

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КСУ

_____ П.В. Леонтєв

_____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
на тему: **«Оптимізація процесу віджиму в автоматизованій лінії з переробки
соняшникового насіння в олію»**

Керівник роботи:

к.ф.–м.н., доцент

Журба В.О.

Дипломник:

студент групи СУм. – 11

Василенко В.П.

Суми – 2022

Реферат

Василенко Віталій Павлович. Оптимізація процесу віджиму в автоматизованій лінії з переробки соняшникового насіння в олію. Кваліфікаційна робота магістра. Сумський державний університет. Суми 2022р.

Робота містить 35 аркушів пояснювальної записки, 39 рисунків, 1 додаток. При виконанні дипломного проєкту було використано 16 літературних джерел.

Робота спрямована на оптимізацію процесу віджиму в автоматизованій лінії з переробки соняшникового насіння в олію. Розроблені основні технічні креслення та алгоритми роботи. В ході виконання проєкту було розроблено систему автоматизації для лінії переробки соняшникового насіння в олію, а також змодельовано її контури управління та оптимізовано процес віджиму.

Ключові слова: система керування, автоматизація, лінія переробки олії, модель.

Abstract

Vasylenko Vitaliy Pavlovich. Optimization of the pressing process in an automated line for the processing of sunflower seeds into oil. Master's qualification work. Sumy State University. Sumy 2022.

The work contains 35 pages of explanatory note, 39 figures, 1 appendix. 16 literary sources were used during the completion of the work.

The work is aimed at optimizing the extraction process in an automated line for processing sunflower seeds into oil. Basic technical drawings and work algorithms have been developed. During the implementation of the project, an automation system was developed for the sunflower seed-to-oil processing line, as well as its control circuits were simulated and the squeezing process was optimized.

Keywords: control system, automation, oil processing line, model.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КСУ

_____ П.В. Леонтєв
_____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра студенту
Василенко Віталію Павловичу

1. Тема роботи: Оптимізація процесу віджиму в автоматизованій лінії з переробки соняшникового насіння в олію.
Затверджено наказом ректора університету. № 1027 - VI від "07" листопада 2022р.
2. Термін здавання студентом закінченого проекту "21" грудня 2022р.
3. Вихідні дані до роботи: наукові публікації, статті, технічна документація.
4. Зміст кваліфікаційної роботи: відомості про процес переробки соняшникового насіння в олію, аналіз механізованої лінії переробки, створення математичної моделі процесу, опис та моделювання контурів керування, охорона праці, список використаних джерел, висновок.
5. Перелік графічних матеріалів: 39 рисунків, 1 додаток.
6. Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	07.11.2022 – 21.11.2022
2	Розгляд систем переробки насіння соняшника	22.11.2022 – 29.11.2022
3	Розробка автоматизованої системи переробки насіння соняшника	30.11.2022 – 06.12.2022
4	Моделювання контурів управління запропонованої системи.	07.12.2022 – 15.12.2022
5	Оформлення дипломної роботи та супровідної документації	16.12.2022 – 21.12.2022

7. Дата видачі завдання "07" листопада 2022р.

Керівник роботи:
к.ф.-м.н., доцент

Журба В.О.

До виконання прийняв:
Студент-дипломник
групи СУм.-11

Василенко В.П.

Зміст

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП.....	5
1. ПРОЦЕС ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКА В ОЛЮ.....	6
1.1. Технологія виробництва соняшnikової олії.....	6
1.2. Лінія переробки соняшnikової олії.....	10
1.2.1. Попереднє очищення сировини.....	10
1.2.2. Попередній розігрів сировини.....	11
1.2.3. Попередній віджим.....	13
1.2.4. Очищення олії.....	14
1.2.5. Розігрів сировини.....	17
1.2.6. Переміщення по лінії переробки.....	18
1.2.7. Віджим олії.....	19
1.2.8. Охолодження макухи.....	20
2. АВТОМАТИЗОВАНА ЛІНІЯ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКА В ОЛЮ	21
2.1. Математична модель.....	21
2.2. Регулювання температури.....	25
2.3. Регулювання вологості.....	29
2.4. Регулювання олійності.....	31
3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	35
3.1. Вимоги до безпеки праці при переробці насіння соняшника.....	35
ВИСНОВКИ.....	36
ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	37
ДОДАТОК А.....	38

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БУ – блок управління.

САУ – система автоматизованого управління.

ДСТУ - державний стандарт України.

ФСА – функціональна схема автоматизації.

КК – контур керування.

ТЕН – трубчастий електронагрівник.

ЗІЗ – засоби індивідуального захисту.

ОП – охорона праці.

ВСТУП

Отримання олії – провідна галузь харчової промисловості.

Для її виробництва з насіння використовують поетапне виокремлення - спершу сировину пресують, так вилучається $\frac{3}{4}$ від всієї олії, а далі проводять екстракцію, з використанням якої вилучають те що лишилось. Сировина, що містить мало олії, знежирюється лише один раз за допомогою прямої екстракції. Цей спосіб може використовуватися також для високовмістної олійної сировини.

Основними споживачами соняшникової нерафінованої олії є: виробництва рафінованої та бутильованої олії; виробники жирової продукції; підприємства, що базуються на виробництві лако-фарбової продукції; підприємства тваринництва і птахофабрики.

Наша держава є найбільшим експортером соняшникової олії у світі (близько 40 % світового експорту), також ми виробляємо близько 20 % соняшникової олії світу

Метою даної роботи є оптимізація процесу віджиму олії. Досягнута вона буде за рахунок розробки автоматизованої лінії з переробки соняшникового насіння в олію; побудови математичної моделі процесу; використання регулятора в контурах керування для поліпшення роботи даної лінії.[1]

1. ПРОЦЕС ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКА В ОЛІЮ

1.1. Технологія виробництва соняшникової олії

Олія виготовлюється двома способами: розчинення в органічних розчинниках(екстракція) та механічний(пресовий). Ці методи можуть використовуватись як поодинці так і разом.

Сировина що надходить до процесу переробки має багато домішок. Вони погано впливають на якісні показники олії, витрати підвищуюються, ефективність знижується. За рахунок очистки сировини досягаються необхідні умови для виготовлення. Різні за конструкцією сепаратори дозволяють очистити сировину.

Задля підтримання якісних показників сировини і оптимізації виготовлення олії, окрім очистки, потрібно контролювати рівень вологості сировини.

Для якісного збереження сировини потрібно, щоб волога була на 2 % нижче ніж максимально дозволена. Задля оптимального технологічного процесу вміст вологи в сировині потрібен менший, чим при збереженні. Щоб убрати надлишкову вологу сировини напередодні переробки використовують теплову сушку. Задля сушки використовуюються різні види сушарок

Основний процес насінневої очистки – шеретовання, внаслідок якого отримується рушанка, що складається з ядер, оболонок та січок, цілого і не цілого шеретованого насіння.

Після цього сировину розподіляють на: цілі насінини і недошеретовані ядра та оболонки. Останні видаляють, ядро приходить подрібнюватись, а недо-рушанка та цілі насінини — повторно шеретуватися. Насінини соняшника шеретуються за допомогою насіннерушильних машин та відцентральних. В машині МНР насінини шеретуються за рахунок удару об било барабану, що закріплене на барабані, що крутиться, також за рахунок повторного удару по деці. Ротор і дека – основні робочі органи відцентральних машин. Сировина за рахунок відцентральних сил відкидується до деки і, вдаряючись об неї, розколюється.[2]

Відокремлення оболонок від ядра при мінімальних втратах олії відбувається за допомогою сепарації рушанки. Для цього використовують аспіраційну віяльну машину МІС-50, що має продуктивність 50 т/добу. Складається вона з розсійника та аспіраційного корпусу. Розсійник має набір сит, для сортування рушанки.

Після розподілу рушанки за розмірами її розподіляють за щільністю, міняючи швидкість потоку повітря.

На вихід олії та ефективність устаткування має вплив роздріблення насінневих ядер. Задля того беруть до використання п'ятивальцьовий верстат. Ядро насінни соняшника роздріблюється через декілька проходів через вальцьовий верстат.

Якісні показники подріблення ядер насінин пропорційно до показників рівня вологи. Клітини ядер гарно подрібнюються коли показник становить 5,5 — 6%. Ядра, що були подрібнені на вальцівках називаються м'яткою. Вона довго не зберігається, бо ферменти клітин розкладають жири, що призводить до погіршення властивостей олії.

Олія в м'ятці поділена тонкими плівками на поверхні часточок ядра що було подрібнено або насіння і тримається на ній за допомогою сил взаємодії між молекулами. Щоб зменшити сили, що зв'язують олію з поверхнею м'ятки, застосовують волого-теплову обробку(підсмажування). Здійснюється вона в спеціальному апараті — жаровні. Продукти, що отримуються після підсмажування, називаються мезга. В промисловості відомі два типи підсмажування — вологе й сухе.

Вологі обсмажування здійснюються в пару кроків: спершу зволожується та нагрівається м'ятка, опісля вона пропарюється, отримуючи показники вологості та температури необхідного значення. Далі зволожена м'ятка висушується, що дає матеріал потрібної структури задля покращення показників пресованості.

Сухе підсмажування полягає в сушці та розігріві м'ятки до певних температурних показників не використовуючи попередні розігрів та зволоженість. Дії вологи, теплоти та кисня під час підсмажування покращують інактивацію ферментних систем м'ятки, що сприяє інтенсивному протіканню гідролітичних та окислювальних процесів.

Задля того попереду сухого підсмаження проводиться ферментна інактивація у м'ятці у пропарювальних шнеках інтенсивними і короткочасними нагріваннями її до 80 — 85 °С з одночасним зволоженням.[3]

Для зволоження та обсмаження м'ятки на підприємствах використовують спеціальні жаровні, конструктивно які можна поділити на декілька видів. Мезгу, що отримується з ядер соняшника під час одноразового пресування на пресі, опісля подрібнювання направляють до шнеку пропарення-зволоження, там вона насичується парами до вологи 8 — 9 % і розігрівається до температур 80 — 85 °С. Зволожена м'ятка підсушується в жаровнях, волога у ній знижується до 2 — 1,5 %, а температура — до 115 — 120 °С. Час прожарки 40 — 45 хв.

Для отримання олій пресуванням в минулому користувалися гідравлічними пресами, недоліками яких є недостатнє видавлення олій, через що її вмістність в шроті становила 7 — 8 %.

Зараз на виробництвах використовують прес шнекового типу, основними робочими органами якого є шнековий вал і зерний циліндр. В залежності од тиску, що створюється в зерному просторі, а також від кількості олій, що залишається у сировині, в підприємствах застосовуються різноманітні види шнекового пресу. За призначенням вони розділяються: прес попереднього віджиму(форпрес), прес глибинного, виокремлення (експелери) та комбінований прес.

Початковий тиск пресу 0,03 МПа, в середині зерного простора 1,67 — 2,23 МПа і вихідний — 0,35 МПа. Час пресовки залежний від оборотів валу, розмірів вихідних щілин, властивостей матеріалів.

Задля отримання олій з насіння соняшника використовують форпрес, що значить, що на початку використовується прес неглибокого одержування олій.

Задля отримання олій екстракцію на підприємствах в якості розчинника користуються бензином, а в наш час — сумішшю бутану-пропана, що за нормальних умов газоподібна.

Опісля форпресу макуха направляється екстрагуватися Для збільшення поверхні дотика розчинника і подрібненох сировини, остання пропускається крізь спарені плющильні вальцівки що мають гладенькі вальці та достають пластинки товщиною 0,2 — 0,4 мм.

Існує пара варіантів отримання олій екстракцією — настоєння та поетапне знежирення. Задля настоєння матеріал заливається розчинниками. Після олія перетікає до розчинника(утворюється місцела), який потім зливають. Обезжирений матеріал заливається розчинниками (повторюється до повного виходу олій)..

Під час послідовного знежирюванєя чисті розчинники постійно надходять до обезжиреного матеріалу. Екстрагування розділяють на пару періода: 1) видобуток свободних олій; 2) отримання олій, що знаходяться в цілих, частково-деформованих клітинах. Опісля екстрагування в шроті залишається 1 % олій та 40% розчинника.

В наш час екстрагування олії в Україні є основним видом виробництва, так як є більш ефективним ніж пресування.

Олія — є складною багатокomпонентною системою, де окрім гліцеридів, є частка механічних домішок та інших речовин. Високі показники якості забезпечуються ретельними очищеннями. Очищення розподіляють на: первинні і глибокі — рафінація.

Існують такі види олії: нерафінований (без домішків), гідратований (без фосфатидів), рафінований (без фосфатидів, вільних жирних кислот, барвників), рафіновано-дезодорований (рафінована олія, без ароматичних та смакових речовин, пестицидів і канцерогенів).

На виробництвах, що мають продуктивність до 200 — 250 т насіння за добу олія очищується методом подвійної фільтрації. Після відокремлення крупних часточок на гущеуловлювачах олія надходить на першу так звану гарячу фільтрацію, яка здійснюється на рамних фільтрах. Після першої фільтрації олія охолоджується до 20 — 25 °С за допомогою повітряних калориферів і знову повторно фільтрується на таких самих фільтрпресах. Відфільтрована й охолоджена олія надходить у складські місткості для зберігання.

За допомогою процесу гідратації олію очищують від вмісту фосфатидів. Відбувається це за рахунок вводу в неї насиченої пари або води при змішуванні, через що рівень вологості фосфатидів та білковмістних речовин підвищується. В ході гідратації речовини, що містять білки поглинають рідину, вони розбухають, збільшуються, створюючи осад, це все відбувається за рахунок наявності в білковмістних речовинах гідрофільних властивостей.

Обробка олії не сильним розчином луга (NaOH) є одним із варіантів відокремлення жирних кислот. В ході взаємодії кислоти з лугом відбувається створення солей, які є не розчинними в олії, утворюючи осад у вигляді пластивців — мила. Задля очистки олії від барвника, користуються адсорбційним рафінуванням. Основна мета його це обробка олій спеціальним відбілюючим порошком, дрібненькі часточки якого адсорбують на своїй поверхні барвники.

Неприємні запахи і смаки видаляють за допомогою дезодорації. В спеціальні апарати періодичної, безперервної дії крізь сферу олій пропускається перегріта, дуже розріджена водяна пара..[4]

1.2. Лінія переробки соняшникової олії

Після попереднього очищення від домішок, обрушення, та підсушування насіння соняшника відправляється на лінію переробки насіння в олію.

1.2.1. Попереднє очищення сировини.



Рисунок 1 – Фотосепаратор.

Для початку насіння додатково очищується за рахунок фотосепаратора.[5]

Вихідна сировина завантажується в машину сортування. За рахунок вібрації сировина пореміщується до каналів розподілення задля подальшого розподілення матеріалу в один шар.

По каналам для розподілення сировина, потрапляє в освітлену зону перевірки, де за допомогою камер, оснащені високотехнологічними сенсорами досліджується. Сенсори, під час отримання відбитого від матеріалу відбору світла, утворюють сигнал для контролера БУ.

В залежності від сигналів, що були отримані від оптичної системи, система електронного управління дає команду на відкриття ежектора, який за допомогою потужного спрямованого потоку повітря видуває домішки що відрізняються за кольором.

Продукт, що є придатним прямує в спеціальну область. Домішки виводяться з сепаратора через патрубок для відходів.

Для більш ретельного сортування в більшості фотосепараторів є можливість повторного сортування, що дозволяє мінімізувати відсоток втрат придатної продукції.[6]

1.2.2. Попередній розігрів сировини.

Після очищення насіння потрапляє до нагрівача зерна:



Рисунок 2 – Нагрівач зерна GN1000.

Необхідний він для нагріву сировини до 15 ... 20 °С в холодну пору року, щоб поліпшити вихід олії.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Продуктивність	20 т / день
Довжина	4430 мм
Ширина	1320 мм
Висота	2820 мм
Витрата повітря	2000 2500 м ³ / год
Маса	1050 кг
ВСТАНОВЛЕНА ПОТУЖНІСТЬ	24 кВт

Рисунок 3 – Технічні характеристики нагрівача.

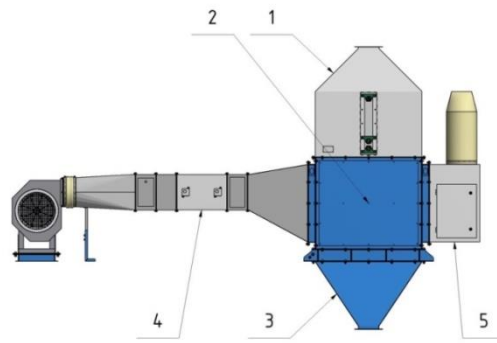


Рисунок 4 – Будова нагрівача №1:

1 – приймальний бункер; 2 – нагрівальна секція; 3 – випускний патрубок; 4 – система подачі гарячого повітря; 5 – осадова камера;

Нагрівальна секція (2) являє собою конструкцію шахтного типу з прямокутним поперечним перерізом 1050x1250 мм і висотою 1030 мм.

Усередині встановлені короба, що підводять і відводять, які забезпечують проходження гарячого повітря через шар зерна.

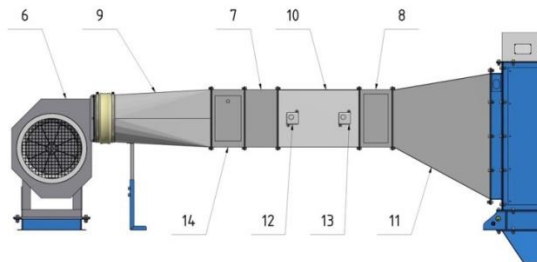


Рисунок 5 – Будова нагрівача №2:

6 – Вентилятор ВРП-4; 7 – Фільтр ФВ 600x3508 – Нагрівач каналний НК 600x350x21,0x3; 9,10,11 – Повітряпровід; 12 – Прессостат PS-500 (контроль забрудненості повітряного фільтра);13 – Прессостат PS-4500 (контроль роботи вентилятора);14 – Засувка РРВ 600x350.

Сировина нагрівається в результаті контакту з гарячою поверхнею коробів і гарячим повітрям.

Частотний перетворювач регулює температуру ТЕНів каналного нагрівача, а, отже, і температуру повітря, призначеного для підігріву зерна.[7]

1.2.3. Попередній віджим.

Після нагрівання насіння потрапляє до олійного пресу для попереднього віджиму. В даному персі віджим олій проходить при температурі до 60 °С.



Рисунок 6 – прес RP500.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Продуктивність	500 кг / год
Олійність макухи	22 ... 25% (вихід олії до 27%)
Олійність сировини:	max 52%
Вологість сировини	6 ... 8%
Довжина	2430 мм
Ширина	760 мм
Висота	1800 мм
Маса	1280 кг
ВСТАНОВЛЕНА ПОТУЖНІСТЬ	22 кВт

Рисунок 7 – Технічні характеристики пресу.

Сировина завантажується в бункер преса. Через засувку під бункером, матеріал опускається в завантажувальний вузол. Гвинтовий вал переміщує сировину з завантажувального вузла у вузол віджиму. Діаметр западин гвинтів збільшується, вільний обсяг для сировини зменшується. Це призводить до стиснення і перетирання насіння. Процес розмолу насіння під тиском розігріває масу і призводить до витискання рослинної олії. Олія стікає в камеру збору, створену елементами рами преса, а потім через патрубок в нижній частині преса відводиться в цехову систему збору олії. Макуха продовжує рух по вузлу віджиму, а на виході подрібнюється крильчаткою і видаляється з преса в цехову систему транспортування макухи.[8]

1.2.4. Очищення олії.

Після віджиму олійному пресі, олія подається у прийомний патрубок сепаратора.

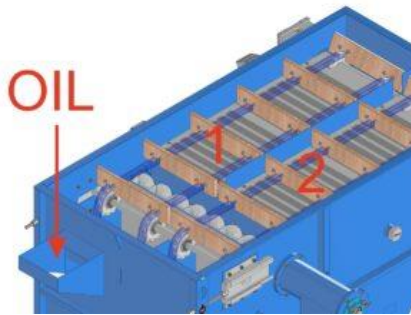
Її очищення відбувається за допомогою механічного сепаратора. При проходженні олії з осипом через сепаратор, видаляється 70 ... 85% осипу.



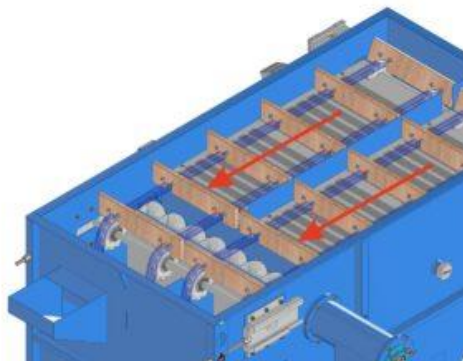
Рисунок 8 – Механічний сепаратор MOS500.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Об'єм робочий, л	500
Об'єм оперативний, л	240
Об'єм повний, л	700
Час перебування олії, годин	до 3
Швидкість ланцюга, м/хв.	0,2
Довжина, мм	2310
Ширина, мм	1733
Висота, мм	1135
Маса, кг	700
Встановлена потужність, кВт	1,7

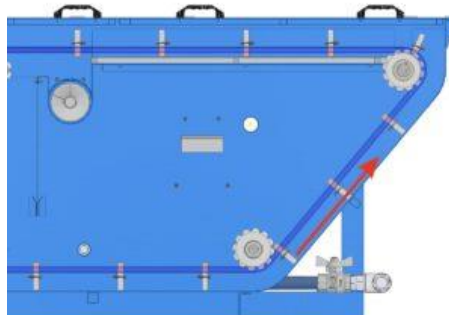
Рисунок 9 – Технічні характеристики механічного сепаратору.



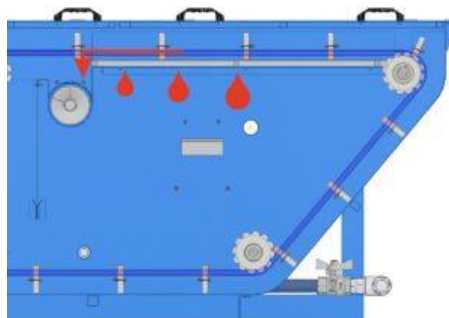
Олія поступає в Бак 1. Тут відбувається первинне накопичення олії. В цей час Бак 2 – може бути пустий. Вмикається рух ланцюгового транспортера.



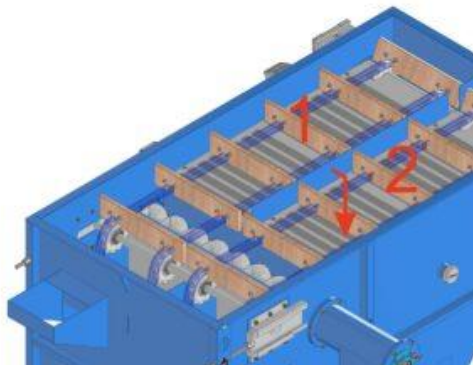
Лопатки транспортера по наклонній стінці піднімають гущу, що осідає на дні Бака 1 .



Потім лопатки пересувають осад по перфорованому металевому настилу – решітці. Олія стікає скрізь отвори решітки назад до Бака 1, а знежирений осад потрапляє до шнекового транспортера.



Процес продовжується безперервно. Швидкість руху лопаток по решітці – 0,2 м/хвилина. Рівень олії у Баку 1 поступово піднімається – до рівня каналу переливу у Бак 2 (знаходиться нижче рівня перфорованого настилу). Олія починає перетікати у Бак 2.



Процес виводу осаду з олії у живильник повторюється у Баку 2. Виділений осад повертається у прес для повторного віджиму олії.



Коли рівень олії досягає верхнього датчика рівня у Баку 2, олія викачується у ємності для зберігання або на подальшу обробку.[9]



1.2.5. Розігрів сировини.

Після первинного віджиму сировина, що лишилась відправляється в екструдер для розігріву перед наступним від жимом.



Рисунок 10 – Екструдер E1000.

Сировина подається до робочого органу екструдера гвинтовим живильником (з частотним регулюванням обертів). Боби подрібнюються і стискаються

Через стиснення і тертя відбувається саморозігрів сировини до температури 120 ... 140 ° С, обробляється сировина в робочому органі екструдера 25 - 40 секунд.[10]

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Продуктивність	max 1000 кг/год
Довжина	2500 мм
Ширина (з відсікачем)	2600 мм
Висота	2000 мм
ВСТАНОВЛЕНА ПОТУЖНІСТЬ	92,5 кВт
Маса	2000 кг

Рисунок 11 – Технічні характеристики екструдера.

1.2.6. Переміщення по лінії переробки.

За допомогою живильника відбувається переміщення сировини по лінії переробки. Також в живильнику за допомогою вентиляції контролюється рівень вологості сировини.[11]



Рисунок 12 – Живильник SF250.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Продуктивність	max 6000 кг / год
Кут нахилу	30 °
Висота вивантаження продукту	1800 мм
Висота завантаження сировини	700 мм
Діаметр гвинта	250 мм
Довжина	4250 мм
Ширина	456 мм
Висота	732 мм
Маса	350 кг
ВСТАНОВЛЕНА ПОТУЖНІСТЬ	1,1 кВт

Рисунок 13 – Технічні характеристики живильника.

1.2.7. Віджим олії.

Після розігрівання в екструдері сировина знову потрапляє до пресу для остаточного віджиму олії, залишкова олійність макухи max 10%.



Рисунок 14 – Прес RP1000.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Продуктивність	1000 кг / год
Олійність макухи	7 ... 10%
Олійність сировини	22 ... 26%
Вологість сировини	6 ... 7%
Довжина	3970 мм
Ширина	960 мм
Висота	2200 мм
Маса	6950 кг
ВСТАНОВЛЕНА ПОТУЖНІСТЬ	45.6 кВт

Рисунок 15 – Технічні характеристики пресу.

Сировина завантажується в бункер преса. Через засувку під бункером, матеріал опускається в завантажувальний вузол. Гвинтовий вал переміщує сировину з завантажувального вузла у вузол віджиму. Діаметр западин гвинтів збільшується, вільний обсяг для сировини зменшується. Це призводить до стиснення і помолу насіння. Процес розмолу насіння під тиском розігріває масу і призводить до віджиму рослинної олії.

Олія стікає в камеру збору, створену елементами рами преса, а потім через патрубок в нижній частині преса відводиться в механічний сепаратор.[12]

1.2.8. Охолодження макухи.

Макуха отримана після віджиму відправляється до охолоджувача.



Рисунок 16 – Охолоджувач OE1000.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Продуктивність	max 1000 кг / год
Температура після охолодження	на 10 °С вище температури навколишнього середовища
Габарити охолоджувача:	
Довжина	4650 мм
Ширина	1200 мм
Висота	1700 мм
Габарити циклона:	
Довжина	1200 мм
Ширина	1200 мм
Висота	4100 мм
Маса	2050 кг
ВСТАНОВЛЕНА ПОТУЖНІСТЬ	4,5 кВт

Рисунок 17 – Технічні характеристики охолоджувача.

Сировина попадає до живильника.. Гвинт переміщує продукт всередину барабана охолоджувача, який обертається навколо своєї осі. В середині барабана приварені планки. При обертанні вони пересипають гарячу макуху в бік відвантаження..Зі сторони завантаження сировини на охолоджувачі встановлений вентилятор, який створює потік повітря крізь сировину, що пересипається в барабані. Відбувається тепловий обмін між холодним повітрям і гарячим екструдатом. Вентилятор відкачує тепле повітря з охолоджувача. Охолоджений продукт висипається з барабана охолоджувача.[13]

2. АВТОМАТИЗОВАНА ЛІНІЯ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКА В ОЛІЮ

2.1. Математична модель

До складу робочої зони пресу (Рисунок 18) входить корпус, два шнека і нагрівальні елементи. Продуктивність пресу та вихід готової продукції залежить від початкової температури сировини та температури навколишнього середовища.

Теплова енергія, що генерується нагрівачами, витрачається на розігрів корпуса пресу (підвищення його теплоємності), частково передається матеріалу, що знаходиться в корпусі пресу, за допомоги кондуктивної теплопередачі та теплової конвенції передається в навколишнє середовище (зовнішнє повітря). Від сировини, що рухається, тепло передається на поверхню шнека і витрачається на його нагрівання. Складністю процесу є в тому, що інтенсивність процесу розігріву сировини змінюється в часі, та за координатами в напрямці руху матеріалу.[14]

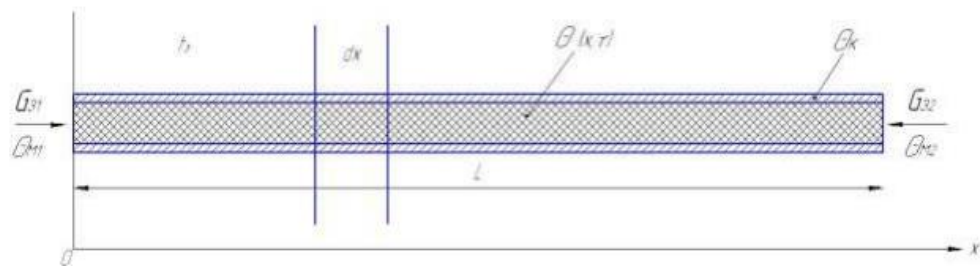


Рисунок 18 – Розрахункова схема двошнекового пресу.

Для отримання мат. опису динаміки процесу нагрівання в шнековому пресі приймемо такі припущення:

- температурний градієнт в радіальному напрямку відсутній враховуючи те, що розігрів корпуса відбувається за рахунок індукційного розігріву;
- теплофізичні характеристики матеріалів і конструктивних елементів процесу є не змінними в часі за координатою x та не є температурозалежними;
- можна знехтувати розігрівом за рахунок теплоти, що еквівалентна механічній енергії, яка витрачається на пресування та переміщення матеріалу; коефіцієнти теплообміну і теплопередачі не є залежними від температури і в часі не змінюються;
- не береться до уваги температурний градієнт при теплопередачі теплопровідністю в радіальному та осьовому напрямках в корпусі та потоці матеріалу;
- приймемо також одномірний розподіл теплоти в напрямку руху матеріалу (вісь x).

Для зменшення порядку рівнянь віднесемо теплоємність шнека до теплоємності матеріалу. Приймемо такі позначення:

$\Theta_m(\tau, x)$ – температура оброблюваного матеріалу, °С; $\Theta_k(x)$ – температура корпусу, °С, t_c – температура зовнішнього середовища, °С; $c_k m_k$ – теплоємність корпусу, Дж/град; cm – питома еквівалентна теплоємність матеріалу, Дж/град, $cm = c_m m_m + c_{ш} m_{ш}$, ($m_m m_{ш}$ – маса матеріалу в об'ємі преса і шнека, кг); $c_m, c_{ш}, c_k$ – питома теплоємність матеріалу, шнеків та корпусу, Дж/кг·град; $\alpha_{з,м}, \alpha_{в,м}$ – коефіцієнти теплопередачі від корпусу до зовнішнього середовища і матеріалу, що рухається, Вт/м²·град; $f_з, f_в$ – зовнішня та внутрішня поверхня корпусу, м²; L – довжина робочої зони преса, м; G – подача матеріалу в корпусі (середня продуктивність преса), кг/с; P – потужність нагрівальних елементів, Вт; $q = P / L$ – питома виділення теплоти, Вт/м.

Розглянемо елемент робочої зони преса довжиною dx . Відповідно до теплофізичної моделі процесу рівняння теплового балансу, що описує зміну температури буде мати вигляд для корпусу преса:

$$c_k S_k \rho_k dx d\Theta_k = P(x) dx d\tau - \frac{\alpha_{в,м} f_в}{L} (\Theta_k - \Theta_m) - \frac{\alpha_{з,м} f_з}{L} (\Theta_k - t_з) dx d\tau$$

для оброблюваного матеріалу:

$$c_m S_m dx d\Theta_m = - \frac{\alpha_{в,м} f_в}{L} (\Theta_k - \Theta_m) dx d\tau$$

Де:

c_k – теплоємність корпусу екструдера, Дж/(кг·град);

$S_k S_m$, – площа перетину корпусу та матеріалу, м²;

$\rho_k \rho_m$, – густина корпусу екструдера та матеріалу, г/м³;

$P(x)$ – прикладена потужність нагрівачів, Вт;

L – довжина шнека, м;

$\alpha_{в}$ – тепловіддача від внутрішньої поверхні екструдера, Вт/(°С м²);

$f_в$ – площа внутрішньої поверхні екструдера, м²;

$\alpha_{з}$ – тепловіддача від зовнішньої поверхні екструдера, Вт/(°С м²);

$f_з$ – площа зовнішньої поверхні екструдера, м²;

Θ_c – температура корпусу, °С;

Θ_m – температура матеріалу, °С.

Розкриваючи повні диференціали $d\Theta = \frac{d\Theta}{d\tau} d\tau + \frac{d\Theta}{dx} dx$ температур корпусу і матеріалу з урахуванням, що $\frac{d\Theta}{d\tau} = V$ (V – швидкість руху для корпусу, $V=0$), а $Sp = \frac{G}{V}$, $m = SpL$

Математичний опис теплових процесів у вигляді системи рівнянь:

$$\begin{cases} m_k c_k \frac{d\Theta_k}{d\tau} = P(x) - \alpha_{в,м} f_в (\Theta_k - \Theta_m) - \alpha_{з,м} f_з (\Theta_k - t_з); \\ m_m c_m \frac{d\Theta_m}{d\tau} + GcL \frac{d\Theta_m}{dx} = \alpha_{в,м} f_в (\Theta_k - \Theta_m). \end{cases}$$

Відносно $\Theta_k(\tau)$ і $\Theta_m(\tau)$ система рівнянь аналітичного розв'язку не має, тому для визначення динамічних температурних режимів використаємо метод наближення.

Розглянемо статичні характеристики об'єкта за умови

$$\frac{d\Theta_k}{d\tau} = 0; \quad \frac{d\Theta_m}{d\tau} = 0.$$

Системою рівнянь описується постійний режим. Визначимо розподіл температури матеріалів за довжиною робочої зони пресу.

Значення температури корпусу визначаємо з першого рівняння системи Θ_k :

$$\Theta_k = a + b\Theta_m,$$

де:

$$a = \frac{P(x) + \alpha_3 f_3 t_3}{\alpha_3 f_3 + \alpha_e f_e}; \quad b = \frac{\alpha_e f_e}{\alpha_3 f_3 + \alpha_e f_e}.$$

Якщо підставити значення а та b в друге рівняння системи то одержимо:

$$T_m \frac{d\Theta_m}{dx} = \alpha(x) - (1-b)\Theta_m,$$

де:

$$T_m = \frac{cGL}{\alpha_e f_e + \alpha_3 f_3}.$$

Розв'язання рівняння отримуємо для граничних умов: $x = 0$, $\Theta_m = \Theta_1$; $P(x) = P = \text{const}$ у вигляді:

$$\Theta(x) = \frac{a}{1-b} - \left(\frac{a}{1-b} - \Theta_1 \right) e^{-\frac{x}{T_m}(1-b)}$$

Температурний розподіл матеріалів в робочій зоні для постійного режиму можна побачити на Рисунку 19. для температурного рівня насіння соняшнику, що відповідає температурі навколишнього середовища, 20 °С. Якщо проаналізувати графічні залежності то $\Theta(x)$ то можна побачити, що третина робочої зони використовується не ефективно, це можна пояснити незначною середньою температурою насіння.[15]

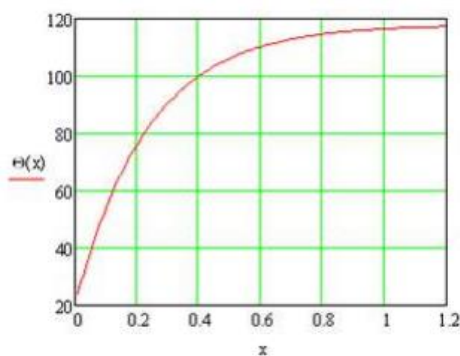


Рисунок 19 – Розподіл температури матеріалу в робочій зоні при сталому режимі P , $P = 10 \text{ кВт}$ (Θ , °С; x , м.).

Задля покращення термообробки насіння соняшнику доцільно буде використати диференційний режим: підвищення потужності нагрівачів в зоні початку; та зниження потужності в зоні виходу матеріалу з камери екструдера.

Задля знаходження можливостей підвищення ефективності роботи пресу приймемо, в першому наближенні, що потужність нагрівача буде змінюватись за експонентою, тобто:

$$P(x) = P_1 \exp(-kx),$$

де P_1 – потужність в початковій зоні пресу, Вт;

k – коефіцієнт, швидкості зміни потужності, m^{-1} .

Враховуючи залежність рівняння можна описати даним образом:

$$T_m = \frac{d\Theta(x)}{dx} + B \cdot \Theta(x) = A_1 + A_2 \cdot e^{-kx},$$

де:

$$A_1 = \frac{\alpha_s f_s t_s}{\alpha_s f_s + \alpha_e \alpha_e}; \quad A_2 = \frac{P_1}{\alpha_s f_s + \alpha_e \alpha_e}; \quad B = 1 - b.$$

Розв'язання неоднорідного рівняння за граничних умов $x=0$; $\Theta=\Theta_m$:

$$\Theta(x) = \Theta_1 e^{\frac{B}{T_m} x} + \frac{A_2}{B} \left(1 - e^{\frac{B}{T_m} x} \right) + \frac{A_1}{B - kT_m} \left(e^{-kx} - e^{\frac{B}{T_m} x} \right)$$

На Рисунку 20 відображена залежність температури матеріалів від довжини преса за умовою використання диференційного режиму розігріву та підвищення вхідного температурного рівня матеріалів. Якщо проаналізувати графіки за допомогою експоненційної зміни потужності нагрівачів, то можна побачити, що темп розігріву матеріалів в початковій зоні збільшується. З цього можна зробити висновок, що використання даного метода регулювання потужності нагрівачів є ефективним

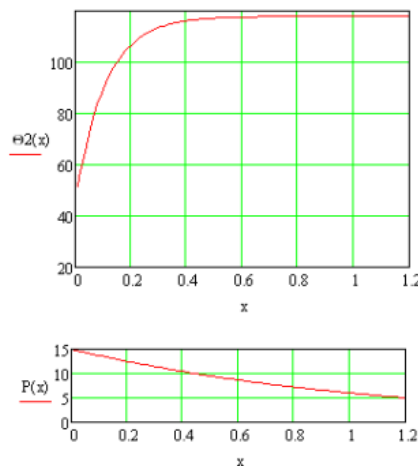


Рисунок 20 – Розподіл температури матеріалу в робочій зоні при диференційованому режимі нагрівання (Θ_2 , °C; P , кВт; x , м.).

2.2. Регулювання температури

Регуляція температури відбувається за рахунок контуру керування температурою.

Складовими даного контуру є Нагрівач зерна GH1000, Екструдер E-1000, датчики температури та PID регулятори.

1) Регуляція температури в Нагрівач зерна GH1000.

Сировину що поступає в нагрівач, потрібно розігріти до 15 ... 20 °С, це необхідно для поліпшення виходу олії в холодну пору року. Сировина нагрівається в результаті контакту з гарячою поверхнею коробів і гарячим повітрям. Для контролю нагрівання в нагрівачі стоїть датчик температури NT-PTC1000 призначений для вимірювання силучих середовищ. Регуляція відбувається за рахунок частотного перетворювача, що регулює температуру ТЕНів каналного нагрівача, а, отже, і температуру повітря, призначеного для підігріву зерна. Для оптимізації процесу був добавлений PID регулятор.

2) Регуляція температури в Екструдері E-1000.

Сировина подається до робочого органу екструдера гвинтовим живильником (з частотним регулюванням обертів), де вона подрібнюється і стискається.

Через стиснення і тертя відбувається саморозігрів сировини до температури 120 ... 140 ° С. Контролюється нагрівання за допомогою датчика температури. Керування відбувається частотним регулятором. Для оптимізації процесу був добавлений PID регулятор. Час обробки в робочому органі екструдера 25 ... 40 секунд.

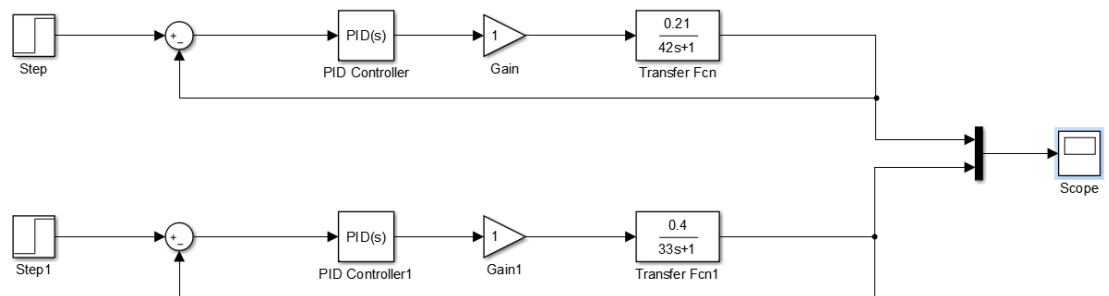


Рисунок 21 – Модель контуру керування температурою в Matlab.

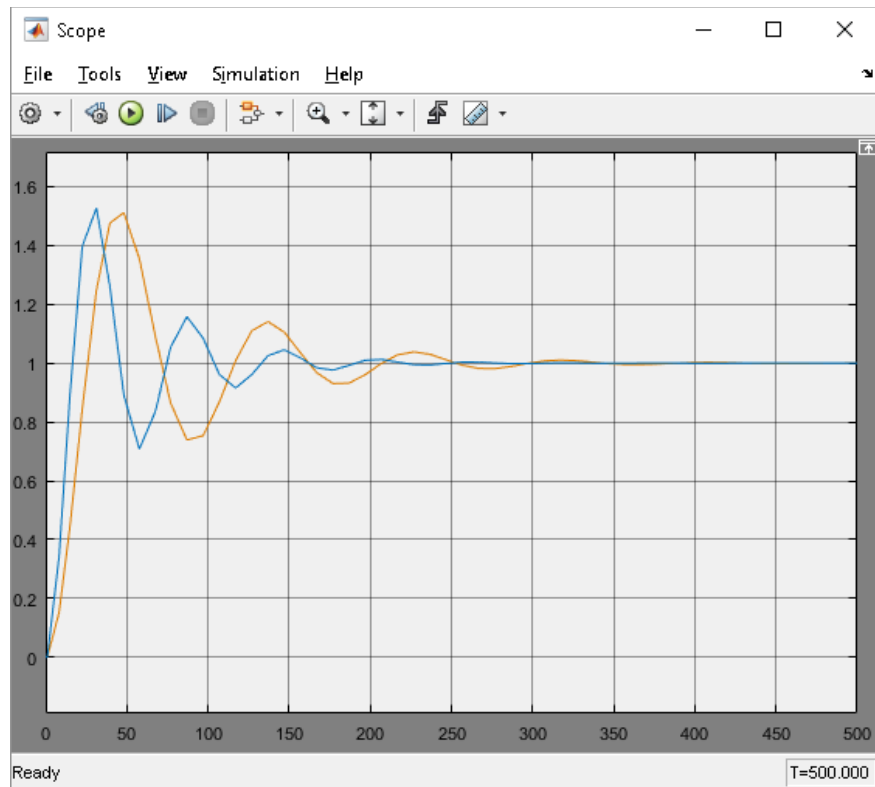


Рисунок 22 – Графіки перехідних процесів в блоці Scope без налаштування регуляторів.

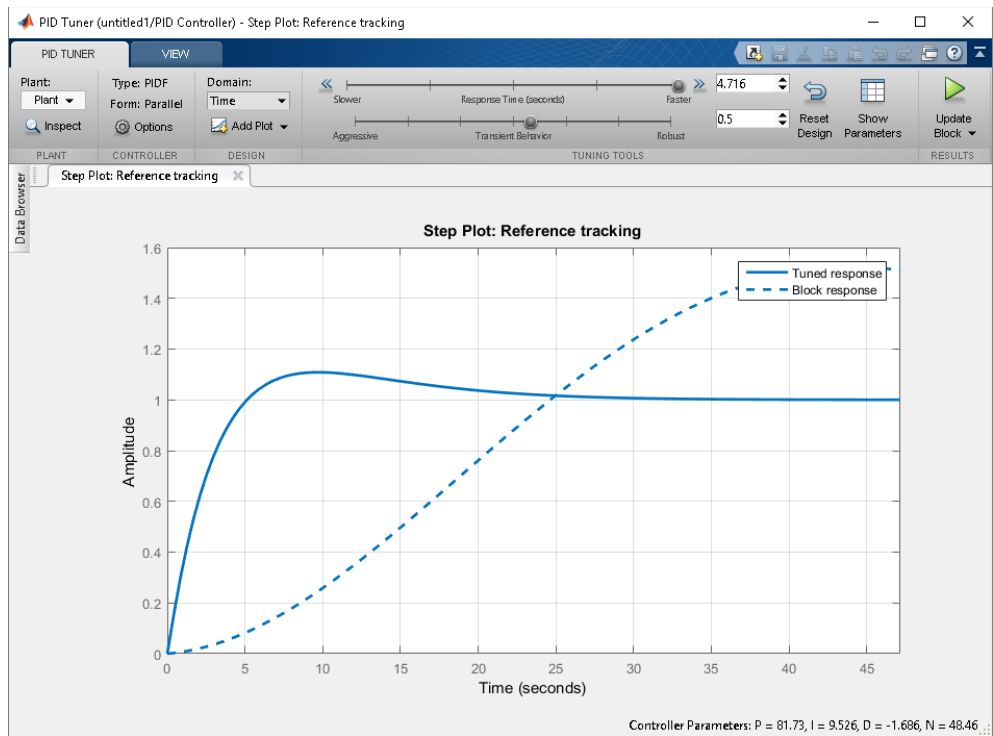


Рисунок 23 – Налаштування регулятора першого перехідного процесу.

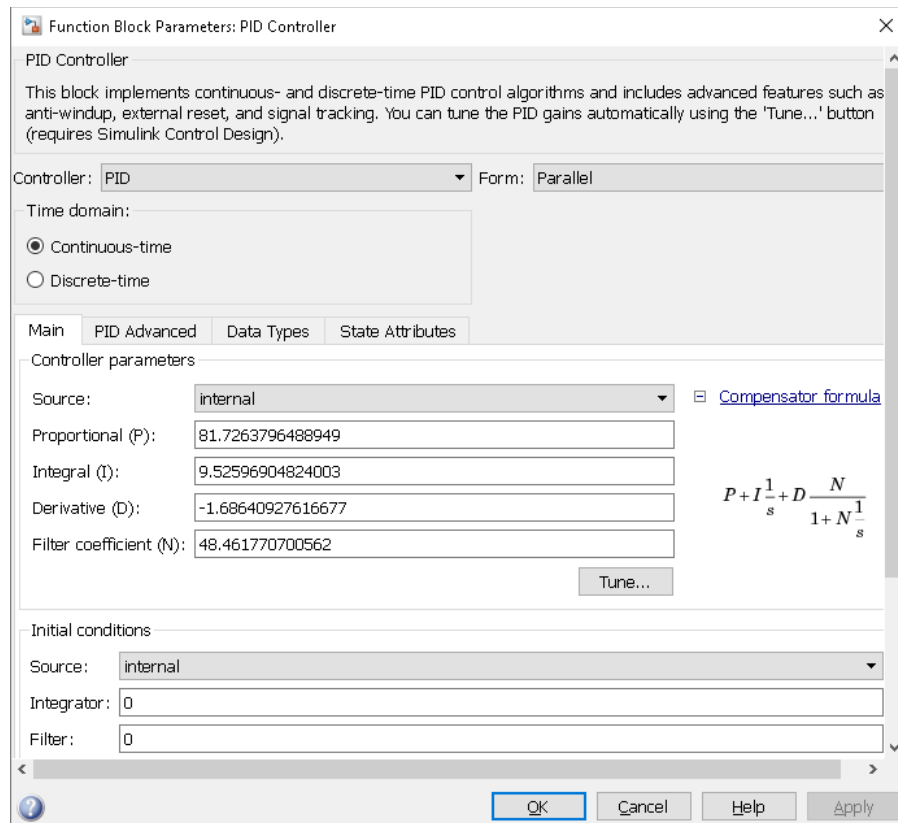


Рисунок 24 – Параметри налашованого регулятора для першого перехідного процесу.

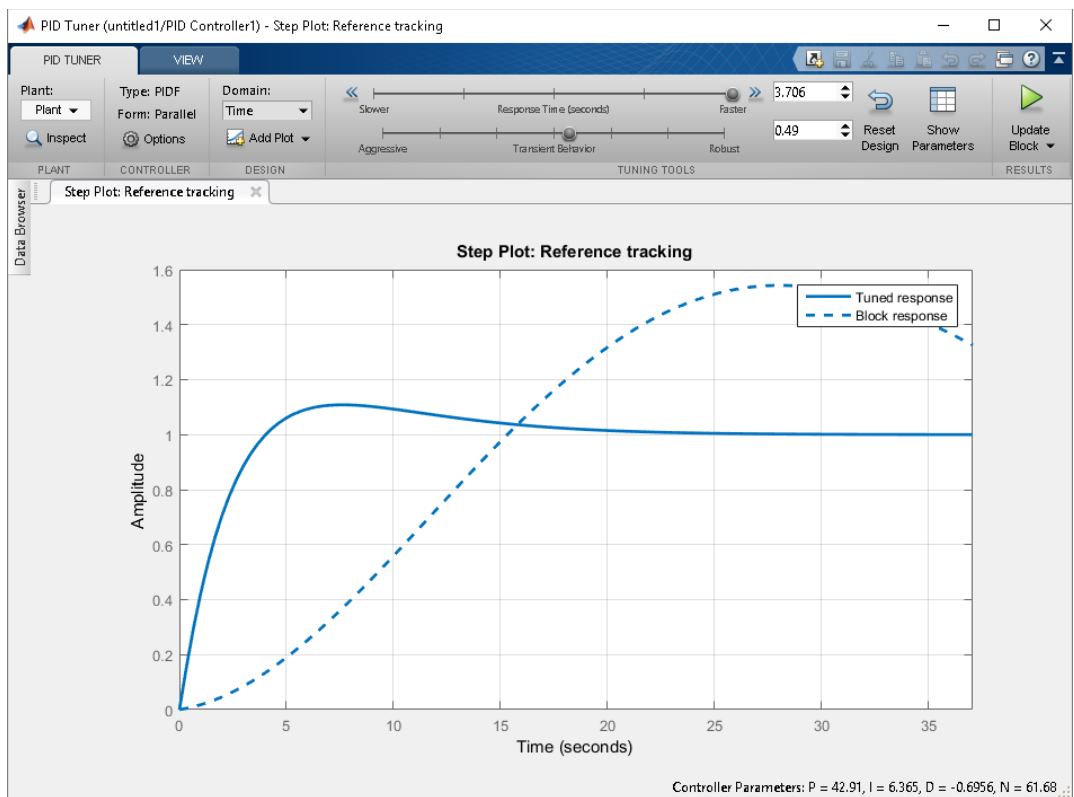


Рисунок 25 – Налаштування регулятора для другого перехідного процесу.

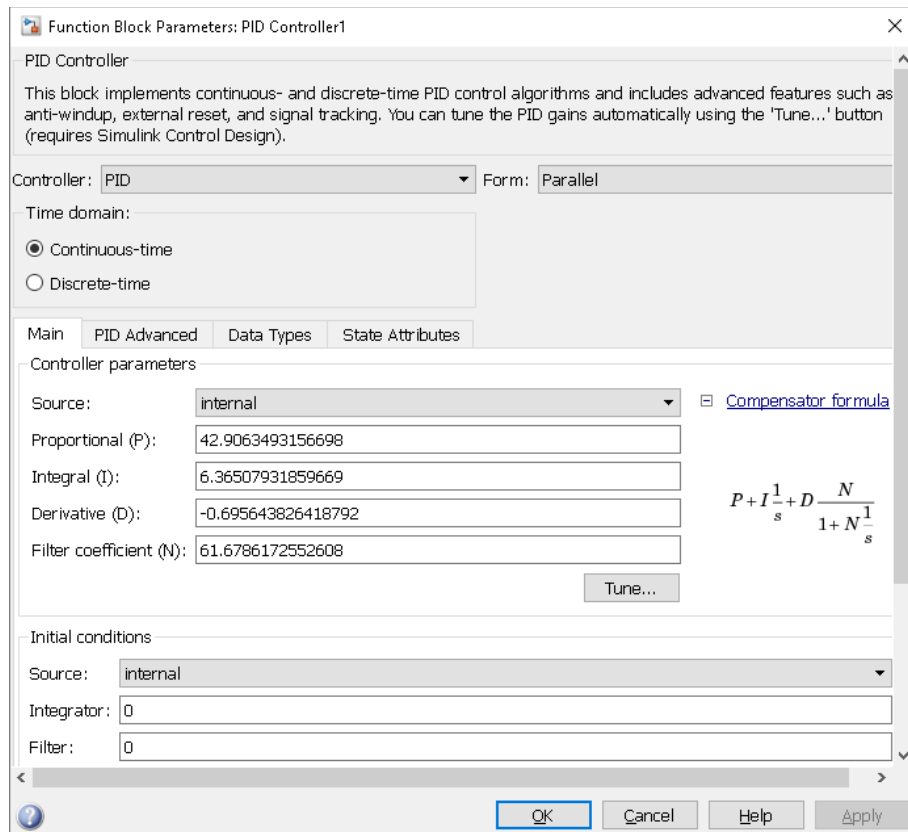


Рисунок 26 – Параметри налаштованого регулятора для другого перехідного процесу.

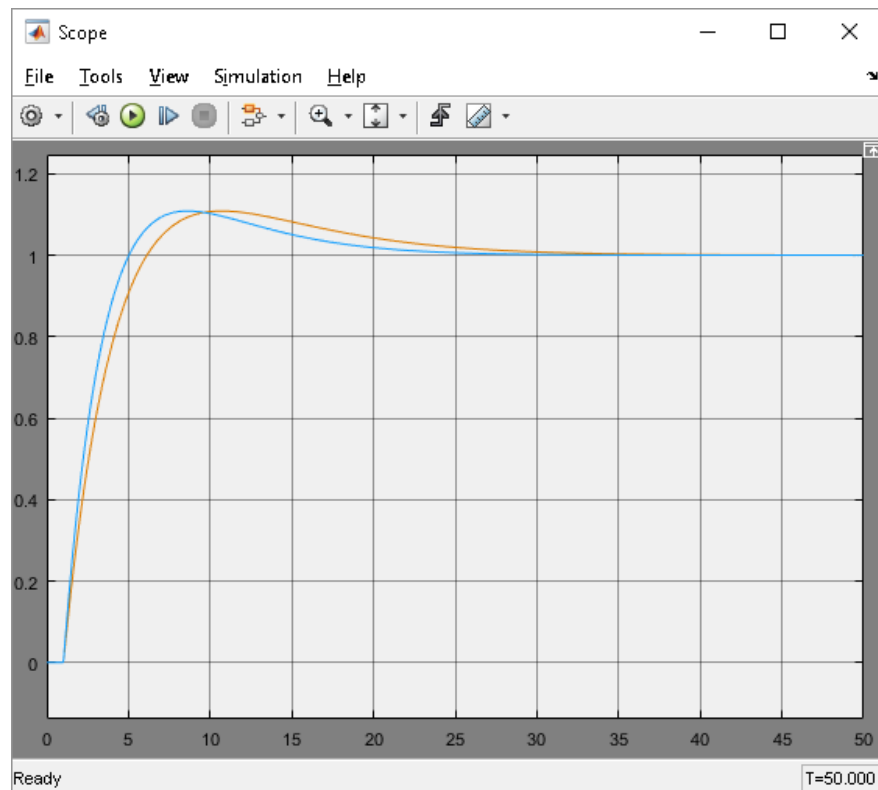


Рисунок 27 – Графіки перехідних процесів в блоці Scope після налаштування регуляторів.

2.3. Регулювання вологості

Регуляція вологості відбувається за рахунок контура керування волості.

До нього входять живильники SF-250, датчики вологості, PID регулятори.

Контроль за рівнем вологості проводить датчик, регуляція відбувається за рахунок вентиляторів. Для оптимізації процесу були добавлені PID регулятори. Вологість підтримується на рівні до 8 відсотків.



Рисунок 28 – Модель процесу в контурі керування вологістю.

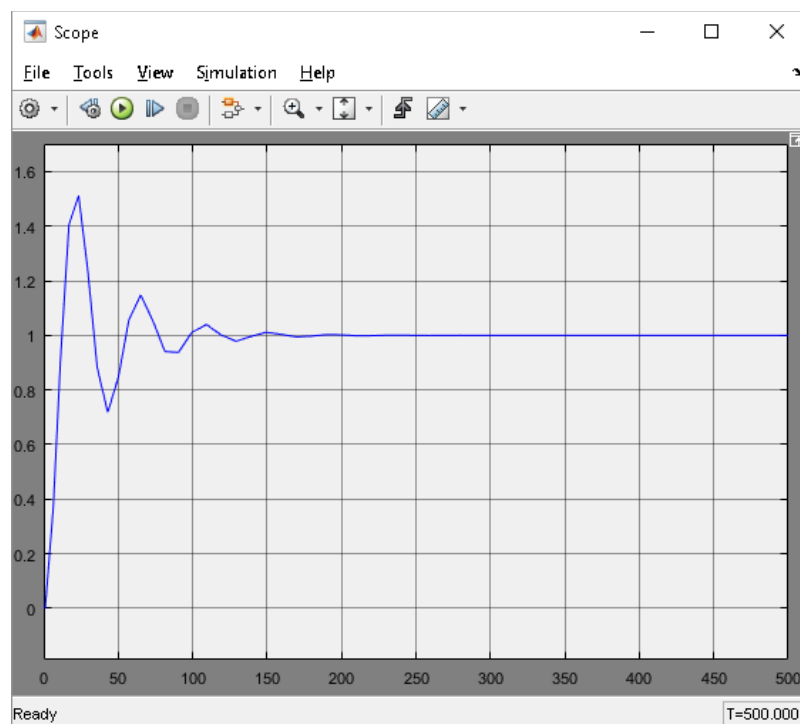


Рисунок 29 – Графік перехідного процесу без налаштування регулятора.

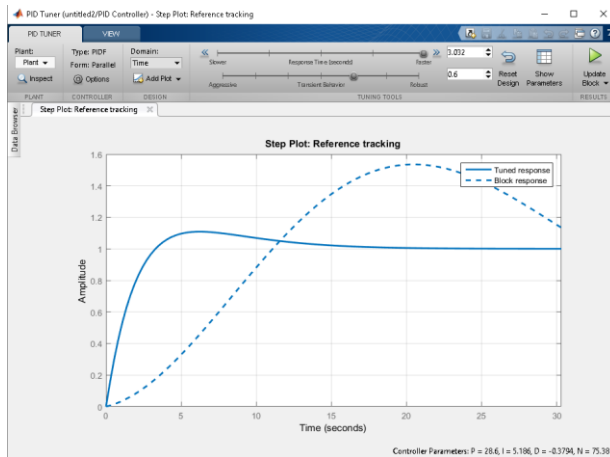


Рисунок 30 – Налаштування регулятора для перехідного процесу.

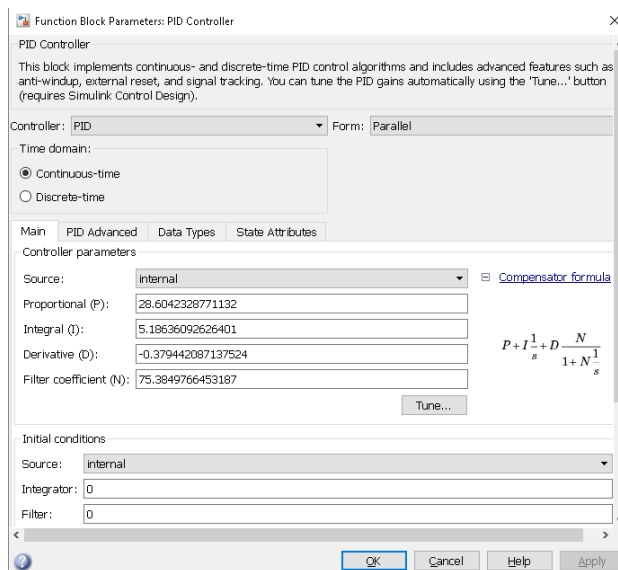


Рисунок 31 – Параметри налаштування регулятора.

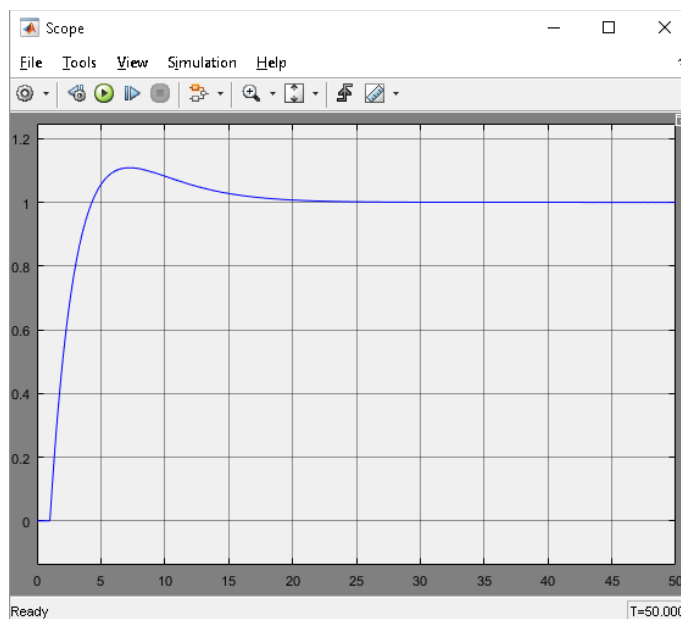


Рисунок 32 – Графік перехідного процесу з налаштованим регулятором.

2.4. Регулювання олійності.

Регуляція олійності відбувається за допомогою відповідного контуру керування.

До його складу входять масломіри, виконуючі органи пресів, а також PID регулятори.

Контроль олійності проводиться за допомогою масломіра.

Принцип вимірювання масломіра - непрямий, шляхом впливу високочастотного випромінювання, що генерується випромінюючою котушкою з подальшим аналізом отриманої інформації і перерахунком в шукані значення вологості і олійності насіння соняшнику.

Регуляція рівня олійності відбувається за рахунок зміння інтенсивності роботи органів пресу.

Для оптимізації процесу були добавлені PID регулятори

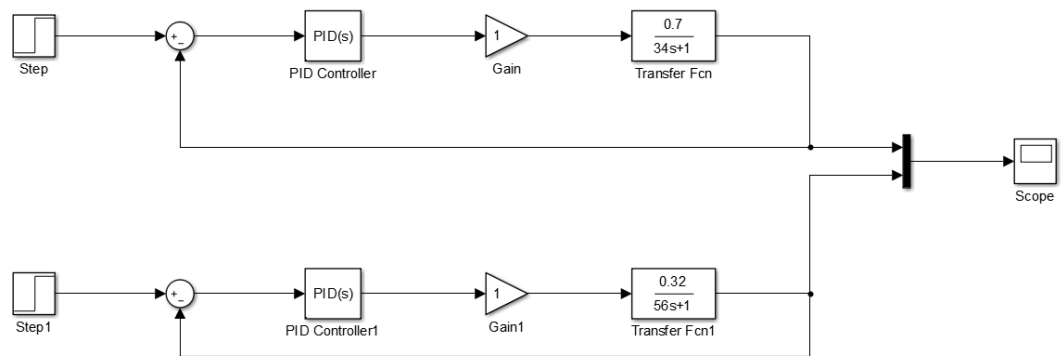


Рисунок 33 – Модель контура керування олійності в Matlab.

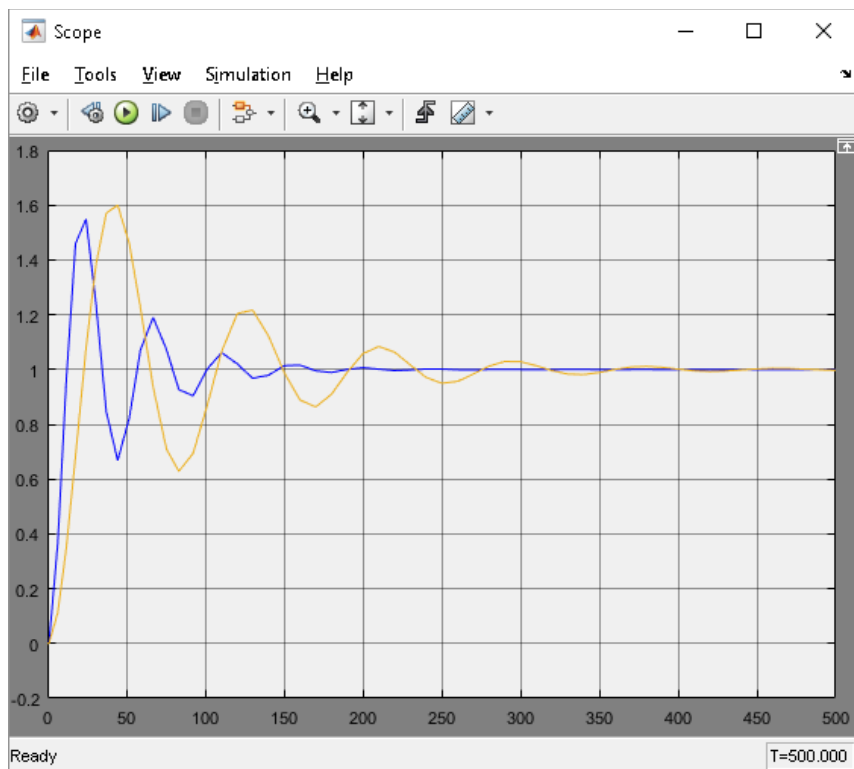


Рисунок 34 – Графіки перехідних процесів без налаштування регуляторів.

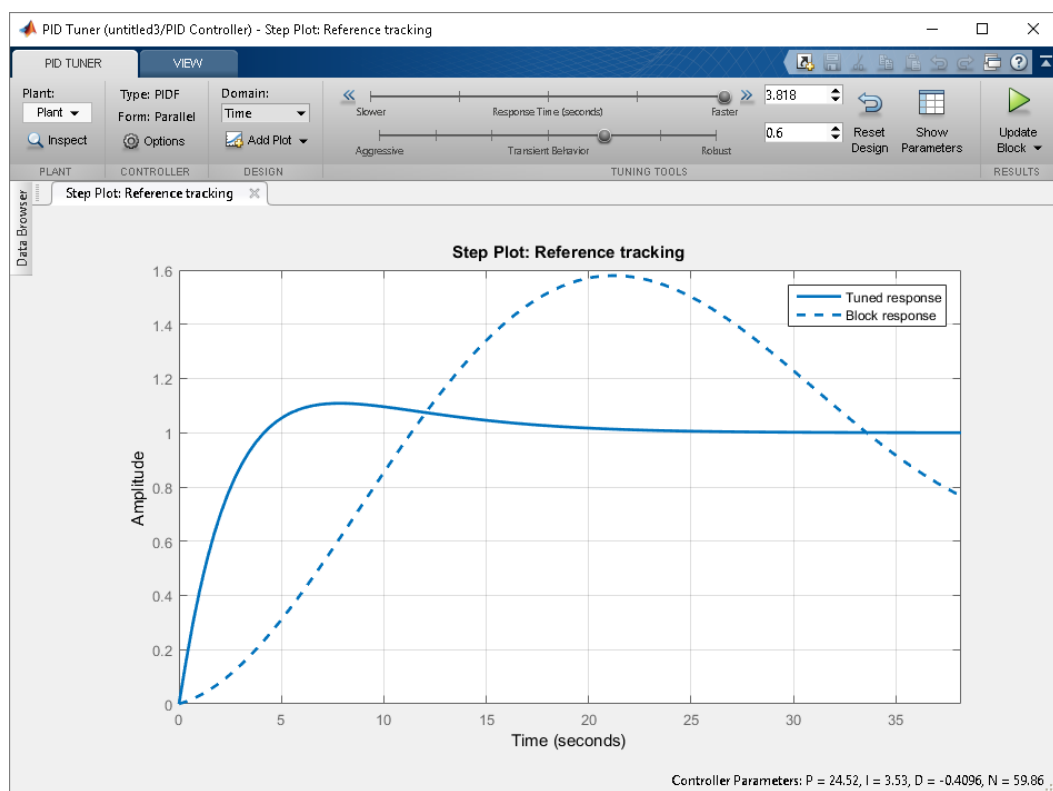


Рисунок 35 – Налаштування регулятора для першого перехідного процесу.

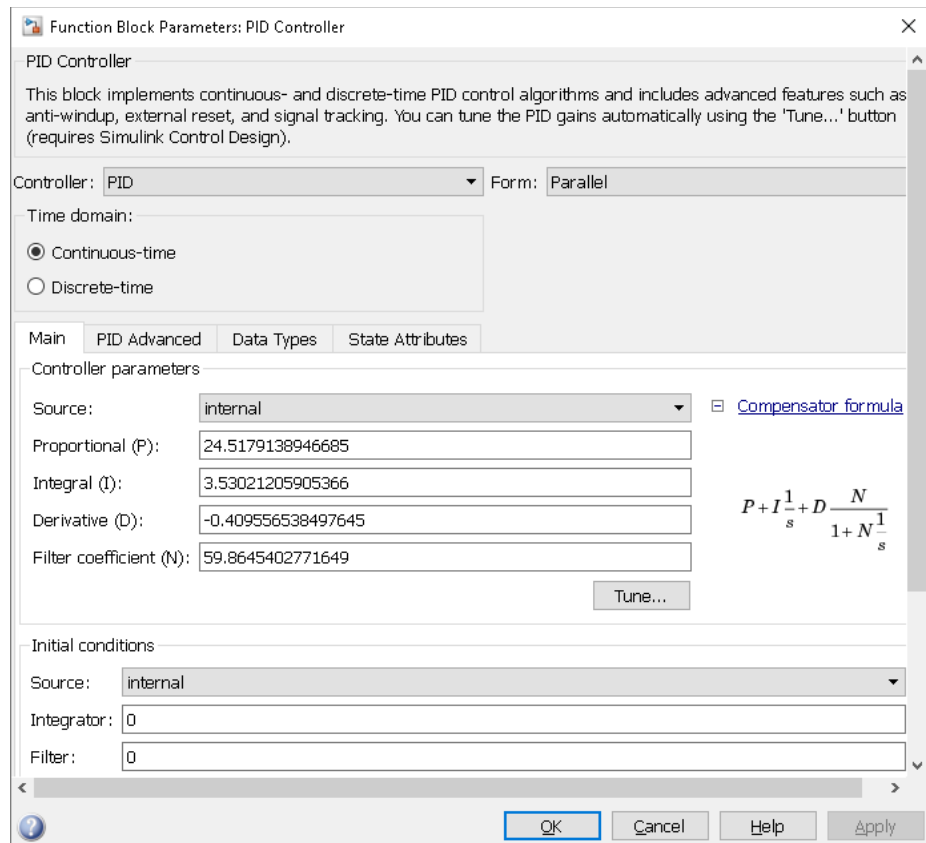


Рисунок 36 – Параметри налаштування регулятора для першого перехідного процесу.

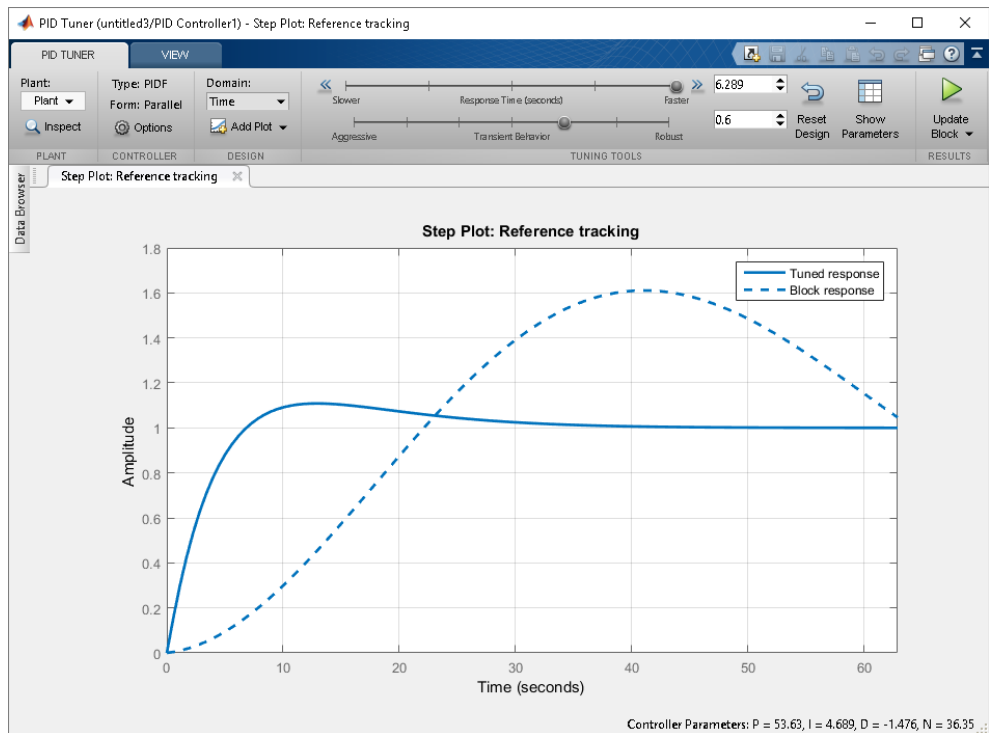


Рисунок 37 – Налаштування регулятора для другого перехідного процесу.

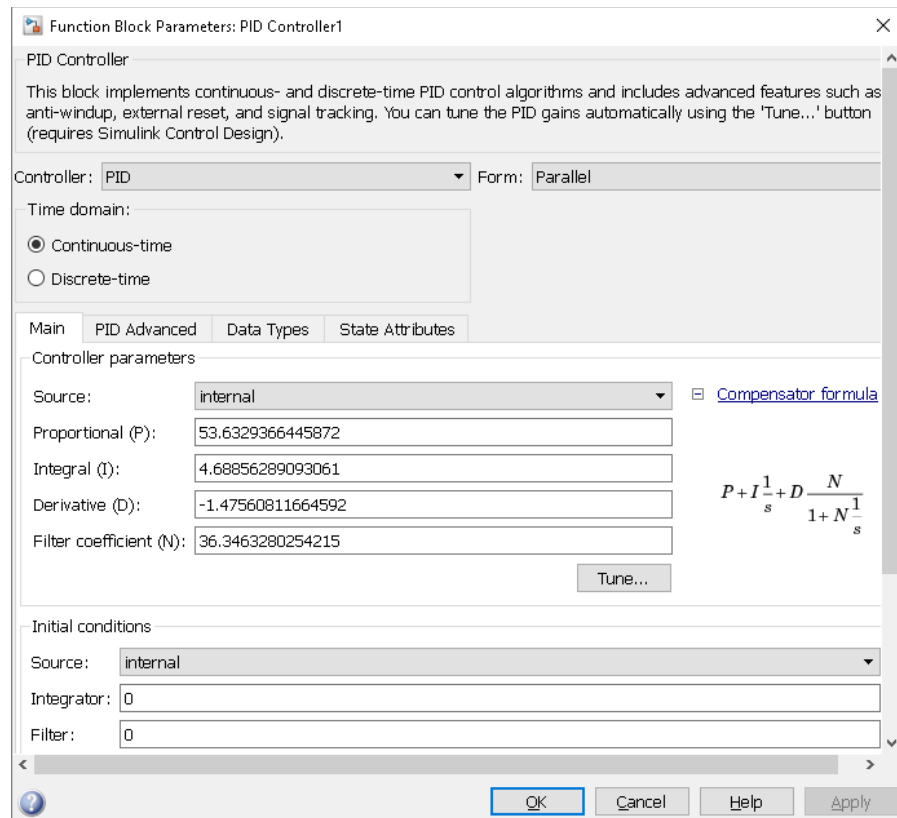


Рисунок 38 – Параметри налаштування регулятора для другого перехідного процесу.

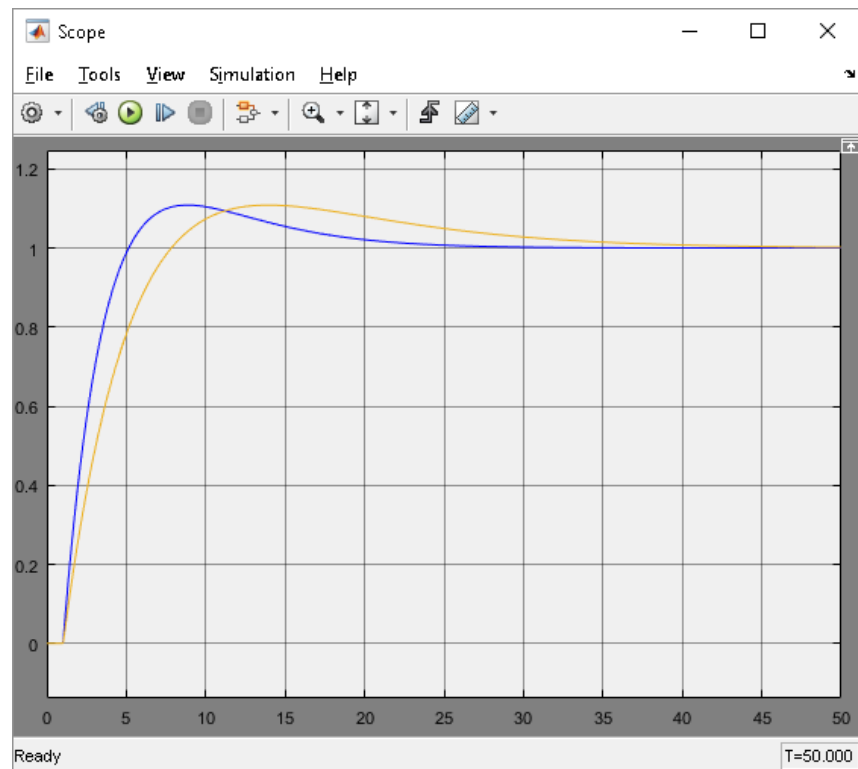


Рисунок 39 – Перехідні процеси після налаштування регуляторів.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - заходи, що спрямовані на підтримання безпеки, збереження здоров'я та можливості людини працювати під час роботи.

Важливість життя і здоров'я робітників є базовим правилом ОП.

Створення безпечних умов праці для робітників є першочерговою задачею.

Політика нашої держави стосовно ОП відображена в Законі України "Про охорону праці" у 2003 році.

Основні принципи: важливість здоров'я і життя робітників, відповідальність власника за надання умов праці, що є безпечними; соціального захисту робітників, відшкодування збитків; створення нормативів з ОП для утанов та виробництв, підготовка, а також підняття кваліфікації працівників в питанні ОП; фінансування державою заходів з ОП; застосування світового досвіду щодо покращення умов і безпеки праці.[16]

3.1. Вимоги до безпеки праці при переробці насіння соняшника

Для покращення умов безпеки при процесі переробки соняшника можна запропонувати такий проект заходів:

- Контроль виконання наказів про створення умов праці що є здоровими і безпечними.
- Вчасна видача ЗІЗ.
- Контроль проведення інструктажів а також ведення відповідної документації.
- Забезпечення всім необхідним навчальної бази по ОП.

Під час проведення інструктажів на робочому місці до самостійної роботи можуть бути допущені тільки ті працівники, що пройшли необхідні перевірки навичок та знань. Повторний інструктаж проводиться не раніше ніж через 6 місяців після первинного, не залежить від кваліфікації, та стажу, відбувається за програмою інструктажу на робочому місці та з відповідним записом в журналі. Позаплановий інструктаж проводиться, якщо перерив в роботі, яка є з підвищеною небезпекою становить не менше 30, для інших - 60 днів. Цільовий інструктаж проводиться згідно відповідних положень про охорону праці.

Після проходження інструктажу робляться записи в журнал інструктажу. Також необхідно, щоби всі робітники, що працюють з хімікатами, повинні бути запезпечені спецодягом та ЗІЗ.

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи магістра було розглянуто процес переробки соняшникового насіння в олію.

На основі механізованої лінії переробки була створена лінія автоматизована. До неї розроблені контури керування та підібрані необхідні датчики. Також була створена функціональна схема автоматизації.

Створена математична модель процесу. Сmodelьовані контури керування в програмі Matlab. До смодельованих контурів керування були додані та налаштовані регулятори, які підвищили ефективність роботи контурів.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Соняшникова олія - https://en.wikipedia.org/wiki/Sunflower_oil
2. Технологія виробництва соняшникової олії - <https://buklib.net/books/24975/>
3. Лінія переробки олії - <https://oilpresstore.com/sunflower-seed-oil-press-production-line/>
4. Переробка насіння соняшника - <https://www.shellingmachine.com/application/sunflower-seed-processing.html>
5. Фотосепаратор - <https://orientway.com.ua/machines>
6. Принцип роботи фото сепаратора - <https://orientway.com.ua/tehnologiya>
7. Нагрівач зерна - <https://bronto.ua/ua/katalog-mashin-3/nagri-vachi-zerna/nagri-vach-zerna-gh-1000/>
8. Олійний прес - <https://bronto.ua/ua/katalog-mashin-3/oil-presses/olijnij-pres-rp-500/>
9. Механічний сепаратор - <https://bronto.ua/ua/katalog-mashin-3/oil-settling-and-storage/separator-oliyi-mehanicnij-mos-500/>
10. Екструдер - <https://bronto.ua/ua/katalog-mashin-3/ekstruders/ekstruder-e-1000/>
11. Живильник - <https://bronto.ua/ua/katalog-mashin-3/zhivilniki/zhivilnik-sf-250/>
12. Олійний прес - <https://bronto.ua/ua/katalog-mashin-3/oil-presses/olijnij-pres-rp-1000/>
13. Охолоджувач макухи - <https://bronto.ua/ua/katalog-mashin-3/oholodzhuvachi/oholodzhuvach-oe-1000/>
14. Лисенко В.П. Математичне моделювання теплових процесів пресекструдера з індукційним обігрівом / В. П. Лисенко, Б. І. Котов, Д. С. Комарчук. – Науковий вісник НУБіП України. – 2011. – Вип. 166, ч. 4. – С. 113–119.
15. Лисенко В. П., Інтенсифікація температурної обробки олійного насіння / В. П. Лисенко, Д. С. Комарчук // Науковий вісник НУБіП України. – 2011. – Вип. 161. – С. 171–17
16. Закон про охорону праці - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

ДОДАТОК А

СУМ - 11.6.151.15А3

Перв. примеч.

Стр. №

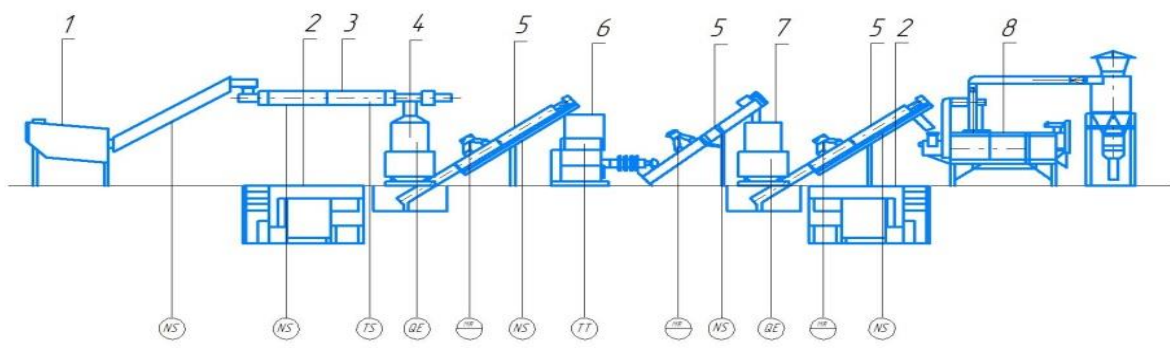
Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № одобр.

Подп. и дата

Инв. № подл.



1	Фотосепаратор серии CG2
2	Мех. Сепаратор MOS - 500
3	Нагривач зерна GH1000
4	Олійний прес RP500
5	Живильник SF250
6	Екструдер E1000
7	Олійний прес RP1000
8	Охолоджувач OE1000

AI				
AO				
DI				
DO				
ПО				

				СУМ - 11.6.151.15А3			
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Функциональная схема автоматизации	Лит.	Масштаб
Разраб.		Василенко В.П.			линии переработки		1:1
Проб.		Журба В.О.			соняшникового насіння в олію	Лист	Листов 1
Т.контр.					Функциональная схема	СУМДУ СУМ-11	
Н.контр.					автоматизации		
Чтв.					Копировал	Формат А3	