилен вінілацетату, вініліден хлориду та алкідів, які розводяться водою;

– загущувач – для отримання оптимальних технічних характеристик фарби необхідна суміш гідратаційного та асоціативного загущувачів. У якості традиційного (гідратаційного) загущувача представлений метилгідроксіетил целюлоза Wallocel а асоціативного – уретановий загущувач AcrysolRM – 2020 компанії Rohm&Haas (гідрофобно – модифікований складний уретановий кополімер на основі оксиду етилену);

– консервант Rosima 363 N, який розроблений для використання в матеріалах, які повинні експлуатуватися в якості покриттів в умовах суворого атмосферного впливу, для фарб внутрішнього застосування в умовах високої вологості. З хімічної точки зору консервант Rosima 363 N – комбінація карбендазіма, 2 – октил – 2н – ізотіазол – она, пропандіола, S – тріазину та суміші амінів (тетрабутиламін, етиламін та інші);

– коалесцент монобутиловий ефір диетиленгліколю, забезпечує необхідні умови плівкоутворення для дисперсії (знижує МТП до оптимального значення).

## 2.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу

Для складання та оптимізації рецептури використаний метод на основі водоемкості пігментів, а також таких показників як ОКП, криюча здатність або укривістість та сухий залишок. Складання рецептури починається з попереднього розрахунку складу пігментної пасти та задавання необхідних показників – співвідношення пігмент/наповнювач, ОКП. Пігментною складовою фарби обрані  $TiO_2$  (пігмент) та сфен, TURKCARB (наповнювач), співвідношення  $TiO_2/$  TURKCARB обираємо рівним 1/1, для фарби обираємо наступні показники ОКП = 48,5 %, вміст нелетких сполук 50 %, укривістість 100 г/м<sup>2</sup>.

Розрахунок водоемкості суміші пігментів та наповнювачів здійснюємо за формулою (4) на основі адитивності показника водоемкості:

$$V_{\text{сум}} = V(TiO_2) \cdot \alpha(TiO_2) + V(CaCO_3) \cdot \alpha(CaCO_3) + V(\text{сфен}) \cdot \alpha(\text{сфен}), \quad (4)$$

де  $V(TiO_2)$ ,  $V(CaCO_3)$ ,  $V(\text{сфен})$  – показники водоемкості (мл  $H_2O/1$  г пігм.) пігменту та наповнювачів, відповідно 0.3, 0.6, 0.5;

$\alpha(TiO_2)$ ,  $\alpha(CaCO_3)$ ,  $\alpha(\text{сфен})$  – вагова частка пігменту та наповнювачів у суміші, 0,25, 0,5, 0,25 відповідно, тоді

$$V_{\text{сум}} = 0,25 \cdot 0,3 + 0,5 \cdot 0,6 + 0,25 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ мл } H_2O/1 \text{ г пігм}$$

Рецептуру водно дисперсійної фарби заносимо до таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Рецептура воднодисперсійної фарби

Компонент	Паста, масові %	ВДФ, масові %	Суха плівка, г	Суха плівка, %
1	2	3	4	5
$TiO_2$ CR – 08	10,62	7,5	7,5	15
Сфен	10,62	7,5	7,5	15
TURKCARB 10	28,32	20	20	40
Вода демінералізована	49,3	34,8	–	–
Oratan 681	0,5	0,35	0,35	0,7
Wallocel метил гідроксіетилцелюлоза	0,5	0,35	0,35	0,7
FoamasterNXZ	0,4	0,2	0,2	0,4



## Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
Латекс 50%	–	26,4	$26,4 \cdot 0,5 = 13,2$	26,4
Rosima 363 N	–	0,4	0,4	0,8
Acrysol RM – 2020	–	0,5	0,5	1
Монобутиловий ефір диетиленгліколю	-	2	-	-
<b>ВСЬОГО</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

Аналіз рецептури:

Вміст нелетких сполук = 50 %.

Укривістість: укривістість  $\text{TiO}_2 = 30 \text{ г/м}^2$ , вміст  $\text{TiO}_2$  з сфеном складає 30% отже складаємо пропорцію:

$$30 \text{ г/м}^2 \rightarrow 30 \%$$

$$x \text{ г/м}^2 \rightarrow 100 \% \quad x = 100 \text{ г/м}^2$$

Укривістість фарби = 100  $\text{ г/м}^2$

$$\text{ОКП} = \frac{(15 + 15 + 40) / 2,93}{\frac{(15 + 15 + 40)}{2,93} + \frac{26,4}{1,04}} = 48,5\%$$

Таким чином, рецептура фасадної воднодисперсійної фарби задовольняє необхідні вимоги, а саме укривістість = 100  $\text{ г/м}^2$ , ОКП = 48,5 об.%, вміст нелетких сполук = 50 мас. %.

## 2.4 Технологія одержання воднодисперсійних матеріалів, що поглинають формальдегід

Для одержання водно дисперсійної фарби обираємо необхідне технологічне обладнання: дисольвер, зображений на рисунку 2.1, аналогову мішалку (рис. 2.2). Для аналізу ступеня дисперсності матеріалу обираємо гриндометр (рис. 2.3).

Технологія отримання водно дисперсійної фарби складається з двох основних процесів: диспергування пігментів і наповнювачів у водному розчині

поверхнево-активних речовин та подальше поєднання пігментної пасти з водною дисперсією акрилового олігомера і постановкою «на тип».

Диспергування пігментної пасти може проводитися в різних технологічних варіантах в залежності від типу основного устаткування для диспергування.

Сучасним методом отримання пігментної пасти є використання як основного обладнання для диспергування – високошвидкісного змішувача – дисольвера з диско зубчатою мішалкою (фрезою), а не бісерного млина, що обумовлено застосуванням пігментів та наповнювачів, що легко диспергуються, а також необхідністю досягнення ступеню дисперсності 50 мкм.



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд дисольвера з варіатором швидкості

Важливою особливістю дисольвера є наявність варіатора швидкості, що дозволяє при високих швидкостях 1 500–1 800 об/хв. ефективно проводити попереднє диспергування пігментів та наповнювачів, а при низьких швидкостях 200–80 об/хв додавати латекс, який при високих швидкостях роботи перемішуючого пристрою може втратити стабільність та перетворитися на двофазну систему – воду та кополімер.

Для інтенсифікації та покращення умов диспергування пігментів та наповнювачів у технології отримання передбачається додаткова стадія розчинення у воді поверхнево активних речовин та згущувача – метилгідроксіетилцелюлози. Метилгідроксіетилцелюлоза як високомолекулярна сполука розчиняється у воді у дві стадії. На першій стадії відбувається набухання, на другій – власне розчинення високомолекулярної метилгідроксіетилцелюлози. Для зменшення часу розчинення метил

гідроксіетилцелюлози у технології виробництва водно дисперсійної фарби передбачена можливість обігріву дисольвера через бокову оболонку гарячим теплоносієм. Заключна стадія технологічного процесу одержання водно дисперсійної фарби – стадія змішування дисперсії полімеру та пігментної пасти, постановки фарби «на тип», що проводиться у дисольвері при низьких обертах 120–80 об/хв.

## **2.5 Визначення одиничних показників якості воднодисперсійних матеріалів, що поглинають формальдегід**

Для визначення характеристик водно дисперсійної фарби, що поглинає формальдегід, застосовують необхідне обладнання відповідно до нормативно-технічної документації на готовий продукт. Значення стандартних показників фарби наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Властивості водно дисперсійної фарби

Назва показників	Нормативні значення показників	ДСТУ
Зовнішній вигляд	Після висихання фарба повинна утворювати плівку з рівною однорідною поверхнею	За п. 4.3 даних ТУ
Масова частка нелетких речовин, %	50–57	За ДСТУ 17537
рН фарби	8.0–9.0	ДСТУ 28196 та за п. 4.5 даних ТУ
Умовна в'язкість за віскозиметром типу ВЗ-246 з діаметром сопла 6 мм при температурі $(20.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ , не менше	20	За ДСТУ 8420
Укривістість висушеної плівки, $\text{г}/\text{м}^2$ , не більше	120	За ДСТУ 8487 та за п. 5.2 даних ТУ

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
Стійкість плівки до статистичного впливу води при температурі $(20\pm 2)$ °С, не менш, ч	24	По ГОСТ 9403 та за п. 5.7 даних ТУ
Умовна світлостійкість (зміна коефіцієнту дифузійного відображення), %, не більше	5	По ГОСТ 21903
Ступінь перетиру, мкм, не більше	50	По ГОСТ 6589-94
Блиск, % не менш	40	По ГОСТ 896-69
Час висихання до ступеня 3, при температурі $(20\pm 2)$ °С, не більше, год.	1	По ГОСТ 19007-73
Морозостійкість фарби, цикли, не менше	15	За п. 5.8 даних ТУ

Для визначення ступеня перетиру використовують гриндометр, зображений на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд гриндометра

Для визначення умовної в'язкості застосовують віскозиметр типу ВЗ-246 з діаметром сопла 6 мм, зображений на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд віскозиметр типу ВЗ-246

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен містити наступну інформацію:

1. Заповнену таблицю 2.4, 2.5.
2. Протокол № 2.

Таблиця 2.4 – Результати аналізу напівфабрикату, пігментної пасти для водно-дисперсійної фарби для поглинання формальдегіду

№	Найменування матеріалу	Значення показника
1	Напівфабрикат	
1.1	Вязкість,с	
1.2	pH	
2	Пігментна паста	
2.1	Ступінь дисперсності, мкм	
2.2	pH	

Таблиця 2.5 – Властивості одержаної водно дисперсійної фарби для поглинання формальдегіду

Назва показників	Фактичні значення показників
1. Зовнішній вигляд	
2. Масова частка нелетких речовин, %	
3. рН фарби	
4. Умовна в'язкість за віскозиметром типу ВЗ-246 з діаметром сопла 6 мм при температурі $(20.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ , с. , не менше	
5. Укривістість висушеної плівки, $\text{г}/\text{м}^2$ , не більше	
6. Змиття плівки фарби, $\text{г}/\text{м}^2$ , не більше	
7. Стійкість плівки до статистичного впливу води при температурі $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , не менш, год	
8. Умовна світлостійкість (зміна коефіцієнту дифузійного відображення), %, не більше	
9. Ступінь перетиру, мкм, не більше	
10. Блиск, % не менш	
11. Час висихання до ступеня 3, при температурі $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , не більше, год.	
12. Морозостійкість фарби, цикли, не менше	

ПРОТОКОЛ №2  
до лабораторної роботи  
«Іноваційні технології одержання воднодисперсійних матеріалів,  
що поглинають формальдегід»

(назва матеріалу)

№ з/п	Назва інформаційних параметрів	Фактичні дані
1.	Перелік міжнародних стандартів	
2.	Тип та марка матеріалу	
3	Умови експерименту, температура випробувань, °С	
4.	Відхилення від стандарту	
5.	Дата та час вимірювання	
7.	П, і та п/б дослідника	

### 3 Інноваційні технології одержання воднодисперсійних теплоізоляційних матеріалів

Теплоізоляційні лакофарбові матеріали на основі водних дисперсій органічних олігомерів завдяки ретельно підбраному складу пігментів та наповнювачів мають низькі коефіцієнти теплопровідності і широко застосовуються для ізоляції поверхонь трубопроводів, фасадів та дахів будинків.

#### 3.1 Завдання для самостійної підготовки

1. Яким вимогам повинні відповідати пігменти та наповнювачі для водно дисперсійних матеріалів?

2. Який показник з параметрів якості пігментів та наповнювачів є визначальним для застосування їх у складі теплоізоляційних матеріалів?

3. Наведіть приклади пігментів та наповнювачів для теплоізоляційних матеріалів.

4. Які лакофарбові матеріали належать до групи матеріалів спеціального призначення та чи можна теплоізоляційні матеріали віднести до матеріалів спеціального призначення?

5. Чому теплоізоляційні матеріали належать до перспективних лакофарбових матеріалів сьогодення?

### **3.2 Теоретичні положення**

Теплоізоляційні лакофарбові матеріали називають рідкою теплоізоляцією, найбільша ефективність таких матеріалів спостерігається при теплоізоляції металевих поверхонь, для теплоізоляції труб і паропроводів, металевих конструкцій, звичайних і спеціальних печей і автоклавів – всюди, де потрібно зберігати тепло і де температура поверхні не перевищує 650 °С. Теплоізоляція приміщень, трубопроводів, печей спирається на розвинене промислове виробництво теплоізоляційних фарб і сухих сумішей для штукатурки. Два шару надтонкого полімерно-керамічного утеплювача (завтовшки всього 0,6–1 мм), нанесеного як звичайна фарба (пензлем, валиком, пульверизатором), за своїми теплоізоляційним якостям аналогічні п'яти сантиметрам пенопропілена (пінопласту) або 10 см мінеральної вати. Полімерно-керамічний утеплювач в кілька разів довговічніший пінопласту, захищає від проникнення вологи, абсолютно безпечний під час пожежі і абсолютно безпечний з точки зору екології. Наносити покриття можна як зовні, так і всередині приміщень, в тому числі і житлових кімнат. Застосування теплоізоляційних лакофарбових матеріалів дозволяє знизити енерговитрати на тридцять відсотків.

Основні втрати тепла, що проходить через стіни, підлогу і стелю приміщень відбуваються за рахунок інфрачервоного (теплого) випромінювання і за рахунок прямого контакту стін з навколишнім повітрям. Сучасні теплоізоляційні лакофарбові матеріали дозволили отримати матеріали на основі кераміки, здатні відображати випромінювання і, таким чином, зберігати його в приміщенні. Крім того, виникають всередині покриття мікро порожнини розрідженого повітря перешкоджають прямому контакту зовнішнього повітря з поверхнею стін, підлоги або стелі.

### **3.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу**

Характеристика властивостей сировинних компонентів для одержання теплоізоляційної фарби наведена таблиці 3.1.



Таблиця 3.1 – Характеристика показників якості сировини

Найменування сировини, матеріалів та напівпродуктів	Міждержавний, державний чи галузевий стандарт, ТУ, регламент, методика	Показники, обов'язкові для перевірки, найменування та одиниці вимірювання	Регламентовані показники з допустимими відхиленнями
1	2	3	4
1. Латекс Примал АС – 337 ER	Імпорт	1. Зовнішній вигляд 2. Сухий залишок, % 3. рН 4. В'язкість за Брукфільдом (шпіндель 3,60 об/хв.), МПа·с 5. Мінімальна температура плівкотворення, °С 6. Розмір часток, мкм 7. Густина, г/см <sup>3</sup>	Рідина 49,5–50,5 7,5–8,5 7,0–8,0 500–1500  12–16 0,15 1,1
2. Згущувач Акрісол ТТ – 935	Імпорт	1. Вміст нелетких речовин, % 2. рН 3. В'язкість за Брукфільдом, МПа·с 4. Густина, кг/м <sup>3</sup> 5. Розчинник	30  2,1–3,5 не більш 25  1060 вода
2. Згущувач Vermocoll EBS 481 FQ	Імпорт	1. Зовнішній вигляд 2. Вміст води, %, не більш 3. Вміст солей, %, не більш 4. Розмір часток, мкм, не більш	Білий порошок  4  5 425

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
3. Диспергатор OrotanN-4045	Імпорт	1. Вміст нелетких речовин, % 2. рН при 25 °С 3. Густина, кг/м <sup>3</sup> 4. В'язкість за Брукфільдом (шпіндель 3,60 об/хв.), МПа·с	45 6,5–7,5 1160 1,25–1,35 850
4. Диспергатор Поліфосфат Na	ГОСТ 20291-80	1. Масова частка речовин нерозчинних у воді, %, не більше 2. Білизна, % 3. Розмір часток, які проходять через сито 80 мкм, %, не більш 4. рН 1% водного розчину	0,05 85 90 5.8–6.5
5. Коалесцент Texanol / NX-795	Імпорт	1. Густина, кг/м <sup>3</sup> 2. Температура замерзання, °С 3. Температура кипіння, °С	950 - 50 255,0–260,5
6. Піногасник Foamaster NXZ	Імпорт	1. Вміст активної речовини, % 2. Густина, кг/м <sup>3</sup> 3. рН	100 860–910 5,5–7,5
7. Консервант Rosima 622	Імпорт	1. Густина, кг/м <sup>3</sup> 2. рН 1 % розчину	1040 ± 0,02 6,5 ± 1

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
8. Пігмент діоксид титану CR-08	ТУ У 24.1-05762329-001-003	1. Вміст діоксиду титану, %, не менш 2. Вміст діоксиду титану рутільної форми, %, не менш 3. Вміст летких сполук, %, не більш 4. Вміст водорозчинних сполук, % , не більш 5. рН водної витяжки 6. Залишок на ситі з сіткою № 0045, мм 7. Розбілююча здатність, умовні одиниці 8. Укривістість, г/м <sup>2</sup> , не більш 9. Білизна, %, не менш 10. Маслоємність, г/100г	92,0  98  0,2  0,2  7,5 0,003  1 990  25  96,4 21
9. Наповнювач ТУРКСАРВ 2	ISO 9011	1. Густина, кг/м <sup>3</sup> 2. Показник заломлення (20 °С) 3. Білизна, %, не менш 4. Вміст води, %, не більш 5. рН водної витяжки	2 700 1,59  99,0  0,3 9

Закінчення таблиці 3.1

	2	3	4
10. Вода питна	ГОСТ 2874-73	Жорсткість, м моль екв/л, не більш	3
		6. Масло ємність, г/100 г	18
		7. Розподіл часок по розміру, d50 (середній), мкм	2,3
		d97 (верхній), мкм	13
		часток менш 2 мкм, %	45
		часток більш 45 мкм, %	0,01
11. Наповнювач скляні мікросфери	Імпорт	1. Масова частка водорозчинних солей, %, не більше	0,2
		2. Масова частка вологості, %, не більше	0,2
		3. рН 10% водної суспензії	9–10
		4. Масова частка залишку на ситі, %, № 0045 не більше	0,2
		5. Теплопровідність, Вт/мК	0,044–0,187
		6. Густина, г/см <sup>3</sup>	0,125
12. Матуюча домішка Aquamat 270	Імпорт	1. Розмір часток, мка, не більш	30
		2. Температура плавлення, °С	125
		3. рН	4
		4. Зовнішній вигляд	рідина біла, с жовтоватим відтінком

### 3.4 Технологія одержання воднодисперсійних теплоізоляційних матеріалів

Технологічний процес виробництва теплоізоляційної фарби складається з наступних стадій:

- 1) прийом і підготовка сировини;
- 2) виготовлення водної фази;
- 3) виготовлення пігментної пасти;
- 4) складання фарби й постановка її на «тип»;
- 5) фільтрація й фасування фарби.

Виготовлення водної фази напівфабрикату здійснюється за рецептурою, наведеною в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Завантажувальна рецептура водної фази (напівфабрикату)

№	Найменування компонентів	Кількість, % (мас.)	Завантажено, кг
1.	Вода	97,29	972,9
2.	Згущувач	0,89	8,9
3.	Диспергатор	1,04	10,4
4.	Піногасник	0,78	7,8
РАЗОМ		100,00	1000,00

Приготування пігментної пасти здійснюють за допомогою швидкісного змішувача – дисольвера. Частота обертання мішалки 300–1400 об/хв. Особливістю дискозубчатої мішалки є високий ступінь турбулізації суміші в зоні зубчастого обіду й різке зниження тангенціальних і радіальних швидкостей потоку на невеликій відстані від мішалки, що, створюючи великі напруги зрушення, сприяє інтенсивному перемішуванню та попередньому диспергуванню. Завантажувальна рецептура у дисольвер наведена у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Завантажувальна рецептура пігментної пасти у дисольвер

№	Найменування компонентів	Кількість, % (ваг.)	Завантажено, кг
1.	Напівфабрикат	43,86	438,6
2.	Диоксид титану	42,11	421,1
3.	Оміакарб	5,61	56,1
4.	Скляні мікросфери	8,42	84,2
РАЗОМ		100,00	1 000,0

Інноваційність технології виробництва теплоізоляційних фарб з використанням скляних мікросфер полягає у пошуку напрямків вирішення проблеми значного спінювання пігментної фарби. Для запобігання спінювання матеріалу і переповнення дисольверу з можливими викидами пігментної пасти існує два шляхи – застосування вакуумного дисольвера і додавання спеціальних модифікуючих домішок, кількість яких включена до загального завантаження скляних мікросфер.

Наступна стадія – постановка на «тип» здійснюється у дисольвері при зменшенні швидкості обертів за рецептурою, наведеною в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Завантажувальна рецептура на стадії постановки на «тип»

№	Компоненти	Кількість, % (мас.)	Завантажено, кг
1.	Пігментна паста	61,21	1 267,05
2.	Коалісцент	2,82	58,37
3.	Акрилова дисперсія	32,77	678,34
4.	Матуюча домішка	0,94	19,46
5.	Ззущувач акриловий	0,38	7,87
6.	Консервант	1,88	38,91
РАЗОМ		100,00	2 070

### 3.5 Визначення одиничних показників якості одержаних воднодисперсійних теплоізоляційних матеріалів

Акрилова теплоізоляційна фарба для фасадів уявляє собою суспензію пігментів та наповнювачів у акриловій водній дисперсії з додаванням цільових домішок.

По своїй якості фарба повинна відповідати вимогам і нормам, зазначеним у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Нормовані показники акрилової теплоізоляційної фарби для фасадів

Найменування показника	Норма згідно з ДСТУ 20833
1. Колір плівки фарби	Після висихання повинен знаходитися в межах встановлених відхилень, що допускаються зразком (еталонами) кольору
2. Зовнішній вигляд	Після висихання фарба повинна утворити плівку з рівною однорідною матовою поверхнею
3. Масова частка нелетких речовин, %	52–57
4. Ступінь перетиру, мкм, не більш	70
5. рН	8,0–9,0
6. В'язкість за ВЗ-4 (діаметр сопла 4 мм) при (20±0,5°C), сек., не менш	12
7. Ступінь розбавлення до в'язкості 28 – 30 сек. За ВЗ – 246 з діаметром сопла 4 мм, %, не більш	20
8. Морозостійкість, цикли, не менш	5
9. Укривистість в перерахунку на суху плівку, г/м <sup>2</sup> , не більш	100
10. Еластичність плівки при вигині, мм, не більш	1
11. Час висихання до ст.3 при (20±2°C), ч., не більш	1
12. Стійкість покриття до статичної дії води, год., не менш	4

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен містити наступну інформацію:

1. Заповнену таблицю 3.6, 3.7.
2. Протокол № 3.

Таблиця 3.5 – Результати аналізу напівфабрикату, пігментної пасти для водно-дисперсійної теплоізоляційної фарби

№	Найменування матеріалу	Значення показника
1	Напівфабрикат	
1.1	В'язкість, с	
1.2	pH	
2	Пігментна паста	
2.1	Ступінь дисперсності, мкм	
2.2	pH	

Таблиця 2.4 – Властивості одержаної водно дисперсійної теплоізоляційної фарби

Назва показників	Фактичні значення показників
1	2
1. Колір плівки фарби	
2. Зовнішній вигляд	
3. Масова частка нелетких речовин, %	
4. Ступінь перетиру, мкм, не більш	
5. pH	
6. В'язкість за ВЗ-4 (діаметр сопла 4 мм) при (20±0,5°C), сек., не менш	



1	2
7. Ступінь розбавлення до в'язкості 28–30 сек. За ВЗ-46 з діаметром сопла 4 мм, %, не більш	
8. Морозостійкість, цикли, не менш	
9. Укривистість в перерахунку на суху плівку, г/м <sup>2</sup> , не більш	
10. Еластичність плівки при вигині, мм, не більш	
11. Час висихання до ст. 3 при (20±2°C), ч., не більш	
12. Стійкість покриття до статичної дії води, год., не менш	

**ПРОТОКОЛ № 3**  
до лабораторної роботи

**«Інноваційні технології одержання воднодисперсійних теплоізоляційних матеріалів»**

(назва матеріалу)

№ з/п	Назва інформаційних параметрів	Фактичні дані
1.	Перелік міжнародних стандартів	
2.	Тип та марка матеріалу	
3	Умови експерименту, температура випробувань, °С	
4.	Відхилення від стандарту	
5.	Дата та час вимірювання	
7.	П, і та п/б дослідника	

**4 Інноваційні технології одержання воднодисперсійних матеріалів з наночастинками наповнювачів**

Нанокomпозиційними матеріалами називають композиційні матеріали з розмірами часток хоча би однієї фази на нанометровому рівні: 10–100 нм.

Існують різні методи одержання нанокompозитів, іноаційність технології одержання водно дисперсійних матеріалів з наночастинками наповнювачів полягає у застосуванні інтеркаляційного методу одержання нанокompозитів з використанням як неорганічної матриці алюмосилікату – монтморилоніту з шаруватою кристалічною структурою.

#### 4.1 Завдання для самостійної підготовки

1. Дати визначення поняття інтеркаляція.
2. Які нанокompозити належать до гібридних?
3. Чим обумовлена унікальність властивостей нанокompозитів?
4. Які умови призводять до появи ексфоляційних чи деламінованих структур?
5. Органобентоніти як функціональні домішки до лакофарбових матеріалів, переваги застосування модифікаторів реології.

#### 4.2 Теоретичні положення

*Мета роботи* полягає у дослідженні технології одержання та створенні на їхній основі гібридних нанокompозиційних лакофарбових матеріалів. Органобентоніт відноситься до особого типу функціональних добавок для лакофарбових матеріалів – це модифікатор реологічних властивостей, тиксотропний загущувач. Органобентоніт – це продукт взаємодії природних монтморілонітових глин (бентонітів) з олієфілізаторами – четвертинними амонієвими солями. Бентоніти – це природні глинисті мінерали, які здатні набухати при гідратації в 10 разів і більше – ця властивість бентонітів і використовується при виробництві лакофарбових матеріалів.

Головною метою введення органобентонітов до складу лакофарбових матеріалів, є збільшення седиментаційної стійкості лакофарбового матеріалу в процесі зберігання. Разом з поліпшенням седиментаційних властивостей, відбувається загущення лакофарбової композиції до утворення псевдопластичної рідини і тиксотропії. Крім того, при введенні органобентонітів зменшується стікання лакофарбового покриття з вертикальних і похилих поверхонь. Через здатність органобентонітів розташовуватися уздовж поверхні лакофарбової плівки і перекривання одних шарів іншими, ускладнюється доступ руйнівних середовищ, поліпшується атмосферостійкість і світлостійкість покриття. Зазвичай, органобентоніт застосовують в кількості 0,2–1,0 % по масі. Використання органобентонітов в великих кількостях пов'язане з ризиком отримати неконтрольоване наростання в'язкості у лакофарбовому матеріалі.

Таким чином, принцип дії органобентоніта в лакофарбовій композиції, заснований на утворенні молекулярної структурованої «решітки» бентоніту при інтеркаляції, і утриманні при цьому пігментів і наповнювачів від осідання. Ця структура руйнується під дією напруги зрушення, а потім, після зняття зовнішнього впливу, відновлюється.

### 4.3 Аналіз та розрахунки рецептури матеріалу

Розрахунки рецептури емалі із застосуванням наночасток наповнювачів на основі монтморилоніту за алгоритмом: визначення КОКП, розрахунок ОКП з коефіцієнтом лакофарбової системи 0,35. Визначення щільності емалі, суміші пігментів. Встановлення співвідношення між компонентами емалі наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Рецептура воднодисперсійного матеріалу з наночастинками наповнювачів

Компоненти	Кількість, % (мас.)	Щільність, г/см <sup>3</sup>
Дисперсія (стирол-акрилова) (50 %)	15,00	1,1
Вода	37,00	1,0
Згущувач	0,45	1,0
Коалесцент	1,25	0,947
Консервант	0,52	1,01
Диспергатор	0,18	1,16
Піногасник	0,60	0,89
Діоксид титану	12,00	4,0
Оміакарб	20,00	2,3
Бентоніт	2,00	2,5
Тальк	11,00	2,8
РАЗОМ	100,00	

#### **4.4 Технологія одержання воднодисперсійних матеріалів з наночастинками наповнювачів**

Особливістю виробництва наповнених ВД ЛФМ полягає у тому, що пігменти не можна диспергувати у плівкотвірній речовині, оскільки водні дисперсії полімерів не стійкі до механічного впливу та присутності сторонньої твердої мікрофази. Недотримання оптимальних гідродинамічних та адсорбційних умов може призвести до флокуляції та флоатації пігментів, зниженню блиску, вкривності та зміни кольору, подовженню часу диспергування.

Процес диспергування пігментів можна розділити на три основні стадії. Перша відповідає змочуванню водою агрегатів та первинних часток пігментів, витискування з їх поверхні адсорбованих газів та вологи. Друга стадія – подрібнення, на якій агломерати руйнуються до більш менших часток з більшою поверхнею розділу фаз. Це повинно призводити до утворення первинних часток з адсорбційно-сольватними шарами. Енергетично насичена після прилеглих механічних зусиль система прагне повернутися у перше початкове низько енергетичне становище, при якому частки диспергованого пігменту асоціюються з утворенням флокулянтів.

Третя стадія – стабілізація пігментної дисперсії для запобігання небажаної флокуляції.

#### **4.5 Визначення одиничних показників якості одержаних воднодисперсійних матеріалів з наночастинками наповнювачів**

Показники якості водно дисперсійного матеріалу з наночастинками наповнювачів наведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Нормовані показники водно дисперсійного матеріалу з наночастинками наповнювачів

Найменування показника	Норма
1	2
1. Колір плівки фарби	Білий, колірується водними та універсальними пігментними та коліровочними пастами
2. Ступінь блиску	Матове
3. Масова частка нелетких речовин, %	55–59
4. Ступінь перетиру, мкм, не більш	50

Продовження таблиці 4.2

1	2
5. рН	9,1–9,5
6. Витрати, г, не більш на 1 м <sup>2</sup>	120
7. Розчинник	вода
8. Стійкість покриття до статичної дії води, год., не менш	48
9. Стійкість покриття до стирання, циклів, не менш	500
10. В'язкість за ВЗ-246 (діаметр сопла 6 мм) при 20 °С, сек., не менш	40
11. Час висихання до ст. 3 при 20 °С, хв, не більш	60

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен містити наступну інформацію:

1. Заповнену таблицю 4.3, 4.4.
2. Протокол № 4.

Таблиця 4.3 – Результати аналізу напівфабрикату, пігментної пасти для водно дисперсійного матеріалу з наночастинками наповнювачів

№	Найменування матеріалу	Значення показника
1	Напівфабрикат	
1.1	Вязкість,с	
1.2	рН	
2	Пігментна паста	
2.1	Ступінь дисперсності, мкм	
2.2	рН	

Таблиця 2.4 – Властивості одержаної водно дисперсійного матеріалу з наночастинками наповнювачів

Назва показників	Фактичні значення показників
1. Колір плівки фарби	
2. Ступінь блиску	
3. Масова частка нелетких речовин, %	
4. Ступінь перетиру, мкм, не більш	
5. рН	
6. Витрати, г, не більш на 1 м <sup>2</sup>	
7. Розчинник	
8. Стійкість покриття до статичної дії води, год., не менш	
9. Стійкість покриття до стирання, циклів, не менш	
10. В'язкість за ВЗ-246 (діаметр сопла 6 мм) при 20°C, сек., не менш	
11. Час висихання до ст.3 при 20°C, хвил., не більш	

#### ПРОТОКОЛ № 4

до лабораторної роботи

#### «Інноваційні технології одержання водно дисперсійного матеріалу з наночастинками наповнювачів»

(назва матеріалу)

№ з/п	Назва інформаційних параметрів	Фактичні дані
1.	Перелік міжнародних стандартів	
2.	Тип та марка матеріалу	
3	Умови експерименту, температура випробувань, °С	
4.	Відхилення від стандарту	
5.	Дата та час вимірювання	
7.	П, і та п/б дослідника	

*Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації

до виконання лабораторних робіт  
з навчальної дисципліни

**«Інноваційні технології у виробництві хімічних речовин та матеріалів»**

*(для студентів I курсу денної форми навчання  
спеціальності 161– Хімічні технології та інженерія,  
освітня програма «Хімічні технології та інженерія»)*

Укладач **ГУРІНА** Галина Іванівна

Відповідальний за випуск *І. С. Зайцева*  
*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2020, поз. 88 М.

---

Підп. до друку 13.05.2020. Формат 60 × 84/16.  
Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 2,3.  
Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач :  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса : [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи :  
ДК № 5328 від 11.04.2017.