

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра харчових технологій

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до кваліфікаційної роботи  
ступеня вищої освіти «Бакалавр»  
на тему:

**Проект цеху з виробництва олії соняшникової**

**Виконав:** здобувачка вищої освіти 5 курсу,  
групи ХТз-1-20 освітньо-професійної програми  
«Харчові технології» зі спеціальності  
181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Тетяна ЧМИР

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Олександр ПІВОВАРОВ

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«07» травня 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Чмир Тетяні Сергіївні

1. Тема роботи: «Проект цеху з виробництва олії соняшникової».  
Керівник роботи: Півоваров Олександр Андрійович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» травня 2025 року № 962.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 09 червня 2025 року.
3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія підготовки виробництва олії соняшникової. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Технологічна частина. 3 Проектна частина. 4 Впровадження блоку брикетування лушпиння. 5 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки. Бібліографія.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка питання. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Аналітичний огляд. 4 Технологічна частина. 5 Проєктна частина. 6 Впровадження блоку брикетування лущиння. 7 Розрахунок економічних показників. 8 Загальні висновки.

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---|----------------|------------------|
|        |   | завдання видав | завдання прийняв |
| 1-6    | Професор Олександр ПІВОВАРОВ              | 07.05.25       | 09.06.25         |

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи  | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1     | Вступ  | 07.05-08.05.25                | виконано |
| 2     | Аналітичний огляд  | 09.05-14.05.25                | виконано |
| 3     | Удосконалена технологічна лінія сепарації насіння кондитерського соняшнику | 15.05-16.05.25                | виконано |
| 4     | Розрахунок технологічних показників  | 17.05-23.05.25                | виконано |
| 5     | Впровадження автоматизованого віброрешітного сепаратора                    | 24.05-31.05.25                | виконано |
| 6     | Охорона праці та захист навколишнього середовища                           | 01.06-02.06.25                | виконано |
| 8     | Техніко-економічне обґрунтування   | 02.06-05.06.25                | виконано |
| 9     | Підготовка демонстраційного матеріалу                                      | 06.06-09.06.25                | виконано |

**Здобувач вищої освіти**

\_\_\_\_\_ Тетяна ЧМИР  
( підпис )

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ Олександр ПІВОВАРОВ  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Тема: «Проект цеху з виробництва олії соняшникової»

**Кваліфікаційна робота:** 63 сторінки, 13 рисунків, 6 таблиць, 0 додатків, 26 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження** – технологія переробки насіння рицини.

**Предмет дослідження** – зв'язок показників якості продуктів переробки насіння рицини та технологічних параметрів процесу.

**Метою роботи** є обґрунтування та розроблення ефективної технологічної схеми переробки насіння рицини з отриманням технічної рицинової олії та знешкодженої кормової макухи, що відповідає сучасним вимогам якості, безпеки, екологічності та економічної доцільності.

*У роботі розглянуто технологічний процес переробки насіння рицини з акцентом на попередню підготовку сировини, розробку функціонально-технологічної схеми та оптимізацію режимів пресування з відділенням насінневої оболонки. Проведено аналіз існуючих методів детоксикації насіння та продуктів переробки, обґрунтовано технологічну схему детоксикації рицинової макухи для кормових цілей. Розроблено технологічний розрахунок, охарактеризовано сировину і продукцію, виконано розрахунок основних показників ефективності. Досліджено методику та результати детоксикації насіння інфрачервоним випромінюванням. Особлива увага приділена охороні праці, техніці безпеки та захисту навколишнього середовища, а також пожежній безпеці. Проведено техніко-економічне обґрунтування удосконаленої технологічної лінії з розрахунком економічних показників.*

## КЛЮЧОВІ СЛОВА

*Соняшникова олія; безвідходні технології; економічна ефективність; енергетичні витрати; біопаливо; брикетування лушпиння; сталий розвиток; екологічна безпека; фінансова оцінка; стратегічна доцільність проекту*

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ВСТУП.....   | 6  |
| 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....   | 9  |
| 1.1 Передумови реалізації проєкту.....   | 9  |
| 1.2 Аналіз конкурентного середовища.....   | 10 |
| 1.3 Стратегія маркетингу .....   | 11 |
| Висновки за розділом.....  | 16 |
| 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....  | 17 |
| 2.1 Опис технологій, що використовуються у виробництві .....   | 17 |
| 2.2 Перелік обладнання.....  | 19 |
| Висновки за розділом.....  | 31 |
| 3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА .....   | 32 |
| 3.1 Земельна ділянка та приміщення.....  | 32 |
| 3.2 Технологічний розрахунок .....   | 33 |
| Висновки за розділом.....  | 36 |
| 4 ВПРОВАДЖЕННЯ БЛОКУ БРИКЕТУВАННЯ ЛУШПИННЯ.....  | 38 |
| 4.1 Технічне оновлення: впровадження блоку брикетування.....   | 38 |
| 4.2 Установа для виготовлення паливних брикетів.....   | 39 |
| 4.3 Результати досліджень установки для виготовлення паливних брикетів .....                             | 41 |
| Висновки за розділом.....  | 44 |
| 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....   | 46 |
| 5.1 Охорона праці в цеху з виробництва соняшникової олії .....   | 46 |
| 5.2 Захист навколишнього середовища.....   | 48 |
| Висновки за розділом.....  | 51 |
| 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....  | 52 |
| 6.1 Розрахунок економічних показників удосконаленої технологічної лінії<br>переробки насіння рицини..... | 52 |
| 6.2 Ідентифікація ризиків.....   | 55 |
| Висновки за розділом.....  | 57 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....   | 58 |
| БІБЛІОГРАФІЯ .....   | 60 |

## ВСТУП

Виробництво рослинної олії, зокрема соняшникової, є одним із ключових напрямів агропромислового комплексу України. Наша держава стабільно утримує провідні позиції у світі за обсягами вирощування соняшника і експорту соняшникової олії. В умовах глобальної економічної нестабільності, зростання цін на продовольство та енергоносії, розширення внутрішньої переробки сільськогосподарської продукції набуває особливої важливості. Створення власних переробних підприємств дозволяє підвищити додану вартість аграрної продукції, створити нові робочі місця в регіонах, зменшити залежність від імпорту готової продукції, збільшити валютні надходження до бюджету.

Особливо актуальним є розвиток невеликих і середніх переробних потужностей у безпосередній близькості до місць вирощування сировини. Це дозволяє мінімізувати логістичні витрати, забезпечити більш стабільну якість готової продукції та швидко реагувати на зміни ринкової кон'юнктури. Проектування цеху з виробництва соняшникової олії відповідає стратегії розвитку сільських територій, що спрямована на стимулювання локального бізнесу і покращення соціально-економічного рівня життя сільського населення.

Паралельно з економічними чинниками, дедалі більшого значення набувають екологічні аспекти. Сучасні технології переробки насіння соняшника дозволяють мінімізувати втрати ресурсів, раціонально використовувати відходи (наприклад, переробка лушпиння на пелети для опалення), знижувати енергоспоживання за рахунок енергоефективного обладнання. У контексті переходу до сталого розвитку, такі цехи мають перевагу над великими промисловими підприємствами завдяки гнучкості технологічних рішень і можливості швидкої адаптації до сучасних екологічних стандартів.

Проектування сучасного цеху також є відповіддю на зростаючі вимоги споживачів до якості харчових продуктів. На сьогоднішній день покупці більше звертають увагу на натуральність продукту, відсутність консервантів і

технологічних домішок, що відкриває великі перспективи для виробників нерафінованої або слабо обробленої олії. Проект цеху з виробництва соняшникової олії передбачає впровадження гнучких технологічних процесів, які дають змогу виготовляти олію різних ступенів очищення, відповідно до вимог як внутрішнього, так і зовнішніх ринків.

Ще одним важливим аспектом актуальності є енергетична безпека підприємства. Сучасні проекти цехів орієнтуються на використання альтернативних джерел енергії — зокрема, біопалива з власних відходів виробництва. Це не тільки знижує енергетичні витрати і собівартість продукції, а й підвищує незалежність виробництва від коливань цін на традиційні енергоносії. З огляду на тенденції національної та світової політики у сфері енергетичної ефективності, впровадження таких підходів робить проект ще більш перспективним.

На фоні змін у законодавстві України, які сприяють підтримці локальної переробки агропродукції, наявність власного цеху олієвиробництва відкриває можливість залучення державних програм фінансування, грантової підтримки, участі у програмах розвитку малого і середнього бізнесу. Це створює додаткові стимули для інвесторів і підприємців, які прагнуть диверсифікувати свої бізнеси у аграрному секторі.

Враховуючи стратегічне розташування земельної ділянки поблизу великого міста та магістральних транспортних шляхів, наявність частини виробничої інфраструктури та технічного обладнання, реалізація проекту є економічно доцільною та інвестиційно привабливою. Це дозволить у короткі строки організувати виробництво конкурентоспроможної продукції, зорієнтованої як на внутрішній ринок, так і на експорт.

Таким чином, розробка проекту цеху з виробництва соняшникової олії є надзвичайно актуальною через поєднання економічних, екологічних, енергетичних і соціальних факторів. Реалізація такого проекту сприятиме розвитку аграрного сектору, підтримці сільських громад, підвищенню продовольчої безпеки країни та розширенню експертного потенціалу України на світових ринках рослинних олій.

Мета – оцінка та забезпечення ефективності проєкту з виробництва соняшникової олії через впровадження безвідходних технологій, що сприяють економічному, екологічному та соціальному розвитку, а також оцінка енергетичних та фінансових показників для забезпечення сталого функціонування підприємства.

Задачі:

– оцінити актуальність та стратегічну доцільність проєкту на основі використання сировинного потенціалу, попиту на екологічну продукцію та розташування виробництва;

– аналізувати технологічний процес та ефективність безвідходної переробки насіння соняшника з метою забезпечення високої якості продукції та мінімізації відходів;

– визначити енергетичні витрати підприємства та розробити стратегію енергопостачання для забезпечення ефективної роботи цеху;

– розробити та впровадити нові технології, зокрема блок брикетування лушпиння, для виготовлення екологічно чистого біопалива з високою доданою вартістю;

– оцінити рівень охорони праці та екологічної відповідальності у виробничому процесі для забезпечення безпеки працівників і мінімізації впливу на навколишнє середовище;

– провести фінансові розрахунки для підтвердження економічної ефективності проєкту, включаючи розрахунок чистого прибутку та терміну окупності інвестицій.

## 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Передумови реалізації проєкту

Головною метою даного проєкту є створення сучасного виробничого комплексу з високим ступенем технологічної інтеграції для випуску високоякісної, експортоорієнтованої, конкурентоспроможної соняшникової олії, а також кормових гранул на основі макухи та твердого біопалива у вигляді пелет. Орієнтація на європейські ринки обумовлює необхідність забезпечення відповідності продукції міжнародним стандартам якості, екологічності та економічної ефективності.

Актуальність реалізації проєкту обумовлена наявністю в Україні значного сировинного потенціалу для переробки насіння соняшника, стабільним попитом на рослинну олію на зовнішніх ринках, а також потребою в екологічно безпечному паливі та тваринницьких кормах.

Проєкт передбачає будівництво цеху комплексної безвідходної переробки насіння соняшника, до складу якого входять вісім взаємопов'язаних виробничих блоків. Усі технологічні ланки функціонально інтегровані в єдиний виробничий процес, що забезпечує мінімізацію втрат сировини, ефективне використання відходів і максимізацію доданої вартості готової продукції.

Місце реалізації проєкту – Україна, Дніпропетровська обл., траса Дніпро-Магдалинівка (8 км до м. Дніпро).

Земельні ресурси – земельна ділянка у приватній власності площею 0,8 га.

Виробнича потужність Продуктивність запланованого цеху з виробництва олії становить до 120 т на добу.

Комплексна переробка сировини охоплює такі напрямки:

- виробництво соняшникової олії;
- виготовлення кормових гранул на основі макухи;
- виробництво твердого біопалива у вигляді пелет.

У результаті впровадження проєкту передбачається:

- збільшення обсягів високоякісної експортної продукції;
- зростання прибутковості підприємства;
- зниження екологічного навантаження на довкілля;
- створення 30 нових робочих місць у регіоні;
- підвищення інвестиційної привабливості галузі.

Таким чином, реалізація проєкту сприятиме підвищенню економічної ефективності використання сировини, розвитку переробної галузі, а також формуванню стабільної моделі екологічно відповідального виробництва.

## 1.2 Аналіз конкурентного середовища

Основними конкурентами створюваного цеху на території Дніпропетровської області є декілька підприємств різного масштабу, які займаються переробкою насіння соняшника на олію та супутні продукти. Найбільшим конкурентом є ТМ «Олейна», що належить ДП «Сантрейд» (ПрАТ з П «Дніпропетровський олійноекстракційний завод»), розташований у місті Дніпро на відстані близько 35 км від запланованого місця будівництва. Потужність цього заводу становить 800–1000 тон насіння на добу. Підприємство є одним з лідерів ринку, має високу впізнаваність бренду, потужну логістичну та збутову систему, що дозволяє йому успішно працювати не лише на внутрішньому, а й на зовнішньому ринку.

Ще одним помітним гравцем є ТОВ «Солома», розташоване у місті Верхівцеве Дніпропетровської області, на відстані 120 км. Це підприємство має середні потужності та орієнтоване переважно на регіональний ринок. Його рівень автоматизації нижчий, що знижує конкурентоспроможність у порівнянні з великими заводами. ТОВ «Дніпролія» працює у місті Кривий Ріг, за 170 км від місця реалізації проєкту, і має потужність 400 т на добу, з яких 300 т іде на виробництво фасованого смаженого насіння, а 100 т – на виробництво олії. Річний обсяг реалізації підприємства складає близько 120 000 т. Така диверсифікація виробництва дозволяє підприємству адаптуватися до змін ринку та знижувати ризики.

У місті Павлоград функціонує приватний завод із потужністю 100 т на добу та річним обсягом реалізації 30 000 т. Це підприємство має менші масштаби, але забезпечує стабільну присутність на місцевому ринку. У місті Тернівка працюють дві приватні олійниці: одна з потужністю 30 т на добу та реалізацією 9000 т на рік, інша – з потужністю 20 т на добу та річним обсягом 6000 т. Обидва підприємства мають локальний характер і обмежені виробничі можливості. Також на території області діє низка малих приватних олійниць із сукупним обсягом реалізації до 10 000 т на рік. Вони мають низький рівень технологічного оснащення та орієнтовані на нішевий або сірий сегмент ринку.

Загалом обсяг споживання насіння соняшника на переробку в межах Дніпропетровської області становить близько 625 000 т на рік. Це свідчить про високе навантаження на сировинну базу та наявність значної конкуренції у галузі. Запланований до будівництва завод із потужністю 120 т на добу займає проміжну нішу між великими переробними підприємствами та малими приватними олійницями. Його конкурентні переваги полягають у впровадженні безвідходної технології, що передбачає не лише виробництво високоякісної рослинної олії, але й кормових гранул на основі макухи та твердого біопалива у вигляді пелет. Крім того, розташування заводу поблизу міста Дніпро (8 км) забезпечує зручну логістику як для постачання сировини, так і для реалізації готової продукції. Використання сучасного енергоощадного обладнання дозволить знизити виробничі витрати, а орієнтація на експорт відкриє можливості отримання додаткового прибутку. Усе це свідчить про здатність створеного підприємства гідно конкурувати на насиченому регіональному ринку та зайняти стійку позицію серед інших виробників.

### 1.3 Стратегія маркетингу

В умовах високої конкуренції на ринку переробки насіння соняшнику, ефективна маркетингова стратегія є ключовим інструментом забезпечення ринкової стійкості, зростання продажів та формування позитивного іміджу підприємства. Стратегія маркетингу створеного цеху базується на принципах

задоволення попиту споживачів через пропозицію якісної, доступної та конкурентоспроможної продукції, посиленого просування товару, а також гнучкої адаптації до змін ринкового середовища.

Основними напрямками маркетингової діяльності є:

– пропозиція високоякісної, сертифікованої та екологічно безпечної продукції, яка відповідатиме вимогам внутрішнього ринку та стандартам країн Європейського Союзу;

– проведення широкомасштабної рекламної кампанії з метою формування обізнаності споживачів про бренд, переваги продукції, екологічність технології виробництва та орієнтацію підприємства на європейські стандарти якості;

– скорочення виробничих витрат через впровадження енергоощадних технологій і безвідходного виробництва, що дозволить утримувати ціну на конкурентоспроможному рівні.

Рекламна кампанія буде здійснюватися із залученням комплексного інструментарію: розміщення інформації в засобах масової інформації (Інтернет-платформи, друковані ЗМІ, радіо, телебачення), активна участь у виставкових заходах, галузевих ярмарках, бізнес-форумах та презентаціях, спрямованих як на національну, так і міжнародну аудиторію. Також передбачено створення офіційного вебсайту підприємства з можливістю онлайн-замовлення продукції та отримання консультацій, ведення сторінок у соціальних мережах, налагодження email-маркетингу та співпраці з інфлюенсерами аграрної сфери.

Маркетингова стратегія підприємства передбачає не лише реалізацію короткострокових комерційних цілей, а й формування довгострокової моделі розвитку, що включає випуск продукції високої якості за розумною ціною, системну інформаційно-реklamну діяльність, розширення географії продажів, забезпечення високого рівня обслуговування, оперативне реагування на зміни у споживчих уподобаннях та гнучке управління товарними потоками.

Для ефективної реалізації маркетингової політики підприємством буде створено окрему службу маркетингу, що інтегрується у загальну систему

управління виробничими та комерційними процесами. Основними завданнями служби маркетингу є:

- впровадження маркетингових підходів у систему управління збутом та постачанням підприємства з урахуванням внутрішнього потенціалу, ринкової кон'юнктури та тенденцій зовнішнього середовища;

- розвиток механізмів маркетингового управління, включаючи формування стійких комунікативних зв'язків підприємства з потенційними споживачами, дистриб'юторами та партнерами;

- організація внутрішньої маркетингової системи, що охоплює планування, реалізацію та контроль маркетингових програм;

- координація діяльності всіх структурних підрозділів у процесі розробки стратегічних та оперативних планів ринкової діяльності;

- збір, обробка, аналіз та передача маркетингової інформації (результатів досліджень ринку, поведінкових моделей споживачів, конкурентних переваг тощо) для прийняття обґрунтованих управлінських рішень на рівні підприємства.

До основних функцій служби маркетингу належать:

1. Комплексні дослідження ринку, що включають аналіз поточної кон'юнктури, вивчення тенденцій попиту, моніторинг споживацьких уподобань, мотивацій, лояльності, вивчення діяльності конкурентів, визначення ринкових сегментів та позиціонування товарів.

2. Формування асортиментної політики, що передбачає оцінку конкурентоспроможності наявної продукції, її вдосконалення та оновлення, а також розробку нових товарів з урахуванням запитів споживачів та технологічних можливостей підприємства.

3. Розробка цінової політики, яка включає вибір оптимального рівня цін, виходячи з аналізу власних витрат, рівня конкуренції, попиту, а також розробку системи знижок, акцій, стимулюючих заходів, орієнтованих на залучення споживачів та зміцнення позицій на ринку.

4. Створення каналів розподілу та організація продажу продукції – формування мережі реалізації, вибір ефективних торгових посередників, укладення

довгострокових контрактів, аналіз обсягів продажів, вибір оптимальних логістичних схем.

5. Розвиток комунікативних зв'язків із ринком, що охоплює підготовку маркетингових обґрунтувань для проведення рекламних кампаній, участь у престижних заходах, презентаціях, конференціях, стимулювання роботи збутового персоналу та підвищення впізнаваності бренду.

Усі ці заходи сприятимуть формуванню сталого попиту на продукцію підприємства, зміцненню конкурентних позицій на внутрішньому та зовнішньому ринках, підвищенню ефективності збутової діяльності та досягненню стратегічної мети – виходу підприємства на міжнародні ринки з якісною, екологічно чистою, конкурентоспроможною продукцією.

Аналіз виробництва та споживання соняшникової олії у Дніпропетровській області показав, що 2024 р. це співвідношення становило 44,1 тис. т до 293,3 тис. т. За умови ухвалення середнього виходу олії (40,5 %) на переробних заводах 724,19 тис. тонн соняшника йде безпосередньо на олію. Тобто 1273,56 тис. т соняшника йде на експорт та інші цілі (смажені насіння в пакетах).

З урахуванням тенденції зростання обсягів виробництва соняшнику цех по переробці насіння соняшнику, що створюється, повинен мати мінімальну потужність 1200 т/рік.

На сьогодні ціна олії становить 740-755 \$/т. Додамо сюди ціну розливу по пляшках, вартість доставки в магазини, торгову надбавку та отримаємо роздрібну ціну на полиці на 30–40% вище за оптову.

Збільшення виробництва та поліпшення якості білкових кормів, як одного з найважливіших завдань у підвищенні продуктивності тварин та птиці, може бути здійснено за рахунок удосконалення технології переробки макухи, яка в даний час обмежується подрібненням із подальшим введенням у комбікорми.

Більш досконалим способом переробки макухи є його подрібнення з додаванням додаткових компонентів комбікормів з подальшим його гранулюванням. Гранулювання дає можливість покращити технологічні властивості гранульованого матеріалу: запобігає його спіканню (злипанням)

збільшує сипкість, що важливо для забезпечення можливості використання матеріалу дрібними порціями, полегшує навантаження, транспортування, зберігання та ін. Гранульовані корми краще, ніж розсипні, зберігають поживні речовини та вітаміни, швидко з'їдаються та добре засвоюються тваринами.

Гранульовані корми з додаванням високопротеїнової макухи використовуються для відгодівлі птиці та молодняку великої рогатої худоби. Аналіз статистичних даних поголів'я птиці та великої рогатої худоби показав тенденцію зростання поголів'я птиці. З урахуванням специфіки годівлі птиці (обов'язкова наявність макухи в раціоні) можна стверджувати про затребуваність гранульованих кормів з високопротеїновою макухою.

Продукція цеху буде доходити до кінцевого споживача через послуги оптовиків (як українських дистриб'юторів, так і портових) через оптові склади, далі реалізуватися на ринках і в магазинах міст.

Велика увага приділятиметься максимальному наближенню продукції до населення. З цією метою планується відкривати спеціалізовані магазини, торгові точки на оптово-роздрібних ринках. Також продаж буде здійснюватися у фірмових кіосках за принципом від виробника до споживача, які розташовані в густонаселених районах міста.

Продукція матиме такі властивості, що вигідно відрізняють її від продукції інших виробників соняшникової олії Дніпропетровської області.

1. Високий рівень смакових якостей. Використовуване технологічне обладнання є сучасним, що передбачає безперебійну безперервну роботу виробництва та переробки соняшникової олії, гарантує дотримання норм технологічного режиму, а це спричиняє вихід якісної продукції, що відповідає всім вимогам нормативних документів.

2. Якість продукції буде відповідати світовим стандартам, причому смакові показники ні чим не відрізняються від світових виробників.

3. Якість та привабливість упаковки. Продукція буде упаковуватись у ПЕТ пляшки, які використовуються багатьма виробниками рослинної олії зі світовим ім'ям.

4. Доступна ціна. Через війну організації свого виробництва з замкненому технологічному циклу і зниження внутрішньовиробничих витрат – собівартість виробленої продукції на 10-15 % буде нижчою, ніж у середньому по отрасли. Тому цех, що створюється, має можливість регулювати ціни реалізації з перевагою на 10-15%.
5. Залучатимуться висококваліфіковані фахівці в галузі олійно-жирової промисловості.

#### Висновки за розділом

Передумови реалізації проєкту свідчать про його високу актуальність та стратегічну доцільність у сучасних умовах. Поєднання наявного сировинного потенціалу, зростаючого попиту на екологічно безпечну та якісну продукцію, а також сприятливого розташування майбутнього виробничого комплексу створюють передумови для ефективної реалізації проєкту. Запропонована модель безвідходного виробництва з багатоступеневою переробкою насіння соняшника дозволяє не лише максимально використовувати сировину, а й отримувати продукцію з високою доданою вартістю – олію, кормові гранули та пелети. Окрім економічної вигоди, реалізація проєкту матиме позитивний соціальний та екологічний ефект: створення нових робочих місць, зниження навантаження на довкілля та розвиток інфраструктури. Таким чином, запропонований проєкт має усі необхідні передумови для успішної реалізації та подальшого сталого функціонування в умовах конкурентного ринку.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Опис технологій, що використовуються у виробництві

Висока якість продукції забезпечуватиметься за рахунок постійного контролю за якістю сировини, напівпродуктів та готової продукції, а також за рахунок використання сучасних технологій, раціональної організації виробництва, впровадження комп'ютерних технологій. Розвантаження сировини здійснюватиметься автомобілерозвантажувачем, прийом сировини та відпуск готової продукції здійснюватиметься через електронні ваги, оснащені спеціальною програмою та підключеною до бухгалтерської програми 1С.

Цех є сучасною технологічною лінією, що складається з 8 взаємопов'язаних блоків:

1. Блок прийому, попереднього очищення та складування насіння;
2. Блок підсушування насіння;
3. Блок лушення, сепарації, подрібнення насіння;
4. Блок теплової обробки та віджиму;
5. Блок первинного очищення олії;
6. Блок пелетування лушпиння;
7. Блок розливу, закупорювання та етикетування;
8. Блок парогенерації.

Технологічна схема цеху комплексної безвідходної переробки насіння соняшника представлена рис. 2.1. Лінія дозволяє одночасно отримувати високоякісні олії, регулювати її жирнокислотний склад, а також отримувати тверде біопаливо у вигляді пелети.

Насіння надходить у завальний бункер, звідки транспортується стрічковим або шнековим транспортером до сепаратора для попереднього очищення. Після очищення продукт піднімається норією до проміжного бункера. Із цього бункера сировина подається шнеком до машини для руйнування оболонки, де здійснюється розділення насіння. У випадку соняшника відбувається поділ ядра та лушпиння.

Після цього суміш спрямовується до вальцьового верстата, де її подрібнюють до стану м'ятки. Далі норією м'ятка транспортується до жаровні для теплової обробки. Розігріта м'ятка шнековим механізмом подається в шнековий прес, де відбувається первинне відтискання олії. Отримана олія витікає через зазори зєєра преса в спеціальну приймальну ємність.

Відокремлена лущайка транспортером надходить у пелетератор, де відбувається формування паливних пелетів, які надалі фасуються в мішки та надходять на склад.

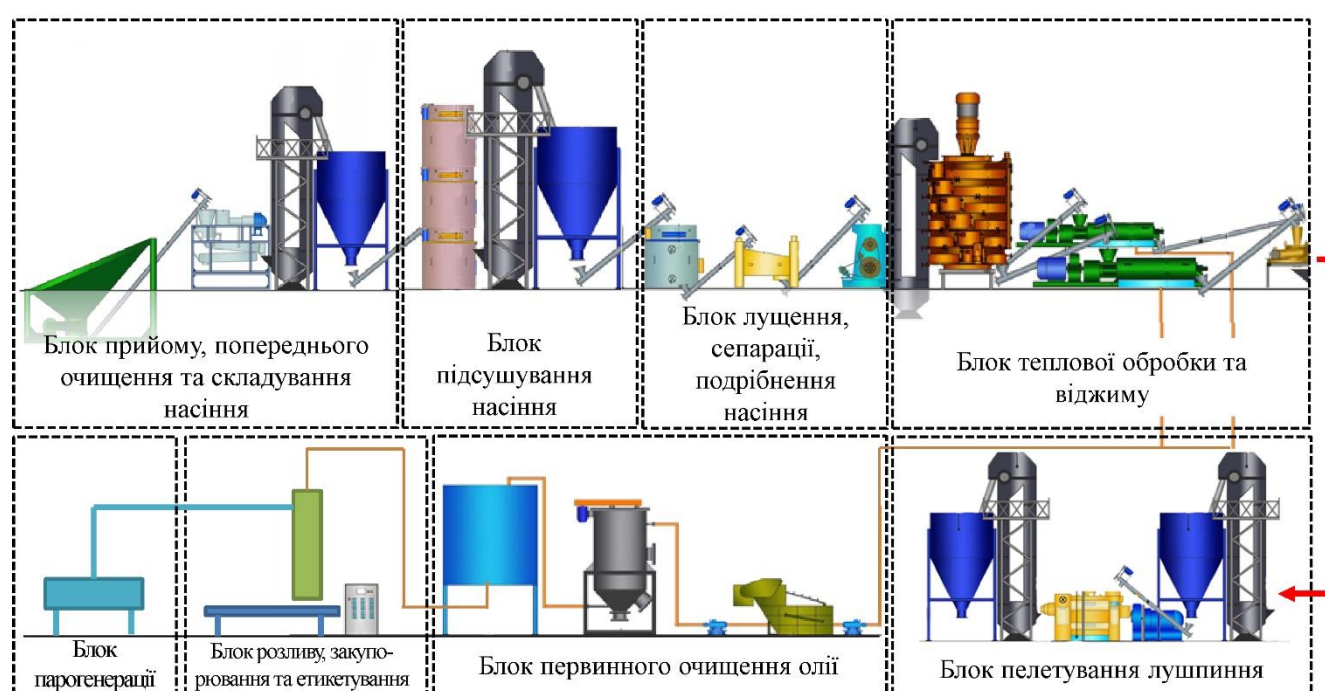


Рисунок 2.1 – Технологічна схема цеху комплексної безвідходної переробки насіння соняшника

Із приймальних резервуарів, розташованих біля пресів, олія за допомогою насосної станції транспортується до фузоловушки, де проходить початкове очищення від твердих частинок перед подальшою фільтрацією. Після цього вона надходить у відцентровий фільтр, де здійснюється глибше очищення. Очищену олію направляють до накопичувального резервуара, звідки вона потім фасується в тару, упаковується та маркується.

Макуха виходить із преса і шнековим транспортером подається в подрібнювач макухи. Подрібнений макуха норією подається в бункер на складі.

Управління роботою лінії здійснюється з шаф керування.

При успішному розвитку цеху можна розширити переробку макухи, додавши ще один блок виробництва кормових гранул.

## 2.2 Перелік обладнання

Цех комплексної безвідходної переробки насіння соняшника складається з кількох технологічних блоків, кожен з яких виконує свою функцію в загальному ланцюгу виробництва олії, макухи, лушпинних пелет та іншої продукції.

До складу кожного блоку входить спеціалізоване обладнання, перелік якого подано у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Список обладнання цеху комплексної безвідходної переробки насіння соняшника

| №        | Найменування  | Потужність 1 од., кВт | Кількість, од. | Сумарна споживана потужність, кВт |
|----------|---|-----------------------|----------------|-----------------------------------|
| <b>1</b> | <b>Блок прийому, попереднього очищення та складування насіння</b>                         |                       |                | <b>81,50</b>                      |
| 1.1      | Завальна яма (комплект) з ваговим бункером об'ємом 80 м куб.                              | 15,00                 | 1              | 15,00                             |
| 1.2      | Транспортер похилий подачі насіння до норії з 1 проміжок. вивантаженням з ел.             | 11,00                 | 1              | 11,00                             |
| 1.3      | Норія завантаження сепаратора, 100т/год,  | 7,50                  | 1              | 7,50                              |
| 1.4      | Комплект зернопроводів від норії в завантажений патрубок сепаратора попереднього очищення | 0,25                  | 1              | 0,25                              |

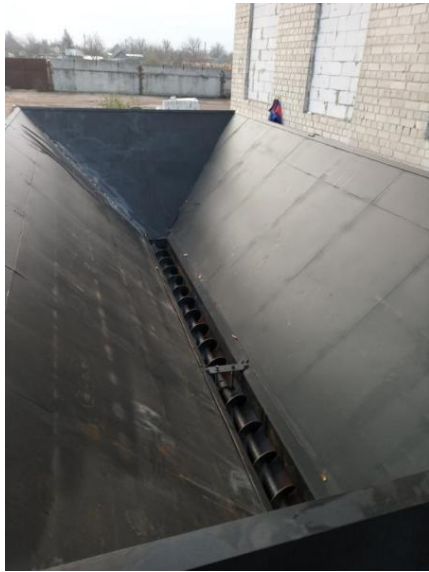
| №        | Найменування  | Потужність 1 од., кВт | Кількість, од. | Сумарна споживана потужність, кВт |
|----------|---|-----------------------|----------------|-----------------------------------|
| 1.5      | Сепаратор попереднього очищення   | 11,00                 | 1              | 11,00                             |
| 1.6      | Зернопровід від сепаратора попереднього очищення до тр-ру вивантаження сепаратора | 0,00                  | 1              | 0,00                              |
| 1.7      | Транспортер подачі насіння від сепаратора до норії                                | 5,50                  | 1              | 5,50                              |
| 1.8      | Норія 100т/год  | 11,00                 | 1              | 11,00                             |
| 1.9      | Комплект зернопроводів клапанів, поворотів для завантаження складу та цеху        | 0,50                  | 1              | 0,50                              |
| 1.10     | Транспортер завантаження складу, L=48 m ланцюговий                                | 18,50                 | 1              | 18,50                             |
| 1.11     | 5 ел.засувок.   | 0,25                  | 5              | 1,25                              |
| <b>2</b> | <b>Блок підсушування насіння</b>  |                       |                | <b>55,00</b>                      |
| 2.1      | Зернопровід подачі на трансп. загр. бункерів                                      | 0,00                  | 1              | 0,00                              |
| 2.2      | Транспортер загр. бунк-ів з 7 ел. вивантаженнями                                  | 5,50                  | 1              | 5,50                              |
| 2.3      | 7 ел. засувок.  | 0,25                  | 7              | 1,75                              |
| 2.4      | Бункера 7 шт. по 18м <sup>3</sup>   | 0,00                  | 7              | 0,00                              |
| 2.5      | Транспортер вивантаження бункерів із 7 завантаженнями                             | 4,00                  | 1              | 4,00                              |
| 2.6      | 7 ел.засувок.   | 1,75                  | 7              | 12,25                             |
| 2.7      | Транспортер загр норії  | 4,00                  | 1              | 4,00                              |
| 2.8      | Норія загр сушарки  | 4,00                  | 1              | 4,00                              |
| 2.9      | Сушарка   | 19,50                 | 1              | 19,50                             |
| 2.10     | Транспортер бм вивантаження з-під сушарки   | 4,00                  | 1              | 4,00                              |
| <b>3</b> | <b>Блок технологічного запасу насіння, лушення, сепарації</b>                     |                       |                | <b>34,35</b>                      |
| 3.1      | Бункер технологічного запасу сировини 21 м <sup>3</sup>                           | 0,00                  | 0              | 0,00                              |
| 3.2      | Транспортер похилий завантаження норії, 4 м                                       | 2,20                  | 1              | 2,20                              |
| 3.3      | Норія завантаження бункера сепаратора чистового очищення                          | 3,00                  | 1              | 3,00                              |
| 3.4      | Бункер завантаження сепаратора  | 0,00                  | 2              | 0,00                              |

| №        | Найменування  | Потужність 1 од., кВт | Кількість, од. | Сумарна споживана потужність, кВт |
|----------|---|-----------------------|----------------|-----------------------------------|
| 3.5      | Сепаратор насіння (Л)   | 5,00                  | 2              | 10,00                             |
| 3.6      | Транспортер похилий завантаження норії, 4 м                   | 2,20                  | 1              | 2,20                              |
| 3.7      | Норія вивантаження сепаратора,                                | 3,00                  | 1              | 3,00                              |
| 3.8      | Насіннерушка  | 11,00                 | 1              | 11,00                             |
| 3.9      | Вентилятор  | 2,20                  | 1              | 2,20                              |
| 3.10     | Повітропровід   |                       |                | 0,00                              |
| 3.11     | Батарея циклонів  | 0,75                  | 1              | 0,75                              |
| <b>4</b> | <b>Блок теплової обробки та віджиму</b>                       |                       |                | <b>137,85</b>                     |
| 4.1      | Транспортер накл. завантаження лушпиння. насіння до норії, 4м | 2,20                  | 1              | 0,00                              |
| 4.2      | Норія завантаження жаровні з магнітною колонкою               | 3,00                  | 1              | 3,00                              |
| 4.3      | Транспортер-живильник жаровні 1                               | 2,20                  | 1              | 2,20                              |
| 4.4      | Жарівня 4 чану для пресів першого віджиму                     | 22,00                 | 1              | 22,00                             |
| 4.5      | Транспортер накл. вивантаження жаровні, 5м                    | 2,20                  | 1              | 0,00                              |
| 4.6      | Транспортер гориз. завантаження пресів, 5м                    | 2,20                  | 1              | 0,00                              |
| 4.7      | Прес першого віджиму, 450кг/год                               | 22,00                 | 2              | 44,00                             |
| 4.8      | Транспортер компенсатор перевантаження пресів, 4м             | 2,20                  | 1              | 0,00                              |
| 4.9      | Транспортер вивантаження макухи 1 горизонтальний              | 2,20                  | 1              | 0,00                              |
| 4.10     | Транспортер вивантаження макухи 1 похилий 6м                  | 3,00                  | 1              | 3,00                              |
| 4.11     | Норія завантаження жаровні 2 відж.                            | 3,00                  | 1              | 3,00                              |
| 4.12     | Транспортер-живильник жаровні 1                               | 2,20                  | 1              | 2,20                              |
| 4.13     | Жарівня 2 відж. 3год  | 22,00                 | 1              | 22,00                             |
| 4.14     | Преси дотиску макухи  | 11,00                 | 2              | 22,00                             |
| 4.15     | Транспортер вивантаження макухи 2 горизонтальний              | 2,20                  | 1              | 2,20                              |
| 4.16     | Транспортер вивантаження макухи 2 похилий 6м                  | 3,00                  | 1              | 3,00                              |
| 4.17     | Норія макухи (2)  | 3,00                  | 1              | 3,00                              |
| 4.18     | Транспортер макухи (2) верхній розподільний, 10м              | 5,50                  | 1              | 5,50                              |
| 4.19     | 3 засувки.  | 0,25                  | 3              | 0,75                              |
| 4.20     | Ємність збору олії з фузолівкою                               | 0,00                  | 2              | 0,00                              |

| №        | Найменування  | Потужність 1 од., кВт | Кількість, од. | Сумарна споживана потужність, кВт |
|----------|---|-----------------------|----------------|-----------------------------------|
| 4.21     | Шафа системи керування  | 0,00                  | 1              | 0,00                              |
| <b>5</b> | <b>Блок первинного очищення олії</b>  |                       |                | <b>4,40</b>                       |
| 5.1      | Насос олії 1 ,  | 1,10                  | 1              | 1,10                              |
| 5.2      | Місткість з мішалкою  | 2,20                  | 1              | 2,20                              |
| 5.3      | Насос олії 2,   | 1,10                  | 1              | 1,10                              |
| 5.4      | Прес-фільтри белт.  | 0,00                  | 1              | 0,00                              |
| <b>6</b> | <b>Блок пелетування лушпиння</b>  |                       |                | <b>134,00</b>                     |
| 6.1      | Транспортер подовж. подачі лушпиння 18 м до лінії пелетування (вздовж стіни цеху) | 5,50                  | 1              | 5,50                              |
| 6.2      | Бункер для лушпиння перед лінією пелетування                                      | 0,00                  | 3              | 0,00                              |
| 6.3      | Лінія пелетування лушпиння  | 37,00                 | 3              | 111,00                            |
| 6.4      | Норія підйому пелет   | 4,00                  | 3              | 12,00                             |
| 6.5      | Транспортер пелет верхній 37 м  | 5,50                  | 1              | 5,50                              |
| <b>7</b> | <b>Блок розливу, закупорювання та етикетування</b>                                |                       |                | <b>32,20</b>                      |
| 7.1      | Агрегат формування пляшок   | 5,00                  | 1              | 5,00                              |
| 7.2      | Лінія розливу (1500 доз/год 1л)   | 12,00                 | 1              | 12,00                             |
| 7.3      | Лінія закупорювання ( 1500 бут./год )   | 9,00                  | 1              | 9,00                              |
| 7.4      | Етикетувальний автомат  | 2,20                  | 1              | 2,20                              |
| 7.5      | Термопакувальна машина  | 4,00                  | 1              | 4,00                              |
| <b>8</b> | <b>Блок парогенерації</b>   |                       |                | <b>0,00</b>                       |
| 8.1      | Котельня  | 0,00                  | 1              | 0,00                              |
| 8.2      | Паропроводи, запірні арматури   | 0,00                  | 1              | 0,00                              |

**Блок прийому, попереднього очищення та складування насіння** (рис. 2.2) починається із завальної ями, обладнаної ваговим бункером об'ємом 80 м<sup>3</sup>. Насіння доставляється на цех автотранспортом, висипається у завальну яму, де здійснюється первинне зважування. Далі насіння похилим транспортером подається на норію продуктивністю 100 т/год, що транспортує його до сепаратора

попереднього очищення. Зернопроводи та клапани направляють потік насіння у відповідні вузли. Сепаратор попереднього очищення видаляє великі механічні домішки, після чого насіння подається через транспортну систему у склад для зберігання або безпосередньо в цех подальшої обробки. Для розподілу потоків використовуються 5 електрозасувок. Ланцюговий транспортер довжиною 48 м забезпечує рівномірне розподілення насіння по складу.



Завальна яма 80 м куб.



Транспортер ТЦС-200



Норія НКЗ-100



СПО – решітний сепаратор попереднього очищення

Рисунок 2.2 – Обладнання блоку прийому, попереднього очищення та складування насіння

**Блок підсушування насіння** (рис. 2.3) включає систему зернопроводів, транспортер завантаження бункерів із сімома електричними вивантаженнями та сім бункерів об'ємом по 18 м<sup>3</sup> кожен для накопичення насіння. Кожен бункер оснащений індивідуальною електрозасувкою для контролю завантаження та вивантаження. Із бункерів насіння подається транспортером на норію, яка завантажує сушарку. У сушарці відбувається зниження вологості насіння до технологічно допустимого рівня шляхом обробки гарячим повітрям. Після сушіння насіння вивантажується транспортером і направляється на подальшу обробку.



Бункер-перевантажувач зерна



Норії зернові НЗ



Зерносушарка бункерна циркуляційна



Пневматичний транспортер ПТ

Рисунок 2.3 – Обладнання блоку підсушування насіння

**Блок технологічного запасу, лушення та сепарації** (рис. 2.4) призначений для тимчасового накопичення, остаточного очищення та підготовки насіння до віджиму.



Бункер запасу сировини 21  
м<sup>3</sup>



Норія НКЗ-10



Ковшовий транспортер



Насіннерушка МРВ



Сортувальна машина СС-012

Рисунок 2.4 – Обладнання блоку технологічного запасу, лушення та сепарації

Насіння із сушарки надходить у бункер технологічного запасу об'ємом 21 м<sup>3</sup>, звідки похилим транспортером і норією подається до бункера завантаження сепаратора чистового очищення. Сепаратор видаляє залишкові домішки та подрібнене лушпиння. Після цього насіння направляється до насіннерушки, де здійснюється механічне руйнування оболонки насіння. У процесі лущення утворюються ядра та лушпиння. Вентилятор через систему повітропроводів і батарею циклонів видаляє легке лушпиння, забезпечуючи чистоту ядра перед тепловою обробкою.

**Блок теплової обробки та віджиму** (рис. 2.5) починається з подачі очищеного насіння через похилий транспортер на норію, обладнану магнітною колонкою для видалення металевих домішок. Далі транспортер-живильник подає насіння в жарівню першого віджиму, яка має чотири чани. У жарівні насіння прогрівається до необхідної температури для поліпшення вилучення олії. Після теплової обробки насіння надходить у прес першого віджиму продуктивністю 450 кг/год, де відбувається вилучення основної маси олії. Віджятий продукт (макуха) транспортується горизонтальним і похилим транспортерами до норії та подається у другу жарівню для повторного прогріву. Жарівня другого віджиму має три чани і забезпечує підготовку макухи до дотиску. Після цього макуха надходить на преси дотиску, де відбирається додаткова кількість олії. Відпрацьована макуха транспортується окремою системою транспортерів і норій. Олія, отримана на пресах, потрапляє у спеціальну ємність збору разом із фузолівкою. Робота вузлів керується централізованою шафою системи управління.

**Блок первинного очищення олії** (рис. 2.6) забезпечує видалення механічних домішок і залишків твердих фракцій. Сирна олія перекачується насосом у місткість з мішалкою для гомогенізації. Далі насосом олія подається через прес-фільтри типу «белт», де відбувається очищення олії до вимог первинного стандартизованого продукту. Після фільтрації олія надходить на розлив або подальше доочищення.



Жаровня для маслоцеху



Маслопреси шнекові

Рисунок 2.5 – Обладнання блоку теплової обробки та віджиму



Горизонтальний напірний пластинчастий фільтр для олії



Фузолувлювач для олії

Рисунок 2.6 – Обладнання блоку первинного очищення олії

**Блок пелетування лушпиння** (рис. 2.7) реалізує повне використання лушпиння, що утворилося при лущенні насіння. Лушпиння транспортується транспортером довжиною 18 м до бункера перед лінією пелетування. У лінії пелетування під впливом високого тиску та температури лушпиння формується у гранули (пелети), які є зручним екологічним паливом. Після пелетування готові

пелети транспортуються норією на верхній транспортер довжиною 37 м для подальшого складування або відвантаження.



Рисунок 2.7 – Обладнання блоку пелетування лушпиння

**Блок розливу, закупорювання та етикетування** (рис. 2.8) складається з агрегату формування пляшок із преформ, лінії розливу олії продуктивністю 1500 доз на годину, лінії закупорювання, етикетувального автомата і термопакувальної машини. На першому етапі преформи за допомогою нагріву та повітряного розтягування формуються у готові пляшки. Далі пляшки подаються на лінію розливу, де автоматично наповнюються олією. Після розливу пляшки закриваються пластиковими кришками на лінії закупорювання. Потім на кожну пляшку автоматично наклеюється етикетка. Готові пляшки об'єднуються в групі упаковки за допомогою термопакувальної машини.

**Блок парогенерації** забезпечує виробництво технологічної пари для потреб жарівень, сушарки та інших технологічних вузлів. Котельня виробляє пару за допомогою спалювання палива (можливо використання лушпинних пелет або

іншого палива). Паропроводи забезпечують транспортування пари до споживачів. Система запірної арматури контролює подачу пари, підтримуючи потрібний тиск і температуру в окремих технологічних блоках.

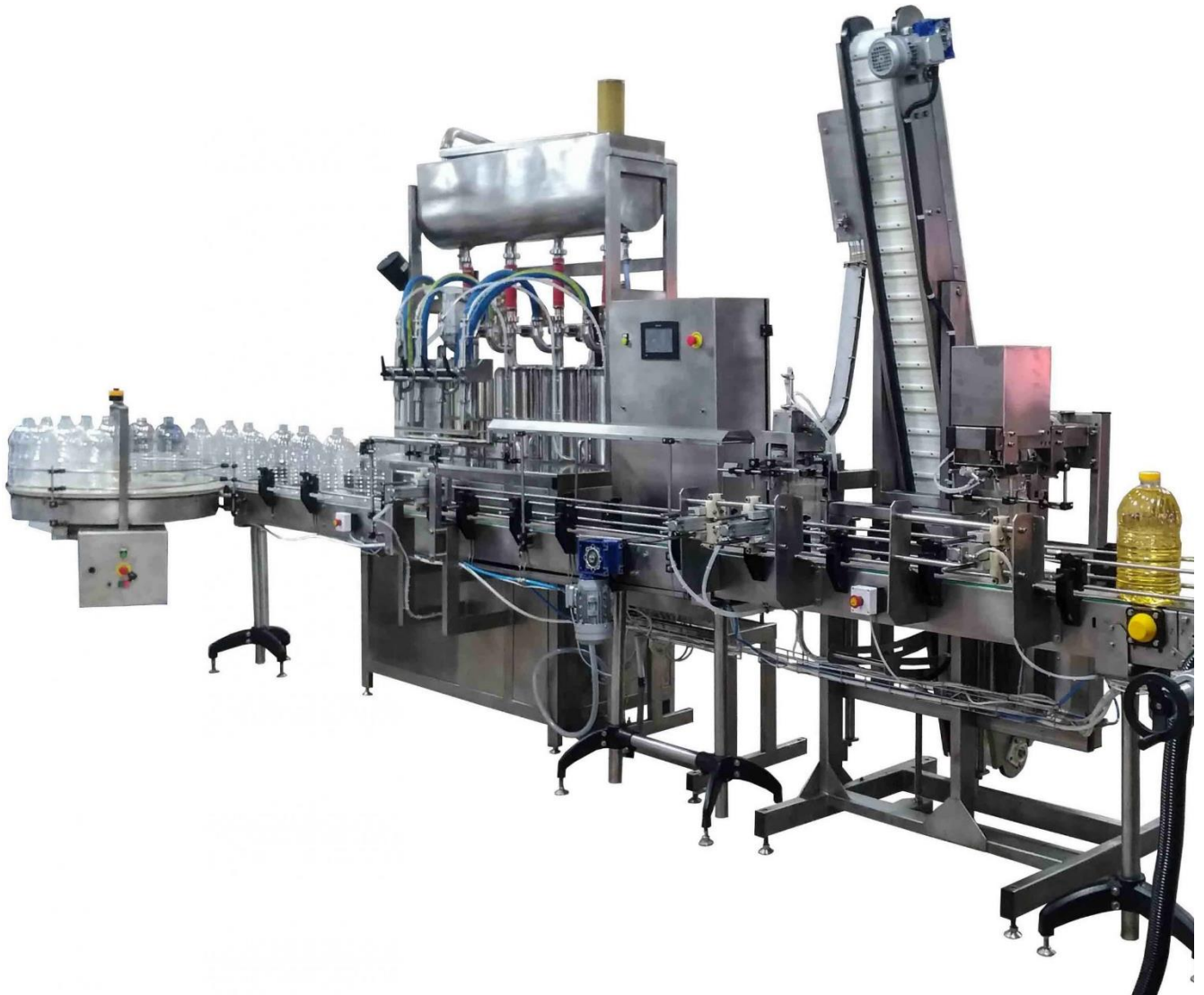


Рисунок 2.8 – Обладнання блоку розливу, закупорювання та етикетування

Усі блоки цеху працюють у скоординованому режимі, що дозволяє досягати високої продуктивності, мінімізувати втрати сировини і забезпечувати комплексну переробку насіння соняшника без утворення відходів. Злагоджена робота транспортних систем, норій, засувок і агрегатів керується централізованою автоматизованою системою управління, що підвищує надійність і ефективність виробничого процесу.

## Висновки за розділом

Технологічний процес в цеху комплексної безвідходної переробки насіння соняшника побудований на використанні сучасного обладнання, автоматизованих систем керування та інтегрованих комп'ютерних технологій. Раціональна організація виробничих етапів – від приймання й попереднього очищення насіння до розливу олії, виробництва пелет та обробки макухи – забезпечує високу якість готової продукції та мінімізацію відходів. Технологічна схема цеху дозволяє не лише отримувати високоякісну соняшникову олію з можливістю регулювання її жирнокислотного складу, а й виробляти тверде біопаливо у вигляді пелет. Використання спеціалізованого обладнання на кожному етапі виробництва забезпечує ефективність процесів, а також дає можливість у майбутньому розширити виробництво за рахунок додавання нових технологічних блоків.

## 3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

## 3.1 Земельна ділянка та приміщення

Для розміщення цеху є земельна ділянка у приватній власності площею 0,8 га, що розташована у Дніпропетровській обл., траса Дніпро-Магдалинівка (8 км до м. Дніпро). На території (рис. 3.1) є два в'їзди під вантажний транспорт, КТП потужністю 250 кВт, адміністративне приміщення (опалення пелетним котлом), цех з виробництва пелет продуктивністю 1 т/год, склад (12 м × 24 м) на 60 т готової продукції, сторожка охоронних, цех обладнання 50% будматеріалів для створення цеху олійниці, свердловина. Має обладнання та капітальні будови оцінюються в 500000 \$. Для будівництва приміщення під блок теплової обробки та віджиму, приміщення під склад, завальної ями, ваг, лабораторії необхідно 382 000 \$.

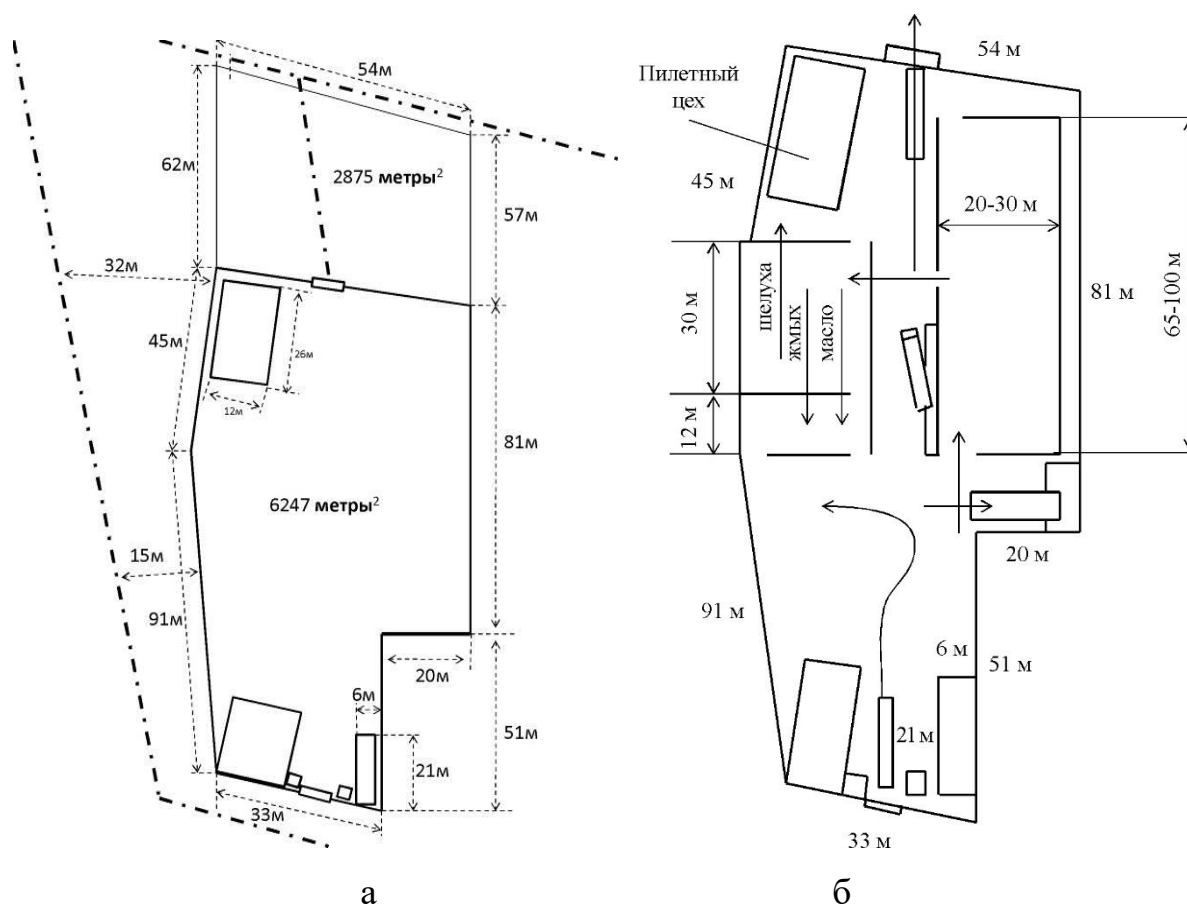


Рисунок 3.1 – Схеми земельної ділянки (а) та розташування цеху (б)

### 3.2 Технологічний розрахунок

Технологічний процес комплексної переробки насіння соняшника включає етапи прийому, очищення, підсушування, тимчасового зберігання, лущення, сепарації, теплової обробки, віджиму олії, первинного очищення олії, пелетування лущиння та фасування готової продукції. Для забезпечення безперервності виробництва на кожному етапі застосовується відповідне обладнання, кількість і потужність якого визначені згідно з таблицею вихідних даних. Розрахунок сумарної витрати електроенергії починається з визначення загальної встановленої потужності підприємства. Сума електричних потужностей всього обладнання визначається за формулою:

$$P_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^n (P_i \times N_i) \quad (3.1)$$

де  $P_i$  – потужність однієї одиниці обладнання, кВт,  $N_i$  – кількість одиниць обладнання даного типу.

Переходимо до розрахунку блоку прийому, попереднього очищення та складування насіння. Склавши потужності всіх одиниць обладнання, маємо:

$$P_1 = (15,00 \times 1) + (11,00 \times 1) + (7,50 \times 1) + (0,25 \times 1) + (11,00 \times 1) + (0,00 \times 1) + \\ + (5,50 \times 1) + (11,00 \times 1) + (0,50 \times 1) + (18,50 \times 1) + (0,25 \times 5).$$

Після обчислення:

$$P_1 = 15,00 + 11,00 + 7,50 + 0,25 + 11,00 + 0,00 + 5,50 + 11,00 + 0,50 + 18,50 + 1,25 = 81,50 \text{ кВт.}$$

Переходимо до блоку підсушування насіння. Потужність визначається наступним чином:

$$P_2 = (0,00 \times 1) + (5,50 \times 1) + (0,25 \times 7) + (0,00 \times 7) + (4,00 \times 1) + \\ + (1,75 \times 7) + (4,00 \times 1) + (4,00 \times 1) + (19,50 \times 1) + (4,00 \times 1).$$

Після підстановки:

$$P_2 = 0,00 + 5,50 + 1,75 + 0,00 + 4,00 + 12,25 + 4,00 + 4,00 + 19,50 + 4,00 = 55,00 \text{ кВт.}$$

Етап підсушування надзвичайно важливий, адже саме тут забезпечується необхідна вологість насіння для подальших операцій лущення й віджиму.

Далі обчислюємо сумарну потужність для блоку технологічного запасу насіння, лушення та сепарації:

$$P_3 = (2,20 \times 1) + (3,00 \times 1) + (0,00 \times 2) + (5,00 \times 2) + (2,20 \times 1) + (3,00 \times 1) + (11,00 \times 1) + (2,20 \times 1) + (0,75 \times 1).$$

Після обчислень:

$$P_3 = 2,20 + 3,00 + 0,00 + 10,00 + 2,20 + 3,00 + 11,00 + 2,20 + 0,75 = 34,35 \text{ кВт.}$$

Особливістю цього етапу є підвищена вимога до якості очищення насіння, що безпосередньо впливає на якість готової олії.

Переходимо до найпотужнішого етапу – блоку теплової обробки та віджиму.

Сумарна потужність:

$$P_4 = (2,20 \times 1) + (3,00 \times 1) + (2,20 \times 1) + (22,00 \times 1) + (2,20 \times 1) + (2,20 \times 1) + (22,00 \times 2) + (2,20 \times 1) + (2,20 \times 1) + (3,00 \times 1) + (3,00 \times 1) + (2,20 \times 1) + (22,00 \times 1) + (11,00 \times 2) + (2,20 \times 1) + (3,00 \times 1) + (3,00 \times 1) + (5,50 \times 1) + (0,25 \times 3).$$

Обчислюємо:

$$P_4 = 2,20 + 3,00 + 2,20 + 22,00 + 2,20 + 2,20 + 44,00 + 2,20 + 2,20 + 3,00 + 3,00 + 2,20 + 22,00 + 22,00 + 2,20 + 3,00 + 3,00 + 5,50 + 0,75 = 156,65 \text{ кВт.}$$

На цьому етапі відбувається основний процес отримання олії, що визначає загальну ефективність виробництва.

Розглянемо далі блок первинного очищення олії:

$$P_5 = (1,10 \times 1) + (2,20 \times 1) + (1,10 \times 1) + (0,00 \times 1) = 4,40 \text{ кВт.}$$

На цьому етапі здійснюється механічне очищення олії, що дозволяє зменшити вміст домішок.

Блок пелетування лушпиння має розрахунок:

$$P_6 = (5,50 \times 1) + (0,00 \times 3) + (37,00 \times 3) + (4,00 \times 3) + (5,50 \times 1).$$

Після обчислення:

$$P_6 = 5,50 + 0,00 + 111,00 + 12,00 + 5,50 = 134,00 \text{ кВт.}$$

Пелетування дає змогу ефективно утилізувати лушпиння, перетворюючи його на товарний продукт.

Розглянемо також блок розливу, закупорювання та етикетування:

$$P_7 = (5,00 \times 1) + (12,00 \times 1) + (9,00 \times 1) + (2,20 \times 1) + (4,00 \times 1).$$

Отримаємо:

$$P_7 = 5,00 + 12,00 + 9,00 + 2,20 + 4,00 = 32,20 \text{ кВт.}$$

Цей етап забезпечує упаковку готової продукції відповідно до вимог ринку.

Блок парогенерації споживання електроенергії не має.

Підсумовуючи всі результати:

$$P_{\text{заг}} = 81,50 + 55,00 + 34,35 + 156,65 + 4,40 + 134,00 + 32,20 = 498,10 \text{ кВт.}$$

Таким чином, загальна встановлена потужність цеху становить 498,1 кВт.

Продуктивність цеху визначаємо за головними операціями — перш за все, за продуктивністю пресів першого віджиму:

$$Q = 450 \text{ кг/год} \times 2 = 900 \text{ кг/год.}$$

Отже, переробка насіння становить 0,9 т/год або приблизно 7200 т/рік (при 8000 год роботи на рік).

Кількість обладнання визначається безпосередньо за наданою специфікацією, додаткового дублювання на цьому етапі не потрібно, оскільки проектом передбачена мінімально необхідна кількість для забезпечення безперервності процесу.

Гістограма розподілу встановленої потужності по технологічних блоках цеху наведена на рис. 3.2. Кожен стовпчик показує, скільки електроенергії споживає певний блок і яку частку (%) від загальної потужності він займає.

Найбільше споживання енергії має блок «Теплова обробка та віджим» — 156,65 кВт. Це пояснюється тим, що процеси нагрівання, жаріння насіння, а також робота потужних шнекових пресів вимагають значних енергетичних витрат для підтримання необхідних температур і тисків. Висока енергомісткість цього етапу технологічного процесу свідчить про його критичну важливість для забезпечення ефективного віджиму олії.

Найменше споживання енергії спостерігається у блоці «Первинне очищення олії» — 4,4 кВт. Це зумовлено тим, що основними енергоспоживачами на цьому етапі є насоси і мішалка, які забезпечують переміщення і попередню підготовку олії перед подальшою обробкою. У порівнянні з іншими етапами, ці процеси не

вимагають інтенсивного механічного або теплового впливу, що й визначає невеликі витрати електроенергії.

Середнє споживання енергії на один блок становить приблизно – 71,16 кВт. Це значення дає змогу оцінити середню енергомідкість різних частин технологічного процесу й планувати енергозабезпечення цеху відповідно до характеру навантаження окремих виробничих ділянок.

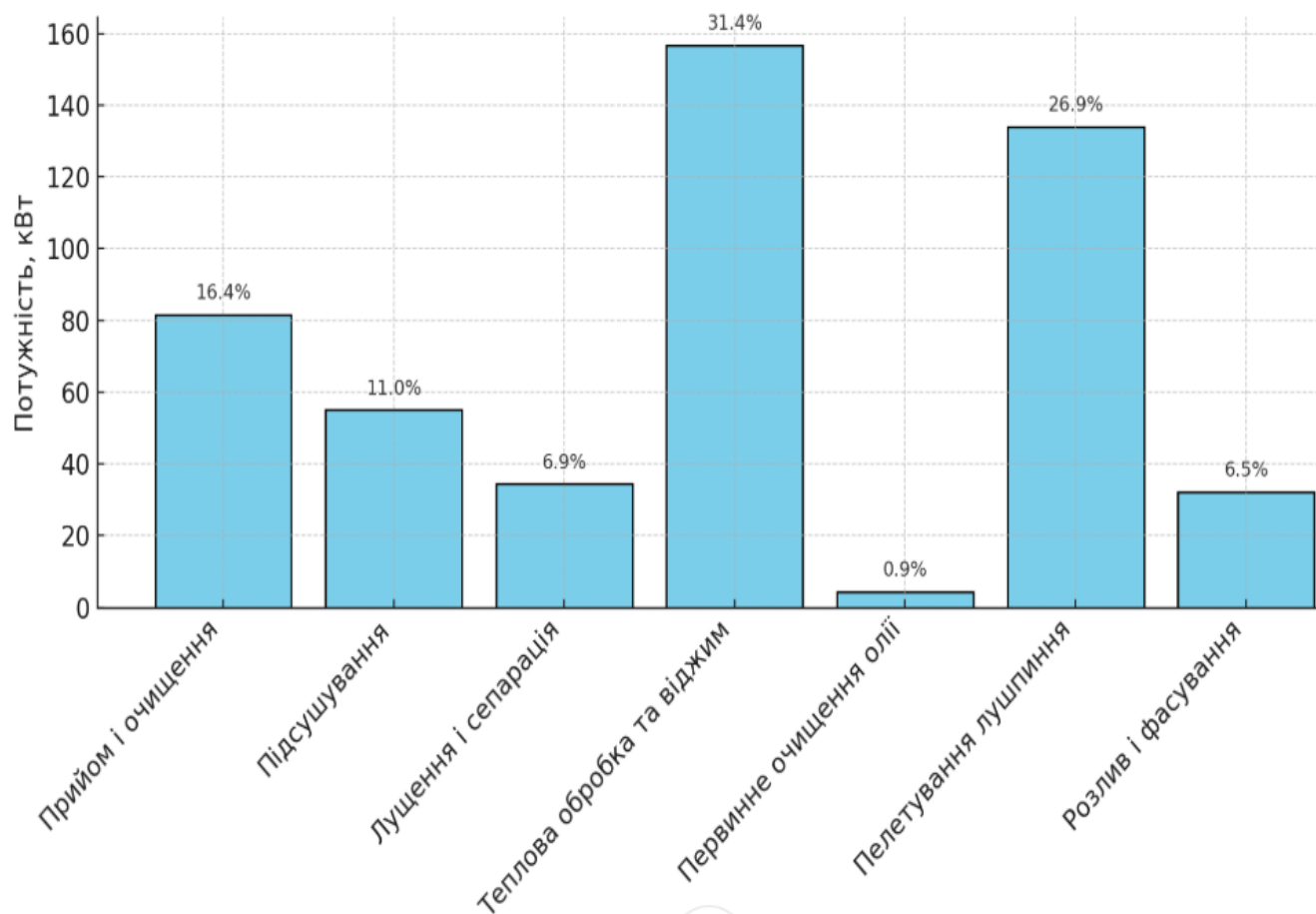


Рисунок 3.2 – Гістограма розподілу встановленої потужності по технологічних блоках цеху

### Висновки за розділом

Розрахунок технологічної частини показав, що загальна встановлена потужність підприємства становить 498,1 кВт. Найбільше споживання має блок «Теплова обробка та віджим» – 156,65 кВт, найменше – блок «Первинне очищення

олії» – 4,4 кВт. Середнє споживання енергії на один блок становить 71,16 кВт. Побудована гістограма розподілу потужностей дозволяє визначити ключові етапи з найвищими енергетичними витратами й орієнтувати планування енергопостачання для ефективної роботи цеху. Продуктивність цеху становить 0,9 т/год.

## 4 ВПРОВАДЖЕННЯ БЛОКУ БРИКЕТУВАННЯ ЛУШПИННЯ

### 4.1 Технічне оновлення: впровадження блоку брикетування

З метою підвищення ефективності використання відходів виробництва та отримання додаткової продукції із високою доданою вартістю було прийнято рішення про впровадження нового блоку брикетування лушпиння. Лушпиння, яке утворюється після вилучення олії, має високу енергетичну цінність і є перспективною сировиною для виробництва паливних брикетів.

Новий блок брикетування передбачає встановлення спеціалізованого обладнання для підготовки лушпиння (сушіння, подрібнення за необхідності) та формування брикетів методом пресування під високим тиском без використання додаткових в'язучих речовин. Це дозволяє отримувати екологічно чистий продукт, придатний для використання як біопаливо в системах опалення різного типу.

Основні етапи впровадження блоку брикетування включають:

- підготовку виробничих площ для розміщення обладнання;
- монтаж і налаштування технологічної лінії брикетування;
- розробку та затвердження технологічних карт виробничого процесу;
- навчання персоналу роботі з новим обладнанням;
- проведення пуско-налагоджувальних робіт і запуск блоку в експлуатацію.

Очікуваними результатами впровадження є:

- зменшення обсягу відходів виробництва;
- зниження витрат на утилізацію лушпиння;
- створення нового виду продукції – паливних брикетів;
- додаткові прибутки від реалізації брикетів;
- покращення екологічних показників виробництва.

Впровадження блоку брикетування сприяє комплексному використанню сировини, підвищує енергоефективність підприємства та відкриває нові можливості для розширення ринків збуту.

#### 4.2 Установа для виготовлення паливних брикетів

Запропонована установка (рис. 4.1) складається з рами, на якій змонтовано електропривід. Електропривід забезпечує обертання вала, розташованого всередині циліндричного корпусу, який обладнаний підшипниковим вузлом. Над корпусом закріплено завантажувальний бункер б, що спрямовує матеріал на гвинт, співвісно встановлений із валом. Гвинт має конічну форму на торці та працює в перфорованій гільзі з отворами. З одного боку гільза примикає до корпусу, з іншого – до фільтри, яка має конічний профіль із переходом у циліндричну поверхню. Фільтр встановлена в стакані і може зміщуватися відносно гайки, на зовнішній поверхні якої закріплений електронагрівач.



Рисунок 4.1 – Загальний вигляд установки для виготовлення паливних брикетів з лущиння соняшника

Принцип роботи установки для виготовлення паливних брикетів полягає у наступному. Лушпиння надходить у завантажувальний бункер і під дією сили тяжіння подається на гвинт. Останній, обертаючись за допомогою вала, приводиться в дію електроприводом. Гвинт транспортує матеріал до камери стиснення, що утворюється між конічною частиною гвинта і фільєрою. Зміщення стакана разом із фільєрою відносно гайки дозволяє регулювати об'єм зони пресування, а отже, і рівень тиску. При оптимальних робочих режимах через отвори у гільзі виділяється олія. У процесі пресування маса нагрівається електронагрівачем до температури 120–150 °С, що запобігає самозайманню олії. Присутність олії у складі сировини сприяє зменшенню енерговитрат на процес брикетування.

Технічні характеристики брикетувальної установки були сформовані на основі вимог технічного завдання, даних проектної та конструкторської документації, а також результатів проведеної технічної експертизи брикетувальника. Узагальнені дані наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика брикетувальника

| № | Показники                       | Значення показника |
|---|---------------------------------|--------------------|
| 1 | Тип брикетувальника             | стаціонарний       |
| 2 | Діаметр гвинта, мм              | 90–110             |
| 3 | Крок гвинта, мм                 | 17–18              |
| 4 | Діаметр фільєри, мм             | 40, 50, 60         |
| 5 | Довжина фільєри, мм             | 130–160            |
| 6 | Частота обертання гвинта, об/хв | не більше 400      |
| 7 | Маса обладнання, кг             | не більше 320      |
| 8 | Потужність приводу, кВт         | не більше 11       |
| 9 | Габаритні розміри, мм           |                    |
|   | довжина                         | не більше 1650     |
|   | ширина                          | не більше 1100     |
|   | висота                          | не більше 620      |

Як видно з таблиці 4.1, фактичні параметри брикетувальника в основному відповідають вимогам технічного завдання, що підтверджує його працездатність та відповідність заданим технічним характеристикам.

Оцінка якісних показників роботи брикетувальника представлена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Показники якості роботи брикетувальника

| № | Показники                                 | Значення |
|---|---|----------|
| 1 | Тривалість виробничого циклу, год         | 0,08     |
| 2 | Питома теплота згорання брикетів:         |          |
|   | – з лушпиння соняшникової макухи, кДж/кг  | 20590    |
| 3 | Питома вага брикетів, кг/м <sup>3</sup> : |          |
|   | – з лушпиння соняшникової макухи          | 1052     |
| 4 | Потужність процесу брикетування, кВт      | 4,9      |
| 5 | Потужність холостого ходу, кВт            | 2,4      |

Отримані результати свідчать про високу енергетичну цінність вироблених брикетів, що робить їх ефективним видом альтернативного палива. Значення питомої теплоти згорання і щільності брикетів підтверджують якість продукції.

#### 4.3 Результати досліджень установки для виготовлення паливних брикетів

У якості об'єкта дослідження використовувалась лушпинна фракція, отримана з макухи насіння соняшнику. Для проведення випробувань 10 кг цієї фракції завантажували в бункер установки з виробництва паливних брикетів. Після запуску двигуна, його потужність вимірювали за допомогою приладу РП-50, а продуктивність процесу визначали секундоміром.

Дослідження виконувались із заміною фільтр на прес-екструдері діаметром 40, 50 та 60 мм, при цьому кожен варіант перевірявся тричі. Середні результати заносили у таблицю 1.

Графічна інтерпретація залежності продуктивності  $Q$  (т/год) та споживаної потужності  $N$  (кВт) від діаметра фільтри  $D$  (мм) наведена на рисунку 4.2. Залежності описуються рівняннями:

$$Q = -0,315 D^2 + 35,85 D - 742, \quad (4.1)$$

$$N = -0,0051 D^2 + 0,32 D + 8,7, \quad (4.2)$$

Коефіцієнти детермінації для обох рівнянь близькі до одиниці, що свідчить про високу достовірність моделей.

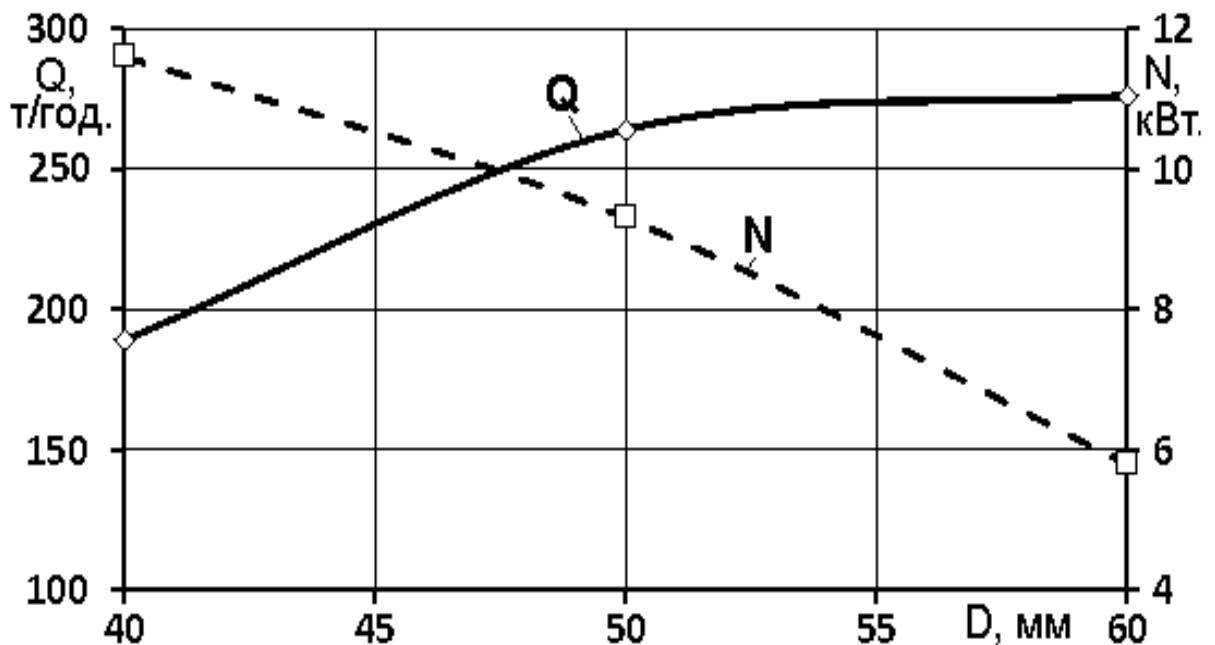


Рисунок 4.2 – Графік залежності продуктивності  $Q$  (т/год) та споживаної потужності  $N$  (кВт) від діаметра фільтри  $D$  (мм)

На підставі отриманих даних оптимальним діаметром фільтри для виготовлення паливних брикетів обрано 50 мм.

У рамках другого етапу досліджень варіювалися: довжина фільтри  $L$  (120 мм, 150 мм, 180 мм); частота обертання гвинта  $n$  (120 об/хв, 240 об/хв, 360 об/хв).

Побудовано квадратичну регресійну модель для прогнозування продуктивності брикетування (4.3):

$$Q = 295,4458 - 0,6948 L + 0,346 n + 0,0024 L^2 - 0,0022 L n + 0,0004 n^2 \quad (4.3)$$

Побудовано регресійну модель потужності:

$$N = 10,5291 + 0,011 L - 0,028 n - 1,062 \times 10^{-5} L^2 + 4,17 \times 10^{-6} Ln + 3,55 \times 10^{-5} n^2 \quad (4.4)$$

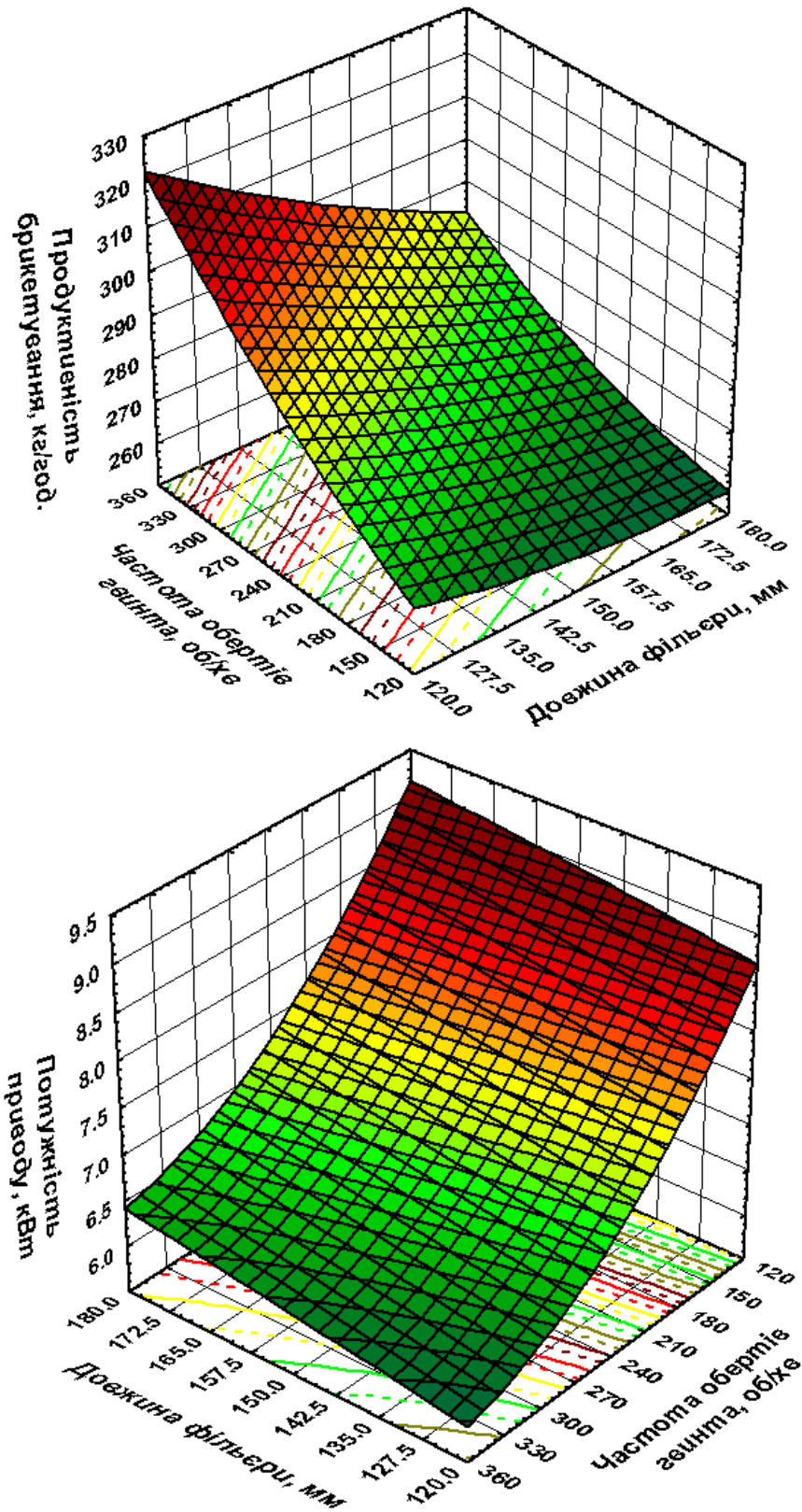


Рисунок 4.3 – Графік залежності продуктивності  $Q$  (т/год) та споживаної потужності  $N$  (кВт) від довжина фільтри  $L$  (мм) і частоти обертання гвинта  $n$  (об/хв)

З рівняння (4.3) видно, що продуктивність зменшується з ростом довжини фільтри  $L$ , оскільки коефіцієнт при  $L$  має від'ємне значення  $(-0,6948)$ . Водночас, продуктивність збільшується з ростом частоти обертання гвинта  $n$ , оскільки коефіцієнт при  $n$  є додатним  $(0,346)$ . Вплив довжини фільтри на продуктивність не є лінійним, оскільки наявні додаткові квадратичні та змішані члени. Зокрема, член  $0,0024 L^2$  вказує на те, що при збільшенні довжини фільтри ефект її збільшення на продуктивність стає менш значущим після певного значення  $L$ . Член  $-0,0022 L n$  свідчить про взаємодію довжини фільтри та частоти обертання гвинта, що може призвести до різних результатів в залежності від значень обох параметрів.

Рівняння (4.4) також містить лінійні та квадратичні члени, що вказує на складнішу залежність потужності від цих параметрів. Споживана потужність зростає з довжиною фільтри  $L$ , оскільки коефіцієнт при  $L$  є додатним  $(0,011)$ . Однак додаткові квадратичні терміни, зокрема  $-1,062 \times 10^{-5} L^2$ , вказують на те, що при дуже великих значеннях  $L$  потужність може зрештою зменшуватися. Збільшення частоти обертання гвинта  $n$  призводить до зменшення споживаної потужності, оскільки коефіцієнт при  $n$  є від'ємним  $(-0,028)$ . Однак член  $3,55 \times 10^{-5} n^2$  свідчить, що при великих значеннях частоти обертання потужність починає зростати, що може бути пов'язано з фізичними обмеженнями чи ефектами зношування обладнання.

Визначено ключові оптимальні параметри роботи обладнання для виробництва паливних брикетів: продуктивність становить приблизно 261 кг/год, частота обертання гвинта – 322 об/хв, діаметр гвинта – 110 мм, діаметр фільтри – 50 мм, а її довжина – 144 мм.

Таким чином, обрані параметри забезпечують ефективне поєднання високої продуктивності процесу та помірних енергетичних витрат, що свідчить про раціональність заданих режимів роботи брикетувальної установки.

## Висновки за розділом

1. У межах технічного оновлення виробництва було розроблено та впроваджено новий блок брикетування лушпиння соняшника, що дозволяє

ефективно використовувати відходи виробництва для виготовлення паливних брикетів із високою доданою вартістю.

2. Запропонована конструкція установки для виготовлення паливних брикетів забезпечує стабільний процес пресування без використання додаткових в'язучих речовин, що сприяє отриманню екологічно чистого біопалива з високою питомою теплотою згорання.

3. Проведені дослідження дозволили визначити оптимальні технічні параметри роботи брикетувальника: діаметр фільери – 50 мм, довжина фільери – 144 мм, діаметр гвинта – 110 мм, частота обертання гвинта – 322 об/хв, що забезпечує продуктивність близько 261 кг/год при помірних енерговитратах.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 5.1 Охорона праці в цеху з виробництва соняшникової олії

Охорона праці в цеху з виробництва соняшникової олії здійснюється відповідно до вимог Конституції України, Законів України «Про охорону праці», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування», «Про охорону навколишнього природного середовища», Кодексу законів про працю України, Державних санітарних норм і правил, а також відповідних стандартів безпеки праці ДСТУ.

Основними завданнями системи охорони праці є:

- забезпечення безпеки працівників у процесі трудової діяльності;
- збереження їхнього життя і здоров'я;
- створення безпечних та здорових умов праці;
- запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням.

Організація охорони праці здійснюється відповідно до «Типового положення про систему управління охороною праці», затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці № 255 від 26.08.2004 р.

**Основні небезпечні та шкідливі фактори виробництва.** У цеху з виробництва соняшникової олії працівники можуть піддаватися впливу таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- підвищена запиленість і наявність рослинних часток у повітрі робочої зони;
- небезпека ураження електричним струмом при експлуатації електрообладнання;
- ризик травматизму при обслуговуванні пресів, дробарок, транспортерів;
- шумове навантаження (перевищення допустимих рівнів шуму згідно з ДСН 3.3.6.037-99);
- підвищена температура повітря в робочій зоні внаслідок роботи нагрівальних пристроїв;

– можливість виникнення пожежі через використання легкозаймистих речовин (олія, пил).

Для усунення або зменшення дії зазначених факторів передбачено технічні, організаційні та санітарно-гігієнічні заходи.

### **Заходи щодо забезпечення безпеки праці.**

**1. Електробезпека.** Усі електроустановки повинні відповідати вимогам ПУЕ (Правила улаштування електроустановок) та мати захисне заземлення. Працівники допускаються до обслуговування електрообладнання тільки після проходження спеціальної підготовки і отримання відповідного посвідчення.

**2. Машини і механізми.** Рухомі частини обладнання (преси, шнеки, дробарки) мають бути обладнані захисними кожухами. Усі пускові пристрої повинні розташовуватись у місцях, що забезпечують безпечне керування механізмами.

**3. Вентиляція та пилопригнічення.** У цеху має бути облаштована система загальнообмінної та місцевої витяжної вентиляції відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 для зниження концентрації пилу та підтримання нормативних параметрів мікроклімату.

**4. Захист від шуму.** Джерела підвищеного шуму мають бути оснащені шумоізоляційними кожухами. Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту слуху (беруші або навушники), якщо рівень шуму перевищує 80 дБА.

**5. Пожежна безпека.** Цех має бути оснащений автоматичною пожежною сигналізацією і первинними засобами пожежогасіння відповідно до вимог ДБН В.2.5-56:2014. Повинні бути розроблені плани евакуації і проведені навчання персоналу діям у разі пожежі.

**6. Засоби індивідуального захисту.** Всі працівники повинні бути забезпечені спеціальним одягом, рукавицями, захисними окулярами, респіраторами та іншими ЗІЗ відповідно до характеру робіт.

**7. Медичні огляди.** Працівники проходять обов'язкові попередні та періодичні медичні огляди згідно з наказом МОЗ України №246 від 21.05.2007 р.

**Інструктажі та навчання з охорони праці.** На підприємстві організовуються:

- вступний інструктаж з охорони праці;
- первинний інструктаж на робочому місці;
- повторний, позаплановий та цільовий інструктажі;
- спеціальне навчання і перевірка знань з охорони праці для працівників, зайнятих на роботах підвищеної небезпеки.

Уся відповідна документація з охорони праці має вестись відповідно до Типового положення, затвердженого наказом Мінпраці №15 від 29.01.1993 р.

## 5.2 Захист навколишнього середовища

Діяльність цеху з виробництва соняшникової олії повинна відповідати вимогам Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону атмосферного повітря», «Про відходи», «Про водопостачання та водовідведення», Водного кодексу України, а також іншим чинним нормативно-правовим актам у сфері екологічної безпеки.

Основною метою заходів щодо захисту довкілля є запобігання або мінімізація негативного впливу виробничої діяльності на атмосферу, водні об'єкти, ґрунти, флору і фауну.

**Захист атмосферного повітря.** У процесі виробництва соняшникової олії основними джерелами викидів в атмосферу є:

- пил соняшникового насіння;
- випари олії при її термічній обробці;
- викиди від паливних установок допоміжного обладнання (якщо використовується локальне опалення або сушіння).

Для зменшення шкідливих викидів передбачено такі заходи:

- установка фільтраційних систем (циклонів, рукавних фільтрів) на всіх технологічних вузлах, де утворюється пил;

- облаштування локальних витяжних вентиляційних систем на зонах нагріву олії;
- регулярний технічний контроль і своєчасне обслуговування вентиляційних установок;
- використання енергоефективного обладнання для зниження обсягів викидів CO<sub>2</sub>.

Параметри викидів мають відповідати гранично допустимим нормам відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 302 від 13.03.2002 р. «Про затвердження Порядку розроблення і затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами».

**Поводження з відходами виробництва.** Виробничі процеси в цеху супроводжуються утворенням таких основних видів відходів:

- лушпиння соняшнику;
- шрот (відходи після віджиму олії);
- використані фільтрувальні матеріали;
- побутові відходи працівників.

Поводження з відходами здійснюється відповідно до Закону України «Про відходи» і включає:

- роздільний збір відходів;
- тимчасове зберігання відходів на спеціально облаштованих майданчиках;
- передачу відходів для подальшої утилізації або переробки ліцензованим підприємствам.

Лушпиння може бути використано як паливо для котлів або для виготовлення кормових добавок. Шрот реалізується як високобілковий корм для сільськогосподарських тварин.

Всі операції з поводження з відходами повинні бути задокументовані згідно з наказом Мінприроди України №41 від 01.06.1995 р.

**Захист водних ресурсів.** Вода використовується в основному для господарсько-побутових потреб і в системах охолодження. Технологічні процеси

виробництва соняшникової олії практично не передбачають великого споживання води, однак все одно необхідно дотримуватись норм охорони водних ресурсів.

Основні заходи:

- використання замкнених систем водообігу для охолодження обладнання;
- встановлення локальних очисних споруд для очищення стічних вод перед скиданням;
- регулярний моніторинг якості стічних вод згідно з вимогами ДСТУ 7597:2014;
- отримання дозволу на спеціальне водокористування відповідно до Водного кодексу України.

Усі стоки, що утворюються у виробничому процесі, мають очищуватися до показників, визначених умовами дозволу на спеціальне водокористування, перед їх скиданням у міську каналізаційну мережу або у водні об'єкти.

**Енергозбереження та ресурсоощадність.** У цеху запроваджуються заходи щодо підвищення енергоефективності, зокрема:

- використання енергоефективних електродвигунів та частотних перетворювачів;
- теплоізоляція теплопровідних систем;
- встановлення світлодіодного освітлення;
- впровадження систем енергетичного моніторингу та обліку споживання енергії.

Ці заходи сприяють зниженню викидів парникових газів та зменшенню навантаження на довкілля.

**Екологічний моніторинг та звітність.** Підприємство повинно організувати систему внутрішнього екологічного моніторингу, яка включає:

- вимірювання викидів в атмосферу;
- контроль обсягів та складу відходів;
- контроль якості стічних вод.

Результати моніторингу щорічно відображаються у формах державної статистичної звітності за формами №1-екологія (поводження з відходами) та №2-тп (повітря), які подаються до органів державної екологічної інспекції.

При зміні технологічного процесу або впровадженні нового обладнання підприємство зобов'язане проходити екологічну експертизу згідно з Законом України «Про оцінку впливу на довкілля».

#### Висновки за розділом

1. У цеху з виробництва соняшникової олії створена комплексна система охорони праці, що відповідає вимогам чинного законодавства України та міжнародним стандартам. Організовано заходи щодо електробезпеки, безпечної експлуатації машин і механізмів, вентиляції, захисту від шуму, пожежної безпеки, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, а також проведення навчань і медичних оглядів. Це дозволяє знизити ризик виробничого травматизму та професійних захворювань, забезпечуючи безпечні умови праці.

2. Одночасно в цеху впроваджені заходи щодо захисту навколишнього середовища: мінімізація шкідливих викидів в атмосферу, організація правильного поводження з відходами виробництва, захист водних ресурсів, енергозбереження та підвищення ресурсоефективності. Постійний екологічний моніторинг і виконання вимог екологічної звітності сприяють дотриманню норм охорони довкілля та сталому розвитку виробництва. Таким чином, діяльність цеху відповідає принципам безпечного виробництва та екологічної відповідальності.

## 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

### 6.1 Розрахунок економічних показників удосконаленої технологічної лінії переробки насіння рицини

Якщо фінансовий план може відповідати різним сценаріям розвитку проекту – реалістичному, оптимістичному, песимістичному, то розрахунки, наведені у представленому бізнес-плані, можна віднести до реалістичного сценарію. Цей проект ґрунтується на консервативних припущеннях щодо вхідних параметрів (вартості використовуваних ресурсів) та ступеня прибутковості продажів (обсягів продажу та ціни готової продукції):

- обсяги виробництва визначені, виходячи з продуктивності провідного обладнання та потужності виробництва із запасом потужності по цеху 20%;
- витрати на основні матеріали, ПММ, ремонт закладено, виходячи з норм;
- норми амортизації прийнято не вище за дозволені податковим законодавством України;
- витрати за статтею заробітну плату встановлено, з середньомісячної заробітної плати по області у промисловості;
- податки підраховані за ставками та базами оподаткування відповідними вимогами податкового законодавства України.

Приймаємо, що з представленого обладнання немає:

1. Блоку технологічного запасу насіння, лущення, сепарації, загальної вартості 10910 \$ (з них без ПДВ – 6416 \$, з ПДВ – 4494 \$);
2. Блок теплової обробки та віджиму, загальної вартості 63 986 \$ (з них без ПДВ – 38 267 \$, з ПДВ – 25 719 \$);
3. Блок первинної очистки олії, загальної вартості 6375 \$ (з них без ПДВ – 1704 \$, з ПДВ – 4672 \$).

Разом вартість основного обладнання однієї лінії, продуктивністю до 25 т/добу з подвійним віджиманням становить: 81272 \$ (з них без ПДВ – 46386 \$, з

ПДВ – 34885 \$). Враховуючи монтаж представленого обладнання в приміщенні, вартість зросте до 85000 \$.

У приміщення цеху необхідно встановити 5 ліній, загальною вартістю  $5 \times 85000 = 425000$  \$.

Соняшник як сировина надходить на склад з базисними показниками, які представлені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Базисні показники насіння соняшнику

| Вологість, % | Сміттєва домішка, % | Олійна домішка, % | Кислотне число, мг КОН/г |
|--------------|---------------------|-------------------|--------------------------|
| 8,0          | 3,0                 | 7,0               | 3,5                      |

Аналіз технологічного обладнання та показників насіння соняшнику дозволив зробити усереднення по виходу готової продукції: олія – 0,415; макуха – 0,39; лушпиння – 0,15.

Розрахунок економічних показників проводився 1 рік роботи цеху. У таблиці 4.2 наведено показники технологічного процесу переробки соняшнику та вихідні економічні дані.

Таблиця 6.2 – Показники технологічного процесу переробки соняшнику та вихідні економічні дані

| Найменування                             | Значення |
|--|----------|
| Існуючі капітальні вкладення, \$         | 500000   |
| Балансова вартість всього обладнання, \$ | 425000   |
| Продуктивність                           | 120      |
| Маса насіння соняшнику, т                | 32400    |
| Маса отриманої олії, т                   | 13446    |
| Маса отриманої макухи, т                 | 12636    |
| Маса отриманих пелет, т                  | 4860     |
| Ціна на соняшник, \$/т                   | 435      |
| Ціна на олію, \$/т                       | 929      |
| Ціна на макуху, \$/т                     | 198      |

| Найменування                            | Значення |
|---|----------|
| Ціна на пелети, \$/т                    | 47       |
| Кількість робочих годин за 1 день, год. | 8        |
| Кількість робочих днів                  | 270      |
| Тарифна ставка робітника, \$/год.       | 1,58     |
| Вартість 1 м <sup>3</sup> води, \$      | 0,41     |
| Вартість 1 кВт електроенергії, \$       | 0,07     |
| Час роботи устаткування, год.           | 6480     |
| Кількість робітників, чол.              | 30       |
| Трудові витрати, чол.                   | 64800    |
| Витрата води, м <sup>3</sup>            | 2430     |
| Витрата електроенергії, кВт · год.      | 1296000  |

Розрахунок економічної ефективності цеху комплексної безвідходної переробки насіння соняшника проводився за загальноприйнятою методикою ДСТУ 4397-2005, ДСТУ 23729-88, ДСТУ 23728-23730. Результати розрахунку представлені у таблиці 4.3. Оборотний капітал – це десятиденний запас сировини або наявність коштів на його придбання ( $10 \text{ днів} \times 120 \text{ тонн/добу} \times 435 \text{ \$/тонна} = 522\,000 \text{ \$}$ ).

Таблиця 6.3 – Результати економічної ефективності цеху комплексної безвідходної переробки насіння соняшника

| Найменування                                 | Прямі витрати, \$ | Питомі витрати, \$/т |
|--|-------------------|----------------------|
| Вартість соняшника, \$                       | 14086957          | 434,78               |
| Вартість олії, \$                            | 12489368          | 385,47               |
| Вартість макухи, \$                          | 2497233           | 77,08                |
| Вартість пелет, \$                           | 230514            | 7,11                 |
| Витрати праці                                | 102451            | 3,16                 |
| Витрати електроенергію                       | 92718             | 2,86                 |
| Витрати на амортизацію обладнання            | 63750             | 1,97                 |
| Витрати на ремонт та технічне обслуговування | 85000             | 2,62                 |
| Витрати на паливно-мастильні матеріали       | 7776              | 0,24                 |
| Витрати на воду                              | 989               | 0,03                 |

|   |          |        |
|---|----------|--------|
| Накладні витрати                              | 37907    | 1,17   |
| Витрати на логістику                          | 19440    | 0,60   |
| Сукупні експлуатаційні витрати                | 410030   | 12,66  |
| Витрати на сировину та експлуатаційні витрати | 14496987 | 447,44 |
| Прибуток від продажу олії, макухи та пелет    | 15217115 | 469,66 |
| Чистий прибуток від реалізації продукції      | 720128   | 22,23  |
| Обсяг інвестицій                              | 1328739  | -      |
| Термін окупності інвестицій, рік              | 1,85     |        |

## 6.2 Ідентифікація ризиків

При оцінці цього проекту враховувалися такі ризики:

- форс-мажорні обставини, пов'язані з нестабільністю економічного законодавства – зміни до погіршення для проекту податкової політики, тарифної політики на енергоносії, зовнішньоекономічної політики тощо;
- обставини непереборної сили, пов'язані із природними, стихійними явищами;
- простої обладнання в період експлуатації через несправність та ремонти понад передбачені терміни зупинок на плановий ремонт та обслуговування;
- можливість появи непередбачених конкурентів;
- неплатоспроможність покупців, неприпустимо високий обсяг дебіторську заборгованість, проблеми з поверненням кредиту, що виникли у зв'язку з цим;
- матеріальні втрати – перевитрата ресурсів, втрата об'єктів основних фондів;
- збої у подачі електричної енергії;
- виробничо-технологічний ризик (аварії та відмови обладнання, виробничий шлюб тощо);
- ризик, пов'язаний із неправильним підбором команди проекту;
- неповнота або неточність інформації про фінансове становище та ділову репутацію підприємств-партнерів.

Розрахунки та прогнози у бізнес-плані виконані з достатнім ступенем «запасу міцності». Зокрема, є можливість збільшення обсягів випуску продукції на

запланованих потужностях, що дозволить виконати запланований обсяг виробництва продукції у разі перепростоїв на ремонт, значно зменшити витрати виробництва на одиницю продукції і тим самим посилити конкурентоспроможність товару. Крім того, у проекті встановлено максимальні норми витрати матеріалів, енергоресурсів, а отже, є можливість використання резервів економії цих ресурсів.

Розподіл ризиків між учасниками та партнерами буде реалізовано за допомогою включення до контрактів на постачання сировини, матеріалів, послуг та на продаж готової продукції відповідних пунктів про взаємну відповідальність, розподіл можливої шкоди, прийнятну винагороду за ризик, паритет у співвідношенні ризику та доходів учасників. Реалізація готової продукції буде проводитись в основному за передоплатою.

Зміцнення договірної дисципліни з боку постачальників, пошук взаємоприйнятних варіантів роботи та розрахунків.

Резервування коштів на покриття непередбачених витрат, необхідні подолання збоїв у виконанні проекту. Кошти для непередбачених витрат будуть вишукані Компанією і тому не включені у вартість проекту.

Зниження ризиків у плані фінансування здійснюватиметься у кількох напрямках:

- встановлення мінімуму сальдо накопичених реальних грошей у фінансовому плані у відсотках до запланованих витрат;
- створення резервного фонду з відрахуваннями з виручки від;
- метою управління ситуацією із заборгованістю покупців прийматимуться механізми повної або часткової передоплати, надання відстрочок у платежах з нарахуванням відсотків за період відстрочок, встановлення штрафів та пені за порушення строків платежів, що перевищують процентну ставку за кредитом та інші заходи.

## Висновки за розділом

Фінансовий план бізнес-проєкту складено за реалістичним сценарієм на основі консервативних припущень щодо витрат і прибутковості. Обсяги виробництва визначено з 20% запасом потужності, витрати — відповідно до норм і чинного податкового законодавства України станом на 2025 рік. Вартість обладнання для п'яти ліній із монтажем становить 500 000 \$. Вихід продукції: олія – 41,5 %, макуха – 39 %, пелети – 15 %. Розрахунки за перший рік роботи показали чистий прибуток у 720 128 \$ і термін окупності інвестицій – 1,85 року, що підтверджує економічну ефективність проєкту.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проєкт є актуальним і стратегічно доцільним завдяки використанню сировинного потенціалу, зростаючому попиту на екологічно чисту продукцію та вигідному розташуванню виробництва. Модель безвідходного виробництва з багатоступеневою переробкою насіння соняшника забезпечує високу додану вартість і позитивний соціальний та екологічний ефект. Реалізація проєкту сприятиме створенню робочих місць, зниженню навантаження на довкілля і розвитку інфраструктури, що створює умови для успішної реалізації та сталого функціонування.

2. Технологічний процес в цеху з безвідходної переробки насіння соняшника забезпечує високу якість продукції та мінімізацію відходів завдяки сучасному обладнанню та автоматизованим системам керування. Раціональна організація виробництва дозволяє отримувати олію з регульованим жирнокислотним складом і виробляти пелети. Використання спеціалізованого обладнання забезпечує ефективність процесів і можливість подальшого розширення виробництва.

3. Розрахунок технологічної частини показав, що загальна встановлена потужність підприємства становить 498,1 кВт. Найбільше споживання має блок «Теплова обробка та віджим» – 156,65 кВт, найменше – блок «Первинне очищення олії» – 4,4 кВт. Середнє споживання енергії на один блок становить 71,16 кВт. Побудована гістограма розподілу потужностей дозволяє визначити ключові етапи з найвищими енергетичними витратами й орієнтувати планування енергопостачання для ефективної роботи цеху. Продуктивність цеху становить 0,9 т/год або приблизно 7200 т/рік (при 8000 год роботи на рік).

4. У межах технічного оновлення виробництва було розроблено та впроваджено новий блок брикетування лушпиння соняшника, що дозволяє ефективно використовувати відходи виробництва для виготовлення паливних брикетів із високою доданою вартістю. Запропонована конструкція установки для виготовлення паливних брикетів забезпечує стабільний процес пресування без використання додаткових в'язучих речовин, що сприяє отриманню екологічно

чистого біопалива з високою питомою теплотою згорання. Проведені дослідження дозволили визначити оптимальні технічні параметри роботи брикетувальника: діаметр фільєри – 50 мм, довжина фільєри – 144 мм, діаметр гвинта – 110 мм, частота обертання гвинта – 322 об/хв, що забезпечує продуктивність близько 261 кг/год при помірних енерговитратах.

5. Цех з виробництва соняшникової олії забезпечує безпечні умови праці через комплексну систему охорони праці, що відповідає законодавству та міжнародним стандартам. Вжиті заходи щодо електробезпеки, захисту від шуму, пожежної безпеки та охорони здоров'я знижують ризик травматизму і захворювань. Крім того, вжито заходів для захисту навколишнього середовища, включаючи мінімізацію викидів і правильне поводження з відходами, що сприяє сталому розвитку виробництва.

6. Фінансовий план бізнес-проєкту складено за реалістичним сценарієм на основі консервативних припущень щодо витрат і прибутковості. Обсяги виробництва визначено з 20% запасом потужності, витрати — відповідно до норм і чинного податкового законодавства України станом на 2025 рік. Вартість обладнання для п'яти ліній із монтажем становить 500 000 \$. Вихід продукції: олія – 41,5 %, макуха – 39 %, пелети – 15 %. Розрахунки за перший рік роботи показали чистий прибуток у 720 128 \$ і термін окупності інвестицій – 1,85 року, що підтверджує економічну ефективність проєкту.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Гриценко В. Т., Бакарджієв Р. О. Перспективи отримання білкових добавок і біопалива з насіння олійних культур // Механізація та електрифікація сільського господарства. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства». – Глеваха, 2013. – Т. 2, вип. 98. – С. 152–157.
2. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло [та ін.]. – К. : ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.
3. Дубровін В. О., Єременко О. І. Напрямки розвитку вітчизняної техніки для твердопаливних виробництв // Механізація та електрифікація сільського господарства. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства». – Глеваха, 2013. – Т. 2, вип. 97. – С. 13–24.
4. Гриценко В. Т. Розробка конструктивно-технологічної схеми лінії переробки макухи з насіння олійних культур // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур. – Запоріжжя, 2011. – Вип. 16. – С. 153–156.
5. Гриценко В. Т. Технологічний процес виділення білкової фракції з макухи насіння олійних культур // Каталог інноваційних технологій за результатами Всеукраїнського конкурсу інноваційних технологій. – К., 2006. – С. 139–143.
6. Рогач Ю. П., Гриценко В. Т., Коломієць С. В. Пошуки раціональної конструктивно-технологічної схеми просіювача // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь, 2004. – Вип. 24. – С. 129–132.
7. Гриценко В. Т., Дурін Ю. О. Технології і лінії переробки олійного насіння з використанням екструдерного методу віджимання олії // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. – Запоріжжя, 2002. – Вип. 7. – С. 181–183.
8. Гриценко В. Т. Аналіз досліджень процесу сепарації сипкого матеріалу // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур. – Запоріжжя, 2011. – Вип. 16. – С. 136–141.

9. Рогач Ю. П., Гриценко В. Т. Експериментальні дослідження роторного просіювача // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь, 2004. – Вип. 22. – С. 116–123.

10. Гриценко В. Т., Пацула О. М., Кутіщев В. Л., Міхно Є. С. Результати попередніх випробувань щіткового роторного просіювача // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – Запоріжжя, 2013. – Вип. 19. – С. 117–122. – ISSN 2078-7316.

11. Алієв Е. Б., Колбасін О. О., Ручий І. А. Результати експериментальних досліджень щіткового роторного просіювача // Збірник тез Міжнародної наукової інтернет-конференції «Олійні культури. Тенденції та перспективи» (1 листопада 2016 р.). – Запоріжжя : ІОК НААН, 2016. – С. 132–133.

12. Бакарджиєв Р. О., Гриценко В. Т. Параметри кулісного коромислоповзунного преса-брикетувальника // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2013. – Т. 3, вип. 13. – С. 23–31.

13. Алієв Е. Б., Пацула О. М. Результати експериментальних досліджень макетної установки для виготовлення пелет з білкової фракції макух насіння олійних культур // Технічні системи і технології тваринництва : Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2015. – Вип. 157. – С. 222–226.

14. Гриценко В. Т., Пацула О. М., Кутіщев В. Л., Міхно Є. С. Результати попередніх випробувань установки для виготовлення паливних брикетів // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – Запоріжжя, 2014. – Вип. 20. – С. 219–223. – ISSN 2078-7316.

15. Гриценко В. Т., Пацула О. М., Кутіщев В. Л., Міхно Є. С. Експериментальні дослідження брикетувальника лушпинної фракції з макухи насіння олійних культур // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур. – Запоріжжя, 2013. – Вип. 19. – С. 110–116.

16. Алієв Е. Б., Пацула О. М., Гаврильченко О. С. Результати експериментальних досліджень установки для виготовлення паливних брикетів з лушпинної фракції макух насіння олійних культур // Технічні системи і технології

тваринництва : Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2016. – Вип. 170. – С. 3–7.

17. Алієв Е. Б., Лабатюк Ю. М., Пацула О. М. Визначення конструктивних параметрів формуючих кулачків установки для виготовлення пелет // Вісник Степу. Науковий збірник «Стан та перспективи розвитку агропромислового виробництва України». – Кіровоград : КОД, 2016. – Вип. 13. – С. 125–128. – ISBN 978-617-653-010-7.

18. Алієв Е. Б., Пацула О. М., Кутіщев В. Л. Методика експериментальних досліджень установки для виготовлення пелет з білкової фракції макухи насіння олійних культур // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. – К., 2015. – Вип. 212, ч. 1. – С. 63–69.

19. Алієв Е. Б., Пацула О. М. Результати досліджень конструктивно-технологічних параметрів установки для виготовлення пелет // Збірник тез Міжнародної наукової інтернет-конференції «Перспективи та стратегія адаптивного і ресурсозберігаючого вирощування олійних культур в умовах зміни клімату» (30 жовтня 2015 р.). – Запоріжжя : ІОК НААН, 2015. – С. 146–147.

20. Алієв Е. Б., Пацула О. М. Результати експериментальних досліджень установки для виготовлення пелет з білкової фракції макухи олійних культур // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – Запоріжжя, 2015. – Вип. 22. – С. 150–158. – ISSN 2078-7316.

21. Алієв Е. Б., Пацула О. М. Техніко-економічна оцінка ефективності технології комплексної безвідхідної переробки макухи з насіння олійних культур // Збірник тез Міжнародної наукової інтернет-конференції «Олійні культури. Тенденції та перспективи» (1 листопада 2016 р.). – Запоріжжя : ІОК НААН, 2016. – С. 136–137.

22. Алієв Е. Б., Пацула О. М., Гриценко В. Т. Технологія комплексної безвідхідної переробки макухи з насіння олійних культур з одержанням високоякісних повноцінних протеїнових добавок у вигляді пелет та твердого біопалива: науково-методичні рекомендації. – Запоріжжя: СТАТУС, 2017. – Електронний аналог друкованого видання. – ISBN 978-617-7353-59-0.

23. Сіднева Ж. К., Кузьмінська Н. Л. Інноваційна складова розвитку олійно-жирової промисловості України [Електронний ресурс]. Інноваційно-технологічні аспекти формування сучасного конкуренто-спроможного АПК України: монографія / під ред. д.е.н., проф. Ю. О. Нестерчук. – Умань : ВПЦ «Візаві», 2014. – Ч. 2. – С. 25–31.
24. Матвєєва Т. В., Белінська А. П., Федякіна З. П. Олії нового покоління. Національна академія аграрних наук України, Укр. НДІ олій та жирів. – Київ : Аграрна наука, 2018. – 55 с.
25. Осейко, М. І. Технологія рослинних олій : підручник. Міністерство освіти і науки України, Національний університет харчових технологій – Київ : Варта, 2006. – 280 с
26. Коротаєва Є. О., Неклеса О. П., Нагорний О. Ю., Гринченко Н. Г. Технологія олії соняшnikової капсульованої та її використання у складі салаті : монографія. – Харків : ХДУХТ, 2015. – 164 с.