

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок
та косметичних засобів

«До захисту в ЕК»

Директор інституту ННІХТ

Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО

(підпис)

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«__» лютого 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

(підпис)

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«__» лютого 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів

на тему: Розроблення технології гідрогелевих косметичних патчів з природних полімерів

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗХТ-2-1М

ЛЕБЕДЄВ Микита Костянтинович

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові повністю)


(підпис)

Керівник САБАДАШ Наталія Іванівна

(ПРІЗВИЩЕ, ім'я та по батькові повністю)


(підпис)

Консультанти

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент ПУХЛЯК Анастасія

(ПРІЗВИЩЕ Ім'я)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач

(підпис)



Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО
“ 31 ” жовтня 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лебедева Микити Костянтиновича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технології гідрогелевих косметичних патчів з природних полімерів

керівник роботи Сабадаш Наталія Іванівна, к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “31” 10 2022 року № 774-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: виробництво гідрогелевих патчів на основі природних полімерів, потужність виробництва 100 кг/доба.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, об'єкти та методи досліджень, експериментальна частина, технологічна частина, розрахунок економічної ефективності, охорона навколишнього середовища, охорона праці, висновки, список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 3. Технічний проект технологічних відділень з компоновкою обладнання, формат аркушу А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

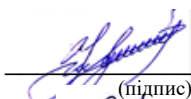
7. Дата видачі завдання 31 жовтня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	01.11.2022	
2	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2022-09.11.2022	
3	РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	10.11.2022-17.11.2022	
4	РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	18.11.2022-29.11.2022	
5	РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	30.11.2022-07.12.2022	
6	РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	08.12.2022-15.12.2022	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	16.12.2022-21.12.2022	
8	РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ	22.12.2022-29.12.2022	
9	ВИСНОВКИ	30.12.2022-05.01.2023	
10	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2022-07.01.2023	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2022-18.11.2022	
12	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2022-09.01.2023	
13	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ТЕХНІЧНИЙ ПРЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВІДДІЛЕНЬ З КОМПАНОВКОЮ ОБЛАДНАННЯ	10.11.2022-10.01.2023	
14	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	21.01.2023-31.01.2023	

Здобувач

Керівник роботи


(підпис)

(підпис)

Микита ЛЕБЕДЄВ

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Наталія САБАДАШ

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Лебедєв М.К. «Розроблення технології гідрогелевих косметичних патчів з природних полімерів»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА: 107 С., 30 РИС., 25 ТАБЛ., 44 ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА: 3 КРЕСЛЕННЯ ФОРМАТУ А1.

Робота присвячена розробленню технології та рецептури гідрогелевих патчів, а також встановленню оптимальних витрат природних полімерів в рецептурі для отримання гідрогелевих патчів з хорошою фізичною стабільністю. Проведено математичне моделювання міцності та здатності до розтягування гідрогелів, для визначення оптимальних концентрацій гелеутворюючих агентів в рецептурі патчів. Здійснено аналіз та обґрунтовано вибір сучасних технологічних схем та основного технологічного обладнання на основі вимог нормативної документації на сировину та готову продукцію. Розраховано собівартість виробництва гідрогелевих патчів відповідно до запропонованої рецептури та технології. Наведено заходи екологічної безпеки на виробництві, контроль забруднення повітря та води, основі вимоги до охорони праці на підприємстві.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГІДРОГЕЛЬ, ПАТЧІ, БІОПОЛІМЕРИ, МАСКИ ДЛЯ ОБЛИЧЧЯ, КАРРАГІНАН, МІЦНІСТЬ, ВИДОВЖЕННЯ, СИПЛЕКС МЕТОД

ABSTRACT

Lebeviev M. "Development of the technology of hydrogel cosmetic patches from natural polymers"

EXPLANATORY NOTE: 107 P., 30 FIG., 25 TABL., 44 LITERARY SOURCES

GRAPHIC MATERIAL: 3 A1 FORMAT DRAWINGS

The work is devoted to the development of the technology of hydrogel patches, as well as the establishment of optimal consumption of natural polymers in the formulation to obtain hydrogel patches with good physical stability. Mathematical modeling of the tensile properties of hydrogels is implemented to determine the optimal concentrations of gelling agents in the patch formulation. The analysis and justification of the choice of modern technological schemes and the main technological equipment based on the requirements of regulatory documentation for raw materials and finished products is carried out. The cost of production of hydrogel patches according to the proposed formulation and technology is calculated. Environmental safety measures at production, control of air and water pollution, the requirements of occupational health and safety at the enterprise are given.

KEY WORDS: HYDROGEL, PATCHES, BIOPOLYMERS, FACE MASKS, CARRAGEENAN, TENSILE STRENGTH, ELONGATION, SYPLEX METHOD

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..	11
1.1 Загальна характеристика гідрогелевих косметичних засобів.....	11
1.2 Класифікація гідрогелевих продуктів.....	14
1.3 Властивості гідрогелів.....	16
1.4 Аналіз складу та ринку гідрогелевих патчів.....	20
1.5 Аналіз сировини гідрогелевих патчів.....	23
1.5.1 Аналіз основних гелеутворювачів для гідрогелевих патчів...	23
1.5.2 Аналіз активних сполук в складі гідрогелевих патчів та хімізм процесу.....	29
1.6 Аналіз рецептур гідрогелевих патчів.....	35
1.7 Аналіз технологій гідрогелей в промисловості.....	37
1.8 Обґрунтування напряму досліджень.....	38
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	40
2.1 Об'єкти дослідження.....	40
2.2 Методи дослідження.....	40
2.2.1 Методика приготування гідрогелю.....	40
2.2.2 Визначення міцності гідрогелю.....	41
2.2.3 Визначення ступеня набухання гідрогелю.....	42
2.3 Симплекс метод математичного моделювання.....	42
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	45
3.1 Визначення міцності і здатності до розтягування гідрогелевих патчів	
3.2 Розроблення математичної моделі.....	49
3.3 Визначення ступеня набухання отриманого гідрогелю.....	55
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	61

					<i>ННІХТ.3ХТ-2-1М.023.161.006. КР.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ЗМІСТ		
Розраб		Лебедєв М.К..					
Пров		Сабадаш Н.І.					
Н. Контр.		Подобій О.В.					
Затв.		Носенко Т.Т.					
					Літера	Арк	Аркушів
						6	107
					<i>НУХТ. каф. ТЖХТ</i>		

4.1 Розроблення принципової схеми виробництва гідрогелевих патчів..	61
4.2 Розрахунок матеріального балансу виробництва гідрогелевих патчів	
4.3 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання.....	67
4.4 Розрахунок площ виробничих приміщень.....	76
4.5 Розроблення апаратурно-технологічної схеми виробництва гідрогелевих патчів.....	79
4.6 Контроль якості готової продукції.....	82
РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	85
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	92
РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	96
ВИСНОВКИ.....	101
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	103

					ЗМІСТ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ВСТУП

Шкіра є найбільшим органом людського тіла, на неї припадає близько 16% її загальної ваги, вона відіграє важливу роль у підтримці гомеостазу та захисту навколишнього середовища. Вона регулює температуру тіла та вміст рідини в організмі, а також є основним бар'єром для зовнішнього середовища, наприклад, захищає від патогенних агентів та УФ-випромінювання.

Доглядаючи за шкірою обличчя, багато хто не приділяє належної уваги області навколо очей. А водночас ця ділянка потребує особливого догляду. Шкіра навколо очей найтонша та дуже ніжна, тому й потребує особливого догляду.

Оскільки шкіра навколо очей відрізняється від шкіри обличчя, звичайний крем для обличчя експерти не радять наносити на цю делікатну область, оскільки засіб може спровокувати набряки і подразнення. Тому одним з найбільш популярних та ефективних засобів догляду за цією областю обличчя є гідрогелеві косметичні засоби.

Гідрогелі — це тривимірні полімерні сітки, які, як відомо, мають ефективні зволожуючі властивості через здатність утримувати велику кількість води. Їх гідрофільна основа, забезпечує високу ефективність доставки активних інгредієнтів у шкіру.

Термочутливі гідрогелі особливо часто використовують для локалізованої, контрольованої та безперервної доставки активних сполук на основі зміни їх конформації, розчинності та гідрофільного/гідрофобного балансу внаслідок термічних подразників. Термочутливий гідрогель, як тільки вступає в контакт зі шкірою і досягає температури тіла, рівномірно і швидко починає вивільняти активні сполуки у шкіру. Їх склад і властивості можна налаштувати відповідно до кінетики вивільнення біологічно активного інгредієнта; тому вони представляють великий інтерес у догляді за шкірою [1].

Гідрогелеві маски один із ефективних способів догляду за шкірою. Як відомо гідрогелеві маски впливають на такі властивості шкіри, як зволоження шкіри, тон шкіри та старіння шкіри, мають антиоксидантні та протизапальні властивості, запобігають клінічним ознакам фотостаріння.

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-ІМ.023.161.008. КР.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розраб		Лебедев М.К.			ВСТУП			
Пров		Сабадаш Н.І.						
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Затв.		Носенко Т.Т.			<i>Літера</i> <i>Арк</i> <i>Аркуші</i>			
							8	107
					<i>НУХТ. каф. ТЖХТ</i>			

Одним з найбільш популярних видів гідрогелевих масок є *гідрогелеві патчі* для догляду за шкірою навколо очей. Гідрофільна гідрогелева основа патчів здатна доставляти активні інгредієнти в шкіру, що можуть виявляти сонцезахисні, антивікові, зволожуючі, антиоксидантні та інші властивості.

При розробці рецептури гідрогелів важливим є підбір еластомерів для створення правильної текстури виробу. Хоча при створенні гідрогелів в промисловості зараз використовують *синтетичні* полімери, які володіють високою міцністю та стабільністю, при виробництві косметичних засобів переважає застосування саме *природних* загущувачів: зокрема ксантанова камедь, каррагінан, камедь рожкового дерева, гуарова камедь, желатин. При створенні структури гідрогелю з природних полімерів важливо підібрати правильні гелеутворювачі для отримання гідрогелів з високою фізичною стабільністю. Тому, розроблення технології та рецептури гідрогелевих косметичних патчів з використанням природних полімерів, які будуть мати хороші фізико-механічні характеристики, і будуть вміщувати активні компоненти, по догляду за шкірою навколо очей є **актуальним** напрямком дослідження в області створення нових косметичних продуктів.

Мета роботи: Розробити технологію та рецептуру гідрогелевих патчів з природних полімерів й вивчити їх властивості.

Об'єкт дослідження: технологія гідрогелевих патчів; розроблення рецептура гідрогелевих патчів з природних полімерів.

Предмет дослідження: гідрогелеві патчі; природні полімери.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- на основі вивчення науково-технічної літератури розглянути сировинну базу для отримання гідрогелевих косметичних патчів, та вивчити їх властивості
- розробити рецептуру гідрогелевих патчів із застосуванням інгредієнтів натурального походження;
- розробити математичну модель міцності гідрогелів, отриманих на основі натуральних полімерів та визначити оптимальну їх концентрацію у складі рецептури гідрогелевих патчів;
- провести визначення характеристик гідрогелевих косметичних патчів, отриманих на основі натуральних полімерів;
- скласти матеріальний баланс виробництва гідрогелевих патчів;
- провести комплекс необхідних технологічних розрахунків для проектування процесу виробництва гідрогелевих патчів;

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розробити принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва гідрогелевих косметичних патчів, а також технічний проект технологічних відділень з компоновкою обладнання;

- представити розрахунок економічної ефективності виробництва гідрогелевих косметичних патчів;

- розглянути організацію охорони праці на виробництві гідрогелевих косметичних патчів та охорону навколишнього середовища.

Методи дослідження. Експериментальні методи фізичного, фізико-механічного аналізу, розрахункові методи, моделювання.

Магістерська робота виконана в рамках кафедральної держбюджетної тематики № 0122U200973 «Науково-практичні основи розроблення та модернізації технологій харчових добавок та косметичних засобів», зареєстрованої в ДНУ «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації».

Наукова новизна. В роботі досліджено фізико-механічні характеристики гідрогелів, а саме показник міцності та здатності до розтягування. Виявлено, що поєднання двох видів каррагінанів підвищує міцність гідрогелів, а взаємний вплив каррагінанів та дикрорхмальфосфату покращує властивості гідрогелів до набухання та утримання в своїй структурі води та активних інгредієнтів.

Практична цінність. Розроблену рецептуру та технологію гідрогелевих патчів можна використовувати для отримання патчів з оптимальними фізико-механічними та адсорбувальними властивостями.

Апробація результатів:

Лебедев М., Сабадаш Н. Визначення властивостей дикрорхмалфосфату, як інгредієнту косметичних емульсій. / М. Лебедев, Н. Сабадаш // Матеріали 88 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», квітень-травень 2022. Київ: НУХТ. Ч-2. С.212.

Лебедев М., Сабадаш Н. Математичне моделювання витрат природних полімерів в рецептурі гідрогелевих патчів під очі. / М. Лебедев, Н. Сабадаш // I Міжнародна науково-практична конференція “Актуальні проблеми хімії та хімічної технології”, 30 листопада 2022 р. С. 223-224.

					ВСТУП	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Загальна характеристика гідрогелевих косметичних засобів

Термін «гідрогель» був введений в літературу ще в 1896 році Дж.М. Беммелен для колоїдних гелів солей міді. Вчені Віхтерле та Лім використовували термін «гідрогель» для позначення зшитого полігідроксиетилметакрилату (рНЕМА), який заклав основу для характерних властивостей розумних гідрогелів. Саме проривна робота відкрила ворота для численних застосувань гідрогелів. Відтоді гідрогелі розвивалися з часом і можуть бути класифіковані як: зшиті гідрогелі з надзвичайним набуханням і чудовою механічною міцністю[2]. Гідрогелі, здатні реагувати (розширенням або іншими діями) на певні подразники, такі як рН, температура тощо, стали відомі як гідрогелі другого покоління в 1970-х роках; і гідрогелі, що охоплюють стереокомплексні матеріали та поточні розумні гідрогелі з регульованими властивостями за незначними змінами, можуть бути розроблені для створення нових медичних пристроїв, відомих як гідрогелі третього покоління. Отже, протягом багатьох років у літературі вводилися різні визначення гідрогелю, і найпоширенішим серед них є «гідрогель можна визначити як набряклу у воді та зшити полімерну мережу, отриману простою реакцією одного або більше мономерів». Враховуючи наведені вище поширені визначення, гідрогелі можна визначити як гідрофільні полімерні тривимірні (3D) поперечно-зшиті в'язкопружні мережі, які можуть набухати та утримувати велику кількість води, зберігаючи структуру за рахунок хімічного або фізичного зшивання окремих полімерних ланцюгів [3].

Ринок косметичної індустрії безперервно росте і пропозиція продуктів завдяки швидкому затвердженню та меншим грошовим витратам на

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-ІМ.023.161.011.КР. ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		
Розроб		Лебедєв М.К.					
Пров		Сабадаш Н.І.					
Н. Контр.		Подобій О.В.					
Затв.		Носенко Т.Т.					
					Літера	Арк	Аркушів
						11	107
					<i>НУХТ. каф. ТЖХТ</i>		

затвердження продукту в косметичі. Найважливішим параметром, який розглядається, є індекс первинного подразнення. Оскільки майже всі гідрогелі є одними з найнижчим індексом подразнення і, отже, підходять для культури клітин та інших біомедичних застосувань. Таким чином, косметичні компанії з невеликими інвестиціями можуть вивести на ринок нові косметичні продукти на основі гідрогелів. Одним із поширених косметичних продуктів є «маски для краси». Як правило, ці маски для краси виготовляються з приготованого колагену. Ці маски зволожують шкіру, відновлюють її пружність і сприяють омолодженню [4].

Гідрогелі виявляють високу здатність до набухання у воді або водних розчинах. Завдяки великій кількості поглиненої води ці структури можуть бути схожими на тканини людського тіла, оскільки деякі тканини людини дійсно містять велику кількість води. Ця висока здатність до набухання призводить до того, що гідрогелі знаходять широку сферу використання в різних біомедичних застосуваннях, таких як тканинна інженерія, регенеративна медицина та доставка ліків. Їх також можна використовувати для приготування мікрокапсул і мікрочастинок для медичних і косметичних застосувань. У косметичі гідрогелі в основному наносять місцево, на шкіру, волосся, а також використовують для догляду за ротовою порожниною. Використання біоадгезивних гідрогелів для догляду за шкірою має важливі переваги, напр. тривалий час перебування на місці застосування та зменшена частота введення продукту. До цього часу було виготовлено кілька косметичних рецептур у вигляді гідрогелів, що містять активні косметичні інгредієнти. Вибрані гідрогелі є відповідними біоадгезивними гідрогелевими композиціями для косметичного нанесення на шкіру. Гідрогелі, що використовуються в косметичних препаратах, можуть бути засновані на численних біополімерах, напр. колаген, желатин, гіалуронова кислота, альгінат, хітозан, ксантанова камедь, пектин, крохмаль, целюлоза та її похідні. Гідрогелі на основі біополімерів використовуються для розробки нових косметичних засобів, таких як так звані «маски краси». Стверджується, що ці маски зволожують шкіру, відновлюють її еластичність і сприяють омолодженню.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

Суперабсорбуючі гідрогелі, зокрема матеріали на основі акрилату, широко застосовуються в продуктах гігієни для поглинання рідини, оскільки вони здатні утримувати вологу від шкіри, сприяючи здоров'ю шкіри, запобігаючи появі пелюшкового висипу та забезпечуючи комфорт [5].

Однією з найважливіших складових краси шкіри є її еластичність і зволоження. Тому високий вміст вологи та зволожуюча сила гідрогелю є дуже важливою частиною краси шкіри. Оскільки гідрогель більш ніж на 90% складається з води, він не тільки має чудовий вміст вологи та зволожуючу силу, але й привертає увагу як лист маски завдяки своїй прохолодній посадці. Високий вміст вологи зволожує шкіру, додаючи їй еластичності та життєвої сили, а завдяки низькій температурі поверхні відводить тепло від поверхні шкіри при наклеюванні, тим самим звужуючи пори та заспокоюючи шкіру. Використовуючи властивості цих гідрогелів, також проводяться дослідження для приготування чутливого до температури гідрогелю, щоб швидко і рівномірно дифундувати активний матеріал, коли він досягає температури тіла. Застосування тепла збільшує ступінь набухання гідрогелю і забезпечує швидку дифузію активної речовини. Він покращує зволоження та тонус шкіри. Крім того, додаючи активні речовини з різноманітними ефектами до упаковки маски, вона має перевагу, оскільки може легко побачити ефект у різних областях, таких як ефект відбілювання, видалення веснянок та видалення плям. Більшість діючих речовин є рослинними екстрактами і часто водорозчинні. Вони добре розчиняються в гідрогелях, які на 90% складаються з води. Гідрофобні речовини також можуть бути розчинені в гідрогелях шляхом додавання деяких емульгаторів, включаючи гліцерин [6].

Серед гідрогелевих масок найбільш популярними є гідрогелеві патчі як високоефективний та зручний експрес-метод догляду за шкірою. Виробники патчів декларують наступні основні ефекти:

- розгладження дрібних зморшок;
- зволоження;
- покращення еластичності шкіри;

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- зняття набряків під очима;
- зменшення темних кіл під очима;
- живлення.

Гідрогелеві патчі під очі винайшли вчені з Південної Кореї. Спочатку патчі нагадували пластирі: їх робили з тканини і просочували емульсією, яка робила патчі дуже липкими. Гідрогелеві патчі були дуже дорогими і не так багато людей могли їх собі дозволити. Зараз патчі відносно доступні, і їх може придбати кожен.

Гідрогелеві патчі не тільки мають чудову зволожуючу та регенеруючу дію на шкіру, але також здатні контролювати температуру шкіри та підвищувати фізіологічну активність. Крім того, гідрогелеві патчі мають гарну еластичність і зручні в застосуванні [7].

1.2 Класифікація гідрогелевих продуктів

Гідрогелеві продукти можна класифікувати за різними ознаками, як описано в таблиці 1.1:

Таблиця 1.1

Класифікація гідрогелевих продуктів

Класифікація	Види
1	2
За походженням	<i>Природні:</i> виготовлені з природної сировини, такої як протеїни, полісахариди <i>Синтетичні:</i> утворюються шляхом полімеризації мономерів штучним шляхом <i>Напівсинтетичні:</i> утворені комбінацією природних та штучних полімерів

1	2
За полімерним складом	<i>Гомополімери:</i> відноситься до полімерної мережі, отриманої з одного виду мономеру, який є основною структурною одиницею <i>Кополімери:</i> складається з двох або більше різних видів мономерів з принаймні одним гідрофільним компонентом <i>Мультиполімерні взаємопроникаючі:</i> виготовлені з двох незалежних поперечно-зшитих синтетичних та/або природних полімерних компонентів, що містяться у формі мережі.
За фізичною формою	<i>Аморфні:</i> Невпорядковане розміщення полімерних ланцюгів <i>Кристалічні:</i> Впорядковане розміщення полімерних ланцюгів <i>Напівкристалічні.</i>
За типом з'єднання	<i>Хімічно зшиті</i> мережі мають постійні з'єднання (ковалентні зв'язки), у той час як <i>фізично зшиті</i> мережі мають тимчасові з'єднання, які виникають або через переплітання полімерних ланцюгів, або через фізичні взаємодії, такі як іонні взаємодії, водневі зв'язки або гідрофобні взаємодії
За зовнішнім виглядом:	<i>Матриця, плівка</i> чи <i>мікросфера</i> залежить від техніки полімеризації, задіяної в процесі приготування.
За наявністю електричного заряду	<i>Катіонні.</i> <i>Аніонні</i> <i>Амфотерні</i> <i>Неіоногенні</i>

Гідрогелі також можна класифікувати на такі, що не реагують (звичайні гідрогелі) і реагують на подразники (розумні гідрогелі). Нечутливі гідрогелі після набрякання залишатимуться в тій самій формі та розмірі зі зміною таких

умов, як рН, температура та іонна сила. Гідрогелі, що реагують на стимули, змінюють конформацію зі змінами навколишнього середовища (наприклад, рН та іонної сили). Фізичні та механічні властивості гідрогелів, що реагують на подразники, можуть бути змінені, включаючи набухання та розмір пор, коли відбувається зміна місцевого середовища, що оточує гідрогель. Зміни властивостей гідрогелю можуть бути оборотними після видалення подразника. Окрім змін рН та іонної сили, інші подразники включають зміни температури, електрики, магнітного поля, тиску та біологічні зміни, такі як концентрації ферментів, антитіл і глюкози [8]. Можливі фактори впливу на чутливі гідрогелі представлені на рис. 1.1:

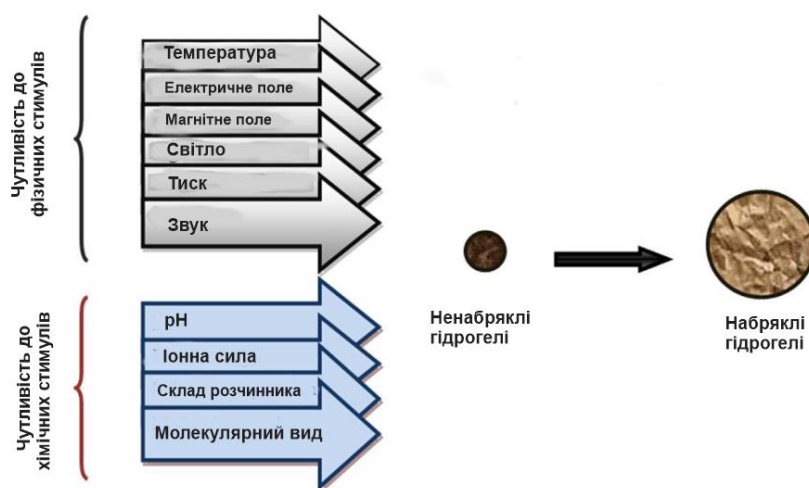


Рисунок 1.1 Фактори впливу на чутливі гідрогелі

1.3 Властивості гідрогелів

Відомо, що гідрогелі володіють ступенем гнучкості, подібним до природних тканин, оскільки вони можуть забезпечувати дифузію та доповнювати молекули та клітини. Ступінь гнучкості пояснюється значною здатністю утримувати воду завдяки гідрофільним групам, таким як $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, $-\text{CONH}_2$, $-\text{CONH}$ і $-\text{SO}_3\text{H}$, що супроводжується капілярною дією та осмотичним тиском, хоча гідрогелі протистоять розчиненню в охоплюючому середовищі завдяки зшиванню між полімерними ланцюгами[9]. Характер

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		16

зшивання може бути постійним або тимчасовим. Тривимірні мережі з постійними перехресними зв'язками виникають через ковалентні зв'язки, а 3D мережі з тимчасовими поперечними зв'язками виникають через переплутання полімерних ланцюгів або через електростатичні взаємодії, водневі зв'язки або гідрофобні взаємодії. Таким чином, багато різних макромолекулярних структур, а саме зшитих або переплєтених мереж лінійних гомо- і сополімерів, а також блок- або прищеплених сополімерів; комплекси поліон-багатовалентний іон, полііон-полііон або Н-зв'язані комплекси; гідрофільні мережі, нормовані гідрофобними доменами; і для гідрогелів можливі взаємопроникаючі полімерні мережі (IPN) або фізичні суміші [10].

Термочутливі гідрогелі

Критична температура розчину є мірою для класифікації цього типу розумних гідрогелів на гідрогелі з позитивною та негативною температурою. Загальною характеристикою чутливих до температури полімерів є наявність гідрофобних груп, таких як метил, етил і пропіл, які переважно взаємодіють з молекулами води за допомогою водневих зв'язків, які спричиняють набухання або розширення гідрогелю. Рис. 1.2 описує роль критичної температури розчину для набухання та розбухання гідрогелю.

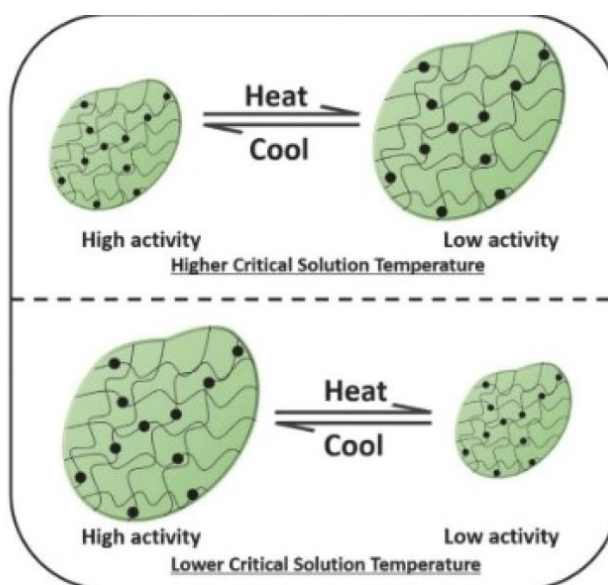


Рисунок 1.2 Відповідь гідрогелів на критичну температуру розчину

У гідрогелях із позитивною температурою, відомих як верхня критична температура розчину (ВКТР), набухання гідрогелю відбувається при цій температурі та вище в сітці гідрогелю через структурну дисоціацію внаслідок руйнування мережі водневих зв'язків, а нижче цієї температури гідрогель стискаються і вивільняють розчинники з матриці [11].

Цей процес керується ентропією. НКТР, як найважливіший параметр для гідрогелів, що реагують на негативну температуру, можна змінювати за допомогою кількох умов процесу, як-от змішування іонних кополімерів або зміна складу розчинника. Кількість гідрофобної складової, НКТР полімерів може змінюватися при зниженні температури [12]. Гідрофільні частини полімерів у гідрогелі взаємодіють з водою або молекулами рідини через взаємодію водню. Таким чином, з підвищенням температури вище температури НКТР гідрофобна взаємодія через гідрофобні групи та водневі зв'язки ставатимуть відповідно сильнішими та слабшими. Згодом поглинена вода/рідина вивільняється через процес усадження. Завдяки цій властивості термочутливі гідрогелі НКТР підходять для систем обмеженої доставки ліків [13].

Однак термооборотні гідрогелі, на відміну від ВКТР та НКТР термочутливих гідрогелів, не є фізично зшитою системою і зазнають переходу золь-гель по черзі з переходом усадки-набухання [14].

Поперечне зшивання розглядається не тільки як властивість, але також є джерелом усіх властивостей гідрогелів. Ступінь і тип зшивання змінюють мережу гідрогелю і можуть бути отримані різними способами. Це може бути наслідком таких взаємодій, як гідрофобна між ланцюгами, іонна взаємодія між поліаніоном і полікатионом (комплексна коацервація) або іонна взаємодія між поліаніоном і багатовалентними катіонами (іонотропний гідрогель), а також через хімічні зміни під впливом УФ випромінюванням, нагріванням або хімічним зшиванням за реакціями, такими як реакція Міхаеля, реакція Міхаеліса-Арбузова, приєднання нуклеофілів тощо [15].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Тому, керуючи ступенем зшивання, можна налаштувати такі властивості, як набухання, механічні властивості та пористість гідрогелів, і оптимізувати гідрогелі для багатьох різних застосувань.

Набухання. Гідрогелі — це зшиті мережі з одного або різних типів синтетичних полімерів та/або біополімерів, що мають високу водопоглинаючу здатність. Така висока водопоглинаюча здатність пов'язана з гідрофільними функціональними групами в структурі полімеру, такими як амінні (NH_2), гідроксильні ($-\text{OH}$), амідні ($-\text{CONH}-$, $-\text{CONH}_2$) і сульфатні ($-\text{SO}_3\text{H}$) групи. Завдяки наявності гідрофільних функціональних груп молекули води можуть мігрувати в полімерну мережу, що призводить до розширення гідрогелю та зайняття більшого об'єму. Цей процес називається набуханням. Рівень водопоглинання в різних типах гідрогелю залежить від хімічної структури синтетичного полімеру та/або біополімеру, щільності зшивання та умов навколишнього середовища. Хоча в полімерній сітці поглинаються ті самі молекули води, молекули води можуть фактично існувати в трьох різних станах: вільна вода, проміжні та зв'язані молекули води. Молекули вільної води – це молекули, які піддаються процесу замерзання в точці замерзання, тоді як між вільною водою та функціональними групами полімеру не існує хімічного зв'язку. Кількість вільних молекул води зазвичай залежить від структури гідрогелю. У компактній структурі гідрогелю кількість вільної води нижча. Другий стан води або проміжна вода може утворювати слабкі взаємодії з функціональними групами в полімерних ланцюгах. Водневий зв'язок між полімерними ланцюгами та молекулами води утворює зв'язану воду, а такі молекули води є незамерзаючими [16].

Механічні властивості. Механічні властивості гідрогелів залежать від складу та структури, які можна регулювати залежно від функції матеріалу. Зазвичай відомо, що полімерні гелі є дуже слабкими, тобто м'якими та крихкими, і піддаються деформації. Ці гелі не є добре зв'язаними полімерними мережами, що складаються з численних видів неоднорідностей, таких як звисаючі ланцюги та петлі. Крім того, щоб отримати гель з більшою жорсткістю, збільшують

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		19

ступінь зшивання або знижують його за рахунок нагрівання матеріалу. Механічний вихід гідрогелів можна виділити як модуль пружності. Кластичний модуль відповідає за з'єднання між водою та гелевою матрицею в гідрогелі. Модуль пружності може коливатися від кПа до МПа. Через погану деформованість механічні властивості гелів зазвичай розраховується шляхом зсуву або стиснення, а не розтягування. Механічні властивості (модуль Юнга, модуль Пуассона, модуль зберігання та модуль втрат) можна розрахувати за допомогою деяких технік, таких як пристрій динамічного механічного аналізу або реометр та багато інших [17].

1.4 Аналіз складу та ринку гідрогелевих патчів

Патчі під очі — це тканинні або гідрогелеві засоби, просочені корисними активними компонентами. На вигляд вони нагадують пластирі і створені, щоб доглядати за шкірою під очима. Головна їхня відмінність від кремів під очі в тому, що діють патчі швидко: вони зволожують шкіру, розгладжують мімічні зморшки, а також борються з набряками і темними колами.

Якщо потрібно швидко привести себе в порядок перед важливою зустріччю рано вранці після вечірки або швидко підготуватися до вечірнього побачення, прийдуть на допомогу патчі під очі. У них містяться активні речовини у високій концентрації. Наклавши патчі на очі, працювати засіб починає під впливом тепла: ви приклеюєте їх на зону під очима, і починається процес усунення конкретної проблеми.

Асортимент та склад гідрогелевих патчів які присутні на ринку України викладені в табл. 1.1.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Асортимент та склад гідрогелевих патчів на ринку України

№	Назва, країна-виробник	Еластомери	Діючі речовини
1	2	3	4
1	FarmStay Black Pearl & Gold Hydrogel Eye Patch, Корея	каррагінан, гуарова камедь, агар-агар, ксантанова, камедь, карбомер	алантоїн, гідролізований колаген, убіхінон, церамід NP, лецитин, ніацинамід, токоферилацетат, гіалуронат натрію, олія рицинова, алое сік, колоїдне золото, перловий порошок
2	Kocostar Tropical Eye Patch Pitaya, Корея	каррагінан, камедь рожкового дерева, ксантанова камедь	ніацинамід, алантоїн, кофеїн, олія рицинова, алое сік, екстракти гінкго білоба, гранату, плодів шовковиці білої, листя зеленого чаю, листя м'яти перцевої, квіток ромашки, розмарину, гіалуронат натрію
3	TETe Cosmeceutical 100% Collagen Hydrogel Patch, Швейцарія	каррагінан, камедь рожкового дерева, гуарова камедь	натрію гіалуронат, екстракт огірка, трояндова вода, алое аера, гідролізований колаген, бетаїн, алантоїн, екстракти коренів шоломниці байкальської, листя зеленого чаю, хауттійної серцевидної, полину, плодів юзу
4	Rearar Dia Force Pure Marine Hydro-Gel Eye Patch, Корея	камедь рожкового дерева, ксантанова камедь, каррагінан, агар-агар, гідроксиетилцелюлоза	гідролізований колаген, екстракти перлин, ламінарії, ундарії перистої, хлорели, листя зеленого чаю, плодів юзу, стебел бамбука, хвої, спіруліни, грейпфрута

1	2	3	4
5	Elit-Lab Black Pearl Hydrogel Eye Patch, Україна	Не вказано	колаген, сіль мертвого моря, олія кісточок винограду, алое вера, екстракт зеленого чаю, гіалуронова кислота, вітамін С, вітамін Е
6	Mermade Newborn, Україна	Геланова камедь, каррагінан, гідроксиетилцелюлоза, ксантова камедь	Фільтрат секреції равликів, колоїдне золото, гіалуронова кислота, D-пантенол, колаген, ацетилгексапептид-8, нікотинамід, алантоїн
7	The Orchid Skin Smoky Under Clear Eye Patch, Корея	Поліакрилова кислота, модифікована целюлоза	ніацинамід, гідролізований колаген, натрію гіалуронат, алое вера, алантоїн, токоферолу ацетат, екстракти шавлії, троянди, плодів гранату, плодів суниці, плодів яблука
8	Skin Academy Snake Venom Gel Eye Patches, Кітай/Великобританія	основа: рідкий парафін, диметикон, гліцерин	гідронізований колаген, дипептид діамінобутирол
9	Misoli Gold Hydrogel Eye Patch, Корея	каррагінан, камедь рожкового дерева, ксантанова камедь	натрію гіалуронат, екстракти огірка, кореня шоломниці байкальської, зеленого чаю, полину, плодів юзу, грейпфруту, хвої, трояндова вода, алое вера, колоїдне золото, алантоїн

Згідно дослідження ринку виявлено що лідером виробництва патчів, які реалізують на ринку України, є Корея (68,2%). Відсоток засобів українського виробника складає лише 18,2%, що свідчить про актуальність розробки нових вітчизняних засобів у формі патчів для догляду за шкірою обличчя. Найбільш

поширеними діючими речовинами патчів є рослинні олії, пептиди, антиоксиданти, гіалуронова кислота, рослинні екстракти, вітаміни, колаген та ін.

В якості еластомерів в 59,1% випадків використовується каррагінан, в 50% ксантанова камедь і камедь рожкового дерева. Рідше до складу входять агар-агар (27,3%), похідні целюлози (18,2%) та карбомер (13,6%). Найчастіше діючими компонентами патчів є колаген, біозолото і пептиди (ацетил гексапептид-8, міді трипептид-1, пальмітоїл трипептид-1, 5 та 7, пальмітоїл пентапептид-4, пальмітоїл дипептид-7, пальмітоїл гексапептид-12), які забезпечують ефект розгладжування зморщок. Зволожувальними компонентами є гіалуронова кислота, алое вера, екстракт огірка. Живильних властивостей надають рослинні олії (соняшникова, рицинова, авокадо, ши, арганова), рослинні екстракти. Ніацинамід, токоферол, екстракт листя зеленого чаю і алантоїн є відомими антиоксидантами. Відновлюючими компонентами є екстракти ікри, женьшеню та Гінкго білоба. Тонізуючі властивості мають кофеїн та екстракти водоростей. Для зменшення пігментації шкіри використовують арбутин. Антивікова та антиоксидантна дії притаманні 77,3% зразків, зволожуюча – 72,7%. Живлення забезпечують 68,2% зразків. Значно рідше до складу входять тонізуючі (22,7%) та відновлюючі (13,6%) компоненти. Речовини, що вирівнюють тон шкіри, входять до складу патчів у 4,5% випадків. Вдале поєднання вказаних компонентів забезпечує лікувально-косметичну дію патчів: насичення шкіри вологою і поживними речовинами, тонізування, вирівнювання кольору епідермісу, усунення набряків, розгладжування дрібних зморщок та запобіганню появі нових [18].

1.5 Аналіз сировини гідрогелевих патчів

1.5.1 Аналіз основних гелеутворювачів для гідрогелевих патчів

Гідрогелі — це тривимірні полімерні сітки, які, як відомо, мають ефективні зволожуючі властивості через високий вміст води. Їх гідрофільна основа створює матрицю до шкіри, що забезпечує високу ефективність доставки

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		23

активних інгредієнтів у шкіру. Термочутливі гідрогелі особливо використовуються для локалізованої, контрольованої та безперервної доставки активних сполук на основі зміни їх конформації, розчинності та гідрофільного/гідрофобного балансу внаслідок термічних подразників. Їх склад і властивості можна налаштувати відповідно до кінетики вивільнення біологічно активного інгредієнта; тому вони представляють великий інтерес у догляді за шкірою та терапії шкіри як трансдермальні системи доставки

Здатність гідрогелів поглинати воду виникає від гідрофільних функціональних груп, приєднаних до полімерної основи, тоді як їх стійкість до розчинення виникає через перехресні зв'язки між мережевими ланцюгами. Багато матеріалів, як природних, так і синтетичних, підходять під визначення гідрогелів [8].

У приготуванні косметичних гідрогелів використовується кілька видів сировини. Серед них широко використовуються синтетичні полімери та біополімери. Полімер — це велика молекула, що складається з повторюваних структурних одиниць, зазвичай з'єднаних ковалентними хімічними зв'язками. Природні полімери, також звані біополімерами, утворюються живими організмами. У природі існують різноманітні природні полімери, такі як целюлоза, основний компонент деревини та листя. Іншим поширеним біополімером є крохмаль, який широко використовується у виробництві харчових продуктів. Деякі природні полімери є основними компонентами шкіри та волосся, напр. колаген, еластин, кератин. Ці біополімери, як і інші полісахариди, широко застосовуються в косметичних препаратах. Багато природних полімерів відіграють значну роль у складі косметичних засобів як зволожувачі та загусники [3]. На основі біополімерів і синтетичних полімерів можна сформулювати ряд гідрогелів для потенційного косметичного та біомедичного застосування.

Основним в підборі рецептури гідрогелевих патчів є підбір еластомерів для створення правильної текстури виробу. Хоча при створенні гідрогелів зараз

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		24

використовують синтетичні полімери, при виробництві косметичних засобів переважає застосування природних загущувачів.

В якості природних загущувачів можуть застосовуватися: каррагінан, ксантова камедь, гуарова камедь, камедь рожкового дерева, агар-агар. Серед синтетичних загущувачів популярні поліакрилова кислота та гідроксиетилцелюлоза.

Каррагінан — це загальна назва для сімейства гелеутворюючих і в'язких полісахаридів, які отримують шляхом екстракції з певних видів червоних морських водоростей. Назва Carrageenan походить від виду морських водоростей *Chondrus crispus*, відомих як Карагеновий мох або Ірландський мох в Англії та Караген в Ірландії. Carragin використовується в Ірландії з 400 року нашої ери як желатин і як домашній засіб для лікування кашлю та застуди. Зростає вздовж узбережжя Північної Америки та Європи. Каррагінани використовуються в різноманітних комерційних цілях як гелеутворювачі, загусники та стабілізатори, особливо в харчових продуктах та соусах. Крім цих функцій, карагенан використовується в експериментальній медицині, фармацевтичних рецептурах, косметичці та промисловому застосуванні.

Каррагінан – це сульфатований полігалактан з вмістом ефірного сульфату від 15 до 40% і середньою відносною молекулярною масою значно вище 100 кДа. Він утворений змінними одиницями d-галактози і 3,6-ангідро-галактози (3,6-AG), з'єднаними α -1,3 і β -1,4-глікозидними зв'язками. Каррагінан класифікується на різні типи, такі як λ , κ , ι , ϵ , μ , всі вони містять від 22 до 35% сульфатних груп. Ця класифікація була зроблена на основі його розчинності в хлориді калію. Основними відмінностями, які впливають на властивості карагенанового типу, є кількість і положення складноефірних сульфатних груп, а також вміст 3,6-AG. Карагенан типу Каппа має вміст ефірного сульфату приблизно 25-30% і вміст 3,6-AG приблизно від 28 до 35%. Формули каппа та йотта каррагінану наведені на рис. 1.3.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25

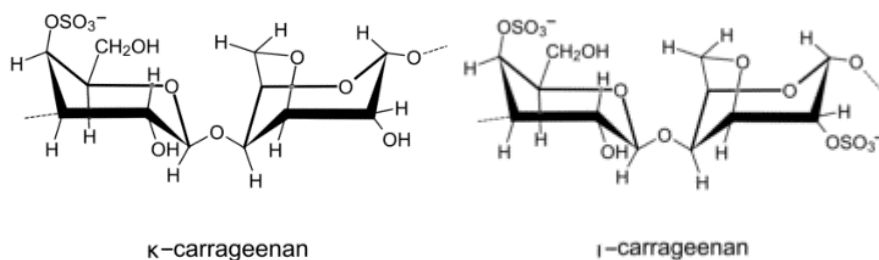


Рисунок 1.3 Формули каппа та йотта каррагінану

Вибравши відповідний продукт каррагінану, розробник може створювати текстури, що варіюються від рідких рідин до твердих гелів. Залежно від їх хімічної конфігурації каррагінану можна розділити на три основні типи:

Каппа: ці типи утворюють тверді та крихкі гелі. У присутності солей калію утворює дуже тверді та еластичні гелі.

Йота: ці типи утворюють еластичні та когезивні гелі та тиксотропні рідини у присутності іонів кальцію.

Лямбда: ці типи не утворюють гелі, а скоріше в'язкі, не гелеутворюючі розчини.

Хімічна реакційна здатність карагенанів зумовлена насамперед їхніми напівефірними сульфатними групами, які є сильно аніонними, і в цьому відношенні їх можна порівняти з неорганічними сульфатами. Вільна кислота нестабільна, і комерційні карагенани доступні у вигляді стабільних солей натрію калію та кальцію або, як правило, у вигляді їх суміші. Асоційовані катіони разом із конформацією цукрових одиниць у полімерному ланцюзі визначають фізичні властивості карагенанів. Функціональність карагенанів у різних застосуваннях значною мірою залежить від їхніх реологічних властивостей. Карагенани, як лінійні водорозчинні полімери, зазвичай утворюють високов'язкі водні розчини.

В'язкість залежить від концентрації, температури, присутності інших розчинених речовин, а також типу карагенану та його молекулярної маси. В'язкість зростає майже експоненціально з концентрацією і зменшується з температурою. Карагенани чутливі до деполімеризації через гідроліз, який каталізується кислотою. За високих температур і низького рН це може швидко призвести до повної втрати функціональності [19].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

Згідно патентного пошуку при виробництві гідрогелевих масок каррагінан діє як гелеутворюючий агент, і коли композиція охолоджується, випадкові полімерні ланцюги перетворюються на спіральну форму з утворенням гелю, утворюючи тим самим тривимірну мережеву структуру. Тривимірна мережева структура містить велику кількість води і може забезпечувати шкіру вологою протягом тривалого часу. Вміст каррагінану переважно становить від 2 до 10 мас.%, При вмісті менше 2 мас.%, важко утворити гель, а коли вміст перевищує 10 мас.%, міцність і еластичність гідрогелю погіршуються. Крім того, каррагенан можна одночасно використовувати суміш к-каррагінану і ι-каррагінану, де вагове співвідношення к-каррагінану і ι-каррагінану переважно становить від 60 до 80 : 20 до 40. Коли задовольняється вищенаведений числовий діапазон покращуються адгезія, довговічність і еластичність гідрогелю.

Агрегація ланцюгів каррагінану прискорюється іонами кальцію та калію які є позитивними іонами, тим сам збільшуючи утворення гелю та утворюючи тривимірну мережу. Додатково при охолодженні продукту, ланцюг каррагінану випадкової форми перетворюється в спіральну форму з утворенням тривимірної мережевої структури. Тривимірна мережева структура містить велику кількість води і може забезпечувати шкіру вологою протягом тривалого часу [20].

Ксантанова камедь – це високомолекулярний полісахарид, який отримують шляхом ферментації *Xanthomonas campestris*. Основною функціональною властивістю ксантанової камеді є здатність контролювати реологію систем на водній основі. Розчини ксантанової камеді дуже псевдопластичні, їх в'язкість миттєво знижується при застосуванні високих швидкостей зсуву. Ця властивість дозволяє легко перекачувати і розпилювати. На відміну від цього, висока в'язкість при менших швидкостях зсуву дає чудову здатність стабілізувати емульсії, суспензії та піни. Xanthan Gum PC схвалено ECOCERT та COSMOS.

Ксантанова камедь є винятковим агентом для контролю в'язкості, який дуже ефективний навіть у низьких концентраціях. Він забезпечує різні властивості текучості залежно від концентрації та спільних розчинених речовин,

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

що дозволяє налаштовувати та контролювати текстуру та в'язкість будь-якого продукту відповідно до конкретних потреб. Ксантанова камедь – це в'язкопружний матеріал, який може вести себе більше як еластична тверда речовина або більше як в'язка рідина, залежно від концентрації. Він володіє псевдопластичністю, тобто в'язкість зменшується зі збільшенням зовнішнього напруження, і забезпечує межу плинності, що контролює стабільність і опір течії. Утримання води є важливою характеристикою гідрогелевих масок, щоб запобігти висиханню та забезпечити відчуття свіжості під час використання. Завдяки високій здатності утримувати воду, ксантанова камедь забезпечує оптимальне утримання вологи для довготривалого відчуття свіжості шкіри. Крім реологічних і водозв'язуючих переваг, ксантанова камедь має перевагу натурального походження, не має смаку і запаху, не містить алергенів і ГМО, а також схвалена як інгредієнт природного походження відповідно до стандартів Ecocert COSMOS. Таким чином, ксантанова камедь має всі якості, необхідні для того, щоб зробити її ідеальним загусником для масок для обличчя [21].

Камедь рожкового дерева або камедь ріжкового дерева — це галактоманан, отриманий з ендосперму насіння ріжкового дерева, тобто *Ceratonia siliqua*. Він широко використовується як добавка в різних галузях промисловості, таких як харчова, фармацевтична, паперова, текстильна, буріння нафтових свердловин і косметика. Промислове застосування камеді рожкового дерева пояснюється її здатністю утворювати водневі зв'язки з молекулою води [22].

Гуарова камедь - це полісахарид рослинного походження, утворений галактозою і маннозою, що і визначає гуарову камедь як галактоманнан. Представляє собою змелений білий або світло-сірий порошок без запаху. Є полімерним з'єднанням з більш ніж 10000 залишків галактози. Гуарова камедь добре розчиняється в холодній та гарячій воді та органічних розчинниках, сумісна з більшістю інших рослинних гідроколоїдів, таких як агар, камедь рожкового дерева, пектин, метилцеллюлоза та інші. Гуарову камедь отримують шляхом екстракції із сімян рослин *Cyamopsis tetraganoloba* - зернобобової

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

культури, відомої як гуар (горохове дерево, індійська акація). Основні характеристики гуарової камеди:

- легко розчиняється в холодній та гарячій воді
- залишає легку плівку
- зберігає стабільність у розчині при рівні кислотності Ph-5-7
- є хорошим загусником сумішей (для порівняння – у 8 разів сильнішим, ніж кукурудзяний крохмаль)
- має високу в'язкість
- стійка до олій, жирів та інших натуральних розчинників
- здатна утримувати вологу
- діє при низьких температурах
- сумісна з багатьма іншими гідроколоїдами, що використовуються у харчовій промисловості [23].

1.5.2 Аналіз активних сполук в складі гідрогелевих патчів та хімізм процесу

Серед діючих речовин при виробництві патчів можуть застосовувати колаген, гіалуронова кислота, біозолото, екстракти рослин, пептиди.

Біозолото - це біологічно активне золото, яке перебуває в колоїдній формі з розміром частинок менше мікрона. Колоїдне золото отримують за допомогою високотехнологічного електроколоїдного методу або електролізу, при якому очищена вода пропускається над поверхнею чистого золота, що знаходиться під струмом високої частоти і напруги. У поєднанні з різними рослинними компонентами біозолото сприяє регенерації клітин, підвищує еластичність і пружність шкіри, оберігає шкірний покрив від небажаних вікових змін. Сучасні наукові дослідження показали, що золото значно підвищує здатність шкіри до поглинання і збереження вологи, сприяє саморегуляції шкіри, уповільнює процес старіння. Також золото є чудовим антисептиком, що сприяє загоєнню ранок і тріщинок. До того ж, як інертний матеріал золото не вступає в хімічні реакції з речовинами, тому не викликає алергічних реакцій на шкірі.

Кооперативний ефект носія: полегшує проникнення поживних речовин у клітини

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		29

шкіри, сприяє поглинанню поживних речовин і забезпечує повну ефективність його ефективності. Ефект локального мікроелектричного поля: сприяє клітинному метаболізму, прискорює метаболізм пігменту, покращує нормальну життєздатність клітин і відновлює пошкоджені клітини [24].

Sodium Hyaluronate. Гіалуронат натрію – це мукополісахарид, що складається з повторюваних дисахаридних одиниць N-ацетилглюкозаміну та натрієвої солі глюкуронової кислоти (рис. 1.4). Цей продукт виробляється шляхом натурального бродіння та фізичного очищення. Ступінь полімеризації становить близько 10^4 одиниць. Це означає, що молекулярна маса знаходиться в діапазоні мільйонів дальтонів [25].

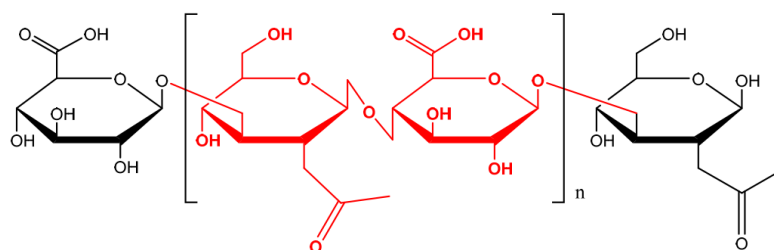


Рисунок 1.4 Структура гіалуронової кислоти

У тканинах людини гіалуронова кислота є частиною позаклітинного матриксу і виконує багато різних функцій. Він зв'язує воду і служить природним мастилом. Крім того, він є природним зволожувачем для шкіри, а також гарантує її еластичність і властивості утримувати вологу. З цих причин він широко використовується в антивікових і зволожуючих продуктах для косметичних застосувань. Гіалуронова кислота є найбільш зволженим біополімером. У живій тканині він служить організатором сполучної тканини і водоутримуючою речовиною. У водному середовищі молекули ГК утворюють сферично згорнуті структури, що складаються приблизно з 99 % іммобілізованої води. Будучи частиною сполучної тканини тварин, ГК не має імуногенної активності, є нетоксичною речовиною, що не викликає подразнення.

У порівнянні з іншими зволожувачами, гіалуронат натрію має двонаправлену модуляційну дію на воду шкіри. Однією з найбільш 4 унікальних властивостей гіалуронату натрію є його здатність підтримувати стабільний рівень поглинання води та води в шкірі незалежно від змін зовнішнього

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		30

середовища. Якщо відносна вологість навколишнього середовища висока, гіалуронат натрію на поверхні шкіри може контролювати регулярний метаболізм води. Якщо вологість низька, гідроксил із гіалуронату натрію може захоплювати гідрон у шкірі та посилювати водоутримувальну здатність людського тіла та зберегти окклюзію шкіри.

У косметичних препаратах гіалуронова кислота виконує функцію модифікатора в'язкості та/або засобу для кондиціонування шкіри. Гіалуронова кислота в основному використовується в косметичних продуктах проти старіння. Низькомолекулярна ГК має здатність підвищувати рівень зволоженості шкіри та прискорювати регенерацію. Високомолекулярна ГК утворює в'язкопружну плівку при нанесенні на шкіру та має зволожуючий ефект. Основною дією полімеру високомолекулярної ГК є утворення плівки, що зменшує випаровування води зі шкіри і, таким чином, дає оклюзійний ефект. Крім того, гігроскопічні властивості високомолекулярної, середньомолекулярної маси і низькомолекулярної маси ГК підтверджують здатність підтримувати зволоженість шкіри. Інтерес до використання гіалуронової кислоти як косметичного інгредієнта в продуктах по догляду за шкірою виник з відкриттям того, що кількість ГК, яка міститься в натуральній шкірі, зменшується з віком, і при повторному введенні в засоби по догляду за шкірою вона підтримує шкіру зволоженою, зменшує появу зморшок, і розгладжує шкіру. ГК має багато якостей, які роблять її кращою за інші речовини, що використовуються для регенерації шкіри, з вираженим зволожуючим і антивіковим ефектом. Біологічна активність і проникнення ГК в шкіру залежить від молекулярної маси цієї речовини, демонструючи різний вплив на шкіру, як показано на рис. 1.5 [26].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		31

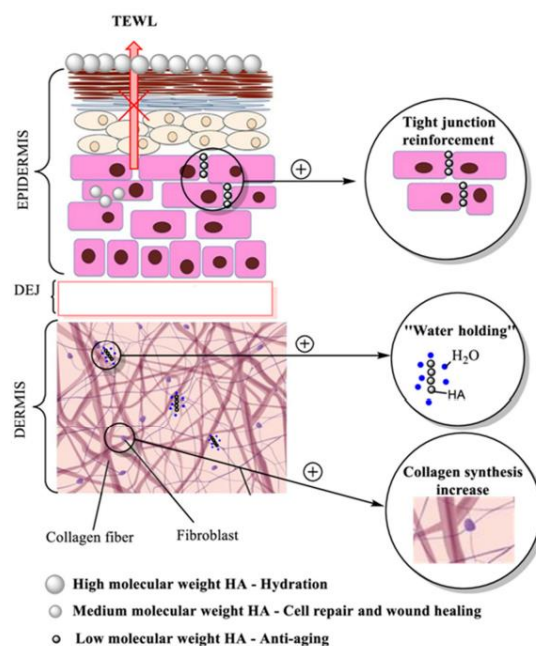


Рисунок 1.5 Вплив ГК на шкіру в залежності від молекулярної маси (TEWL — трансепідермальна втрата води; DEJ — дермоепідермальні з'єднання).

Колаген. Колаген є основним структурним білком сполучних тканин, таких як шкіра, сухожилля, зв'язки та кістки, будучи найбільш поширеним компонентом позаклітинного матриксу. Він становить приблизно одну четверту від загального вмісту білка у більшості тварин. Це волокнистий білок, утворений трьома поліпептидними ланцюгами, розташованими у вигляді потрійної спіралі, накрученої одна навколо одної. Кожна з них складається з набору амінокислот із повторюваним мотивом Gly-X-Y, де X і Y є переважно проліном і гідроксипроліном.

Джерела колагену для косметичного використання. Колаген є основним компонентом багатьох косметичних препаратів завдяки тому, що він є природним зволожувачем і зволожувачем. Походження колагену може бути різним: від бичачих і свинячих субпродуктів до морських джерел. Бичачий і свинячий колаген пов'язаний із ризиком зоонозних захворювань. Навпаки, морський колаген має відмінність від інших тваринних джерел цього білка. Потенціал морського колагену був відкритий приблизно 70 років тому під час дослідження губок. Дослідження сприяли пізнанню структурних та фізико-хімічних особливостей колагену морського походження. Дослідження показали,

що деякі людські рецептори здатні ідентифікувати колаген, що походить від медуз. Це вказує на подібну відповідь щодо клітинної адгезії, проліферації та міграції, як у колагену медузи. Вміст колагену в медузі становить приблизно 60%. Серед морських джерел колагену найціннішим джерелом колагену є риба. Основна причина полягає в тому, що 75% ваги риби становить вміст колагену. Шкіру риб вибирають переважно з метою отримання колагену I типу. Основними джерелами колагену риб є шкіра, кістки, голови, луска, плавники та внутрішні органи. Колаген типу II також міститься в хрящах риб. Згідно з дослідженнями, найвищий вміст колагену міститься в товстолибіку, рибі-фугу, трісці та тіляпії. Косметичні препарати на основі морського колагену походження можуть відрізнятися за властивостями та складом залежно від виду та віку організму. Важливо визначити властивості конкретного походження колагену, щоб вибрати правильний для рецептури [27].

Типи колагену. Основні типи колагену включають тип I (знаходиться в шкірі, сухожиллях і кісткових тканинах), тип II (хрящ) і тип III (шкіра і судинна система). Ці типи колагену складають частини фібрилярних структур, відповідальних за архітектуру та цілісність тканин. У косметичці переважно використовується колаген I типу. Кожен ланцюг колагену I типу містить 1000 амінокислот і утворює α -спіраль. Міцна структура формується повторюваною послідовністю трьох амінокислот. Ієрархічна структура колагену типу I показана на рисунку 1.6.

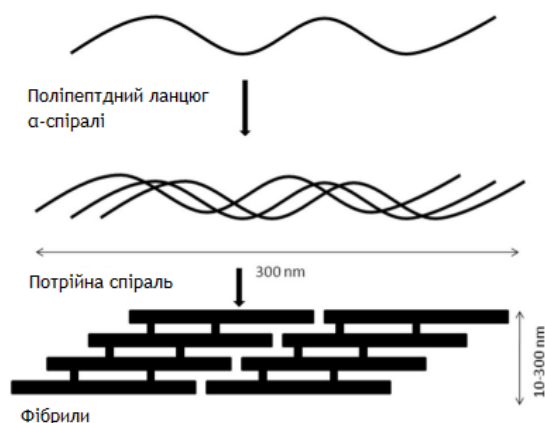


Рисунок 1.6 Ієрархічна структура колагену

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		33

Амінокислотний аналіз колагену показав, що кожна третя амінокислота є гліцином, невеликою амінокислотою, яка ідеально вписується в спіраль. Багато позицій, що залишилися в ланцюзі, заповнені двома неочікуваними амінокислотами, тобто проліном і модифікованою версією проліну: гідроксипроліном. Останній, відповідальний за стабільність колагену, виходить шляхом модифікації регулярних амінокислот проліну після того, як був побудований ланцюг колагену. Усередині фібрили колаген стабілізується численними внутрішньо- та міжмолекулярними силами. У стабілізації потрібної спіралі колагену основну роль відіграють водневі зв'язки. Вирівнювання заряджених груп між молекулами колагену сприяє електростатичним взаємодіям і є важливим для визначення внутрішньомолекулярної структури. Кожна молекула колагену міцно молекулярно пов'язана з сусідніми молекулами колагену, і прикладена сила може передаватися через фібрилу до кожної молекули колагену [28].

Гідролізований колаген. У косметичних препаратах через нерозчинність колагену використовується в основному гідролізований колаген. Малі пептиди та короткі поліпептиди добре розчиняються у воді та можуть бути легко включені до кількох косметичних рецептур. Зволожуючі властивості гідролізованого колагену в глибших шарах шкіри дуже високі і можуть дуже добре вплинути на зовнішній вигляд шкіри. У своїй гідролізованій формі колаген є широко відомим косметичним компонентом з антиоксидантними властивостями. Ці білки мають величезний спектр застосування завдяки хорошій сумісності з клітинами людини та простому біологічному розкладанню. Гідролізований колаген діє як природний зволожувач з чудовим потенціалом стати нешкідливим і корисним біоматеріалом. Було показано, що прийом добавок і місцеве застосування гідролізованих протеїнів можна вважати додатковими в покращенні загального стану шкіри, беручи участь у різних механізмах [27].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

1.6 Аналіз рецептур гідрогелевих патчів

В ході аналізу науково-технічної літератури було розглянуто декілька рецептур гідрогелів для косметичного використання. В таблиці 1.2 надана рецептура гідрогелевих патчів, розроблена англійською компанією Croda [38]:

Таблиця 1.2

Рецептура гідрогелевих патчів № 1

Інгредієнт	% w/w
Water	76,5
Pottasium Sorbate	0,1
Glicerin	15
Pronandiol	3
Gellan Gum	0,7
Guar Gum	0,4
Xanthan Gum	0,3
Hydrolyzed Pea Protein	0,5
Camellia Sinensis Leaf Extract	1
Butylene Glycol (and) Zerumbone	1,5
Sorbitane Laurate	1

Отриманий гідрогель з бутиленглікольним екстрактом імбиря підходить для лікування ознак втоми навколо очей. Екстракт листя зеленого чаю природним чином допомагає освіжити контур очей, прибираючи темні кола та набряки, а гідролізований горіховий протеїн покращує пружність і еластичність шкіри. В якості гелеутворювачів використовуються геланові, гуарові та ксантанові камеді. Цей екологічно чистий склад має високий вміст натурального походження 96,684% і натуральний вміст 73,59% відповідно до стандартів ISO 16128-1 та ISO 16128-2.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		35

Таблиця 1.3

Рецептура гідрогелевих патчів № 2

Інгредієнт	% w/w
Water	75,9
Pottasium Sorbate	0,1
Glicerin	15
Phenoxyethanol	0,8
Carrageenan	1
Locust Bean Gum	1
Екстракт кори альбіції	3
Екстракт стробіли хмеля	3
Alkyl Acrylate Crosspolymer	0,1
Fragrance	0,1

В таблиці 1.3 представлена ще одна рецептура компанії Croda. Тут в якості гелеутворювача застосований каррагінан, проте окрім природних полімерів в рецептурі присутній синтетичний акрилакрилат, який може виступати алергеном.

Таблиця 1.4

Рецептура гідрогелевих патчів № 3

Інгредієнт	% w/w
Water	87,48
Glicerin	5
Pronandiol	2,5
Sodium alginate	4
Xanthan gum	0,5
Екстракт моринди лимонолистої	0,1
Sodium metabisulfite	0,02
Methyl paraben	0,2
Propyl paraben	0,1
Fruit essence	0,1

В таблиці 1.4 представлена рецептура № 3. У цьому дослідженні гідрогелева маска складалася з етанолового екстракту плодів ноні, альгінату

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

натрію та ксантанової камеді. Гідрогелі виготовлені за даною рецептурою мають високу фізичну стабільність, проте низьку здатність до набухання [1].

Проаналізувавши рецептури гідрогелевих патчів, можна зробити висновок, що є сенс розробити рецептуру гідрогелю на основі природних полімерів, без наявних алергенів, з високою фізичною стабільністю та здатністю до набухання.

1.7 Аналіз технологій гідрогелей в промисловості

Виробництво гідрогелів у промисловості складається з полімеризації в розчині та у зворотній суспензії та у зворотній емульсії. На рис. 1.7 представлена блок-схема типового процесу полімеризації в розчині. На цьому малюнку представлені основні процедури виробництва гідрогелю в напівпілотному та промисловому масштабах.

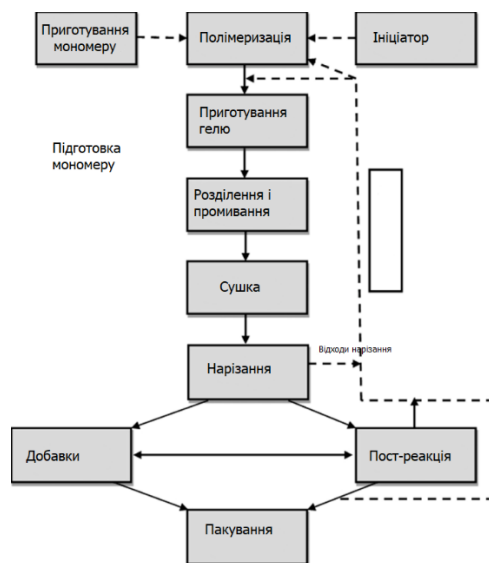


Рисунок 1.7 Принципова схема отримання гідрогелів шляхом полімеризації з розчину

На технологічній схемі зображено багато елементів фактичних установок реакторів вільнорадикальної кополімеризації. Як показано на рисунку 1.8, мономери А і Б безперервно додаються з ініціатором, розчинником і агентом передачі ланцюга. Крім того, інгібітор може потрапляти зі свіжим кормом у вигляді домішки. Ці потоки живлення поєднуються (потік 1) з рециркуляцією

(потік 2) і потоком до реактора (потік 3), який, як припускається, є резервуаром із рубашкою та мішалкою.

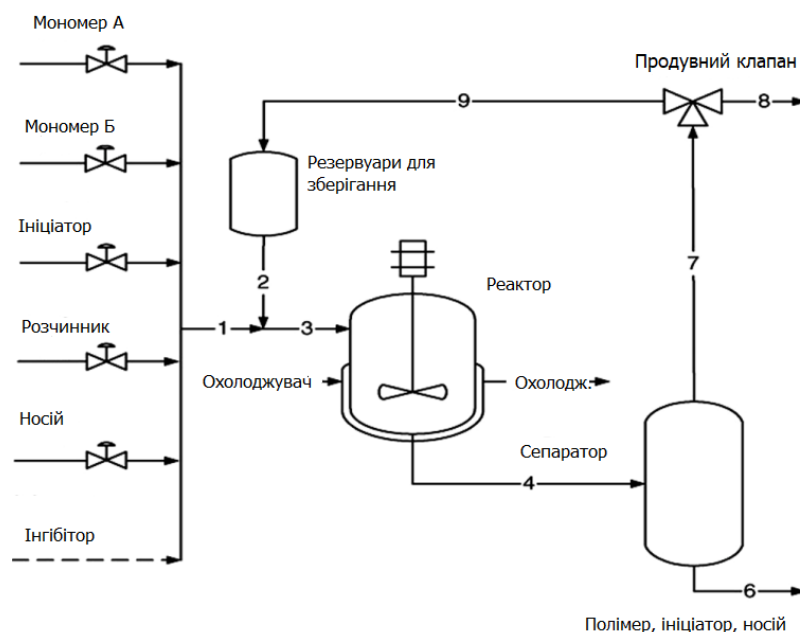


Рисунок 1.8 Апаратурна схема отримання гідрогелів шляхом полімеризації з розчину

Охолоджувальна рідина протікає через кожух, щоб видалити тепло полімеризації. Полімер, розчинник, мономери, що не прореагували, ініціатор і агент передачі ланцюга витікають з реактора в сепаратор (потік 4), де видаляються полімер, залишковий ініціатор і агент передачі ланцюга. Непрореаговані мономери та розчинник (потік 7) направляються до точки продувки (потік 8), яка представляє собою вентиляційний клапан та необхідний для запобігання накопиченню інертних речовин у системі. Після продувки мономери та розчинник (потік 9) зберігаються в резервуарі рециркуляції, який діє як резервна ємність для згладжування коливань у рециркуляційному потоці та складі. Рециркульовані стічні води (потік 2) потім додають до свіжої сировини [8].

1.8 Обґрунтування напряму досліджень

На сьогодні важливо створити ефективний засіб для догляду за шкірою навколо очей. Оскільки шкіра в преорбітальній зоні надзвичайно чутлива звичайні засоби для шкіри не підходять для застосування для цієї делікатної

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		38

області. Тому одним з найбільш популярних та ефективних засобів догляду за шкірою навколо очей є гідрогелеві косметичні патчі.

На основі проведеного аналізу науково-технічної літератури виявлено що, основне призначення гідрогелевих патчів під очі - зволоження ніжної шкіри під очима. Гідрогелі часто обирають як інгредієнти патчів для очей через високий вміст води та гідрофільну основу, що забезпечує високу ефективність доставки активних інгредієнтів у шкіру. Їх склад і властивості можна налаштувати відповідно до кінетики вивільнення біологічно активного інгредієнта; тому вони представляють великий інтерес у догляді за шкірою. Гідрогелеві патчі мають чудову зволожуючу та регенеруючу дію на шкіру, але також здатні контролювати температуру шкіри та посилювати фізіологічну активність. Крім того, гідрогелеві патчі мають гарну еластичність і зручні в застосуванні.

При розробці рецептури гідрогелів важливим є підбір еластомерів для створення правильної текстури виробу. При застосуванні синтетичних полімерів, можна отримати гідрогелі з дуже високою міцністю та фізичною стабільністю, проте дані сполуки можуть виявляти алергічну дію на шкіру. Тому дане дослідження направлено на розробку рецептури та технології гідрогелевих косметичних патчів на основі природних полімерів з високою фізичною стабільністю та здатністю до набухання.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Об'єкти дослідження

Об'єктами дослідження даної кваліфікаційної роботи є технологія і рецептура гідрогелевих патчів під очі. Предметом експериментального дослідження є гідрогелеві пласти приготовлені за запропонованою рецептурою (табл. 3.1) з різним вмістом еластомерів: к-каррагінану, і-каррагінану та дикрорхмальфосфату.

Для отримання гідрогелю використані наступні компоненти:

Дистильована вода

Сорбат калію (E202), консервант, виробник Китай.

Гліцерин косметичний для зовнішнього застосування. Виробник ТОВ «Красота та Здоров'я», Україна м. Харків вул. Сомівська 12-Б.

Пропандіол косметичний. Виробник Zemea, США

Каррагінан Каппа (E407). Виробник Benosen, Туреччина

Каррагінан Йота (E407). Виробник Benosen, Туреччина

Distarch Phosphate (E1412). Виробник Agrana Stärke gmbh, Австрія

Гіалувіт (гіалуронова кислота) косметична сироватка 20 мг/мл. Виробник ТОВ «Красота та Здоров'я», Україна м. Харків вул. Сомівська 12-Б.

Калію хлорид, концентрат для розчину для інфузій 75 мг/мл. Виробник ТОВ «Юрія-Фарм», Україна.

2.2 Методи та методики дослідження

2.2.1 Приготування гідрогелю.

Для приготування гідрогелю зважуємо та нагріваємо на водяній бані дистильовану воду з сорбатом калію (фаза 1) до температури 90 °С. Зважуємо та змішуємо окремо гліцерин, пропандіол, к-каррагінан, і-каррагінан та дикрорхмальфосфат (фаза 2). Отриману суміш повільно вливаємо до фази 1 за

					ННІХТ.ЗХТ-2-1М.023.161.040.КР. ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ		
КРозраб		Лебедев М.К.					
Пров		Сабадаш Н.І.					
Н. Контр.		Подобій О.В.					
Затв.		Носенко Т.Т.					
					Літера	Арк	Аркушів
						40	107
					НУХТ. каф. ТЖХТ		

температури 90 °С та швидкості обертання мішалки 1500 об/хв. Витримуємо суміш (фаза 1+2) за температури 90 °С протягом однієї години, при постійному перемішуванні. Після додаємо по черзі гіалуронат натрію, калоген, ПАР та хлорид калію (фаза 3 та 4) перемішуючи ще 15 хв. при швидкості обертання мішалки 1000 об/хв. та температури 90 °С. Отриману суміш переливаємо в форму для застигання і охолоджуємо за температури 20 °С протягом 15 хв. Отриманий пласт гідрогелю нарізаємо на смужки шириною 15 мм для тестування на міцність та видовження до розриву.

2.2.2 Визначення міцності гідрогелю

Визначення міцності гідрогелю проводилось згідно ASTM-D882-02 методу «Стандартний метод тестування на розтягуючі властивості тонких пластикових полотен» [29] . Показники міцності до розриву (МПа) та відносного видовження при розтягуванні (%) для семи дослідних рецептур гідрогелів визначалися за допомогою універсальної розривної машини Tinius Olsen H5K-T.

Міцність плівки (межа міцності) – це напруга, що відповідає найбільшому навантаженню перед руйнуванням зразка (МПа), визначають за формулою (2.4):

$$\sigma_B = \frac{F_{\max}}{S_o}, \quad (2.4)$$

де $F_{\max}$ – найбільше навантаження, яке витримав зразок перед руйнуванням, Н;

S_o – площа поперечного перерізу зразка ($S_o = B \times \tau = 15\tau$, де $B=15$ мм – ширина зразка; τ - товщина зразка в мм), мм².

Відносне видовження δ - це показник пластичності матеріалу, здатність розтягуватися (%), визначають за формулою (2.5):

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%, \quad (2.5)$$

де l_1 - довжина зразка після розриву, мм;

$l_0 = 30$ мм - розрахункова довжина зразка, мм [29].

Для визначення необхідних показників обрані наступні параметри тестування: заміри проводились на смужках гідрогелю шириною 15 мм, відстань між зажимами розривної машини - 30 мм, швидкість руху траверси – 100 мм/хв.

Підготовка та встановлення зразка для випробування.

За допомогою леза вирізаються три смужки гідрогелю шириною 15мм. За допомогою лінійки виставляється відстань між захватами 30 мм. Далі необхідно зразок гідрогелю вставити в проміжок між гумовими затискними щітками верхнього захвату та зафіксувати його гвинтами. Відповідно зафіксувати нижню частину зразка в нижньому захваті.

Процес випробування зразка на розтягування відбувається за допомогою програми QMat. Після запуску програми та вибору необхідного шаблону необхідно ввести параметри тестування: (товщина зразка, ширина зразка, відстань між зажимами, швидкість руху траверси машини), та запустити тест. Підчас проведення випробування в вікні програми буде будуватися графік залежності напруги зразка (МПа) від видовження (%).

2.2.3 Визначення ступеня набухання гідрогелю.

Шматочок гідрогелю розміром 30мм×20мм×1мм поміщаємо в сушильну шафу при 60 °С на 6 год. для просушування. Обезводнений шматочок отриманого гідрогелю зважуємо, і записуємо початкову вагу. Опускаємо цей шматок в 30 мл дистильованої води, і вимірюємо вагу гідрогелю в наступних інтервалах: 30 хв, 1 год, 2 год, 3 год, 4 год, 5 год, 6 год, 12 год, 24 год, 48 год, 60 год, 1 тиждень [7]. Ступінь набухання (α) гідрогелю розраховували з виміряних значень за такою формулою:

$$\alpha = \frac{m_n - m_0}{m_0} \cdot 100\% \quad , (2.6)$$

де m_n - маса гідрогелю після гідратації

m_0 - маса гідрогелю до гідратації.

2.3 Симплекс метод математичного моделювання.

Для вивчення фазових рівноваги трикомпонентних систем в останні роки широко використовується симплексні математичні методи моделювання.

					ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Симплексом називають правильний багатогранник з $n+1$ вершинами, де n – кількість незалежних факторів. При кількості незалежних факторів, що дорівнює двом (у трикомпонентних системах необхідно знати концентрацію двох компонентів), симплекс є трикутником. У даному випадку факторний простір являє собою правильний симплекс з q -вершинами в $q-1$ вимірному просторі:

$$\sum_{i=1}^q X_i = 1, \quad (2.7)$$

де X_i – відносний вміст i -го компонента суміші

При цьому припускається, що досліджувана властивість є неперервною функцією аргументу та може бути, з певною точністю, задана поліномом ступеня n від q -змінних. Коефіцієнти поліному являють собою лінійну комбінацію значень, що спостерігаються у вузлах симплексної ґратки, та розраховуються за результатами дослідів. Кількість коефіцієнтів полінома відповідає кількості точок (вузлів) симплексної ґратки. Найбільш широке використання одержали $\{3,2\}$ –квадратична (6 вузлів), $\{3,3^*\}$ –неповна кубічна (7 вузлів), $\{3,3\}$ –кубічна (10 вузлів), $\{3,4\}$ –комбінована (15 вузлів) симплексні ґратки.

Для уніфікації вивчення багатьох систем, в яких спостерігається складна фізико-хімічна взаємодія, вузли симплексної ґратки переносять у точки нонваріантних перетворень вихідних двокомпонентних систем. Це приводить до поділу базової симплексної ґратки на ряд нових вторинних симплексів і до неперервності функціональної залежності досліджуваної властивості від концентрації компонентів (основна вимога використання симплексного методу), яка спостерігається всередині вторинних симплексів. Дані вторинні симплекси містять по сім вузлів: три у вершинах трикутників (нонваріантні процеси у двокомпонентних системах), три відповідають серединам сторін трикутників і один – середині вторинних трикутників. Таким чином, одержані вторинні симплекси є $\{3,3^*\}$ неповними кубічними симплексними ґратками, яким відповідає поліном третього ступеня.

Для знаходження і опису ліній моноваріантних рівноваг досліджувану потрібну систему поділяють кількома перетинами. На даних перетинах знаходять математичні рівняння регресії (поліноми n -го ступеня), які

					ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

відповідають лініям ліквідусу в області первинних кристалізацій відповідних компонентів. При цьому визначаються точки перетину поліномів. Вони є точками на лініях моноваріантних рівноваг трикомпонентних систем, які переносять на концентраційний трикутник (рис. 2.1).

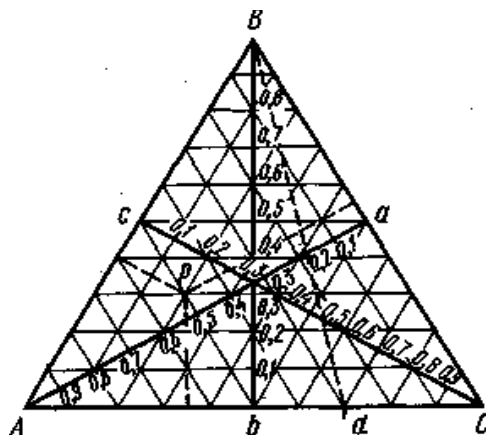


Рисунок 2.1 Концентраційний трикутник Гіббса

З'єднавши між собою дані точки, одержуємо лінії моноваріантних рівноваг, що описують відповідні процеси у трикомпонентних системах. Для більш детального опису ходу кривих моноваріантних перетворень використовується метод інтерполяції за Ньютоном. Поліном третього ступеня, що описує $\{3,3^*\}$ –неповну кубічну ґратку, має вигляд:

$$Y = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{23}X_2X_3 + b_{13}X_1X_3 + b_{123}X_1X_2X_3, \quad (2.8)$$

де X_1, X_2, X_3 – концентрації вихідних компонентів у потрійному сплаві, (моль.долі); Y – досліджувана властивість. Коефіцієнти $b_1, b_2, \dots, b_{123}$ розраховуються на основі значень досліджуваної властивості, що спостерігаються у вузлах симплексної ґратки:

$$b_1 = Y_1; b_2 = Y_2; b_3 = Y_3; b_{12} = 4Y_{12} - 2Y_1 - 2Y_2, \quad (2.9)$$

(аналогічно розраховують b_2, b_3)

$$b_{123} = 27Y_{123} - 12(Y_{12} + Y_{23} + Y_{13}) + 3(Y_1 + Y_2 + Y_3) \quad (2.10)$$

Визначивши коефіцієнти полінома та підставивши до нього значення концентрацій X_1, X_2, X_3 , розраховуємо властивості системи вторинних симплексних трикутників, і на їх основі будується проекція поверхні ліквідусу на концентраційний трикутник трикомпонентної системи [30].

					ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Характеристика основної сировини

Гідрогелі можуть бути засновані на природних полімерах, включаючи макромолекули, витягнуті з колагену тварин, рослин і морських водоростей. Ці природні макромолекули, як правило, є полісахаридами та білками, що складаються з глікозидних та амінокислотних повторюваних одиниць відповідно. Гідрогелі природних полімерів, особливо полісахаридів, загалом нетоксичні та біологічно розкладаються.

Згідно патентного пошуку при виробництві гідрогелевих масок *каррагінан* діє як гелеутворюючий агент, і коли композиція охолоджується, випадкові полімерні ланцюги перетворюються на спіральну форму з утворенням гелю, утворюючи тим самим тривимірну мережеву структуру. Тривимірна мережева структура містить велику кількість води і може забезпечувати шкіру вологою протягом тривалого часу. Вміст каррагінану переважно становить від 2 до 5 мас.%, При вмісті менше 2 мас.%, важко утворити гель, а коли вміст перевищує 5 мас.%, міцність і еластичність гідрогелю погіршуються. Крім того, можна одночасно використовувати суміш к-каррагінану і ι-каррагінану, де вагове співвідношення к-каррагінану і ι-каррагінану переважно становить 70 : 30. Коли задовольняється вищенаведене співвідношення покращуються адгезія, довговічність і еластичність гідрогелю.

Агрегація ланцюгів каррагінану прискорюється іонами кальцію та калію які є позитивними іонами, тим сам збільшуючи утворення гелю та утворюючи тривимірну мережу. Додатково при охолодженні продукту, ланцюг каррагінану випадкової форми перетворюється в спіральну форму з утворенням тривимірної мережевої структури [20].

Для створення гідрогелю з підвищеними адсорбувальними властивостями та здатністю до набухання досліджувались застосування модифікованих крохмалів.

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-ІМ.023.161.045.КР. ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					
Розраб		Лебедев М.К.			ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА		Літера	Арк	Аркушів
Пров		Сабадаш Н.І.						45	107
Н. Контр.		Подобий О.В.					НУХТ. каф. ТЖХТ		
Затв.		Носенко Т.Т.							

Пропонується застосовувати в рецептурі гідрогелевих патчів крос-зшитий крохмаль – *дикрохмальфосфат (distarch phosphate)*.

Фізико-хімічні властивості крохмалю відіграють важливу роль у приготуванні різноманітних продуктів. Утримання води є важливою характеристикою гідрогелевих масок, щоб запобігти висиханню та забезпечити відчуття свіжості під час використання. Одним із показників які характеризують утримання води речовиною є водозв'язуюча здатність (Water Binding Capacity). Водозв'язуюча здатність (WBC) описує зв'язок продукту з водою в умовах, коли вода є обмеженою. Згідно дослідження [31] поперечно зшитий крохмаль показує значно вищий рівень WBC (95,02%) порівняно з іншими видами крохмалю та нативним крохмалем (73 %). Збільшення водозв'язуючої здатності може бути пов'язано з вимиванням амілози та втратою кристалічної структури при зшиванні крохмалю [32, 33].

Міжнародна харчова компанія Agrana випускає дикрохмальфосфат для косметичних засобів як естетичний модифікатор, адсорбуючий диспергатор та емульгатор. Це багатофункціональний модифікований крохмаль, отриманий з кукурудзи, сертифікований як натуральний косметичний інгредієнт BDІН. Це білий, ковзаючий, текучий, ультратонкий порошок зшитого кукурудзяного крохмалю без запаху з нейтральним значенням рН і низьким вмістом бактерій. Він високо очищений для видалення будь-яких домішок, які зазвичай присутні в нативному крохмалі. Частинки мають надзвичайно велику внутрішню поверхню. Він як високо гідрофільний, так і ліпофільний. Крохмаль ефективно адсорбує речовини, розчинені у водній фазі, завдяки низькому вмісту вологи сорбційна здатність є більш високою.

Дикрохмальфосфат виявляє високу сорбційну здатність, сприяє адсорбції гідрофільних рідин і розчинених у них активних речовин. Сертифікований COSMOS & NaTrue, як натуральний косметичний інгредієнт [34].

Гліцерин є багатоатомним спиртом, який загалом відповідає молекулярній формулі $C_3H_8O_3$. Гліцерин є простим триолом, тобто має 3 гідроксильні групи. Гліцерин — прозора сиропоподібна рідина. Він може перебувати в кристалізованому стані, але рідко через його схильність до переохолодження та вираженого впливу невеликих кількостей води на зниження температури

					ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

замерзання. Повідомляється, що гліцерин використовується в косметиці як денатурант, ароматизатор, засіб для кондиціонування волосся, зволожувач, засіб для догляду за порожниною рота, засіб для догляду за ротовою порожниною, засіб для захисту шкіри, засіб для кондиціонування шкіри — зволожувач і засіб для зменшення в'язкості [35].

В гідрогелях гліцерин може покращувати розчинність композиції і контролювати в'язкість композиції. Вміст гліцерину переважно становить від 10 до 35 мас.%, і коли вміст становить менше 10 мас.%, дисперсність і стабільність композиції знижується, а коли вміст перевищує 35 мас.%, міцність і еластичність погіршуються [20].

Пропандіол Zemea® є природною, зручною для шкіри альтернативою гліколям на нафтовій основі, що підсилює консерванти, для розробників, яким потрібні різноманітні та інноваційні косметичні інгредієнти. Пропандіол Zemea® ідеально підходить для догляду за шкірою, волоссям, дезодорантів, ароматизаторів та інших косметичних засобів і засобів особистої гігієни. Його можна використовувати як зволожувач, підсилювач консервантів, пом'якшувач, природний розчинник, підсилювач в'язкості, модифікатор відчуття на дотик, а також для рослинної екстракції та розведення. Його також можна використовувати як компонент у різних типах інгредієнтів, включаючи носій для активних речовин, рослинних екстрактів або ароматизаторів, як інгредієнт у системах природних консервантів, а також для розробки природних ефірів.

Сорбат калію є природним консервантом. Ідеально підходить для використання в косметичних засобах для догляду за обличчям і тілом, волоссям і кольоровою косметикою.

Sorbitan Laurate — емульгатор типу «вода в маслі» для використання в засобах догляду за шкірою та декоративної косметики. Він є частиною широкого діапазону складних ефірів, включаючи ефіри сорбіту, моно- та дигліцерида та ефіри поліоксietиленсорбіту. Цей сорт є найбільш гідрофільним з асортименту Span™. Вони пропонують багато переваг перед іонними поверхнево-активними речовинами, такими як мила, включаючи підвищену стабільність, гнучкість формулювання та більш широку сумісність.

					ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Згідно аналізу різних патентів, рецепур і компонентів гідрогелевих патчів в даному дослідженні пропонується наступна рецептура патчів (табл. 3.1). Основним завданням дослідження є визначення оптимальних концентрацій еластомерів в рецептурі гідрогелевих патчів для отримання структури гідрогелю з хорошими фізико-механічними властивостями.

Таблиця 3.1

Рецептура гідрогелевих патчів з природних полімерів

Інгредієнт	Властивості	% w/w
Фаза 1		
Water	-	75
Potassium Sorbate	Консервант	0,1
Фаза 2		
Glycerin	Зволожувач	15
Pronandiol	Зволожувач	3
κ-Carrageenan	Гелеутворюючий агент	3-5
ι-Carrageenan	Гелеутворюючий агент	0-2
Distarch Phosphate	Загусник	0-2
Фаза 3		
Sodium Hyaluronate	Активна речовина	0,5
Hydrolyzed Collagen	Активна речовина	0,3
Фаза 4		
Sorbitan Laurate	Стабілізатор, ПАР	1
Potassium Chloride 0,1 Н	Отверджувач	0,1

3.2 Визначення міцності та здатності до розтягування гідрогелевих патчів

Основною метою експериментального дослідження є визначення оптимальної рецептури гідрогелевих патчів з хорошими фізико-механічними властивостями. Для цього проведена статистична обробка даних показників міцності та здатності до розтягування гідрогелевих пластів.

Визначення фізико-механічних показників проводилось на 7 дослідних зразках з різним вмістом κ-каррагінану (κ-), ι-каррагінану (ι-) та

дикрохмальфосфату (DsPh). Вміст решти компонентів залишався незмінним. В табл. 3.2 наведені концентрації компонентів для 7 зразків для проведення статистичної обробки симплекс методом.

Таблиця 3.2

Вміст компонентів в дослідних рецептурах

Вміст, %	Зр. 1	Зр. 2	Зр. 3	Зр. 12	Зр. 13	Зр. 23	Зр. 123
Water	75	75	75	75	75	75	75
Potassium Sorbate	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Glycerin	15	15	15	15	15	15	15
Propandiol	3	3	3	3	3	3	3
κ-Carrageenan	5	3	3	4	4	3	3,67
ι-Carrageenan	0	2	0	1	0	1	0,66
Distarch Phosphate	0	0	2	0	1	1	0,66
Sodium Hyaluronate	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hydrolyzed Collagen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Sorbitan Laurate	1	1	1	1	1	1	1
Potassium Chloride 0.1 Н	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Зразки для тестування готувались за методикою описаною в п. 2.2.1 (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Гідрогелеві смужки для тестування

Показники міцності до розриву (МПа) та відносного видовження при розтягуванні (%) для семи дослідних зразків гідрогелів визначалися за допомогою універсальної розривної машини Tinius Olsen H5K-T. Загальний вигляд універсальної розривної машини Tinius Olsen H5K-T показаний на рис. 3.2.



Рисунок 3.2 Загальний вигляд універсальної машини Tinius Olsen H5K-T

Розривна машина Tinius Olsen H5K-T складається з напрямної колони, траверси, пульта управління, нижнього та верхнього захватів.

Тестування гідрогелю на розтягування на машині «H5K-T» проводиться згідно ASTM D 882-02 методу «Стандартний метод тестування на розтягуючі властивості тонких пластикових полотен». Для цього смужка гідрогелю вставлялась в проміжок між гумовими затискними щітками верхнього захвату та фіксувалась гвинтами. Відповідно фіксувалась нижня частина зразка в нижньому захваті (рис. 3.3). Перед встановленням зразка замірялась його товщина за допомогою штангенциркуля для введення параметра в програму.

					ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

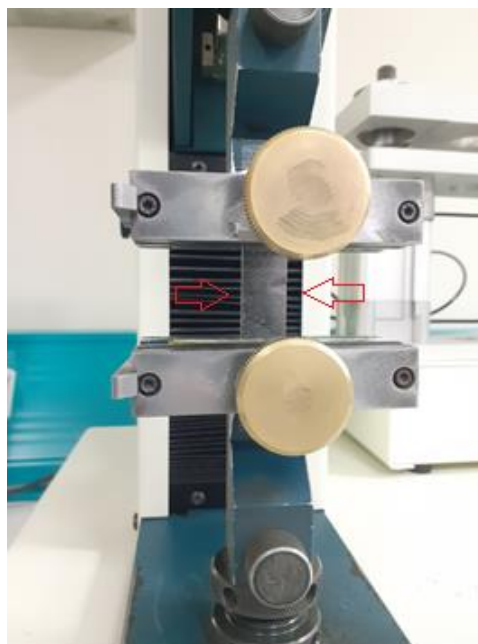


Рисунок 3.3 Зафіксована смужка гідрогелю між зажимами машини

Процес випробування зразка на розтягування відбувався за допомогою програми QMat. Після запуску програми та вибору необхідного шаблону вводилися необхідні параметри тестування: товщина зразка (приблизно 0,5-0,7 мм, ширина зразка (15 мм), відстань між зажимами (30 мм), швидкість руху траверси машини (100 мм/хв), та запускався тест. Підчас проведення випробування в вікні програми (рис. 3.4) будувався графік залежності напруги зразка (МПа) від видовження (%).

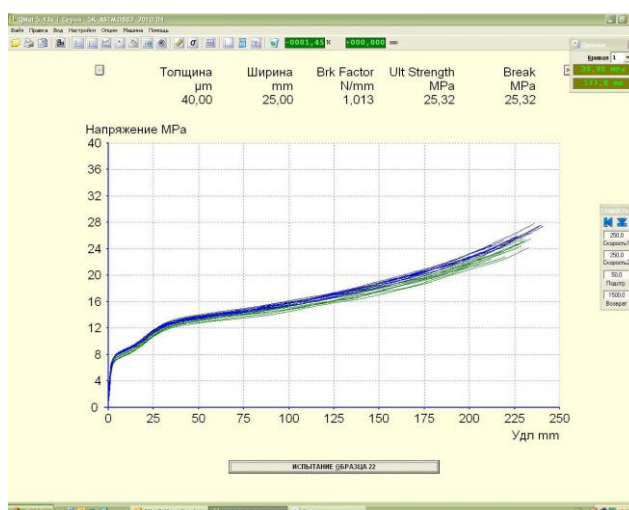


Рисунок 3.4 Загальний вигляд вікна програми QMat.

Розтягування смужки гідрогелю підчас проведення тестування показано на рис. 3.5.

					ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		51

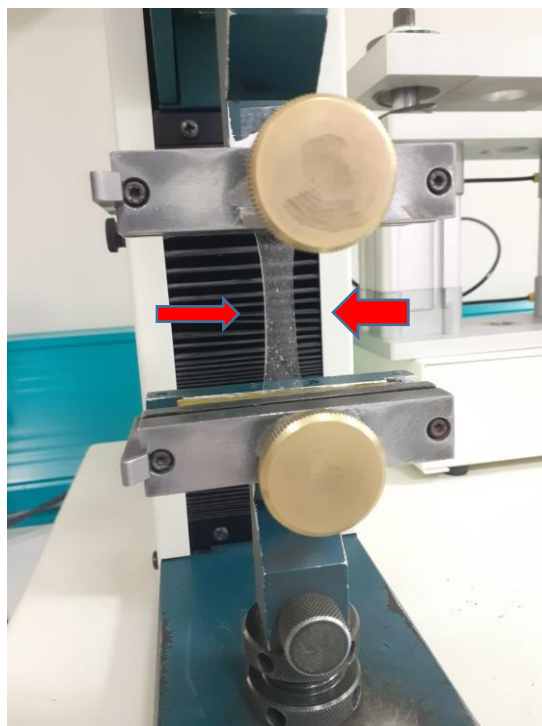


Рисунок 3.5 Розтягування смужки гідрогелю між зажимами розривної машини

Для кожного зразка проводилось по 3 випробування. Визначені показники міцності для 7 дослідних зразків надані в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Визначені показники міцності гідрогелю (МПа)

Зразок	Випроб. 1	Випроб. 2	Випроб. 3	Середнє	Похибка
1	0,37	0,42	0,41	0,4	0,026
2	0,29	0,36	0,36	0,34	0,04
3	0,25	0,26	0,29	0,27	0,021
12	0,67	0,54	0,6	0,6	0,065
13	0,42	0,43	0,37	0,41	0,032
23	0,45	0,42	0,47	0,45	0,025
123	0,8	0,74	0,79	0,78	0,032

Визначимо стандартне відхилення значень міцності гідрогелю для виконаного досліді згідно формули 3.1:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^N (X_i - \bar{X})^2}{N}} \quad (3.1)$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{(0,37-0,4)^2 + (0,42-0,4)^2 + (0,41-0,4)^2}{3}} = 0,026$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{(0,29-0,34)^2 + (0,36-0,34)^2 + (0,36-0,34)^2}{3}} = 0,04$$

$$\sigma_3 = \sqrt{\frac{(0,25-0,27)^2 + (0,26-0,27)^2 + (0,29-0,27)^2}{3}} = 0,021$$

$$\sigma_{12} = \sqrt{\frac{(0,67-0,6)^2 + (0,54-0,6)^2 + (0,6-0,6)^2}{3}} = 0,065$$

$$\sigma_{13} = \sqrt{\frac{(0,42-0,41)^2 + (0,43-0,41)^2 + (0,37-0,41)^2}{3}} = 0,032$$

$$\sigma_{23} = \sqrt{\frac{(0,45-0,45)^2 + (0,42-0,45)^2 + (0,47-0,45)^2}{3}} = 0,025$$

$$\sigma_{123} = \sqrt{\frac{(0,8-0,78)^2 + (0,74-0,78)^2 + (0,79-0,78)^2}{3}} = 0,032$$

Визначені показники видовження до розриву для 7 дослідних зразків гідрогелів надані в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Визначені показники видовження до розриву гідрогелю (%)

Зразок	Випроб. 1	Випроб. 2	Випроб. 3	Середнє	Похибка
1	52	50	49	50,3	1,5
2	56	52	53	53,7	2,1
3	62	60	58	60	2
12	71	78	72	73,7	3,8
13	90	88	85	87,7	2,5
23	66	64	68	66	2
123	91	90	86	89	2,6

Визначимо стандартне відхилення значень видовження до розриву для виконаного досліді згідно формули 3.1:

					ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{(52-50,3)^2 + (50-50,3)^2 + (49-50,3)^2}{3}} = 1,5$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{(56-53,7)^2 + (56-53,7)^2 + (53-53,7)^2}{3}} = 2,1$$

$$\sigma_3 = \sqrt{\frac{(62-60)^2 + (60-60)^2 + (58-60)^2}{3}} = 2$$

$$\sigma_{12} = \sqrt{\frac{(71-73,7)^2 + (78-73,7)^2 + (72-73,7)^2}{3}} = 3,8$$

$$\sigma_{13} = \sqrt{\frac{(90-87,7)^2 + (88-87,7)^2 + (85-87,7)^2}{3}} = 2,5$$

$$\sigma_{23} = \sqrt{\frac{(66-66)^2 + (64-66)^2 + (68-66)^2}{3}} = 2$$

$$\sigma_{123} = \sqrt{\frac{(91-89)^2 + (90-89)^2 + (86-89)^2}{3}} = 2,6$$

Зведені результати міцності та відсоток розтягнення гідрогелів для 7 дослідних зразків подані в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Показники міцності та здатності до розтягування гідрогелів

Зразок	Міцність (МПа)	Розтягнення (%)
Зразок 1	0,4±0,026	50±1,5
Зразок 2	0,34±0,04	54±2,1
Зразок 3	0,27±0,021	60±2
Зразок 12	0,6±0,065	74±3,8
Зразок 13	0,41±0,032	88±2,5
Зразок 23	0,45±0,025	66±2
Зразок 123	0,78±0,032	89±2,6

На рисунку 3.6 представлені графіки розтягування гідрогелевих зразків.

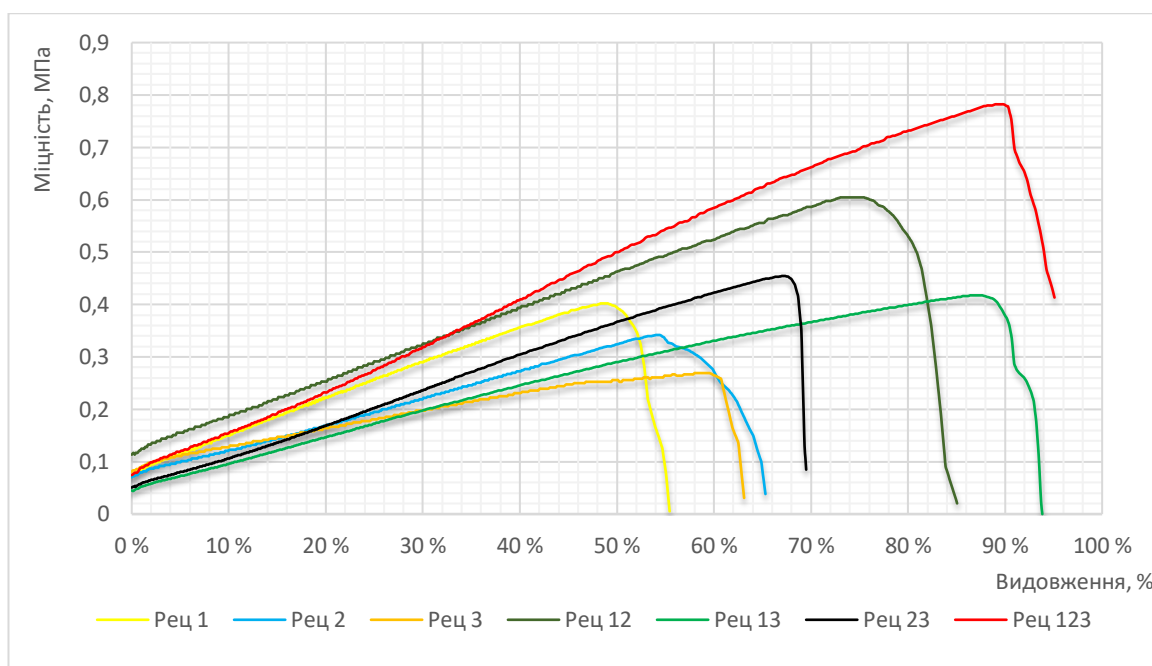


Рисунок 3.6 Графіки розтягування до розриву гідрогелів

3.3 Розроблення математичної моделі

Статистична обробка експериментальних даних здійснювалась за допомогою стандартного інженерного пакету „STATISTICA”. Даний пакет програм дає можливість побудувати графічну залежність та отримати рівняння регресії. В даному дослідженні було застосовано потрійний симплекс, в якому факторами X_i ($i = 1...3$) були хімічні склади з різним вмістом к-каррагінану, і-каррагінану та дикрорхмальфосфату. Область факторного простору, в якій проводився експеримент, наведена на рисунку 3.7

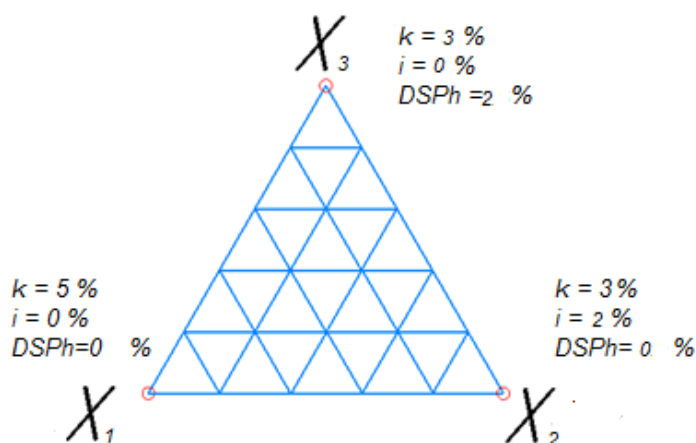


Рисунок 3.7 - Область досліджуваного факторного простору

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

З урахуванням можливої нелінійності аналітичної залежності „склад – властивість” для побудови симплексної решітки було обрано спеціальну кубічну модель (неповного 3-го порядку). Розташування експериментальних точок на симплексі наведено на рисунку 3.8.

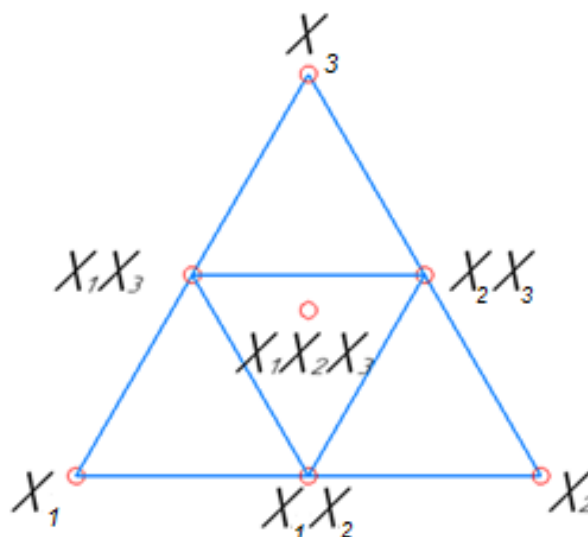


Рисунок 3.8 Симплексна решітка для отримання математичної моделі неповного 3-го порядку

Матриця планування експерименту з факторами у кодованому вигляді представлена на рисунку 3.9. У колонці Пер5 вказано значення міцності або видовження отримане з експериментальних досліджень.

1 Пер1	2 Пер2	3 Пер3	4 Пер4	5 Пер5	1 Пер1	2 Пер2	3 Пер3	4 Пер4	5 Пер5
1	1	0	0	50	1	1	0	0	0,4
2	0	1	0	54	2	0	1	0	0,34
3	0	0	1	60	3	0	0	1	0,27
12	0,5	0,5	0	74	12	0,5	0,5	0	0,6
13	0,5	0	0,5	88	13	0,5	0	0,5	0,41
23	0	0,5	0,5	67	23	0	0,5	0,5	0,45
123	0,33	0,33	0,33	89	123	0,33	0,33	0,33	0,78

Рисунок 3.9 Матриця планування експерименту

План-матриця з факторами у натуральному масштабі наведена у табл. 3.6.

План матриця факторів у натуральному масштабі

№ експериментальної точки	Вміст компонентів, мас%			Міцність до розриву, МПа	Відносне видовження, %
	к	і	DSPH		
1	5	0	0	0,4	50
2	3	2	0	0,34	54
3	3	0	2	0,27	60
12	4	1	0	0,6	74
13	4	0	1	0,41	88
23	3	1	1	0,45	67
123	3,67	0,67	0,67	0,78	89

В програмі „STATISTICA” побудований тернарний графік згідно отриманих експериментальних даних. Діаграма розподілу міцності гідрогелю в залежності від вмісту к-, і- каррагінанів та дикрорхмальфосфату наведена на рисунку 3.10. Діаграма розподілу відносного видовження до розриву наведена на рисунку 3.11.

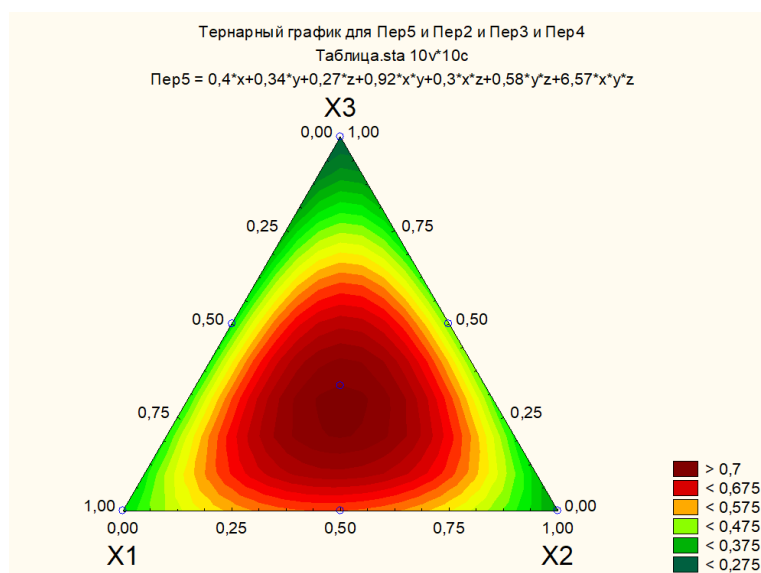


Рисунок 3.10 Діаграма розподілу міцності гідрогелю

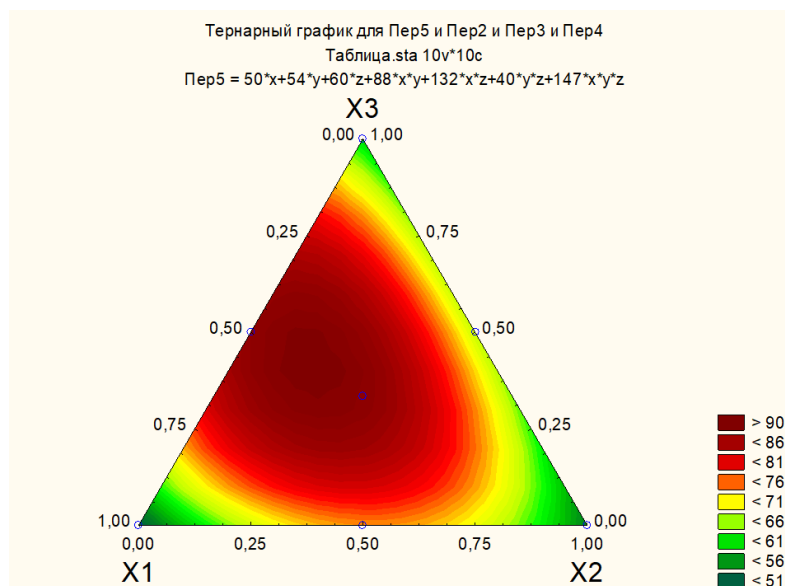


Рисунок 3.11 Діаграма розподілу видовження гідрогелю

Згідно проведеного математичного моделювання можна зробити висновок що наявність в рецептурі ι-каррагінану збільшує міцність гідрогелю. Проте висока концентрація ι-каррагінану негативно впливає на міцність. Збільшення концентрації дикрохмальфосфату дещо зменшує міцність гідрогелю, проте збільшує його здатність до видовження. Отже для отримання оптимальної рецептури гідрогелю пропонується використати в рецептурі κ-каррагінан в концентрацій 3,5 %, ι-каррагінан 1% та дикрохмальфосфат - 0,5 %.

Отримані результати можна використовувати при розробці технології виробництва гідрогелевих патчів.

Отже згідно отриманих результатів дослідження сформуємо оптимальну рецептуру гідрогелевих патчів з хорошими фізико-механічними властивостями (табл. 3.7)

Оптимальна рецептура гідрогелевих патчів з природних полімерів

Інгредієнт	Властивості	% w/w
Фаза 1		
Water	-	75
Potassium Sorbate	Консервант	0,1
Фаза 2		
Glycerin	Зволожувач	15
Pronandiol	Зволожувач	3
κ-Carrageenan	Гелеутворюючий агент	3,5
ι-Carrageenan	Гелеутворюючий агент	1
Distarch Phosphate	Загусник	0,5
Фаза 3		
Sodium Hyaluronate	Активна речовина	0,5
Hydrolyzed Collagen	Активна речовина	0,3
Фаза 4		
Sorbitan Laurate	Стабілізатор, ПАР	1
Potassium Chloride 0,1 Н	Отверджувач	0,1

3.4 Визначення ступеня набухання отриманого гідрогелю

Для перевірки властивостей отриманого гідрогелю та здатності утворювати водневі зв'язки з водою визначений ступінь набухання, згідно методики п.2.2.2. Для цього висушений шматочок гідрогелю опускали в дистильовану воду та вимірювали його вагу через визначені проміжки часу. Початкова вага шматочка гідрогелю склала 0,89 г. Вага гідрогелю в залежності від часу набухання вказана в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Вага гідрогелю в залежності від часу набухання

Час, год.	0	0,5	1	2	3	4	5	6	12	24	48	60	168
Вага, г	0,89	2,55	3,32	3,73	4,09	4,2	4,25	4,31	4,47	4,53	4,65	4,73	5,03
α , %	0	187	273	319	360	372	378	384	402	409	422	431	465

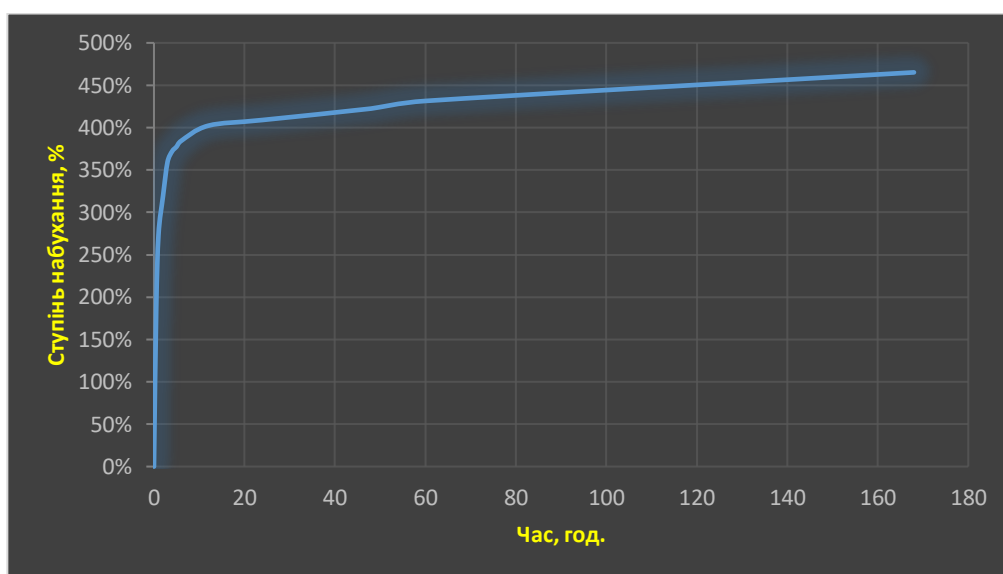


Рисунок 3.12 Ступінь набухання гідрогелю в дистильованій воді.

Ступінь набухання гідрогелю в дистильованій воді після замочування склав 465 % (рис. 3.12), що свідчить про надзвичайну високу водоутримуючу здатність отриманого гідрогелю. Вага зразка збільшилась в 2,7 рази тільки за перші 2 год. замочування, що вказує на швидке утворення водневих зв'язків, які дозволяють структурі набухати.

РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розроблення принципової схеми виробництва гідрогелевих патчів

Технологія виробництва гідрогелевих патчів складається з двох частин: приготування гідрогелевої маси, та безпосередньо формування патчів. Приготування гідрогелевої основи подібно до технологій виробництва інших гелевих косметичних засобів, і складається з підготовки сировини, зважуванні компонентів рецептури, приготуванню загущувальної основи, змішуванню компонентів та приготуванні гідрогелю в реакторі змішувачі.

Формуванні патчів відбувається на спеціальних лініях, і складаються з формуванні тонкого шару гідрогелю, охолодженні та застиганні основи, формуванні штабелю шарів гідрогелю, вирізанні та пакуванні патчів.

Принципова технологічна схема виробництва гідрогелевих патчів зображена на рис. 4.1.

1. Підготовка сировини.

Метою стадії є підготовка сировини для приготування гідрогелевих патчів. З мірників-дозаторів відміряються необхідні кількості компонентів відповідно до рецептури.

2. Замішування гелевої основи.

Метою стадії є утворення суспензії необхідних гелеутворювачів в розчині гліцерину та пропандіолу. В змішувач завантажуються гліцерин, пропандіол та гелеутворювачі та розмішуються при кімнатній температурі при швидкості обертання мішалки 45 об/хв. до утворення однорідної маси.

3. Нагрівання

Метою даної стадії є підготовка реактора до роботи: відбувається наповнення його водою, нагрівання до температури 90 °С, та розчинення консерванту.

					ННІХТ.ЗХТ-2-1М.023.161.061.КР. ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА				
Розраб		Лебедєв М.К.							
Пров		Сабадаш Н.І.							
Н. Контр.		Подобій О.В.			НУХТ. каф. ТЖХТ				
Затв.		Носенко Т. Т.							

Літера			А			Аркушів					
						61			107		

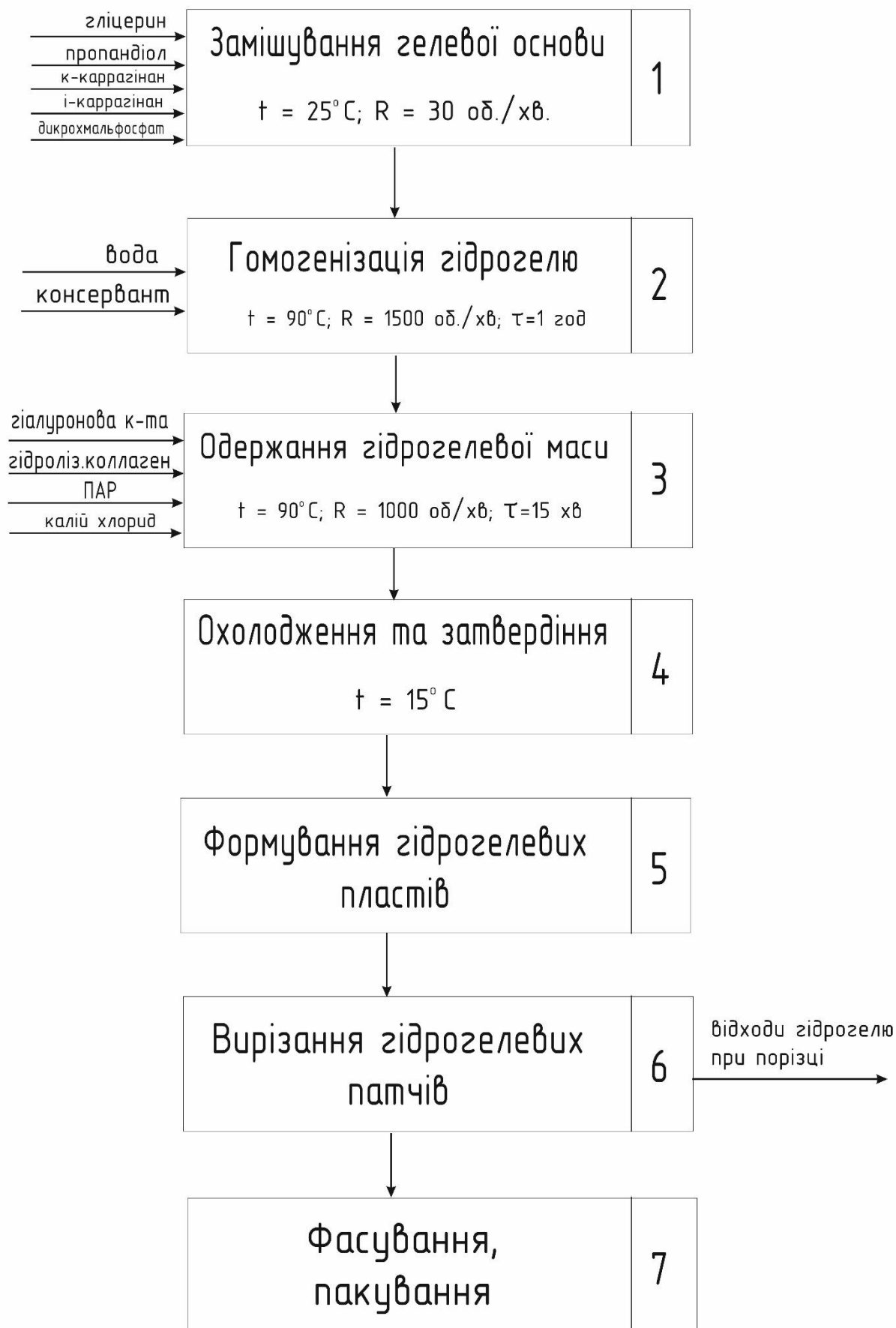


Рисунок 4.1 Принципова технологічна схема виробництва гідрогелевих патчів.

4. Гомогенізація гідрогелю.

Метою стадії є перенесення гелевої основи в реактор та поступова гомогенізація гідрогелю. Гелева основа за допомогою насоса надходить в розігрітий реактор, де розміщується при швидкості обертання гомогенізатора 1500 об/хв. протягом однієї години

5. Одержання гідрогелевої маси.

Метою стадії є отримання гомогенізованої гідрогелевої маси, введення активних компонентів, ПАР та калій хлориду. В реактор вводяться гіалуронова кислота, колаген, ПАР, калій хлорид та розміщується ще 15 хвилин при швидкості обертання мішалки 1000 об/хв.

6. Охолодження та затвердіння

Метою стадії є перенесення гарячої гідрогелевої маси на формувальну машину, формування тонкого шару гідрогелю та його затвердіння в охолоджуючій камері. За допомогою насоса гаряча гідрогелева маса виливається на конвеєр формувальної машини, де формується тонкий шар гідрогелю, який поступає в охолоджуючу камеру, де за допомогою обдуву холодним повітрям відбувається затвердіння гідрогелю.

7. Формування гідрогелевих пластів.

Метою стадії є формування штабелю тонких гідрогелевих шарів для подальшого вирізання патчів. На виході з охолоджуючої камери шари гідрогелю складаються в штабель в декілька шарів.

8. Вирізання гідрогелевих патчів.

Метою стадії є формування в ріжучій камері готових гідрогелевих патчів та складування їх в баночки. Штабель шарів гідрогелю поступають в ріжучу камеру, де за допомогою матриці ножів відбувається вирізання патчів потрібної форми і складування їх в баночки.

9. Фасування та пакування.

Метою стадії є закривання баночок з патчами кришками та подальше фасування баночок в картонні коробки.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4.2 Розрахунок матеріального балансу виробництва гідрогелевих патчів.

Матеріальним балансом називається розрахункова кількість сировини й допоміжних матеріалів, що надходять на підприємство, та готової продукції, що відвантажується споживачеві, з урахуванням хімічних перетворень і механічних втрат на всіх стадіях технологічного процесу.

Результати матеріального балансу служать вихідними даними для вибору основного й допоміжного технологічного устаткування, розрахунку необхідних складських площ для прийому сировинних і допоміжних матеріалів, готових виробів і тари, визначення ємності проміжних і відвантажувальних бункерів та ін.

Норми витрат сировини на 100 кг гідрогелевої маси наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Норми витрат сировини на 100 кг гідрогелевої маси

Інгредієнт	Вміст компоненту %	Норма на 100 кг.
Potassium Sorbate	0,1	0,1
Glycerin	15	15
Pronandiol	3	3
κ-Carrageenan	3,5	3,5
ι-Carrageenan	1	1
Distarch Phosphate	0,5	0,5
Sodium Hyaluronate	0,5	0,5
Hydrolyzed Collagen	0,3	0,3
Sorbitane Laurate	1	1
Potassium Chloride	0,1	0,1
Вода	75	75
Всього	100	100

При формуванні та вирізанні патчів кількість відходів складає приблизно 10%. Тобто для отримання 100 кг патчів потрібно 111,1 кг гідрогелевої маси. При отриманні гідрогелевої маси кількість втрат складають 3%, та при замішуванні гелевої основи – 1%. Тобто для отримання 111,1 кг гідрогелевої маси потрібно виробити 114,5 кг теоретичного продукту.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахуємо кількість кожного компоненту для отримання 100 кг готової продукції.

Матеріальний баланс стадії замішування гелевої основи поданий в таблиці 4.2

Таблиця 4.2

Матеріальний баланс стадії замішування гелевої основи

Стаття приходу		Стаття витрат	
Інгредієнт	Кількість, кг	Продукт	Кількість, кг
Glycerin	17,18	Гелева основа	26,08
Pronandiol	3,436	Втрати при отриманні гелевої основи	0,263
k-Carrageenan	4,009		
i-Carrageenan	1,145		
Distarch Phosphate	0,573		
Всього	26,343	Всього	26,343

Матеріальний баланс стадії отримання гідрогелевої маси поданий в таблиці 4.3

Таблиця 4.3

Матеріальний баланс стадії отримання гідрогелевої маси

Стаття приходу		Стаття витрат	
Інгредієнт	Кількість, кг	Продукт	Кількість, кг
Вода	85,91	Гідрогелева маса	110,854
Гелева основа	26,08	Втрати при отриманні гідрогелевої маси	3,428
Pottasium Sorbate	0,115		
Sodium Hyaluronate	0,573		
Hydrolyzed Collagen	0,344		
Sorbitane Laurate	1,145		
Pottasium Chloride	0,115		
Всього	114,282	Всього	114,282

Матеріальний баланс стадії вирізання гідрогелевих патчів поданий в таблиці 4.4

Таблиця 4.4

Матеріальний баланс стадії вирізання гідрогелевих патчів

Стаття приходу		Стаття витрат	
Інгредієнт	Кількість, кг	Продукт	Кількість, кг
Гідрогелева маса	110,854	Гідрогелеві патчі	99,769
		Відходи при вирізанні патчів	11,085
Всього	110,854	Всього	110,854

Зведемо в табл. 4.5 кількості всіх компонентів, які необхідно взяти для отримання 100 кг готового продукту зі врахуванням втрат та відходів:

Таблиця 4.5

Матеріальний баланс виробництва гідрогелевих патчів

Стаття приходу		Стаття витрат	
Інгредієнт	Кількість на 100 кг продукту, кг	Продукт	Кількість, кг
Potassium Sorbate	0,115	Готовий продукт (гідрогелеві патчі)	99,769
Glycerin	17,18	Відходи при вирізанні патчів	11,085
Pronandiol	3,436	Втрати при отриманні гідрогелевої маси	3,428
κ-Carrageenan	4,009	Втрати при замішуванні гелевої основи	0,263
ι-Carrageenan	1,145		
Distarch Phosphate	0,573		
Sodium Hyaluronate	0,573		
H. Collagen	0,344		
Sorbitane Laurate	1,145		
Potassium Chloride	0,115		
Вода	85,91		
Всього	114,545		114,545

4.3 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

Для створення рідкого гідрогелю згідно рецептури обираємо реактор-змішувач. Для нашої виробничої потужності доцільно взяти невеликий реактор, наприклад КОМАГ-150. Це реактор українського виробництва місткістю 150 л. Реактор зображений на рисунку 4.2.



Рисунок 4.2 – Реактор-змішувач КОМАГ-150

Призначення реактора: приготування кремів, мазей, гелів і емульсій.

Конструкція реактора відповідає вимогам GMP EU.

Реактор являє собою автономну технологічну установку стаціонарного типу, що складається з наступних основних частин і вузлів: корпусу, кришки, тихохідної якірної мішалки з плаваючими шкребками з тефлону, донного гомогенізатора, актуатора для відкидання кришки, пульта управління .

Корпус являє собою вертикальний циліндричний посудину з приварним днищем, з теплообмінної і термоізоляційної сорочками, встановлений на чотири регульовані опори, які закріплені на візку. Корпус розрахований на роботу під тиском, бар. – від 0,7 до + 0,7

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Дно корпусу еліптичного типу в якому до якого приєднаний гомогенізатор, кульовий вентиль нижнього спуску Dn32, термогільза з датчиком температури (ТСП).

Теплообмінна сорочка гладка приварна, оснащена тенами для нагрівання продукту і обладнана штуцерами DN20, подачі і зливу теплоносія, розташованими в нижній і верхній частині т/о сорочки.

Термоізоляційна сорочка герметична приварна. Матеріал теплоізоляції мінеральна вата типу «Ізовер».

Кришка реактора, відкидного типу, яка, для огляду, очищення і миття внутрішніх поверхонь може відкриватися/закриватися (спільно з мішалкою) за допомогою механізму підйому, що складається з актуатора лінійного типу і важеля з шарнірами. У закритому положенні кришка додатково фіксується відкидними болтами. Для автоматичної зупинки у положеннях «ОБ» і ЗАКР механізм відкриття кришки оснащений датчиками кінцевих положень.

Ущільнення пари «кришка корпус» з силоксановою гуми медичного призначення (силікону) встановлено в спеціальному пазу кришки. Кришка оснащена оглядовим вікном Dn80 зі склоочисником, ліхтарем підсвічування встановленим в окремому вікні, люком технологічним Dn100, завантажувальною лійкою, і технологічними штуцерами.

На кришці встановлено:

– тихохідна якірна мішалка скреперного типу (оснащена плаваючими шкребками з тефлону, які, при обертанні мішалки, притискаються до внутрішніх поверхонь корпусу) при обертанні відсуває підігріті продукти від стінок корпусу (через які відбувається теплообмін), що гарантує якісний теплообмін в продукті і очищення стінок реактора. Якір мішалки знімний. Вал мішалки оснащений роз'ємною напівмуфтою для передачі обертового моменту від привода мішалки на її вал. Оснащення муфтою істотно спрощує механізм відкриття кришки і легкий демонтаж мішалки в разі необхідності.

штуцер DN25 завантаження продукту з клапаном батерфляй;

– колектор СІП мийки з миючими головками;

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- запобіжний клапан DN 25 (тиск спрацювання 0,7 бару).
- штуцер DN10 подачі вакууму і стисненого повітря;
- мановакууметр.

Привід якірної мішалки, закріплений на фланці корпусу торцевого ущільнення і закритий захисним кожухом. Оберти мішалки плавно регульовані від 30 до 60 об/хв.

Вал якірної мішалки ущільнений подвійним торцевим ущільненням з незалежною системою змащення й охолодження.

Гомогенізатор роторного типу кріпиться до фланця дна ємності. Зазор між ротором і статором задано конструктивно при виготовленні і в процесі експлуатації не змінюється. Призначення гомогенізатора – забезпечити високу дисперсність композиції рідина-рідина, що є гарантією стабільності емульсій і суспензій.

Привід гомогенізатора, складається з електродвигуна, крутний момент від якої передається безпосередньо на вал ротора через кліноременну передачу. Вал ротора гомогенізатора ущільнений 1-им торцевим ущільненням.

Швидкість обертання гомогенізатора плавно регулюється на панелі пульта управління (ПУ) в межах від 1000 до 3000 об/хв [36].

Основні технічні характеристики реактору наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Технічні характеристики реактору KOMAG-150

Характеристика	Значення
1	2
рабочий об'єм, л	150
тиск в корпусі, бар	від 0,7 до + 0,7
Температура, в корпусі °С	від 20 до 95
тиск в сорочці, бар	до 3,0
Температура, в сорочці °С	до 98
сорочки корпусу	теплообмінна і теплоізолююча

1	2
Оснащення кришки:	
оглядове вікно	Dn80 зі склоочисником
люк технологічний	Dn100
мановакуумметри	штуцер Dn 20
колектор	2-х СІП-головок спреїболов
клапан	запобіжний
подача вакууму	штуцер Dn15 с краном – воздушка
технологічний штуцер	Dn 20 – 2 шт
Оснащення днища:	
гомогенізатор донний	у центрі днища
кульовий вентиль нижнього спуску	Dn50 з ручним приводом
датчик температури	ТСВ
Встановлена електрична потужність, кВт	10,3
в т. ч. приводу якірної мішалки	1,1
приводу гомогенізатора	4,0
ТЕН	5,0
пульт управління	0,2
Габаритні розміри, мм реактора. Довжина:	1740
ширина	1730
висота	2080
Маса, кг	250

Для замішування гелевої основи можливо використати змішувач SMG-50 з нагріванням та мішалкою для рідких та густих продуктів (рис. 4.3). Змішувачі призначені для автоматичного перемішування рідких, в'язких та пастоподібних харчових, кондитерських, фармацевтичних, хімічних та косметичних продуктів.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		70

Обладнання також застосовується для виготовлення різних суспензій, емульсій, розчинів.

Перемішуючий пристрій в змішувачі - мішалка, що знімається, зі скребками з імпортом мотор-редуктором. Крім основної мішалки змішувач може оснащуватися швидкохідною турбінкою для якіснішого перемішування продукту, розбивання грудок. Завантаження продукту здійснюється через люк у кришці робочої ємності, розвантаження через вентиль у конусному дні. Як теплоносії у сорочці може бути: вода; гліцерин; олія термічна; пар.



Рисунок 4.3 - Змішувач SMG-50 для рідких та густих продуктів

Змішувач - ємність із харчової нержавіючої сталі з теплоізолюваною сорочкою та конусним дном. У нижній частині ємності встановлені ТЕНи для підігріву теплоносія у сорочці. За бажанням змішувач комплектується насосом із трубопроводом для перекачування продукту на повторне змішування або для подачі на наступну технологічну операцію. Крім цього, змішувач може оснащуватися частотним регулятором регулювання частоти обертання мішалки або турбіни. Устаткування може бути виготовлене з функцією перекидання. Змішувач укомплектований пультом управління, на якому задаються часові та температурні параметри змішування [37]. Основні технічні характеристики приладу наведені в табл. 4.4.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Технічні характеристики змішувача SMG-50

Характеристика	Значення
Загальний об'єм ємності, дм. куб.	50
Швидкість обертання мішалки, об/хв	24-30
Мішалка рамна, знімна зі скребками	+
Потужність приводу мішалки, кВт	0,37
Наявність сорочки нагріву	+
Потужність ТЕНів сорочки, кВт	6
Температура у робочій ємності, град. Цельсія	90°
Габаритні розміри, м (ДхШХВ)	0,65 × 0,65 × 1,1

Для перенесення компонентів в змішувач, гелевої основи в реактор та гідрогелевої маси на формувальну машину обираємо імпелерні насоси Інохра RF 02/20 продуктивністю 1,4м³/год (рис.4.4).



Рисунок 4.4 Імпелерний насос Інохра RF 02/20

Імпелерний насос обладнаний імпеллером – крильчаткою з гнучкими лопатями (ламелями), яка забезпечує ефект самоусмоктування. Крутний момент приводу насоса передається на робоче колесо, яке безпосередньо переганяє рідину, в'язкість якої допустима до 6000 сСт. Перекачує вміст надходить в корпус насоса і рухається до випускного отвору. В наслідок обертання імпелера, підтримується постійний обсяг між лопатями, що дозволяє при необхідності

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

пропускати досить великі частки продукту. Одержуваний внаслідок перекачування безперервний потік рідини має однорідну масу. Поєднання в одній моделі таких технічних характеристик як показники динамічного і об'ємного насосів дає можливість перекачувати досить в'язкі рідини, на що здатні тільки об'ємні насоси.

Завдяки створенню розрідження в робочій камері, виштовхуючи повітря з напірного патрубку і засмоктуючи у всмоктуючий, імпульсний насоси здатні протягом декількох секунд без заповнення проточної частини підняти продукт, що перекачується, з глибини до 6 метрів. Після зупинки насоса рідина у всмоктувальному патрубку не стікатиме вниз, а утримуватиметься. Конструкція імпульсного насоса дозволяє перекачувати суміші з вмістом твердих добавок діаметром до 2,5 см і в'язкістю до 6000 ст. Можливість регулювання спеціальним перетворювачем частоти обертання дозволяє підібрати делікатний режим перекачування рідини без пошкоджень для насоса. Для ідеального дозування маси, що переганяється, потрібен рівномірний потік переміщення продукту. Обороти крильчатки забезпечує постійну подачу, яка може змінюватись в залежності в'язкості та тиску, але завжди фіксована і незмінна. Можливість налаштування дозволяє отримати необхідну продуктивність та застосовувати насос цього типу як дозатор [39].

Технічні характеристики насоса наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Технічні характеристики насоса Inoxra RF 02/20

Характеристика	Значення
1	2
Виробник	Inoxra
Країна виробник	Іспанія
Максимальний напір	30 м
Пропускна здатність	1,4 м ³ /год.
Напруга мережі	300-400 В

1	2
Потужність	0,75 кВт
Максимальний робочий тиск	3 бар
Максимальна температура робочої рідини	90 °С
Матеріал	Нержавіюча сталь
Матеріал робочого колеса	Неопрен
Вага	14,5 кг
Розміри	350×155×176 мм

Для формування безпосередньо гідрогелевих патчів обираємо автоматичну лінію для формування патчів компанії LIEMN (рис. 4.5). Машина дозволяє отримувати тонкі шари гідрогелю, з яких потім автоматично вирізаються патчі. Машина складається з таких частин: конвеєра, охолоджуючої камери, формувальної матриці та ріжучої камери. Одна операція може завершити автоматичне формування 12 баночок патчів (рис. 4.7). Машина формує тонкий шар гідрогелю, охолоджує його і він швидко застигає. На виході матеріал складається шарами в штабель, формуючи при цьому основу для вирізання патчів (рис. 4.6). Багатошаровий штабель гідрогелю автоматично відправляється в прес-форму ріжучої камери, вирізається і завантажується в коробку для очних патчів. Обладнання дозволяє налаштовувати товщину плівки стабільну по всій ширині і довжині полотна, що формується. Матриця формувального оснащення виготовлена з нержавіючої сталі, щоб уникнути вторинного забруднення під час формування гідрогелевої плівки. Управління операційною системою обладнання здійснюється за допомогою людино-машинного інтерфейсу з сенсорним екраном, включаючи контроль товщини та зміну швидкості.



Рисунок 4.5 Формувальна машина LIENM



Рисунок 4.6 Формування шарів гідрогелю



Рисунок 4.7 Готовий продукт

Параметри машини:

1. Обробна кількість діафрагми: 4-60 шт./баночку (регулюється)
2. Ємність: 600-720 банок на годину (30 пар на банку)
3. Живлення: однофазне 220VAC, 50Hz
4. Конфігураційна потужність: 6,5 кВт
5. Джерело повітря: 6-8 кгс/см²
6. Витрата повітря: 20 л/хв
7. Вага обладнання: 1200 кг
8. Загальний розмір: 5000x880x1600 (довжина x ширина x висота)
9. Вид пакування: баночки

4.4 Розрахунок площ виробничих приміщень

Планування розстановки обладнання виконують на основі компоновочного плану. Так само, як і для компонування, при розробці планування викреслюють у відповідному масштабі план корпусу цеху або відділення з зображенням будівельних елементів. На цьому плані розміщують площі всіх ділянок і служб цеху, вказують магістральні проїзди, виробляють розстановку обладнання і робочих місць, користуючись умовними зображеннями обладнання та інших елементів, виконаних в тому ж масштабі.

Розстановка обладнання в цехах повинна проводитися не тільки з урахуванням технологічного процесу, зручності монтажу, ремонту, але і з урахуванням вимог забезпечення здорових умов праці.

Технологічне обладнання повинно бути розміщене таким чином, щоб в цехові залишились необхідні по довжині і ширині проходи, а також простір для його обслуговування. Ширина основних проходів в цехові повинна бути не менше як 2,5 – 3,0 м; відстань між виступаючими частинами обладнання 0.8 – 1,0 м, а в місцях, де не передбачено рух робітників – 0,5 м; при фронтальному розташуванні машин і апаратів один до одного відстань між ними повинна бути не менше 1,5 м.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Великогабаритне обладнання, як правило, встановлюють в глибині цеха або перпендикулярно до осі вікон, з тим, щоб забезпечити максимальне освітлення робочих місць. Автомати для фасування бажано розташовувати паралельно до вікон для кращого освітлення робочих місць.

Площу цеху з урахуванням сумарної площі технологічного обладнання і коефіцієнта запасу площі визначають так. Уточнюють технологічне обладнання, яке необхідно розмістити у вказаному цеху. Із підбору обладнання знаходять сумарну площу обладнання в м² та визначають коефіцієнт запасу площі на майданчики для обслуговування, проходи та інше. Значення коефіцієнта К залежить від габаритів технологічного обладнання (чим більші розміри машин і апаратів, тим менше величина коефіцієнту запасу площі), від характеру роботи цеху (якщо в цеху передбачено фасування готового продукту, підготовка тари та інше, то К збільшується). Значення К збільшується у тому випадку, якщо в цеху передбачають транспортування тари і фасованого продукту за допомогою електрокари. Множенням площі технологічного обладнання на значення К знаходять розрахункову площу виробничого цеху:

$$S_{ц} = K \times S_{об},$$

де К – коефіцієнт запасу площі;

$S_{об}$ – сумарна площа, що зайнята технологічним обладнанням, м²

Розрахуємо площу технологічного обладнання в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Розрахунок площі технологічного обладнання

Поз.	Найменування обладнання	Кіль-ть	Габаритні розміри, мм	Площа 1-ці обладнання, м ²	Площа обладнання, м ²
1, 3, 1	Мірники для компонентів	3	d =500 h =1200	0,196	0,588
5	Змішувач гелевої основи	1	d =650 h =1100	0,332	0,332
9	Реактор	1	d =1730 h =2080	2,35	2,35
2,4,6,8,10	Насос	5	350x155x176	0,055	0,275
11,12,13,14, 15	Формувальна машина	1	5000x880x1600	4,4	4,4
	Всього				7,95

Загальна площа, яку займає технологічне обладнання для виробництва гідрогелевих патчів становить 7,95 м². Для визначення площі цеху приймаємо коефіцієнт запасу площі, який враховує площу на допоміжні та побутові приміщення становить 3-9. Коефіцієнт запасу приймаємо $k = 9$; отже, площа цеху для виробництва гідрогелевих патчів:

$$S_{ц} = k \times S_{об} = 9 \times 7,95 = 71,55 \text{ м}^2$$

Для визначення кількості будівельних квадратів приймемо сітку колон $6 \times 6 \text{ м}^2$ для одного квадрату, отже: $71,55/36 = 2$ будівельних квадратів.

Площа побутових приміщень становить 20-40% від загальної площі цеху, приймаємо 40 %: $71,55 \times 0,40 = 28,62 \text{ м}^2$. Площа побутових приміщень буде становити: $28,62/36 = 0,79 = 1$ будівельний квадрат.

З проведених розрахунків загальна площа відділення з виробництва гідрогелевих патчів в будівельних квадратах буде становити: $2 + 1 = 3$ будівельних квадратів.

Технічний проект технологічного відділення з компоновкою обладнання виробництва гідрогелевих патчів представлений на рис. 4.8.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

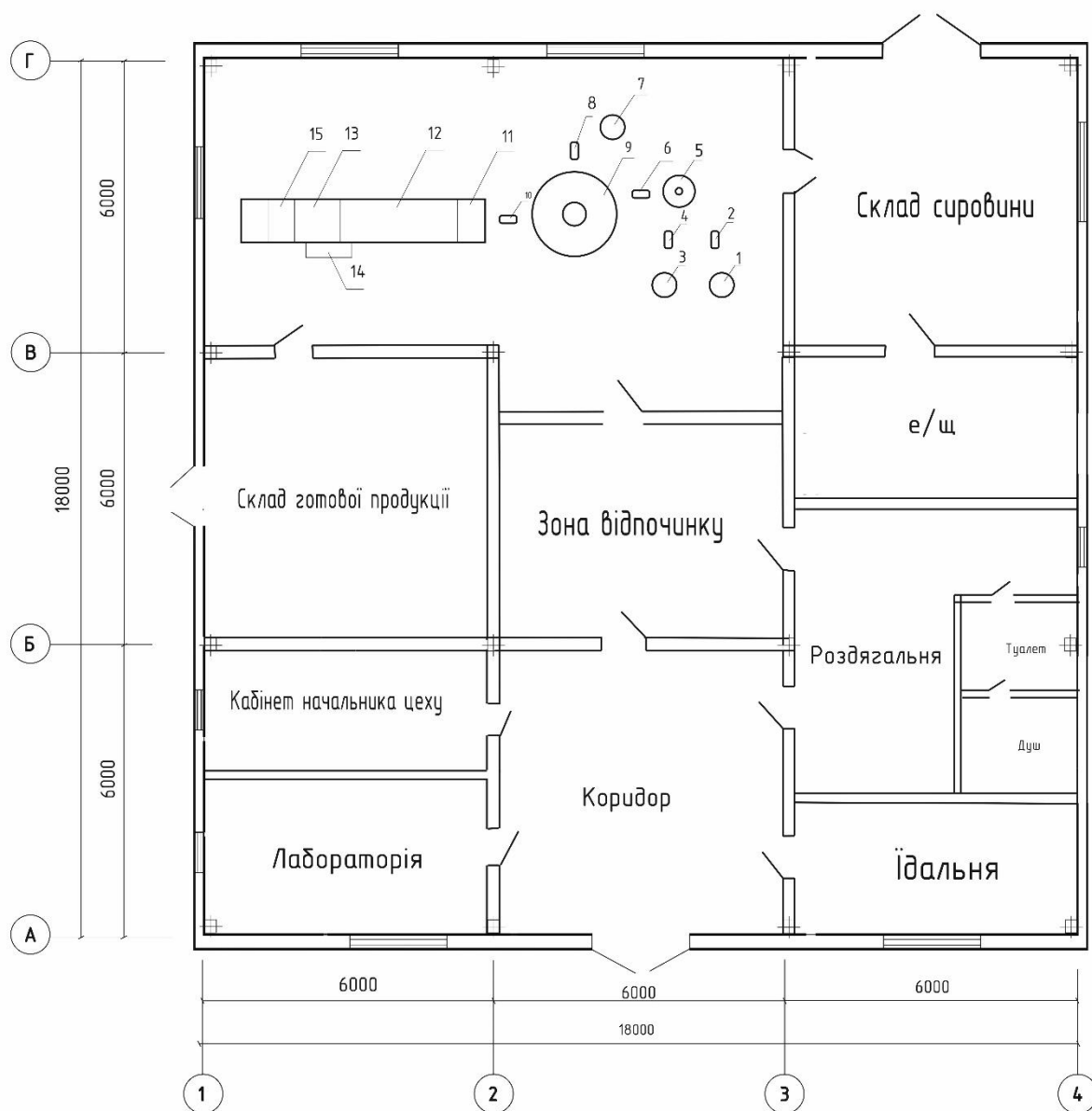


Рисунок 4.8 Технічний проект технологічного відділення з компоновкою обладнання виробництва гідрогелевих патчів.

4.5 Розроблення апаратурно-технологічної схеми виробництва гідрогелевих патчів

На рисунку 4.9 представлена апаратурно-технологічна схема виробництва гідрогелевих патчів.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		79

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

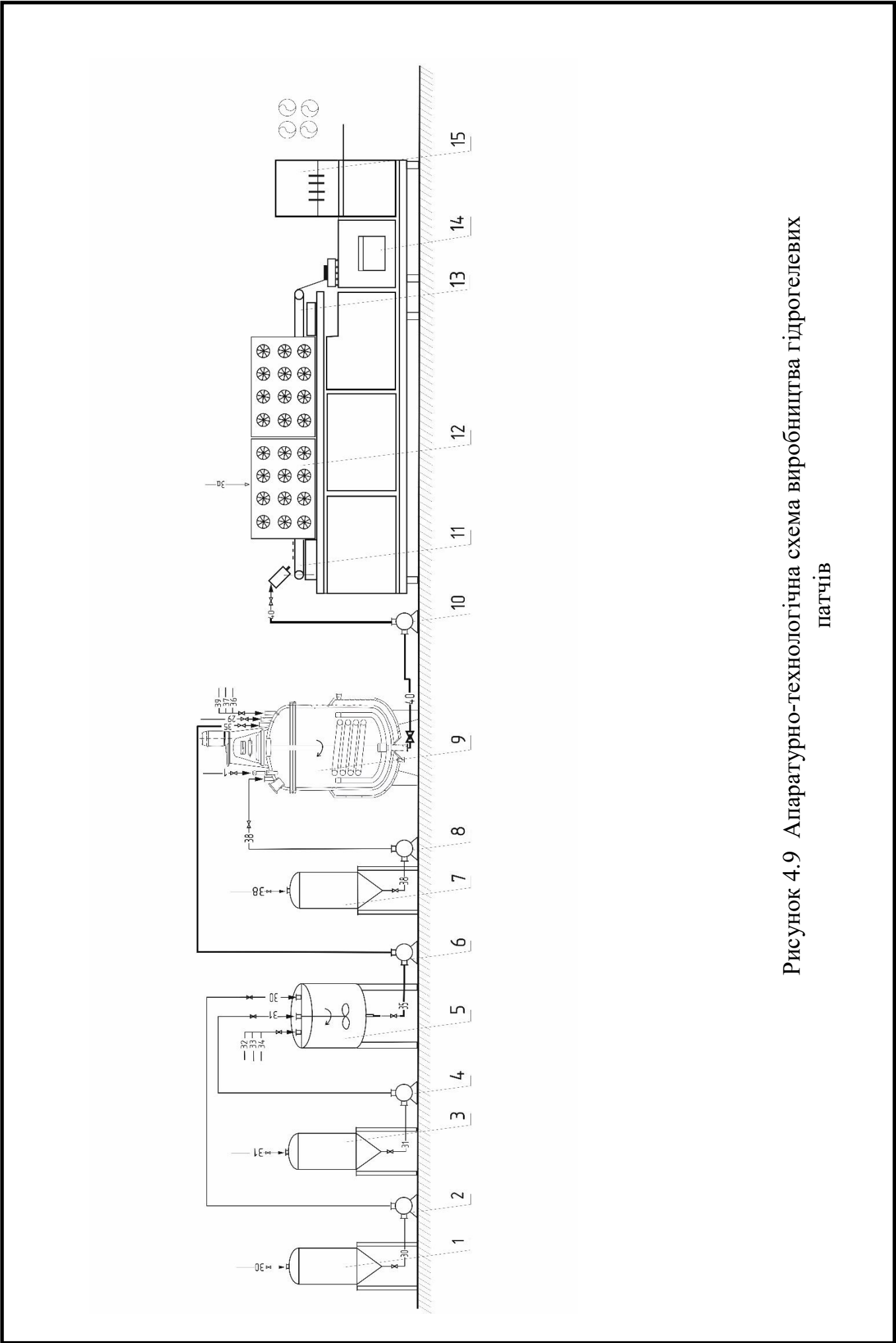


Рисунок 4.9 Апаратурно-технологічна схема виробництва гідрогелевих патчів

З мірників **1** та **3** компоненти гелеутворюючої основи (гліцерин, пропандіол) поступають в змішувач **5**, куди завантажуються попередньо зважені гелеутворюючі агенти (к-, і- каррагінан, дикрорхмальфосфат). Компоненти перемішуються до утворення однорідної маси. В реакторі **9** з підведеною водою в ручну завантажуються консервант (сорбат калію) та розігрівається до температури 90 °С. Зі змішувача **5** за допомогою імпелерного насосу **6** гелева основа потрапляє в реактор **9** з розчином консерванту, який розігрітий до 90 °С та перемішується на протязі 1 години, при швидкості обертання гомогенізатора 1500 об/хв. Далі в реактор надходять активні речовини (гіалуронова кислота, гідролізований коллаген), ПАР Sorbitan Laurate з мірника **7**, та хлорид калію, який завантажуються вручну. Маса перемішуються на протязі 15 хв, при швидкості обертання мішалки 1000 об/хв. Отриману однорідну гідрогелеву масу за допомогою імпелерного насосу **10** переносять на машину формування патчів, де на конвеєрі формується тонкий шар гідрогелю **11**. Шар гідрогелю проходить в охолоджуючу камеру **12**, де за допомогою обдуву холодним повітрям відбувається затвердіння шару. На виході з охолоджуючої камери шари гідрогелю укладаються в штабель, який після цього потрапляє в ріжучу камеру **15**. В ріжучій камері відбувається вирізання патчів потрібного розміру та складування їх в баночки. Залишки гідрогелю після вирізання патчів скидуються в спеціальну ємність для відходів **14** автоматично. Баночки з патчами закриваються та фасуються в картонні коробки.

Специфікація виробничого обладнання представлена в табл. 4.7

Таблиця 4.7

Специфікація виробничого обладнання

Позначення	Найменування	Кількість
1	2	3
1, 3, 7	Мірник для компонентів	3
5	Змішувач гелевої основи	1
2,4,6,8,10	Імпелерні насоси	5
9	Реактор	1
11, 13	Конвеєр формувальної машини	1

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1	2	3
12	Охолоджуюча камера	1
14	Ємність для відходів	1
15	Ріжуча камера	1

4.6 Контроль якості готової продукції

В Україні відсутні вимоги до виробництва гідрогелевих патчів, тому при їх виробництві підприємство може самостійно розробляти ТУ, або користуватися загальними вимогами для парфумерно-косметичних засобів.

Державне нормування реалізації косметичних засобів вимагає проходження низки перевірок для отримання відповідних документів. Уся парфумерно-косметична продукція підлягає обов'язковій гігієнічній оцінці з перевіркою зразків продукції на відповідність нормам і вимогам безпеки, установленим ДСанПіН 2.2.9.027-99. Санітарними правилами і нормами безпеки продукції парфумерно-косметичної промисловості [40]. Гігієнічний сертифікат видається спеціалізованими лабораторіями, акредитованими при Міністерстві охорони здоров'я та затверджується головним державним санітарним лікарем України.

Косметична продукція виготовляється за ДСТУ, СОУ та ТУ, які не гармонізовані з європейськими нормативами Регламентом (ЄС) № 1223/2009 на косметичну продукцію, проте вважається, що ці нормативи висувають достатні вимоги до готового виробу.

Незважаючи на невідповідності, випробування продукції косметичної промисловості проводять ся на типових зразках. До комплексу випробувань входять: мікробіологічні, фізико-хімічні та клінічні випробування, згідно з визначеними нормативними методиками. Мікробіологічні випробування відображають безпеку парфумерно-косметичної продукції для здоров'я людини й обумовлені якістю сировини і санітарно-гігієнічним рівнем виробництва. Вони базуються на відсутності або обмеженні допустимого рівня вмісту патогенних,

потенційно патогенних мікроорганізмів для здоров'я людини, що повинні гарантувати безпеку продукції за умов застосування відповідно до призначення протягом гарантійного терміну зберігання. До обов'язкових клінічних показників безпеки належать індекси «гострої» та «хронічної» токсичності при нанесенні на шкіру, індекси шкірно-подразнюючої дії, подразнюючої дії на слизову оболонку очей, фотосенсибілізуючої та сенсibiliзуючої дії, «гострої» та «хронічної» токсичності при введенні в шлунок, індекс негативної дії на стан шкіри людини, її додатків і слизових оболонок в умовах практичного використання парфумерно-косметичних засобів.

Основне завдання стандартизації парфумерно-косметичних засобів – це встановлення єдиних вимог до якості сировини, матеріалів, напівфабрикатів, необхідних для приготування продукції; єдиних правил виробництва, єдиної системи показників якості готової продукції, методів і засобів її випробування і контролю, а також необхідного рівня надійності продукції протягом тривалого часу з урахуванням її призначення і використання.

Технічні вимоги включають:

- вимоги до виготовлення;
- характеристики органолептичних та фізико-хімічних показників (загальний вигляд, колір, запах та специфічні показники);
- показники токсико-гігієнічні, мікробіологічні;
- вимоги до сировини та матеріалів;
- пакування;
- маркування.

ТУ У 20.4-38634896-003:2019 «ЗАСОБИ КОСМЕТИЧНІ. Технічні умови» включають наступні вимоги (табл. 4.8):

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Показники якості гідрогелевих патчів згідно ТУ

Назва показника	Норма	Результат
1. Зовнішній вигляд	Прозорий або непрозорий гелевий блок	Напівпрозорий гелевий блок
2. Колір	Повинен відповідати кольору виробу даного найменування.	Відповідає
3. Запах	Повинен відповідати запаху виробу даного найменування	Відповідає
4. Колоїдна стабільність	стабільна	Стабільний
5. Водневий показник, од. рН	3,5 – 8,5	6,5
6. Термостабільність	стабільна	Стабільний
7. Масова частка води та летких речовин, %	5 - 98	75

Відповідно до результатів випробувань гідрогелеві патчі відповідають вимогам ТУ.

Згідно з європейськими нормативами гідрогелеві патчі підлягають обов'язковій оцінці загального антимікробного захисту згідно ISO 11930. Цей документ визначає процедуру інтерпретації даних, отриманих під час випробування ефективності збереження або оцінки мікробіологічного ризику, або обох, під час оцінки загального антимікробного захисту косметичного продукту. Перевірка на стабільність відбувається протягом 3 місяців при 4 °С, 25 °С, 45 °С та 1 місяць при 50 °С [41].

РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Розрахуємо собівартість 1 кг продукції по статтям калькуляції собівартості.

Розраховуємо витрати по статті «Сировина та основні матеріали».

До статті калькуляції “Сировина та матеріали” включається вартість сировини та матеріалів, що використовується в процесі виробництва продукції для забезпечення нормального технологічного процесу. Ці витрати включаються безпосередньо до собівартості окремих видів продукції. Розрахунок витрат сировини наведено в табл. 5.1

Таблиця 5.1

Розрахунок собівартості сировини на 1 кг продукції:

Інгредієнт	Витрати компонентів на 1 кг продукції	Ціна сировини за 1 кг, грн	Вартість сировини на 1 кг продукції
Pottasium Sorbate	0,00114	350	0,399
Glycerin	0,1726	110	18,986
Pronandiol	0,03432	147	5,04504
k-Carrageenan	0,04004	400	16,016
i-Carrageenan	0,01144	430	4,9192
Distarch Phosphate	0,00572	65	0,3718
Sodium Hyaluronate	0,00572	25000	143
Callogen	0,00343	3400	11,662
Sorbitane Laurate	0,01114	82	0,91348
Pottasium Chloride	0,00111	50	0,0555
Вода	0,858	10	8,58
Всього			209,95

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-1М.023.161.085.КР. ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			
Розраб		Лебедєв М.К.			РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ		
Пров		Сабадаш Н.І.					
Н. Контр.		Подобій О.В.			НУХТ. каф. ТЖХТ		
Затв.		Носенко Т.Т.					
					Літера	Арк	Аркуші
						85	107

Розраховуємо транспортні витрати по доставці сировини та основних матеріалів. Транспортні витрати по доставці сировини та основних матеріалів приймаємо у розмірі 5% від їх вартості:

$$ТВ = 209,95 \times 0,05 = 10,5 \text{ грн.}$$

Всього витрати по статті «Сировина та основні матеріали»:

$$209,95 + 10,5 = 220,45 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали».

До статті калькуляції «Допоміжні і таропакувальні матеріали» відносять вартість матеріалів, які, не будучи складовою частиною продукції, що виробляється, присутні в її виготовленні або використовуються в процесі виробництва готової продукції для забезпечення нормального технологічного процесу.

Витрати допоміжних та таропакувальних матеріалів наведені в табл.

5.2

Таблиця 5.2

Витрати допоміжних та таропакувальних матеріалів

№ п/п	Матеріал	Од. вим.	Вартість одиниці матеріалу, грн.	Норми витрат на 1 кг продукції, шт	Вартість матеріалів на 1 кг продукції, грн
1	Пляшка	шт.	4,5	10	45
2	Кришка	шт.	1,5	10	15
3	Етикетка	шт.	0,5	10	5
	Всього				65

Розраховуємо транспортні витрати по доставці допоміжних та таропакувальних матеріалів: $65 \times 0,05 = 3,25$ грн.

Всього витрат по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали»: $65 + 3,25 = 68,25$ грн.

Розраховуємо витрати по статті «Паливо та енергія на технологічні потреби»

					ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

До статті «Паливо та енергія на технологічні потреби» відносяться витрати на всі види палива і енергії (як одержані від сторонніх підприємств та організацій, так і виготовлені самим підприємством), які використовуються безпосередньо в процесі виробництва продукції.

Кількість та вартість палива на технологічні цілі визначаються на основі об'єму виробництва, норм витрат умовного палива на одиницю продукції і цін на паливо.

Витрати на електроенергію наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Витрати на електроенергію

Назва сировини	Од. вим.	Норми витрат енергоресурсів на 1кг продукції	Вартість одиниці енергоресурсів, грн	Вартість енергоресурсів на 1 кг продукції, грн.
Електроенергія	кВт	2,26	1,86	4,2
Всього				4,2

Розрахуємо витрати по статті «Основна заробітна плата робітників». До статті «Основна заробітна плата» відносяться витрати на виплату основної заробітної плати, обчисленої згідно з прийнятими підприємством системи оплати праці, у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників, зайнятих виробництвом продукції.

Для цього розраховуємо ефективний річний фонд робочого часу одного робітника. Тривалість зміни 8 годин робочого часу. Річний ефективний фонд робочого часу одного робітника – 1760 год/рік. Розрахунки витрат по статті «Основна заробітна плата робітників» наведена в табл. 5.4. Планова чисельність робітників складає 6 осіб на зміну.

Розрахунок основної заробітної плати робітників

№ п/п	Посада робітника	Кількість робітників	Годинна тарифна ставка, грн.	Ефективни й фонд робочого часу, год.	Річний тарифний фонд заробітної плати, грн.
1	Оператор лінії виробництва	4	65,53	1760	461331,2
2	Наладчик лінії виробництва	1	65,53	1760	115332,8
3	Електромонт ер	1	65,53	1760	115332,8
	Всього	6			691996,8

Розраховуємо основну заробітну плату робітників за 1 кг готової продукції.
Продуктивність підприємства 100 кг/добу, річна продуктивність: $220 \times 100 = 22000$ кг/рік. Витрати по статті «Основна заробітна плата робітників» складає:
 $691996,8 / 22000 = 31,45$ грн/кг.

Розраховуємо витрати по статті «Додаткова заробітна плата робітників». До статті калькуляції відносяться витрати на виплати виробничому персоналу підприємства додаткової заробітної плати, нарахованої за працю понад встановлені норми, за трудові успіхи та винахідливість, за особливі умови праці. Вона включає в себе доплати, надбавки, гарантійні та компенсаційні виплати, передбачені законодавством, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій. Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 25 % від фонду основної заробітної плати: $31,45 \times 0,25 = 7,86$ грн/кг.

Розраховуємо витрати по статті «Відрахування на соціальне страхування». До статті входять відрахування на обов'язкове державне соціальне страхування, відрахування на державне (обов'язкове) пенсійне страхування (до Пенсійного фонду), відрахування до Фонду на обов'язкове соціальне страхування на випадок безробіття та до інших Фондів згідно Законодавства України.

					ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 40% від суми основної та додаткової заробітних плат.

Витрати по цій статті на 1 кг готової продукції складають:

$$(31,45 + 7,86) \times 0,4 = 15,72 \text{ грн./кг}$$

Розрахуємо витрати по статті *«Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням нових видів продукції»*. До даної статті калькуляції належать підвищені витрати на виробництво нових видів продукції в період їх освоєння, а також витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції, не призначеної для серійного та масового виробництва, на освоєння нового обладнання, на винахідництво і раціоналізацію. Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 5 % від фонду основної заробітної плати: $31,45 \times 0,05 = 1,57$ грн./кг.

Розрахуємо витрати по статті *«Витрати на утримання та експлуатацію обладнання»*. До статті калькуляції «Витрати на утримання й експлуатацію машин та обладнання» належать витрати на утримання і ремонт виробничого обладнання і робочих місць, засобів цехового транспорту, амортизацію обладнання й транспортних засобів та інше. Витрати на утримання й експлуатацію машин та обладнання в кожному цеху стосуються тільки тих видів продукції (робіт, послуг), які виготовляються в цьому цеху й розподіляються за видами продукції (робіт, послуг) пропорційно до суми основної заробітної плати основних робітників. Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 140% від фонду основної заробітної плати: $31,45 \times 1,4 = 44,03$ грн./кг.

Розрахуємо витрати по статті *«Загальновиробничі витрати»*

До статті калькуляції «Загальновиробничі витрати» належать витрати на обслуговування цехів і управління ними.

Загальна величина витрат на утримання й експлуатацію машин та обладнання, а також загальновиробничих витрат підприємства в цілому є сумою відповідних витрат цехів основного виробництва. Ці самі витрати допоміжних цехів включаються до собівартості продукції підприємства через собівартість

					ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

робіт і послуг, що виконуються допоміжними цехами для основного виробництва.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 200 % від фонду основної заробітної плати: $31,45 \times 2 = 62,9$ грн. /кг.

Цехова собівартість складає:

$220,45 + 68,25 + 4,2 + 31,45 + 7,86 + 15,72 + 1,57 + 44,03 + 62,9 = 456,43$ грн/кг.

Розрахуємо витрати по статті «Адміністративні витрати»

До статті калькуляції «Адміністративні витрати» належать витрати на загальне обслуговування і управління підприємством.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 300% від фонду основної заробітної плати: $31,45 \times 3,00 = 94,35$ грн./кг.

Розрахуємо витрати по статті «Витрати на збут».

Витрати по цій статті приймають у розмірі 2,4 % від виробничої собівартості: $456,43 \times 0,024 = 10,95$ грн/кг.

Розрахуємо витрати по статті «Інші операційні витрати». Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 0,5% від виробничої собівартості: $456,43 \times 0,005 = 2,28$ грн/кг.

Визначимо повну собівартість 1 кг продукції: $456,43 + 94,35 + 10,95 + 2,28 = 564,01$ грн/кг.

Розрахунок собівартості гідрогелевих патчів наведений в табл. 5.5.

Таблиця 5.5

Розрахунок собівартості гідрогелевих патчів

№ п/п	Стаття собівартості	Сума витрат, грн./кг
1	2	3
1	Сировина і основні матеріали	220,45
2	Допоміжні та таропакувальні матеріали	68,25
3	Паливо та енергія на технологічні потреби	4,2
4	Основна заробітна плата робітників	31,45
5	Додаткова заробітна плата робітників	7,86
6	Відрахування на соціальне страхування	15,72

					ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження табл. 5.5

1	2	3
7	Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням нових видів продукції	1,37
8	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	44,03
9	Загальновиробничі витрати	62,09
	Цехова собівартість	456,43
10	Адміністративні витрати	94,35
11	Витрати на збут	10,95
12	Інші витрати	2,28
13	Повна собівартість	564,01

Повна собівартість 1 кг продукції становить 564,01 грн/кг. 1 упаковка гідрогелевих патчів в кількості 60 шт важить 100 г. Отже собівартість 1 упаковки патчів складає 56,4 грн.

Ціна 1 кг продукції:

$$564 \times (1 + 50\%) = 846 \text{ грн.}$$

Розрахуємо річний прибуток підприємства:

$$\text{Прибуток} = (\text{Ціна} - \text{собівартість}) \cdot \text{Обсяг} = (564 - 846) \times 22000 = 6204000 \text{ грн.}$$

Рентабельність виробництва буде складати:

$$\text{Рентабельність} = \frac{\text{Прибуток}}{\text{Річну собівартість}} = \frac{6204000}{456,43 \cdot 22000} \cdot 100\% = 61,7 \%$$

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

В більшості випадків косметичне виробництво відноситься до екологічно безпечних виробництв. Проте деякий вплив на навколишнє середовище чинить навіть найбільш зелене підприємство.

Основні екологічні проблеми, які можуть спричинити косметичне виробництво:

- 1) Масове виробництво пластику
- 2) Скорочення популяції лісів
- 3) Забруднення повітря
- 4) Не раціональне споживання води
- 5) Негативний вплив на живі організми
- 6) Збільшення кількості відходів
- 7) Жорстоке поводження з тваринами

При виробництві гідрогелевих патчів на підприємстві використовують інгредієнти натурального походження, більшість з яких мають міжнародні сертифікати: BDIH, Ecocert, Soil Association, COSMOS, що мінімізує негативний вплив на навколишнє середовище.

Основними джерелами забруднення можуть бути:

Збільшення відходів пластику.

70 % відходів косметичного виробництва – це відходи упаковки.

Пластик не піддається біологічному розкладанню, а це означає, що він ніколи не розкладається. Замість цього він проходить через процес, який називається «фотодеградація», де він розбивається і розпадається на мікроскопічні розміри. Цей процес займає від 100 до 500 років, залежно від типу пластику. Чим менший пластик, тим більшою небезпекою він стає і тим важче його очистити.

На підприємстві з виробництва гідрогелевих патчів використовуються пластикові коробочки для пакування патчів. Згідно з розрахунків на 1 кг

					ННІХТ.ЗХТ-2-1М.023. 161.092.КР. ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата							
Розраб		Лебедев М.К.			ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА						
Пров		Сабадаш Н.І.									
Н. Контр.		Подобій О.В.			Літера		Арк		Аркушів		
Затв.		Носенко Т.Т.						92	107		
					НУХТ. каф. ТЖХТ						

продукції йде 10 пластикових коробочок. При щорічному виробництві в 22000 кг, використання пластикових коробочок складає 220000 штук за рік. Що є доволі великим навантаженням на навколишнє середовище. Альтернативною є використання біорозкладаючого пакування.

Забруднення атмосферного повітря.

Виробництво гідрогелевих патчів не передбачає викиди в атмосферне повітря. Основним джерелом забруднення виступають пересувні джерела (автотранспорт який заїжджає на територію підприємства). Основні забруднюючі речовини: вихлопні гази, вуглекислий газ.

Забруднення стічних вод.

В результаті діяльності підприємства утворюються стічні води, які скидаються в міську каналізацію. Основними забруднюючими речовинами є органічний пил, гліцерин, поверхнево-активні речовини. Виробничі стічні води, що утворюються на підприємстві, відносять до нормального ступеня забруднення, тобто ступінь забруднення дуже малий.

Основними заходами зі зменшення забруднення стічних вод є:

- оптимізація технологічного процесу;
- модифікація водяного контуру, встановлення автоматичних клапанів для запобігання витoku води;
- встановлення на підприємстві промивної системи, що працює під високим тиском (або обладнання для промивки високого тиску);
- роздільне збирання стічних вод з різних стадій технологічного процесу;
- повторне використання води на тій же стадії процесу, зокрема, багаторазове застосування води для промивання після відповідного очищення.

Системи очищення стічних вод:

- гомогенізація (усереднення);
- седиментація (осадження);
- фільтрація;
- хімічне осадження;
- коагуляція та флокуляція;

					ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		93

- Іонний обмін та зворотний осмос.

Стічні води підприємства з виробництва гідрогелевих патчів скидається до технологічних ємностей для подальшої утилізації або обеззаражування.

При вирізання гідрогелевих патчів утворюються *відходи гідрогелю*. Згідно стандарту GMP (ISO 22716:2007) [42], висуваються наступні вимоги поводження з відходами:

Відходи повинні видалятися своєчасно та із застосуванням спеціальних засобів. Підприємство має визначити різні види відходів (від процесу виробництва та з лабораторії контролю якості), які можуть вплинути на якість продукції. Потік відходів не повинен впливати на виробничі операції та операції, що виконуються у лабораторії. Відповідні заходи повинні вживатися під час збирання, транспортування, зберігання та видалення відходів. Місткості з відходами повинні бути правильно ідентифіковані щодо інформації про вміст та за потреби, іншої інформації. Видалення відходів має бути виконане відповідним способом при відповідному контролі.

Системи управління охороною навколишнього середовища на підприємстві

Основними елементами системи управління охороною навколишнього середовища на підприємстві виступають лімітування, ліцензування, сертифікація і паспортизація, які проводяться згідно екологічних вимог нормативної документації.

Згідно національних екологічних вимог щодо експлуатації підприємств, встановлених низкою нормативно правових документів, вони зобов'язані вживати ефективні заходи з дотримання технологічного режиму і виконання вимог з охорони природи, раціонального використання і відтворення природних ресурсів, оздоровлення довкілля. Підприємства також повинні забезпечити дотримання встановлених нормативів якості довкілля на основі дотримання затверджених технологій, впровадження екологічно безпечних технологій і виробництв, надійної й ефективної роботи очисних споруд, установок і засобів контролю, знешкодження й утилізації відходів. Викид і скид шкідливих речовин, захоронення відходів допускаються на основі дозволу, що видається спеціально

					ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

уповноваженими на те державними органами. В дозволі встановлюються нормативи гранично допустимих викидів і скидів шкідливих речовин й інші умови, що забезпечують охорону довкілля і здоров'я людини. Порухення встановлених нормативів тягне за собою обмеження, призупинення діяльності підприємства за приписом спеціально уповноважених на те державних органів в області охорони довкілля та санітарно-епідеміологічного нагляду. Нормативи ГДВ і ГДС встановлюються з врахуванням виробничих потужностей об'єкта для кожного джерела забруднення згідно діючих нормативів ГДК шкідливих речовин у довкіллі.

На виконання вимог ЗУ "Про відходи" та ДСанПіН 2.2.7.029-99 при експлуатації підприємств, будівель, споруд й інших об'єктів, пов'язаних з поводженням з відходами, необхідно: дотримуватись екологічних, санітарних й інших вимог; розробляти проекти нормативів утворення відходів і лімітів на розміщення відходів з метою зменшення кількості їх утворення; упроваджувати маловідходні технології; проводити інвентаризацію відходів і об'єктів їх розміщення; проводити моніторинг стану довкілля на територіях об'єктів розміщення відходів; надавати в установленому порядку необхідну інформацію в області поводження з відходами. Головною вимогою до виробництва слугує застосування таких способів використання природних ресурсів, які взаємно економічно й екологічно виправдані: запобігають порушенню і забрудненню довкілля при мінімальних витратах на процес [43].

					ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		95

РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Основні вимоги до охорони праці на підприємстві відповідають вимогам викладаних в стандарті ISO 22716-2013 (GMP) [42] в Правилах охорони праці під час виробництва парфумерно-косметичної продукції [44].

Особи, які працюють на підприємстві, повинні мати відповідну підготовку для забезпечення виробництва, контролю та зберігання продукції заданої якості.

На підприємстві мають бути розроблені санітарно-гігієнічні програми та адаптовані до потреб організації. Ці вимоги повинні бути зрозумілими та застосовуватися всім персоналом, задіяним у процесі виробництва, контролю та зберігання продукції. Персонал має бути проінструктований щодо використання засобів для миття рук. Весь персонал, зайнятий у виробництві, контролі та зберіганні продукції, повинен носити відповідний формений та захисний одяг, щоб уникнути забруднення продукції. У приміщеннях, де здійснюється виробництво, контроль та зберігання продукції, не допускається приймати їжу та напої, жувати гумку, курити, а також зберігати харчові продукти, напої. тютюнові вироби чи особисті лікарські засоби. Забороняється антисанітарний стан у приміщеннях, де здійснюється виробництво, контроль та зберігання продукції, а також у приміщеннях, де продукція може бути піддана несприятливим впливам.

Здоров'я персоналу

Повинні вживатися заходи, наскільки це можливо, за винятком безпосереднього контакту будь-якого працівника з продукцією у разі, якщо він хворий або має відкриті пошкодження на незахищених ділянках тіла, до тих пір, поки не одужає або медичний персонал не визначить, що відсутні ризики щодо впливу на якість продукції.

					<i>ННІХТ.ЗХТ-2-ІМ.023.161.096.КР. ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розраб		Лебедєв М.К.						
Пров		Сабадаш Н.І.						
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Затв.		Носенко Т.Т.						
					Літера			Арк
								Аркушів
								96
								107
					ОХОРОНА ПРАЦІ			
					НУХТ. каф. ТЖХТ			

Проектування приміщень

Приміщення слід розташовувати, проектувати, будувати та використовувати таким чином, щоб:

- гарантувати захист продукції;
- забезпечувати ефективне очищення та, при необхідності, санітарну обробку та технічне обслуговування:
- мінімізувати ризик переплутування продукції, сировини та пакувальних матеріалів.

Окремі приміщення або певні зони повинні бути виділені для зберігання, виробництва та контролю якості продукції, а також підсобних приміщень, душових та туалетів.

Має бути передбачено достатній робочий простір для виконання таких операцій, як приймання сировини, зберігання та виробництво продукції.

На підприємстві повинні бути визначені схеми руху сировини, пакувальних матеріалів, продукції та персоналу всередині будівлі для запобігання перетину потоків.

Конструкція підлог, стін, стель та вікон у виробничих приміщеннях повинна забезпечувати простоту їхнього очищення. За необхідності, санітарної обробки; вони повинні підтримуватися в чистоті та справності та належному стані.

Конструкція вікон повинна унеможливлювати їх відкривання, якщо в приміщенні передбачена вентиляція. Якщо вікна відкриваються назовні, вони мають бути забезпечені захисними пристроями.

Під час будівництва нових виробничих приміщень повинні бути забезпечені умови правильного очищення та технічного обслуговування. При проектуванні нового приміщення слід передбачати наявність гладких поверхонь (якщо це доцільно), дані поверхні повинні бути стійкими до дії засобів, що очищають і дезінфікують.

Для персоналу повинні бути передбачені відповідні та чисті приміщення для вмивання та туалетів. Вони мають бути відокремлені від виробничих

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

приміщень (зон), але доступні персоналу. При необхідності повинні бути передбачені душові та кімнати для перевдягання.

Освітлення.

У всіх приміщеннях має бути відповідне освітлення достатнє для забезпечення проведення всіх операцій. Прилади освітлення повинні бути встановлені таким чином, щоб була забезпечена локалізація всіх осколків при можливій аварії. Крім того, слід вжити заходів для захисту продукції.

Обладнання.

Обладнання повинно відповідати його призначенню, конструкція обладнання повинна забезпечувати можливість його очищення, санітарної обробки, при необхідності, та технічного обслуговування. Конструкція виробничого обладнання має запобігати забрудненню продукції. Місткості, призначені для нерозфасовувальних продуктів, повинні бути захищені від забруднень, що містяться в повітрі, таких як пил та волога.

Шланги, що не використовуються, і приладдя повинні бути очищені, при необхідності піддані санітарній обробці, зберігатися в сухому вигляді, а також бути захищеними від пилу, бризок та інших забруднень. Конструкція та монтаж обладнання повинні забезпечувати вільний стік рідини під час очищення та санітарної обробки. Обладнання повинно бути встановлене таким чином, щоб рух матеріалів, частин обладнання та персоналу, що рухаються, не створював ризику для якості продукції. Повинний бути забезпечений вільний доступ до обладнання для технічного обслуговування та очищення.

Лабораторне та виробниче вимірювальне обладнання, що впливає на якість продукції, має зазнавати регулярне калібрування. Якщо результати калібрування не відповідають встановленим критеріям, вимірювальне обладнання має бути ідентифіковано та виведено з експлуатації. Невідповідність критеріям калібрування має бути проаналізована для визначення можливого впливу на якість продукції, і на підставі цього аналізу мають бути вжиті певні заходи.

Все обладнання має піддаватися очищенню та, при необхідності, санітарній обробці за відповідними програмами. Миючі та дезінфікуючі засоби

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

повинні бути визначені та ефективні. Якщо обладнання призначене для безперервного виробництва або виробництва послідовних партій однієї і тієї ж продукції, то обладнання повинне очищатися та за необхідності піддаватися санітарній обробці із встановленою періодичністю.

Експлуатацію систем вентиляції, кондиціювання повітря та повітряного опалення необхідно здійснювати з дотриманням вимог Правил з безпечної експлуатації систем вентиляції у хімічних виробництвах, затверджених наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду.

Виробничі, складські та допоміжні приміщення повинні бути обладнані системами вентиляції (природною, механічною або змішаною), які забезпечують необхідні мікрокліматичні умови праці (рівномірну температуру та стан повітряного середовища), відповідно до вимог Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України.

Працівники, які виконують роботи з виробництва парфумерно-косметичної продукції, повинні бути забезпечені ЗІЗ відповідно до Типових галузевих норм безплатної видачі працівникам спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту в харчовій промисловості.

Улаштування виробничих будівель і споруд повинно відповідати затвердженій у встановленому порядку проектній документації.

Планування виробничих приміщень повинно забезпечувати послідовність і поточність технологічних процесів, виключаючи зустрічні або перехресні потоки сировини, не розфасованої та готової продукції, забрудненого і чистого інвентарю, якщо це необхідно для попередження забруднення продукції.

Виробничі стічні води, що містять горючі рідини, суспендовані речовини, жири, масла, кислоти, а також хімічні речовини, які порушують роботу каналізаційної мережі або викликають руйнування мереж та очисних споруд, а також ті, що містять відходи виробництва, слід очищати до їх надходження до

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

зовнішньої мережі каналізації. Ці продукти слід скидати до технологічних ємностей для подальшої утилізації або обеззаражування.

В устаткуванні, оснащеному мішалками, скребковими механізмами (реактори, варильні і розтоплювальні котли, реактори-змішувачі, технологічні ємності та посудини), повинно бути передбачено блокування кришок люків з пусковими пристроями електродвигунів. Варильні і розтоплювальні котли, реактори, баки, плавильні камери і паропроводи, які виділяють тепло у виробничі приміщення, повинні бути теплоізовані.

Технологічний процес на підприємстві здійснюється в герметичному устаткуванні і за допомогою завантажувальних засобів при працюючій вентиляції (загальнообмінної і місцевої). Завантаження сировини в апарати (перколятори, реактори, змішувачі тощо), передача напівпродукту з однієї одиниці устаткування до іншої (за технологічною схемою), перемішування парфумерних рідин, передача готової продукції на фільтрування повинні бути механізовані. Стальйонки з гарячою композицією повинні піднімати не менше двох працівників, руки яких мають бути захищені відповідними ЗІЗ (брзентовими рукавицями). Транспортування стальйонки слід проводити на спеціально пристосованих візках. Візки повинні мати упори і накладки на колесах з матеріалу, що не утворює іскор. Відбір проб сировини та готової продукції з технологічного устаткування (мірильників, апаратів, реакторів) необхідно проводити за допомогою пробовідбірних кранів при працюючій місцевій витяжній вентиляції. шкідливих речовин, повинно проводитися в герметичному устаткуванні [44].

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

1. Проведено огляд науково-технічної літератури, щодо застосування гідрогелевих косметичних засобів. Проаналізовано номенклатуру та склад гідрогелевих патчів, які присутні на ринку України. Охарактеризовано основні еластомери та активні речовини, які застосовують при виробництві патчів та встановлено, що найдоцільніше використовувати природні полімери.

2. Розроблено рецептуру гідрогелевих косметичних патчів на основі природних полімерів з високою фізичною стабільністю. Виявлено, що найкращі еластичні властивості тверді гелі виявляють при застосуванні суміші каппа та йота каррагінанів. Покращені властивості гідрогелів до набухання та утримання в своїй структурі води та активних інгредієнтів патчам надає крос-зшитий крохмаль (E1412) – дикрохмальфосфат.

3. Розроблено математичну модель розподілу фізико-механічних характеристик патчів, а саме міцності та здатності до розтягування. З проведеного моделювання випливає, що наявність в рецептурі ι-каррагінану збільшує міцність гідрогелю. Проте висока концентрація ι-каррагінану негативно впливає на міцність. Збільшення концентрації дикрохмальфосфату дещо зменшує міцність гідрогелю, проте збільшує його здатність до видовження. Для отримання оптимальної рецептури гідрогелю доцільно використати в рецептурі κ-каррагінан в концентрації 3,5 %, ι-каррагінан 1% та дикрохмальфосфат в концентрації 0,5 %.

4. Визначено ступінь набухання отриманого гідрогелю, який склав 465 %, що свідчить про надзвичайно високу водоутримуючу здатність, завдяки швидкому утворенні водневих зв'язків.

5. Розраховано матеріальний баланс з врахуванням технологічних втрат при виробництві.

					ННХТ.ЗХТ-2-ІМ.023.161.101.КР. ПЗ		
ІЗмн	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			
Розраб		Лебедєв М.К.			ВИСНОВКИ		
Пров		Сабадаш Н.І.					
Н. Контр.		Подобій О.В.					
Затв.		Носенко Т.Т.					
					Літера	Арк	Аркушів
						101	107
					НУХТ. каф. ТЖХТ		

6. Здійснено підбір обладнання для виробництва гідрогелевих патчів. Виконано креслення принципової і апаратурно-технологічної схем. Розроблено технічний проект технологічного відділення з компоновкою обладнання виробництва гідрогелевих патчів.

7. Розраховано собівартість виробництва гідрогелевих патчів за запропонованою рецептурою та технологією. Собівартість баночки з 60 патчами складає 56,4 грн, рентабельність 61,7 %.

8. Наведено заходи екологічної безпеки на виробництві, контроль забруднення повітря та води. Даний вид виробництва безпечно впливає на навколишнє середовище.

9. Описано основні вимоги щодо охорони праці косметичного виробництва.

					ВИСНОВКИ	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Surini S. Auliyya A. Formulation of an anti-wrinkle hydrogel face mask containing ethanol extract of noni fruit (*morinda citrifolia* l) for use as a nutracosmeceutical product. *International journal of applied pharmaceutics*. 2017. №9. P. 74–76.
- 2 Wichrere O, Lim D. Hydrophilic gels for biological ase. *Nature*. 1960. №8 P. 185-117.
- 3 Abmed E. Hydrogel: preparanion, charactenzarion, and applications: a review. *J AdvRes*. №6. 21 p.
- 4 Bhawani S. A. Smart Polymer Nanocomposites: Biomedical and Environmental Applications: Woodhead Publishing, 2020. 482 с.
- 5 Mitura S, Sionkowska A, Jaiswal A Biopolymers for hydrogels in cosmetics: review. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2020. № 31:50. 14 p.
- 6 Kwon S.B. Commercial Use of Hydrogels Containing Various Ingredients. *Journal of Biotechnology and Bioindustry*. 2019. №7. P. 12-16
- 7 Khedkar S.V. Aher R. Cosmetic hydrogel under eye patch: review. *International Journal for Research Trends and Innovation*. 2022. №8. P. 1621-1636
- 8 Enas M. Ahmed. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. *Journal of Advanced Research*. 2015. № 6. P. 105-121
- 9 Okay O. General properties of hydrogels. *Springer-Verlag*. 2009. p. 1-14
- 10 Khan F. Tanaka M, Ahmad R. Fabrication of polymeric biomaterials: a strategy for tissue engineering and medical devices. *Mater Chem*. 2015. № 49.
- 11 Gong C, Qi T, Wei X. Thermosensitive polymeric hydrogel as drug delivery sistem, *Coan Med Chem*. 2013. № 20. P. 79-94
- 12 Behl M, Zorzmam J. Shape-memory polymers and shape-changing polymer. *Advances in Polymer Science*. 2009. № 226. P. 1 – 40.

					<i>ННХТ.ЗХТ-2-ІМ.023.161.103.КР. ІІЗ</i>			
313	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розраб		Лебедєв М.К.			СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ			
Пров		Сабадаш Н.І.						
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Затв.		Носенко Т.Т.						
							Літера	Арк
								Аркушів
							103	107
					<i>НУХТ. каф. ТЖХТ</i>			

13 Qui Y, Park K., Environment-sensitive hydrogels for drug delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2001. № 59. P. 321-329

14 Serra L., Domenech J., Peppas Na. Drug transport mechanism and release kinetics from molecularly designe polyacrylic hydrogels. *Biomaterials* 2006. №27. P. 544-551

15 Gulrez S. AL-Asaf S. Philips GO. Hydrogels: methods of preparation, characterration and applicarions. *Progress in molecular and environmental bioengineering: From analysis and modeling to technology applications*. InTechOpen; 2011. 662 p.

16 Kim SJ, Park SJ, Kim SI. Swelling behavior of interpenetrating polymer network hydrogels composed of poly (vinyl alcohol) and chitosan. *Reactive & Functional Polymers*. 2003. № 55. P. 53–59

17 Huang Y, Zhang B, Xu G, Hao W. Swelling behaviours and mechanical properties of silk fibroin: polyurethane composite hydrogels. *Composites Science and Technology*. 2013. №84. P. 15-22

18 Козак Л.А. Ковальова Т.М. Аналіз номенклатури гідрогелевих патчів для догляду за періорбітальною зоною обличчя. *Сучасні досягнення фармацевтичної технології і біотехнології: зб. наук. праць за матеріалами VIII Міжнародної науково-практичної конференції*. 2019. P. 228-231

19 Necas J. Bartosikova L. Carrageenan: a review. *Veterinarni Medicina*. 2013. №4. C. 187-205

20 South Korea Patent Office KR102159522B1. A manufacturing method of high flexible hydrogel mask pack by using natural polymers / Yangho Na, Sohyeon Shim. Industry-Academic Cooperation Foundation, Hannam University; filed : Mar. 22 , 2019 ; Pub. : Sep. 09 , 2020

21 Patil A. Ferritto M.S. Polymers for personal care and cosmetics: Overview. *ACS Symposium Series*. 2013. №1148. P. 3-11

22 Barak, Sheweta & Mudgil, Deepak. Locust Bean Gum: Processing, Properties and Food Applications - A Review. *International journal of biological macromolecules*. 2014. № 66.

					Список використаної літератури	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

23 Soltani M. B. Meftahizadeh H. Guar (Cyamopsis tetragonoloba L.) plant gum: From biological applications to advanced nanomedicine. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021. №193. P. 1972-1985

24 Why Colloidal Gold Skincare is Great for Your Skin. URL: <https://henrytianus.com/blogs/news/why-colloidal-gold-skincare-is-great-for-your-skin#:~:text=Colloidal%20gold%20delivers%20nutrients%20and,skin%20and%20loss%20of%20elasticity>.

25 Sodium hyaluronate in skin care: What to know. URL: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/sodium-hyaluronate-in-skin-care> (дата звернення 03.11.2022)

26 Junkan A.M., Moisa D.G. Advantages of hyaluronic acid and its combination with other bioactive ingredients in cosmeceuticals. *Molecules*. 2021. № 26. P. 1-43

27 Sionkowska A, Adamiak K, Musiał K. Collagen Based Materials in Cosmetic Applications: A Review. *Materials*. 2020. № 13, P. 1-15

28 Mitura S. Sionkowska A. Biopolymers for hydrogels in cosmetics: review. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2020. № 50. P. 1-14.

29 ASTM D 882-02 Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting

30 Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Різак В.М. Гетерогенні рівноваги. Ужгород: Закарпаття, 2003. 212 с.

31 Lawal O.S. Composition, physicochemical properties and retrogradation characteristics of native, oxidized, acetylated and acid-thinned new cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) starch. *Food Chemistry*. 2004. №87(2). P. 205-218.

32 Gunaratne A. Hoover R. Effect of heat–moisture treatment on the structure and physicochemical properties of tuber and root starches. *Carbohydrate Polymers*. 2002. №49(4). P 425-437.

33 Ritika B.Y. Physico-chemical, textural and crystallinity properties of oxidized, cross-linked and dual-modified white sorghum starch. *International Food Research Journal*. 2018. №25. C. 2104-2111

					Список використаної літератури	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

34 Калашников А. Технологические и маркетинговые аспекты применения крахмалов компании Agrana Stärke gmbh в производстве декоративной косметики и средств по уходу за кожей и волосами. *InDel*. 2016. Р. 1-65.

35 Becker L.C. Bergfeld W.F. Belsito D.V. Safety assessment of glycerin as used in cosmetics. *International Journal of Toxicology*. 2019. № 38. Р.6-22

36 Реактор для кремів, мазей і гелів KOMAG-150. Производство оборудования Tech Machine. URL: <https://techmachine.com.ua/ua/p1166882487-reaktor-dlya-kremov.html> (дата звернення 10.12.2022).

37 Змішувач SMG з нагріванням та мішалкою для рідких, густих продуктів. Upack-tech. URL: <https://upack-tech.com/ru/oborudovanie/smeshivayushchee/item/189-smesitel-s-nagrevom-i-meshalkoj-dlya-zhidkikh-gustyx-produktov> (дата звернення 10.12.2022)

38 Croda. Formulation finder. URL: <https://www.crodapersonalcare.com/en-gb/formulation/formulation-finder?currentPage=1&pageSize=20&sortBy=latestadded&lang=en-gb> (дата звернення 04.02.2023)

39. ИмPELLерный насос Inoxpa RF 02/20. URL: <https://stream-energy.com.ua/ua/p687710770-impellernyj-nasos-dlya.html> (дата звернення 06.02.2023)

40 Державна санітарно-епідеміологічна служба. Державні санітарні правила і норми безпеки продукції парфумерно-косметичної промисловості, 1999. № 27.

41 Регламент № 1223/2009 Європейського парламенту та Ради Європейського Союзу «Про косметичну продукцію (нова редакція)» [англ.]. Брюссель, 2009. 383 с.

42 ISO 22716:2007. Guidelines on Good Manufacturing Practices. Cosmetics — Good Manufacturing Practices (GMP). Чинний від 2014-07-31. 32 с.

43 Бобровський А. Л. Екологічна оцінка та експертиза: підручник для студ. вищих навч. закладів. Рівне: О.Зень, 2015.

					Список використаної літератури	Арк.
						106
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

44 Правила охорони праці під час виробництва парфумерно-косметичної продукції: наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 06.11.2014. № 786.

					Список використаної літератури	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		