

Заблоцький А.П.

Розробка та дослідження автоматизованої системи для витискання  
рослинного масла

Керівник: доц. Левицький В.В.





## АНОТАЦІЯ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини (ілюстративний матеріал – слайди).

Об'єм графічної частини дипломної роботи становить \_\_\_ слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає \_\_\_ друкованих сторінок формату А4 (210×297), об'єм додатків – \_\_\_ друкованих сторінок формату А4.

Дипломна робота складається з восьми розділів, в яких нараховується \_\_\_ рисунків та \_\_\_ таблиць з даними.

В роботі використано \_\_\_ літературних джерел.

В роботі було проведено аналіз технологічного процесу витискання масла з олієвісних елементів рослин. Розглянуто основні параметри, які впливають на продуктивність процесу та основні елементи регулювання, які повинні забезпечувати оптимальний хід процесу.

Було розроблено автоматизовану систему для контролю за роботою віджимного пресу, яка забезпечує контролювання основних його параметрів, а зокрема температурних режимів процесу сушіння та зволоження м'якоті олієвісних елементів, а також параметрів електроприводів основних елементів пресу для запобігання швидкого виходу їх з ладу.

Систему розроблено на базі програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК 110-60 з використанням терморегуляторів ТРМ 201. Система забезпечує з'єднання з ПК для дистанційного контролю та збору статистичних даних.

Ключові слова: КОНТРОЛЕР, РОСЛИННЕ МАСЛО, КЕРУВАННЯ, ЕЛЕКТРОДВИГУН.

## ЗМІСТ

<i><b>ВСТУП</b></i> .....	7
<i><b>1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА</b></i> .....	9
<i>1.1. Процеси виробництва рослинного масла</i> .....	9
<i>1.2. Очищення і зберігання олійних насіння</i> .....	12
<i>1.2. Підготовка насіння до вилучення масла</i> .....	14
<i>1.3. Склад рослинних масел і будова його основних компонентів</i> .....	17
<i>1.4. Сунутні речовини в рослинних оліях</i> .....	24
<i><b>2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b></i> .....	26
<i>2.1. Процес витягування рослиного масла з зерен</i> .....	26
<i><b>3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА</b></i> .....	33
<i>3.1 Розробка структурної схеми автоматизованої системи</i> .....	33
<i>3.2 Вибір елементів системи та розробка схеми під'єднань</i> .....	36
<i>3.2.1 Характеристика контролера ОВЕН ПЛК 110-60</i> .....	37
<i>3.2.2 Опис МДВВ</i> .....	40
<i>3.2.3 Молудь ТРМ 201</i> .....	42
<i><b>4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА</b></i> .....	44
<i>4.1. Результати на обговорення досліджень використання рослинних масел в якості палива</i> .....	44
<i>4.1.1 В'язкість</i> .....	44
<i>4.1.2 Калорійна цінність чистого рослинного масла і дизеля</i> .....	47
<i>4.1.3 Калорійна цінність сумішей олій і дизельного пального</i> .....	50
<i>4.2 Результати досліджень</i> .....	50
<i>4.2.1 Октанове число</i> .....	50
<i>4.2.2 Температура текучості</i> .....	53
<i>4.2.3 Крива перегонки</i> .....	53
<i>4.2.4 Вміст сірки</i> .....	55
<i>4.2.5 Густина масел</i> .....	56
<i>4.2.6 Залишок вуглецю</i> .....	56
<i>4.3. Дослідження споживання палива при використанні олій та їх сумішей</i> .....	58
<i><b>5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА</b></i> .....	64
<i>5.1 Опис програмного забезпечення для розробки мнемосхеми</i> .....	64
<i>5.2 Розробка програми керування та інтерфейсу візуального відображення вимірювальної інформації</i> .....	67

<b>6. ОБГРУНТУВАННЯ-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....</b>	<b>69</b>
6.1. <i>Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи.....</i>	<i>69</i>
6.2 <i>Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи.....</i>	<i>70</i>
6.3 <i>Розрахунок матеріальних витрат.....</i>	<i>73</i>
6.4 <i>Розрахунок витрат на електроенергію.....</i>	<i>74</i>
6.5 <i>Розрахунок суми амортизаційних відрахувань .....</i>	<i>75</i>
5.6 <i>Обчислення накладних витрат.....</i>	<i>76</i>
5.7 <i>Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи.....</i>	<i>77</i>
5.8 <i>Розрахунок ціни розробки системи.....</i>	<i>78</i>
5.9 <i>Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень .....</i>	<i>79</i>
<b>7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>81</b>
7.1 <i>Значення охорони праці для забезпечення безпечних умов праці .....</i>	<i>81</i>
7.2. <i>Системи засобів і заходів щодо електробезпеки .....</i>	<i>84</i>
7.3. <i>Безпека вантажопідіймального обладнання.....</i>	<i>88</i>
<b>8 ЕКОЛОГІЯ.....</b>	<b>90</b>
8.1 <i>Виробничий шум, його негативний вплив на навколишнє середовище .....</i>	<i>90</i>
8.2 <i>Методи та засоби зменшення шуму .....</i>	<i>92</i>
<b>ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ .....</b>	<b>99</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>	<b>100</b>

## ВСТУП

У виробництві і переробці рослинних масел, як і у всякому складному виробництві хімічної або біотехнології, виникають різноманітні явища, що відрізняються фізичною природою і механізмом протікання. Механічні, теплові, дифузійні, хімічні та інші явища в складному переплетенні і одночасному або послідовному виникненні і загасанні складають основу технологічних процесів виробництва рослинних олій. Вивчення процесів виробництва і переробки рослинних масел необхідно для:

- пізнання фізичної суті процесів і науково обґрунтованого ведення їх у виробництві;
- створення принципово нових способів здійснення процесів;
- розробки методів інженерних розрахунків машин і апаратів;
- комплексної автоматизації процесів.

Рослинні масла використовують в основному для харчових цілей і можуть вживатися безпосередньо в їжу (рафіновані - для смаження або нерафіновані - для заправки салатів і т.п.). До процесів переробки рослинних масел відноситься, в першу чергу, їх гідрування при виробництві маргарину, кулінарних, кондитерських, хлібопекарських жирів. Крім того, рослинні масла вводяться до складу майонезів, соусів та ін. Застосовуються у виробництві овочевих і рибних консервів, шоколаду (масло какао), кремів, халви та інших кондитерських виробів [5].

Рослинні масла використовують також для розведення фарб, розм'якшення емульсійних ґрунтів і масляних лаків. Висихючі масла - основна сировина у виробництві плівкоутворювачів (оліфи, лаків). Очищені від домішок і знебарвлені (вибілені) масла - основні компоненти сполучних олійних і складова частина емульсійних казеїно-масляних (темперного) фарб. напіввисихаючі масла - добавки, що уповільнюють висихання фарб.

Натуральні і гідрогенізовані рослинні олії - найважливіші компоненти сировини у виробництві туалетного і господарського мила, косметичних засобів, складів для обробки шкір. У медичній практиці з рідких рослинних масел (касторове, мигдальне) готують масляні емульсії; оливкова, обліпихова, мигдальне, соняшникова і льняна олії - основи лікарських мазей і лініментів. З рослинних масел при їх обмиленні отримують гліцерин і жирні кислоти. Цінним високобілковим концентрованим кормом служать відходи - макуха і шроти, які використовують для приготування комбікормів. В даний час продукти переробки рослинних масел по реакції метаноліза все ширше використовуються в якості альтернативних палив для дизельних двигунів, що володіють кращими екологічними характеристиками, ніж сучасні нафтові палива.



# 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

## 1.1. Процеси виробництва рослинного масла

До факторів, що формує якість рослинних масел, відносять сировину і технологію виробництва.

Відповідно до класифікації В.Г. Щербакова [5], олійні рослини ділять на групи в залежності від використання.

Чисто олійні - ці рослини вирощуються з метою отримання масла, а інші продукти при цьому є вторинними. Це соняшник, сафлор, кунжут, тунг.

Прядильно-олійні - це рослини, що вирощуються не тільки для добування олії, а й для отримання волокна: бавовник, льон, коноплі. До 1860 р. бавовник обробляли головним чином для отримання волокна, але вже більше 140 років насіння бавовнику використовують для виробництва масла.

Ефірно-олійні рослини - в їх насінні поряд з жирними маслами містяться ефірні. представником цієї групи рослин є коріандр. Шляхом вилучення з нього ефірного масла отримують технічне жирне масло.

Умовно виділяють ще дві підгрупи рослин, харчова цінність яких обумовлена неліпідні частиною. Це білково-олійні культури - соя і арахіс і пряно-олійні рослини, представником яких є гірчиця.

Поряд з насінням олійних рослин для отримання масла використовують маслосодержащие частини немаслічних рослин: зародки пшениці, кукурудзи, рису, плодові кісточки і ін.

Відповідно до класифікації, технологічні процеси сучасного виробництва рослинних масел діляться на:

- механічні - очищення насіння, обрушення насіння, відділення від ядер плодових і насінневих оболонок, подрібнення ядра і макухи;

- дифузійні і дифузійно-теплові - кондиціонування насіння за вологістю, смаження мяткі, екстракція масла, отгонка розчинника з місцелли і шроту;

- гідромеханічні - пресування мезги, відстоювання і фільтрація масла;

- хімічні та біохімічні процеси - гідроліз і окислення ліпідів, денатурація білків, освіта ліпіднобелкових комплексів.

Вибір схеми переробки олійного насіння і склад технологічного обладнання обумовлений фізікомеханічними властивостями насіння, їх природою, призначенням масла, яке витягується (рис. 1.1).



За технологічною ознакою технологічні процеси діляться на шість груп:

- 1) підготовка до зберігання і зберігання олійного насіння;
- 2) підготовка насіння до вилучення олії;
- 3) власне вилучення олії;
- 4) рафінація отриманого масла;
- 5) розлив;
- 6) упаковка та маркування.

У технологічних схемах переробки рослинної сировини на масло розрізняють підготовчі, основні, допоміжні і додаткові операції [5].

До підготовчих операцій відносять очищення насіння від домішок, сушку, звільнення ядра від оболонки.

Основні операції включають подрібнення ядра, влаготеплової обробку подрібненого продукту і власне виділення масла.

Допоміжні операції включають відділення розчинника від знежиреного залишку (шроту), отримання готового продукту (масла) з його розчину (міцели), регенерацію і рекуперацію розчинника.

До числа додаткових операцій відносять первинну очистку масла від механічних домішок і його комплексну очистку з виділенням фосфоліпідів.

Сукупність усіх перерахованих операцій складає технологічні схеми виробництва рослинних масел, які поділяють на дві основні групи: схеми, що завершуються пресуванням і схеми, що завершуються екстракцією.

## **1.2. Очищення і зберігання олійних насіння**

Вона включає наступні технологічні процеси: очищення насіння від домішок, кондиціювання насіння по вологості, зберігання насіння.

Очищення насіння від домішок. Насіннева маса, що надходить на зберігання і переробку, являє собою неоднорідну суміш з насіння і

органічних (стебла рослин, листя, оболонки насіння), мінеральних (земля, камені, пісок), олійних (частково пошкоджені або пророслі насіння основної олійної культури) домішок.

Очищення насіння від домішок виробляють на очисних машинах - сепараторах, аспіраторах, Каменевідбірник, використовуючи такі методи:

- поділ насіннєвої маси за розмірами шляхом просіювання через сита з отворами різних розмірів і форми.

При просіюванні отримують дві фракції: прохід (частина, що проходить через отвори) і сход (частина, що залишилася на ситі);

- поділ насіннєвої маси по аеродинамічних властивостях шляхом продувки шару насіння повітрям;

- поділ металодомішок і насіння по феромагнітним властивостями.

Кондиціювання насіння за вологістю. Тривалому зберіганню підлягають насіння, вологість яких на 2-3% нижче критичної. Кондиціювання покращує технологічні властивості насіння. Для зменшення вологості насіння застосовують метод сушіння в промислових сушарках шахтного, барабанного типів і сушарки з киплячим шаром, а також метод активного вентилявання в сховищах, обладнаних пристроями для підведення і розподілу повітря по насіннєвій масі.

На відміну від інших олійних культур насіння бавовнику перед обробкою піддають зволоженню до 11%.

Зберігання насіння переслідує мети збереження їх від псування для отримання при переробці продуктів високої якості з мінімальними втратами; поліпшення якості насіння для їх більш ефективною переробки.

## 1.2. Підготовка насіння до вилучення масла

Ця підготовка передбачає очистку насіння від домішок, калібрування насіння за розмірами, кондиціонування насіння за вологістю, аналогічні відповідним операціям перед закладкою насіння на зберігання; обрушення насіння; поділ рушанки на фракції; подрібнення ядра.

Обрушення насіння і відділення ядра від оболонки. Насіння за характером оболонок ділять на дві групи – з оболонкою (соняшник, бавовник) та оболонки (льон, рапс, суріпиця, кунжут). Кожурніе насіння переробляють після відділення оболонки, бескожурніе - без її відділення.

Обрушення (лушення) - руйнування оболонок олійного насіння виробляють різними способами:

- розколюванням оболонки ударом (соняшник);
- стисненням оболонки (рицина);
- розрізанням оболонки (бавовник);
- обдиранням оболонки про шорсткі поверхні (конопля).

Тому робочі органи машин для лушення різні:

- для удару насіння об металеві поверхні (для очистки і відцентрові семенорушки), наприклад семенорушка бичевого типу МРН, обрушується елементами якої є колосники з хвилястою поверхнею - деки;

- з ріжучими сталевими робочими органами (дисківі типу АС-900, ножові і вальцьові шелушілкі);

- з гладкими або рифленими металевими поверхнями для роздавлювання.

Недоліком цих методів є часткове руйнування ядра, поява січки й олійного пилу.

Більш сучасна модель - відцентрова обтрушувальна машина РЗ-МОС, перевагою якої є орієнтування насіння довгою віссю в момент удару об деку.

При такому ударі все навантаження сприймає лузга, і ядро майже не дробиться, в той час як при ударі плазом сильно дробиться і ядро, втрати масла з відходить лушпинням збільшуються.

Із сучасних напрямків обрушення насіння найбільший інтерес представляють наступні методи:

1) аеродинамічний, суть якого полягає в тому, що насіння, що надходять в апарат, підхоплюються стисненим повітрям, який подається через сопло, потім насіння викидаються через трубу в разгрузитель; обрушення відбувається під дією декількох факторів: истираючого дії самої струменя, сил інерції, надлишкового тиску в самих насінні;

2) створення надлишкового тиску всередині насіння; метод використовується в декількох варіантах:

- в електромагнітному полі надзвукової частоти, під дією якого волога з ядра випаровується практично миттєво, пари концентруються в просторі між ядром і оболонкою, тиск всередині насіння підвищується, оболонка руйнується;

- багаторазовим зміною тиску (в герметичній камері насіння піддаються пульсуючому дії високого тиску, в результаті чого з'являються втомні явища в насінні, що викликає руйнування оболонки);

- одноразовим скиданням тиску (насіння поміщаються в апарат з підвищеним тиском і після швидкої розгерметизації потрапляють в приймач з атмосферним тиском; за рахунок миттєвого перепаду тиску всередині і зовні насіння відбувається руйнування оболонки).

Загальна гідність цих методів: не відбувається значного руйнування ядра, мало січки й олійного пилу.

Недоліки: дороге технічне втілення і великі витрати електроенергії.

В результаті обрушення насіння отримують рушанку, що представляє собою суміш декількох фракцій: цілого насіння - ціляка, частково необрушеного насіння - недоруша, цілого ядра, половинок ядра,

зруйнованого ядра - січки, масляного пилю і лузги (оболонки соняшнику, у бавовнику - лушпиння). Встановлено норми вмісту целюлаки, недоруша, січки і олійного пилю.

Поділ рушанки на фракції. Для поділу рушанки використовують відмінності у властивостях її окремих компонентів: в лінійних розмірах; по масі; в аеродинамічних властивостях; по електрофізичних властивостях; по опорі тертю.

Використовуються аспіраційні насінневійки Р1-МСТ, електросепаратори СМР-11, для поділу рушанки бавовнику - пуріфайери, для поділу дробленки сої - сепаратори Граностар повітряно-ситового типу.

Рушанку поділяють на ядро і лузгу (лушпиння).

Відділення оболонок від ядер має велике значення. При цьому підвищується якість масла, так як в нього не переходять ліпіди оболонок, що містять велику кількість супутніх речовин; підвищується продуктивність обладнання; зменшуються втрати масла з лушпинням за рахунок замасливання.

Подрібнення ядра. Метою цієї операції є руйнування клітинної структури ядра для максимального вилучення масла при подальших технологічних операціях. Для подрібнення ядра і насіння використовують однопарні, двупарні і п'ятивалкові верстати з рифленими і гладкими поверхнями. В результаті отримують сипучу масу мятку.

При пелюстковому помоле на двупарній плющильно вальцюванні і двупарном плющильно-вальцьовому верстаті ФВ-600 отримують пелюстка - пластинки сплющеного макухи товщиною менше 1 мм.



### 1.3. Склад рослинних масел і будова його основних компонентів

Рослинні масла можна класифікувати по одному з наступних ознак:

- за походженням сировини: олії з насіння або з м'якоті плодів;
- по консистенції при 20 ° С: рідкі, тверді, мазеподібні;
- по можливості полімеризуватися в присутності кисню: висихають, полувисихаючі, висихають;

класифікація за цією ознакою є найбільш поширеною;

- за методом вилучення з жиросодержащая сировини: пресові або екстракційний;
- за методами очищення і переробки: нерафіновані, гідратовані, рафіновані, вибілені,

дезодоровані, гідрогенізовані, переестерифіцированние, виморожена і т.п.

Консистенція, здатність до полімеризації і інші фізико-хімічні властивості рослинних масел залежать від їх складу і будови.

Основою рослинних масел, як і всіх жирів, є повні складні ефіри гліцерину і вищих аліфатичних кислот. Багато вищі аліфатичні кислоти вперше були виділені саме з жирів, тому в літературі їх часто називають «жирними» кислотами. У складі складного ефіру одна молекула гліцерину пов'язана із залишками трьох жирних кислот, тому ці сполуки називають триацілгліцеріни (в літературі можна зустріти і більш стара назва тригліцериди). Масова частка тригліцеринів в жирах становить 93 - 98%. Властивості масел залежать від того, залишки яких вищих аліфатичних кислот входять до складу триацілгліцеринів. Чим більше частка граничних кислот, що містять тільки прості одинарні  $\sigma$ -зв'язку, тим вище температура кипіння і плавлення такого масла, тим ближче він по консистенції до твердих жирів (масло какао, пальмова олія), тим нижче його реакційна здатність (в

реакціях полімеризації і окислення). Присутність у складі тригліцеринів переважно ненасичених вищих кислот,

містять одну або кілька подвійних зв'язків (до складу яких крім  $\sigma$ -зв'язку входить менш міцна і тому більш реакціоспособна  $\pi$ -зв'язок) знижує температури кипіння і плавлення масел, але збільшує їх реакційну здатність. Так, наприклад, при контакті з киснем повітря або при нагріванні до 250 - 300 ° С багато рослинні масла піддаються окисній полімеризації («висихають»), утворюючи плівки. За здатністю до висихання рослинні масла умовно підрозділяють на висихають, полувисихаючі і не висихають. Перші, наприклад, льняне, конопляне і тунговое масла, містять головним чином ефіри кислот з двома або трьома подвійними зв'язками (лінолевої, ліноленової, елеостеаринової).

Другі, наприклад кукурудзяна, соєва та макове масла, містять залишки кислот з однією або двома подвійними зв'язками (Олеїнової, лінолевої). Треті, наприклад кокосове і пальмове масла, мають в своєму складі переважно ефіри гліцерину і насичених кислот (лауринової, пальмітинової, стеаринової) і невелика кількість мононенасичених олеїнової. Невисихаюче касторове масло містить тригліцериди рицинолевої кислоти.

Від будови радикала кислоти, що входить до складу триацілгліцеріна, залежать консистенція і властивості масел, тому в літературі часто йде мова про кислотному складі масел, але вільні кислоти в помітних кількостях присутні тільки в згірклих маслах. У свіжих рослинних маслах вміст вільних кислот не перевищує 1-2%.

Решта речовини, розчинені в жирі і потрапили в нього в процесі маслодобивання, називаються супутніми. Супутні речовини, так само як і триацілгліцеріни, є складовими частинами рослинних або тваринних клітин і потрапляють в олію в процесі маслодобивання.

До супутніх речовин відносяться вільні карбонові кислоти, а також практично всі, крім триацілглицеринів, ліпіди (група з'єднань, практично не

розчинних у воді і добре розчинних у неполярних органічних розчинниках), що зустрічаються в жировому сировину. Розрізняють обмилюють і неомилієміє ліпіди. До обмилюють ліпідів, що створює при гідролізі спирти і кислоти, відносять: прості ліпіди (воску, діольніє ефіри), складні ліпіди (фосфо і гліколіпіди) та їх структурні елементи - вільні жирні кислоти і спирти.

До групи неомильних ліпідів входять головним чином вуглеводні терпенового ряду і їх кислородсодержащие похідні (спирти, прості ефіри, кетони). Серед зазначених сполук є вітаміни та інші біологічно активні речовини.

Особливу групу супутніх речовин складають специфічні речовини, характерні тільки для окремого виду або для окремих груп жирів. До таких речовин відносять госсипол (для бавовняного), сезамін (для кунжутного), теобромін (для масла какао), тіоглюкозиди і продукти їх розщеплення (для масел насіння сімейства хрестоцвітних).

Специфічні властивості речовин використовуються при ідентифікації різних, індивідуальних жирів або для виявлення їх в жирових сумішах. Зміст супутніх речовин в оліях постійно. Воно певною мірою залежить від якості і складу сировини, і особливо від умов вилучення з нього олії, зазвичай воно збільшується при витяганні жиру екстракцією розчинниками при високій температурі.

Крім супутніх речовин, в масло потрапляють і домішки. За своєю природою вони можуть бути органічними (Оболонки насіння, частини листя і стебел) і мінеральними (земля, камені, пісок). Крім того, домішки (найчастіше органічні) можуть потрапити в масло в результаті відповідних умов вирощування олійних культур, переробки і зберігання масла.

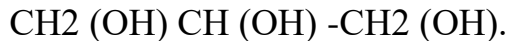
До таких домішок відносять різні пестициди, бензин (в екстракційних маслах), мило (в жирах, рафінованих лугом) і т.д. Домішки можуть виявитися в оліях також через протікання процесів окислення, гідролізу, біологічного і

термічного розкладання, різних побічних перетворень при гідрогенізації жирів і т.д.

Тріацилгліцерини і їх структурні компоненти

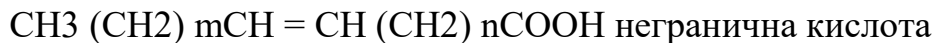
Тріацилгліцерини представляють собою складні ефіри трьохатомної спирту гліцерину і вищих аліфатичних кислот.

Гліцерин - перший член гомологічного ряду граничних аліфатичних триатомним спиртів, має структуру:



Назва гліцерин - тривіальна, але поширена. Назва цього з'єднання за систематичною номенклатурою 1,2,3-пропантриол в літературі практично не зустрічається.

Кислоти, що входять до складу триацилгліцеринів, являють собою одноосновні карбонові кислоти, які є похідними граничних або ненасичених вуглеводнів, в яких один атом водню у першого вуглецевого атома заміщений на карбоксильну групу - COOH:



Залежно від змісту кислот в тріацилгліцерині, їх можна розділити на головні, другорядні і міnorні.

Головні кислоти. Це одна, дві або три кислоти, сумарна масова частка яких в жирі складає не менше 70%.

Якщо таких кислот в жирі 2-3, то зміст кожної з них має бути не нижче 20%.

Другорядні кислоти. Вони містяться в жирі в кількості від десятих часток відсотка до 10 - 15%.

Міnorні (слідові) кислоти. Ці кислоти містяться в жирі в кількості від тисячних часток відсотка до 1%.

Все кислоти можна поділити також на неспецифічні і специфічні.

Неспецифічні кислоти. Містяться в переважній більшості жирів. Це такі кислоти, як пальмітинова, стеаринова, олеїнова, лінолева, ліноленова.

Специфічні кислоти. Характерні тільки для індивідуальних жирів і для вузьких груп жирів. Наприклад, ерукова кислота зустрічається тільки в оліях рослин насіння сімейства капустяних: ріпак та ін. У складі касторової олії, виділяється з насіння рицини, основний кислотою є рицинолева кислота, практично не зустрічається в триацілгліцерині інших масел.

До складу природних жирів, як правило, входять кислоти з парним числом атомів вуглецю, всі вони мають свої тривіальні назви, які до теперішнього часу широко використовуються в літературі. Назви кислот, що входять в молекули тригліцериніврослинних масел, побудовані за систематичною номенклатурою зустрічаються порівняно рідко.

Відповідно до систематичної номенклатурою кількість і стан подвійних зв'язків в ненасичених жирних кислотах часто позначають за допомогою цифрових символів: наприклад, олеїнову кислоту зображують як [18: 1: 9], лінолеву кислоту як [18: 2: 9,12], де перша цифра позначає число вуглецевих атомів, друга - число подвійних зв'язків, а наступні цифри - номери найближчих до карбоксильної групи вуглецевих атомів, пов'язаних подвійним зв'язком.

Назви кислот входять в назви триацілгліцеринів, але закінчення «-інова кислота» замінюється на «іл»:

наприклад, тріолеїлгліцерин (гліцерин пов'язаний з трьома залишками олеїнової кислоти). Якщо до складу молекули входять залишки різних кислот (що зазвичай і спостерігається в нативних (природних) жирах), то необхідно включити назви всіх кислот, присутніх в молекулі: 1-стеарил-2-олеїл-3-лінолеїл-гліцерин, де цифрами позначається положення залишків кислот в молекулі гліцерину (у першого, другого або третього атома вуглецю).

У спеціальній літературі жирні кислоти часто зображують у вигляді зигзагоподібної витягнутої лінії, що відбиває жорсткість валентного кута

атомів вуглецю в  $111^\circ$  для простого зв'язку (що відповідає  $sp^3$ -гібридації атомів вуглецю, утворюють тільки  $\sigma$ -зв'язку) і в  $123^\circ$  для подвійного зв'язку (що відповідає  $sp^2$ -гібридації атомів вуглецю, створюючих, крім  $\sigma$ -зв'язків, одну  $\pi$ -зв'язок). Однак така конформація є умовною і справедлива тільки для випадку, коли жирна кислота знаходиться в кристалічному стані. У рідкому стані вуглецевий ланцюг кислотного залишку може утворювати незліченну кількість конформаций через можливість вільного обертання атомів відносно простий зв'язку, аж до клубка, в якому є лінійні ділянки різної довжини в залежності від числа подвійних зв'язків.

Клубки можуть злипатися між собою, утворюючи так звані міцели. Відомо також, що при наявності подвійного зв'язку обертання  $sp^2$ -гібридних вуглецевих атомів відносно один одного обмежена, що забезпечує існування підпре ненасичених жирних кислот у вигляді геометричних ізомерів (рис. 1.2), причому природні ненасичені жирні кислоти мають цис-конфігурацію і вкрай рідко транс-конфігурацію.

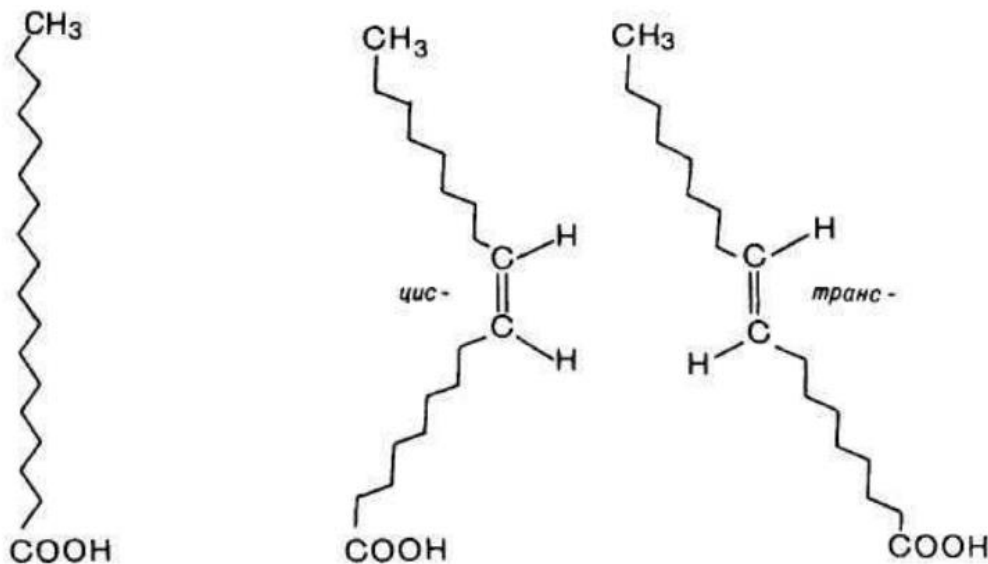


Рисунок 1.2 - Конфігурація 18-вуглецевих насичених і мононенасичених жирних кислот в цис- і транс-конфігурації.

Вважають, що цис-конфігурація кислоти з декількома подвійними зв'язками надає вуглеводневого ланцюга вигнутий і укорочений вид. З цієї причини молекули цих кислот займають більший обсяг, а при утворенні кристалів упаковуються не так щільно, як транс-ізомери. Внаслідок цього цис-ізомери мають більш низьку температуру плавлення. Цис-конфігурація робить ненасичену кислоту менш стабільною.

У рослинних оліях, що піддавалися хімічній обробці, число залишків кислот, що мають транс-конфігурацію подвійних зв'язків, збільшується.

Різні сорти олійної культури одного виду можуть давати масла різних типів. Так, низькооліолеве і високоолеїнову соняшкову олію відрізняються різним вмістом олеїнової кислоти, тому відносяться до напіввисихаючих і невисихаючим масел відповідно.

Зміст специфічних кислот також сильно залежить від сорту культури. Традиційним відмінністю рапсового масла вважається наявність в його молекулах кислотних залишків ерукової кислоти. Однак в даний час поряд з високоеруковими сортами ріпаку широкого поширення набули і низкоерукових, що містять мінорні кількості цієї кислоти.

Визначається кількість різних кислот в триацілгліцерині хроматографічним методом. Різниця в співвідношенні кислот призводить до відмінностей в будові тригліцериніввідповідних масел і пояснює відмінність їх свойств. Так, присутність в напіввисихаючих маслах, до яких слід віднести і низькоолеїнове соняшкову олію, значної кількості тригліцеринівкислот, в молекулах яких міститься 2 або 3 подвійні зв'язки, пояснює велику реакційну здатність цих масел, зокрема в реакціях окислення і полімеризації. завдяки присутності реакціонноспособних  $\pi$ -зв'язків, ці масла легко окислюються, особливо в присутності іонів металів і легко полімеризуються, утворюючи полімери великої молекулярної маси, що призводить до збільшення в'язкості і зміни консистенції масла в процесі зберігання, особливо в металевих резервуарах без спеціального покриття.

Кисень з'єднання, що утворюються при окисленні, хімічно ще більш реакційноздатні, більш агресивні по відношенню до металів та інших матеріалів (гума, пластик і т.д.).

#### **1.4. Супутні речовини в рослинних оліях**

Зміст супутніх речовин також відрізняється в залежності від типу масла, способу його вилучення і способу очищення. Як правило, зміст супутніх речовин вище в оліях, видобутих екстракційним способом, ніж пресовим, так як ліпіди та інші супутні сполуки добре розчинні в органічних розчинниках, застосовуваних для екстракції. В процесі очищення масла зміст супутніх речовин зменшується.

Вільні жирні кислоти можуть міститися в рослинній сировині (насіння недозрілих рослин або насіння, самосозреваючі при зберіганні у вологому стані) або утворюватися як в процесі виділення масла в результаті часткового гідролізу тригліцеринів(вищі жирні кислоти), так і при окисленні під дією світла або при тривалому зберіганні (низькомолекулярні жирні кислоти: масляна, капрінова, капронова, каприлова, ацетоуксусная, оцтова).

Сумарний вміст вільних кислот в нерафінованих оліях може досягати 1-2% по масі, воно визначає їх кислотність і характеризується кислотним числом. Наявність вільних низькомолекулярних жирних кислот, розчинних у воді і випаровуються при нагріванні, характеризується числом Рейхарта - Мейсля; наявність кислот, які не розчиняються у воді, але здатних випаровуватися при нагріванні - числом Поленський. Обидва цих числа визначаються об'ємом мл 0,1 н. розчину КОН, що витрачається на нейтралізацію 5 г рослинного масла в певних умовах.

Зміст нерозчинних кислот і неомильних компонентів характеризується числом Генера (зміст їх в% в 100 г рослинного масла).



Знаючи значення відповідних чисел, можна зробити припущення про жирнокислотного складу тригліцеринів будь-якого масла. Так, наприклад, число омилення кокосового масла одне з найбільших, а ріпакової олії - одне з найменших; отже, при обмиленні однієї і тієї ж маси масла гідроліз тригліцеринів кокосового масла дасть більшу кількість кислот, ніж гідроліз тригліцеринів рапсового масла. Значить, до складу тригліцеринів кокосового масла входить значна кількість низькомолекулярних кислот (дійсно, це капронова (6: 0), каприлова (8: 0) і капрінова (10: 0) кислоти), а до складу тригліцеринів рапсового масла - навпаки, входять кислоти з великою молекулярною масою (наприклад, ерукова (22: 1)).

Масла, що володіють найвищими числами Рейхарта - Мейсля, містять найбільшу кількість низькомолекулярних водорозчинних кислот, що підвищує корозійну агресивність таких масел.

Фосфоліпіди - складні ефіри фосфорної кислоти. До складу рослинних жирів входять гліцерофосфоліпіди - складні ефіри гліцерину, жирних кислот і фосфорної кислоти [10]. Залишок фосфорної кислоти фосфорильованій какимлибo азотовмісних органічною сполукою: це може бути холін (у лецитин), серин (в Фосфатидилсерин), етаноламін (в фосфатиділетаноламін) і ін. Склад жирних кислот фосфоліпідів і триацилглицеринов, виділених з одного жирового сировини, не ідентичний.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Процес витягування рослинного масла з зерен

Одним з головних і почakovих процесів при переобці рослинного масла є відтискання олійновмісних культур, як правило зерен на пресах з метою вичвлювання з них олії. Цей проце є досить сильно енергозатратним, тому його оптимізації має важливий характер, оскільки саме від продуктивностей та довготривалості роботи такого пресу залежить продуктивність всього виробництва. Тому забезпечення безперервності його роботи є першочерговою задачею.

Слід відмітити, що прес працює в умовах великих навантажень, тому виникає необхідність кортолювання усіх навантажених елементів пресу, зокрема асинхронних двигунів, які забезпечують роботу приводу.

В загальному випадку рослинне масло можливо отримати з олієвмісних культур двома способами, за допомогою процесу екстракції та власне пресування. З використанням цих методів можна виокремити такі технологічні рішення для виробництва рослинних масел:

- Холодний віджим – відбувається з насінням без будь-якої обробки. В деяких випадках і для деяких культур добре підходить, проте в промислових масштабах приводить до втрати частини продукції.
- Форпресування – процес попереднього відтискання олії з насіння, за яким як правило слідує подальші операції витягування олії.
- Одноразове пресування.
- Дворазове пресування – віджим культури в кілька етапів. На першому проводиться первинне пресування, а на другому більш сильни і з меншою кількістю продукції. Таким чином отримують різну якість олійних продуктів. Власне кажучи, в деяких

виробництвах отримані продукти на двох стадіях відтискання можуть змішуватись, а можуть фасуватися окремо.

- Форпресування з подальшим процесом екстракції. Спочатку проводять базове розминання зерна для полешчення процесів екстракції.
- Власне екстракція – витягування олії за допомогою певних розчинників.

Для підвищення ефективності процесу витягу олії з культури бажано забезпечити теплову обробку зерен, як забезпечить вивід лишньої вологи та полегшить процес віджиму. При цьому продукт необхідно дуже ретельно перемішувати для забезпечення рівномірності процесу. Як правило при реалізації виробництва теплову обробку проводять в два етапи, проте в сучасних пристроях вона проводиться одночасно.

На першій стадії відбувається процес висушування м'якоті олієвмісних елементів рослин для їхнього нагрівання. Така операція, як правило, відбувається в процесі транспортування продукту до пресу або іншої технологічної операції та проходить у пропарно-зволожувальних транспортерах шнекового типу. При цьому елементи олієвмісних культур нагріваються до 80-85°C. Такий процес приводить до того, що значно зменшується енергія зв'язку масла з м'якоттю, тобто неліпідною частиною насіння.

На другій стадії проводиться додаткове підвищення температури продукту шляхом його нагрівання для забезпечення зеншення в'язкості масла, поверхневого натягу та густини. Це приводить до того, що олія легше витікає з м'якоті при пресуванні. Власне кажучи, такий процес є необхідний, оскільки в разі піднімає еієктивність відтискання. Такий продукт, який утворюється в результаті вказаних вище процесів називається мезгою.

В подальшому проводять процес попереднього віджиму з утвореної сипучої пористої маси, що приводить до відділення 60-85% рослинної олії.

Проте для ефективного виробітку в подальшому проводять екстракцію або друге пресування. Для цієї операції використовують різне обладнання, яке розділяють в залежності від тиску, що створюється при процесі пресування експелер та форпрес (перший забезпечують остаточне відтискання, другий – попереднє).

В більшості випадків найефективніше для форпресування застосовувати преси шнекового типу. В таких пресах стискання відбувається за рахунок втирання матеріалу в стінки та звуження витків шнеку. Також стінки циліндру такого пресу мають отвори, через які олія може відводитись для збирання. В результаті такої операції технологічно отримується пресова олія та жмих, в якому ще є достатньо олії (близько 15-25%, залежно від конструкції пресу та умов процесу). Такий жмих транспортується на додаткові операції відділення олії або знову подається на вхід пресу. Саму ж мезгу транспортують на остаточне пресування.

При кінцевому віджимі або пресуванні умови стають дещо жорсткішими, тиски зростає. В результаті такого процесу вміст рослинного масла зменшується до 4-6%. На цій стадії преси проводять відтискання за рахунок руйнування матеріалу між двома шестернями або шнеками, які доторкаються один до одного. При цьому перед власне самим пресом є подрібнювальні пристрої. Також, оскільки пресування більш навантажене, необхідно додатково очищати жмих від певних включень, таких як металічні частинки, пісок. Ця операція проводиться в бункері перед завантаженням. Також для жмиху портівно додати вологу для покращення процесу приблизно 6-8%.

На рисунку 2.1 приведена схема типового пресового апарату, який застосовують для відтискання олійних культур.

В приведеній машині є три зони, де проводиться процес.

Перша зона підготовча, як прави оснащена конвеєром, по якому поступає насіння або інші елементи.

У другій зоні проводиться термічно-зволожувальна обробка м'якоті за допомогою нагрівних пристроїв. В такому процесі насіння безперервно перемішується і отримує тепло від тенів. При цьому його температура різко зростає до 95-115°C, що приводить до суттєвого зменшення сил натягу і олія вільні відділяється від м'якоті.

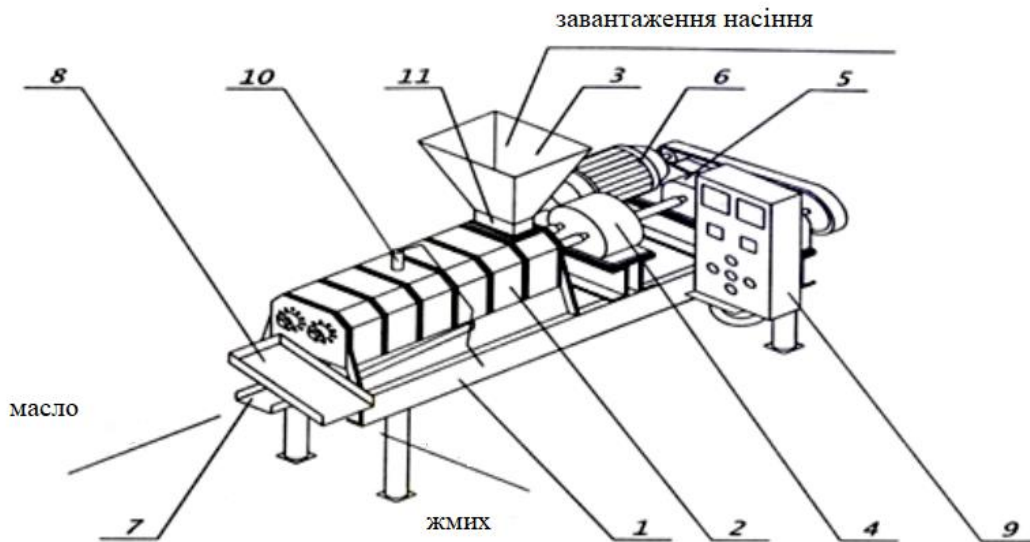


Рисунок 2.1 – Схема типового маслопресу:

1 - станина; 2 – пресовий корпус з отворами; 3 – пристрій завантаження; 4 – пристрій роздвоєння; 5 - редуктор; 6 – електричний привід; 7 – елемент для відводу отриманого масла; 8 – пристрій для відведення макухи; 9 – система ручного керування процесом; 10 – датчик температури.

Третя зона – власне пресова – характеризується процесом збільшення тиску та стискання м'якоті з метою відділення олії. Для витікання масла передбачено отвори в циліндрі шнеку. У цій зоні також відбувається нагрівання та прошовування матеріалу між двома шнеками для надання ефекту віджиму та поступального руху жмиху. Такий процес забезпечує ефективно відтискання рослинної олії.

Для завантаження шнеку використовують різні конструкції бункерів, які можуть бути прямокутної або круглої форми. Також в ньому можуть використовуватися магніти для видалення металічних включень, як можуть пошкодити екструдер.

Також в установці присутні роздвоювач, який задає швидкості обертання для двох шнеків від одного приводу таке виконання забезпечує синхронізацію між обертанням валів, що дозволяє забезпечити їх синхронне обертання. Також в ньому встановлені опорно-радіальні підшипники для сприймання осьових зусиль від пресу.

Для забезпечення обертання в установці пресу змонтовано асинхронний трифазний двигун, який через редуктор з'єднаний з валами екструдера. В деяких виконаннях момент може передаватися напряму або через клино-пасову передачу.

Для роботи екструдера використовують два основних силові контури, які споживають значну електричну потужність. Перший – це привід головного руху, другий – це нагрівники для сушіння м'якоті. Ці два елементи необхідно жорстко контролювати, оскільки їх робота напряму впливає на продуктивність та роботоздатність установки.

При використанні хімічного методу, зокрема екстракції, досягається вищий коефіцієнт вибирання олії, як правило менше 1%.

В більшості випадків в якості розчинних матеріалів для м'якоті застосовують бензини, які мають температуру закипання 65-76°C.

Власне кажучи екстракція це процес, в результаті якого проходить так зване висмоктання олії, яке виникає за рахунок різниці концентрацій олії поза межами м'якоті та в ній. Розчинник за рахунок проникнення в жмих розчиняє там розсілинні масла, роблячи їх розрідженими, що приводить до полегшення його проходження через клітини. В результаті розчинник витискає олію назовні. Процес відбувається до встановлення рівноважного

стану. Якщо в процесі екстракції відводити олію та джодавати новий жмих, то процес може бути безперервним.

Такий процес відбувається у двох формах.

Перша форма – занурення. М'якоть олієвмісних рослин безперестанку проходить через розчинник в протилежному напрямку відносно течії розчинника. Просування відбувається за рахунок шнеків по колоні.

Початковий матеріал поступає у колону за допомогою транспортера, куди попадає на витки спіралі шнеку, що спричинює поздовжньо-поступальний рух м'якоті. В подальшому вона попадає в колону і транспортується наверх. В цей же час розчинник подається в верхню частину колони та падає вниз під дією тиску та сил тяжіння. Температура розчинника складає 55-65°C.

Відходи після екстракції виводиться, та оскільки він містить багато розчинника, надалі його транспортують до відділення випарювання. Там зі шроту видаляють бензинові включення.

До відносних переваг такого процесу відповідно слід віднести простоту самої реалізації процесу та безпека при виробництві, відносно пристойна продуктивність. Недоліками такого процесу є високий вміст домішок у шроті, адже не всі елементи можна видалити скопобом випарювання. Також готовий продукт не є досить чистим, оскільки і в ньому залишаються частинки хімічних реакцій.

При процесі екстрагування ступеневим зрошуванням зарно або м'якоть олієвмісного продукту залишається нерухомою, тоді як розчинні матеріали переміщуються. При такому способі вихідний продукт є більш чистішим, проте такий процес забирає набагато більше часу для виконання

При екстракції на стрічковому, зазвичай, екстракторі сировина з бункера подається на рухому, власне, сітчасту стрічку транспортера, проходить, воче- видь, під форсунками і, на нашу думку, зрошувачами, зрошується послідовно мі- сцелли і, на нашу думку, бензином. Екстрактор

має вісім ступенів з рециркуляцією, зазвичай, місцелли і вісім місцеллосборників.

Після екстракції місцелла, власне кажучи, містить до 1% домішок, і її на- правляють, зазвичай, на ротаційні дискові або патронні фільтри, втім, для очи- щення. Дистілляція - це отгонка, зазвичай, розчинника з місцелли. Найбільш по- ширені, власне кажучи, триступінчаті схеми дистиляції.



## **3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА**

### **3.1 Розробка структурної схеми автоматизованої системи**

Технологічні процеси та лінії, які несуть відповідальність за їх виконання та відносяться до галузі переробки харчових продуктів повинні виконувати всі норми, а їхня продукція має відповідати стандартам. Тому важливою задачею є комплексна автоматизація виробництва, яка дозволить більш краще контролювати всі параметри виробництва та якість продукції. Також впровадження засобів автоматизованого керування забезпечить можливість отримати статистичні дані на протязі тривалого часу про параметри виробництва та продуктивність окремих ланок, що дозволить більш детально проаналізувати процес. Це дозволить більш добре оптимізувати процес виробництва, підвищити продуктивність праці та збільшити прибуток підприємства. Для проведення автоматизації процесу витискання рослинного масла було обрано обладнання компанії ОВЕН, яке володіє відносно низькою вартістю та прийнятною надійністю.

Виходячи з того, що витискання масла проходить в промислових умовах, використання таких дешевих систем як Arduino себе не оправдує. Тому ми зупинились на контролері ОВЕН 110-60. Продуктивність підприємства для переробки масла та олії приблизно має становити 200-250 тон за добу.

Повний цикл обробки рослинного масла складається з витискання, операції дезодорування та рафінації. При цьому однією з важливих операцій, яка впливає на продуктивність в цілому є процес витискання масла. Оптимізація цього процесу є важливою, оскільки залежно від вихідної продукції, залежить і сам процес віджиму та продуктивність. Також важливо знати ступень і кількість віджимів для отримання мінімальних затрат часу та

максимально високої степені виходу масла відносно жмиху. Схема реалізації технологічного процесу витискання рослинної олії приведена на рис. 3.1

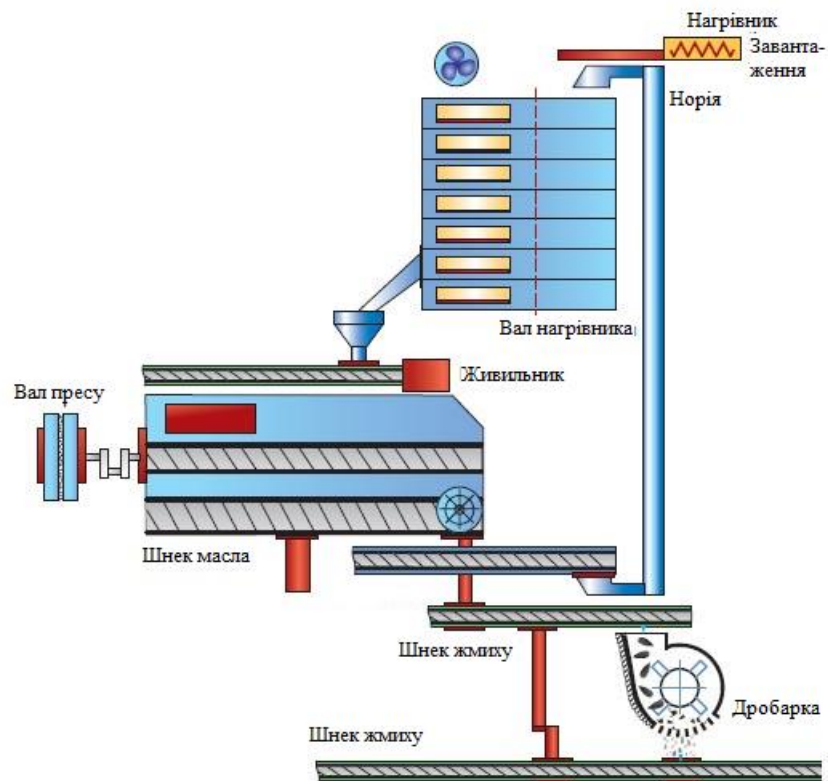


Рисунок 3.1 – Схема технологічного процесу при витисканні масла.

Насіння різних олійних культур, зокрема соняшника, подаються на віджимний механізм за допомогою стрічкового конвеєра. В подальшому вони завантажуються в нагрівний пристрій, який має сім зон з різними температурами нагрівання. Проходячи через ці зони насіння просмажується, нагріваючись. Це полегшує процес відтискання. В середині нагрівного пристрою є обертовий вал та вентиляючий пристрій, який забезпечує рівномірне прогрівання продукту.

В подальшому висушене насіння, завантажуються в живильний пристрій власне пресу. У головному відділенні пресування відбувається стиснення масловмісних рослинних елементів. Після закінчення відтискання

рослинне масло подається в тркбопровід, звідки транспортується на подальший етап обробки, власне, рафінацію. Відпрацьована ж маса, яка називається жмихом, поступає у зволожувач. Частина зерен, які не відтиснулись траспортуються знову в зону нагрівання.

Для забезпечення усіх варіантів роботи пресу та запобігання виникнення ситуацій зупинки виробництва у нашій автоматизованій системі необхідно передбачити кілька режимів роботи. Найперше це ручний режим, для керування процесом, коли вийшли з ладу певні модулі, в процесі переналаштування на новий тип рослинної продукції, налаштуванні роботи модулів. Другий режим це напіавтоматичне керування, яке використовується в процесі вивчення нових параметрів процесу при зміні виробництва. У цих двох режимах система реагує на усі дії оператора, проте не приймає самостійних рішень і дій, а лише індикує оператору усі параметри роботи установки. Такими головними конртьольованими параметрами є температури підшипників редуктора, які відображають його навантаження, температуру обмоток електроприводу асинхронного типу, які контролюють нормальні умови його роботи. Також важливими параметрами є основні показники приводу завантаження нагрівника такі як напруга, струм та момент на валу двигуна. Також контролюється температура інших електромоторів та швидкості обертання головного валу пресу та двигуна нагрівника.

У третьому автоматичному режимі система працює по певному алгоритму, вмикає усі необхідні механізми – вмикання шнеків для транспортування масла, жмиху, валу пресу, живильників тощо.

### 3.2 Вибір елементів системи та розробка схеми під'єднань

В якості основного керуючого елементу обрано контролер ОВЕН ПЛК 110-60, до якого для забезпечення контролю усіх параметрів під'єднано три модулі вводу виводу дискретних значень. Також до ПЛК під'єднано модуль вводу МВА8. Для узгодження рівня сигналу вихідних модулів було використано реле. Також було написано керуючу програму в середовищі CodeSys для реалізації контролю усіх приводів пресу.

Також для виводу необхідних значень та контролю процесу було встановлено панель ИП-320. Вказаний пристрій також відображає аварійні стани. З'єднання елементів виконано по шині RS-485, а панель оператора по RS-232. Схема з'єднань приведена на рис. 3.2

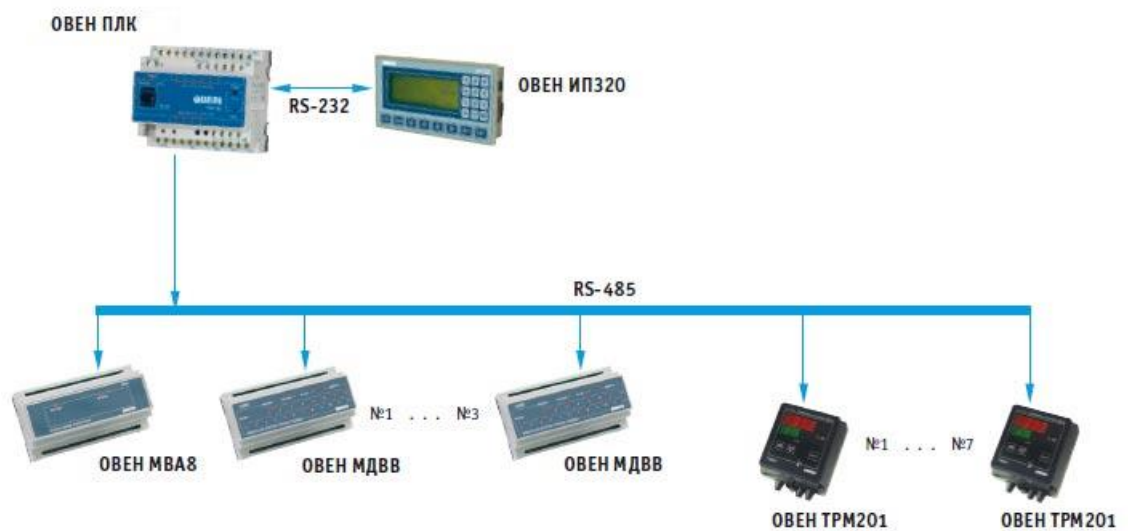


Рисунок 3.2 – Схема з'єднань автоматизованої системи керування пресом.

Для регулювання температурного режиму в пристрої нагрівання та підтримування заданих значень у кожній зоні по ПІД закону регулювання, що є найефективнішим для нагрівника, регулюється температура за допомогою модулів ТРМ201. Головний вал під'єднано за допомогою

перетворювача частоти. Так само і всі решта приводи. Частота обертання валів визначається давачами ДСК-М30-80У-1115-ЛА.05, струми, які протікають в обмотках контролюють регулятори ТРМ1А з давачами ИТП-1. Вони проводять аварійне вимкнення пирводу при перевищенні значення струму граничних значень.

Слід відмітити, що параметри роботи не тільки контролюються, але і фіксуються в базі даних ПК, який під'єднується до контролера по протоколу TCP/IP за допомогою CodeSys. Це допомагає аналізувати режими роботи пресу при різних видах продукції, адже навіть зерна однієї і тієї самої культури в різних партіях можуть відрізнятися, що вимагає підналаштувати та адаптовувати роботу приводу.

### **3.2.1 Характеристика контролера ОВЕН ПЛК 110-60**

Відноситься до ПЛК які виконані у вигляді одного модуля, який несе на собі дискретні входи виходи та забезпечує хороший процкс автоматизації систем середнього ласу. Вказаний контролер володі потрібною надійністю, легко може підєднувати додаткові модулі вводу/виводу тощо.

Зовнішній вигляд та схема виводів приведена на рис. 3.3.

«Рекомендується до використання:

У системах HVAC

У сфері ЖКГ (ІТП, ЦТП)

В АСУ водоканалів (водопідготовка, насосні станції)

Для управління малими верстатами і механізмами

Для управління харчопереробної і пакувальними апаратами

Для управління кліматичним устаткуванням

Для автоматизації торгового обладнання

У сфері виробництва будівельних матеріалів

Відмінні риси лінійки

- Потужні обчислювальні ресурси і великий обсяг пам'яті.
- Наявність дискретних входів / виходів на борту контролера.
- Наявність послідовних портів (RS-232, RS-485) на борту контролера.
- Наявність порту Ethernet для включення в локальні або глобальні мережі верхнього рівня» [9].

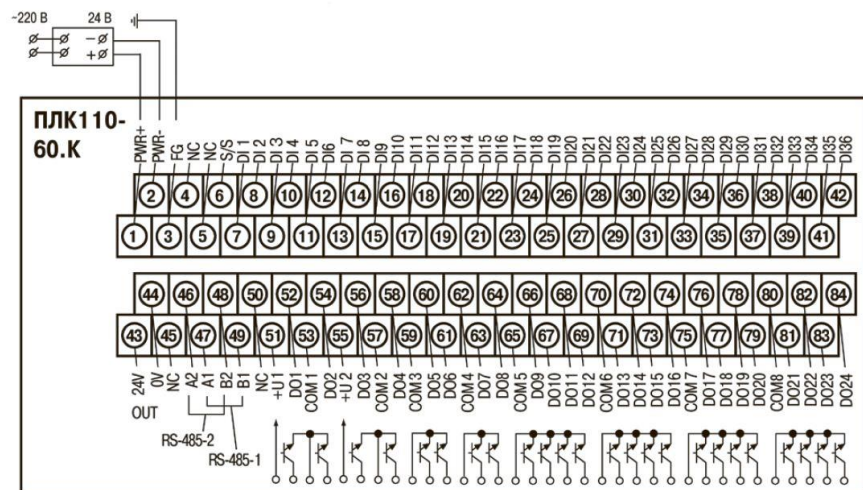


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд та схема виводів контролера ОВЕН ПЛК 110-60

«Підтримка протоколів обміну Modbus (RTU, ASCII), ОВЕН, DCON.

Можливість роботи безпосередньо з портами контролера, що дозволяє підключати зовнішні пристрої з нестандартними протоколами.

Контролер має вбудований годинник, що дозволяє створювати системи управління з урахуванням реального часу.

Вбудований акумулятор, що дозволяє організувати ряд додаткових сервісних функцій: можливість короткочасного перечікування зникнення живлення, переключення вихідних елементів в безпечний стан» [9].

Схема під'єднання виконавчих елементів та датчиків приведена на рис 3.4.

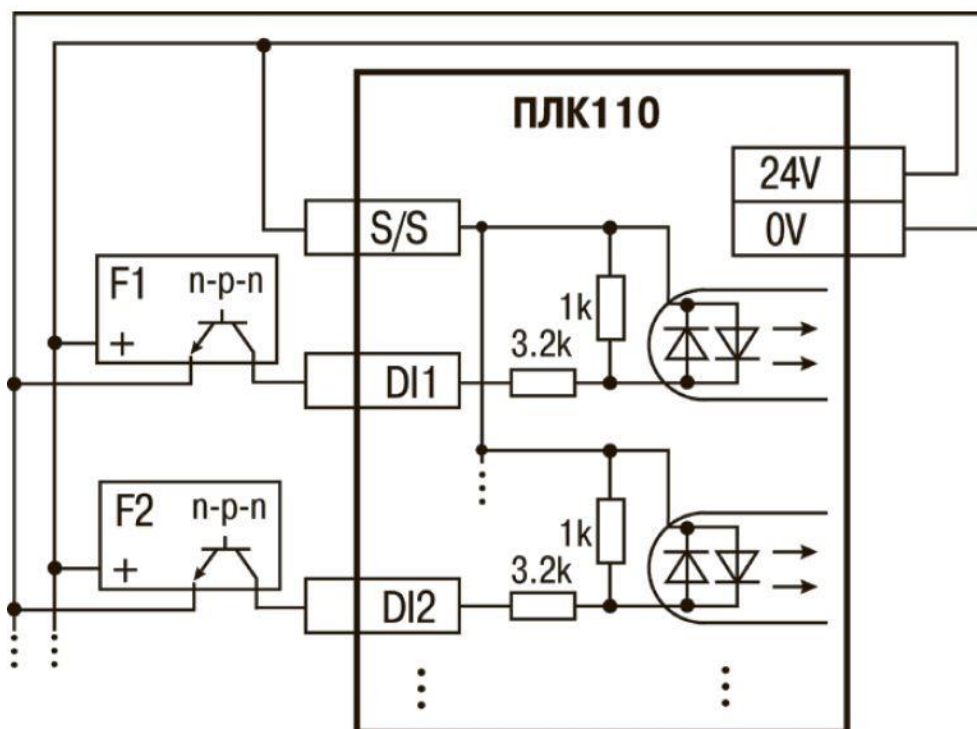


Рисунок 3.4 – Схема під'єднання датчиків до входів контролера.

### 3.2.2 Опис МДВВ

Вказаний модуль служить для забезпечення розширення входів виходів контролера за рахунок посладовної передачі вимірних параметрів по мережі RS-485.



Рисунок 3.5. – Загальний вигляд модуля розширення МДВВ.

Сприймання сигналів на фходах відбувається з допомогою ШІМ, що забезпечує широкий функціонал роботи. Загальна функціональна схема модуля приведена на рис. 3.6.

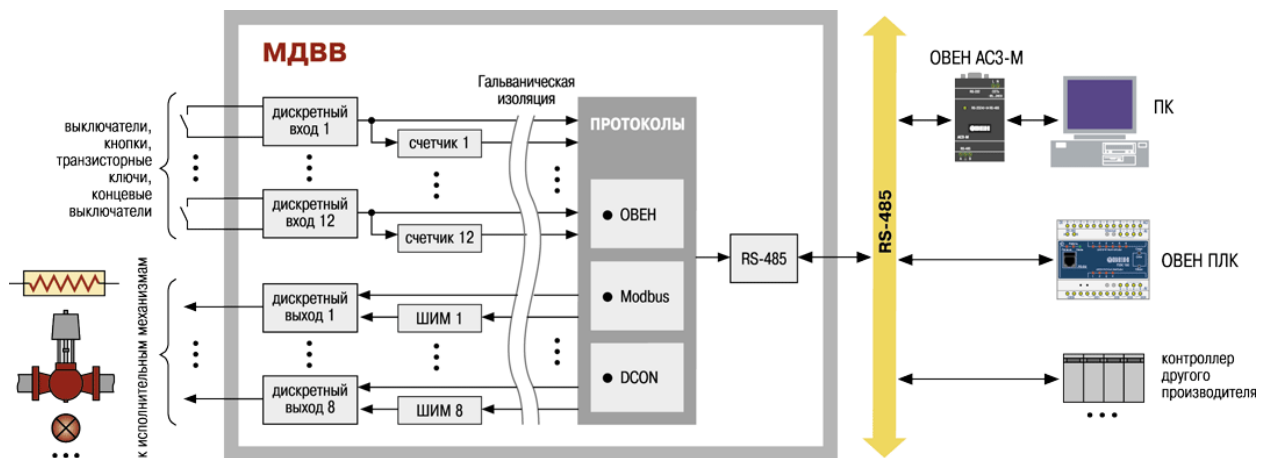


Рисунок 3.6 – Функціональна схема модуля МДВВ.



«Основні функції:

12 дискретних входів для підключення контактних датчиків і транзисторних ключів n-p-n типу

Можливість використання будь-якого дискретного входу в режимі лічильника (максимальна частота сигналу - 1 кГц)

8 вбудованих дискретних вихідних елементів в різних комбінаціях:

е / м реле 8 А 220 В;

оптотранзисторний ключ 400 мА 60 В;

оптосімістори 0,5 А 300 В;

для управління твердотілим реле

Можливість генерації ШІМ-сигналу будь-яким з виходів

Автоматичний переключення виконавчого механізму в аварійний режим роботи при порушенні мережевого обміну

Підтримка поширених протоколів Modbus (ASCII, RTU), DCON, OVEN

Безкоштовна програма «КОНФІГУРАТОР МДВВ»:

конфігурація приладу на ПК;

реєстрація стану дискретних входів і вихідних елементів (скважності ШІМ)

Перешкодостійкість завдяки:

вбудованому імпульсному джерелу живлення 90 ... 264 В 47 ... 63 Гц;

гальванічної розв'язки в ланцюгах виходів, харчування та інтерфейсу RS-485;

застосування захисних елементів в ланцюгах дискретних входів.» [10].

### 3.2.3 Модуль ТРМ 201

Загальний вигляд вказаного модуля приведено на рис 3.7.

«Терморегулятор ОВЕН ТРМ201 - аналог ОВЕН ТРМ1 з інтерфейсом RS-485.

Застосовується для вимірювання, реєстрації або регулювання температури теплоносіїв і різних середовищ в холодильній техніці, сушильних шафах, печах різного призначення, пастеризаторах і іншому технологічному обладнанні, а також для вимірювання інших фізичних параметрів (ваги, тиску, вологості і т. П.)» [11].

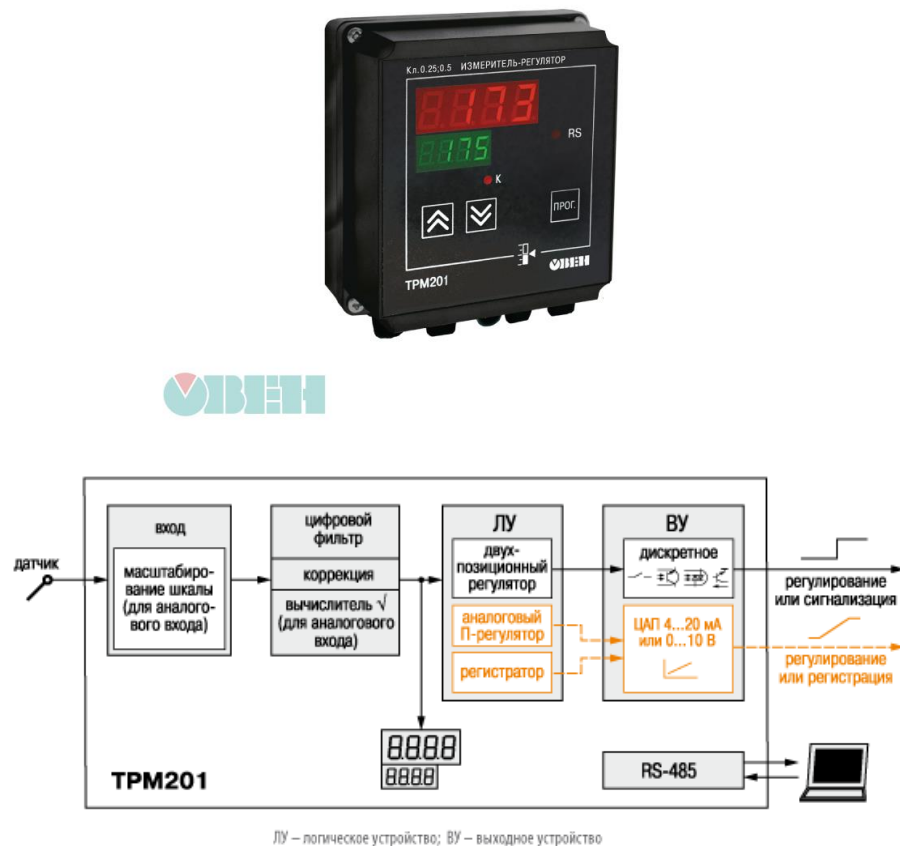


Рисунок 3.7 – Загальний вигляд та функціональна схема регулятора

«Прилад випускається в корпусах 4-х типів: настінних Н, Н2 і щитових Щ1, Щ2.

Функціональні можливості вимірювача-регулятора ОВЕН ТРМ201  
УНІВЕРСАЛЬНИЙ ВХІД для підключення широкого спектру датчиків температури, тиску, вологості та ін.

РЕГУЛЮВАННЯ вхідної величини:

- двопозиційне регулювання;
- аналогове П-регулювання.

ЦИФРОВИЙ ФІЛЬТРАЦІЯ І КОРЕКЦІЯ вхідного сигналу,  
масштабування шкали для аналогового входу

РЕЄСТРАЦІЯ вимірної величини при установці на виході ЦАП 4 ... 20  
мА (модифікація ТРМ201-Х.І)

ОБЧИСЛЕННЯ ТА ІНДИКАЦІЯ КВАДРАТНОГО КОРЕНЯ з  
вимірюваної величини (наприклад, для регулювання миттєвої витрати)

ВБУДОВАНИЙ ІНТЕРФЕЙС RS -485 (протокол ОВЕН, Modbus ASCII  
/ RTU \*)

КОНФІГУРАЦІЯ НА ПК або з лицьової панелі приладу

ШВИДКИЙ ДОСТУП ДО ЗМІНИ УСТАВКИ з лицьової панелі  
приладу

РІВНІ ЗАХИСТУ НАЛАШТУВАНЬ ПРИЛАДУ для різних груп  
фахівців» [11].

## **4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА**

### **4.1. Результати на обговорення досліджень використання рослинних масел в якості палива**

У розділі йдеться про характеристики рослинних олій (масел) та їх сумішей з дизельним паливом. Вимірюються такі параметри, як в'язкість, теплотворна здатність, октанове число серед чистих рослинних олій та їх сумішей з дизелем, порівнюються з олією, еталонним паливом. В наступному підрозділі йдеться про короткострокові випробування двигуна, що проводилися з використанням рослинних масел та їх сумішей з дизельним паливом. Чисті олії та їх суміші оцінюються за вимірюваними параметрами, такими як економія палива, вихлопи вихлопних газів, потужність, крутний момент і температура вихлопу.

#### **4.1.1 В'язкість**

В'язкість чистих рослинних масел та чистого дизеля вимірювали в секундах, як показано в таблиці 4.1. В'язкість кокосової олії, ріпакової олії (РКО) та олії ятрофи при 41°C виявили приблизно 201%, 218% та 275% відповідно вищу в'язкість, ніж дизель. Серед чистих рослинних масел в'язкість не відрізнялася суттєво. Використовуючи довірчий інтервал 95%, різниця між в'язкістю чистої кокосової олії та РКО виявилися несуттєвими. Однак різниця між в'язкістю ятрофи та кокосу та ятрофи та РКО на 95% довірчому інтервалі було виявлено, що вони значущі. При однакових умовах температури і тиску, в'язкість ятрофи була вищою. При 41°C в'язкість ятрофи була на 23,8% більше, ніж у кокосовій олії та на 19,2% вище, ніж у РКО.

Тим часом РКО був на 5,7% більш в'язким, ніж кокосова олія.

Таблиця 4.1

## В'язкості чистих рослинних олій і дизпалива

Oils	Coconut	PKO	Jatropha	Diesel (40°C)
Redwood No1 seconds at 41°C	<b>104.52± 2.76</b>	<b>110.19 ± 3</b>	<b>129.4±2.79</b>	<b>32.38 ± 0.02</b>

З рис. 4.1 видно, що в'язкість ятрофи, кокосу та РКО відносно вище, ніж дизеля у всіх випадках, навіть коли температура підвищена до 90 °С. Однак в'язкість значно зменшилась з підвищенням температури. В'язкість усіх масел наближалась до дизеля при 80 °С. Це відповідає відомим значенням.

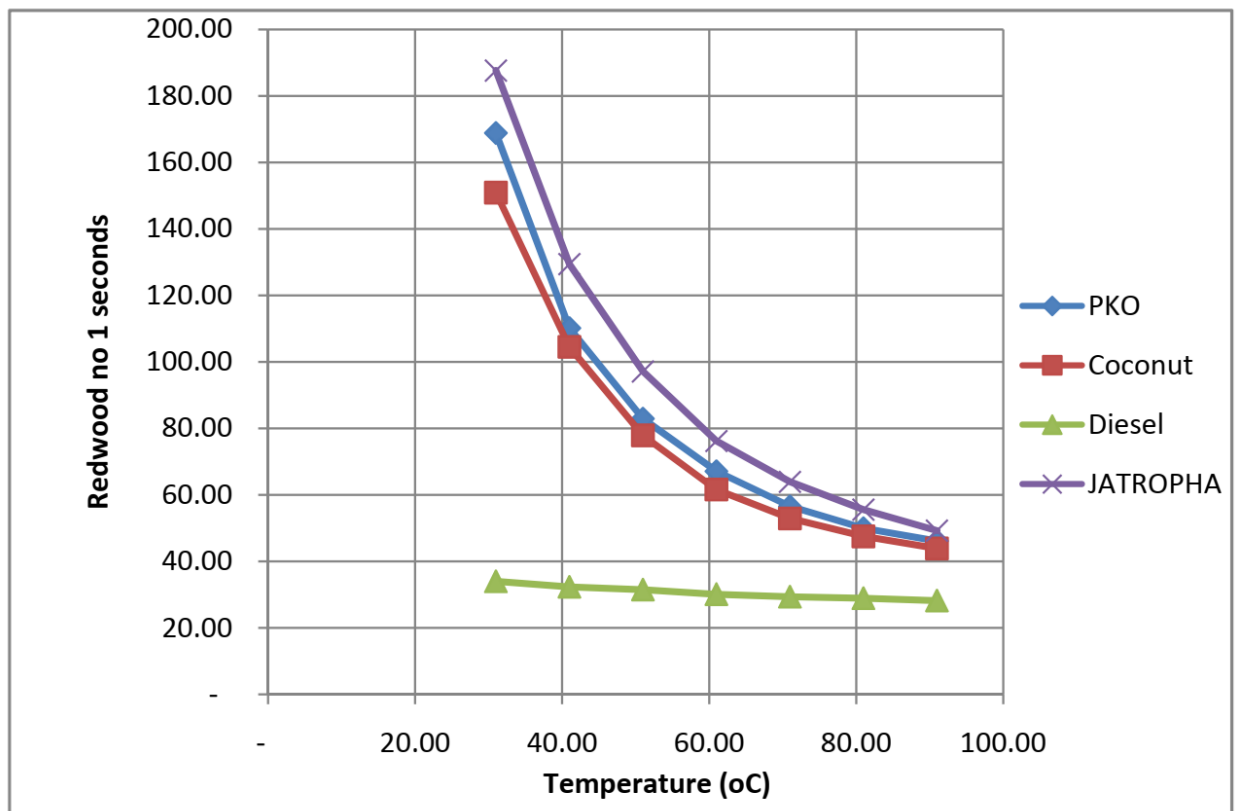


Рисунок 4.1 - В'язкість чистих рослинних олій та дизеля при різних температурах

При 30 °C (кімнатна температура) в'язкість сумішей, як показано на рис. 4.2 нижче, та було встановлено, що вони лінійно пов'язані з їх материнськими компонентами. Це пов'язано з тим, що під час процесу змішування не спостерігалось хімічної реакції, і таким чином всі фізичні властивості були збережені. Відсоток зменшення в'язкості в результаті змішування представлено в таблиці 4.2 нижче.

Досягається в середньому приблизно 90% зниження в'язкості рослинних олій коли вона змішується від 1% об'єму до приблизно 10% об'єму дизпалива.

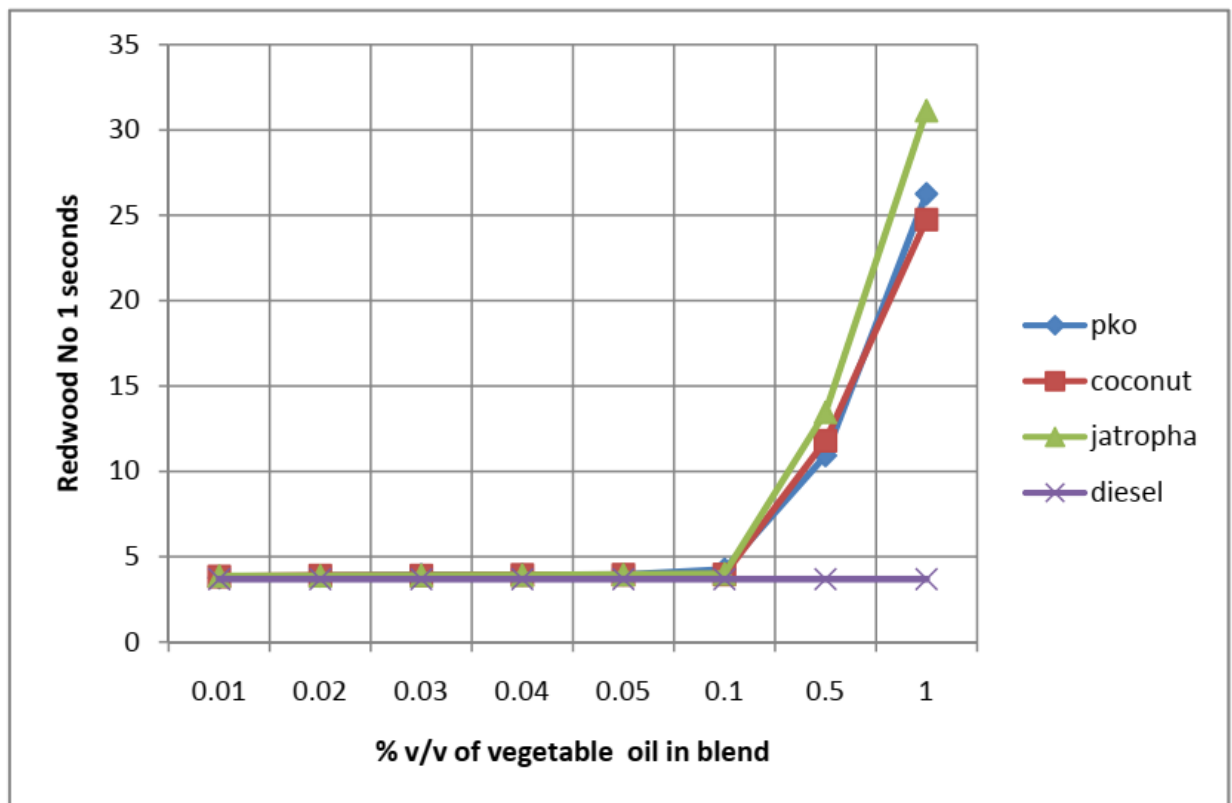


Рисунок 4.2 - В'язкість різних сумішей у % об'єму різних рослинних олій в сумішах

В'язкість різних сумішей та їх процентне зменшення порівняно з в'язкістю чистих рослинних олій при 30 °С

Blends	Jatropha		PKO		Coconut	
	Viscosities, Redwood 1 (s)	Viscosity reduction,%	Viscosities, Redwood 1 (s)	Viscosity reduction, %	Viscosities, Redwood 1 (s)	Viscosity Reduction, %
			33.26 ± 0.04			
B1	34.45 ± 0.03	91.11		90.82	34.09 ± 0.07	89.49
B2	34.54 ± 0.04	91.09	34.45 ± 0.10	90.56	34.78 ± 0.05	89.33
B3	34.80 ± 0.04	91.04	35.18 ± 0.02	90.41	34.81 ± 0.05	89.31
B4	35.02 ± 0.04	90.99	35.28 ± 0.003	90.39	35.22 ± 0.05	89.22
B5	35.39 ± 0.09	90.92	35.3 ± 0.07	90.37	35.36 ± 0.06	89.19
B10	35.91 ± 0.02	90.82	36.63 ± 0.05	89	35.51 ± 0.07	89.15
B50	63.05 ± 0.15	69.05	54.95 ± 0.02	73	57.73 ± 0.10	67.68

З таблиці 4.2 видно, що змішування рослинного масла з дизелем має можливість зменшити в'язкість рослинного масла різко, і в особливо низьких композиціях рослинного масла в суміші, в'язкість суміші дуже близька до такої як чисте дизпаливо.

#### 4.1.2 Калорійна цінність чистого рослинного масла і дизеля

Калорійність отриманих рослинних масел була, як правило, нижчою дизельного палива. Калорійність рослинних масел була приблизно на 15% меншою за дизпаливо. Оскільки теплотворна здатність матеріалу є показником вмісту енергії, чим нижча теплотворна здатність, тим менша енергоємність. Це, швидше за все, впливає на працездатність двигуна,

оскільки очікується витрата більшої кількості палива протягом роботи двигуна.

Таблиця 4.3

## Калорійність чистих рослинних олій та дизельного палива

Pure oils	HCV of oils using ASTM D4868, kJ/kg	HCV of oils, using bomb calorimeter, kJ/kg	LCV of oils using bomb calorimeter, kJ/kg
Coconut	44,480.44	37, 004.88 ± 691.68	35016.6
Diesel	45,766.18	43230 ± 1339.4	40695.91
Jatropha	44,480.44	37, 350.72 ± 691.68	35457.12
Palm Kernel	44,362.22	36,659.04 ± 345.84	34670.76

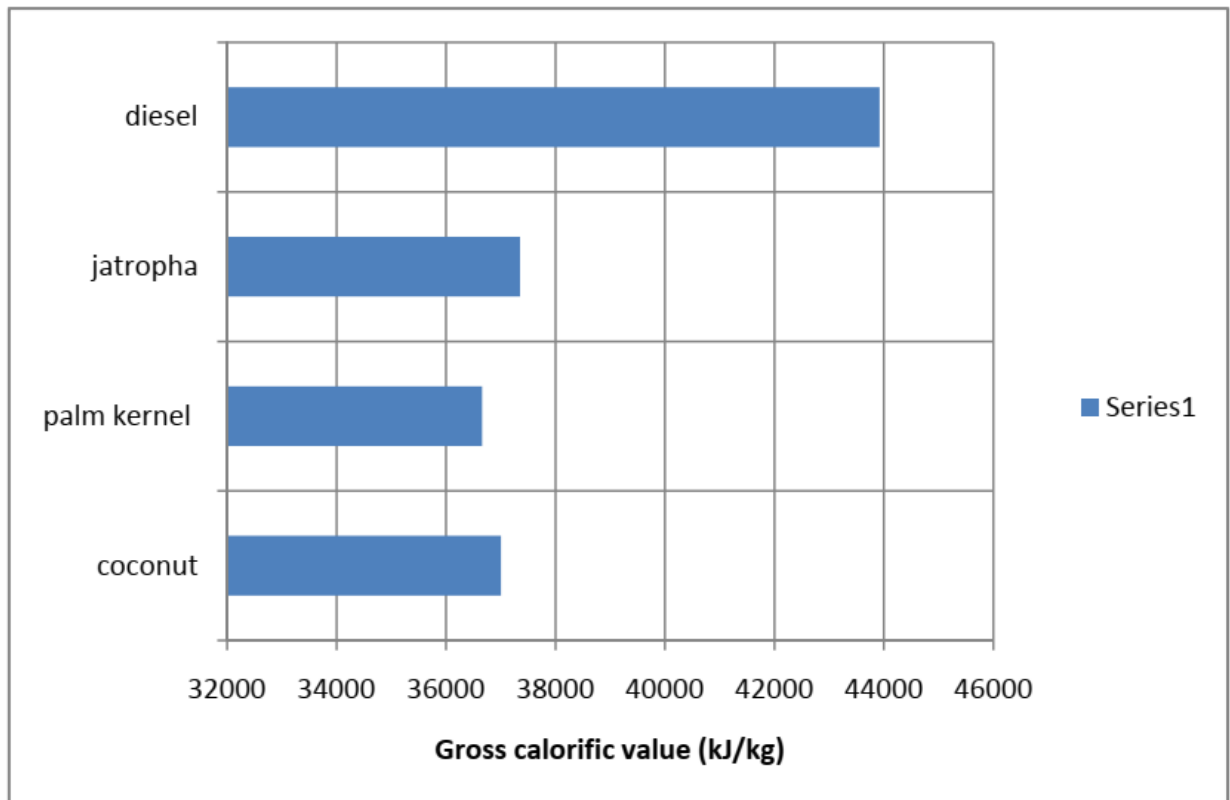
Калорійність різних рослинних олій виявилася не значно відрізняльною одна від одної на 95% довірчому інтервалі. З таблиці 4.3 видно, що калорійність олії ріпаку була найнижчою, за нею йшли кокосова олія і ятрофа. Це можна пояснити тим, що всі три рослинні олії мають подібний хімічний склад, хоча незначні зміни існують. З таблиці 2.1, ятрофа містить близько 76% лінолевої та олеїнової кислот, які ненасичені вуглецем 18. Через довжину вуглецевого ланцюга та їх відсотків у складі, справедливо очікується, що він буде більш калорійним. Кокосова та ріпакова олії, в обох випадках мають нижчий відсоток довших вуглецевих ланцюгів жирних кислот у своєму складі. Незважаючи на це РКО має більший відсоток жирних кислот довгого ланцюга (C18), ніж кокосова, проте різниця між ними не сильна відповідно до таблиці 3.2. Відомо, що жирні кислоти мають нижчу калорійність, ніж насичені жирні кислоти при однаковій довжині вуглецю через позбавлення атомів водню. В результаті цього, кокосова олія має



більший відсоток насичених жирних кислот, а відповідно більш високу калорійність, ніж РКО.

Метод тестування ASTM D4686 [8] було використано для оцінки рослинного масла та чистого дизпалива. Результати, показані в таблиці 4.3, давали незвично більш високі показники значення для чистих рослинних олій, ніж отримано за допомогою експериментальних засобів.

Це може бути пов'язано з тим, що метод випробування D4686 є сумою часткових рівнянь для швидкого розрахунку калорійності дистилату в паливі. Тому його використання для рослинних олій помилкові, оскільки результати є дуже вагомими.



Рисунко 4.3 - Калорійність різних рослинних олій та чистого дизельного палива

### 4.1.3 Калорійна цінність сумішей олій і дизельного пального

Калорійність сумішей визначали за допомогою рівняння 4.2 нижче

$$LCV \text{ of blend} = X_i C_i + X_j C_j \quad (4.2)$$

де  $X_i$  - масова частка рослинного масла в суміші;  $C_i$  – нижня калорійність рослинного масла;  $X_j$  - масова фракція дизеля в суміші а  $C_j$  - нижча теплотворна здатність дизеля.

Це рівняння було використано, оскільки в процесі змішування реакції не спостерігалось, що мали місце. Змішування насправді є фізичним процесом, тому воно очікується збереження всіх властивостей окремих компонентів. Отримані результати представлені в таблиці 4.4 нижче.

Таблиця 4.4

Калорійність сумішей рослинних масел та дизельного палива

<b>Blends</b>	<b>PKO (kJ/kg)</b>	<b>Coconut (kJ/kg)</b>	<b>Jatropha (kJ/kg)</b>
<b>B1</b>	40630.45	40634.23	40639.36
<b>B2</b>	40565.1	40572.65	40582.9
<b>B3</b>	40499.86	40511.18	40526.52
<b>B4</b>	40434.74	40449.81	40470.24
<b>B5</b>	40369.73	40388.55	40414.04
<b>B10</b>	40046.37	40083.83	40134.41
<b>B50</b>	39407.99	39482.22	39581.8

## 4.2 Результати досліджень

### 4.2.1 Октанове число

Октанове число обчислювали за допомогою методу чотирьох змінних ASTM D4737- 96а з точністю  $\pm 2$ . Ця формула залежить від густини олії при 15°C та дистиляційних характеристик олії. Метод випробування D4737-96а, який є аналогічний методу випробування D976 і дає аналогічні результати, використовували замість більш дорогого підходу, ASTM D613 [8], який зараз недоступний. Слід зазначити, що використання методу випробувань ASTM D4737-96а для біопалива може призвести до помилкових результатів, оскільки отримано рівняння для дистилляту нафтового палива. Також метод випробування D4737-96а залежить виключно від фізичної характеристики палива, а не від обох хімічних та фізичних характеристик і оскільки рослинні олії суттєво відрізняється від дизеля як фізичними, так і хімічними характеристиками як вже було зазначено вище, використання цього рівняння для рослинних олій, як заміна викопного дизеля можуть бути невідповідними.

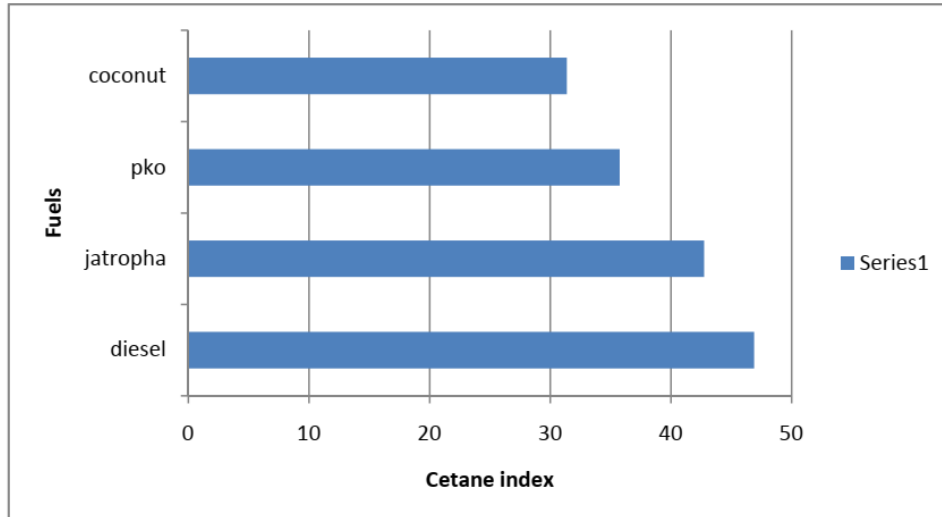


Рисунок 4.4 - Індекс октанового числа для чистих рослинних олій та дизельного палива

Серед рослинних масел ятрофа мав мінімальний октановий показник 40 порівняно з дизельним паливом. Масло кокосове і РКО не могло відповідати мінімуму так як їх індекси октану були приблизно 31 та 36 відповідно, як

показано на рис. 4.5. Насправді кокосове масло погано справлялося в якості заміни дизеля в перерахунку на октанове число. Довгі прямі вуглецеві ланцюги - відомі покращувачі октанового числа порівняно з відносно короткими.

Оскільки ятрофа має більший відсоток вуглецевого ланцюга (C18) порівняно з інших рослинних олій, справедливо очікується, що вона має більш високе октанове число, ніж кокосова олія та РКО. Крім того, РКО має більше довгих вуглецевих ланцюгів жирних кислот, ніж у кокосовій олії, що пояснює, чому РКО має вищий октановий індекс, ніж кокосова олія.

Суміші всіх рослинних олій та дизельного палива до 5% входження рослинного масла показали значне поліпшення індексу оутану порівняно з еталонним пальним.

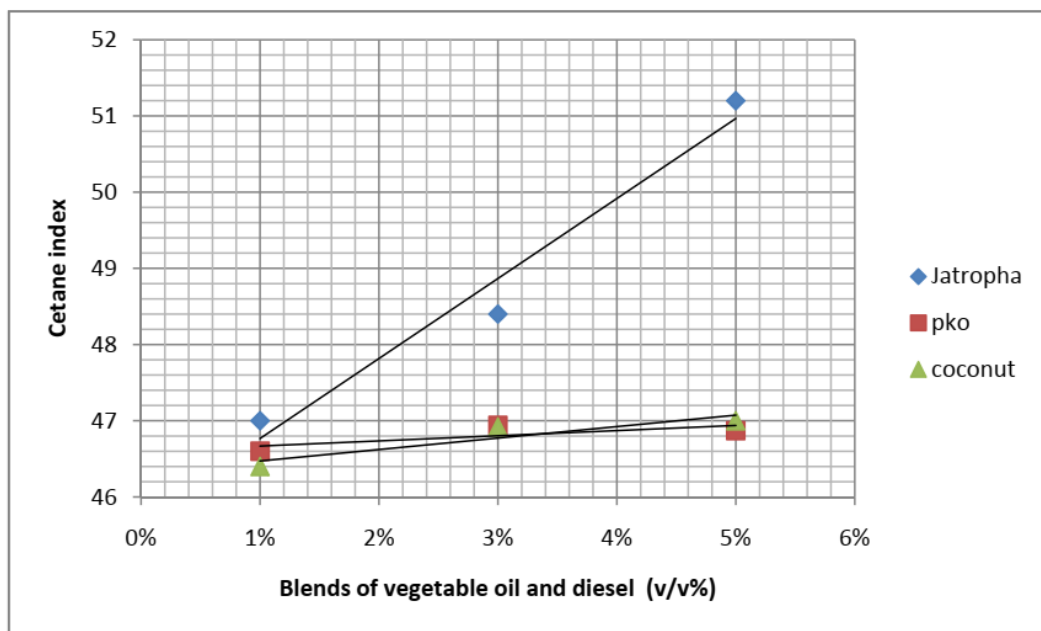


Рисунок 4.5 - Октановий показник сумішей рослинної олії з дизелем

Як показано на рис. 4.6 вище, суміші ятрофи з дизелем були з найвищим октановим індексом при збільшенні відсотку ятрофи з 1% до 5%. Суміші кокосової олії та дизелю показали граничне збільшення індексу цетану трохи вище, ніж чистого дизеля при 5% включенні рослинного масла.

Це стосується підтвердження твердження, що рослинні олії можуть використовуватися як дизельне паливо та октано підсилююча добавка.

#### 4.2.2 Температруа текучості

Результати, як показано в таблиці 4.5, вказують на те, що масла кокосового походження і РКО мають значно вищу температуру, ніж дизель, що викликає серйозні питання щодо їх працездатності низьких температур. Ятрофа проте зафіксував надзвичайно близький наліт точка температури для дизеля.

Таблиця 4.5

Температура текучості рослинних олій та дизельного палива

РКО	Jatropha	Coconut	Diesel
+ 24°C	+3 °C	+21 °C	< -6 °C

Суміші всіх рослинних масел до приблизно 5% та дизельного палива також показали чудові поліпшення їх температури текучості до приблизно < -3 °C. Очікується, що коли відсоток рослинного масла збільшується, температура текучості суміші буде однаково збільшуватися.

#### 4.2.3 Крива перегонки

Крива перегонки - це показник характеристик горіння палива а також використовується для обчислення цетанового індексу, а також служить

мірою рівня чистоти палива. Серед трьох рослинних олій увійшло чисте кокосове масло близьке до дизеля за характеристиками згоряння. З рисунка 4.6 видно, що ятрофа виявляється найгіршим виконавцем з однаковими характеристиками, порівняно з РКО. Усі три рослинні олії зафіксували більш високі початкові температури кипіння. Кокосова олія, РКО та ятрофа зафіксували початкові температури кипіння 240, 205 та 200°C. Чим вищі початкові температури кипіння це є вказівкою на більш високу температуру спалаху рослинні олії порівняно з дизельним паливом.

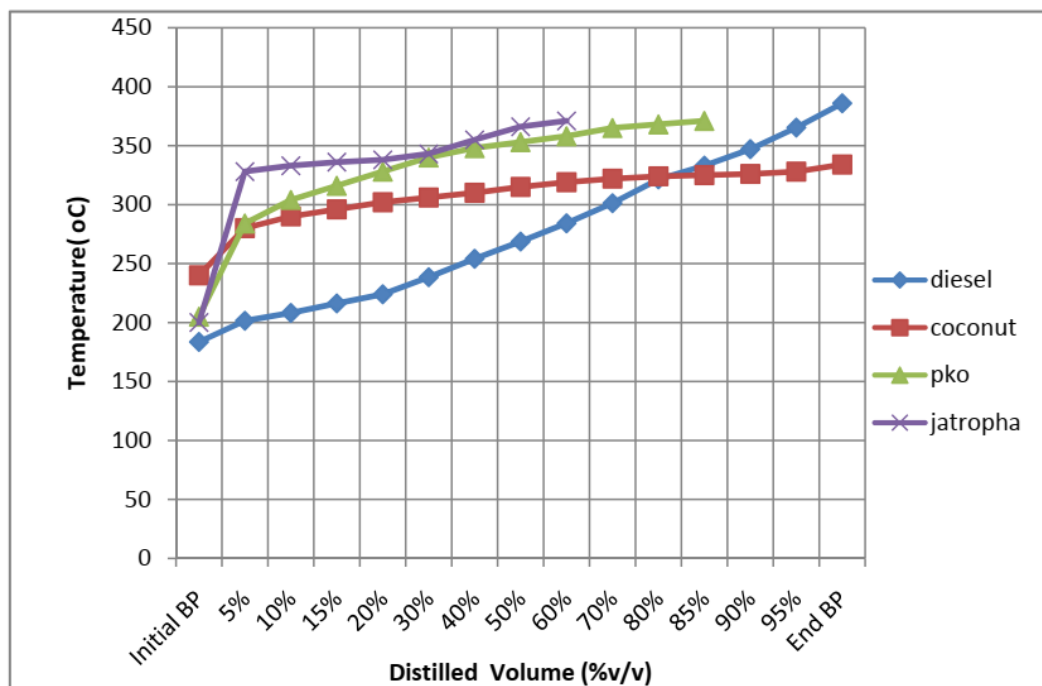


Рисунок 4.6 - Криві дистиляції чистих рослинних олій та дизеля

Як показано на рисунку 4.7, характеристики дистиляції 1, 3 та 5% сумішей РКО, ятрофи і кокосової олії відповідно в дизелі були надзвичайно близькими до чистого дизеля.

У всіх випадках ІВР різних сумішей був нижчим, але разюче близьким до дизельного за винятком J3, який був вищим за дизельний на 0,5 °C. Так само можна відзначити, що кінцева точка кипіння (ЕВР) для всіх сумішей зафіксована нижче температури, ніж дизельне паливо. Ретельне спостереження за колбою для перегонки після процесу перегонки виявило

густу темну смолу. Це пояснюється більш важкими включеннями в рослинній олії, які зазвичай мають більш високі температури кипіння. Ніяких випарів не спостерігалось під час процесу перегонки дистиляція проходила безперебійно.

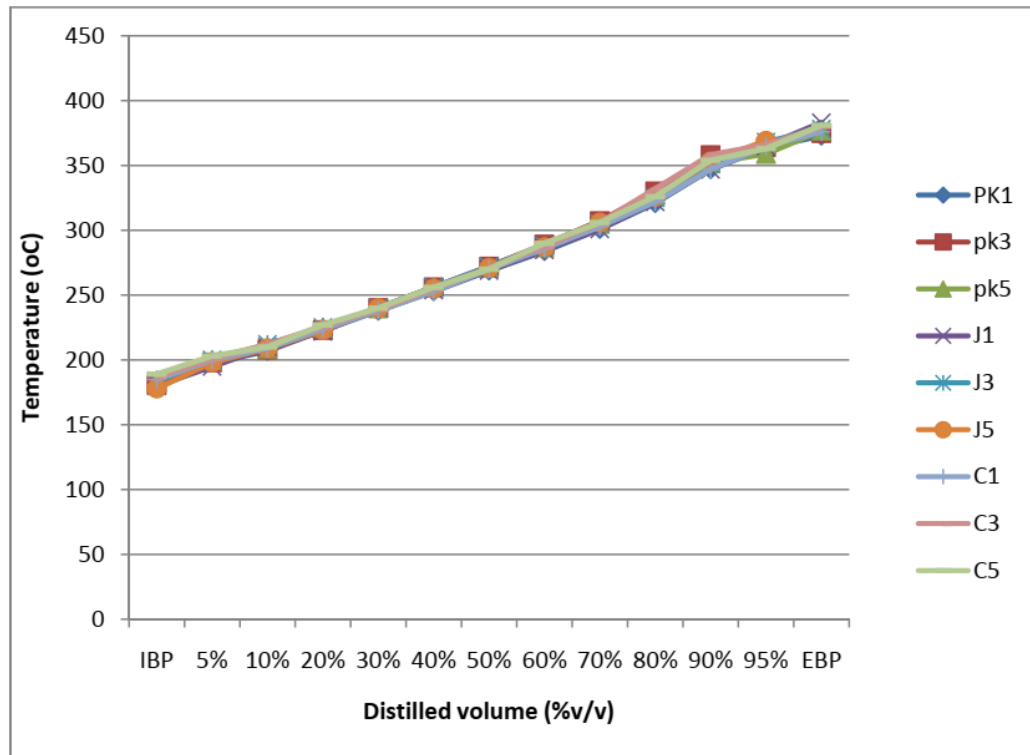


Рисунок 4.7 - Криві перегонки сумішей рослинної олії та дизеля до 5% включення рослинного масла

#### 4.2.4 Вміст сірки

Як показано в таблиці 4.6 нижче, відсоток сірки у всіх трьох рослинних маслах були приблизно на порядок нижчі, ніж у дизельному пальному. Це

робить оwoчеві олії більш безпечними для спалювання, ніж дизель, оскільки менше буде SO<sub>2</sub>. Усі три рослинні олії мали однаковий вміст сірки.

Таблиця 4.6

Вміст сірки в чистих рослинних оліях і дизельному паливі

PKO	Coconut	Jatropha	Diesel
0.03947%	0.03886%	0.03924%	0.23067%

#### 4.2.5 Густина масел

Було виявлено, що щільність всіх рослинних масел, як показано на рисунку 4.8 вища, ніж дизеля. Серед рослинних масел найвищу густину виявлено у PKO. Щільність PKO близько на 0,03% вище кокосової олії і приблизно на 0,65% вище, ніж у ятрофи.

Можна сказати, що рослинні олії мають однакову густину. Хоча щільність не є параметром якості вона відіграє вирішальну роль у визначенні теплотворної здатності і октанового показника палива.

#### 4.2.6 Залишок вуглецю

Усі три рослинні олії виявили більш високі залишки вуглецю порівняно з дизельним.

Результати ятрофи, особливо витягнутої вручну, показали незвично високий залишок вуглецю, як показано в таблиці нижче. Рослинні олії в умовах високих температур і тиску можуть полімеризуватися, і це може бути причиною виникнення високого вмісту вуглецю, зафіксованого для рослинних масел.



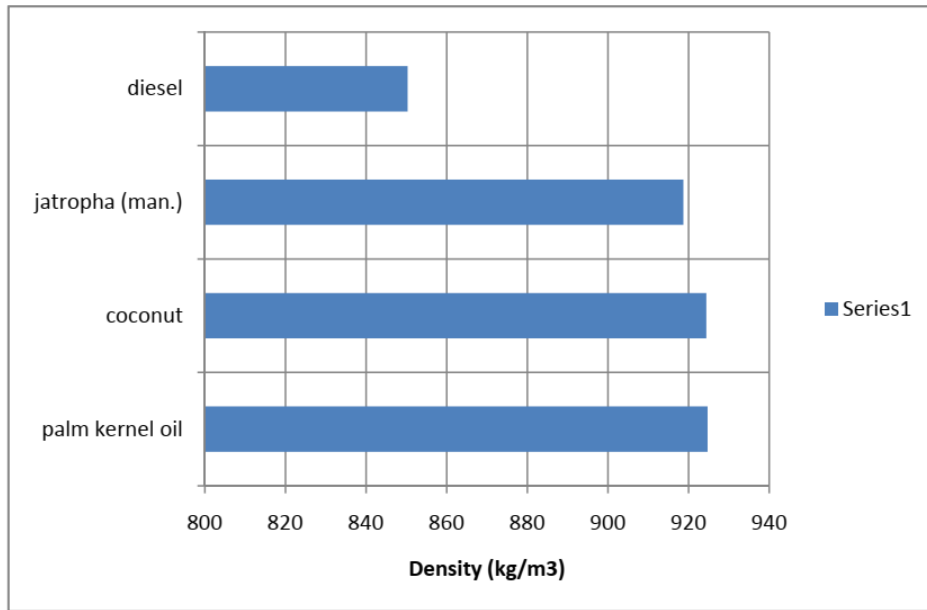


Рисунок 4.8 - Щільність чистих рослинних олій та дизеля

Таблиця 4.7

Мікровуглецеві залишки дизельного палива та чисті рослинні олії

PKO	Coconut	Jatropha	Diesel
0.28%	0.21%	0.47%	0.01%

### 4.3. Дослідження споживання палива при використанні олій та їх сумішей

Споживання палива залежить від параметра BSFC двигуна, яке визначається як паливо використане на одиничну потужність, вироблену і задану

$$bsfc = \frac{m}{p}$$

де  $m$  - масова витрата палива, а  $P$  - потужність, що видається двигуном.

Всі чисті рослинні олії та їх відповідні суміші з випробуваним дизелем схожі характеристики BSFC порівняно з дизельним. Збільшення навантаження на двигун призвело до зниження BSFC у всіх випадках, як показано на рисунках 4.9-11 нижче.

Слід зазначити, що дизельне паливо в усіх випадках навантажувало найвищу економію палива, а чисті рослинні олії реєструють найменшу економію палива при будь-яких навантаженнях. Це очікувано, що чисті рослинні олії значно щільніші та в'язкіші на дизельне паливо. Також виявлено, що калорійність чистих рослинних масел є нижчою ніж дизель, завдяки чому двигун споживає більше палива для подолання ідентичного навантаження.

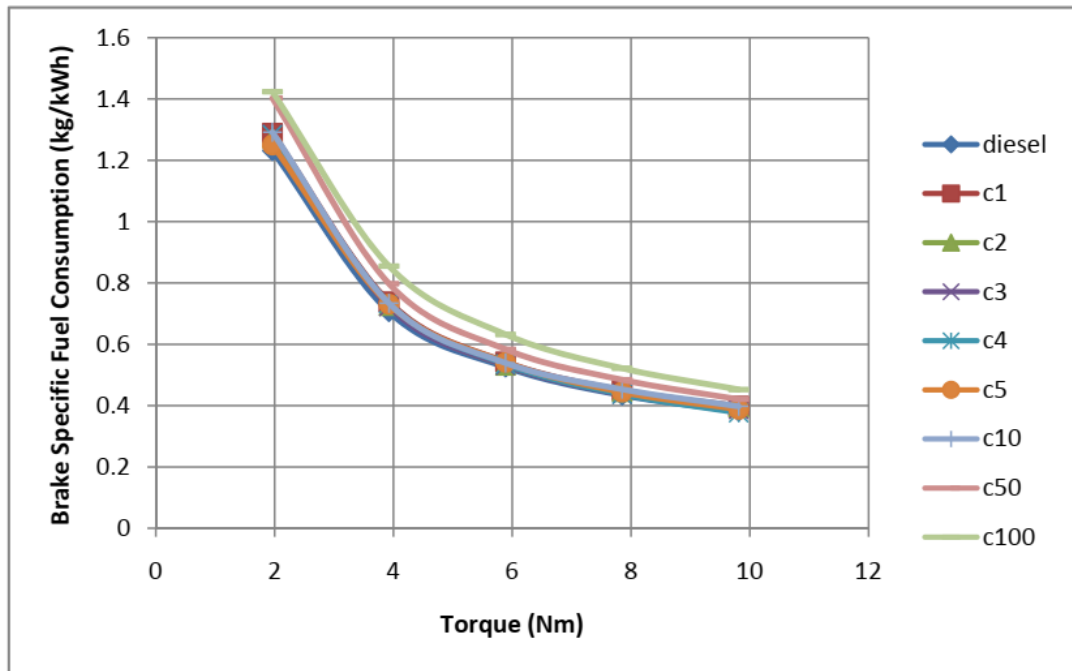


Рисунок 4.9 – Витрата дизельного палива та сумішей кокосового масла з дизелем

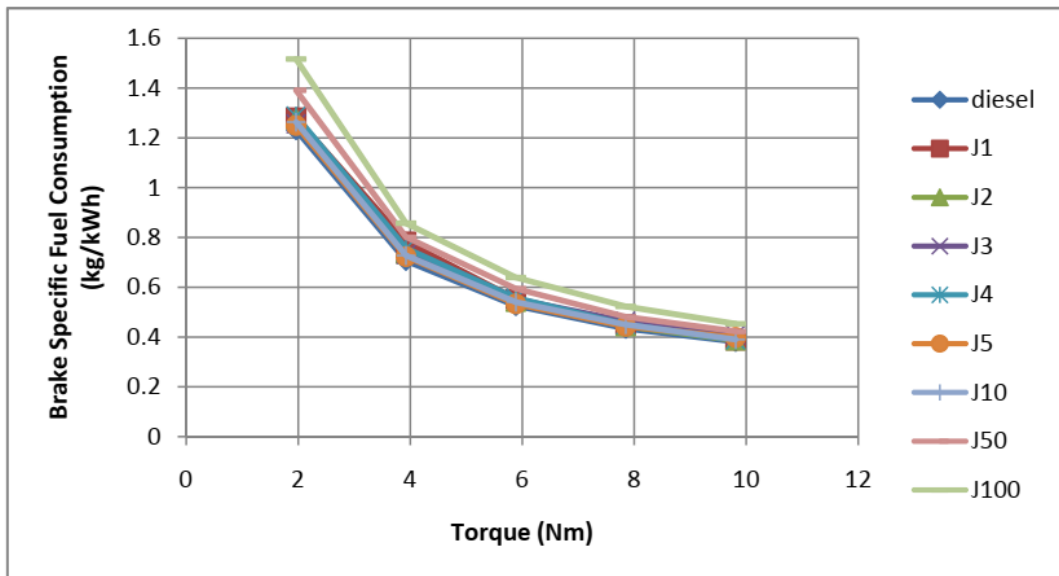


Рисунок 4.10 – Витрата дизельного палива та сумішей ятрофи з дизелем

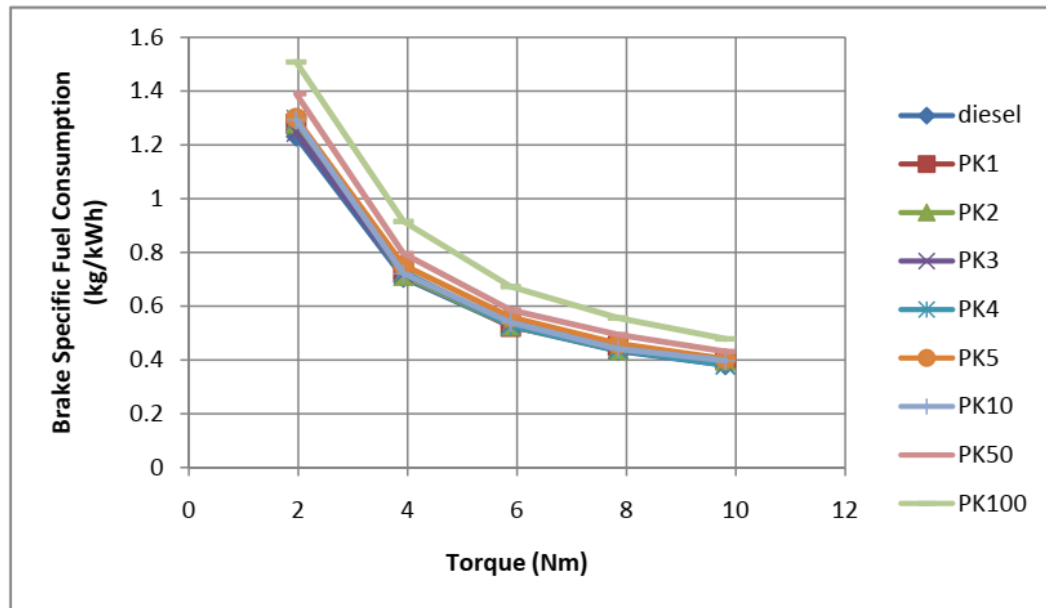


Рисунок 4.11 – Споживання палива для дизеля та дизельних сумішей РКО.

Як показано в таблиці 4.8 нижче, нижчі суміші кокосової олії у 10%, 5%, 4%, 3%, 2% і 1% об'єму палива. Дають надзвичайно близькі значення BSFC. Наприклад, крутний момент 5,886 Нм, BSFC двигуна з використанням різних видів палива склав 0,542, 0,531, 0,531, 0,535, 0,541, 0,539 кг / кВт / год для типів палива C1, C2, C3, C4 C5 і C10 відповідно.

Таблиця 4.8

Значення BSFC (кг / кВт / год), отримані з двигуном за допомогою сумішей кокосового масла з дизелем при різних крутних моментах.

Torque (Nm)	C1	C2	C3	C4	C5	C10	C50	C100	D100
9.81	0.39± 2.0%	0.39± 2.9%	0.38± 1.2%	0.37± 0.1%	0.38± 2.8%	0.39± 1.2%	0.42± 1.3%	0.45± 2.59%	0.381± 1.06%
7.848	0.45± 2.9%	0.44± 3.2%	0.43± 1.3%	0.43± 2.8%	0.44± 1.58%	0.45± 1.1%	0.48± 1.5%	0.52± 0.9%	0.434± 0.60%
5.886	0.54± 1.5%	0.53± 2.5%	0.53± 0.4%	0.53± 2.0%	0.54± 0.28%	0.53± 4.8%	0.58± 2.4%	0.63± 0.75%	0.525± 1.88%
3.924	0.73± 2.2%	0.72± 2.1%	0.72± 0.4%	0.73± 1.6%	0.73± 1.19%	0.73± 0.8%	0.79± 2.0%	0.85± 0.54%	0.706± 2.16%
1.962	1.28± 2.3%	1.27± 3.8%	1.28± 0.8%	1.28± 1.8%	1.25± 0.03%	1.29± 1.3%	1.40± 1.2%	1.42± 0.80%	1.231± 2.81%

Так само нижчі суміші ятрофи також давали надзвичайно близький BSFC як порівняно з дизелем.

Таблиця 4.9

Значення BSFC (кг / кВт / год), отримані з двигуном з використанням масляних сумішей ятрофи з дизелем при різних крутних моментах

Torque (Nm)	J1	J2	J3	J4	J5	J10	J50	J100	D100
9.81	0.38± 2.5%	0.38± 1.9%	0.40± 1.3%	0.38± 2.3%	0.39± 2.6%	0.39± 1.8%	0.42± 1.3%	0.45± 3.2%	0.38± 1.0%
7.848	0.45± 4.0%	0.444 2.0%	0.46± 1.6%	0.45± 1.0%	0.44± 1.0%	0.44± 0.5%	0.48± 1.7%	0.52± 3.1%	0.43± 0.6%
5.886	0.55± 5.7%	0.54± 3.1%	0.55± 1.2%	0.55± 1.4%	0.53± 0.3%	0.54± 0.7%	0.59± 1.1%	0.63± 2.8%	0.52± 1.8%
3.924	0.78± 1.1%	0.73± 3.2%	0.73± 0.5%	0.75± 3.5%	0.72± 0.1%	0.72± 0.5%	0.80± 0.6%	0.85± 1.5%	0.70± 2.1%
1.962	1.28± 2.4%	1.27± 1.3%	1.25± 0.4%	1.28± 1.4%	1.24± 0.2%	1.26± 0.1%	1.39± 1.1%	1.51± 2.1%	1.23± 2.8%

Результати олії РКО та його сумішей з дизелем, як показано в таблиці 4.10, також відрізняються від інших масел.

Чистий дизель давав найвищу економію палива при будь-яких навантаженнях порівняно з результатами, отриманими сумішами РКО та дизельного палива. Нижні суміші РКО до 10% заміни дизеля на РКО, однак, вийшов надзвичайно близькі результати до чистого дизеля. Економія палива була найвищою для чистого РКО в всіх умовах завантаження.

Хоча всі три рослинні олії відрізнялися за своєю хімічною структурою, кокосова олія і РКО були схожі за фізичними ознаками характеристики порівняно з ятрофою, який виявився різним.

Отримані результати, всі три рослинні олії відрізнялися від дизельних за своєю фізичною силою властивості.

З точки зору продуктивності двигуна, найменший показник споживання гальма був отриманий з використанням дизеля при будь-яких умовах навантаження.

Таблиця 4.10

BSFC (кг / кВт / год) РКО та сумішей з дизелем при різному крутному моменті

Torque (Nm)	PK1	PK2	PK3	PK4	PK5	PK10	PK50	PK100	D100
9.81	0.41± 1.56%	0.39± 1.99%	0.38±2 .41%	0.380± 1.77%	0.403± 0.83%	0.39±2 .29%	0.431± 3.04%	0.478± 2.08%	0.381± 1.06%
7.848	0.452± 1.4%	0.43± 0.96%	0.440± 2.90%	0.438± 1.83%	0.460± 1.13%	0.441± 1.14%	0.493± 3.14%	0.556± 1.58%	0.434± 0.60%
5.886	0.524± 4.81%	0.52± 0.67%	0.533± 1.81%	0.528± 1.04%	0.559± 1.44%	0.538± 1.37%	0.585± 2.43%	0.672± 1.58%	0.525± 1.88%
3.924	0.725± 2.20%	0.71± 1.13%	0.721± 1.41%	0.727± 1.79%	0.752± 1.15%	0.721± 0.71%	0.795 ±1.9%	0.915± 1.80%	0.706± 2.16%
1.962	1.278± 3.90%	1.28± 0.69%	1.246± 0.73%	1.294± 2.37%	1.299± 0.22%	1.292± 0.90%	1.390± 1.17%	1.508± 3.86%	1.231± 2.81%

Отримані результати свідчать про те, що продуктивність двигуна в плані BSFC була нижчою для всіх сумішей, ніж дизель. Однак, 1, 2, 3, 4, 5 та 10% заміни дизеля будь-яким із трьох рослинних масел не суттєво відрізняються від результатів, отриманих за допомогою чистого дизеля. Хоча там були відмінності в результатах, отриманих за допомогою відповідних сумішей ятрофи та кокосової олії і РКО з дизелем, відповідних відмінностей не було значна на 95% довірчому інтервалі.

Найвища гальмівна потужність, вироблена двигуном, була отримана при роботі двигуна, який працював на дизелі. Однак результати, отримані для заміщення 1, 3 та 10% сумішшю дизеля з кокосовою олією суттєво не відрізнялися від дизельного. В додаток, 1% і 3% заміна дизеля сумішшю РКО і 3% суміш дизеля з маслом ятрофи виробляли потужність, яка не суттєво відрізнялася від потужності, виробленої дизелем.

Тепловий ККД двигуна був загалом нижчим для всіх сумішей, ніж для дизеля. Однак результати були досить близькими. Різниця в тепловій ефективності для дизельного палива та сумішей - від 0,9 % пункту до 0,06% відсотків в деяких випадках.

Чистий дизель випускав більш високу густину диму майже при всіх навантаженнях, тоді як чисті рослинні олії давали найменшу густину диму. Щільність диму всіх сумішей, як правило, нижче, ніж у дизеля при будь-яких умовах навантаження.

З наведених вище висновків до 5% заміщення дизеля будь-яким із трьох рослинні олії призведуть до незначних втрат потужності, ефективності та гальмування питомий витрата палива порівняно з дизельним.

## 5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 5.1 Опис програмного забезпечення для розробки мнемосхеми

Професійна розробка систем промислової автоматизації нерозривно пов'язана з CoDeSys (Controller Development System). Основним призначенням комплексу CoDeSys є розробка прикладних програм мовами стандарту IEC 61131-3.

Комплекс складається з двох основних частин: середовища програмування CoDeSys і системи виконання CoDeSys SP. CoDeSys працює на комп'ютері і застосовується при підготовці програм. Програми компілюються в швидкий машинний код і завантажуються в контролер. CoDeSys SP працює в контролері, він забезпечує завантаження і налагодження коду, обслуговування введення/виводу та інші сервісні функції.

Більше 250 визнаних компаній виготовляють обладнання за допомогою CoDeSys. З ним щодня працюють тисячі людей, що вирішують завдання промислової автоматизації.

Розробка прикладного програмного забезпечення для ПЛК110, як і безлічі інших контролерів, проводиться на персональному комп'ютері в середовищі CoDeSys під управлінням Microsoft Windows. Генератор коду безпосередньо компілює програму користувача в машинні коди, що забезпечує найвищу швидкодію контролера. Система виконання і налагодження, генератор коду і бібліотеки функціональних блоків спеціально адаптовані на архітектуру контролерів серії ПЛК. Засоби налагодження включають перегляд і редагування входів-виходів та змінних, виконання програми за циклами, контроль виконання алгоритму програми в графічному



поданні, графічне трасування значень змінних за часом і по подіях, графічну візуалізацію і імітацію технологічного обладнання.

Головне вікно CoDeSys складається з таких елементів (у вікні вони розташовані зверху вниз):

- 1) Меню.
  - 2) Панель інструментів. На ній знаходяться кнопки для швидкого виклику команд меню.
  - 3) Організатор об'єктів, що має вкладки POU, Типи даних (Data types), візуалізації (Visualizations) і Ресурси (Resources).
  - 4) Роздільник Організатора об'єктів і робочої області CoDeSys.
  - 5) Робоча область, в якій знаходиться редактор.
  - 6) Вікно повідомлень.
  - 7) Рядок статусу, що містить інформацію про поточний стан проекту.
- Панель інструментів, вікно повідомлень і рядок статусу не є обов'язковими елементами головного вікна.

Меню знаходиться у верхній частині головного вікна. Воно містить всі команди CoDeSys. Зовнішній вигляд вікна зображений на рис. 5.1:

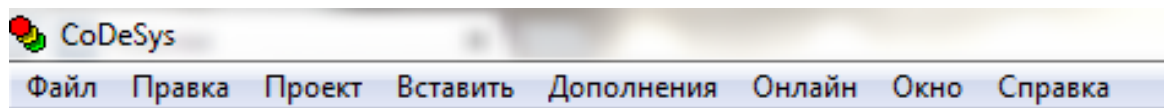


Рисунок 5.1 – Зовнішній вигляд вікна

Кнопки на панелі інструментів забезпечують більш швидкий доступ до команд меню.

Викликана за допомогою кнопки на панелі інструментів команда автоматично виконується в активному вікні.

Команда виконається, як тільки натиснута на панелі інструментів кнопка буде відпущена. Якщо ви помістите вказівник мишки на кнопку

панелі інструментів, то через невеликий проміжок часу побачите назву цієї кнопки в підказці.

Кнопки на панелі інструментів різні для різних редакторів CoDeSys. Отримати інформацію щодо призначення цих кнопок можна в описі редакторів.

Панель інструментів можна відключити, рис. 5.2:



Рисунок 5.6 – Панель інструментів

Загальний вигляд вікна програми CoDeSys зображено на рис. 5.3:

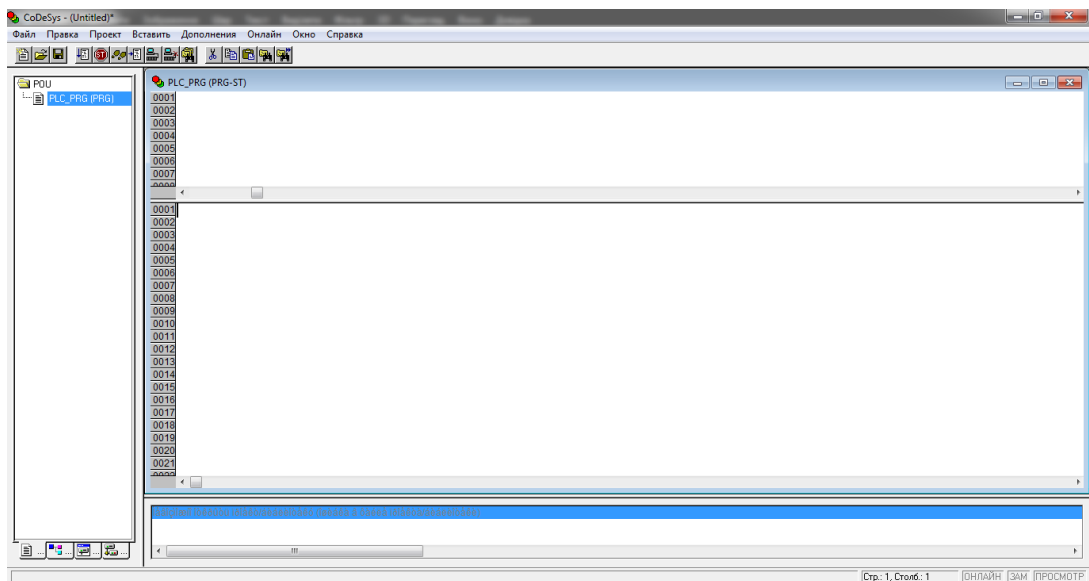


Рисунок 5.3 – Вікно програми CoDeSys

Після включення мікроконтролера в нього завантажується програма, відбувається ініціалізація змінних, читання входів і опитування модулів. Також є вибір перемикавання між автоматичним і ручним режимом. У ручному режимі є можливість управління клапаном і управління МЕОФ. Потім відбувається запис вихідних даних і формування посилок за послідовними

інтерфейсами. Після чого алгоритм зациклюється на читання входів або відбувається закінчення роботи.

## **5.2 Розробка програми керування та інтерфейсу візуального відображення вимірювальної інформації**

Для налагодження зв'язку із контролером, було розроблено програму у середовищі CoDeSys (див. Додаток А).

Для розробки інтерфейсу візуального відображення була обрана програма Trace Mode 6, тому що вона володіє всіма потрібними нам функціями і характеристиками:

- має досить широкий спектр можливостей для імітації технологічних процесів на графічному екрані;
- доступні всі стандартні мови програмування для scada-систем, контролерів;
- дружній графічний інтерфейс;
- досить просте підключення до програмованого логічного контролера;
- доступна повна версія даної системи на сайті виробника.

Trace Mode 6 призначена для автоматизації промислових підприємств, енергетичних об'єктів, інтелектуальних будівель, об'єктів транспорту, систем енергообліку і т.д.

Масштаб систем автоматизації, що створюються в Trace Mode, може бути будь-яким – від автономно працюючих керуючих контролерів і робочих місць операторів, до територіально розподілених систем управління, що включають десятки контролерів, які обмінюються даними з використанням різних комунікацій - локальна мережа, Інтернет/Інтранет, послідовні шини на основі RS-232/485, виділені і комутовані телефонні лінії, радіоканал і GSM-мережі.

Інтегроване середовище розробки проекту в програмі Trace Mode показана на рис. 5.4:

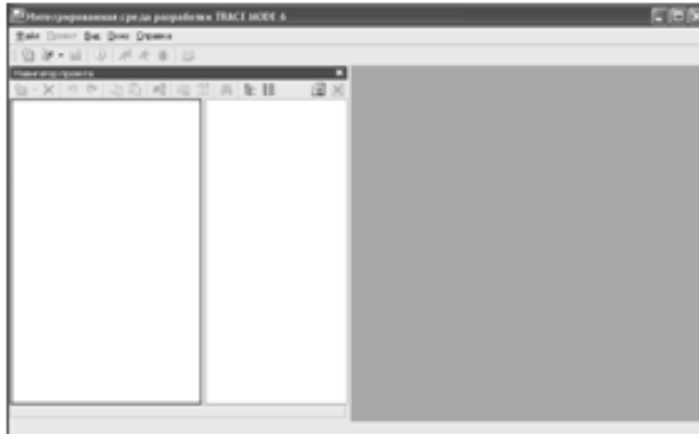


Рисунок 5.4 – Інтегроване середовище розробки Trace Mode 6

Навігатор проекту дозволяє здійснювати швидкий перехід між підпунктами проекту. При наведенні курсору на один з пунктів з'являється коментар, який дозволяє зрозуміти вміст.

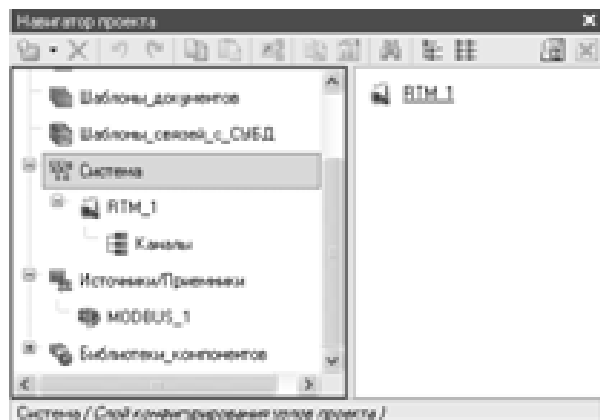


Рисунок 5.5 – Навігатор проекту

## 6. ОБГРУНТУВАННЯ-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 6.1. Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи

Реалізація проекту інформаційної системи управління доступом з використанням інформаційних технологій розпізнавання образів складається з низки послідовних та взаємопов'язаних етапів.

Норми часу на виконання науково-дослідницької роботи розраховуватимуться на основі середнього часу виконання стадії в годинах, що наведені в таблиці 5.1 разом із інформацією про виконавців і сумарною кількості затраченого часу.

Таблиця 6.1

Операції технологічного процесу та їх час виконання

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1	Підготовча стадія	Проектний менеджер	10
		Інженер-програміст	
2	Технічна пропозиція	Проектний менеджер	10
		Інженер-програміст	
3	Створення технічного завдання	Проектний менеджер	20
		Інженер-програміст	
4	Проектування системи	Інженер-програміст	200
5	Практична реалізація	Інженер-програміст	200
6	Тестування системи	Тестувальник	20
7	Верифікація системи	Тестувальник	20
		Інженер-програміст	
		Проектний менеджер	
8	Створення документації	Інженер-програміст	50
9	Заключна стадія	Проектний менеджер	20
Разом			650

Кожен із етапів реалізації проекту характеризується метою та змістом, оцінкою часу виконання, кількістю та спеціалізацією виконавців, а також приблизною оцінкою вартості.

Реалізація інформаційної системи управління безпекою об'єкту складається із підготовчого етапу, етапу технічної пропозиції, створення технічного завдання, проектування системи, практичної реалізації, тестування, верифікації та заключного етапу.

В підсумку на реалізацію проекту інформаційної системи управління доступом з використанням інформаційних технологій розпізнавання образів необхідно 650 людино-годин, залучення трьох спеціалістів та виконання дев'яти різноманітних стадій реалізації проекту.

## **6.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи**

Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи прямо залежить від кількості витраченого працівниками часу на роботу, ставки в годину чи місяць, кількість відрахувань на соціальні заходи встановлених в законному порядку на час розрахунку.

В результаті розрахунку потрібно визначити основну та додаткову заробітну плату, витрати на соціальні заходи та на основі цих даних визначити сумарні витрати на оплату праці.

Основна заробітна плата нараховується за виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами.

Додаткова заробітна плата – це складова заробітної плати працівників, до якої включають витрати на оплату праці, не пов'язані з виплатами за фактично відпрацьований час.

При розрахунку заробітної плати кількість робочих днів у місяці слід в середньому приймати – 24,5 дні/міс., або ж 196 год./міс. (тривалість робочого дня – 8 год.).

Наймані працівники для розробки інформаційної системи управління доступом з використанням інформаційних технологій розпізнавання образів працюють згідно контракту, який в якому вказано їхню погодинну ставку. Тобто розрахунок заробітної плати працівників відбуватиметься на базі тарифної ставки та кількості відпрацьованих годин.

У штаті найманих працівників для розробки інформаційної системи залучено проектного менеджера, інженера-програміста і тестувальника.

Тарифні ставки учасників процесу розробки інформаційної системи:

Проектний менеджер – 150 грн./год.

- Інженер-програміст – 130 грн./год.

- Тестувальник – 100 грн./год.

Основна заробітна плата розраховується за формулою 5.1:

$$Z_{\text{осн.}} = T_c * K_{\Gamma} , \quad (6.1)$$

де  $T_c$  – тарифна ставка, грн.;  $K_{\Gamma}$  – кількість відпрацьованих годин.

Оскільки всі види робіт в виконує три спеціаліста, то основна заробітна плата буде розраховуватись за даною формулою 6.1;

$$Z_{\text{осн.}} = 150 * 80 + 130 * 530 + 100 * 40 = 84900 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 %% від суми основної заробітної плати й визначається за формулою 6.2.

Коефіцієнт додаткових виплат працівникам становить 0,1.

$$Z_{\text{дод.}} = Z_{\text{осн.}} * K_{\text{допл.}} \quad (6.2)$$

де  $K_{\text{допл}}$  – коефіцієнт додаткових виплат працівникам

$$Z_{\text{дод.}} = 84900 * 0,1 = 8490 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці (фонд заробітної плати) визначаються за формулою 6.3:

$$V_{\text{о.п.}} = Z_{\text{осн.}} + Z_{\text{дод.}} \quad (6.3)$$

$$V_{\text{о.п.}} = 84900 + 8490 = 93390 \text{ грн.}$$

З цієї суми утримуються обов'язкові відрахування на заробітну плату:

- Єдиний соціальний внесок (ЄСВ), що становить 22%%;
- Військовий збір (ВЗ), що становить 1,5%%;

Сума відрахувань становить 23,5%% від фонду оплати праці та визначається за формулою 5.4:

$$B_{\text{с.з.}} = \Phi_{\text{оп}} * 0,235 \quad (6.4)$$

де  $\Phi_{\text{оп}}$  – фонд оплати праці, грн.

$$B_{\text{с.з.}} = 93390 * 0,235 = 21946,25 \text{ грн.}$$

Усі витрати обчислюються детально наведені в таблиці 6.2 та обчислюються за формулою 6.5:



$$B_{\text{зн}} = \Phi\text{ЗП} + \Phi\text{ОП} \quad (6.5)$$

$$B_{\text{зн}} = 93390 + 21946,25 = 115336,65 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.2 – Розрахунки витрат на оплату праці

№з/п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додаткова заробітна плата, грн.	Нарахув. на ФОП, грн.	Всього витрати на плату праці, грн. (6=3+4+5)
		Тарифна ставка, грн.	Кількість відпрацьованих год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
А	Б	1	2	3	4	5	6
1.	Проектний менеджер	150	80	12000	525	-	-
2.	Інженер-програміст	130	530	68900	2600	-	-
3.	Тестувальник	100	40	4000	300	-	-
Разом		380	650	84900	8490	21946,25	115336,25

Опираючись на розрахунки витрат на оплату та зведену таблицю результатів 6.2 видно, що всього витрати на плату праці становлять 115336,25 грн.

### 6.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати є невід’ємною частиною розробки інформаційної та визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни за формулою 6.6:

$$M_{ei} = q_i \cdot p_i, \quad (6.6)$$

де:  $q_i$  – кількість витраченого матеріалу  $i$ -го виду;  $p_i$  – ціна матеріалу  $i$ -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити за формулою 6.7:

$$Z_{м.в.} = \sum M_{ei}. \quad (6.7)$$

Результати проведених розрахунків наведено у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунків матеріальних витрат.

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Фактично витрачено матеріалів	Ціна одиниці, грн.	Загальна сума витрат, грн.
1	CD диски	шт.	2	7,45	14,90
2	Папір для друку	листів	500	0,15	75,00
3	Чорнила для принтера	шт.	1	80,00	80,00
Всього					169,90

Згідно проведених розрахунків, матеріальні витрати становлять 169,90 грн.

#### 6.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Однією із статей витрат є витрати на електроенергію під час проходження усіх етапів реалізації кінцевого продукту.

Затрати на електроенергію одиниці обладнання визначаються за формулою 6.8:

$$Z_e = W * T * S, \quad (5.8)$$

де  $W$  – необхідна потужність, кВт;  $T$  – кількість годин на реалізацію розробки;  $S$  – вартість кіловат-години електроенергії.

Вартість кіловат-години електроенергії слід приймати згідно існуючих на даний час тарифів. Отже, 1 кВт з ПДВ коштує 2,42 грн.

Потужність комп'ютерів для реалізації кінцевого продукту – 400 Вт, кількість годин роботи обладнання згідно таблиці 6.1 – 650 годин.

Визначимо витрати на електроенергію згідно формули 6.11:

$$Z_e = 0,4 * 650 * 2,42 = 629,20 \text{ грн.}$$

Згідно формули затрати на електроенергію становлять 629,20 грн.

### **6.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань**

Для будь якої діяльності характерною є властивість зношування на зниження якості властивостей інструментарію та фондів за допомогою яких ведеться діяльність.

Для вирішення проблеми із відновленням даних фондів використовується амортизація, що являє собою процес трансформації вартості основних фондів на вартість продукції, яка щойно була створена, задля повного відновлення основних фондів.

Для визначення амортизаційних відрахувань використовується формула 6.9:

$$A = (B_B * H_A) / 100\% \quad (5.9)$$

де,  $B_B$  – балансова вартість обладнання, грн;

$H_A$  – норма амортизаційних відрахувань в рік, %%;

– річний робочий фонд часу, год;

– фактичний час роботи обладнання по написанню програми, год.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Для цієї групи річна норма амортизації дорівнює 60 %% (квартальна – 15 %%).

Річний робочий фонд становитиме 2352 годин, так як робочий день становить 8 годин, а кількість робочих днів в місяці становить 24,5 годин.

Для даної розробки засобом розробки є комп'ютер. Його сума становить 18500 грн. Отже, амортизаційні відрахування будуть рівні:

$$A = 18500 \cdot 5\% / 100\% = 925 \text{ грн.}$$

Згідно проведених обчислень амортизаційні відрахування становлять 925 грн.

## 5.6 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління спілкою та створення необхідних умов праці.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 %% від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_e = B_{o.n} * 0,2 \dots 0,6, \quad (5.10)$$

де  $H_e$  – накладні витрати.

Отже, накладні витрати становлять згідно формули 6.10:

$$H_e = 93390 * 0,2 = 18678 \text{ грн.}$$

Накладні витрати згідно розрахунку формули, становить 18678 грн.

## 5.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи

Результати проведених вище розрахунків наведено у таблиці 6.4.

Таблиця 5.4

### Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В %% до загальної суми
Витрати на оплату праці	93390	0,69
Відрахування на соціальні заходи	21946,25	0,15
Матеріальні витрати	169,9	0,01
Витрати на електроенергію	256,52	0,01
Амортизаційні відрахування	925	0,01
Накладні витрати	18678	0,13
Собівартість	135365,7	100

Собівартість ( $C_e$ ) програмного продукту розраховуємо за формулою:

$$C_e = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.v.} + Z_e + A + H_e . \quad (6.11)$$

Отже, собівартість розробки системи дорівнює:

$$C_e = 135365,70 \text{ грн.}$$

Загальний кошторис витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи становить 135365,70 грн.

## 5.8 Розрахунок ціни розробки системи

Ціну науково-дослідної роботи можна визначити за формулою:

$$Ц = (C_B * (1 + P_{рен}) + K * B_{н.і.}) / K * (1 + ПДВ) \quad (6.12)$$

де  $P_{рен.}$  – рівень рентабельності, 30 %%;  $K$  – кількість замовлень, од. (встановлюється лише при розробці програмного продукту та мікропроцесорних систем);  $B_{н.і.}$  – вартість носія інформації, грн. (встановлюється лише при розробці програмного продукту);  $ПДВ$  – ставка податку на додану вартість, (20 %%).

Оскільки розробка є прикладною, і використовуватиметься тільки для одного підприємства, то для розрахунку ціни не потрібно вказувати коефіцієнти  $K$  та  $B_{н.і.}$ , оскільки їх в даному випадку не потрібно.

Тоді, формула для обчислення ціни розробки буде мати вигляд:

$$Ц = C_B * (1 + P_{рен}) * (1 + ПДВ) \quad (6.13)$$

Звідси ціна на роботу складе:

$$Ц = 135365,70 * (1 + 0,3) * (1 + 0,2) = 211170,49 \text{ грн.}$$

Загальний розрахунок ціни програмного продукту становить 211170,49 грн.

## 5.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Економічна ефективність ( $E_p$ ) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_p = \Pi / C_B \quad (6.14)$$

де  $\Pi$  – прибуток;  $C_B$  – собівартість.

Плановий прибуток ( $\Pi_{пл}$ ) знаходимо за формулою:

$$\Pi_{пл} = Ц - C_в . \quad (6.15)$$

Розраховуємо плановий прибуток:

$$\Pi_{пл} = 211170,49 - 135365,70 = 75804,79 \text{ грн.}$$

Отже, формула для визначення економічної ефективності набуде вигляду:

$$E_p = \Pi / C_B \quad (6.16)$$

Тоді,

$$E_p = 75804,79 / 135365,70 = 0,56.$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень ( $T_p$ ):

$$T_p = 1/E_p \quad (6.17)$$

Термін окупності дорівнює:

$$T_p = 1 / 0,56 = 1,79 \text{ р.}$$

Згідно формул плановий прибуток від розробки становить 75804,79 грн., економічна ефективність дорівнює 0,56, а термін окупності становить 1,79 року що вважається доцільним та економічно вигідним.



## **7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **7.1 Значення охорони праці для забезпечення безпечних умов праці**

Створення безпечних, нешкідливих і сприятливих виробничих умов праці – одне з найважливіших завдань сучасного виробництва і має не тільки інженерне, але і соціальне значення.

На сучасному етапі охорона праці являє собою систему правових, соціально-економічних, лікувально-профілактичних засобів та заходів спрямованих на забезпечення здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Основним принципом політики в галузі охорони праці є визнання пріоритету життя і здоров'я працівників. Виходячи з цього сформовані основні завдання в галузі охорони праці:

- розробка і впровадження високовиробничих технологій;
- підвищення рівня безпеки діючого виробничого устаткування і технологічних процесів за рахунок ліквідації небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- удосконалення оснащення підприємств сучасними технічними засобами безпеки і виробничої санітарії;
- впровадження стандартів (ССБП);
- здійснення навчання населення і підвищення кваліфікації працівників з охорони праці;
- зміцнення технологічної і виробничої дисциплін;
- охорона навколишнього середовища.

Техніка безпеки і заходи по охороні праці і промисловій санітарії невід'ємно пов'язані з технологією.

Зміна технологічних процесів і обладнання потребують вивчення їх з точки зору безпеки виробництва та вишукування відповідних шляхів, які усувають фактори, які приводять до нещасних випадків.

Основне завдання в тому, щоб зробити працю на підприємстві безпечною та здоровою. Виконання цього завдання може бути забезпечене шляхом комплексної механізації виробничих процесів, більш повної їх автоматизації, досконалістю технологічних процесів, переходом від техніки безпеки до безпечної техніки, а також широкого впровадження на підприємствах заходів по оздоровленню умов праці, техніки безпеки та наукової організації праці.

У повній відповідності з діючим законодавством на підприємствах розробляються правила внутрішнього розпорядку і інструкції з техніки безпеки з детальним вказівками профілактичних заходів, безпечних прийомів роботи для кожної професії і кожного виду робіт.

Контроль за дотриманням законодавства, а також за виконанням заходів по охороні праці на всіх підприємствах покладається на органи державного та громадського нагляду. Функції державного нагляду виконують технічні інспекції профспілок, Державний міський технагляд, Державна санітарна інспекція та інші.

Велику роль у створенні на підприємствах здорових та безпечних умов праці грають комісії та громадські інспектори по охороні праці. Ця комісія утворюється з числа членів профспілки – робочих, інженерно-технічних робітників і службовців та очолюється членом місцевого комітету підприємства, в цеху – членом цехового комітету.

Комісії повинні здійснювати: контроль над виконанням законодавства про працю, правил і інструкцій з техніки безпеки та промислової санітарії і над проведенням заходів по попередженню нещасних випадків на виробництві та по зниженню захворюваності

контроль організації і якості інструктування і навчання працюючих безпечним прийомом роботи, а також своєчасного постачання їх спецодягом, спеціальним взуттям і індивідуальними засобами захисту.

Комісії сприяють впровадженню у виробництво більш сучасної технології, нової техніки, автоматизації і механізації виробничих процесів з метою ліквідування тяжких ручних робіт. Компетентна постановка навчання працюючих правилам техніки безпеки та безпечним методам праці значно сприяє боротьбі з нещасними випадками на підприємствах.

На підприємствах робочі проходять відповідний інструктаж, об'єм і зміст якого та строк стажування для робочих по кожній професії встановлює головний інженер підприємства. Інструктуванням передбачаються загальні питання безпеки, які встановлені на даному підприємстві, і спеціальні питання техніки безпеки, які пов'язані з виконанням окремих видів робіт.

Всі робочі не менше одного разу на рік повинні проходити повторний інструктаж з техніки безпеки і підлягають перевірці знань комісією. При введенні нових технологічних процесів і методів праці, а також при введенні в дію нових правил і інструкцій з техніки безпеки робочі повинні пройти додаткове навчання і інструктаж.

На основі статистичного аналізу рівня травматизму встановлено, що біля 50% всіх нещасних випадків на підприємстві – це отруєння парами шкідливих речовин. На долю хімічних і термічних опіків припадає близько 25% від загальної кількості травм. Близько 12% становлять травми механічного походження. Усе решта – травми від ураження електричним струмом.

## 7.2. Системи засобів і заходів щодо електробезпеки

**Електробезпека** – це система організаційних і технічних заходів, що забезпечують захист людей від небезпечної і шкідливої дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля, статичної електрики. Вимоги електробезпеки викладено в ГОСТ 12.1.019-79 «ССБП. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту» (СТ СЭВ 4830-84). Зміни 1986.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є:

- захист від дотику до струмопровідних частин;
- застосування електроенергії з безпечними величинами напруги;
- усунення небезпеки ураження людей струмом у разі появи напруги на частинах конструкцій електроустаткування;
- застосування індивідуальних захисних засобів від ураження електричним струмом.

**Недоступність струмопровідних частин** для випадкового дотику досягається ізоляцією їх струмонепровідними матеріалами. Провідники електричного струму повинні мати робочу ізоляцію. Передбачено застосування в деяких випадках *додаткової, підсиленої чи лінійної ізоляції*.

Недоступність розташування струмопровідних частин досягається *розміщенням їх на висоті, під підлогою чи приховано в стінах*. Незахищені струмопровідні частини, до яких можливий дотик людей, надійно огороджують у всіх випадках, якщо напруга перевищує:

- 65 В – в приміщеннях без підвищеної небезпеки;
- 42 В – в приміщеннях з підвищеною небезпекою;
- 12 В – в приміщеннях особливо небезпечних.

У випадку напруги понад 250 В огорожують не тільки незахищені, але й ізольовані струмопровідні частини.

**Застосування малих напруг** – дуже ефективний захист від ураження електричним струмом. Для живлення кіл управління технологічним обладнанням, встановленим в особливо небезпечних приміщеннях і приміщеннях з підвищеною безпекою; кіл управління пересувного устаткування і для живлення ручного інструменту використовують напругу не вище 42 В.

Захисне заземлення, занулення і відключення – основні заходи захисту людей від ураження електричним струмом у разі появи напруги на частинах конструкцій електроустаткування.

**Захисне заземлення** – свідоме електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих частин електроустаткування. Вимоги до захисного заземлення викладено в ГОСТ 12.1.030-81 «ССБП. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення». Зміни 1987.

Мета заземлення – понизити до безпечної величини напругу відносно землі на металевих частинах електроустаткування, які випадково виявилися під напругою, і цим усунути небезпеку ураження людей електричним струмом.

**Заземлюючим пристроєм** називається сукупність заземлювачів – металевих провідників, які з'єднані з землею, і заземлюючих провідників, які з'єднують заземлювані частини електроустаткування з заземлювачами.

**Заземлювачі** бувають штучні та природні.

Як *штучні заземлювачі* використовують *сталі стрижні*, які забивають в ґрунт вертикально і з'єднують між собою сталюю шиною зварюванням.

Розрізняють заземлюючі пристрої:

- *контурні* (заземлення знаходиться у безпосередній близькості від електроустаткування);

- *виносні* (заземлення розміщені на спеціально виділеній ділянці території підприємства).

Для заземлення електроустаткування у виробничих та інших приміщеннях використовують здебільшого виносні заземлюючі пристрої з штучними заземлювачами. При цьому металеві елементи кожного електрообладнання під'єднують окремими заземлюючими пристроями до транзитної шини, яка прокладається всередині будівлі і не менше, ніж у двох місцях під'єднується до заземлювачів.

Захисне заземлення електричних установок обов'язкове згідно з ГОСТ 12.1.013-78:

- у разі номінальної напруги 380 В і вище змінного струму і 440 В і вище постійного струму – у всіх випадках;
- у разі номінальної напруги 42 В і вище змінного струму і 110 В і вище постійного струму – під час роботи в умовах з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних.

**Занулення** – свідоме електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих струмонепровідних частин, які можуть виявитися під напругою. Занулення повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.1.030-81.

Зануленню підлягають ті ж машини і апарати, що і заземленню. В електричних мережах з нульовим проводом електроустаткування можна занулювати, заземлювати чи одночасно занулювати і заземлювати.

**Захисне вимкнення** – швидкодіючий захист, що забезпечує автоматичне відключення електроустаткування, коли в ньому виникає небезпека ураження струмом. Така небезпека може виникнути у випадку:

- *замикання фази на корпус електроустаткування,*
- *пониження опору ізоляції фаз відносно землі,*
- *появи в мережі більш високої напруги,*

– торкання людини до струмопровідних частин.

Вимоги до захисного вимикання викладено в ГОСТ 12.4.155-85.

**Захист від електромагнітних випромінювань** і електричних полів забезпечується виконанням вимог ГОСТ 12.1.006-84 і ГОСТ 12.4.154-85.

**Захист від електричних статичних полів** полягає в знятті з ізольованих від землі металевих частин устаткування електричної напруги, яка виникає внаслідок статичної електризації під час технологічних процесів, що супроводжуються тертям (змотування тканин, паперів, плівки), роздрібненням твердих тіл, пересипанням сипучих матеріалів, переливанням рідин-діелектриків (бензин, керосин). Дія статичної електрики на людину може проявлятися у вигляді слабкого, помірною чи навіть сильного уколу, який сам по собі не являє небезпеки, але може бути непрямою причиною нещасного випадку внаслідок рефлекторного руху людини до небезпечної зони.

Розряди статичної електрики на землю чи між частинами устаткування можуть бути причиною загорянь та вибухів газо-, паро- і пило-повітряних сумішей. Захист від статичної електрики забезпечується виконанням вимог ГОСТ 12.1.018-93, ГОСТ 12.4.144-83.

**Захист від атмосферної електрики** (блискавкозахист) – комплекс захисних пристроїв, призначених для забезпечення безпеки людей, які працюють з електроустаткуванням, від ураження електричним струмом, дії електричної дуги та електромагнітного поля.[22]

### 7.3. Безпека вантажопідіймального обладнання

На підприємствах під час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт використовуються крани, вантажопідійомні талі, ліфти, підйомники, транспортери, рольганги, зрівнювальні майданчики, самохідні вантажні машини, візки. Вибір підіймально-транспортних засобів залежить від характеру технологічного процесу, вигляду і маси переміщуваного вантажу, тари тощо.

До вантажопідіймального обладнання належать: вантажопідіймальні пристрої та механізми (лебідки, домкрати, блоки), вантажопідіймальні крани (баштові, мостові, козлові, кран-балки, тельфери), ліфти та підйомачі.[23]

#### Вантажопідіймальні пристрої та механізми

Безпека вантажопідіймального обладнання забезпечується їх проектуванням, виготовленням та експлуатацією відповідно до вимог нормативних документів. Найбільш відповідальними елементами вантажопідіймального обладнання є несучі органи (канати, ланцюги, гаки), які в процесі роботи зазнають найбільшого зносу та навантаження. Тому їх необхідно розраховувати з великим запасом міцності, який залежно від виду вантажопідіймального обладнання, його призначення, режиму роботи механізму приймається в межах від 3,5 до 13. Коефіцієнт запасу міцності  $K$  несучого органу визначається за формулою

$$K = \frac{P}{S}, \quad (7.1)$$

де  $P$  - розривне зусилля несучого органу, [Н];  $S$  - найбільше статичне навантаження несучого органу, [Н].

Вибір діаметра сталевих канатів залежить від діаметра барабана чи блока, який він огинає і має велике значення для забезпечення зносостійкості канату. Така залежність визначається за формулою

$$D = d \times e, \quad (7.2)$$



де  $D$  - діаметр барабана чи блока, [мм];  $d$  - діаметр канату, [мм];  $e$  - коефіцієнт, що залежить від виду обладнання та режиму роботи ( $e = 16-35$ ).

Для створення безпечних умов роботи вантажопідіймального обладнання необхідно забезпечити надійне фіксування канату чи ланцюга на гаку і не допустити падіння вантажу.

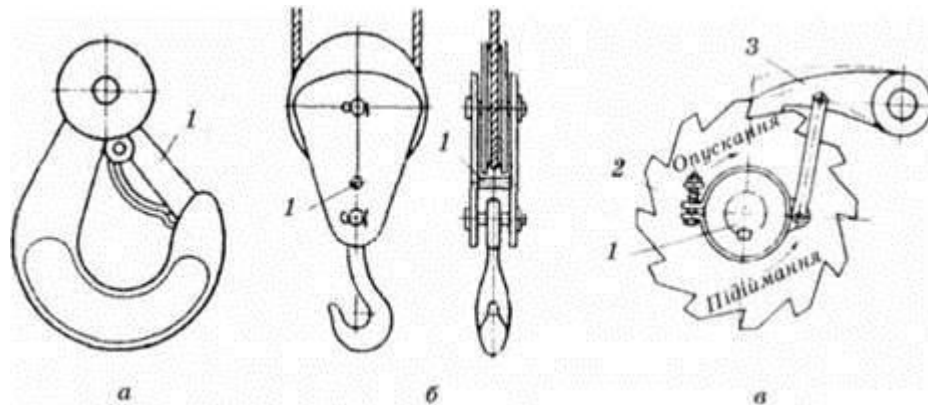


Рисунок 7.1 – Запобіжні пристрої вантажопідіймального обладнання  
 а - гак із запобіжною скобою 1; б - блок з розпирним штифтом 1;  
 в - храповий механізм з валом 1; храповим колесом 2; собачкою 3.

Це досягається застосуванням гаків із запобіжними пристроями (рис. 7.1, а). Для уникнення зісковзування канату чи ланцюга з блоку і можливого його заклинювання через обійму блоку встановлюють розпирний штифт (див. рис. 7.1, б).

Для гарантування безпеки вантажопідіймальні пристрої та механізми а ручним приводом повинні мати храповий пристрій (див. рис. 7.1, в), який запобігає падінню вантажу, під час його підймання. У гідравлічних домкратах для цього передбачено зворотний клапан. У диференційному блоці виконується пристрій, який забезпечує самогальмування вантажу на будь-якій висоті як у разі його підймання, так і опускання. Таким пристроєм може слугувати черв'ячна передача або храповий механізм.

## 8 ЕКОЛОГІЯ

### 8.1 Виробничий шум, його негативний вплив на навколишнє середовище

В процесі кристалізації сік тече по трубопроводах у фільтр зі збірника нефільтрованого соку з дуже великою швидкістю. Як правило, всякий рух рідини супроводжується шумом, і тому це призводить до виникнення шумового забруднення.

Сильний шум шкідливо відбивається на здоров'ї і працездатності людей. Він може призвести до перевантаження слухових органів, слухової втоми, зниження уваги працюючого.

Діючи на центральну нервову систему, шум впливає на весь організм людини – втрачається гострота зору, змінюється ритм дихання і серцевої діяльності, підвищується внутрішньочерепний та кров'яний тиск, уповільнюється процес травлення.

Шумом називається безладне сполучення звуків різної висоти й частоти. Звук як фізичне явище – це хвилеподібний рух, що відбувається в повітрі, воді чи іншому пружному середовищі, що викликається коливальними рухами тіла, яке видає звуки, і сприймається нашим органом слуху.

Звуки й шуми, як і всякі хвильові рухи, при своєму виникненні й поширенні підлягають законам інтерференції, дифракції, відбиття і поглинання.

Чутливість слуху до різних частот звукових коливань, що сприймаються вухом, дуже різна. При різних частотах і однаковому рівні звуки сприймаються як різні за гучністю. Найбільше відчуття гучності створюють звуки частотою від 1000 до 4000 Гц. Для порівняння гучності

різних шумів еталоном служить частота 1000 Гц, при якій спостерігається найбільша чутливість слуху.

Дуже мала звукова енергія не викликає відчуття звуку. Найслабші звуки, які чує людина, називаються звуками, що перебувають на порозі чутливості. Степінь відчуття гучності звуку починаючи від порогу чутливості зростає значно менше, ніж інтенсивність звуку.

За одиницю рівня гучності звуку чи шуму прийнято фон.

Для оцінки суб'єктивного відчуття сили звуку, що сприймається людиною, взято одиницю децибел (дБ). При частоті чистого тону звуку 1000 Гц поняття «рівень гучності» і «рівень інтенсивності звуку (сили звуку)» збігаються. Отже, одиниці фон і децибел у цьому випадку взаємно рівні.

Щоб не змішувати одиниці виміру, рівень гучності обчислюють у фонах, а рівень суб'єктивного відчуття людиною інтенсивності звуку (сили звуку) – в децибелах.

Децибел як одиниця сили звуку являє собою найменшу величину зміни у звуковому тиску від умовного порогу чутливості, що розрізняється вухом людини. Децибельне обчислення є відносним вимірюванням і показує не абсолютну силу звуку, а рівень гучності певного звуку над порогом чутливості.

Одиницею звукового тиску, що є у звуковій хвилі, є паскаль (Па). Па – це тиск звукової хвилі, що дорівнює 0,000001 атмосферного тиску.

За санітарними нормами і правилами всі допустимі виробничі шуми залежно від їх частотного складу поділено на три класи: низькочастотні, середньочастотні й високочастотні.

Для боротьби з шумом велике значення має розпізнавання ступеня гучності шумних процесів.

Шуми і стуки в деталях працюючих машин та установок виявляються за допомогою стетоскопа, подібного до медичного. Рівень гучності

вимірюють об'єктивними шумомірами, а частоту шуму – звукоаналізаторами. Щоб швидко визначати відповідність виробничих шумів діючим санітарним нормам, застосовують індикатор норм шуму ИНШ–2–ЛИОТ.

Вплив шуму різної інтенсивності ілюструється наступними даними.

130 дБА - викликає біль у вухах;

140 дБА - порушення слухового апарату;

160 дБА - смерть тварин протягом декількох хвилин;

180 дБА - викликає втому металів;

190 дБА - вириває заклепки з конструкцій.

Шум на 47% сповільнює ріст квітів, при постійній дії шуму з рівнем 100 дБА через десять днів рослина гине.

Шум поїзда супроводжується рівнем шуму 114 дБА, токарний верстат генерує шум понад 96 дБА, а вентилятор – 105 дБА.

Рівні виробничого шуму не повинні перевищувати норм, встановлених ВСН 601-84 „Нормы допустимого шума на предприятиях святи”, та в нормативному документі „Санитарные нормы допустимого шума на рабочих местах”.

Допустимий рівень шуму на постійних робочих місцях згідно з граничним спектром ГС-75 складає 80 дБА.

Отже, шум шкідливий для здоров'я, він може призвести до виробничого травматизму і професійних захворювань, а тому треба усувати цю шкідливість і вживати заходи захисту.

## **8.2 Методи та засоби зменшення шуму**

Методи та засоби захисту від шуму класифікуються наступним чином:

- зниження шуму в джерелі його виникнення;
- зниження шуму на шляху його поширення від джерела;

- засоби індивідуального захисту.

Засоби боротьби з шумом в залежності від числа осіб, котрим вони призначені, поділяються на засоби колективного захисту та індивідуального захисту.

В залежності від способу реалізації засоби колективного захисту можуть бути акустичними, архітектурно-планувальними та організаційно-технічними.

В залежності від принципу дії акустичні засоби боротьби з шумом поділяються на засоби звукоізоляції, звукопоглинання, віброізоляції, вібродемпферування.

Зниження шуму в джерелі виникнення:

- заміна зворотно-поступального переміщення деталей обертовим;
- підвищення якості балансування обертових деталей та класу точності їх виготовлення;
- заміна ударної взаємодії деталей машин безударною;
- вдосконалення кінематичних схем;
- заміна підшипників кочення підшипниками ковзання;
- застосування матеріалів з високим декрементом затухання (капронові, текстолітові шестерні);
- забезпечення розузгодження власних частот коливань механізма з частотою збуджувальної сили;
- недопущення перекосів деталей і вузлів, люфтів і зазорів;
- встановлення глушників;
- застосування листового заліза з низькою магнітострикцією, складених сердечників з метою зниження шуму трансформаторів.

Зниження шуму на шляху його поширення від джерела виникнення значною мірою досягається реалізацією будівельно-акустичних заходів.

Методи зниження шуму на шляху його поширення реалізуються застосуванням: кожухів, екранів, вигородок, кабін спостереження, (при

дистанційному керуванні), звукоізолюючих облицювань, глушників шуму, а також методів, котрі забезпечують зниження передачі вібрації від обладнання віброізоляцією та вібропоглинанням.

*Акустична обробка приміщень.* Під акустичною обробкою приміщень мається на увазі облицювання частини внутрішніх поверхонь огорожень звукопоглинальними матеріалами, а також розташування в приміщенні штучних поглиначів, котрі являють собою вільно підвішені об'ємні поглинальні тіла різної форми. Звукопоглинальні екрани виготовляють з пористих матеріалів. Звукова хвиля в них затихає через тертя, енергія звукової хвилі переходить у теплову енергію, причому ефект звукоізоляції зростає із зростанням частоти шуму.

Звукопоглинальними матеріалами облицювають стелі, стіни комутаторних приміщень, довідкових залів телефонних станцій, цехів обробки кореспонденції тощо. У приміщеннях великого об'єму рекомендується використовувати звукопоглинальні перегородки і діафрагми з гладких матеріалів. В багат шарових матеріалах з повітряними проміжками ефект звукоізоляції зростає.

Найбільшого ефекту при акустичній обробці приміщень можна досягнути в точках, розташованих в зоні відбитого звуку; в зоні прямого звуку акустичний ефект від застосування облицювань значно нижчий.

Звукопоглиначі розташовуються на стелі та у верхніх частинах стін при висоті приміщення не більше 6...8 м таким чином, щоб акустично оброблена поверхня складала не менше 60% загальної площі поверхонь, котрі обмежують приміщення.

У вузьких та дуже високих приміщеннях доцільно облицювання розташовувати на стінах, залишаючи нижні частини стін (до 2 м висотою) необлицьованими, або спроектувати конструкцію підвісної звукопоглинальної стелі.

Якщо площа поверхонь, на котрих можливе розташування звукопоглинальних облицювань, мала, рекомендується застосовувати додатково штучні поглиначі, підвішуючи їх якомога ближче до джерела, або передбачати влаштування облицювальних щитів у вигляді куліс.

Необхідність виконання акустичної обробки приміщення визначається величиною його акустичних характеристик - постійної приміщення  $B$  та коефіцієнтом звукопоглинання  $\alpha$ . Ефективність застосування акустичної обробки приміщень невелика (4...7 дБ), тому за необхідності її потрібно проводити у поєднанні з іншими заходами щодо шумоглушіння.

*Звукоізоляція.* Методами звукоізоляції можна ізолювати джерело шуму або приміщення від шуму, котрий проникає ззовні. Звукоізоляція досягається створенням герметичної перепони на шляху поширення повітряного шуму у вигляді стін, кабін, кожухів, екранів.

Звукоізолююча здатність огороження (стін, перегородок)  $R_{н.огор.}$ , за допомогою котрого забезпечується в приміщенні, суміжному з шумним, виконання нормативних вимог, визначається з виразу

$$R_{н.огор.} = L - \lg B + 10 \lg S_{огор} - L_N \quad (8.1)$$

де  $L$  - октавні рівні звукового тиску в шумному приміщенні, дБ;  $B$  - постійна приміщення, суміжного з шумним;  $m^2$ , котра визначається залежно від об'єму приміщення;  $S_{огор}$  - площа огороження, загального для шумного та ізолюваного приміщення,  $m^2$ ;  $L_N$  - допустимі октавні рівні звукового тиску в ізолюваному приміщенні, дБ.

За розрахованими значеннями необхідної звукоізолюючої здатності огороження  $R_{н.огор.}$  підбирається матеріал конструкції таким чином, щоб реальні значення  $R_{огор.}$  для кожної октавної смуги частот були не нижчими, ніж  $R_{н.огор.}$ . Тоді рівень шуму в ізолюваному приміщенні  $L_{із}$  визначається за формулою

$$L_{із} = L - R_{огор} - \lg B + 10 \lg S_{огор}, \quad (8.2)$$

де  $R_{огор}$  - звукоізолююча здатність реальної конструкції суміжного огороження, дБ.

*Звукоізолюючі кожухи.* Ефективний спосіб зниження шуму - розташування джерела шуму в звукоізолюючому кожусі.

Висока звукоізолююча здатність кожуха може бути досягнута лише у випадку відсутності щілин, отворів, за умови ретельної віброізоляції кожуха від фундаменту та трубопроводів, а також за наявності на внутрішній поверхні кожуха звукопоглинального матеріалу

Звукоізолююча здатність кожуха визначається фізичними параметрами матеріалів та конструктивними розмірами його елементів.

Необхідна звукоізолююча здатність стінок кожуха  $R_{н.кож}$  визначається за формулою

$$R_{н.кож} = \Delta L_{необ.} + 10 \lg S_{кож} / S_{дж}, \quad (8.3)$$

де  $\Delta L_{необ.}$  - необхідне зниження рівнів шуму, дБ;  $S_{кож}$  площа поверхні кожуха,  $m^2$   $S_{дж}$  площа уявної поверхні, що впритул оточує джерело шуму,  $m^2$ .

Конструкція огороження кожуха підбирається таким чином, щоб його звукоізолююча здатність була для кожної октавної частоти не меншою, ніж необхідна.

Рівень шуму в розрахунковій точці після встановлення кожуха визначається за формулою

$$L_{кож} = L - R_{кож} + \lg S_{кож} / S_{дж}, \quad (8.4)$$

де  $L$  - рівень шуму в розрахунковій точці до встановлення кожуха, дБ;  $R_{кож}$  - звукоізолююча здатність реальної конструкції стінок кожуха, дБ.

*Звукозахисні кабінки.* Це локальні засоби шумозахисту, котрі встановлюються там, де можна протягом тривалого часу ізолювати людину від джерела шуму. Виготовляються вони зі сталі, деревинностружкових плит тощо. Вікна з подвійним склінням герметизуються гумовими прокладками. Двері виконуються подвійними з гумовими прокладками по периметру для запобігання виникненню щілин.



Необхідну звукоізолюючу здатність кабіни визначають за формулою

$$R_{н.каб} = L + 10 \lg S / B - L_N \quad (8.5)$$

де  $L$  - рівні шуму в розрахунковій точці до встановлення кабіни, дБ;  $S$  - площа огорожень, через котрі шум проникає з шумного приміщення (сумарна площа огорожувальних поверхонь кабіни за виключенням підлоги),  $m^2$ ;  $B$  - постійна приміщення кабіни,  $m^2$ ;  $L_N$  - допустимі значення рівнів звукового тиску в кабіні.

*Акустичні екрани.* Якщо немає можливості повністю ізолювати джерело шуму або саму людину за допомогою кожухів та кабін, то частково знизити вплив шуму на людину можна за допомогою акустичних екранів, які встановлюються на шляху поширення акустичного випромінювання.

Екрани використовуються для огороження джерел шуму від сусідніх робочих місць або для відгородження частин приміщення з малощумним технологічним обладнанням від сильних джерел шуму

Плоскі екрани ефективні в зоні дії прямого звуку, починаючи з частоти 500 Гц; вгнуті екрани різноманітної форми ефективні також в зоні відбитого звуку, починаючи з частоти 250 Гц.

Застосування екранів доцільне в поєднанні з акустичною обробкою, тобто там, де постійна приміщення велика.

Екрани можуть бути виготовлені зі сталевих, алюмінієвих листів товщиною 1,5...2 мм, з легких сплавів товщиною 2...3 мм, фанери - 5...15 мм, органічного скла - 5...10 мм та з інших матеріалів. Для звукопоглинального облицювання екранів застосовуються ті ж матеріали, що й для акустичної обробки приміщень.

*Глушники шуму.* Глушники шуму - ефективні засоби зниження шуму, котрий виникає при забиранні повітря та викиданні відпрацьованих газів у вентиляторах, повітропроводах, пневмоінструменті газотурбінних, дизельних, компресорних установках.

За принципом дії глушники шуму поділяються на глушники активного (дисипативного) типу та реактивного (відбиваючого) типу. В глушниках реактивного типу шум знижується за рахунок відбивання енергії звукових хвиль в системі розширювальних та резонансних камер, з'єднаних між собою та об'ємом повітропровода за допомогою труб, щілин, отворів. Шум знижується за рахунок відбивання звукових хвиль. Камери можуть бути всередині вкриті звукопоглинальним матеріалом; тоді в низькочастотній області вони працюють як відбивачі, а у високочастотній - як поглиначі звуку.

Активні глушники доцільно застосовувати для зниження шуму на частотах, для котрих  $0,5\lambda \leq (0,5...1) \sqrt{F}$ ; реактивні глушники доцільно використовувати на частотах, для котрих  $0,5\lambda > \sqrt{F}$ , де  $\lambda$  - довжина звукової хвилі в повітрі, м;  $F$  - площа поперечного перетину повітропровода, м<sup>2</sup>.

Індивідуальний захист органів слуху здійснюється за допомогою навушників, м'яких шоломів, які знижують рівень звукового тиску на 40-50дБ.

Під час усунення окремих несправностей при короткочасному перебуванні біля фільтру, працівники повинні користуватися засобами індивідуального захисту: протишумними навушниками чи спеціальними вкладишами (берушами), які закладають у вухо.

Для захисту від шуму операторів повинні виділятися спеціальні звукоізольовані кімнати з виводом у них всіх необхідних органів керування фільтраційними установками і засобів контролю.

Використання вище перерахованих засобів захисту у боротьбі з шумом дозволяє якщо не довести до встановлених норм, то значно знизити величину виробничого шуму.

## ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

В роботі було проведено аналіз технологічного процесу витискання масла з олієвісних елементів рослин. Розглянуто основні параметри, які впливають на продуктивність процесу та основні елементи регулювання, які повинні забезпечувати оптимальний хід процесу.

Було розроблено автоматизовану систему для контролю за роботою віджимного пресу, яка забезпечує контролювання основних його параметрів, а зокрема температурних режимів процесу сушіння та зволоження м'якоті олієвісних елементів, а також параметрів електроприводів основних елементів пресу для запобігання швидкого виходу їх з ладу.

Систему розроблено на базі програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК 110-60 з використанням терморегуляторів ТРМ 201. Система забезпечує з'єднання з ПК для дистанційного контролю та збору статистичних даних.

В роботі також проведено аналіз можливості використання рослинних олій в якості біопалива, як заміника дизельного пального. Було проаналізовано результати досліджень щодо використання чистих масел рослинного походження, так і сумішей дизпалива та рослинних олій.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 1. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-8052 від 28.05.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2013. – 256 с.
2. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі. Книга 2. [навчальний посібник] (Лист МОНУ №1/11-11650 від 16.07.12р.) - Львів, "Магнолія 2006", 2014. – 312 с.
3. Микитишин А.Г., Митник, П.Д. Стухляк. Комплексна безпека інформаційних мережевих систем: навчальний посібник – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. – 256 с.
4. Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
5. <http://window.edu.ru/resource/159/73159/files/tarov.pdf>
6. Сергеев А. Г. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. Том 1 / А. Г. Сергеев. – 2-е изд., перераб и доп. – Ленинград. – 1975. – 725 с.
7. Мустафаев С.К., Смычагин Е.О. Влияние СВЧ-нагрева свежесобранных семян подсолнечника перед их конвективной сушкой на выход и качество масла // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ. – 2014. – №03(097). – С. 273-283.
8. Experimental analysis of vegetable oil blends in a compression ignition (ci) engine/ Edward Antwi, Thesis master of science. - Kwame Nkrumah University of Science and Technology. – 2008. – 135 с.
9. [https://owen.ru/product/plc110\\_old/connection](https://owen.ru/product/plc110_old/connection).

10. <https://owen.ru/product/mdvv>.
11. <https://owen.ua/ru/izmeriteli-regulyatory/izmeritel-reguljator-odnokanalnyj-s-rs-485-oven-trm201>.