

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

Навчально–науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім.
В.С. Мартиновського

Кафедра процесів, обладнання та енергетичного менеджменту

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування

Освітня програма: «Системний інжиніринг промислових виробництв»



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему Розробка обладнання для виробництва концентрованих оцтів
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувачки: Русинович О.С.

Курсу II групи СІ–20МН

Керівник: д.т.н., професор Бурдо О.Г.

Консультант: доцент Всеволодов О.М.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри ПОЕМ від «___» _____ 2025 р., протокол № ___

Завідувач кафедри ПОЕМ _____

Олег БУРДО

Одеса – 2025 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально–науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики

Кафедра: Процесів, обладнання та енергетичного менеджменту

Ступінь вищої освіти: магістр

Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування

Освітня програма: Системний інжиніринг промислових виробництв

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Олег БУРДО

« ___ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Русинович Олександр Сергійович

1. Тема роботи: «Розробка обладнання для виробництва концентрованих оцтів»
Затверджена наказом ОНТУ від 01.11.2023 р. наказ №652–03
2. Термін задачі здобувачем закінченої роботи 11.06.2025 р.
3. Вихідні дані роботи: продукт – оцтова кислота, початкова концентрація – 2–11%, кінцева концентрація – 20%.
4. Перелік питань, які потрібно розробити: критичний огляд обладнання аналогічного призначення, патентний пошук, обґрунтування конструкції, проведення експериментальних досліджень, охорона праці.
5. Перелік графічного матеріалу: —

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх.

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та охорона праці	Доц. Всеволодов О.М.		

2. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Бурдо О.Г.

Завдання прийняв до виконання _____ Русинович О.С.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Збір матеріалів до проекту. Розробити реферат та вступ до дипломного проекту.	До 17.02.2025 р.	
2.	Аналіз існуючого обладнання. Патентний пошук	До 04.03.2025 р.	
3.	Опис розробленої конструкції блочного виморожування	До 10.03.2025 р.	
4.	Формування завдання на експериментальні дослідження	До 21.03.2025 р.	
5.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення та узагальнення отриманих даних	До 15.05.2025 р.	
6.	Охорона праці	До 25.05.2025 р.	
8.	Внесення коректив та оформлення РПЗ.	До 08.06.2025 р.	
9.	Підписання проекту, друк. Отримання рецензії.	До 16.06.2025 р.	

Здобувач–дипломник _____ Русинович О.С.

Керівник роботи _____ Бурдо О.Г.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач–дипломник: Русинович О.С. _____

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка обладнання для виробництва концентрованих оцтів» містить 57 сторінок машинописного тексту, рисунків – 31, таблиць – 1, використаних джерел – 7.

Дана робота присвячена розробці установки для концентрування оцтової кислоти методом блочного виморожування. Головна ідея розробки полягає в підвищенні ресурсо– та енергоефективності процесу концентрування оцтової кислоти шляхом залучення низькотемпературних технологій.

Об’єкт досліджень – установки для концентрування оцтової кислоти методом блочного виморожування.

Предмет досліджень – механізми та кінетика процесів концентрування оцтової кислоти виморожуванням.

Ключові слова: *блочне виморожування, кріоконцентрування, тепломасоперенесення, оцтова кислота.*

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.652-03.2.8</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		<i>Русинович О.С.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Бурдо О.Г.</i>				4	57
<i>Рецензія</i>					<i>ОНТУ</i>		
<i>Зав. каф.</i>		<i>Бурдо О.Г.</i>					
<i>Затвердив</i>							
					<i>Кріоконцентратор оцтової кислоти</i>		

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИМОРОЖУВАННЯ	9
2. ОГЛЯД ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ	15
3. ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ОБРАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ.....	29
4. ОПИС РОЗРОБЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ УСТАНОВКИ.....	30
5. ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ФАЗОВИХ РІВНОВАГ	33
5.1. Методика експериментального дослідження.....	33
5.2. Програма кріоскопічних досліджень.	35
5.3. Результати експериментальних досліджень.	35
5.4. Побудова кріоскопічної лінії.	38
6. СТАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЦТОВИХ РОЗЧИНІВ	40
7. КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ КОНЦЕНТРУВАННЯ ОЦТУ МЕТОДОМ БЛОЧНОГО ВИМОРОЖУВАННЯ.....	43
8. КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ СЕПАРУВАННЯ ОЦТУ	49
9. ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ З ХОЛОДИЛЬНОЮ УСТАНОВКОЮ	53
10.1. Організаційні заходи.....	53
10.2. Автоматичний захист компресорів від небезпечних режимів роботи.	54
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	57

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Обсяг світового ринку оцту у 2024 році оцінювався в 2,43 мільярда доларів США. За прогнозами IMARC Group, до 2033 року ринок досягне 3,02 мільярда доларів США, демонструючи середньорічний темп зростання (CAGR) 2,44% з 2025 по 2033 рік (рис. 1) [1].

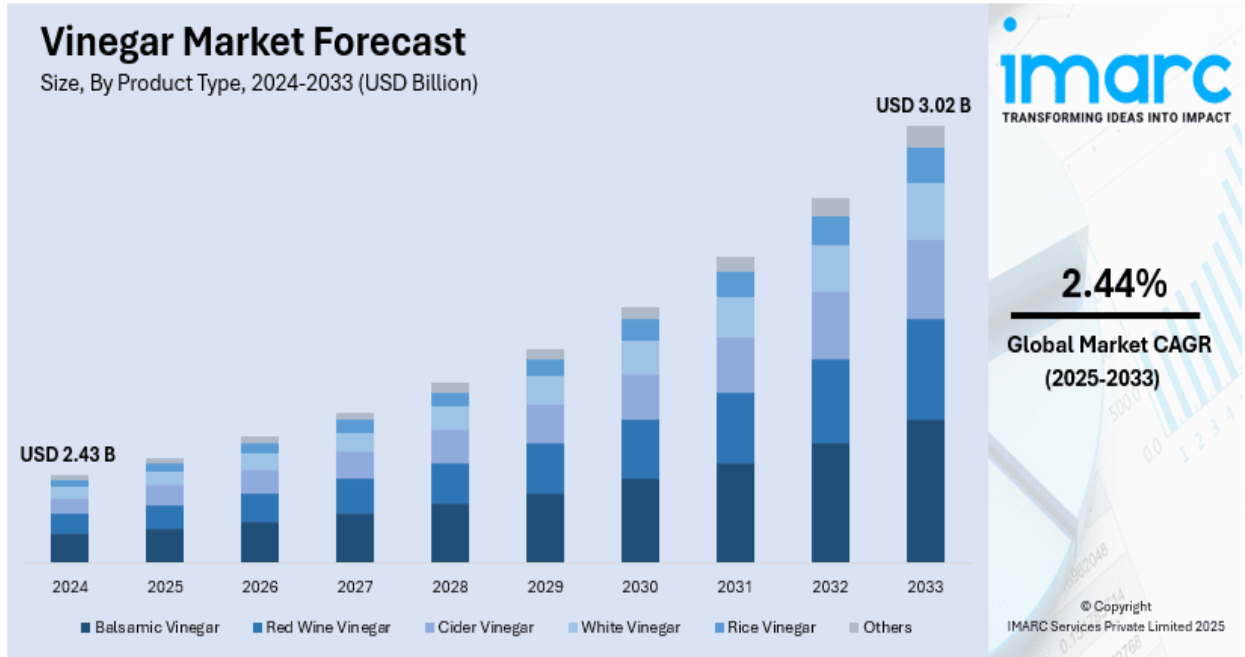


Рис. 1 – Прогноз зростання світового ринку оцту на період 2025-2033 рр.

Європа наразі домінує на ринку, займаючи понад 44,9% ринку у 2024 році (рис. 2). Зростання частки ринку оцту в європейському регіоні зумовлене високим попитом на органічний оцет, міцними кулінарними традиціями, підвищенням обізнаності про здоров'я, розширенням роздрібною торгівлі та зростанням переваги до продуктів з екологічно чистим етикетуванням. Європа представляє найбільший сегмент завдяки глибоко вкоріненим кулінарним традиціям та високому попиту на вишукані та преміальні продукти, такі як бальзамічний та винний оцет. Країни регіону відомі виробництвом високоякісного оцту, зокрема бальзамічного, який є невід'ємною частиною багатьох європейських страв.

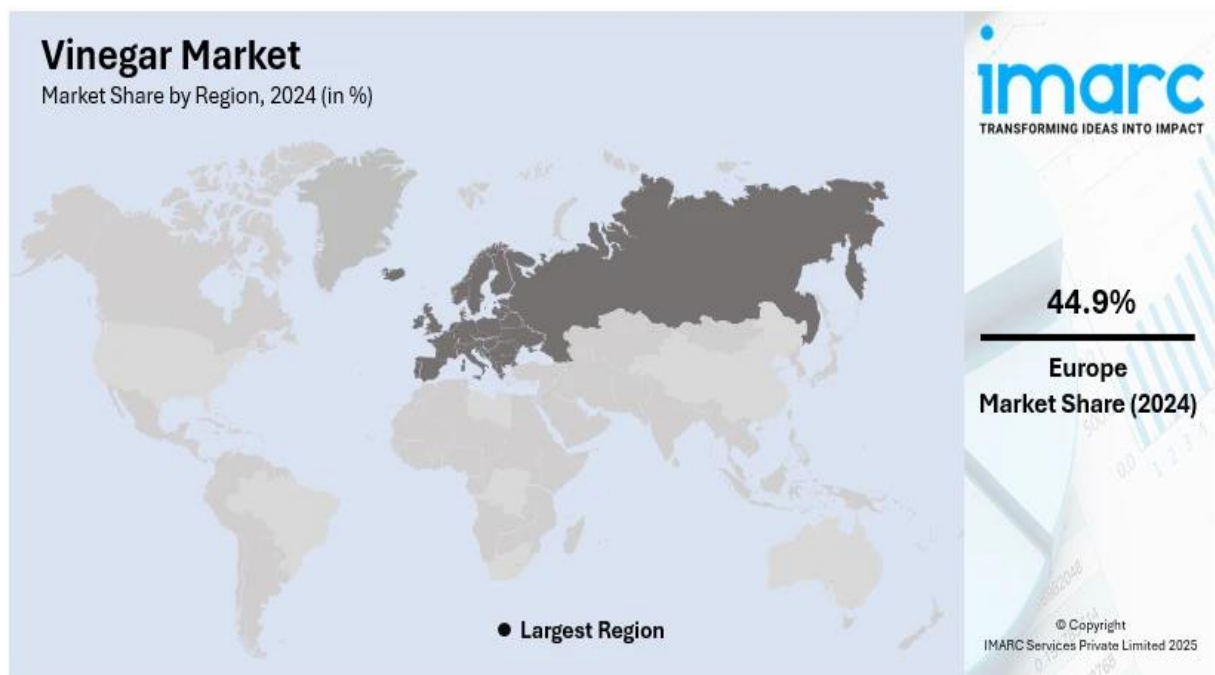


Рис. 2 – Частка Європи на світовому ринку оцту.

Європейська оцтова промисловість поступово розширюється завдяки потужній гастрономічній культурі континенту та інтересу до високоякісних видів оцту. За даними Світового банку, Італія експортувала майже 117,7 мільйона літрів оцту у 2023 році, що демонструє її лідерство в міжнародній торгівлі, зокрема, бальзамічним та винним оцтом. Німеччина та Франція також відіграють важливу роль, демонструючи інтенсивне внутрішнє споживання в харчовій промисловості та кулінарії. Тенденції у сфері охорони здоров'я підживлюють попит на органічний та нефільтрований оцет, особливо на основі яблучного сидру та комбучі. Правила Європейського Союзу щодо сталого розвитку сприяють використанню екологічно чистих виробничих процесів. Ponti та Acetum є одними з провідних компаній, які розширюють свій асортимент органічного та витриманого оцту. Зростаюче застосування оцту в натуральних засобах для чищення також пропонує сприятливі перспективи для ринку оцту в регіоні. Зростання кількості брендів крафтового та кустарного оцту також сприяє преміалізації, приваблюючи гурманів-споживачів у регіоні.

					<i>KPM.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		7

Разом із звичайним розбавленим оцтом не меншу популярність має і його концентрат. Концентрований оцет досить активно використовується в різних галузях – від харчової до хімічної. Виробництво концентрованого оцту зазвичай здійснюється методом виморожування, оскільки даний метод дозволяє зберегти його первісну якість та органолептичні властивості.

Традиційні технології виморожування оцту супроводжуються певними недоліками, пов'язаними зі значною тривалістю процесу, низьким ступенем підвищення концентрації за один цикл обробки початкової сировини, високовартісним обладнанням для реалізації процесу кріоконцентрування.

В роботі пропонується новий принцип організації процесу виморожування, який полягає у використанні пластинчатого кристалізатора, що дасть змогу реалізувати блочний тип кріоконцентрування.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
						8
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1. КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИМОРОЖУВАННЯ

Виморожування води з наступним відділенням льоду від згущеного продукту на великих підприємствах виробляють за способом Краузе–Лінде (рис. 6) або за способом Гейса–Нейербурга (рис. 3) [2]. При цьому згущення соку здійснюється двоступеневим заморожуванням при температурі, що знижується, а наступне відділення льоду – пресуванням або центрифугуванням. Було також запропоновано комбінацію виморожування з випаровуванням у вакуумі. Застосування цих способів коштує дуже дорого. Тому на невеликих підприємствах охолодження, необхідне для виморожування, здійснюється не машинами, а снігом із сухого льоду, застосування якого не потребує великих спеціальних установок. Однак при цьому витрачаються великі кількості снігу, а також часу та праці. Якщо велике підприємство не має в своєму розпорядженні допоміжних машин, то згущення продукту снігом із сухого льоду обійдеться йому не дешевше, ніж при роботі з машинами.

Втрата залишку розчину в капілярах кристалів льоду також збільшується при згущенні та стає занадто великою. Тому слід знайти найбільш сприятливе співвідношення концентрації. На великих підприємствах охолодження виробляють не більше ніж у два прийоми, а при вживанні сухого льоду – в один прийом.

Промисловий спосіб виморожування доводять до вмісту 50–60% сухої речовини. Втрата аромату невелика, випадкове окиснення може бути усунене.

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

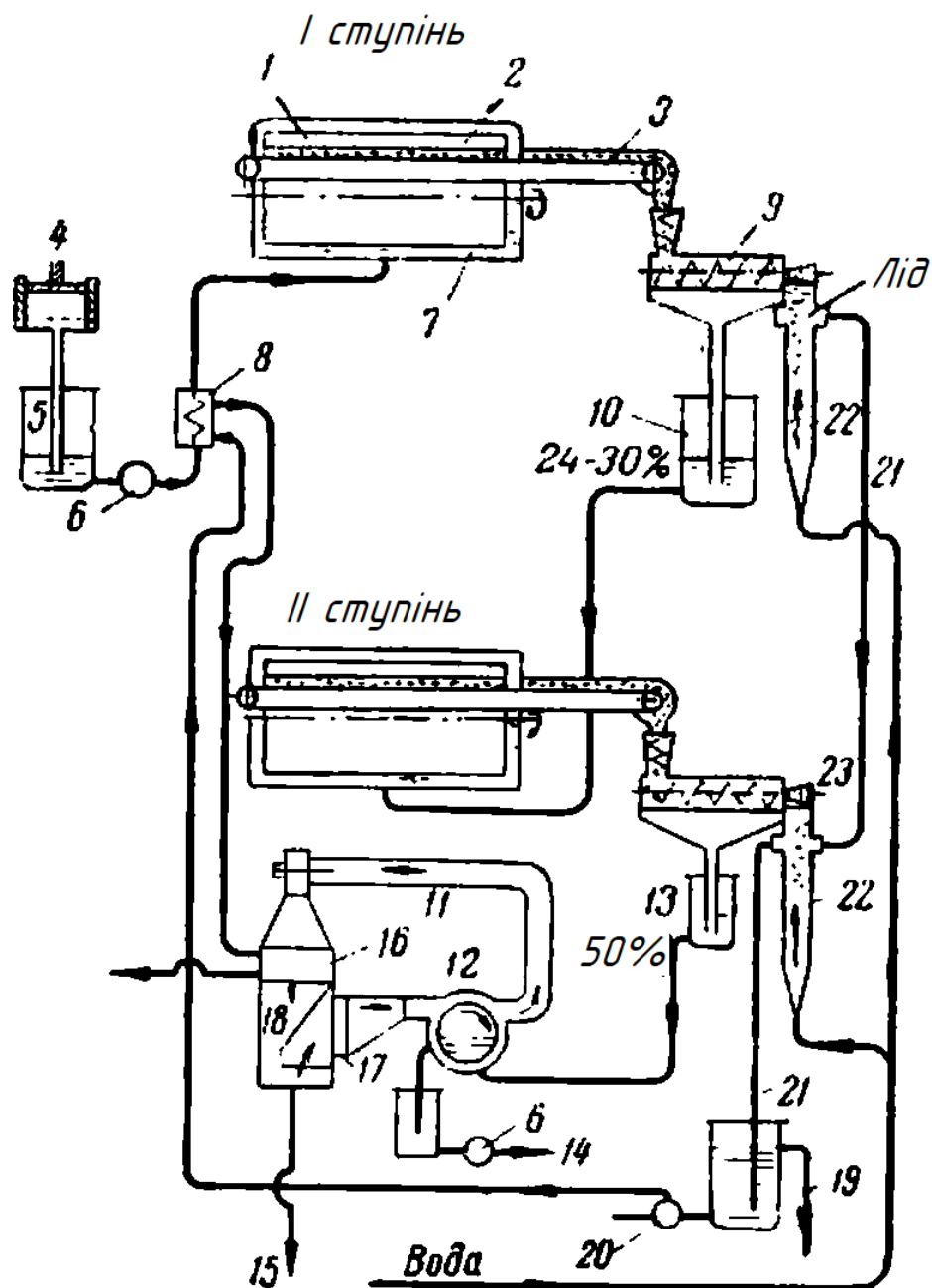


Рис. 3 – Робоча схема виморожування за способом Краузе–Лінде.

1 ступінь:

1–заморожуючий барабан; 2 – скребок, що знімає концентрат, примішаний до льоду; 3–стрічка подачі; 4 – прес для соку; 5 – ємність для соку; 6 – насос; 7 – ванна для соку; 8 – пластинчастий холодильник (попередній холодильник); 9 – безперервний прес; 10 – 1-й концентрат, 24–30% сухої речовини;

2 ступінь:

11 – струмінь газу; 12 – дифузійний апарат; 13 – 2-й концентрат 50% сухої речовини; 14 – остаточний концентрат, 10% води; 15 – конденсаційна вода; 16 – охолоджувач струн газу дифузійного апарату; 17 – нагрівач потоку газу; 18 – збирач конденсату; 19 – водозлив для крижаної води; 20 – циркуляційний насос для крижаної води; 21 – провід для крижаної води; 22 – розпалювач льоду; 23 – вихід льоду з пресу.

Принцип охолодження за способом Краузе–Лінде (рис. 3) – двоступінчастий і з дифузійним пристосуванням. Тут продукт з пресу надходить у ємність (зліва вгорі) і за допомогою насоса б подається через попередній холодильник у ванну, в якій обертається барабан, що заморожує, охолоджується зсередини соляним розчином. Суміш концентрату та льоду, що утворилася у вигляді тонких шарів на поверхні барабана, знімається скребком і подається по стрічці в безперервний прес з архімедовим гвинтом, в якому відбувається відділення льоду від концентрату. Втрата становить близько 5%. Лід використовується для охолодження (у вигляді крижаної води).

Перший згущений розчин, що містить близько 24–30% сухої речовини, збирають у ємність і подають на другий ступінь охолодження, де повторюється той самий процес. Тут згущення може бути доведено до 50% сухої речовини.

Для більш високих концентрацій включають дифузійний апарат. У ньому другий концентрат піддається великій поверхні обробці струменем газу при 25° видалення ще 10% води.

При виморожуванні за способом Гейсса-Нейербурга (мал. 4) замість безперервного преса застосовується центрифуга, щоб уникнути втрат тепла при відтисканні (при цьому відбувається менш сильне охолодження). У разі потреби і тут здійснюється двоступінчасте згущення. За Гейссом, здешевлення згущення виморожуванням залежить від того, чи вдається при

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		11

другому згущенні отримати концентрацію 4:1. Великий ступінь згущення важко здійснити і тому принцип не вигідний.

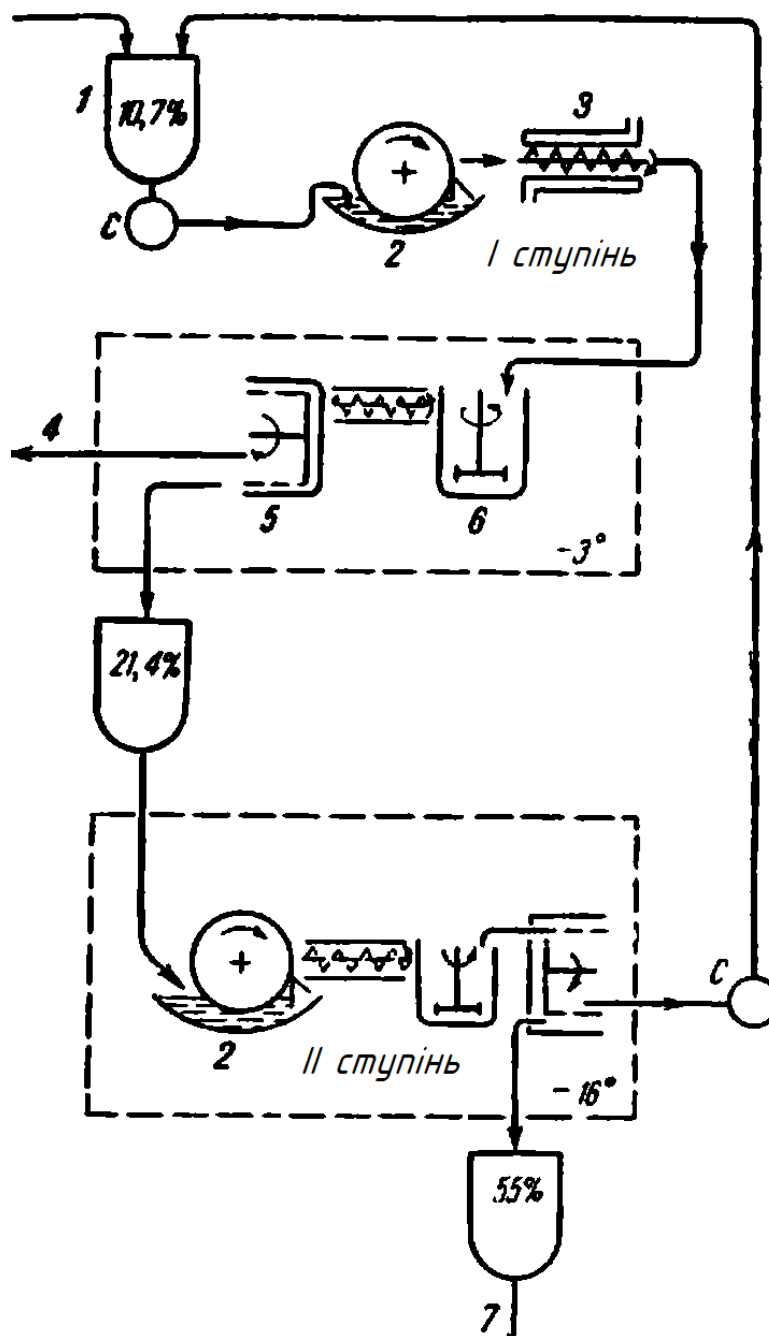


Рис. 4 – Схема роботи установки Гейсса - Нейербурга для концентрації шляхом виморожування: 1 – ємність для продукту; 2 – заморожуючий вал; 3 – обігрівальна спіраль; 4 – залишок льоду; 5 – центрифуга; 6 – ємність для розмішування; 7 – концентрат.

На тому ж принципі заснований французький спосіб виморожування, розроблений Пепеном і Гаском (рис. 5). Виморожуваний продукт в цьому

випадку направляється через теплообмінник 2 холодильник 3 з сольовим розчином, з скребком, в якому вода частково вимерзає.

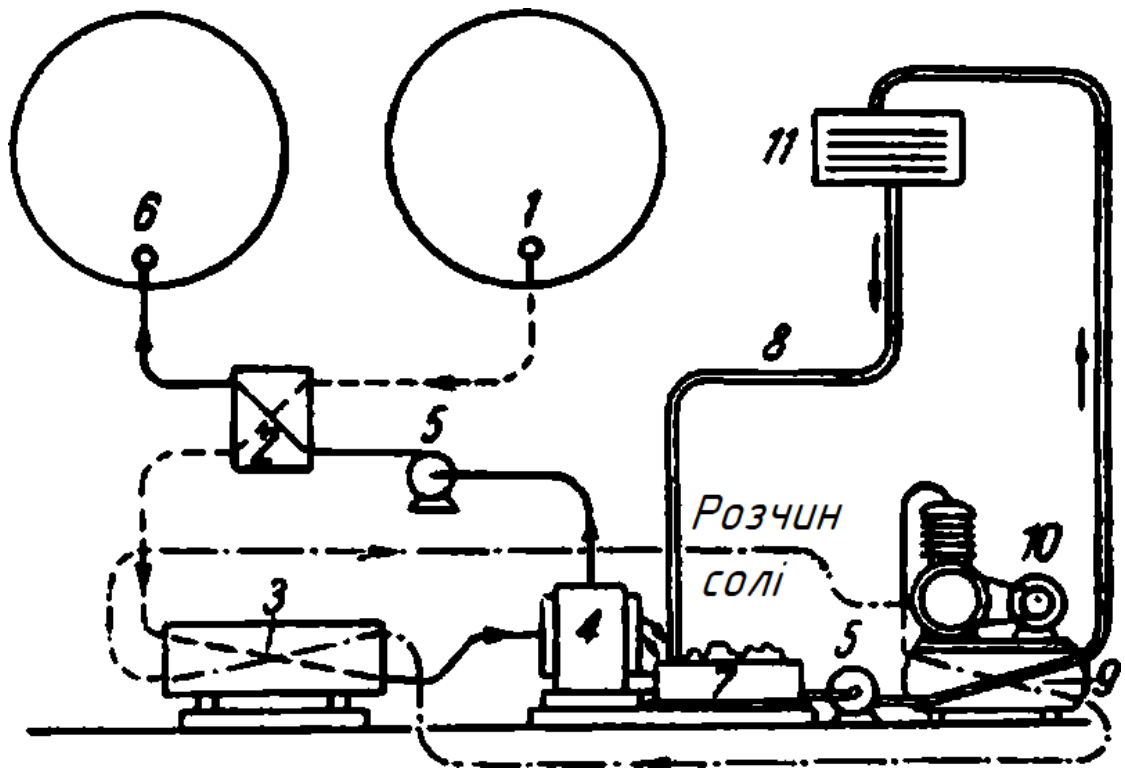


Рис. 5 – Схема роботи установки для згущення піна охолодженням за способом Пепена та Гаске:

1 – початкова сировина; 2 – теплообмінник; 3 – спеціальний охолоджувач;
 4 – сепаратор льоду (центрифуга); 5 – насоси; 6 – концентрат; 7 – плавлення льоду та отримання охолоджуючої води; 8 – охолоджуюча вода;
 9 – конденсатор; 10 – компресор; 11 – конденсатор для охолоджувальної води.

Лід від продукту відокремлюється в центрифугі 4. За допомогою насоса 5 згущений продукт знову накачується в теплообмінник 2, де використовується як охолоджуючий засіб, звідти він надходить у приймач для вимороженого продукту 6. Лід і сніг, відокремлені від рідкої частини центрифугою, виносяться безперервно в приймач, там розплавляються і холодна вода знову використовується в кругообіг для охолодження

конденсатора 9, компресор 10 і використовується через прилад для охолодження повітря 11.

Кругообіг продукту заштрихований або проведений суцільною лінією;
кругообіг охолодженого розсолу позначений пунктиром і штрихуванням;
кругообіг охолоджуючої води – подвійними суцільними лініями.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

2. ОГЛЯД ПАТЕНТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Патент на корисну модель CN104178408 «Процес концентрування оцту заморожуванням».

Винахідник виявив, що рідкий оцт можна ефективно концентрувати та/або очищати шляхом заморожування рідкого оцту та повільного плавлення його при нижчій температурі [3]. З одного боку, цей винахід пропонує спосіб концентрування рідкого оцту, що включає: заморожування рідкого оцту для перетворення його на практично твердий оцтовий блок; розміщення оцтового блоку в середовищі з температурою від 0°C до 20°C для його повільного розчинення; та збір розчиненого оцтового рідкого. У бажаному варіанті реалізації цього винаходу кислотність концентрованого оцтового рідкого значно покращується, тверді домішки значно зменшуються, а ароматичні речовини в оцті ефективно зберігаються. Конкретні методи реалізації З одного боку, цей винахід пропонує спосіб концентрування рідкого оцту, що включає: заморожування рідкого оцту для перетворення його на практично твердий оцтовий блок; розміщення оцтового блоку в середовищі з температурою від 0°C до 20°C для його повільного розчинення; та збір розчиненого оцтового рідкого. Термін «рідкий оцет», що використовується тут, слід розуміти в широкому сенсі, включаючи, але не обмежуючись розчинами, що містять оцтову кислоту, отриманими на різних етапах процесу виробництва харчового оцту, наприклад, молодий оцет або сирий оцет, отриманий після оцтовокислотного бродіння, витриманий оцет, отриманий після попереднього витримування, старий витриманий оцет, отриманий після практично повного витримування, та різні готові оцти; він також включає різні розведені розчини оцту. Процес концентрування заморожуванням цього винаходу застосовується до різних видів оцту, включаючи чотири відомі види оцту, такі як витриманий оцет Шаньсі, ароматний оцет Чженьцзян, висівковий оцет Сичуань та червоний дріжджовий оцет Фуцзянь, а також інші види оцту з різних місць. Після

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		15

концентрування методом цього винаходу ароматичні речовини в ньому можуть добре зберігатися, тоді як кислотність оцту підвищується. Фахівці в цій галузі розуміють, що з метою підвищення кислотності або покращення смаку готовий оцет також можна концентрувати. Наприклад, для розведеного оцту з кислотністю близько 3 градусів кислотність можна збільшити або смак можна покращити шляхом концентрування. Етап заморожування можна проводити в штучному низькотемпературному середовищі, такому як холодильне сховище, морозильна камера або холодильник, або в природному низькотемпературному середовищі, такому як температура на півночі моєї країни взимку може бути до мінус 30°C (тобто -30°C). Рідкий оцет можна заморозити до практично твердого оцтового блоку за допомогою етапу заморожування. Оскільки рідкий оцет має складний склад, що включає оцтову кислоту, молочну кислоту, амінокислоти та різноманітні ароматичні речовини, оцтовий блок, утворений після заморожування, іноді містить певну густу рідину. Подальша операція за методом цього винаходу не вимагає, щоб оцтовий блок, отриманий шляхом заморожування, був суто твердим, якщо він може утворити практично твердий стан для подальшої операції. Термін «оцтовий блок», що використовується тут, стосується блоку, утвореного оцтовою рідиною після заморожування. Цей винахід не має конкретних вимог до форми оцтового блоку, який може бути приблизно цегляної форми, сферичної, бочкоподібної, клиноподібної або неправильної форми, якщо це зручно для подальшої обробки. Для зручності експлуатації перевага надається цегляному оцтовому блоку, такому як цегляний блок довжиною близько 30 см та висотою близько 10 см. Оцтову рідину можна помістити у форму для заморожування. Немає конкретних обмежень щодо температури заморожування, яка зазвичай може становити від -50°C до -1°C. Наприклад, заморожування може проводитися від -30°C до -5°C, зокрема від -30°C до -20°C або від -20°C до -10°C. Немає конкретних обмежень щодо тривалості етапу заморожування, яка зазвичай може становити 1-5 днів. Фахівці в цій

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		16

галузі зрозуміють, що якщо температура заморожування низька, час заморожування може бути коротшим, а якщо температура заморожування висока, час заморожування може потребувати відповідного подовження. У конкретному варіанті реалізації цього винаходу заморожування проводиться при температурі від -30°C до -20°C протягом приблизно 1–3 днів. Після завершення етапу заморожування отриманий практично твердий блок оцту переносять у середовище з нижчою температурою для повільного розчинення та проведення етапу розчинення. Температура етапу розчинення не повинна бути занадто високою, інакше швидкість розчинення буде занадто високою, і вода та оцет розчиняться разом, що зменшить ефект концентрації. Бажано, щоб вона була не вище 20°C ; водночас, якщо температура занадто низька, швидкість розчинення буде повільнішою, бажано не нижче 0°C . Бажано, щоб температура етапу розчинення була від 0°C до 20°C , особливо від 1°C до 10°C , а бажана температура становить від 2°C до 8°C , особливо від 3°C до 6°C . Немає конкретних обмежень щодо тривалості етапу розчинення, який може становити від кількох годин до кількох днів. Фахівці в цій галузі зрозуміють, що якщо температура розчинення низька, необхідний час може бути довшим, а якщо температура розчинення висока, необхідний час можна відповідно скоротити. У конкретному варіанті реалізації цього винаходу етап плавлення здійснюється при температурі від 2°C до 5°C і триває приблизно 10 годин. Під час процесу плавлення з блоку оцту утворюється густа оцтова рідина, яка поступово збільшується, а потім витікає вздовж блоку оцту, і колір блоку оцту поступово стає світлішим. У цей час збирається витікаючий оцтовий рідкий ... Кубик льоду можна викинути або розтопити та переробити як воду. Кислотність та в'язкість зібраної оцтової рідини після обробки концентруванням заморожуванням значно покращуються, а ароматичні речовини, що утворюються в процесі варіння оцту, ефективно зберігаються. Аромат оцту сильний, і ефект покращення якості оцтової рідини очевидний.

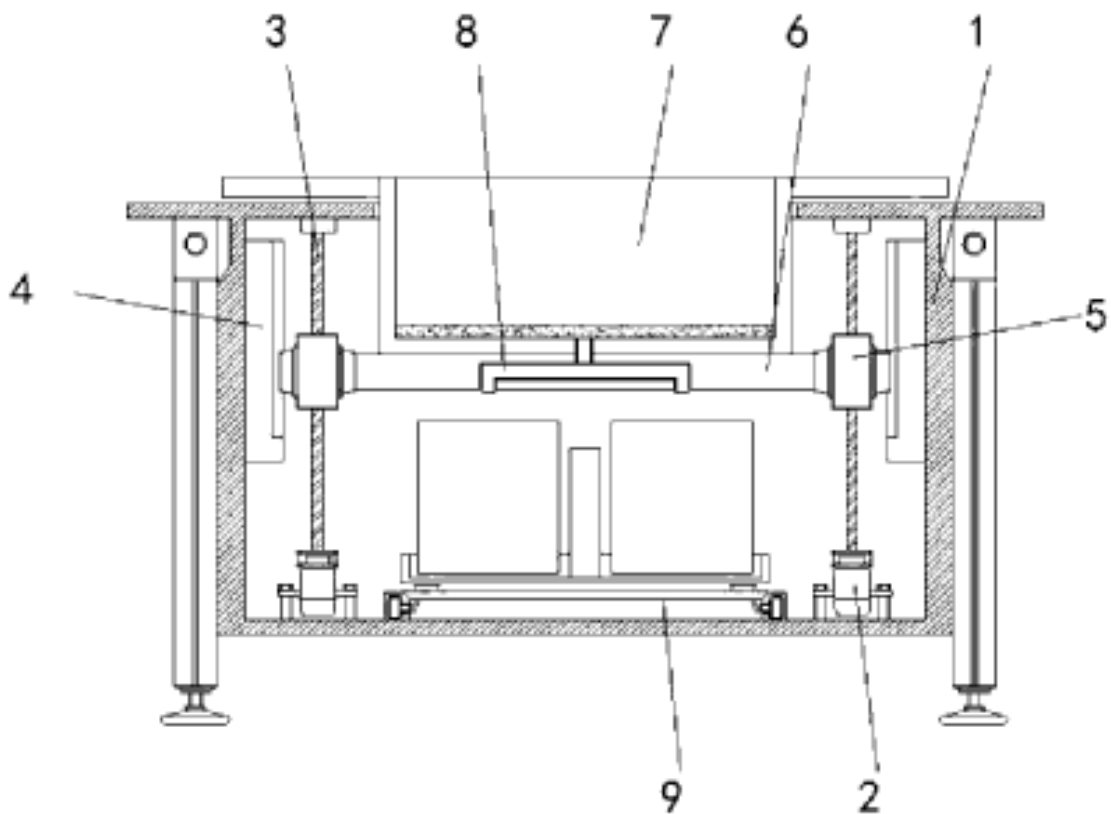
					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		17

У конкретному варіанті реалізації цього винаходу кислотність концентрованої оцтової рідини досягає 12–13 градусів, ефект концентрування очевидний, а кількість домішок, таких як залишки, значно зменшується. Оцет, концентрований та очищений методом цього винаходу, має підвищену кислотність та значно зменшений об'єм, що може значно заощадити витрати на упаковку, транспортування та зберігання, а також заощадити енергію. Водночас, завдяки високій кислотності, його можна стабільно зберігати протягом тривалого часу без додавання будь-яких консервантів. Термін «кислотність», що використовується в цій статті, стосується маси кислоти в кожні 100 мл розчину оцту, зазвичай розраховується в г/100 мл. Наприклад, кислотність оцтової кислоти становить 12 градусів, що зазвичай означає, що концентрація оцтової кислоти в розчині оцту становить 12 г/100 мл. Фахівці в цій галузі розуміють, що метод цього винаходу може бути застосований до різних типів розчинів оцту, які потребують концентрації та/або очищення, таких як оцет Шаньсі, ароматний оцет Чженьцзян, висівковий оцет Сичуані, оцет з червоних дріжджів Фуцзянь тощо, а також до розчинів оцту, отриманих на різних етапах процесу їх приготування. Цей винахід буде описано детальніше нижче разом з варіантами реалізації. Ці варіанти реалізації призначені лише для кращого пояснення цього винаходу та не є жодним обмеженням обсягу захисту цього винаходу.

Патент на корисну модель CN213113271 «Обладнання для концентрування та очищення оцту».

Корисна модель належить до галузі технології виробництва оцту, зокрема до обладнання для концентрування та очищення оцту (рис. 6) [4].

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		18



1 – робоча коробка, 2 – двигун, 3 – ходовий гвинт, 4 – обмежувальна напрямна, 5 – обмежувальна втулка, 6 – опорна плита, 7 – стіл для танення льоду, 8 – випускна труба, 9 – ковзна плита, 10 – дверцята коробки

Рис. 6 – Схема установки для концентрування оцту виморожуванням за патентом CN213113271.

Конкретний спосіб реалізації

Технічна схема у варіанті реалізації корисної моделі буде чітко та повно описана нижче разом із кресленнями у варіанті реалізації корисної моделі. Зверніться до рисунків 1-3, обладнання для концентрування та очищення оцту, що включає робочу камеру 1, оглядові вікна розташовані з лівого та правого боків внутрішньої частини робочої камери 1, дві опорні колони розташовані з лівого та правого боків робочої камери 1, двигун 2 нерухомо встановлений з лівого та правого боків внутрішнього дна робочої камери 1, кріпильні болти, з'єднані з робочою камерою 1, розташовані з лівого та правого боків двигуна 2, ходовий гвинт 3, обертально з'єднаний з робочою камерою 1, нерухомо з'єднаний з вихідним валом двигуна 2,

посадочні місця підшипників, обертально з'єднані з ходовим гвинтом 3, розташовані з лівого та правого боків внутрішньої верхньої стінки робочої камери 1, напрямні обмеженого ковзання 4 нерухомо встановлені з лівого та правого боків робочої камери 1, обмежена втулка 5, ковзально з'єднана з напрямною обмеженого ковзання 4, різьбово з'єднана із зовнішньою різьбою ходового гвинта 3, паз обмеженого ковзання, ковзально з'єднаний з втулкою обмеженого ковзання 5, розташований всередині обмеженого ковзна рейка 4, протилежні поверхні двох обмежених втулок 5 нерухомо з'єднані з опорною пластиною 6, на верхній частині опорної пластини 6 нерухомо встановлений стіл для плавлення льоду 7, на внутрішній нижній стінці столу для плавлення льоду 7 передбачена фільтрувальна сітка, а обмежувальні гвинти, розташовані у верхній частині робочої коробки 1, розташовані з лівого та правого боків верхньої частини столу для плавлення льоду 7. Передня сторона платформи для плавлення льоду 7 забезпечена пробовідбірною трубкою, що простягається до передньої сторони робочої коробки 1, а на верхній частині пробовідбірної трубки передбачений клапан. Дно платформи для танення льоду 7 нерухомо встановлено з випускною трубою 8, що простягається до нижньої частини опорної плити 6. Випускна труба 8 проходить через нижню частину платформи для танення льоду 7 та опорну плиту 6. Передня сторона випускної труби 8 забезпечена трьома регулювальними клапанами, що простягаються до передньої сторони робочої коробки 1. Три регулювальні клапани розташовані відповідно у верхній частині передньої сторони випускної труби 8 та з лівого та правого боків передньої сторони випускної труби 8. Передня сторона робочої коробки 1 забезпечена обмежувальним пазом, розташованим зовні регулювального клапана та пробовідбірної труби та ковзаюче з'єднанням з ними. Внутрішнє дно робочої коробки 1 ковзаюче з'єднане з ковзною пластиною 9. Ліва та права сторони ковзної пластини 9 обертово з'єднані зі шківками, ковзаюче з'єднаннями з робочою коробкою 1. Ліва та права сторони внутрішньої

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		20

нижньої стінки робочої коробки 1 забезпечені ковзними рейками, розташованими зовні шківів та ковзаюче з'єднаними зі шківами. Ліва та права верхні сторони розсувної пластини 9 оснащені резервуарами для зберігання оцту. Передня сторона розсувної пластини 9 нерухомо з'єднана з дверцятами коробки 10. Дверцята коробки 10 взаємодіють з робочим корпусом 1, а ліва та права сторони передньої поверхні дверцят коробки 10 оснащені ручками. Під час використання упакуйте оцет, який потрібно обробити, у 10-літрові бочки з нержавіючої сталі та накрийте їх, щоб запобігти переповненню. Увімкніть морозильну камеру та встановіть температуру охолодження на -20°C . По черзі помістіть бочки, наповнені оцтом, у холодильну камеру, складаючи їх до 3 шарів. Через 5 днів оцет у бочках, наповнених оцтом, повністю замерзне у кубики льоду. Вийміть відро з льодом та поставте його на стіл для плавлення льоду 7. Відкрийте кришку бочки та дайте їй постояти. Через 15 хвилин крижаний оцет трохи розплавиться. Вилийте блоки крижаного оцту з відра з нержавіючої сталі та поставте їх на стіл для плавлення льоду 7, щоб вони повільно розтанули. Таким чином, обладнання для концентрації та очищення оцту, встановлене на опорній плиті 6, за допомогою платформи для танення льоду 7, зручно для працівника розміщувати блок крижаного оцту всередину платформи для танення льоду 7. У цей час працівник відкриває верхній регулювальний клапан та лівий регулювальний клапан, після чого розплавлений рідкий оцет проходить через випускну трубу 8 та надходить до резервуара для зберігання оцту, розташованого ліворуч у верхній частині гірки 9. У цей час працівник один раз у фіксований час 20 відбирає пробу з пробірки для відбору проб, щоб перевірити кислотність розплавленого рідкого оцту. Коли кислотність нижче 5° , лівий регулювальний клапан закривається, а правий відкривається. Розплавлений рідкий оцт проходить через випускну трубу 8 та надходить до резервуара для зберігання оцту, розташованого праворуч у верхній частині гірки 9. Обладнання для концентрації та очищення оцту базується на

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		21

принципі різної кислотності та різних температур замерзання оцтової кислоти. Після заморожування рідкого оцту в блоки, блоки оцтового льоду повільно розтоплюють для отримання оцту за різних умов кислотності, таким чином, оцет концентрується до необхідної кислотності, уникаючи проблеми неточного концентрування існуючого підвищення кислотності оцту. Коли працівник виявляє, що кислотність наступного розтопленого рідкого оцту нижча за 0,3°, правий регулювальний клапан закривається, і рідкий оцт більше не збирається. Залишки льоду на платформі для танення льоду 7 необхідно викинути. У цей час працівник запускає двигун 2, щоб обертати гвинт 3. Обертається гвинт 3, який приводить в рух обмежувальну втулку 5, яка ковзає по обмежувальній рейці 4, забезпечуючи таким чином дію обмежувальної втулки 5. Дві обмежувальні втулки 5 одночасно приводять в рух опорну пластину 6 та платформу для танення льоду 7, що піднімається. Піднімальна платформа для танення льоду 7 може допомогти працівнику викинути залишки льоду всередині неї, а фільтрувальна сітка, розташована на платформі для танення льоду 7, зручна для фільтрації розтопленого рідкого оцту. Обладнання для концентрації та очищення оцту: після того, як крижаний оцтовий блок осаду, розташований на дні бочки з нержавіючої сталі, виливається з бочки з нержавіючої сталі, рідина оцту поступово розплавляється знизу вгору, тим самим запобігаючи змішуванню осаду з рідиною оцту, забезпечуючи перевагу відносно простого методу фільтрації.

Патент на корисну модель CN211546486 «Концентратор для переробки зрілого оцту».

Метою корисної моделі є вирішення недоліків низької ефективності ручного сушіння та зневоднення, що використовуються в попередньому рівні техніки, та запропоновання концентруючого пристрою для переробки витриманого оцту. Для досягнення вищезазначеної мети корисна модель використовує наступну технічну схему: Спроекувати концентруючий пристрій для переробки витриманого оцту, що включає корпус резервуара,

					<i>KPM.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		22

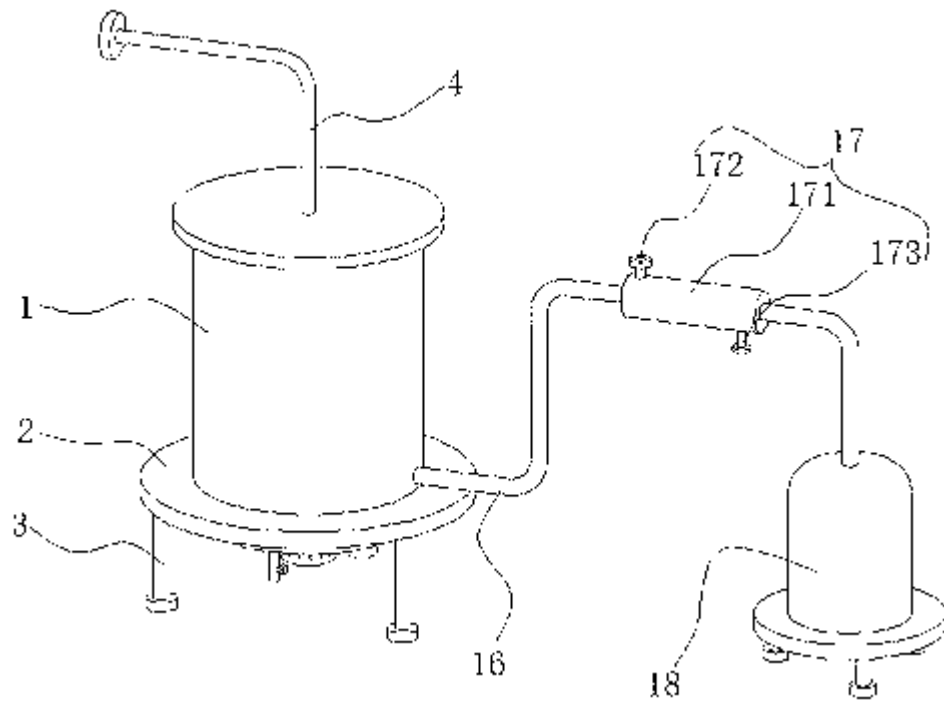
монтажне сидіння нерухомо встановлено в нижній частині корпусу резервуара, кілька опорних ніжок нерухомо встановлено в нижній частині монтажного сидіння, а опорні ніжки розподілені на рівній відстані навколо монтажного сидіння, труба для впуску рідини нерухомо встановлена у верхній частині корпусу резервуара, концентруючий циліндр нерухомо встановлений в нижній частині корпусу резервуара, а електрична нагрівальна пластина нерухомо встановлена всередині концентруючого циліндра, причому електрична нагрівальна пластина має кільцеву конструкцію, двигун нерухомо встановлений у нижній частині корпусу резервуара, вихідний вал двигуна проходить через нижню стінку корпусу резервуара та нерухомо з'єднаний з відцентровим циліндром, приймальне сидіння, що відповідає відцентровому циліндру, нерухомо встановлено у верхній частині концентруючого циліндра, а відцентровий циліндр обертально з'єднаний з приймальним сидінням, на зовнішній стінці відцентрового циліндра відкрито кілька фільтрувальних отворів, у нижній частині відцентрового циліндра відкрито кілька дренажних отворів, а дренаж. Отвори сполучені з внутрішньою частиною концентруючого циліндра, а передавальний сідло нерухомо встановлено у верхній частині відцентрового циліндра, а впускна труба для рідини проходить через передавальний сідло та обертально з'єднана з передавальним сидінням. Бажано, щоб концентратор був зовні підключений до паропроводу, конденсаційний пристрій встановлено на подовженні паропроводу, а вихідний кінець паропроводу нерухомо з'єднаний з паропроводом. Бажано, щоб конденсаційний пристрій включав конденсатор, конденсатор був вставлений в муфту на подовженні паропроводу, впускна труба для конденсату нерухомо встановлена на одному кінці конденсатора, а випускна труба для конденсату нерухомо встановлена на іншому кінці конденсатора. Бажано, щоб у нижній частині корпусу резервуара було відкрито кілька наскрізних дренажних отворів, дренажні отвори розташовані на подовженні концентратора, а вихідний кінець

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		23

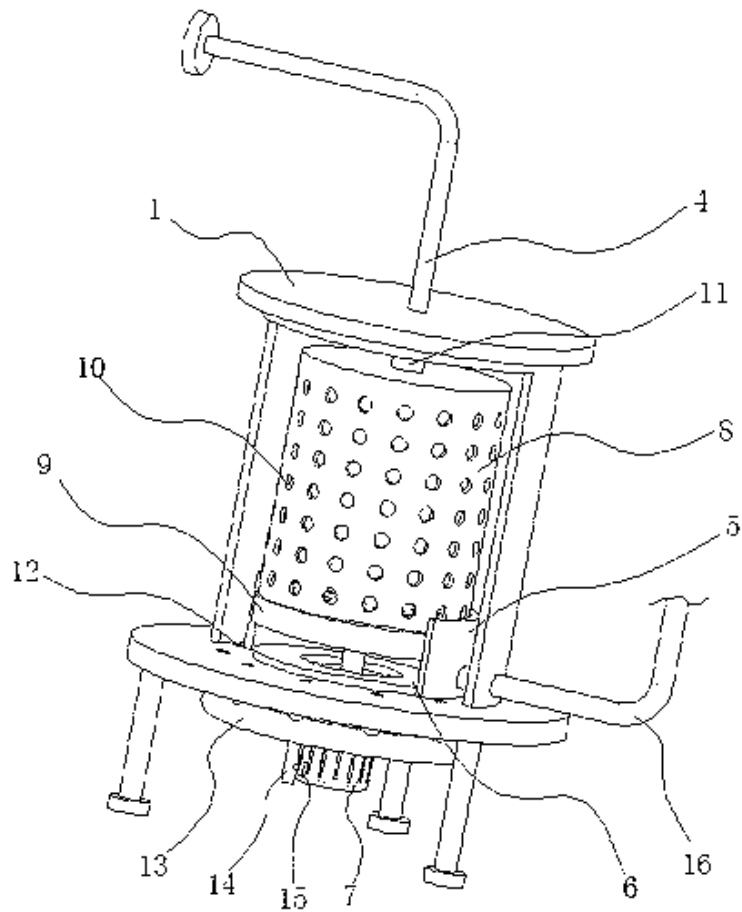
дренажних отворів нерухомо з'єднаний з кільцевим водопроводом через трубопровід. Бажано, щоб дренажна труба була нерухомо встановлена на нижньому кінці кільцевого водопроводу, дренажна труба була з'єднана з внутрішньою частиною кільцевого водопроводу, а регулювальний клапан був нерухомо встановлений на зовнішній стороні дренажної труби. У корисній моделі пропонується концентруючий пристрій для переробки витриманого оцту, який має такі корисні ефекти: 1. Електрична нагрівальна пластина може нагрівати розчин витриманого оцту, в результаті чого розчин випаровується та перетворюється на пару, а в процесі конденсації отримується розчин витриманого оцту високої концентрації; 2. Відцентровий циліндр приводиться в рух двигуном для обертання з високою швидкістю, завдяки чому вода всередині розчину витриманого оцту викидається, тим самим збільшуючи концентрацію розчину витриманого оцту; 3. Паропровідний канал використовується для направлення пари витриманого оцту, а потім вона проходить через конденсаційну трубку, знову перетворюючись на рідину, тим самим збільшуючи концентрацію витриманого оцту, задовольняючи вимоги обробки, таким чином зменшуючи ручну працю та значно підвищуючи ефективність роботи.

Рисунок 7а - це структурна схема концентруючого пристрою для переробки витриманого оцту, запропонованого у корисній моделі; Рисунок 7б – це частковий поперечний розріз концентруючого пристрою для переробки витриманого оцту, запропонованого корисною моделлю.

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		24



a)



б)

Рис. 7. Схема пристрою для концентрування оцту за патентом CN211546486.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		25

На рисунку: корпус резервуара 1, монтажне сидіння 2, опорна ніжка 3, впускна труба для рідини 4, концентруючий циліндр 5, електрична нагрівальна плита 6, двигун 7, відцентровий циліндр 8, дренажний отвір 81, приймальне сидіння 9, отвір фільтра 10, адаптерне сидіння 11, дренажний отвір 12, кільцева водопровідна труба 13, дренажна труба 14, регулювальний клапан 15, паропровід 16, конденсаційний пристрій 17, конденсаційна труба 171, впускна труба для конденсату 172, впускна труба для конденсату 173, резервуар для зберігання рідини 18. Конкретний спосіб реалізації Технічна схема у варіанті реалізації корисної моделі буде чітко та повно описана нижче разом із кресленнями у варіанті реалізації корисної моделі. Очевидно, що описаний варіант реалізації є лише частиною варіанту реалізації корисної моделі, а не всіма варіантами реалізації. Приклад 1: Звертаючись до рисунків 1-3, концентруючий пристрій для обробки витриманого оцту включає корпус резервуара 1, монтажне сидіння 2 нерухомо встановлено внизу корпусу резервуара 1, кілька опорних ніжок 3 нерухомо встановлені внизу монтажного сидіння 2, а опорні ніжки 3 рівномірно розподілені навколо монтажного сидіння 2, труба для подачі рідини 4 нерухомо встановлена у верхній частині корпусу резервуара 1, концентруючий циліндр 5 нерухомо встановлений на нижньому кінці корпусу резервуара 1, а електрична нагрівальна пластина 6 нерухомо встановлена всередині концентруючого циліндра 5, причому електрична нагрівальна пластина 6 має кільцеву структуру; електрична нагрівальна пластина 6 може нагрівати розчин витриманого оцту, так що розчин випаровується у стан пари, і в процесі конденсації отримується розчин витриманого оцту високої концентрації. Двигун 7 нерухомо встановлений у нижній частині корпусу резервуара 1. Вихідний вал двигуна 7 проходить через нижню стінку корпусу резервуара 1 і нерухомо з'єднаний з відцентровим циліндром 8. Приймальний циліндр 9, що відповідає відцентровому циліндру 8, нерухомо встановлений у верхній частині концентруючого циліндра 5. Відцентровий циліндр 8 обертально

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		26

з'єднаний з приймальним циліндром 9. На зовнішній стінці відцентрового циліндра 8 передбачено кілька фільтрувальних отворів 10. У нижній частині відцентрового циліндра 8 передбачено кілька дренажних отворів 81. Дренажні отвори 81 з'єднані з внутрішньою частиною концентруючого циліндра 5. Передавальний циліндр 11 нерухомо встановлений у верхній частині відцентрового циліндра 8. Впускна труба 4 для рідини проходить через передавальний циліндр 11 і обертально з'єднана з передавальним циліндром 11. Відцентровий циліндр 8 приводиться в рух двигуном 7 для обертання з високою швидкістю, завдяки чому вода всередині витриманого розчину оцту викидається назовні, тим самим збільшуючи концентрацію витриманого розчину оцту. Концентруючий циліндр 5 з'єднаний з паропроводом 16, а на подовженні паропроводу 16 встановлено конденсаційний пристрій 17. Вихідний кінець паропроводу 16 нерухомо з'єднаний з паропроводом 16. Конденсаційний пристрій 17 містить конденсаційну трубку 171, яка встановлена на подовженні паропроводу 16. Вхідна трубка для конденсату 172 нерухомо встановлена на одному кінці конденсаційної трубки 171, а вихідна трубка для конденсату 173 нерухомо встановлена на іншому кінці конденсаційної трубки 171. Паропровод 16 використовується для направлення пари витриманого оцту, після чого він знову стає рідким через конденсаційну трубку 171, що підвищує концентрацію витриманого оцту, тим самим задовольняючи вимоги обробки, зменшуючи таким чином обсяг ручної праці та значно підвищуючи ефективність роботи. Приклад 2: Звертаючись до рисунків 1-3, як ще одного бажаного варіанту реалізації цього винаходу, відмінність від прикладу 1 полягає в тому, що в нижній частині корпусу резервуара 1 передбачено кілька наскрізних отворів 12, а зливні отвори 12 розташовані на продовженні концентраційного циліндра 5. Вихідний кінець зливних отворів 12 нерухомо з'єднаний з кільцевою водопровідною трубою 13 через трубопровід, а зливна труба 14 нерухомо встановлена на нижньому кінці кільцевої водопровідної

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		27

труби 13. Зливна труба 14 з'єднана з внутрішньою частиною кільцевої водопровідної труби 13, а регулювальний клапан 15 нерухомо встановлений на зовнішній стороні зливної труби 14. Зливні отвори 12 використовуються для направлення води, що викидається відцентровим циліндром 8, і, нарешті, виводиться назовні через зливну трубу 14. Вищезазначене є лише бажаним конкретним варіантом реалізації корисної моделі, але сфера захисту корисної моделі ним не обмежується. Будь-який технічний спеціаліст, знайомий з технічною галуззю в межах технічної сфери, розкритої корисною моделлю, відповідно до технічної схеми корисної моделі та її концепції, підпадає під сферу охорони корисної моделі.

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		28

3. ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ОБРАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Розглянуте існуюче обладнання та представлені методи і конструкції патентних матеріалів свідчать про широку зацікавленість у концентрованому оцті. Однак ці методи їх отримання потребують значного поліпшення з точки зору енергоефективності, збереження якості готового продукту та скорочення часу процесу концентрування.

Задля вирішення зазначених проблем пропонується конструкція установки для концентрування оцту методом блочного виморожування. Безпосередній контакт випарника холодильної машини з сировиною дозволить суттєво інтенсифікувати процес видалення вологи. При цьому буде збережено принцип високої якості кінцевого продукту за рахунок низьких температур обробки, а також за рахунок автономності конструкції з'являється можливість масштабувати обладнання задля розширення об'ємів виробництва при організації паралельної роботи установок. Додатковою перевагою блочних кріоконцентраторів є можливість досягти значного збільшення кінцевої концентрації розчину за один цикл роботи установки.

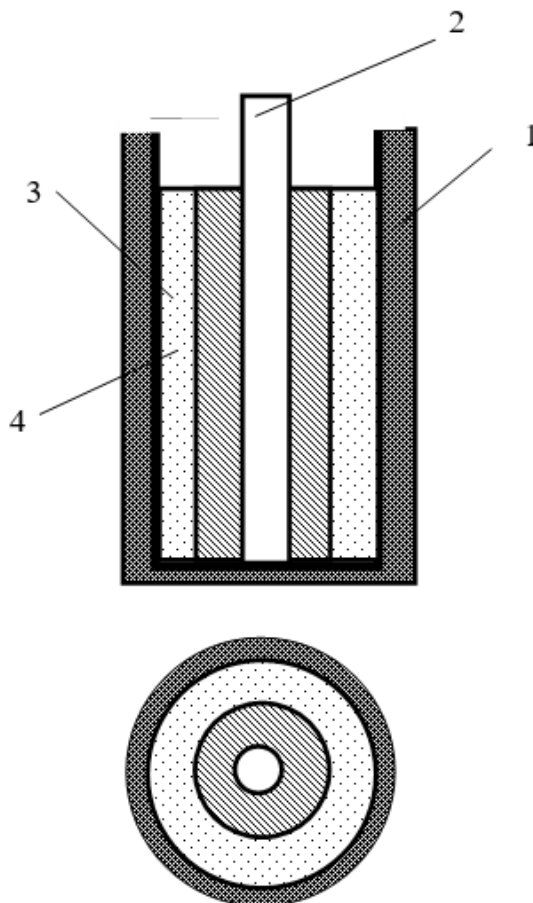
					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
						29
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4. ОПИС РОЗРОБЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ УСТАНОВКИ

Багатьох з перерахованих недоліків можна уникнути, застосувавши спосіб блочного виморожування [6]. Цей метод, як і всі методи концентрування виморожуванням, складається з етапів кристалізації і сепарування. Суть етапу кристалізації в методі блочного виморожування полягає в отриманні блоку льоду з включенням до його структури деякої частини концентрату. Етап сепарації в цьому методі відбувається без додаткових витрат енергії. Сепарація в цьому випадку відбувається під дією гравітаційних сил [7].

Схема установки для блочного виморожування наведено на рисунку 8. В ізолювану ємність 1 з продуктом 4 поміщаються кристалізатори 2, які приєднані до холодильної машини. При кипінні холодильного агенту, в кристалізаторах, за рахунок переохолодження продукту, на них утворюються блоки льоду 3, що складаються з кристалів води та частиною захопленого в нього продукту. Кількість продукту, що міститься в блоці льоду, пропорційно температурі кристалізатора. Чим вище температура кристалізатора, тим нижче вміст продукту в блоці. Після досягнення блоком льоду певних розмірів кристалізатори разом з льодом витягуються з ємності. Для зняття льоду з кристалізаторів сепаратор подають пари холодильного агенту. В результаті цього кристалізатори подають пари холодильного агенту, які конденсуються, виділяють тепло і підвищують температуру на поверхні випарника. Блок льоду, що оплавився, під дією сили тяжіння витягується з кристалізатора.

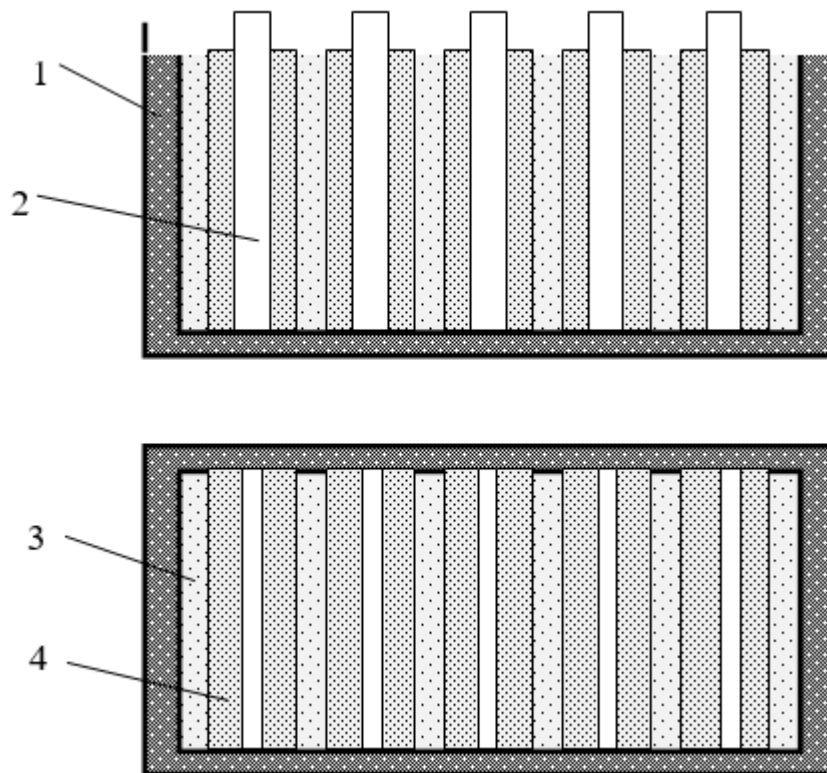
					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
						30
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



1 – ізолювана ємність, 2 – кристалізатор, 3 – розчин, 4 – блок льоду
 Рис. 8 – Схема установки для блочного виморожування з трубчастим кристалізатором.

Для сепарації блок льоду витримується у камері, де під дією гравітаційної сили відбувається стік продукту із блоку. Слід зазначити, що чим нижче буде температура в камері, тим вищою буде якість сепарації. Після такої природної сепарації концентрація сухих речовин у блоці льоду не перевищує 2,5–3 %.

Для установок великої продуктивності переважно використовувати пластинчасті кристалізатори, що представлені на рисунку 9.



1 – ізольована ємність, 2 – кристалізатор, 3 – розчин, 4 – блок льоду

Рис. 9 – Схема установки для блочного виморожування з пластинчастим кристалізатором.

Вони відрізняються більшою технологічністю, компактністю, тобто. більшою поверхнею кристалізації при меншому обсязі, ніж трубчасті. Пластинчастий кристалізатор товщиною 0,005 м. і поверхнею один квадратний метр займає об'єм 0,0025 м³, тоді як стрижневий кристалізатор такої ж поверхні та діаметром 0,018 м має об'єм 0,0045 м³ (майже вдвічі більше пластинчастого).

5. ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ ФАЗОВИХ РІВНОВАГ

5.1. Методика експериментального дослідження.

Методика експериментальних досліджень ґрунтується на процесі регулярного відведення енергії від деякого об'єму рідини. Послідовно реєструються температури рідкої фази, встановлюється найменша температура гідратної фази, фіксується стрибок температури, рівень температур, при якому відбувається фазовий перехід, та температурний режим переохолодження твердої фази. Якісний вид експериментальної кривої наведено на рисунку 10.

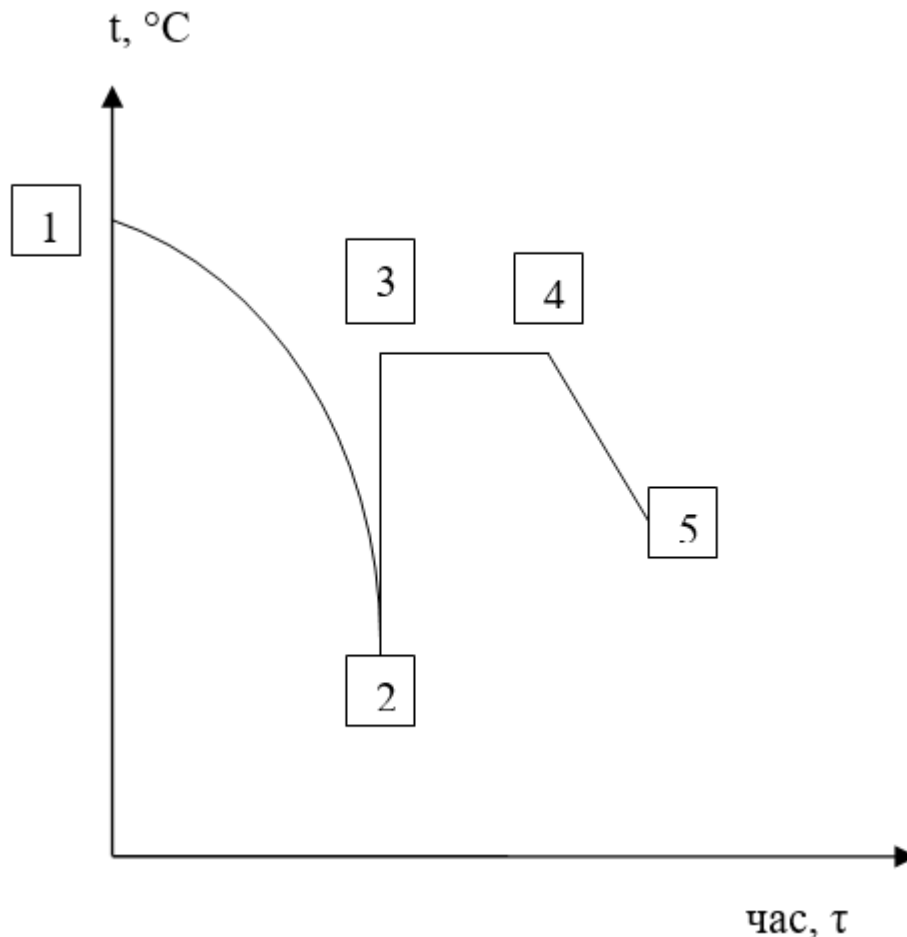


Рис. 10 – Типова крива криоскопічного досліджу.

Важливо під час проведення досвіду встановити мінімальну температуру гідратного стану (точка 2), після якої чітко виміряти температури процесу 3 – 4. Саме за цих температурах відбувається освіту

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		

твердої фази. Рівень цих температур, тривалість процесу 3 – 4 залежить від концентрації розчину. Отже, експериментальний стенд має забезпечити організації цих процесів та коректне вимірювання температури.

Принципова схема експериментального стенду на дослідження умов фазових рівноваг розчинів наведено на рис. 11. Основним елементом схеми є кріостат, що складається з камери, теплової ізоляції та робочої комірки, всередині якої знаходиться досліджуваний розчин. Осередку виготовлена з теплопровідного металу, має форму циліндра зі стінками товщиною 40мм. Така конструкція сприяє згладжуванню флуктуацій температур усередині об'єму рідини. Зверху осередок закривається пробкою з пінопласту, через яку в центр об'єму рідини вводиться термопара в чохлах з нержавіючої сталі. Внутрішній діаметр чохла 0,75 мм. Така конструкція термодатчика забезпечує практично безінерційне вимірювання температури рідини. Холодний спай термопари термостатується в середовищі льоду, що тане, за допомогою посуду Дьюара. Надійна тепла ізоляція кріостату камери забезпечує рівень температур в комірці до мінус 25°C.

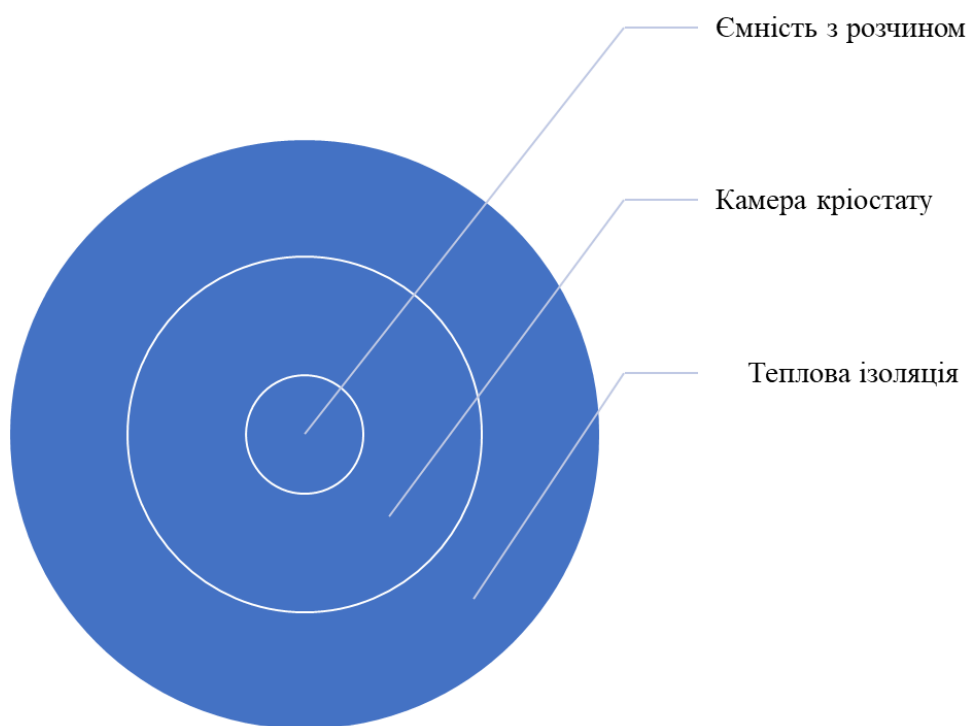


Рис. 11 – Принципова схема кріостату.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		34

Кріостат укомплектований холодильною машиною з повітряним конденсатором. Вимірювання ЕРС термопари проводиться цифровим мілівольтметром типу Щ-300.

5.2. Програма кріоскопічних досліджень.

У дослідах змінювалася концентрація оцтового розчину. Діапазон зміни концентрацій наведено у таблиці 1.

Таблиця 1.

Діапазон експериментальних досліджень

	Концентрація оцтового розчину
С, %	4%; 8%; 12%; 16,6%; 20%

Концентрація оцтової кислоти визначалася за кількістю сухих речовин за допомогою рефрактометру.

5.3. Результати експериментальних досліджень.

За результатами дослідів побудовано графічні залежності впливу концентрації на характер процесів охолодження розчинів, утворення льоду та його переохолодження. Деякі графічні залежності наведено на рисунках 12–16.

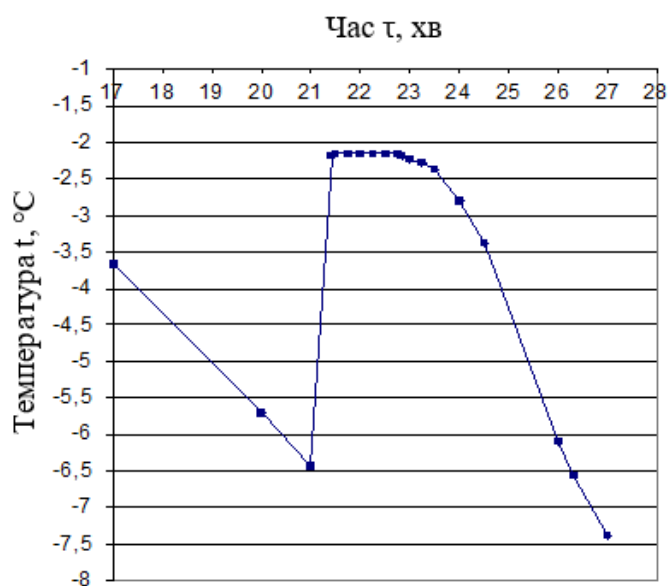


Рис. 12 – Кріоскопічний дослід із 4% оцтовим розчином.

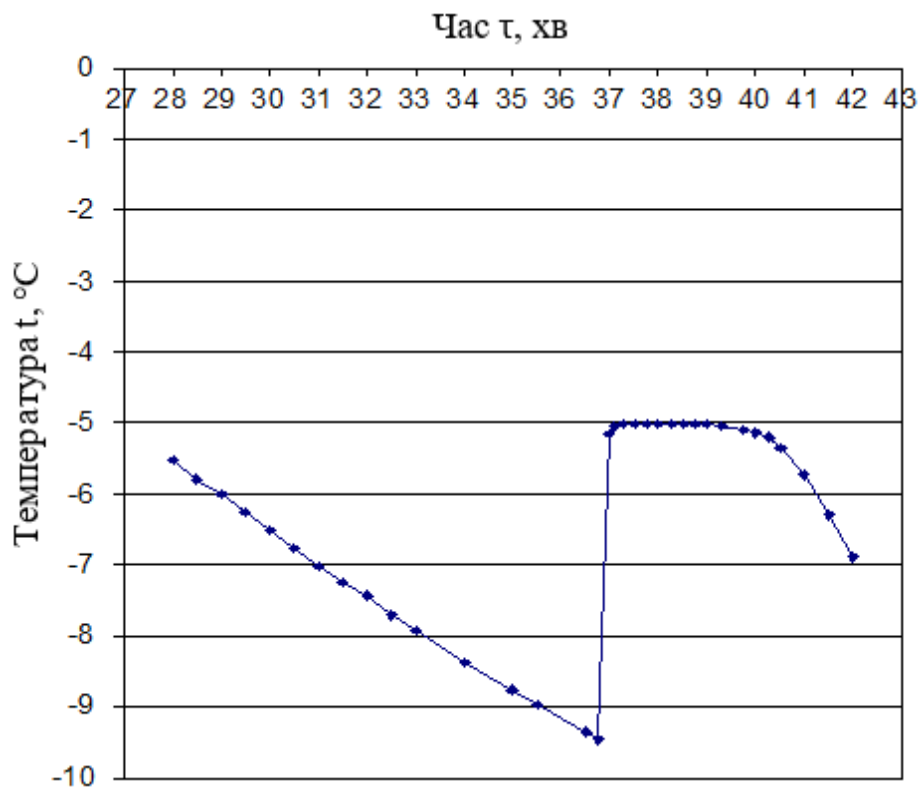


Рис. 13 – Кріоскопічний дослід із 8% оцтовим розчином.

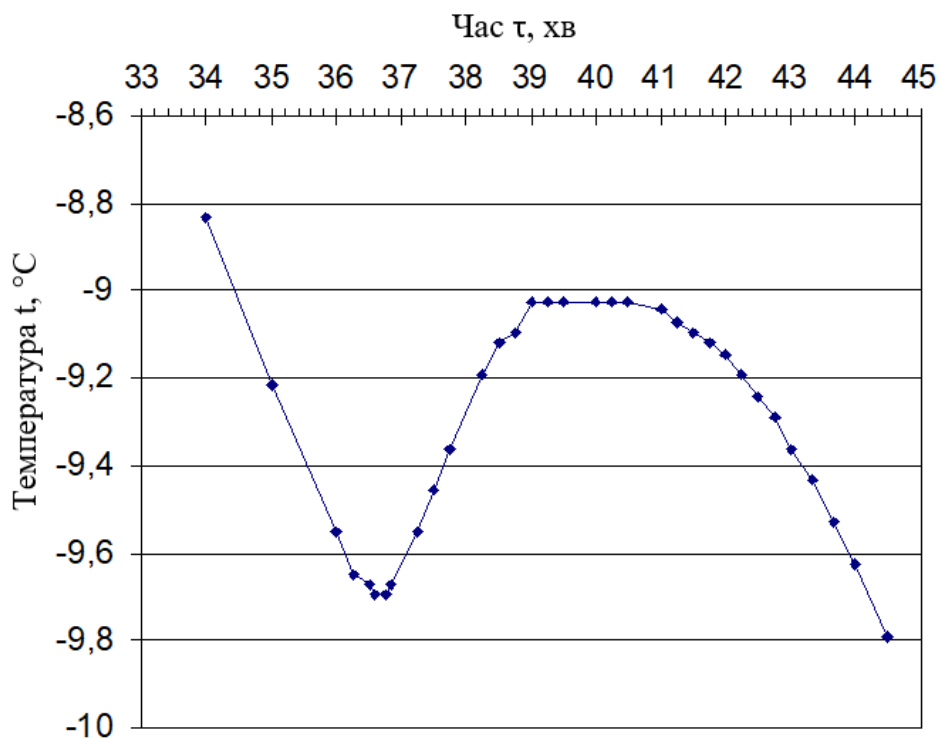


Рис. 14 – Кріоскопічний дослід із 12% оцтовим розчином.

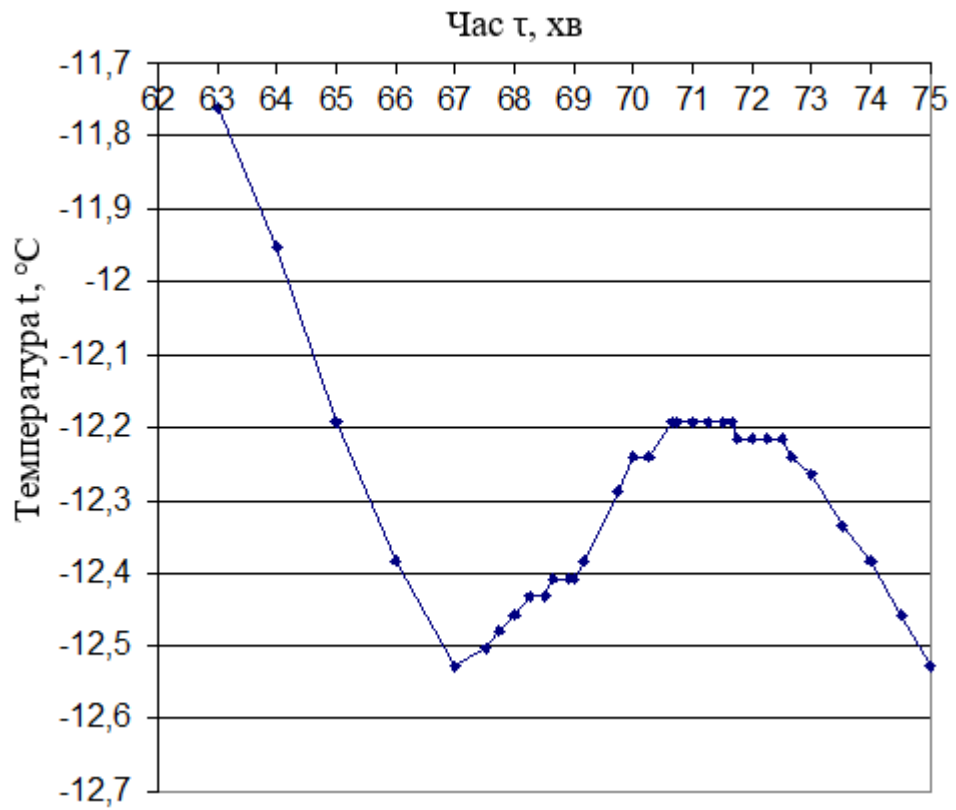


Рис. 15 – Кріоскопічний дослід із 16,6% оцтовим розчином.

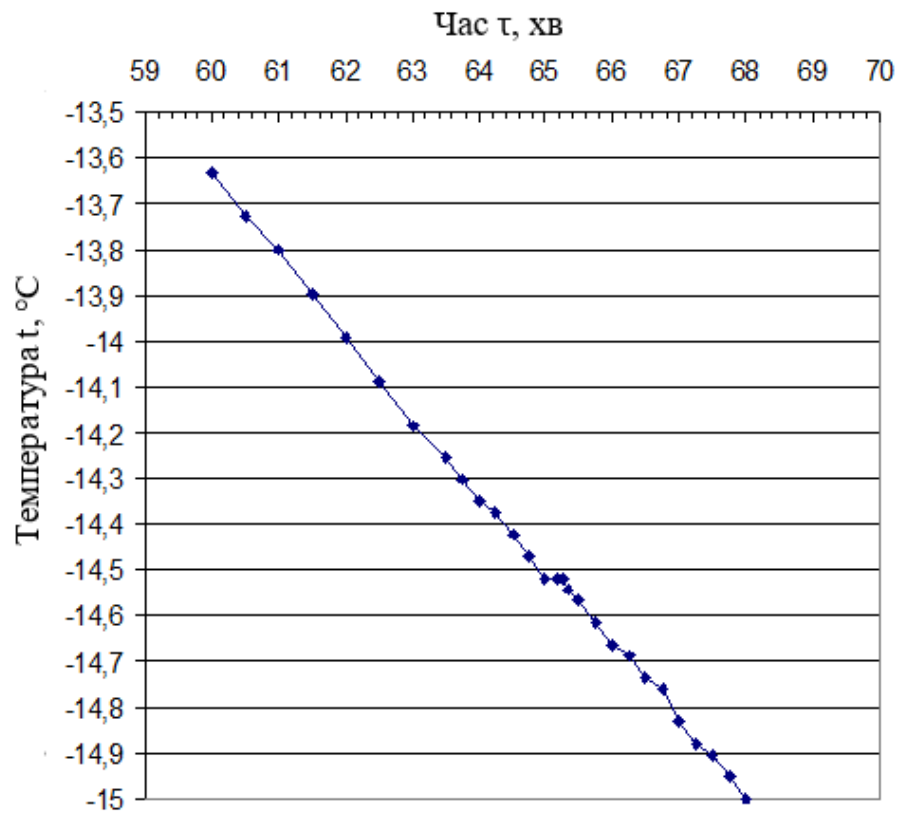


Рис. 16 – Кріоскопічний дослід із 20% оцтовим розчином.

На рисунках 12–16 концентрація розчину визначена за кількістю неводних компонентів, виміряних з допомогою рефрактометра з підвищенням концентрації розчину час кристалізації води знижується. Це визначає складності із чітким фіксуванням рівня постійної температури розчину.

5.4. Побудова кріоскопічної лінії.

Середні значення температур процесів льодоутворення використані для побудови узагальненої залежності цих температур від концентрації розчину. Сукупність цих точок і становить кріоскопічну криву (рис. 17).

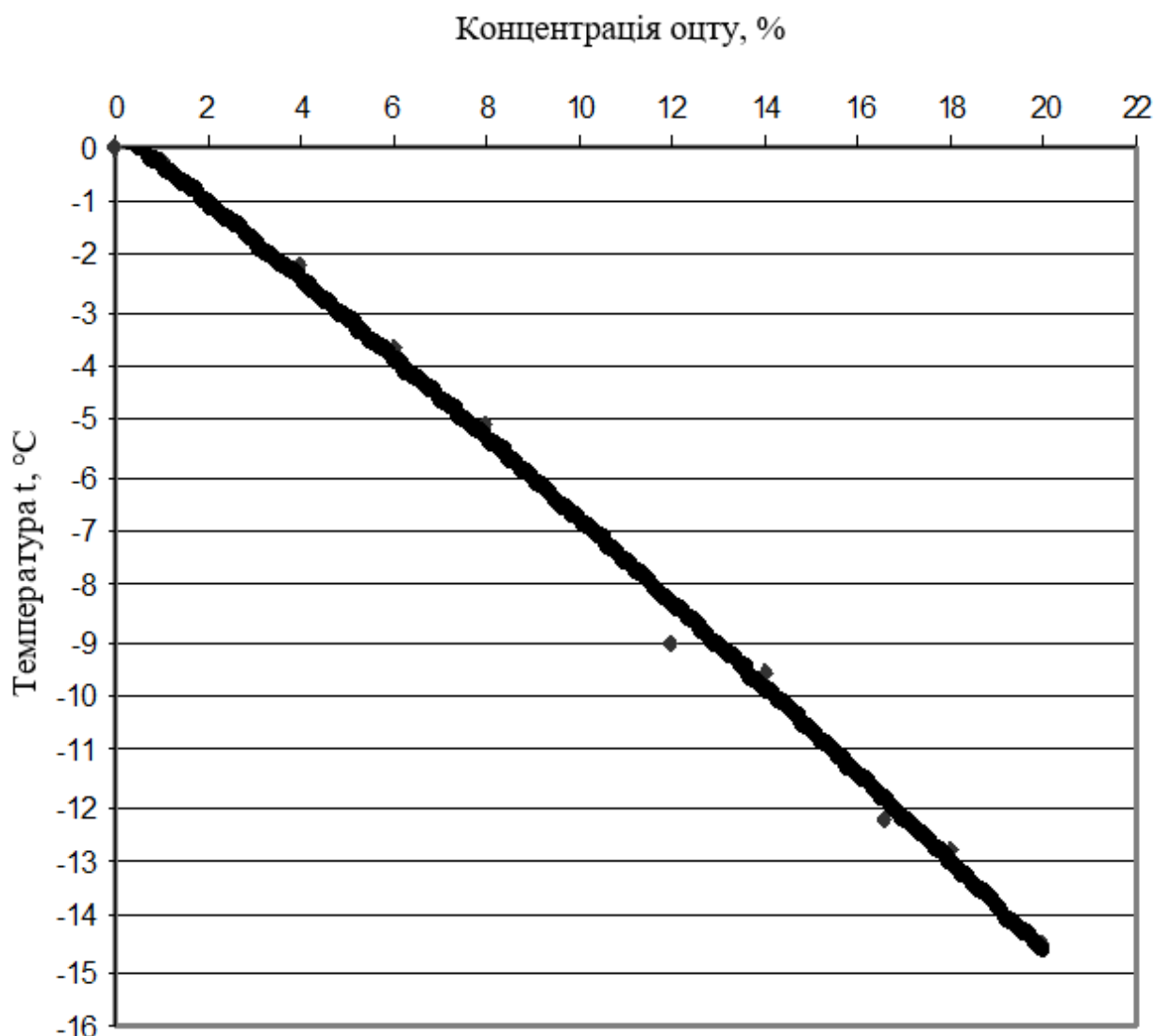


Рис. 17 – Кріоскопічна крива оцтового розчину.

Отримана залежність необхідна визначення рушійної сили процесу кристалізації й у розрахунку коефіцієнтів масоперенесення.

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		39

6. СТАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЦТОВИХ РОЗЧИНІВ

Метою досліджень було встановити співвідношення між залежностями різних фізичних параметрів концентрацій оцтових розчинів. Розглядалися такі параметри: густина (ρ), концентрація неводних компонентів (X), pH , коефіцієнт світлопропускання (ν) та оптична густина (E). Параметри (ν) та (E) визначалися за допомогою фотометра Spekol при довжині хвилі 500 нм.

Як параметр, яким проводилося порівняння величин прийнята концентрація неводних компонентів. Значення (E) вимірювалося рефрактометром. Інформація наведена на рисунках 18–21.

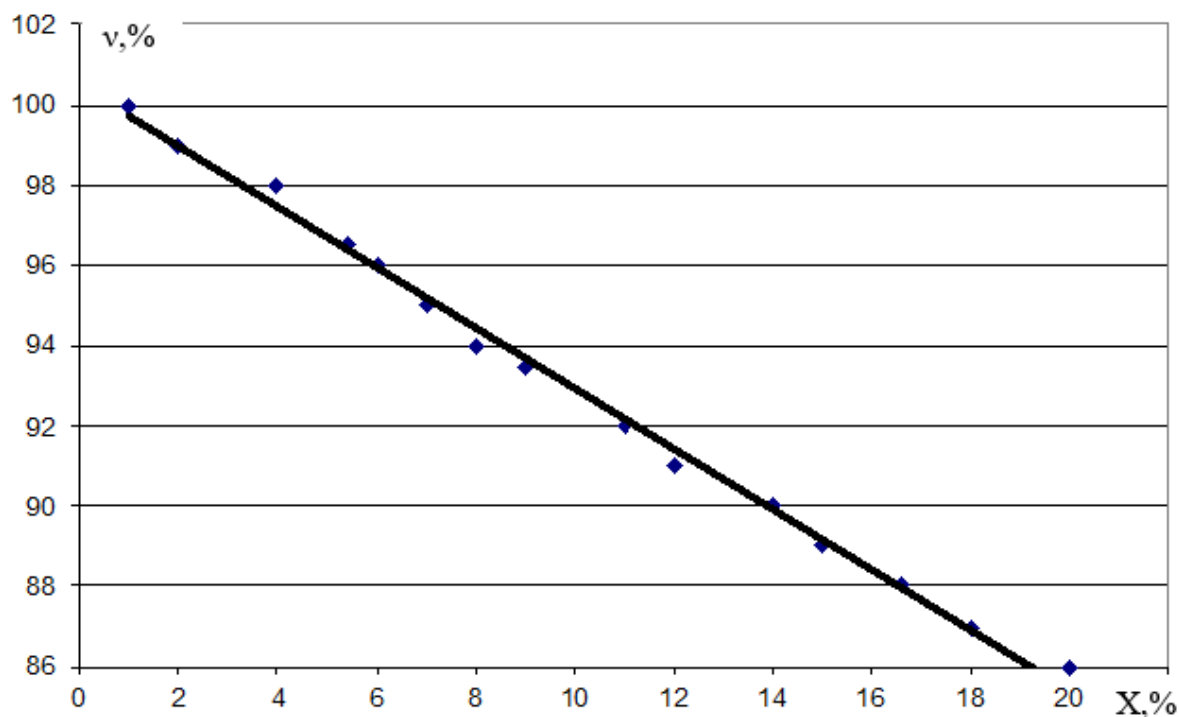


Рис. 18 – Градувальна залежність коефіцієнта світлопропускання від концентрації неводних компонентів в оцтовому розчині.

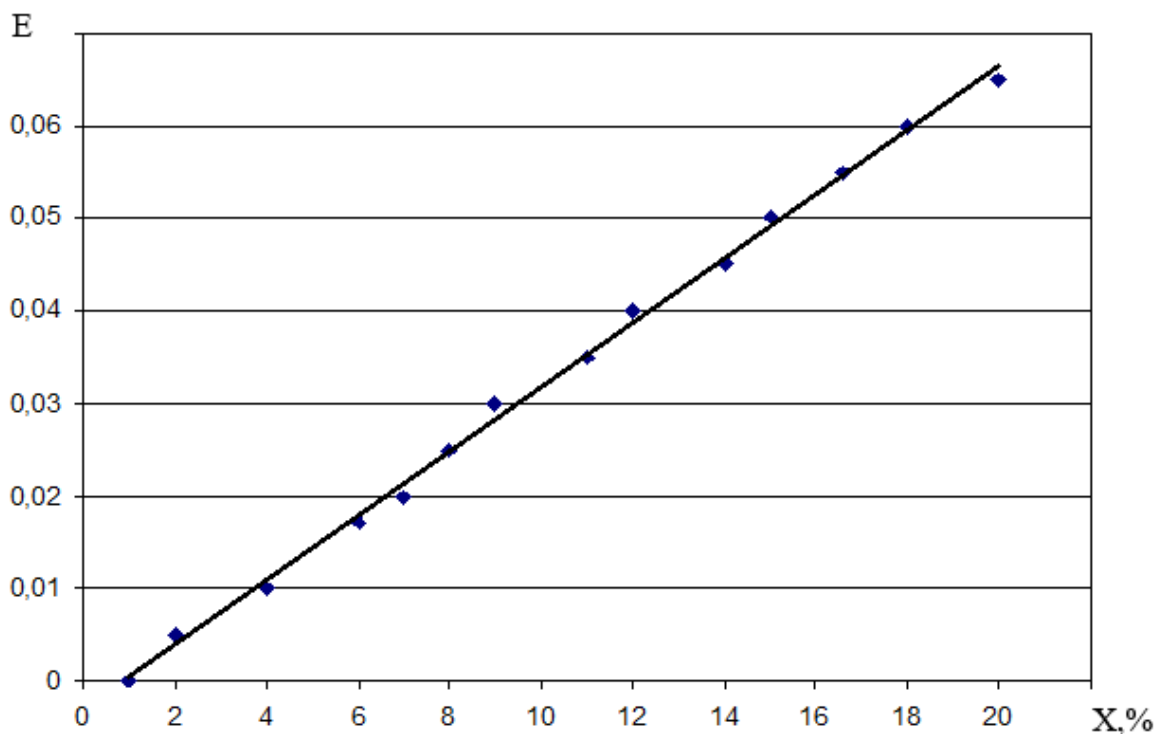


Рис. 19 – Градувальна залежність коефіцієнта оптичної густини від концентрації неводних компонентів в оцтовому розчині.

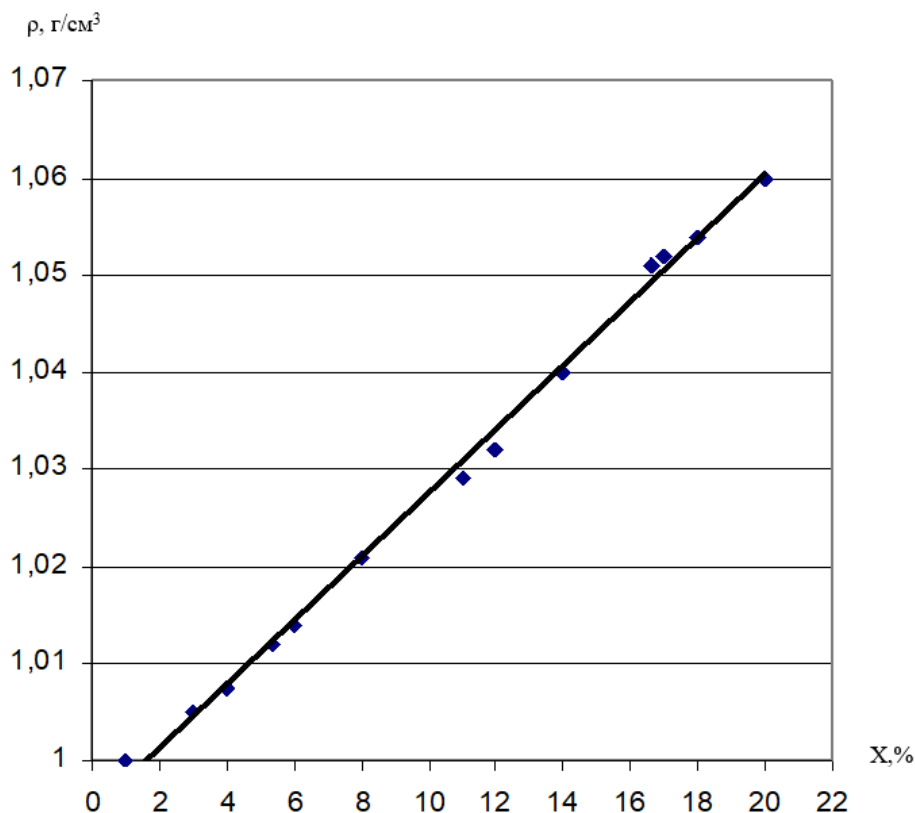


Рис. 20 – Градувальна залежність густини від концентрації неводних компонентів в оцтовому розчині.

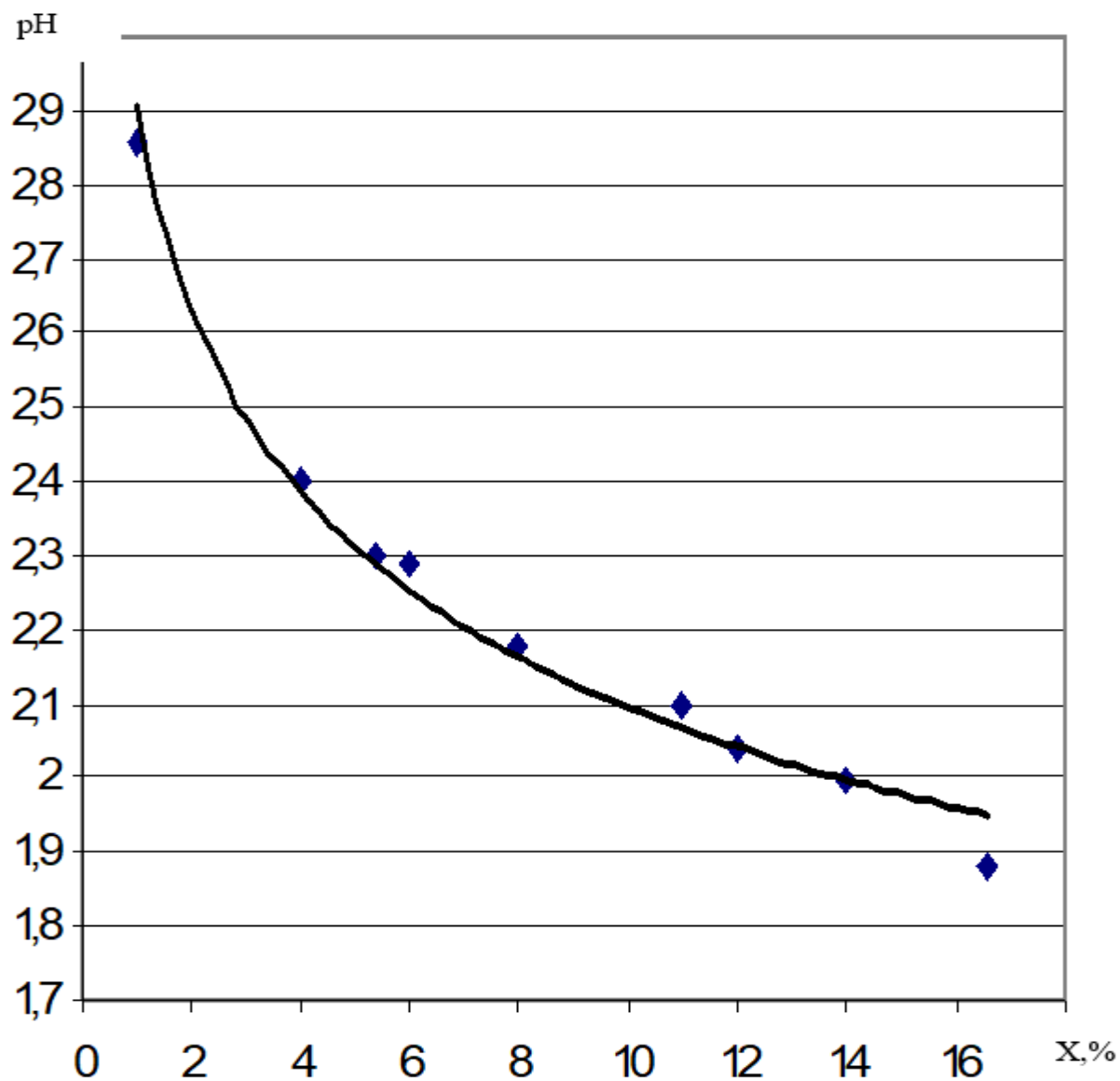


Рис. 21 – Градувальна залежність pH від концентрації неводних компонентів в оцтовому розчині.

7. КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ КОНЦЕНТРУВАННЯ ОЦТУ МЕТОДОМ БЛОЧНОГО ВИМОРОЖУВАННЯ

У дослідях періодично вимірювалися геометричні розміри блоку льоду, обсяг концентрату та вміст у ньому неводних компонентів. Концентрація розчину вимірювалася за допомогою рефрактометра. Результати досліджень процесу льодоутворення наведено на рисунках 22.

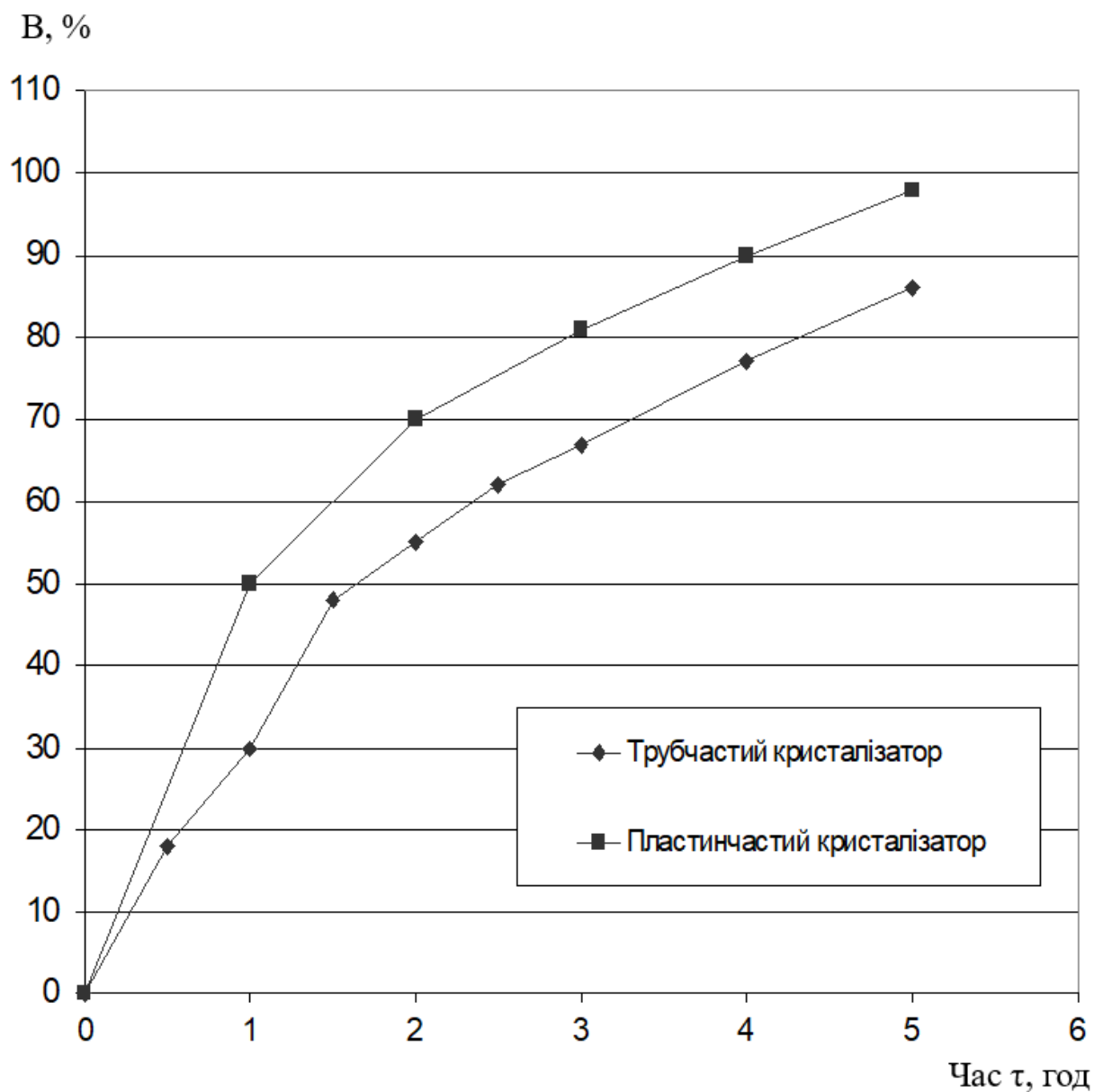


Рис. 22 – Кінетика льодоутворення.

Параметром B позначено відсоткове відношення маси блоку льоду до маси вихідного розчину. У процесі формування блоку льоду підвищувалась концентрація розчину (рис. 23).

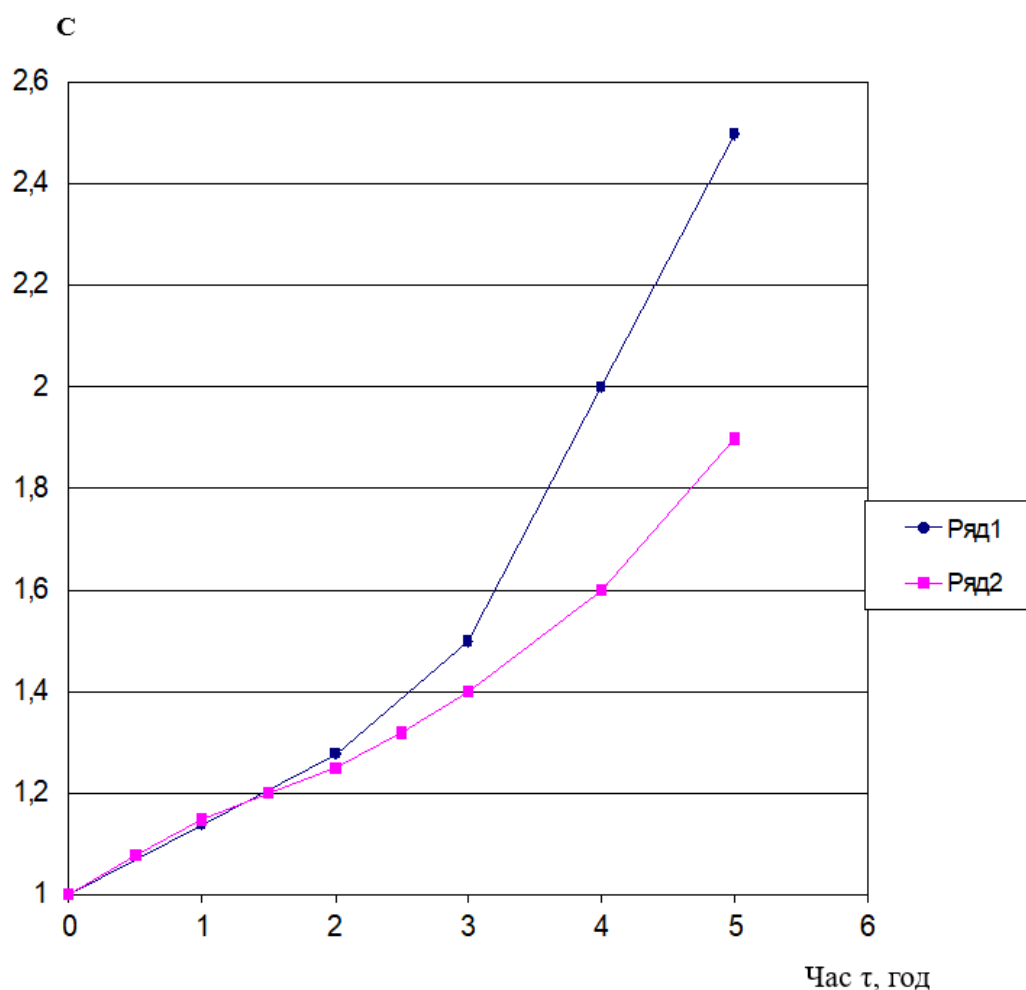


Рис. 23 – Кінетика підвищення концентрації розчину:

1 – пластинчастий кристалізатор ($t_0 = -15^\circ\text{C}$);

2 – трубчастий кристалізатор ($t_0 = -5^\circ\text{C}$).

Параметром C позначено відношення поточної концентрації розчину до вихідної концентрації. Початковий розчин (рис. 22, 23) мав концентрацію 2%. Кінетика льодоутворення та структури розчину при початковій концентрації 5,4% наведена на рисунках 24, 25.

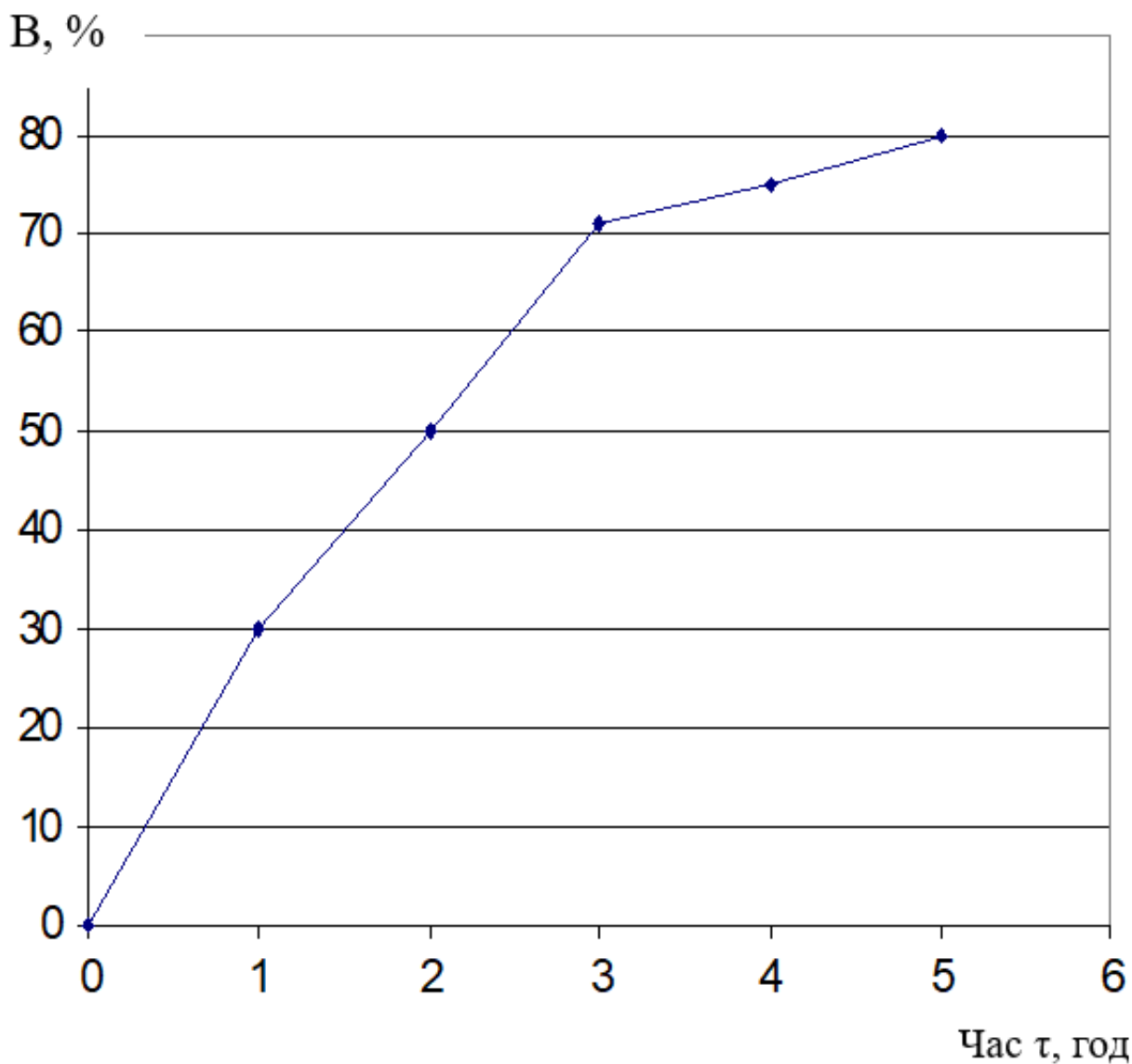


Рис. 24 – Кінетика льодоутворення при початковій концентрації розчину 5,4% ($t_0 = -15^\circ\text{C}$).

Відповідна зміна концентрації неводних компонентів у розчині для цих вихідних даних наведено на рисунку 25.

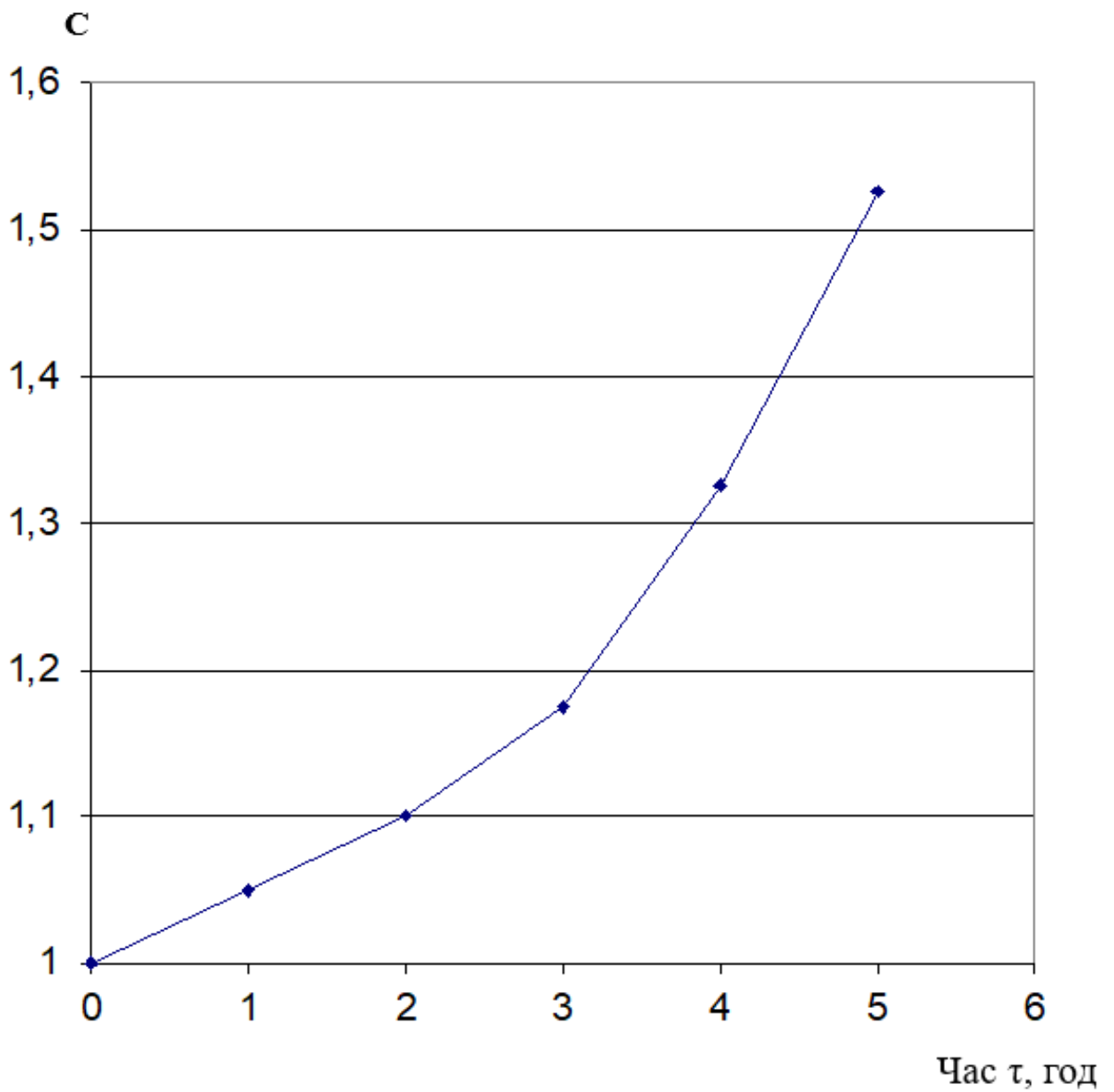


Рис. 25 – Кінетика концентрування при початковій концентрації розчину 5,4% ($t_0 = -15^\circ\text{C}$).

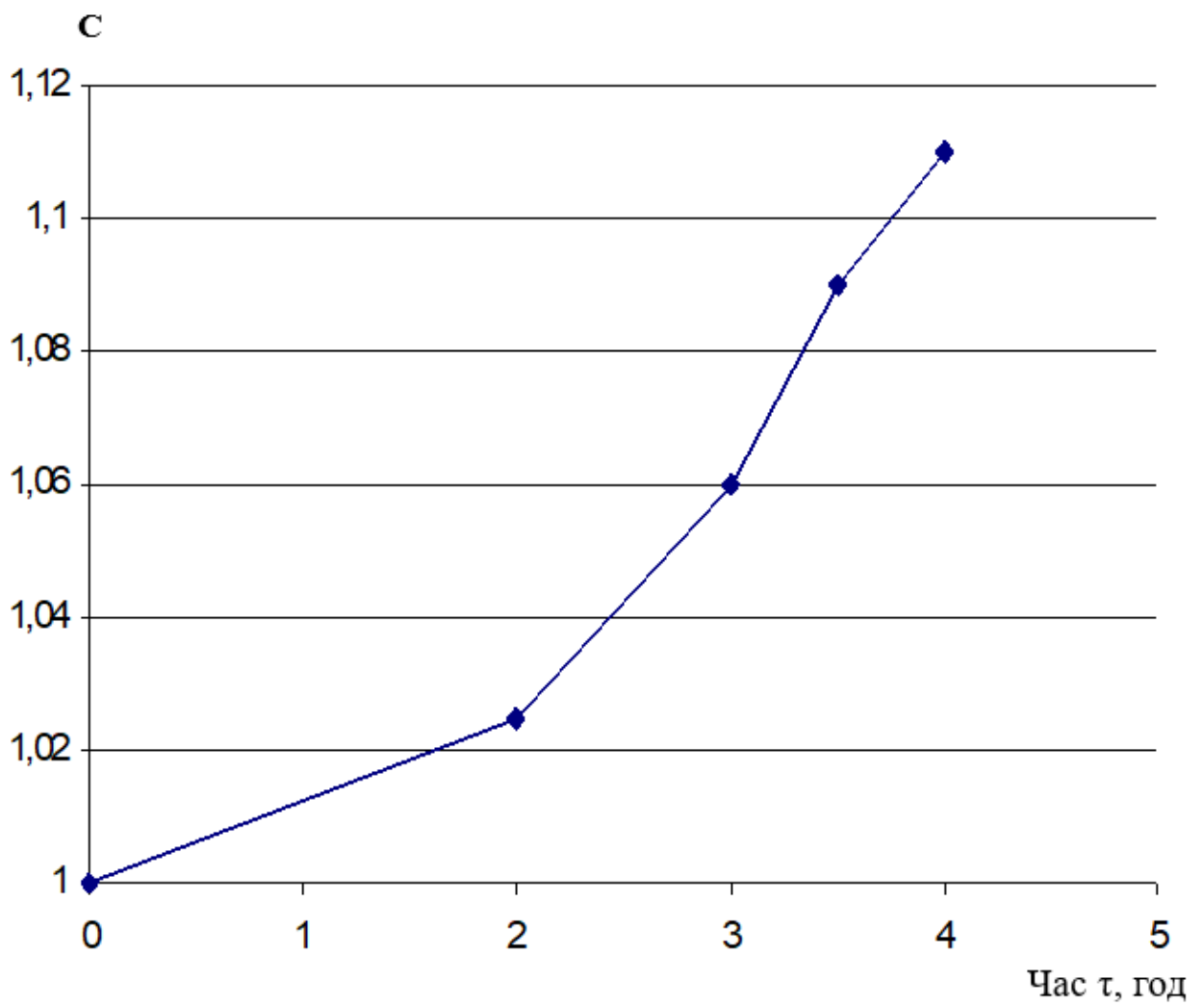


Рис. 26 – Зміна концентрації розчину ($X_{\text{поч}} = 11\%$, $t_0 = -15^\circ\text{C}$).

Проведено порівняння інтенсивності процесу виморожування залежно від величини вихідної концентрації розчину (рис. 27).

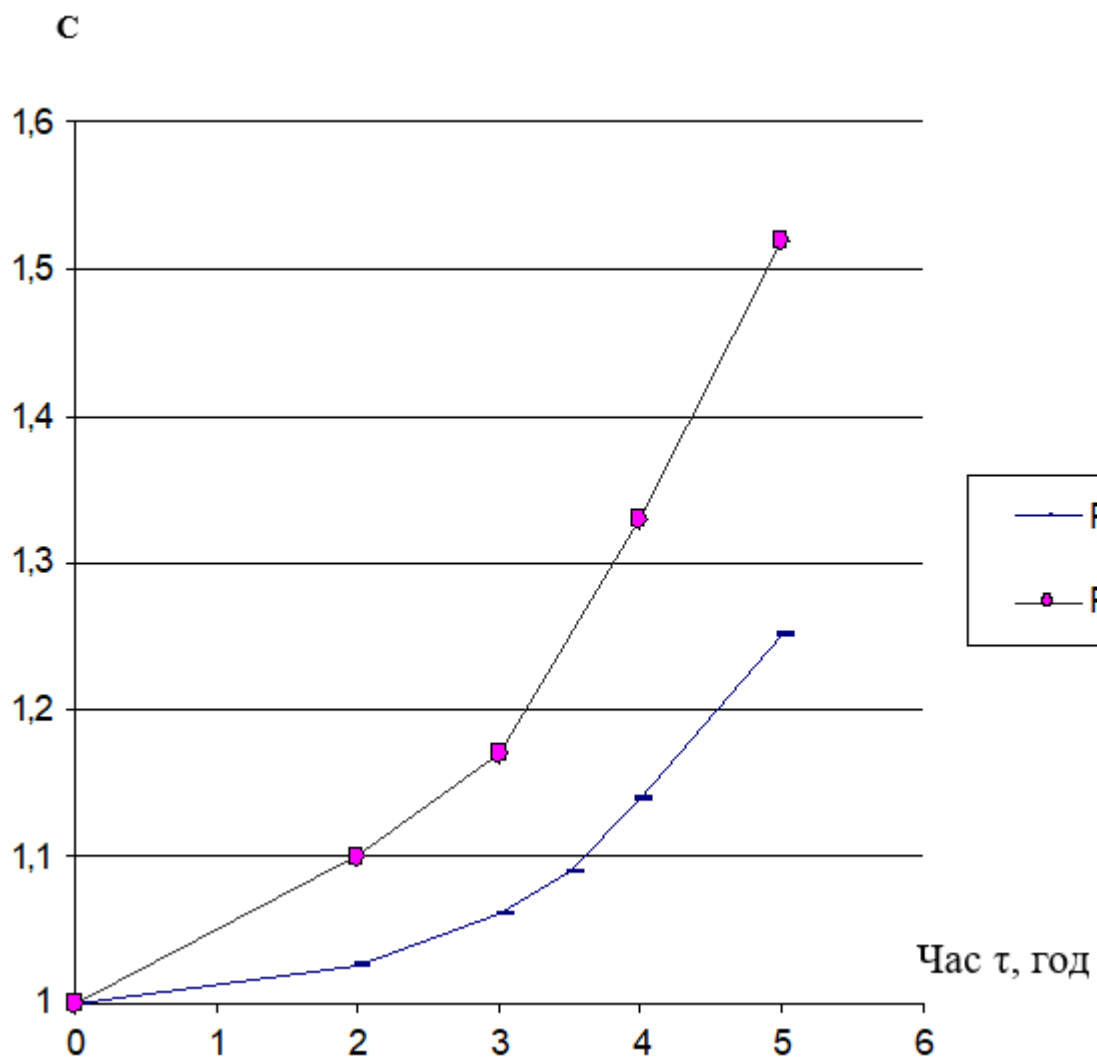


Рис. 27 – Зміна концентрації розчину:

$$I - X_{\text{поч}} = 11\%, t_0 = -15^\circ\text{C}$$

$$I - X_{\text{поч}} = 5,4\%, t_0 = -15^\circ\text{C}$$

Аналіз рисунків 26 та 27 показує, що вихідна концентрація істотно впливає на інтенсивність процесу концентрування виморожуванням.

8. КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ СЕПАРУВАННЯ ОЦТУ

Ефективність технології концентрування виморожуванням визначається як інтенсивністю процесу кристалізації, а й від процесу сепарування розчину з пористої структури блоку льоду. Дослідження процесу сепарування проводилися за такою методикою. Періодично збиралися стоки з льодового блоку і вимірювалися за допомогою рефрактометра їх концентрації. Результати досліджень подано на рисунках 28.

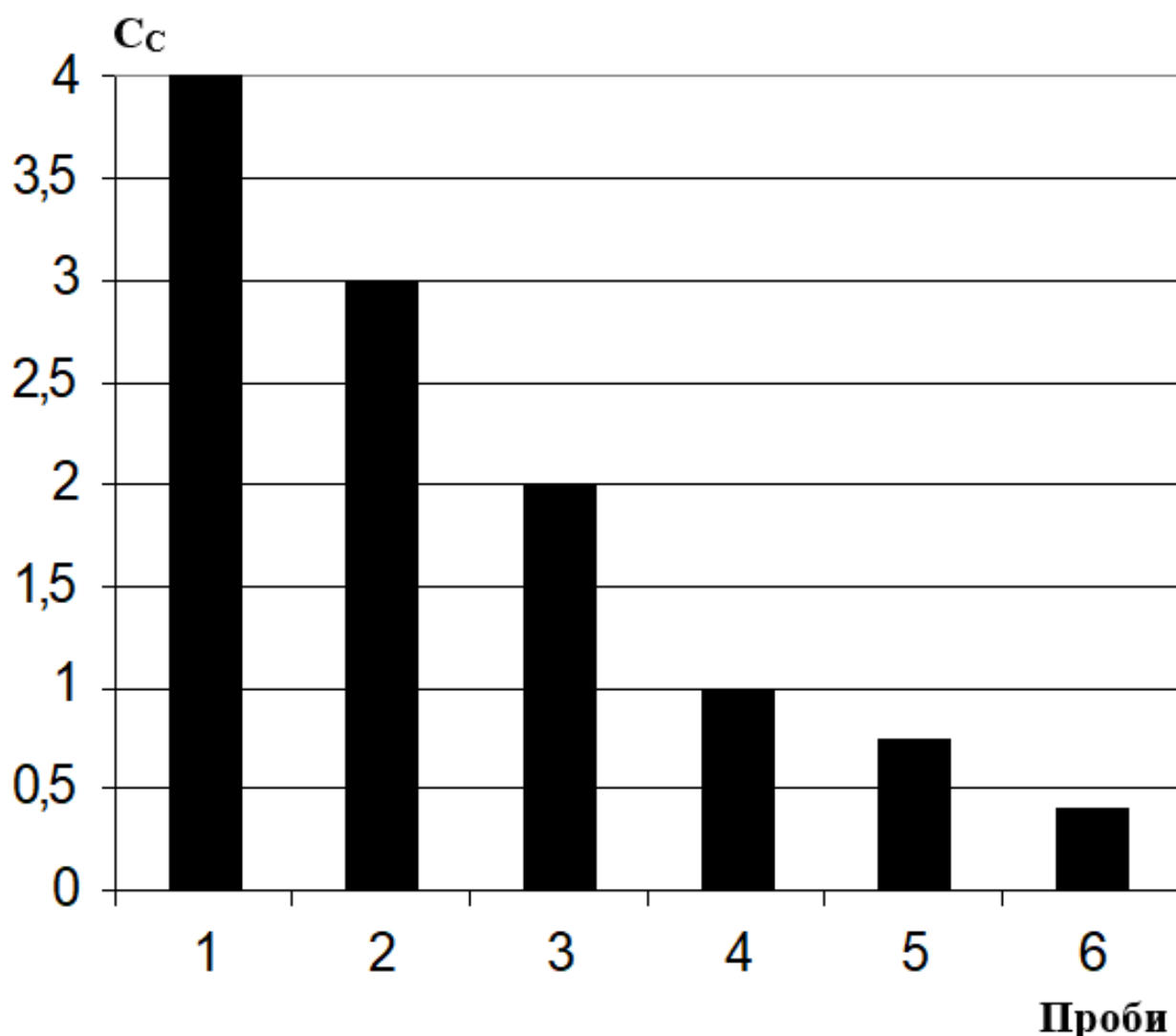


Рис. 28 – Зміна концентрації стоків ($X_{\text{Поч}} = 2\%$, $t_0 = -15^\circ\text{C}$).

Видно, що концентрація першої порції стоків у 4 рази вища, ніж початкова концентрація розчину.

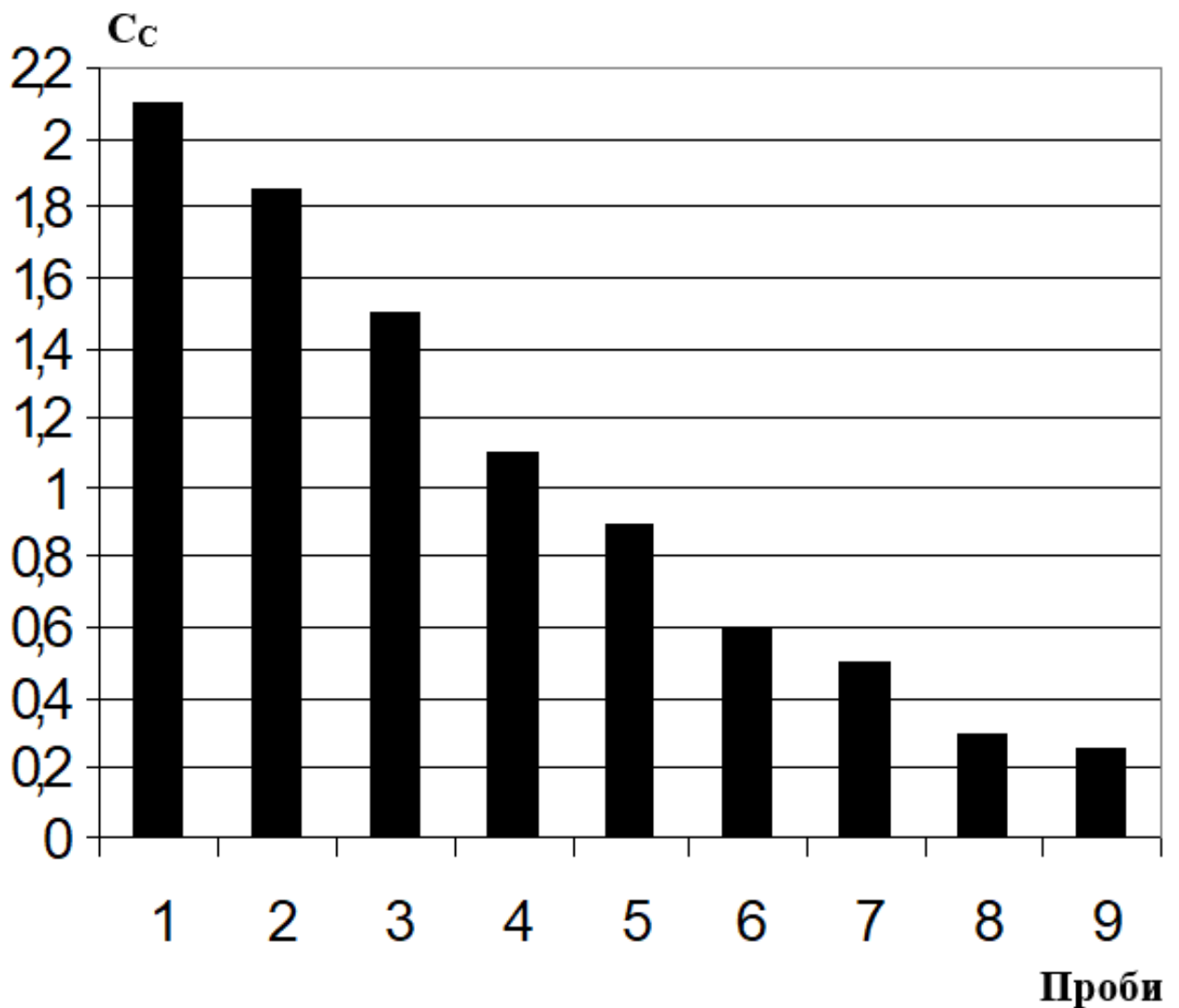


Рис. 29 – Зміна концентрації стоків ($X_{\text{Поч}} = 2\%$, $t_0 = -3^\circ\text{C}$).

Досліди на рисунках 28, 29 проведені для однакової початкової концентрації розчину, але при різних температурах кипіння холодильного агенту. Видно, що з підвищенням температури холодильного агенту в блоці льоду утворюється менш концентрований розчин, але при цьому формується блок льоду з щільнішою упаковкою кристалів.

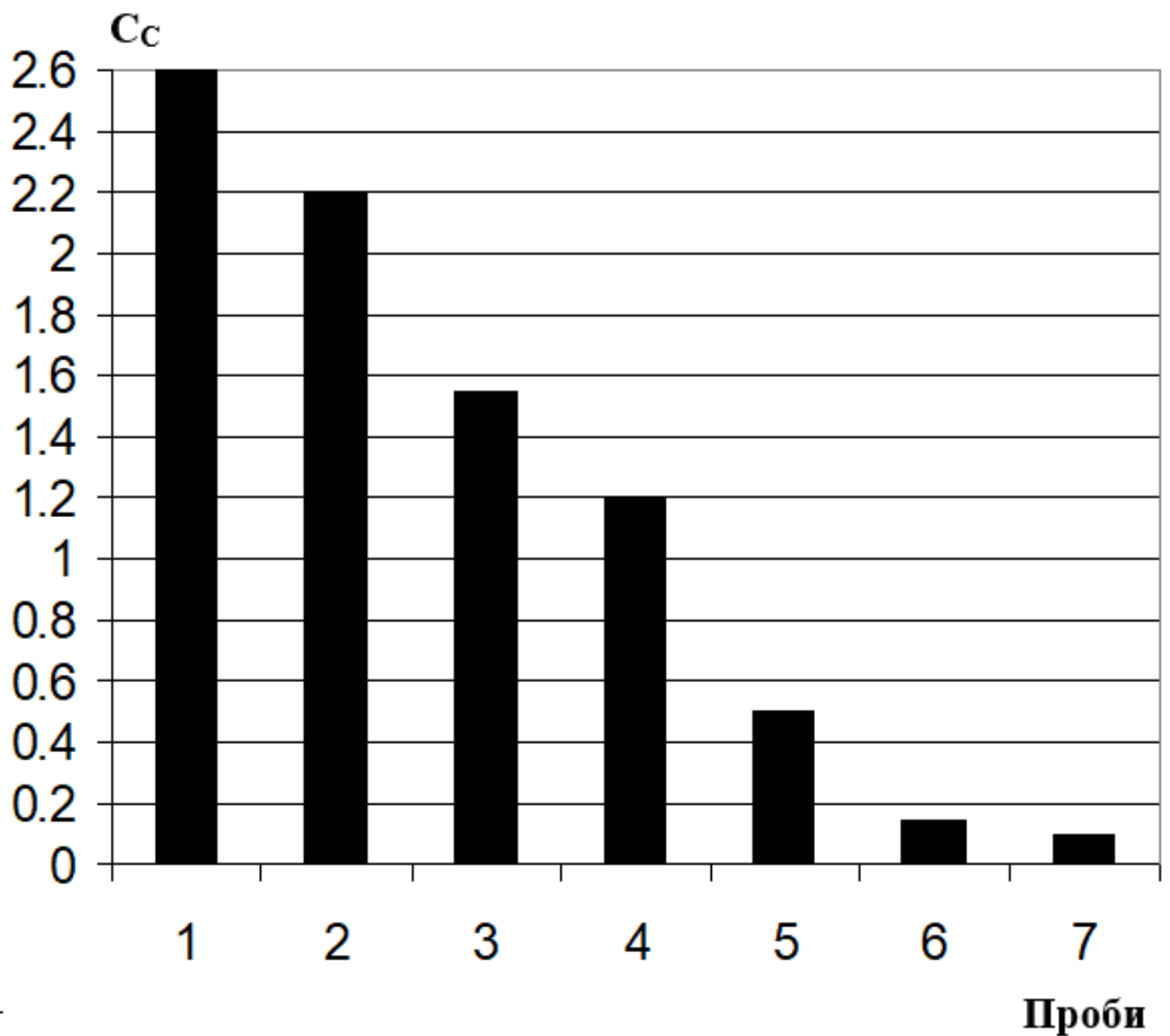


Рис. 30 – Зміна концентрації стоків ($X_{\text{поч}} = 5,4\%$, $t_0 = -15^\circ\text{C}$).

Графіки на рисунках 28 та 30 ілюструють вплив вихідної концентрації розчину. З підвищенням вихідної концентрації розчину рівень збільшення концентрації стоків знижується.

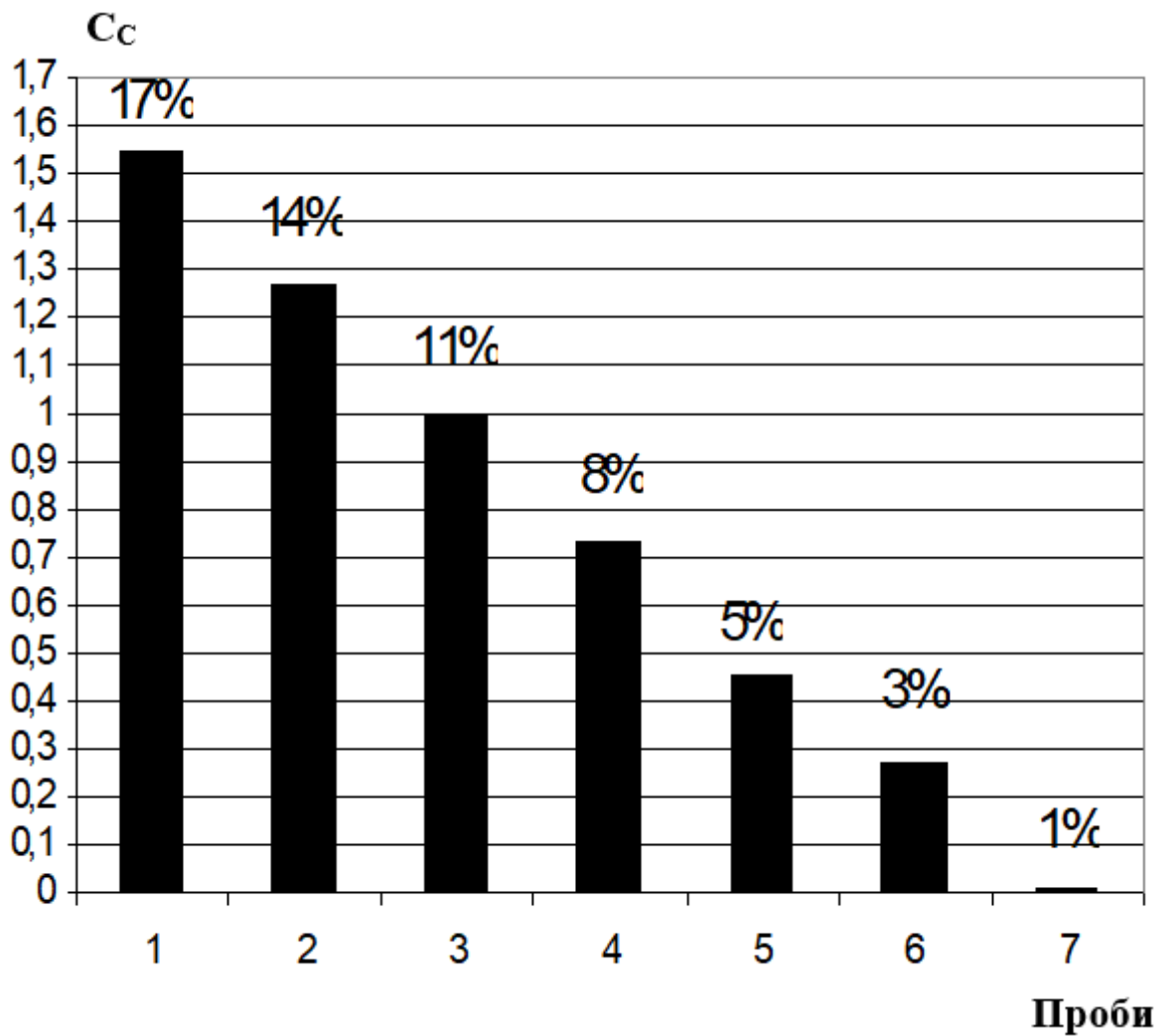


Рис. 31 – Зміна концентрації стоків ($X_{\text{поч}} = 11\%$, $t_0 = -15^\circ\text{C}$).

Для значень параметрів вихідного розчину та температури холодильного агенту -15°C концентрація першої порції стоків становила 17%.

Інформація, наведена на рисунках 28–31 необхідна для обґрунтування доцільних режимів процесу сепарування.

9. ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ РОБОТІ З ХОЛОДИЛЬНОЮ УСТАНОВКОЮ

10.1. Організаційні заходи.

До обслуговування холодильних установок допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд та мають свідоцтво про закінчення спеціального навчального закладу або курсів з експлуатації холодильних установок – для машиністів, з автоматизації холодильних установок – для слюсарів з контрольно-вимірювальних приладів та автоматики – з експлуатації та автоматизації холодів.

Персонал, допущений до технічного обслуговування конкретної холодильної установки, крім загальнотеоретичних знань, повинен знати наступне.

Машиністи:

- її будову, обслуговування, принцип роботи, системи фреонових, водяних та розсольних трубопроводів, порядок виконання робіт з пуску, зупинки, регулювання режиму роботи установки та її елементів відповідно до заводських інструкцій з обслуговування встановленого обладнання;
- нормальний режим роботи холодильної установки;
- правила заповнення установки холодильним агентом та олією.

Слюсарі з КВП та А:

- правила безпечної роботи з електроустановками;
- будову, обслуговування, принцип дії та налагодження приладів автоматики, щитів та пультів, системи автоматизації та захисту компресорів та насосів від небезпечних режимів роботи та аварій;
- принцип роботи холодильної установки

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		53

Електромеханіки:

- будову, обслуговування, регулювання та правила ремонту як холодильної установки, так і електроустановки, а також системи автоматизації та захисту обладнання від небезпечних режимів роботи та аварій. Обслуговуючий персонал повинен, крім того:
- знати порядок ведення добового журналу роботи холодильної установки;
- вміти користуватися засобами індивідуального захисту, знати відповідні правила техніки безпеки та правила надання долікарської допомоги, у тому числі при ураженні електрострумом.

10.2. Автоматичний захист компресорів від небезпечних режимів роботи.

Холодильна установка повинна бути оснащена справними приладами автоматичного захисту, що зупиняють компресор або блокують його пуск при досягненні контрольованих параметрів, передбачених заводом–виробником або проектом (тиск нагнітання та всмоктування, в системі мастила та ін.), гранично допустимих значень.

У холодильних установках з конденсаторами водяного та повітряного охолодження має бути реле високого тиску, яке зупиняє компресор при підвищенні тиску нагнітання до певної заданої величини (нижче за тиск $P_{розч.}$).

Реле тиску має бути приєднане до запірною нагнітального вентиля компресора.

У компресорах з примусовою циркуляційною системою мастила має бути встановлене реле різниці тисків (реле контролю мастила), що зупиняє компресор при недостатній різниці тиску масла.

Реле різниці тисків повинно бути приєднано до нагнітальної сторони масляної системи, що всмоктує.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
Змн.	Арк.ш	№ докум.	Підпис	Дата		54

Компресори повинні оснащуватися захисним температурним реле, що зупиняють їх при перевищенні температури нагнітання для R 12 – не більше 140°C, R 502 – не більше 150°C, R 22 – не більше 160°C (якщо заводом–виробником не передбачено інше значення в інструкції).

На нагнітальному трубопроводі кожного неагрегованого компресора (на відстані до 300 мм від запірного вентиля) має бути термометрова гільза для контролю та налаштування приладів захисної автоматики.

У компресорах із вбудованими електродвигунами повинен бути передбачений температурний захист обмотки статора електродвигуна, що зупиняє компресор при досягненні гранично допустимої температури.

					<i>КРМ.ПОтаЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		55

ВИСНОВКИ

1. Комплекс проведених досліджень показав, що концентрування виморожування на установках блочного типу є ефективним методом зневоднення оцтових розчинів.
2. Отримано рівноважну кріоскопічну лінію, за допомогою якої встановлюється відповідність температурних режимів процесу кристалізації із заданою концентрацією оцтового розчину та формулюються вимоги до холодильного циклу.
3. Встановлено вплив величин вихідної концентрації розчину температури поверхні кристалізації на інтенсивність утворення твердої фази.
4. Встановлено вплив величин вихідної концентрації розчину температури поверхні кристалізації на параметри стоків розчину з крижаного блоку.
5. Отримані дані можуть бути використані при проектуванні установки для концентрування оцтового розчину виморожуванням.

					<i>КРМ.ПотдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Арк.
						56
<i>Змн.</i>	<i>Арк.ш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Електронний ресурс: <https://www.imarcgroup.com/vinegar-manufacturing-plant> (Дата звернення: 17.02.2025 р.).
2. Електронний ресурс: <https://vinograd.info/stati/arhivy/tehnologiya-vina-g.-troost/sguschenie-sokov-vymorazhivaniem.html> (Дата звернення: 20.02.2025 р.).
3. Патент на корисну модель CN104178408 «Процес концентрування оцту заморожуванням»
https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=CN128655215&_cid=P22-MCAV7V-67803-1
4. Патент на корисну модель CN213113271 «Обладнання для концентрування та очищення оцту»
<https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=CN323916827>
5. Патент на корисну модель CN211546486 «Концентратор для переробки зрілого оцту»
https://patentscope.wipo.int/search/ru/detail.jsf?docId=CN307204839&_cid=P22-MCB7N2-96862-1
6. Техніка блочного виморожування / Бурдо О.Г., Мілінчук С.І., Мординський В.П., Харенко Д.О. – Одеса: «Поліграф», 2011. – 294 с.
7. Мординський, В., Бурдо, А., Фатєєва, Я., & Грещук, В. (2024). Дослідження низькотемпературних процесів опріснення води. *Scientific Works*, 88(1), 122-127. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v88i1.2971>

					<i>КРМ.ПомдЕМ.1.652-03.2.8</i>	Адж.
Змн.	Адж.ш	№ докум.	Підпис	Дата		57