

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.05 – МР. 465 “С” 2023.03.28. 001 ПЗ

ДЕМИДОВ ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет конструювання та дизайну

УДК 631.3 (075.8)

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Декан факультету конструювання та дизайну Завідувач кафедри механіки

Ружи́ло З.В.

Булгаков В.М.

“ ” 2023 р. “ ” 2023 р.
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МАСЛОПРЕСУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОЛІЇ З КІСТОЧОК ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ

Спеціальність 133 Галузь машинобудування (код і назва)
Освітня програма Обладнання лісового комплексу (назва)
Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна (освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми к.т.н., доцент (науковий ступінь та вчене звання) Банний О.О. (ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.ф.-м.н., доцент (науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Куценко А.Г. (ПІБ)

Виконав Демидов О.О. (ПІБ студента)

КИЇВ – 2023

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри механіки

НУБІП України

д.т.н., проф.

Булгаков В.М.

20 року

ЗАВДАННЯ

НУБІП України

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Демидов Олександр Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність

133 Галузеве машинобудування

(код і назва)

Освітня програма

Обладнання лісового комплексу

(назва)

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: Удосконалення конструкції маслопреси для виробництва олії з кісточок плодівих дерев

затверджена наказом ректора НУБіП України від "28" 03 2023 р. № 465 "С"

Термін подання завершеної роботи на кафедру

2023. 11.13

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: Наукові джерела щодо розробки і створення в Україні та за кордоном різних типів маслопресів для виготовлення як насінної так і кісточкової олії. Існуючі теоретичні та експериментальні дослідження технологічних процесів виготовлення олій. Металеві матеріали з САПР, які придатні для проектування обладнання сільськогосподарського та лісового комплексів.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Підбір наукових матеріалів, що розкривають актуальність обраної теми роботи. Огляд сучасної літератури з конструювання с.г. техніки для видобування кісточкової олії.
2. Опрацювання методики автоматичного проектування та її подальше застосування при конструюванні та удосконаленні маслопреса. Розробка технічного креслення.
3. Виконання економічної оцінки ефективності виготовлення абрикосової олії в Україні та використання удосконаленої моделі маслопреса для її видобутку.

Перелік графічного матеріалу (за потреби): Підготувати технічне креслення моделі маслопреса та презентацію до доповіді у вигляді додатків.

Дата видачі завдання " " 20 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Купенко А.Г.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Демидов О.О.

(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Магістерська робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. На початку поданий зміст роботи.

У вступі обґрунтована актуальність роботи, вказана її мета та список завдань, які необхідно виконати, щоб досягти сформульованої мети.

НУБІП України

У першому розділі магістерської роботи розглянуті аналіз сучасних технологій та машин для виготовлення масла, подана загальна характеристика основних рослинних та агробіологічна характеристика кісточкових олій, а також вказані методи визначення їх якості олій.

НУБІП України

Другий розділ роботи присвячений математичному моделюванню процесу добування кісточкового масла. Була розглянута проблема визначення в'язкості у складному русі матеріалу при його продавлюванні через кільцеву порожнину зі стінкою, що обертається. У результаті математичного моделювання було отримано співвідношення для визначення значення окружної окоlostінної швидкості зрушення кісточкового матеріалу через продуктивність, яку можна визначити за швидкістю переміщення поршня, що пресує піддослідний матеріал.

НУБІП України

У третьому розділі виконана розробка конструкції масло-преса з використанням САПР з текстовим описом його для основних

Четвертий розділ – охорона праці.

НУБІП України

П'ятий розділ це економічне обґрунтування ефективності виготовлення абрикосової олії та застосування удосконаленої моделі масло-преса.

НУБІП України

Список використаних джерел містить 36 посилань. У додатку приведені 5 креслень та презентація. Пояснювальна записка містить 52 аркуші друкованого тексту.

Ключові слова: агротехнічні вимоги, кісточкова олія, маслопрес, машина, робочі органи, САПР, технологічні вимоги.

НУБІП України

НСУБІП	стор. 1
Розділ 1. СТАН ПИТАННЯ	3
1.1 Аналіз технологій та машин для виготовлення масла.....	3
1.2 Загальна характеристика рослинних олій.....	8
1.3 Агробіологічна характеристика кісточкових олій.....	11
1.4 Методи визначення якості олій.....	18
1.4.1 Органолептична оцінка рослинних олій.....	18
1.4.2 Визначення кислотного числа.....	19
Розділ 2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДОБУВАННЯ КІСТОЧКОВОГО МАСЛА	20
Розділ 3. РОЗРОБКА І ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАСЛОПРЕСА	28
3.1 Розрахунок основних параметрів маслопреса.....	28
3.2 Дослідження геометрії кулачків.....	30
3.3. Передумови застосування САПР при конструюванні преса.....	32
3.4. Розробка маслопреса із застосуванням САПР.....	37
3.5. Розробка маслопреса із застосуванням САПР.....	40
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	45
Розділ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	46
5.1 Розрахунок показників економічної ефективності для виробників олії.....	46
5.2 Розрахунок показників економічної ефективності для виробників обладнання.....	47
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТКИ	53

ВСТУП

Актуальність теми. Щороку в садах України виростає величезна кількість кісточкових плодів, які широко використовуються в народному хазяйстві країни.

В 2005 році в Україні було зібрано понад 600 000 тон плодів абрикосів, не кажучи вже й про такі види культур як кавуни, вишні, черешні, сливи, та ін. [18]

Якщо розглянути це питання на прикладі абрикос, то оскільки масова частка кісточки в плоді складає 25-30%, стає очевидно, що кожен рік в Україні на складах консервних заводів, плодово-переробних цехах, в приватних хазяйствах пропадає близько 180 000 тон дуже корисного матеріалу, а саме абрикосової, треба

зазначити, що приблизно така ж кількість пропадає кісточок і інших садових культур. На сьогоднішній день в світовій тенденції намітився такий шлях виробництва, при якому виробники намагаються використовувати якомога більше натуральних речовин. Вже давно не секрет, що найкращі парфуми,

косметичні креми, медичні препарати – це ті продукти які виготовлені на основ натуральних продуктів, і в яких використовуються натуральні рослинні компоненти. Найціннішим і найбільш розповсюдженим типом скрабу являється скраб з домішками частинок фруктових кісточок, таких як персик, слива, абрикос [18,19].

Також слід зазначити, що в важкій промисловості, у той час як сталіні заготовки оброблюють на піскоструйних машинах, ювелірні речі, а також деталі з дорогоцінним покриттям оброблюють виключно за допомогою фруктової кісточки.

На теренах ближнього зарубіжжя майже відсутнє виробництво кісточкового масла, а випуском обладнання для виробництва кісточкового масла, на сьогоднішній день займаються лише Казахстан, а також ряд країн дальнього зарубіжжя, зокрема Німеччина.

Таким чином можна стверджувати, що в Україні склалася вигідні умови як для виробництва кісточкового масла, так і для виробництва самого обладнання, при чому в наслідок значного попиту на протязі декількох років це питання буде дуже гостре і обладнання принесе тим надприбутки як виробникам самого

кісточкового масла, так і виробникам обладнання [18].

Об'єкт дослідження – установка для виготовлення олії

Мета роботи: удосконалення основних конструктивно - технологічних параметрів робочих органів масло преса для збільшення його продуктивності на основі математичного розрахунку та використання САПР.

Існує три можливі підходи до удосконалення процесу видобутку кісточкової олії:

1. попередня обробка сировини перед пресуванням;
2. зміни в роботі преса та зміни в дизайні преса;
3. нова технологія або виробничий процес нерозривно пов'язані зі способом їх впровадження.

Перший та третій вказані підходи вимагають достатньо великого періоду часу для виконання. А тому в даній роботі покращення процесу видобутку кісточкової олії було реалізовано на основі другого підходу, а саме математичного обґрунтування робочих органів маслопреса з подальшим їх проєктуванням засобами САПР.

Для досягнення поставленої мети виділені наступні завдання магістерської кваліфікаційної роботи:

- на основі аналізу сучасних технологій та машин для виготовлення масла розробити конструктивно - технологічну схему удосконаленого масло преса;
- отримати математичну модель, що описує та характеризує зрушення кісточкового матеріалу в порожнині шнекового преса;
- використовуючи засоби САПР та математичний розрахунок сконструювати модель масло-преса для видобутку кісточкової олії;
- обґрунтувати економічну ефективність виробництва кісточкової олії абрикос та економічну ефективність використання удосконаленого масло преса;
- розробити заходи з охорони праці;
- сформулювати основні висновки магістерської кваліфікаційної роботи.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ

1.1 Аналіз технологій та машин для виготовлення масла

Основні способи одержання рослинних олій це віджим і екстрагування відповідно. Загальними підготовчими стадіями для обох способів є очищення, сушіння, руйнування шкірки насінь (соняшника, бавовнику та ін.) і відділення її від ядра. Після цього ядра насінь або насіння подрібнюють, виходить так звана м'ятка. Перед віджимом м'ятку прожарюють при 100 - 110 °С жаровняк при перемішуванні і зволоженні. Прожарену таким чином м'ятку - мезгу - віджимають у шнекових пресах. Повнота віджиму олії з твердого залишку (відшарів матеріалу) віджимається, в'язкості і щільності олії, тривалості віджима і ряду інших факторів. [6,12] Екстрагування рослинної олії виконується в спеціальних апаратах – екстракторах за допомогою органічних розчинників (найчастіше зкстракційних бензинів). У результаті, виходить розчин олії в розчиннику (так звана міцелла) і знежирений твердий залишок, змочений розчинником (шрот). З міцелли шроту розчинник відганяється у дистиляторах і шнекових випарниках. Шрот основних олійних культур (соняшника, бавовнику, сої, льна та ін.) є коштовним високобілковим кормовим продуктом. Зміст у ньому олії залежить від структури часток шроту, тривалості екстракції і температури, властивостей розчинника (в'язкості, щільності), гідродинамічних умов. При змішаному способі виробництва здійснюється попереднє знімання олії на шнекових пресах (т.зв. форпресування), після чого виробляється екстрагування олії з макухи. [5,13]

Слід зазначити, що після другого етапу - екстрагування, шрот значно втрачає свої корисні якості і є не придатним для харчування тварин. Рослинні олії отримані будь-яким методом, піддають очищенню.

Технологія холодного пресування дозволяє отримувати олію в максимально безпечному для сировини режимі, без необхідності попереднього нагрівання до 120°С і обробки хімічними розчинниками (як у випадку з гарячим пресуванням або екстракцією). При цьому не відбувається локального перегріву і підгорання сировини на жаровнях, у результаті одержувана олія має високу

якість. У ній в найменшій мірі зникають барвні речовини, фосфоліпіди, цукристі речовини, низькомолекулярні білки та інші компоненти. Практично не змінюють свою структуру не стійкі до високих температур винятково корисні речовини - вітаміни і ензими.

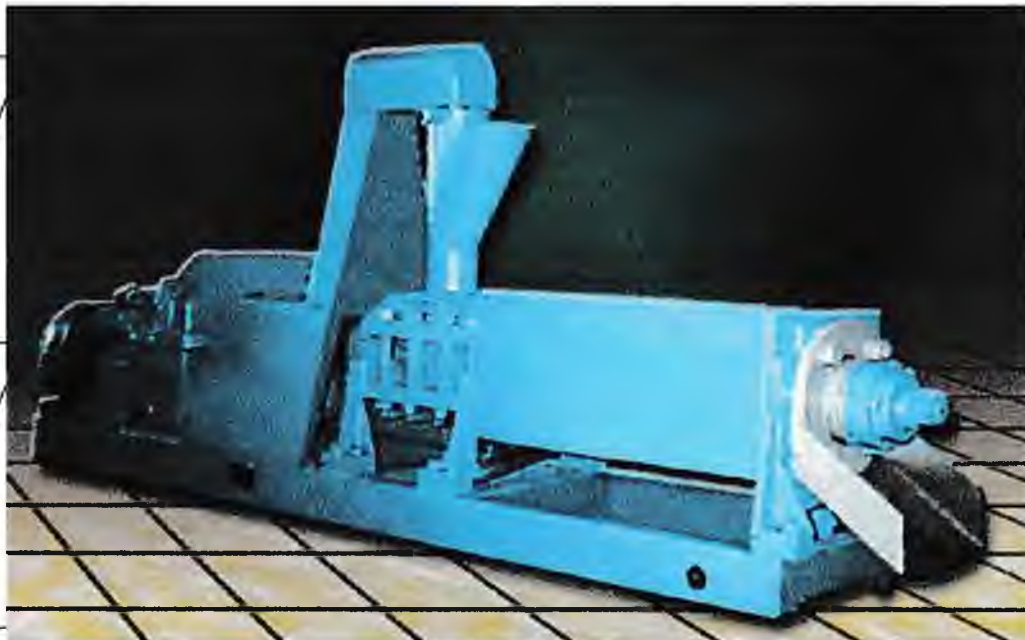


Рис. 1.1 Прес гарячого віджиму соєвих цукерок олії

Така олія без додаткового очищення придатна в їжу (у випадку використання харчових культур) і для подальшої переробки, наприклад, у дизельне біопаливо, або для виробництва косметики, та шкарських засобів. Застосування технології "холодного" пресування позитивно позначається і на якості шроту. Шрот, як відомо, найцінніший компонент у комбікормовій промисловості. Її харчова цінність визначається великим вмістом білка (до 37%) і залишкового жиру (до 12%).

При "холодному" пресуванні білок не є термічно модифікованим, отже, не утрачає своїх корисних властивостей, а всі корисні для тваринні речовини залишаються в незмінному виді. Цього не можна сказати про шрот, що отриманий у результаті гарячого пресування. Адже при "гарячому" пресуванні губиться до 15% коштовних для споживача якостей шроту. Однак необхідно відмітити, що при виготовленні олії методом гарячого пресування значно зменшуються втрати потужності (в середньому на 25%), а також

збільшується продуктивність виробництва.



Рис 1.2 Загальний вигляд фільтру

Також суттєво впливає на якість виготовленої олії при холодному чи гарячому пресуванні те, чи іде в прес насіння разом з оболонкою. Так при виготовленні соняшникової і рапсової олії, для збільшення продуктивності і якості олії від лушпиння необхідно позбавлятися, ще до того, як маса попаде у робочі органи преса. Цього досягають за допомогою спеціальних шелушильних машин. При виробництві кукурудзяної олії взагалі неможливо отримати олію, якщо насіння повністю іде у прес. Це зв'язано із тим, що в насінні кукурудзи жирова тканина знаходиться в одній частині в зав'язку. Тому при виробництві кукурудзяної олії необхідно спочатку відділити зародки насіння від основної маси. Після виготовлення олії методом холодного, або гарячого віджиму, олію пропускають через фільтр (рис. 1.2), на сьогоднішній день найбільш розповсюдженими є марлеві фільтри. Бже відфільтровану олію розливають на пакувальних машинах у тару.

Екстрагування є самим ефективним способом виділення жиру з насіння (до 99%), за допомогою цього методу, при масовому виробництві олій, одержують близько 90% олій. Метод екстрагування заснований на розчинності олій у спеціальному органічному розчиннику, ще потім видаляють парами води.

Важливим етапом при одержанні олій екстракційним способом є видалення залишків розчинника. Тому отриману олію рафінують і дезодорують. [3,19,20]



Рис. 1.3. Екстракційна установка для виготовлення рапсового масла

За ступенем очищення олій поділяються на сирі, нерафіновані і рафіновані.

Сира олія - олія, котра пройшла процес тільки фільтрації, тому вона найбільш поживна. У ній цілком збережені фосфатиди, токоферолі, стерини й інші біологічно корисні компоненти. По іншому такі олії називають ще першим віджимом. Вони мають відносно короткий термін збереження.

Нерафіновану олію очищують частково - відстоюють, фільтрують, гідрують і нейтралізують. Нерафінована олія має трохи меншу біологічну цінність, ніж сира, тому що при гідруванні втрачається частина фосфатидів.

НУБІП



аїни

НУБІП

Рис 1.4. Рафінована олія

аїни

Рафіновану олію обробляють за повною схемою рафінування, що забезпечує прозорість і відсутність смаку. У біологічному відношенні рафінована олія менш корисна, оскільки містить менше токоферолів і не містить фосфатидів. При рафінуванні розрізняють наступні види очищення:

1). механічне очищення - видалення домішок шляхом відстоювання, фільтрації і центрифугування.

2). гідротація - обробка жиру гарячою водою. Під час гідротації білкові і слизуваті речовини, що швидше за все призводять до псування олії, набухають, випадають в осад і віддаляються.

3). нейтралізація - вплив на нагіту олію основою (лугом), у результаті видаляються вільні жири кислоти, що є катализаторами окислювання.

Присутність вільних жирних кислот при ожарюванні приводить до того, що олія димить і відповідно продукт буде мати неприємний присмак. Наявність фосфоліпідів, також у значній мірі видаляються при цій процедурі, приводить до нестабільності смаку і тому, що олія суттєво при нагріванні. Під час нейтралізації в олії віддаляються до того ж важкі метали, пестициди і т.п., що присутні в олійній сировині.

4). Відбілювання - обробка олії адсорбентами органічного походження поглинаючі барвні речовини, після чого жир освітлюється. При цій процедурі з олії видаляються пігменти, що знаходяться в ядрі насіння. Для цього процесу застосовується природний сорбент - вибілена земля.

5). Дезодорація - видалення ароматичних речовин шляхом впливу на олію водяної пари під вакуумом. Під час цього процесу віддаляються пахучі речовини, що також приводять до окислювання олії. Саме завдяки цьому етапові очищення виходить олія без запаху. Таким чином, продукти, зберігають свій власний смак, а не олії. Це кінцевий етап обробки олії. Видалення вище перерахованих небажаних домішок приводить до можливості збільшення терміну збереження олії в 3 рази.

Деякі рослинні олії мають потребу в обов'язковому очищенні від домішок, які шкідливі для здоров'я людини. Так, насіння бавовнику містять отрутний пігмент тоссіпол у кількості від 0,15 до 1,8% до маси сушого і знежиреного насіння. Шляхом рафінації цей пігмент віддається шліком.

Таким чином, треба зазначити, що на сьогоднішній день найбільшої популярності набув метод екстрагування, оскільки він є найбільш продуктивним і підходить для масового виробництва. Але при використанні цього метода виникає низка проблем пов'язаних з необхідністю додаткового очищення, а також втрати поживних речовин, що не допустимо при виробництві кісточкових олій.

Також виготовлення олії методом екстрагування потребує значних затрат, що окупається тільки на великих заводах таких як «Олейна», «Щедрий Дар», та ін. В умовах України для виробництва кісточкових олій найбільш доцільним буде виробництво методом колодного та гарячого віджиму [18,19,20].

1.2 Загальна характеристика рослинних олій

Рослинні олії - продукти, що виробляються з олійної сировини і містять в середньому 95-97% тригліцеридів, органічних з'єднань, складних повних ефірів гліцерину і жирних кислот. Крім тригліцеридів (безбарвних речовин без запаху і смаку), до складу жирних рослинних олій входять воски і фосфатиди, а також ліпохроми, токоферолі, вітаміни та інші речовини, що надають оліям забарвлення, смак і запах.

До жирних рослинних олій відносяться абрикосова, арахісова, кавунова,

букова, виноградна, вишнева, гірчична, диняча, касторова, кедрова, кокосова, конопельна, кориандрова, кукурудзяна, кунжутна, лляна, макова, олія какао, крэмбе, мигдальна, молочайна, маслинова, горіхова, пальмова, пальмоядрова, перилова олія, персикова, соняшникова олія, рапсова олія, рисова, рижикова, сафлорова олія, сливова, соєва олія, сурепна олія, томатна, тунгова олія, гарбузова, бавовняна олія та інші [15,18].



Рис. 1.5. Різні види олій

Властивості жирних рослинних олій визначаються в основному складом і вмістом жирних кислот, що утворюють триглицериди.

У залежності від змісту неграничних жирних кислот міняється консистенція олій і температура їх застигання у рідких олій, що містять більше

неграничних кислот, температура застигання звичайно нижче нуля, у твердих

олій - досягає 40°C . До твердих рослинних олій відносяться тільки олії деяких

рослин тропічного поясу (напр., пальмові). При контакті з повітрям багато рідких жирних олій піддаються окисній полімеризації ("висихають"), утворюючи илівки.

По здатності до "висихання" олії поділяють на ряд груп відповідно до

переважного вмісту тієї або іншої неграничних кислот; наприклад, олії, що

висихають подібно лляній олій, з неграничних містять головним чином

ліноленову кислоту. Касторова олія, що містить в основному рицинолеву

кислоту, узагалі не утворює плівки.

Щільність жирних рослинних олій становить 900-980 кг/м³, показник заломлення 1,44-1,48. Олії здатні розчиняти гази, всмоктувати летучі речовини

й ефірні олії. Важливою властивістю олій, крім касторового, є здатність змішуватися в будь-яких співвідношеннях з більшістю органічних розчинників

(гексаном, бензином, бензолом, дихлоретаном та ін.), що зв'язано з невеликою полярністю олій) діелектрична проникність при кімнатній температурі дорівнює 3,0-3,2 (для касторової олії 4,7). Етанол і метанол при кімнатній температурі розчиняють олії обмежено; при нагріванні розчинність зростає. У воді олії

практично не розчиняються. Теплота згоряння олій складає $(39,4-39,8) \times 10^3$ Дж/м, що визначає їхнє велике значення як висококалорійних продуктів харчування [5,8].

Хімічні властивості жирних рослинних олій зв'язані головним чином з реакційною здатністю триглицеридів. Останні можуть розщиплюватись з утворенням гліцерину і жирних кислот. Цей процес прискорюється під дією водного розчину суміші сарнової кислоти і деяких сульфокислот (реактив Твйтчеля) або сульфонефтяних кислот (контакт Петрова), при підвищених температурах і тисках (безреактивне розщеплення), а в організмі під дією ферменту ліпази.

Триглицериди піддаються алкохолізові, омиленню водними розчинами лугів, ацидолізу, переестерифікації аммонолізу. Важливою властивістю триглицеридів є здатність приєднувати водень по ненасичених зв'язках жирнокислотних радикалів у присутності каталізаторів (нікелевих, мідно-нікелевих та ін.), на

чому засноване виробництво затверджуючих жирів - саломасів. Рослинні олії окисляються киснем на повітрі з утворенням перекисних з'єднань, оксикислот та ін. продуктів. Під дією високих температур (250-300°C) відбувається їхній термічний розпад з утворенням акролеїна.

Основна біологічна цінність рослинних олій полягає у високому вмісті у них поліненасичених жирних кислот, фосфатидів, токоферолів та інших речовин. Найбільша кількість фосфатидів утримується в соєвому (до 3000 мг%),

бавовняному (до 2500 мг%), соняшковому (до 1400 мг%) і кукурудзяному (до 1500 мг%) оліях. Високий зміст фосфатидів відзначається тільки в сирих і нерафінованих рослинних оліях. Біологічно активним компонентом олій є стерини, вміст яких у різних оліях неоднаковий. Так, до 1000 мг% стеринів і більше містить олія пшеничних зародків, кукурудзяна олія; до 300 мг% - соняшникова, соєва, рапсова, бавовняна лляна, маслинна; до 200 мг% - арахісова і олія какао; до 60 мг% - пальмова, кокосова. Рослинні олії цілком вільні від холестерину. Дуже високою кількістю токоферолів (100 мг% і більше) характеризуються олії пшеничних висівок, соєва і кукурудзяна олії; до 60 мг% токоферолів у соняшковій, бавовняній, рапсовій і деяких інших оліях, до 30 мг% - в арахісовій до 5 мг% - у маслинній і кокосовій. Загальний вміст токоферолів ще не є показником вітамінної цінності олій [16,17,18].

Найбільшою вітамінною активністю володіє соняшникова олія, оскільки всі її токофероли представлені α -токоферолом, меншу Е-вітамінну активність мають бавовняна й арахісова олії. Що стосується соєвої і кукурудзяної олій, то вони майже цілком позбавлені вітамінної активності, оскільки 90% загальної кількості їхніх токоферолів представлено антиокисними формами.

Важливою властивістю олій є проникність у шкіру людини. Завдяки цій властивості за допомогою олій можна вносити поживні речовини у шкіру, волосся. Якщо наносити суміші, створені на основі абрикосової олії, на ділянки шкіри біля яких знаходяться важливі кровоносні суди, діючі речовини можуть потрапляти у кров, що дає змогу використовувати різноманітні мазі і компреси створені на основі натуральних рослинних олій для лікування [1,3,18].

1.3 Агробіологічна характеристика кісточкових олій

Соняшкову олію отримують з насіння соняшника. Сира соняшникова олія має приємний запах і смак. Щільність при 10°C $920-927\text{ кг/м}^3$, температура застигання від -15 до -19°C , кінематична в'язкість при 20°C $60,6 \times 10^{-6}\text{ м}^2/\text{с}$.

Вміст жирних кислот у олії (%): стеаринова 1,6-4,6, пальмітинова 3,5-6,4, міристинова до 0,1, арахідова 0,7-0,9, олеїнова 24-40, лінолева 46-62, ліноленова до 1. Середня молекулярна маса жирних кислот 275-286. Зміст фосфатидів, токоферолів і воску залежить від способу витягу і обробки олії, змінюючись у широких межах. Йодне число 119-136, гідроксильне число 2-10,6.

Соняшникова олія одна з найважливіших рослинних олій, що має велике народногосподарське значення. Вона використовується в основному безпосередньо в їжу. З неї виробляють маргарин і кулінарні жири. Олія застосовується при виготовленні консервів, у миловарній та лакофарбовій

промисловостях. Вона входить до складу різних мазей, настійок і т.д. (наприклад обліпихова олія готується на основі соняшникової олії) [15].

Арахісову олію одержують з плодів земляного горіха (арахісу). Нерафінована арахісова олія має червоно-коричневий колір, рафінована - солом'яно-жовтий. Використовують арахісову олію для смаження різних продуктів, для салатів, але особливо вона підходить до пригостування запашного тіста.

Гірчичну олію добувають пресуванням насіння олійних сортів гірчиці - рослини родини хрестоцвітих. Колір олії жовтий, іноді з зеленуватим відтінком, містить порівняно мало (до 20%) лінолевої кислоти. Специфічний смак і інтенсивне фарбування гірчичної олії обмежують можливість його застосування.

Кунжутну (сезамову) олію одержують з насіння кунжуту. Олія майже без запаху і з приємним смаком. Вміст кислот (%): 4-6 стеаринової, 7-8

пальмітинової, близько 0,1 міристинової, до 1,0 арахідової, 35-48 олеїнової, 37-48 лінолевої, до 0,5 гексадецинової. Температура застигання олії від -3 до -7°C, кінематична в'язкість $(133-207) \times 10^{-6}$ м²/сек, йодне число 103-117. У

Кунжутній олії виявлено сезамол (метиловий ефір оксигидрохінона), що обумовлює високу стійкість олії при збереженні. Кунжутна олія - харчовий продукт, рівноцінний іншим рослинним оліям, однак у ньому не виявлений вітамін А і мало вітаміну Е. Олію використовують у кондитерській, консервній і

інших галузях промисловості, а також для технічних цілей.

Кукурудзяну олію одержують з зародків кукурудзи (*Zea mays*). По хімічному складу кукурудзяна олія нагадує соняшникову, вона містить кислоти (%): 2,5-4,5 стеаринової, 8-11 пальмітинової, 0,4-1,7 міристинової, 0,4 арахінової, 0,2 лігноцеринової, 30-49 олеїнової, 40-56 лінолевої, 0,2-1,6 гексадеценової.

Температура застигання від -10 до -20°C , йодне число 111-133. Вона золотаво-жовтого кольору, прозора, без запаху. Кукурудзяну олію використовують у хлібопекарській промисловості, для готування салатів, майонезу і маргарину [15,16]. У продаж надходить тільки рафінована олія. Використовують для заправлення салатів, обсмажування продуктів.

Льняна олія відноситься до швидковисихаючих олій, тому що вона легко полімеризується в присутності кисню повітря ("висихає"). Ця здатність обумовлена високим вмістом ненасичених жирних кислот (%): 15-30 лінолевої,

44-61 ліноленової і 13-29 олеїнової. Вміст насичених кислот 9-11%. Кінематична в'язкість при 20°C $15,5 \times 10^{-6}$ м²/сек, йодне число 175-204. Льняна олія має важливе технічне значення з неї виготовляють швидковисихаючі лаки, оліфи, рідкі сикативи. Вона застосовується для одержання олійних фарб, які використовуються у живописі. Льняну олію вживають у їжу і застосовують у

медичині (мазі, утирання).

Рапсову олію одержують з насіння рослини *Brassica napus var oleifera*, розповсюджену в Західній і Центральній Європі, Китаєві, Індії, Канаді, а також в Україні і Білорусії). По складу і властивостям Рапсова олія дуже близька до сурепної олії. Відрізняється високим вмістом ерукової кислоти 47 - 50%. Йодне

число 95-106, температура застигання від 0 до -10°C .

Рапсову олію застосовують в миловарній, текстильній, шкіряній промисловості, а також для виробництва оліф. Після рафінації і гідрогенізації

використовується в маргариновій промисловості. Вона виробляється і для побутового споживання, але по своїх смакових якостях значно поступається соняшниковій. На сьогоднішній день ріпакова олія стає стратегічною речовиною,

оскільки з неї виробляють дизельне паливо. На сьогоднішній день в Україні побудовано декілька заводів, а також велика кількість малих цехів по виробництву біопалива, а саме біодизелю.

Сосву олію одержують з бобів сої. Середній зміст жирних кислот (%):

51 - 57 лінолевої; 23 - 29 олеїнової; 4,5 - 7,3 стеаринової; 3 - 6 шноленової; 2,5 - 6,0 пальмітинової; 0,9 - 2,5 арахінової; до 0,1 гексадеценної; 0,1 - 0,4 миристинової. Сосва олія має температуру застигання від -15 до -18°C, йодне число 120 - 141, кінематична в'язкість при 20°C $(59 - 72) \times (10 - 6) \text{ м}^2/\text{с}$.

У світовому виробництві рослинних олій вона займає головне місце. Вона

має соломяно-жовтий колір, характерний запах і смак. Сосву олію вживають у їжу і як сировину для виробництва маргарину. В їжу використовується тільки рафінована. Іншим компонентом соєвої олії є лецитин. Цей вид рослинної олії

найбільш розповсюджений у країнах Західної Європи, у США, Японії і Китаї. У

Сполучених Штатах соєва олія займає майже 4/5 ринку олій. Соєва олія використовується так само, як і соняшникова.

Соєва олія стала однією з перших, генетично модифікованих людиною продуктом, однак треба пам'ятати, що в Україні генетично модифіковані продукти (ГМП) необхідно обов'язково маркувати, а вирощувати заборонено.

Бавовняну олію одержують з насіння бавовнику. Нерафінована бавовняна олія - це рідина червоно - бурого кольору зі своєрідним запахом і гірким смаком, рафінована - соломяно-жовта. У їжу використовують тільки рафіновану олію,

тому що нерафінована бавовняна олія містить отруйну речовину - госсіпол.

Хімічний склад і властивості бавовняної олії залежать від сорту бавовнику, а також від району та умов його оброблення. Бавовняна олія використовується, в основному, для виробництва оліфи, а рафінованою - у їжу, для виробництва

консервів, маргарину та кулінарних жирів. У кулінарії вживають для тих же цілей, що і соняшникове.

Сафлорову олію одержують з насіння сафлору *Carthamus tinctorius*.

Зміст жирних кислот в олії (%): 1,5 - 4,0 стеаринової, 6 - 7 пальмітинової, до

0,2 міристинової, близько 0,4 арахінової, 14 - 21 олеїнової, 73 - 79 лінолевої, близько 0,2 ліноленової. Йодне число 130 - 135, температура застигання олії від -13 до -20°C, кінематична в'язкість при 20°C $(61-85) \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Олія, отримана з очищених насінь, по найбільш важливих показниках не уступає соняшниковій і використовується в їжу. Олія з неочищених насінь має гіркий смак. Маку олію застосовують для приготування жовтичних оліф, у миловарінні і виробництві лінолеуму.

Макова олія із групи олій, що висихають, виходить з насінь маку; перше, холодне пресування дає харчову макову олію; наступне, гаряче - дає продукт нижчої якості (йде для готування лаків, мила, фарб та ін. цілей). Макова олія в чистому виді сохне досить повільно; у техніці для прискорення висихання її варять зі свинцевим глетом. Вирощування маку на території України заборонено і карається законом. На сьогоднішній день отримати дозвіл на вирощення маку, з послідуною його переробкою досить важко.

Конопельну олію одержують з плодів рослини *Cannabis sativa*. Олія має зеленуватий відтінок; у залежності від способів одержання може бути темним і світлим. Олія містить кислоти (%): 5,8 - 9,9 пальмітинової, 1,7 - 5,6 стеаринової, 6 - 16 олеїнової, 36-50 лінолевої, 15-28 ліноленової кислот. Йодне число 145 - 167.

За хімічним складом конопляна олія ближче інших до лляної олії і у ряді випадків може її замінити у виробництві оліф, лаків і фарб. Як харчовий продукт використовується обмежено. Внаслідок використання коноплі як наркотику, вирощування коноплі на території України заборонено [15].

Суріпну олію одержують з насінь суріпиці, Олія представляє собою рідину коричневого кольору. Вона характеризується високим вмістом ерукової кислоти (38 - 50%). Вміст інших жирних кислот (%): олеїнової 15 - 32; лінолевої 15-21; ліноленової 8 - 10; пальмітинової 4,0 - 4,5; ейкозанової до 4,0; стеаринової 2,0; арахінової до 1,8; лігноцеринової 0,6 - 1,0; гексадецеинової 0,6; бегенової 0,5 - 0,6. Температура застигання -8°C, йодне число 105 - 122. Суріпну олію використовують головним чином для технічних цілей - у миловарінні,

виробництві мастильних засобів, рафіновану - у їжу.

Кавунну і гарбузові олії виробляють з насіння відповідних культур. Ці олії дуже схожі за своїми ознаками, але більш поширена кавунна, внаслідок більшого вмісту корисних речовин, кавунна олія має ще додаткові якості, а саме: змінюючи фізико-хімічний склад сечі, усуває причину утворення каменів, запобігаючи розвитку необоротних змін у нирках; розчиняє і виводить слизу; благотворно впливає на зняття запальних процесів у сечовивідній системі і нормалізацію кислотно-лужного балансу; сприяє переходові сечової кислоти з тканин у кров і підсилює виведення її нирками, запобігає утворенню

нових каменів. Як і в гарбузовій олії, оптимальний зміст цинку і селен нормалізує діяльність предстатальної залози, перешкоджаючи запаленню простати (простатит), впливає на нормальний сексуальний стан організму, поліпшуючи сперматогенез; сприяє швидкому загоєнню ран, опіків, прискоренню росту і відновленню здорового виду волосся, нігтів, м'язів у сполученні з високою концентрацією сімейової кислоти стимулює вироблення простогландинів, тим самим поліпшуючи обмін речовин і зменшуючи вугрову сип; знижує імовірність захворювань раком і "зводить практично до нуля ризик переходу аденоми простати у злоякісну пухлину.

Абрикосова кісточкова олія використовується як активний компонент, що воложить і живильного компонента і як основа кремів для дитячої і чуттєвої шкіри. Абрикосова жирна олія по своїх властивостях близько до перикового, тому вони мають одну латинську назву. У ньому розчиняється всі жиророзчинні вітаміни (А, Д, Е і інші). Абрикосова олія відповідає строгим вимогам, пропонованим до таких олій, має малу кислотність і має низьку в'язкість, що забезпечує вільне проходження через вузький канал тонкої голки шприца. Якби не властивий абрикосовому ядру гіркий присмак, обумовлений присутністю амігдаліна, то абрикоси забезпечували б людини майже всіма необхідними речовинами.

Амігдалін, що утримується в ядрах плодів абрикосів і багатьох інших

рослин сімейства розоцвітних, дуже отрутний. Отруєння ядрами насіння абрикосів, зливки і деяких інших рослин нерідко приводило потерпілих до загибелі. Проте препарати, що містять амігдалін або його аналоги, неодноразово намагалися застосувати в лікувальних цілях при різних видах пухлин. Більше всього досліджень, судячи з літератури, присвячено препаратові летрил, що представляє собою явкоисколек молекули амігдаліна. При внутрішньо-м'язових і внутрішньовенних введеннях ця речовина менш отрутна, ніж при введеннях у шлунок.

Найдоцільніше використання абрикосової олії - в косметичній індустрії, саме завдяки своїй здатності розчиняти в собі вітаміни, а також внаслідок того, що ця олія дуже глибоко проникає в шкіру людини, вона може слугувати «транспортним засобом» для внесення корисних речовин під шкіру людини. В країнах заходу абрикосова олія широко застосовується в косметичній індустрії, зокрема в кремах, мазях, а також помелена кісточка абрикоса використовується в скрабах [14,15,16].

На сьогоднішній день, в косметичці, також використовуються масла інших фруктових дерев зокрема, олії з сливи, вишні, груші, яблуні, винограду, персику, лимону, пальми і т.д.

Слід також зазначити, що із розвитком народної медицини, а також враховуючи вплив культур народів сходу, на сьогоднішній день більшість з цих олій використовуються як ароматичні олії, або ж входять до складу ароматичних олій як наповнювачі.

Також потрібно зазначити, що у даній главі розглянуто лише найпоширеніші види олій, що добуваються безпосередньо з кісточкових культур і які можливо добувати за допомогою холодного, або гарячого пресування. Одночасно з цим потрібно звернути увагу, що олію можна добути, майже з кожної рослини, оскільки в більшості рослин є жирові тканини в яких рослини накопичують поживні речовини. Однак не завжди ці жирові тканини знаходяться в насінні. Більшість ароматичних масел виготовляють методом екстракції безпосередньо з

листя, коріння, а також із стовбура рослини [15].

1.4. Методи визначення якості олій

1.4.1. Органолептична оцінка рослинних олій

При органолептичній оцінці рослинних олій визначають прозорість, наявність осаду, колір, запах, смак. Олію попередньо нагрівають на водяній бані при 50 °С протягом 15 хв і потім охолоджують до 20 °С [6, 12].

Прозорість і наявність відстою. Олію наливають у мірний циліндр на 100 мл і дають відстоятись 24 год при 20 °С. У відстояній олії в проникаючому і відбитому світлі на білому фоні визначають прозорість. Олія вважається прозорою при відсутності домішок, помутнення, а також сітки (під сіткою розуміють наявність в олії дрібних часток воскоподібних речовин, що додають їй мутність). Визначають також наявність в олії осаду.

Колір. При визначенні кольору олію наливають у хімічну склянку, (діаметр склянки - 50 мм) і переглядають у проникаючому і відбитому світлі. При цьому встановлюють колір і відтінок олії (жовтий, жовтий із зеленуватим відтінком, темно-зелений, коричневий і т. д.).

По характерному кольору попередньо встановлюють відповідність олії визначеному виду. [3, 6, 12]

Запах. Щоб визначити запах, олію наносять тонким шаром на скляну пластинку або розтирають на тильній поверхні долоні. Для більш виразного розпізнавання запаху олію нанесену на пластинку, підігрівають над водяною банею до 40-50 °С.

Більшість нерафінованих рослинних олій мають специфічний запах. У рафінованих олій запах і смак виражено менш чітко. Олія, що має запах цвілі, затхлий, різко виражений олиф'яний, вважається недоброякісною.

Смак. Його визначають при температурі 20 °С. Смак нерафінованих рослинних олій може бути специфічним. Наприклад, соняшникова олія має характерний присмак насіння соняшника, соєве - присмак сирих бобів, бавовняне

- залишає в роті відчуття липкості. Смак рафінованих олій менш виражений.

Прогірка олія, з різким пекучим смаком, зі сторонніми присмаками, невластивими даному виду, вважається недоброякісною [8,12].

1.4.2 Визначення кислотного числа

Визначення кислотного числа засновано на нейтралізації вільних жирних кислот розчинами лугів у спирто-ефірних розчинах жиру. Кислотне число виражають кількістю міліграмів лугу (КІН), яку необхідно

затратити на нейтралізацію вільних жирних кислот, що утримуються в

1 г жиру

Прилади й устаткування. Конічні колби на 100 мл, бюретки на 25 мл, водяна баня.

Реактиви. 1 відсотковий спиртовий розчин фенолфталеїна або 1 відсотковий спиртовий розчин тимолфталеїна; Суміш нейтралізують розчином КІН у присутності фенолфталеїна (5 крапель фенолфталеїна на 50 мл суміші або 1 мл тимолфталеїна на 50 мл суміші для олії з темним фарбуванням). Нейтралізацію проводять до ледь помітної зміни фарбування суміші [6,12].

Порядок проведення аналізу. У конічну колбу відважують 2-3 г жирів; якщо жир твердий, його розплавляють на водяній лазні, потім злегка прохолоджують і доливають 20 мл нейтральної суміші. Отриманий спирто-ефірний розчин жиру титрують розчином КІН при постійному перемішуванні до зміни кольору, обумовленого присутністю відповідного індикатора [13,22].

Кислотне число досліджуваного жиру (X) у мг КІН обчислюють по формулі:

$$x = \frac{5.611 \cdot V \cdot K}{m} \quad (1.1)$$

де V - кількість розчину КІН, витраченого на титрування, мл;

K - коефіцієнт виправлення до розчину КІН;

m - маса жиру, г;

РОЗДІЛ 2.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДОБУВАННЯ
КІСТОЧКОВОГО МАСЛА

В процесі дослідження добування масла методом холодного віджиму за допомогою маслопреса, досить важко оцінити витрати енергії на стиск та зміну стану маслянистої маси, внаслідок того, що відсутня необхідна інформація властивостей маси рослинного походження.

У порожнині втрат шнекового преса в процесі роботи відбувається рух пресуемого матеріалу з великою швидкістю здвигу. Такі швидкості здвигу важко досяжні в капілярних і ротаційних віскозиметрах. Відсутність даних про властивості матеріалів рослинного походження при великих швидкостях зрушення не дозволяє адекватно розраховувати спожиту, при їх екструдюванні, енергію.

Процес екструдювання в шнекових пресах широко застосовується для виробництва харчових продуктів. Аналіз досліджень цього процесу дозволяє зробити висновок про необхідність більш докладного визначення реологічних (рушійних) властивостей екструдюемих напівфабрикатів. Відомо, що в тонкому шарі екструдюемого матеріалу в зоні втрат, у компресійному затворі і насадці типу "торпедо", виникають швидкості зрушення значно більші, ніж у каналі шнека. Ще Г. Шенкель [20] відзначав, що, очевидно, в'язкість матеріалу в порожнині втрат сильно відрізняється від в'язкості в каналі шнека. Відсутність даних про властивості матеріалів рослинного походження при великих швидкостях зрушення не дозволяє адекватно розраховувати споживану при їх екструдюванні енергію.

Існуючі капілярні і ротаційні віскозиметри не дозволяють досить точно змоделювати плин матеріалів великої в'язкості зі значними швидкостями зрушення, оскільки у капілярних віскозиметрах для цього важко створити необхідний тиск. Напівфабрикати рослинного походження в ротаційних віскозиметрах розігріваються і змінюють внутрішню структуру, що приводить

до зміни в'язкості в залежності від часу й інтенсивності впливу, що важко враховувати.

Зазначені проблеми можна усунути, визначаючи в'язкість у складному русі матеріалу при його продавлюванні через кільцеву порожнину зі стінкою, що обертається. Змінюючи витрату матеріалу через порожнину і швидкість обертання стінки, можна одержати заданий вплив на матеріал і визначити його в'язкість. При цьому потрібно, щоб параметри процесу руху як можна більш точно співпадали з параметрами процесу в модулюємій порожнині екструдера.

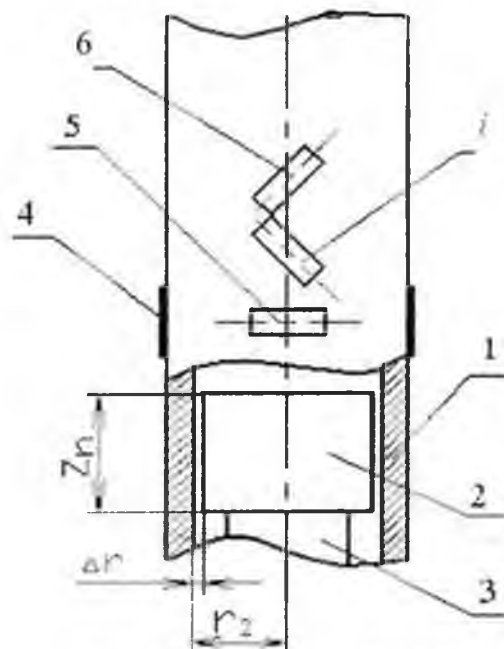


Рис. 2.1. Конструктивна схема пристрою для вимірювання в'язкості

Аналіз теоретичних залежностей руху матеріалу в кільцевих порожнинах екструдера [20] показує, що характер цього руху визначають технологічні параметри матеріалу (рецептура, вологість і температура), геометричні розміри порожнини, кінематичний параметр - відносна кутова швидкість обертання стінок і динамічні параметри, створюваний на стінці крутний момент, а також градієнт тиску в матеріалі уздовж осі порожнини. Вимір динамічних параметрів безпосередньо на пресі є складною задачею. Тому доцільно проводити дослідження на моделі, що дозволяє вимірювати динамічні параметри. Схема пристрою, що реалізує таку модель [21], показана на рис. 2.1.

Пристрій складається з циліндричної насадки 1, співвісно розташованої всередині циліндричної оболонки 2. Насадка 1 встановлена на обертовому штовку 3. Довжина z_n насадки 1, зазор Δr між насадкою й оболонкою 2 можуть бути змінені за рахунок заміни насадки. На зовнішній поверхні оболонки 2 наклеєні тензометричні датчики 4 і 5 для виміру відповідно осьової і окружної деформації.

Датчики розташовані симетрично щодо поперечного перерізу, у якому вимірюється тиск пресування [22]. Крім того, на оболонку наклеєні тензометричні датчики 6 і 7 для виміру крутного моменту [4].

Досліджуваний матеріал пресується поршнем (на рис. 2.1 не показаний), що рухається з постійною заданою швидкістю. Це забезпечує сталість витрати матеріалу через кільцеву порожнину. При цьому насадка 1 обертається з заданою кутовою швидкістю.

Для підвищення точності вимірів датчики 4 і 5 підключають на різні плечі електричного напівмоста. При цьому відбувається температурна компенсація вимірювальної системи. Датчики 6 і 7 також підключають на різні плечі електричного напівмоста.

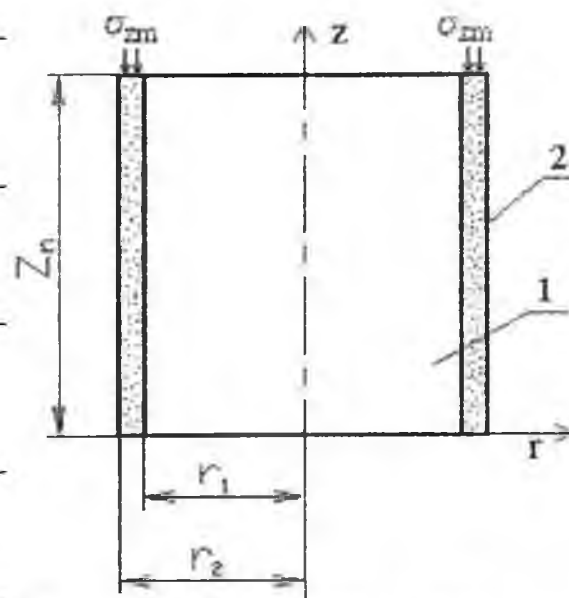


Рис. 2.2. Схема дії напружень в пристрої для вимірювання в'язкості

Крутний момент M_2 в оболонці 2 визначимо через тарувальний за формулою:

$$M_2 = \lambda_M M_{Tsp} \quad (2.1)$$

де λ_M - відношення величини вимірюваного сигналу з тензодатчиків до величини сигналу при тарувальному крутному моменті;

Якщо провести тарування тензометричної системи об'ємним стиском, оболонки силою P_{Tsp} , то тиск у матеріалі σ_{zm} у даному перетині можна визначити за формулою:

$$\sigma_{zm} = -\frac{(\nu + 1)P_{Tsp}}{\pi r_2^2}, \quad (2.2)$$

де ν - коефіцієнт поперечної деформації матеріалу оболонки,

λ_σ - відношення величини вимірюваного сигналу з тензодатчиків до величини сигналу при стиску тарувальною силою P_{Tsp}

r_2 - радіус внутрішньої циліндричної поверхні оболонки філь'єри.

Залежність (2.2) може бути використана для вимірювання градієнта тиску в матеріалі в межах порожнини за формулою:

$$\frac{d\sigma_z}{dz} = \frac{\sigma_{zm}}{z_n} \quad (2.3)$$

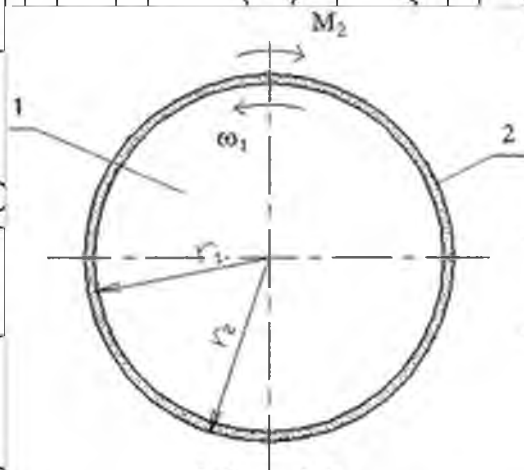


Рис. 2.3. Силова схема установки для вимірювання вязкості

Робиться припущення, що матеріал, який пресується, у канал філь'єри тече як в'язка рідина, причому справедлива залежність:

$$\tau = \mu \cdot \gamma, \quad (2.4)$$

де τ - напруга зрушення в матеріалі на циліндричній поверхні радіусом r ;

μ - в'язкість, якій приписують зміст ефективної в'язкості [24]

γ - швидкість зрушення на розглянутій циліндричній поверхні виділеного обсягу матеріалу з радіусом r .

Звідси в'язкість матеріалу дорівнює:

$$\mu = \frac{\tau}{\gamma} \quad (2.5)$$

У віскозиметрії в'язкість визначається по консистентним перемінним - біля стійної швидкості зрушення $\gamma(r_2)$ і біля стійної напруги зрушення $\tau(r_2)$ у досліджуваному матеріалі [24]. У нашому випадку визначається в'язкість на нерухомій внутрішній поверхні філь'єри.

Віднесемо-порожнину до циліндричної системи координат і задамо граничні умови, як показано на рис. 2 і 3.

Абсолютна швидкість зрушення у при складному зрушенні визначається по формулі:

$$\gamma = \sqrt{\gamma_z^2 + \gamma_\phi^2}, \quad (2.6)$$

де γ_z - осьова швидкість зрушення;

γ_ϕ - окружна швидкість зрушення.

Аналогічно результуюча напруга зрушення τ при складному зрушенні визначається по формулі

$$\tau = \sqrt{\tau_z^2 + \tau_\phi^2} \quad (2.7)$$

де τ_z - осьова напруга зрушення;

τ_φ - окружна напруга зрушення.

Окружна складова консистентних переміщень відповідає випадкові ротаційного віскозиметра [5] і в наших позначеннях має вигляд:

$$\tau_\varphi(r_2) = -\frac{M_2}{2\pi \cdot z_n \cdot r_2^2}, \quad (2.8)$$

$$\gamma_\varphi(r_2) = \frac{2\alpha_n \cdot r_2^2}{(r_2^2 - r_1^2)}. \quad (2.9)$$

де ω_1 - кутова швидкість циліндричної насадки 1;

r_1 - зовнішній радіус циліндричної насадки.

Визначаємо осьову складову консистентних змінних в нітьцевій порожниці на внутрішній поверхні філь'єри.

Взаємодія осевого тиску на піддослідний матеріал можна подати у вигляді наступного рівняння:

$$\frac{r \cdot \tau(r)}{dr} = -r \frac{d\sigma}{dz} \quad (2.10)$$

Після інтегрування рівняння (2.10) і відозміненні отримаємо:

$$\tau_z(r) = -\frac{d\sigma_z r}{dz} + \frac{E}{r}. \quad (2.11)$$

За визначенням:

$$\gamma_z(r) = \frac{dv_z(r)}{dr} \quad (2.12)$$

де $v_z(r)$ - осьова швидкість матеріалу в порожнині на поверхні радіуса r .

Проінтегрувавши рівняння (2.11) з урахуванням рівнянь (2.4) і (2.12), одержимо:

$$v_z(r) = \frac{1}{\mu} \frac{d\sigma_z r^2}{dz} = \frac{1}{\mu} E \cdot \ln r + F. \quad (2.13)$$

Прийнявши умови приліпання на границях порожнини, тобто $v_z(r_1) = 0$ і $v_z(r_2) = 0$, можна виразити постійні інтегрування з рівняння (2.13)

$$E = \frac{1}{4} \frac{d\sigma_z}{dz} \frac{(r_2^2 - r_1^2)}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (2.14)$$

$$F = \frac{1}{8\mu} \frac{d\sigma_z}{dz} \left[r_2^2 + r_1^2 - \frac{(r_2^2 - r_1^2)}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \ln(r_2 \cdot r_1) \right]. \quad (2.15)$$

Підставивши значення E з (2.14) у рівняння (2.11) і прийнявши $r = r_2$, одержимо біля стінну напругу зсуву в осьовому напрямку:

$$\tau_z(r_2) = \frac{1}{2} \frac{d\sigma_z}{dz} \left[\frac{(r_2^2 - r_1^2)}{\ln \frac{r_2}{r_1}} - r_2 \right]. \quad (2.16)$$

Враховуючи (2.14) і (2.15) рівняння (2.13) прийме наступний вигляд:

$$v_z(r) = -\frac{1}{4\mu} \frac{d\sigma_z}{dz} \left[r^2 - \frac{(r_2^2 - r_1^2)}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \ln(r) + \frac{r_2^2 \ln(r_1) - r_1^2 \ln(r_2)}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \right]. \quad (2.17)$$

Знаючи розподіл осьових швидкостей, можна знайти об'ємну витрату матеріалу Q через порожнину інтегруванням виразу:

$$Q = \int_{r_1}^{r_2} 2\pi v_z(r) dr. \quad (2.18)$$

Підставивши в (2.18) значення швидкості з (2.17), після інтегрування одержимо:

$$Q = -\frac{\pi}{8\mu_z} \frac{d\sigma_z}{dz} \left[r_2^4 - r_1^4 - \frac{(r_2^2 - r_1^2)^2}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \right]. \quad (2.19)$$

Приведемо рівняння (2.19) до виду (2.5):

$$Q = -\frac{\pi}{8\mu_z} \frac{d\sigma_z}{dz} \left[r_2^4 - r_1^4 - \frac{(r_2^2 - r_1^2)^2}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \right].$$

$$\mu_z = \frac{\pi \eta \alpha_z}{8Q} \frac{r_2^2 - r_1^2}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (2.20)$$

Порівняємо (2.20) і (2.5). Враховуючи (2.11) і (2.14), виділивши з рівняння (2.20) члени, що відповідають окружному білястінній напрузі зрушення, присвоюємо членам, що залишилися, значення окружний білястінній швидкості зрушення:

$$\gamma_z(r) = \frac{2Q}{\pi} \frac{r_2^2 - r_1^2 - 2r_1^2 \ln \frac{r_2}{r_1}}{r_1 \left[r_2 (r_2^2 - r_1^2) \left(\ln \frac{r_2}{r_1} + 1 \right) (r_2^2 + r_1^2) - 2r_2^2 \right]} \quad (2.21)$$

Продуктивність, вхідна в рівняння (2.21) підлягає експериментальному визначенню, наприклад по швидкості переміщення поршня, що пресує досліджуваний матеріал.

Підставивши значення окружної білястінної швидкості зрушення з рівняння (2.9) в осьовій білястінній швидкості зрушення з рівняння (2.21) у рівняння (2.6), а значення окружної білястінної напруги зрушення з рівняння (2.8) і осьової білястінної напруги зрушення з рівняння (2.16) у рівняння (2.7), по формулі (2.5) визначимо в'язкість досліджуваного матеріалу. При цьому можна розглядати в'язкість як функцію напруги зрушення і швидкості зрушення, тобто ідентифікувати будь-яке реологічне тіло по існуючим методам вискозиметрії.

Таким чином, за допомогою пропонованого способу можна визначати реологічні властивості матеріалів високої в'язкості по абсолютній швидкості зрушення і результуючій напрузі зрушення в умовах склального зрушення в білястінній області

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ МАСДОПРЕСА

3.1 Розрахунок основних параметрів маслопреса

Продуктивність преса можна розрахувати за наступною формулою,

(кг/год):

$$Q = 600V_i \rho_i \omega K_s K_v (1 - K_b) K_y K_p, \quad i = \overline{1, n}. \quad (3.1)$$

Де V_i - теоретичний об'єм м'язги на довжині i -го витка гвинта, м³;

ρ_i - густина м'язги в зоні i -го витка гвинта кг/м³.

$$\rho_i = \rho_{\text{ж}} \cdot \varepsilon_i, \quad (3.2)$$

де $\rho_{\text{ж}} = 450$ - густина м'язги в зоні живлення, кг/м³,

ε_i - ступінь стиску м'язги в робочому об'ємі витка гвинта яка обчислюється за формулою:

$$\varepsilon_i = (i + 5)^{1,45},$$

або у нашому випадку:

$$\varepsilon_i = (1 + 5)^{1,45} = 13,44, \quad (3.3)$$

ω - кутова швидкість гвинтового вала, рад/с;

K_s - коефіцієнт ущільнення м'язги;

$K_v = 0,86$ - коефіцієнт використання міжвиткового об'єму живильного витка;

$K_b = 0,64$ - коефіцієнт, який враховує зворотній рух м'язги вздовж осі гвинта;

K_y - коефіцієнт, що враховує вид олійної культури (для насіння соняшнику $K_y = 1$,

для насіння льону $K_y = 0,5$);

K_p - коефіцієнт, що враховує режим роботи преса (для одноступеневого пресування

$K_p = 1$).

З формули (3.1) визначимо теоретичний об'єм м'язги, (м³)

$$V_i = \frac{Q}{600 \rho_i \omega K_s K_v (1 - K_b) K_y K_p}. \quad (3.4)$$

З іншого боку, V_i об'єм визначають за формулою:

$$V_i = \frac{1}{4} (D_i - d_i) \left(L_i - \frac{(i - b_1 + b_2)}{2} - \cos \alpha_i \right), \quad i \in \{1, 2\} \quad (3.5)$$

де D_i - внутрішній діаметр зерного циліндра на ділянці i (м);

d_i - діаметр маточини i -го витка гвинта, (м);

L_i - довжина i -го виткам (м);

b_1, b_2 - товщина витка в нормальному перерізі відповідно по зовнішньому і внутрішньому діаметру гвинта, (м);

$$\alpha_i = \arctg \frac{(D_i - d_i)}{t_i}, \quad (3.6)$$

де t_i - крок витка, (м)

Виконавши розрахунки згідно вище-приведеним формулам конструктивно приймаємо:

$$b_1 = 0,0015 \text{ (м)}; \quad b_2 = 0,001 \text{ (м)}; \quad L_i = 1,08D_i;$$

$$\alpha_i = 56 \dots 64^\circ; \quad d_i = D_i - 0,025 \text{ (м)}, \quad i = 1.$$

При цьому кутова швидкість змінюється від 0,9 рад/с до 1,9 рад/с. Вона буде змінюватись у залежності від виду масла і конструктивно буде реалізовуватись за допомогою «частотника» - приладу, що змінює крутний момент і оберти при двигуні.

Порівнявши праві частини виразів (3.4) і (3.5) з урахуванням наведених вище конструктивних співвідношень, отримуємо рівняння, з якого визначають параметри D_{i1} ділянок зерного циліндра:

$$\frac{Q}{600 p_1 a K_v (1 - K_v) K_y K_e} = \frac{1}{4} (D_i - d_i) \left(L_i - \frac{(i - b_1 + b_2)}{2} - \cos \alpha_i \right); \quad (3.7)$$

Тиск м'язги в міжвитковому пристрої i -го витка гвинта (Па), визначається за формулою:

$$p_i = 2,52 \cdot a \cdot \varepsilon_i^{3,5} e^{0,022B}, \quad (3.8)$$

де $a = 0,006$ - емпіричний коефіцієнт;

$B = 4 \dots 5$ - вологість м'язги, %.

Потужність, яку потребує вал для його приведення у рух (кВт),

обчислюємо за формулою:

$$N = N_0 \cdot Q, \quad (3.9)$$

де $N_0 = 0,045 \dots 0,055$ – питомі витрати енергії на пресування олії в одноступінчастих гвинтових пресах, (кВтгод/кг).

Прийmemo, що продуктивність рівна $Q = 400$ кг/год. Тоді згідно формули (3.9) потужність двигуна масло-преса становить:

$$N = 0,055 \cdot 400 = 22 \text{ (кВт)}.$$

Відповідно до формули (3.8) тиск м'язги в міжвитковому пристрої 5-го витка гвинта буде становити:

$$p_i = 2,52 \cdot 0,006 \cdot 13,44^{5,5} e^{0,022 \cdot 4} = 0,19 \text{ (МПа)}.$$

Таким чином, отримано вихідні параметри необхідні для подальшого конструювання преса [1,2,16].

3.2 Дослідження геометрії кулачків

Виходячи отриманих в процесі розрахунків даних, і враховуючи, те що необхідно зробити масло прес, таким, щоб він потребував якомога менше потужності було вирішено використовувати місильні кулачки (рис 3.1).

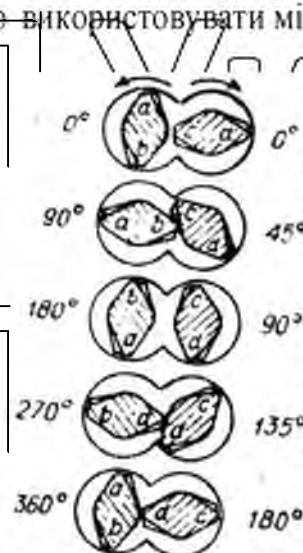
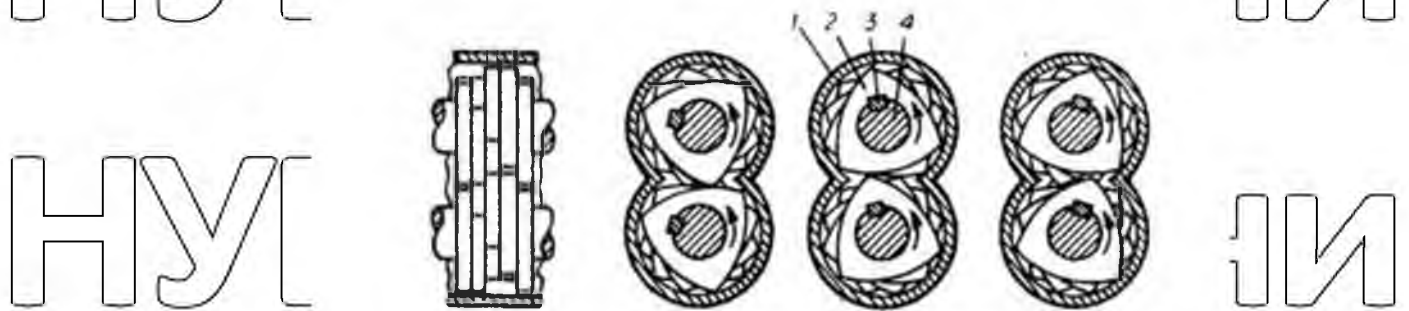


Рис. 3.1 Двопері місильні кулачки в шнекових пресах з взаємозаміщуючимися обергальними в одному напрямку шнеками

В існуючих на сьогоднішній день пресах використовують наступні конструкції для збільшення стиску і збільшення зсувного зусилля. Найстарішою є схема в якій використовуються тільки секції шнеків. У цьому випадку замість місильних кулачків встановлені секції шнеків, що обертаються в тому ж напрямку, що і вал, але в них зворотне направлення гвинтової лінії шнека. Така схема давала змогу збільшити тиск в пресі в необхідній зоні, але вона



не дозволяла значно покращити руйнування насіння.

Рис. 3.2. Трьохпері місильні кулачки в шнекових пресах з взаємозаміщеними обертальними в одному напрямку шнеками.

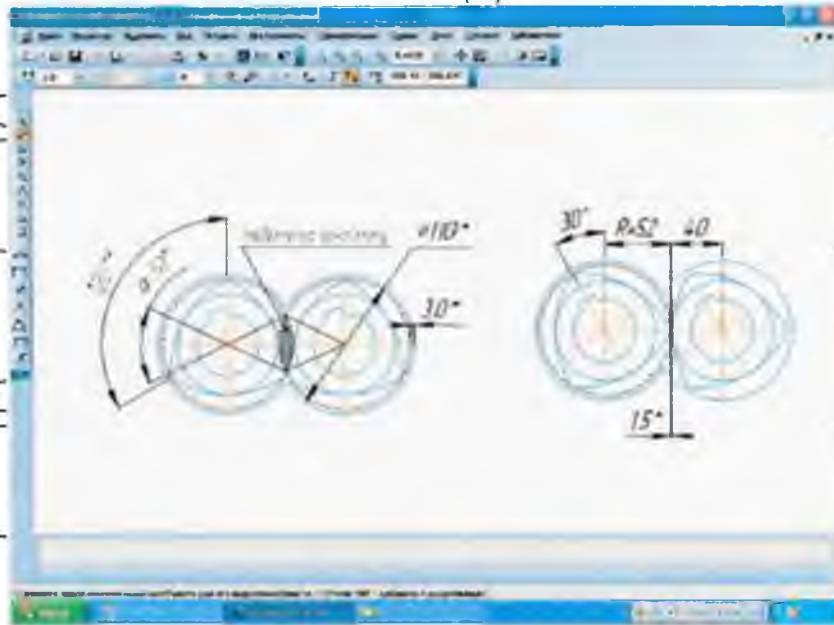
1 - корпус, 2 - кулачок, 3 - шпонка, 4 - вал шнека.

Найбільш поширеними є схеми зображені на рис. 3.1 і 3.2. Двопері кулачки значно легше виготовляються, не потребують спеціальної оснастки і складних технологічних операцій. Однак, в результаті експериментів було встановлено, що така схема, не дивлячись на те що збільшує ступінь стиску все ж таки не достатньо ефективно подрібнює масу.

Провівши експерименти з трьохперими кулачками, було отримано необхідний ступінь тиску і необхідний ступінь перетирання маси. Звичайно цей тип кулачків потребує більш складних технологічних операцій і значно дорожчий у виробництві, але він дає змогу забезпечити необхідні параметри шнека.

Виходячи з того, що внутрішній діаметр труби становить 10 мм, зазор між вершиною кулачка і внутрішньою стінкою труби не повинен перевищувати 3 мм,

при цьому міжосьова відстань становить 93.5 мм (виходячи з конструкції роздвоювача), а мінімальний зазор між кулачками повинен становити не менше 1,5 мм. Було виконано побудову, за допомогою якої було встановлені розміри



кулачків.

Рис. 3.3 Фрагмент побудови кулачків.

3.3. Передумови застосування САПР при конструюванні преса

Незважаючи на економічні труднощі, останнім часом на тсвариному ринку України почали з'являтися нові зразки вітчизняної переробної техніки, конкурентноздатної по технічних показниках та дизайну. Проте термін розробки та впровадження у виробництво такої техніки залишається надто довгим, що призводить до морального старіння ще не виготовлених машин. Крім того, традиційні методи проектування обмежують належну оптимізацію параметрів досліджених зразків.

Для успішної діяльності підприємства в умовах ринкової економіки економіки потрібно постійно знижувати витрати, підвищувати продуктивність праці, скорочувати термін розробки нових зразків.

Це викликано наступними причинами:

надзвичайно жорсткою конкуренцією в сфері виробництва;

- скороченням життєвих циклів виробів;

- появою нових методик проектування та виготовлення виробів;

- ускладненням металообробного обладнання.

Ці проблеми вимагають від конструкторів та виробників оперувати значними об'ємами інформації.

Єдиним реальним способом вдосконалення роботи конструктора і технолога в даний час є застосування систем автоматизованого проектування (САПР).

САПР - це людинотехнічна система, яка лежить в основі технічної підготовки виробництва і дозволяє на базі ЕОМ автоматизувати ряд функцій з метою покращання якості проектування та зменшення часу на його проектування.

Застосування САПР дозволяє:

- скоротити терміни розробки та запуску в серійне виробництво нових виробів та їх модифікацій;

- максимально здешевити продукцію при її відповідності вимогам

- найприскіпливіших користувачів;

- зробити випуск продукції максимально ефективним з точки зору виробництва.

САПР класифікують за багатьма показниками. З огляду на існуючі зараз найсучасніші системи виділимо ряд найважливіших показників.

1. За типом.

2. За різновидністю об'єкту проектування.

3. За складністю об'єкту проектування.

4. По комплексності автоматизації.

5. За рівнем автоматизації.

6. По характеру документів.

7. По кількості документів.

8. За числом рівнів

Найбільш поширена класифікація за типом САПР.

Всі сучасні системи проектування умовно розділяють на три класи:

- системи вищого класу (їх ще називають системами важкого класу);
- системи середнього класу;
- системи нижчого класу (легкого класу).

До систем вищого класу відносяться інтегровані (повнофункціональні) системи, які дозволяють отримати повний цикл автоматизації виробництва на всіх етапах від конструкторської розробки до випуску готової продукції.

До найбільш відомих систем цього класу відносять наступні системи:

- 1) Unigraphics (UG)
- 2) Pro/Engineer
- 3) CATIA.

До систем середнього класу відносять системи створені для більш економічного вирішення задач проектування. Вони дешевші від систем вищого класу і дозволяють вирішувати одну окремо взятую задачу підприємства з оптимальним співвідношенням ціна / якість. Сюди відносять:

- 1) Solid Edge
- 2) Solid Works
- 3) Pro/Juricr

До систем легкого класу відносять системи, призначені виключно для випуску конструкторської документації. Їх ще називають електронний кульман.

Типові представники систем цього класу КОМПАС та AutoCAD.

Вибираючи систему проектування підприємство орієнтується на наступні критерії вибору САПР:

1. Ціна або вартість.
2. Поступий розвиток комплексу відповідно до фінансових можливостей.
3. Мова інтерфейсу.
4. Підтримка ЕСКД.

5. Рівень супроводу.

Для того щоб пов'язати ціну САПР із періодом її окупності, представимо графіки залежності термінів окупності від класу САПР (рис. 3.4).

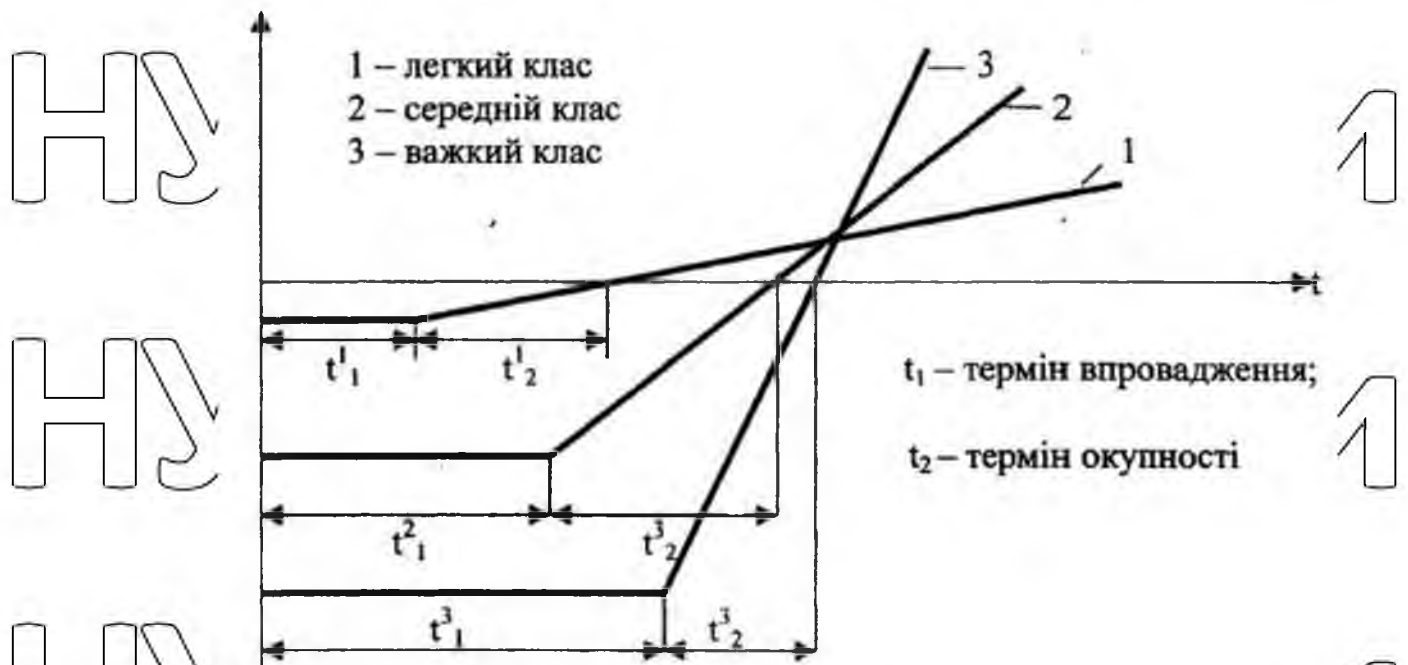


Рис.3.4. Залежність термінів окупності та динаміки прибутків підприємства від класу застосованої САПР.

На сучасному ринку існує велика кількість САПР і тому є необхідність в комплексній їх оцінці, оскільки оцінити за одним якимось параметром їх неможливо.

Оцінюючи САПР за рядом показників, використовують формулу

наступного вигляду:

$$C = K_1 C_1 + K_2 V_2 + \dots + K_{n-1} V_{n-1} + K_n V_n$$

де C - критерій (його чисельне значення);

K - значення критерію за десятибальною системою;

V - оцінка вагомості критеріїв;

n - кількість критеріїв.

В залежності від того, які функції повинна виконувати САПР,

відбирають існуючі системи із необхідними критеріями. Та із САПР, яка отримує при аналізі найбільше значення C^* буде найбільш кращою для застосування в певному якомусь випадку.

Структуру оптимального складу САПР можна зобразити у вигляді піраміди (рис. 3.5).

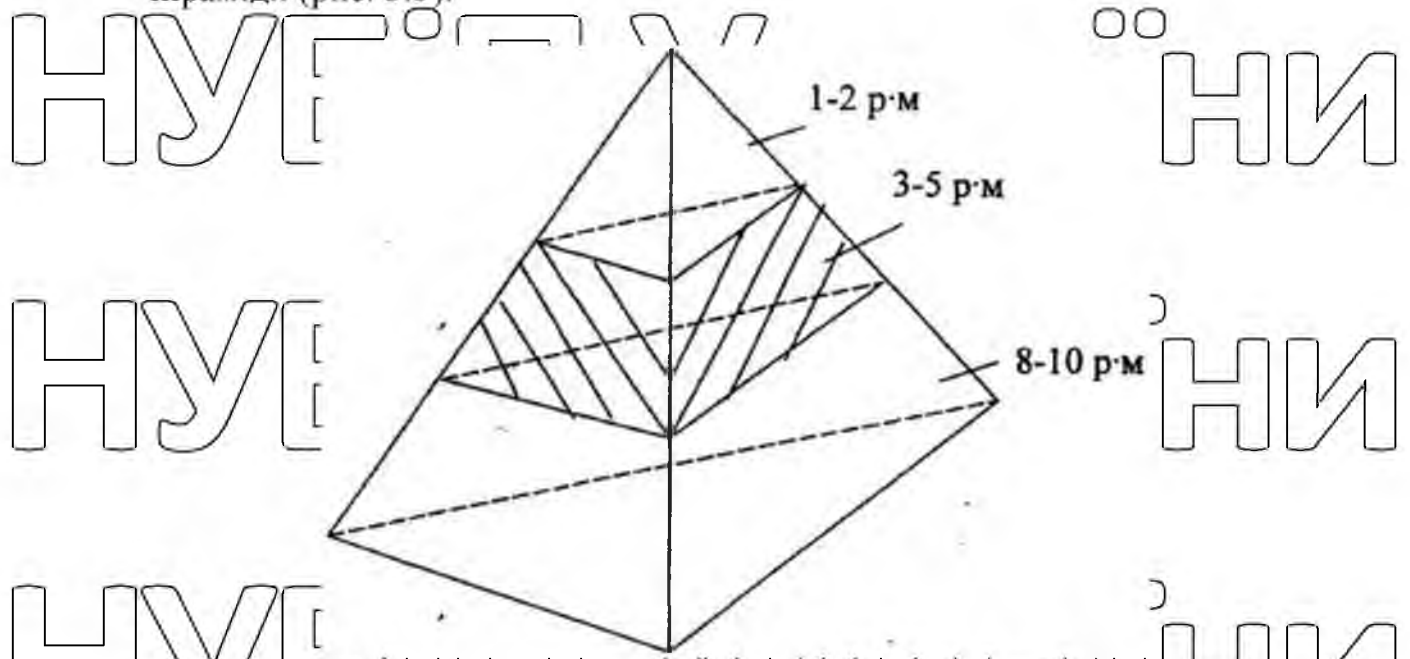


Рис. 3.5. Структура оптимального складу САПР конструкторського бюро підприємства.

У даному прикладі показано, що в конструкторському бюро 8 - 10 робочих місць мають САПР легкого класу, за допомогою яких виконують елементарну роботу; 3 - 5 місць оснащено системами середнього класу і редагують та коректують роботу, яку виконували попередньо оператори із САПР легкого класу. І верхівкою є одне чи два місця, оснащені системами важкого класу, які керують роботою двох нижчих ступенів піраміди. Дане співвідношення є доцільним з огляду на сучасний раціональний склад САПР розвинених підприємств.

3.4. Розробка вузлів маслопресу

Робоча секція маслопресу складається з наступних вузлів:

- два вали;
- секція шнекова;
- кулачки;
- підшипники кочення;
- корпус;
- камера екструзій на.

Побудову почнемо з вала, а потім будемо надягати на нього інші деталі.

Вал можна побудувати двома способами: витягуванням або обертанням. Будемо будувати методом обертання з застосуванням команди "Revolved Profusion". (рис. 3.6).

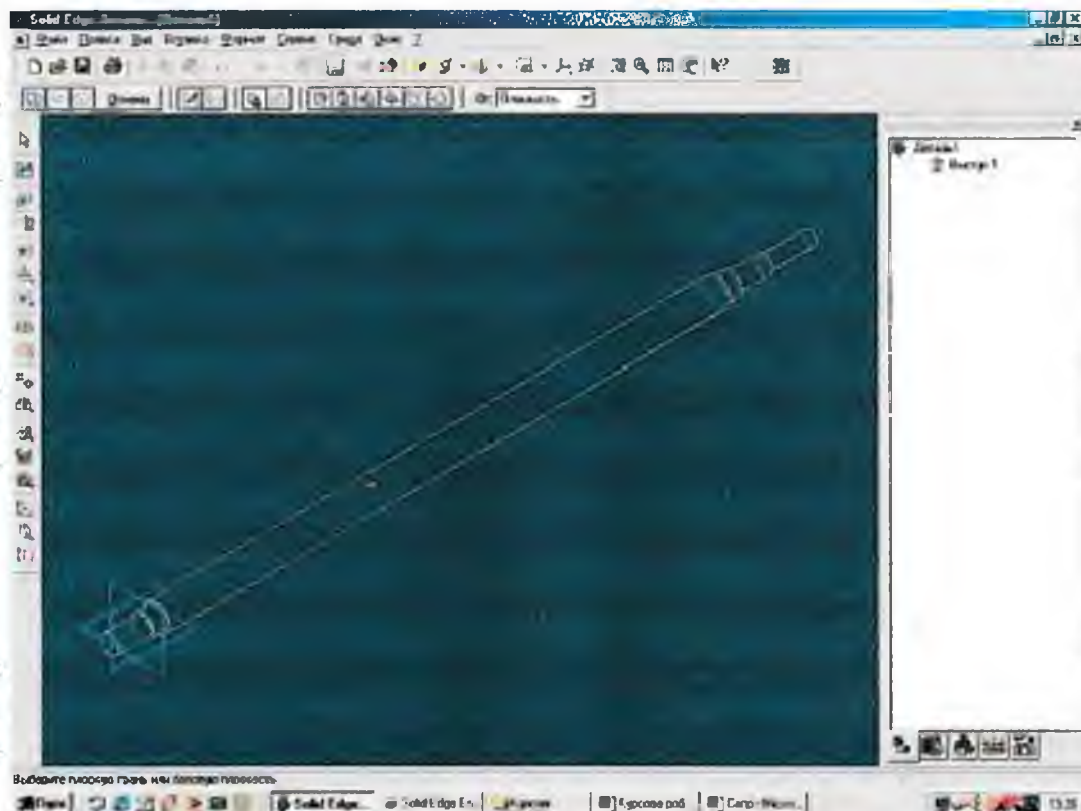


Рис. 3.6 Приклад побудови вала

Після цього, за допомогою команди "Chamfer" будують п'ять фасок. За допомогою команди "Slot" будується шпінкові канавки (рис. 3.7).

Побудова валу закінчена.

Далі будемо підшипники кочення (рис. 4.5). Побудову проводимо по такій схемі:

- методом обертання будемо нижню частину підшипника;

за допомогою команди виступ утворюємо вставку під ролики;

- за допомогою масиви будемо ролики;

методом обертання будемо верхню частину підшипника.

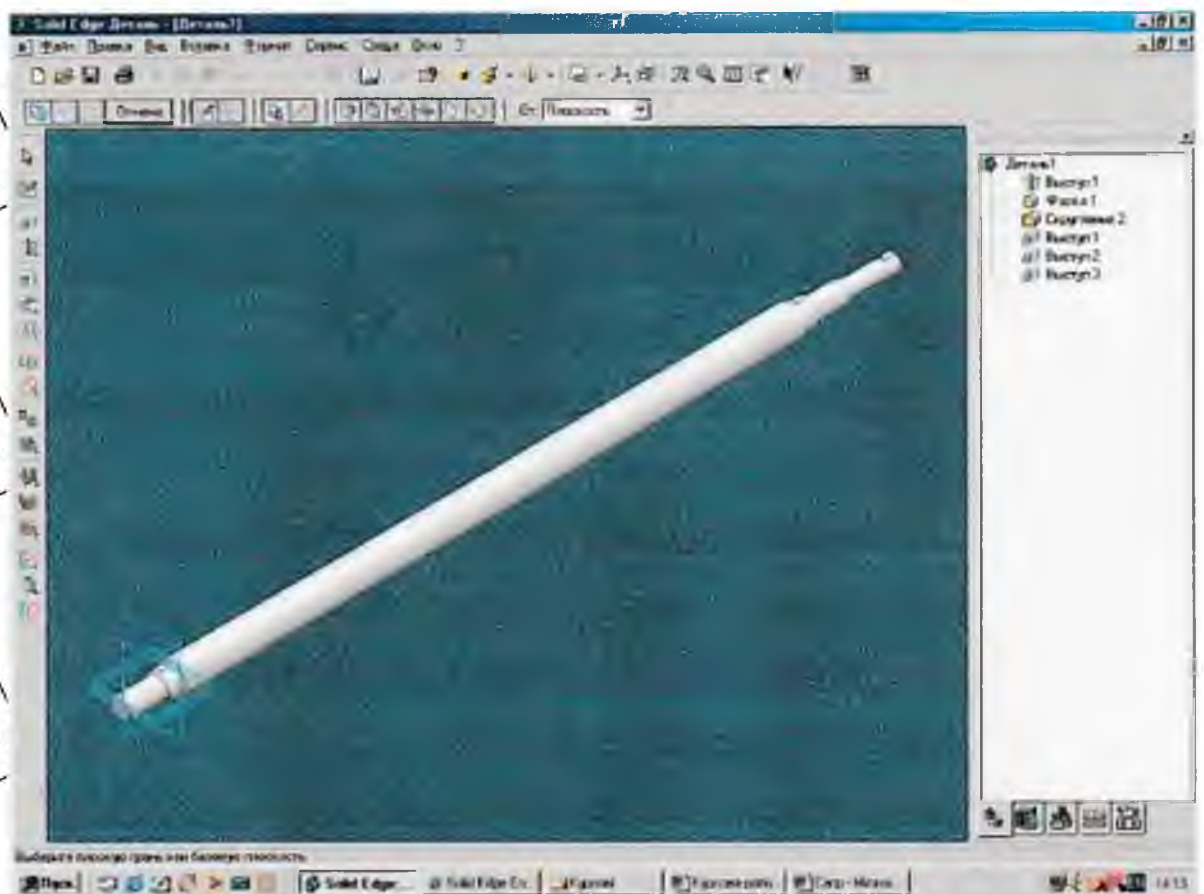


Рис. 3.7. Побудова фасок та шпоночних канавок вала

Аналогічно будемо інші деталі (корпус, шпінки і т.д.), використовуючи середовище «деталь» програми «Solid Edge».

Закінчивши побудову усіх вищеназваних деталей, проводимо складання вузла.

Відкриваючи модуль креслення і за допомогою команди "View of Part

розміщуємо привідний вал у вигляді креслення на лист формату А2. За допомогою команди "Cutting Plane" робимо розрізи. За допомогою команди "Distance Between" проставляємо основу габарити розміри. Використовуючи команду "Text" заповнюємо кутовий штамп. Креслення готове.

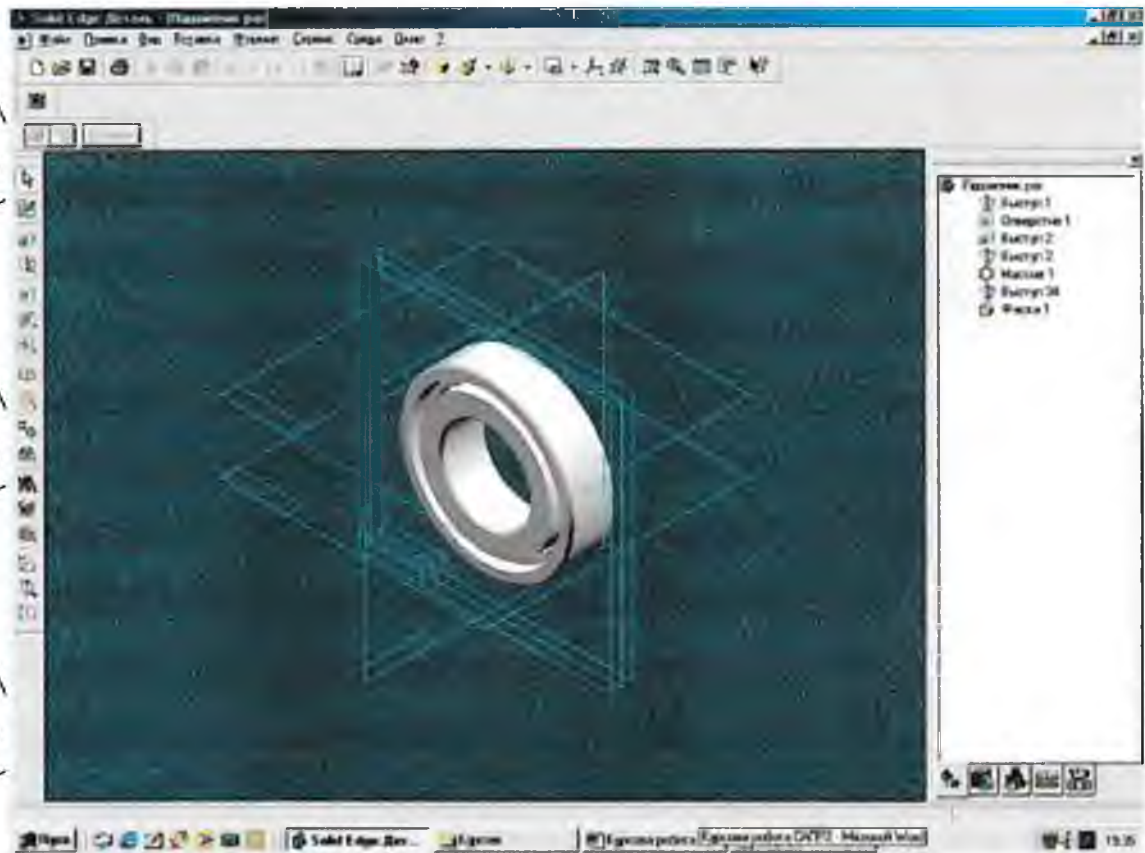


Рис. 3.8. Приклад побудови підшипника кочення в системі «Solid Edge»

З проведеної роботи видно, що використання системи автоматизованого проектування дозволяє підвищити якість і техніко-економічний рівень продукції, зменшити витрати на створення та

експлуатацію виробів, а також дозволяє за невеликий строк та з меншими затратами праці розробити проектну документацію. На цьому прикладі видно, наскільки ефективним і простим у використанні може бути САПР. Вибір САПР залежить від необхідних функцій і від ціни програмного забезпечення.

На вищевказаному прикладі показано як проектується деталі в середовищі «Solid Edge». При розробці масло преса було використано програмне забезпечення компанії АСКОН, а саме КОМПАС V8, оскільки воно значно дешевше і відповідає стандартам ГОСТ і ДСТУ.

3.5. Розробка маслопреса із застосуванням САПР

Масло-прес складається з рами, бункера, робочої секції, камери віджиму, вивантажувальної секції, а також рушії. Бункер розрахований на 250 кг насіння. Продуктивність преса складає 400 кг кісточкової маси на годину. В ході розрахунків, при проектуванні преса було встановлено, що потужність двигуна повинна становити 30 кВт.

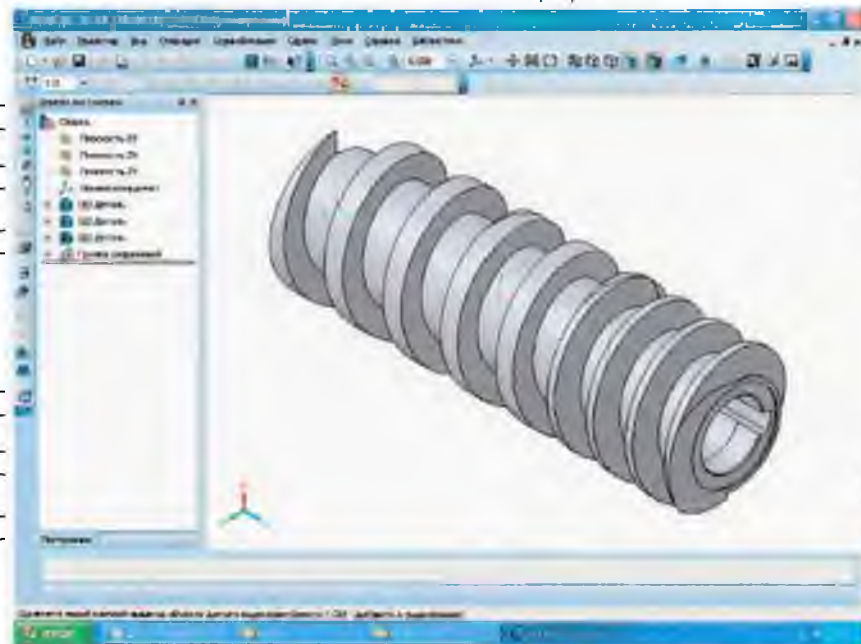
В зв'язку з тим, що в маслопресі запроектовано два шнеки, необхідно встановити редуктор - розподілювач, для того, щоб від одного двигуна привести в рух обидва шнеки. Також необхідно встановити запобіжну муфту між розподілювачем і робочою секцією.



Рис. 3.9. Фотографія преса в цеху

Оскільки маса поступово буде ущільнюватися, а також для того, щоб створити підвищений тиск збільшуючи прощтовуючу силу, обидва шнеки необхідно зробити із змінним кроком. Змінний крок на шнеках можливо

отримати декількома способами - литво під тиском, складне фрезерування (використовуючи дільну головку і поворотний стіл), за допомогою токарної операції (не дуже точний метод, неточність полягає в тому, що токар має "вручну" підганяти переходи витків один в один при зміні кроку.) а також при роздільному виготовленні вала і шнекових секцій, при послідовчій їхній установці на вал. Останній спосіб беремо за основу, оскільки при дрібносерійному виробництві не доцільно закупати литві форми, а фрезерування значно дорожче ніжточіння. Оскільки крок змінюватиметься на двох шнеках одночасно, необхідно перед тим, як виготовляти шпоночні пази, зібрати секції шнеків, утримуючись того, щоб витки плавно переходили один в один, розмітити і тільки після цього виготовляти пази.



3.10. Модель шнекової секції з різними кроками шнеків

Важливим елементом конструкції є секція кулачків. Ідея використання кулачків для збільшення зусилля зсуву - не нова у техніці. У 1949 році Р. Ердменгерм на завод Bayer» «Farmenfabriken запропонував використання кулачків для використання у двошнековій машині для пластифікації полімерів. За допомогою кулачків, які легко монтуються на вал і замінюються у разі

спрацювання можна значно збільшити тиск, внаслідок зменшення втрат на проковзування маси по колу треба, щоб температура не перевищувати 60 °С, оскільки проходить руйнування корисних речовин. Деякі олії особливо ті, що використовуються в медицині, взагалі можна отримувати тільки за допомогою холодного віджиму.

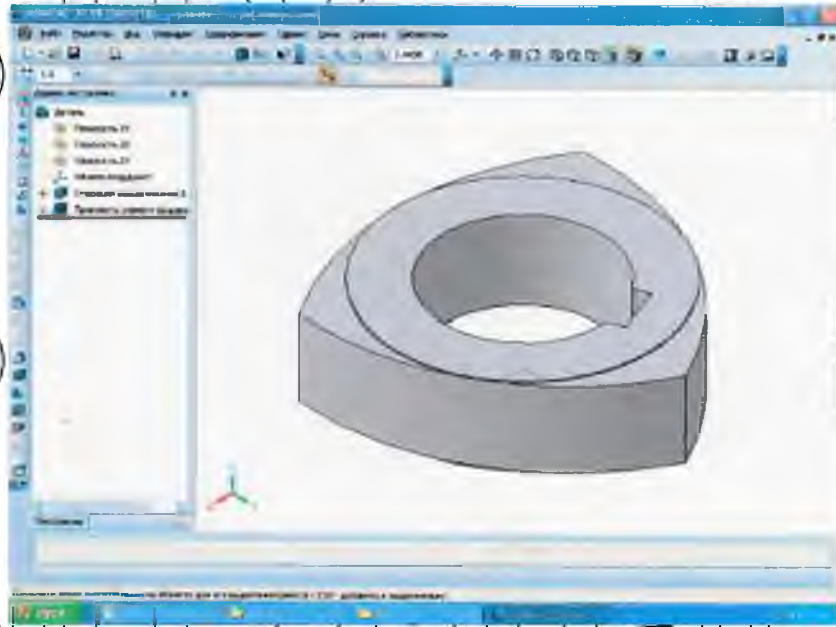


Рис. 3.11. Модель кулачка

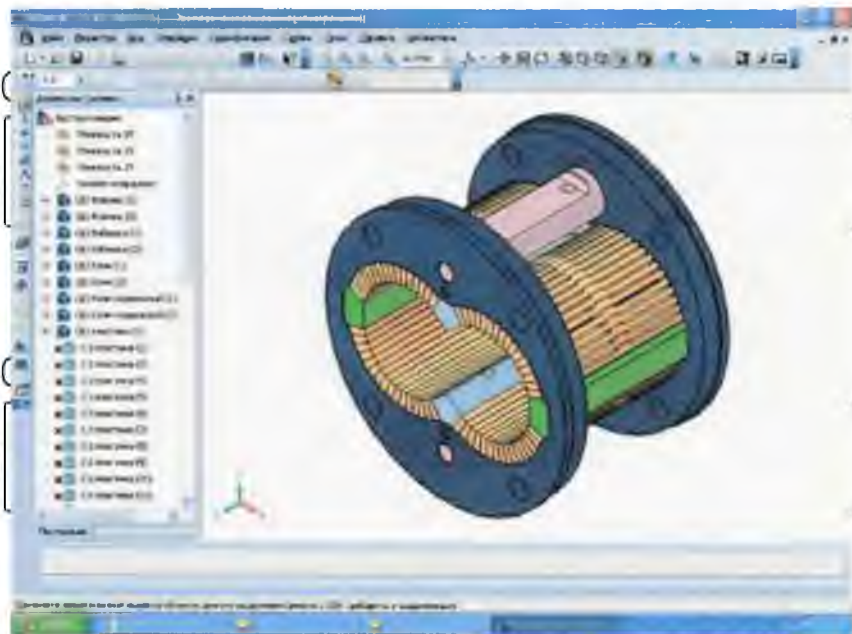


Рис. 3.12. Модель екструзійної секції

Особливу увагу потрібно приділити екструзійній або віджибній секції. Вона суттєво відрізняється від тих, що використовуються на даний момент у виробництві інших конструкцій маслопресів. Основною відмінністю цієї секції є те, що вона складається зі спеціальних пластин, які встановлені по ходу руху маси, повністю перекриваючи простір навколо рухомої маси.

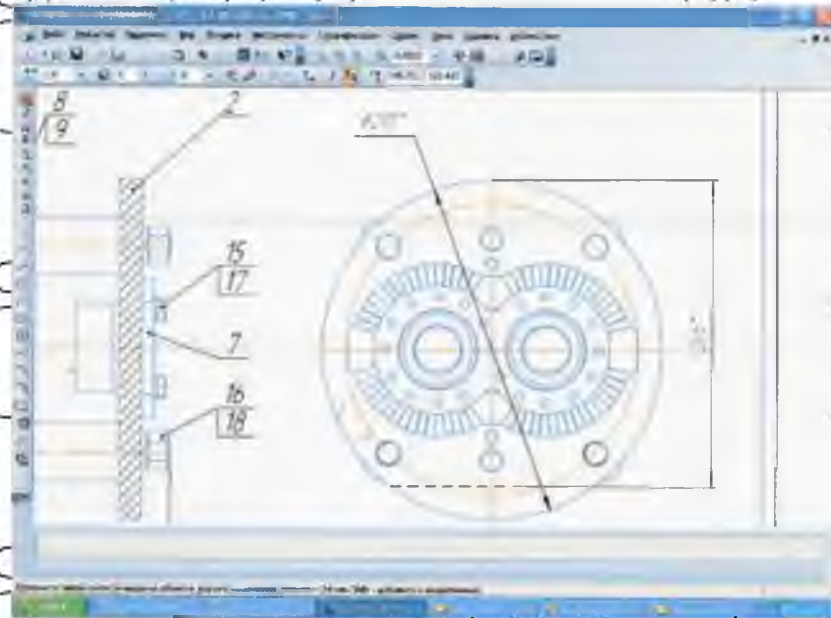


Рис. 3.13 Частина креслення екструзійної секції

Зазор між пластинами забезпечено в розмірі 0.02мм, що дозволяє отримувати масло без грубих домішок. Також суттєвою перевагою цієї конструкції є те, що пластини створюють поперздовжні канали, які не дають масі йти по спіралі, внаслідок значного тертя маси по робочій поверхні пластин.

Внаслідок чого, значно зменшуються втрати потужності, а також витрати на матеріал, оскільки саме від сил тертя залежать габарити екструзійної секції.

Конструкція розподільвача потоків представлена на рисунку 3.13. Розподільвач складається з корпусу, підшипникових гнізд, 3-х валів: 1-вхідний, 2-вихідні, 4-х шестерень. За допомогою розподільвача потоків ми досягаємо одночасного, синхронного обертання обох шнеків в одному напрямку. Що забезпечує функціональність роботи масло-пресу. Змащення відбувається завдяки масляній ванні, в якій знаходяться шестерні [1, 2, 6, 9, 15].

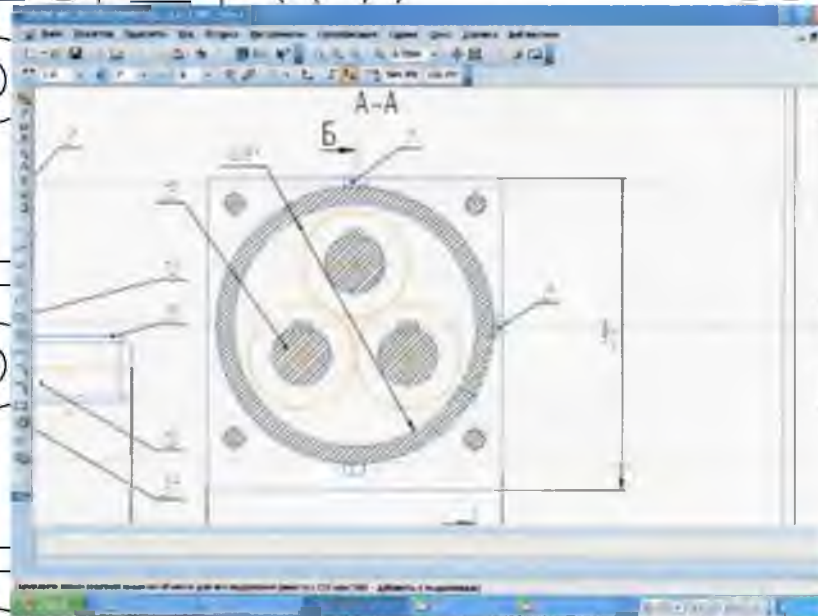


Рис. 3.14. Частина креслення Розподільвача пістонів

Також в конструкції зображено клинопасову передачу зі змінними шківками, передаточне відношення якої має бути 1:1, або 1:2. Для збільшення крутного моменту на раму встановлено редуктор ПЦ2У=200-20-21, який працює від двигуна АМУ 160 S4У2, $N=25\text{кВт}$, $n=1430\text{об/хв}$.

Загальний вигляд маслопресу зображений на рис. 3.15.

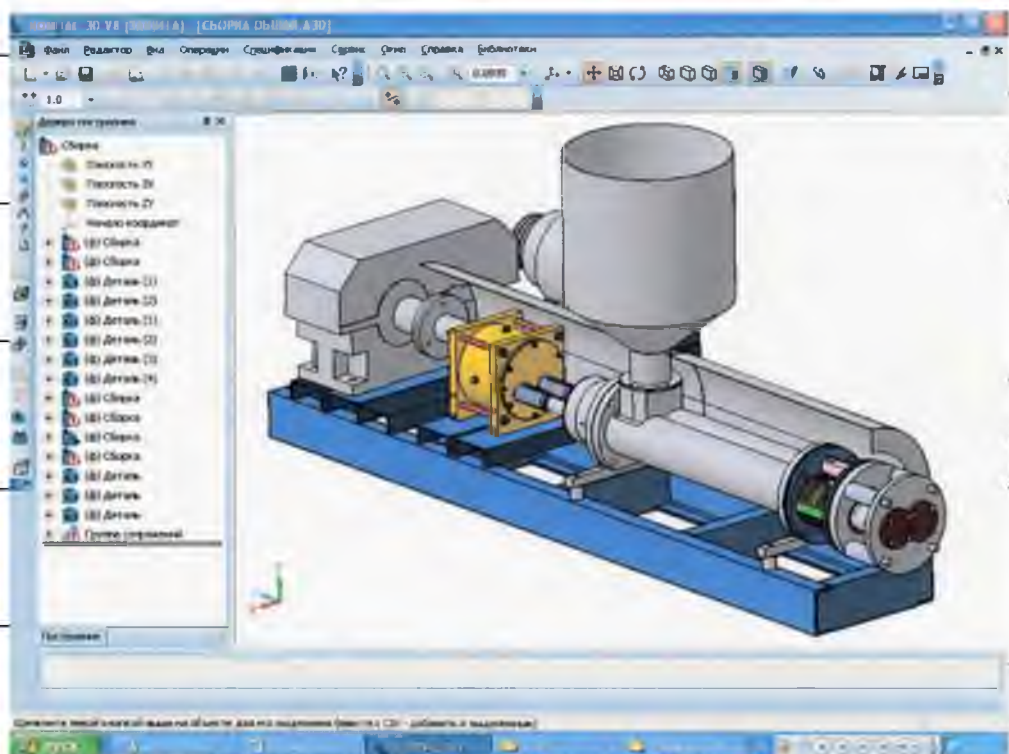


Рис. 3.15 Загальний вигляд маслопресу

Даний маслопрес було розроблено і повністю виконано конструкторську документацію в програмі КОМПАС V8. Це програмне забезпечення значно полегшило роботу конструктора і скоротило час затрачений на конструювання на 60%. У цілому на виконання конструкторської документації було витрачено 2 місяці.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Для забезпечення безпечної праці при роботі масло-преса передбачено: захисне заземлення електродвигуна, а також нагрівних тенів, для чого на рамі масло-преса приварено гвинт (не фарбований). Заземлення здійснюється шляхом закріплення проводу на гвинт за допомогою гайки;

- всі рухомі частини масло-преса закриті захисними кожухами, пофарбованими в червоний колір.

- на пульті керування встановлено попереджувальні сигнальні лампи;
- у системі керування встановлено запобіжні вимикачі, які вимикають прес при заклинюванні;
- встановлено теплове реле, для запобігання перегріву двигуна і загоряння обмотки.

При роботі масло-пресу в атмосферу не викидаються отруйні гази, всі продукти переробки є натуральними і не погіршують екологічну ситуацію в навколишньому середовищі [10].

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

5.1 Розрахунок показників економічної ефективності для виробників олії

Мета проекту: Одержання прибутку шляхом виробництва кісточкової олії і кісточкової крихти.

Постачальники матеріалу:

Плодопереробні заводи (виробники джемів, соків, і т.д.)

Приватні фермери (хазяї фруктових садів)

Виробники кураги, чорносливу

Населення

Споживачі продукту:

Парфумерна промисловість

Медицина промисловість

Будівельна промисловість

Населення

Конкуренти:

На сьогоднішній день на ринку України виробництвом кісточкової олії займається тільки Одеський завод «Кісточкової і рослинної олії», але він не може задовольнити потреби внутрішнього і тим більше зовнішнього ринку в кісточковій олії.

Шляхи реалізації проекту:

Закупівля устаткування: 400 000 грн

Добове споживання кісточки: 2500 кг

Добове виробництво олії: 600 л

Добове споживання електроенергії: 400кВт/год

Ціна реалізації кісточкової олії: 50 грн/літр

Ціна реалізації кісточкової крихти:

Витрати за місяць:

Витрати на придбання кісточки:
 Витрати на електроенергію:
 Витрати на заробітну плату 2-х працівників:
 Накладні витрати

Разом:

Доход за місяць:
 Від реалізації олії:
 Від реалізації кісточкової крихти:

Разом:

Прибуток:
 Таким чином за місяць роботи, витрати на устаткування цілком окупаються і прибуток з урахуванням витрат на покупку устаткування складе:

5.2 Розрахунок показників економічної ефективності для виробників обладнання

Мета проекту: Одержання прибутку шляхом виготовлення устаткування для виробництва кісточкової олії і кісточкової крихти.

Споживачі продукту:
 Фермерські господарства

Плодопереробні заводи

Виробники соняшникових, рапсових, соєвих олій
 Фармацевти, парфумери
 Конкуренти:

Не дивлячись на те, що в країні досить розвинуто виробництво обладнання для виготовлення соняшникової, і рапсової олій, ні в Україні, ні в ближньому зарубіжжя на сьогоднішній день немає компаній, що випускають обладнання для виробництва кісточкової олії. Також позитивним є те, що

фермери не зможуть одержувати кісточкову олію на "соняшникових" пресах. Найближчі конкуренти з виробництва масло-пресів для таких культур як абрикос, виноград, та ін. знаходяться в Узбекистані та Німеччині.

Оцінка обсягу продажу обладнання:

У зв'язку з тим, що сама кісточкова олія є дефіцитом, і ціна на нього дуже висока (споживач платить за нього 130-250 грн/л), а сировина є практично даровим (приблизно 1 грн/кг при врожаї фруктів у 600 тис. тонн, після відділення плодів від кісточок, кісточок залишається 200 тис. т. тільки в Україні). Можна стверджувати, що внутрішній ринок потребує більш ніж 500 ліній, по виробництву кісточкової олії і кісточкової крихти.

Шляхи реалізації проекту:

Лінія по виробництву кісточкової олії і кісточкової крихти складається з наступних одиниць: мийка, обрушитель, роздільник, прес, фільтр, подрібнювач, фасувальне обладнання.

Собівартість лінії

Ціна реалізації лінії

Таким чином, прибуток з однієї лінії становить

ВИСНОВКИ

На основі проведеного аналізу визначено, що найбільш ефективною технологічною схемою є метод холодного пресування олії, що найбільш оптимально підходять для середнього бізнесу в Україні.

Пошукові роботи дали можливість знайти базову модель робочих органів, розробити принципову схему машини для виготовлення олії та конструкцію робочих органів цієї машини.

У результаті виконаних досліджень можна зробити наступні висновки:

- оскільки процес видобування абрикосової олії є складний і достатньо вартівний, а то актуальність розробки і удосконалення масло пресу не викликає жодних сумнівів;

- впровадження у виробництво даного пресу є перспективним, оскільки сировини в Україні достатньо багато, а конкуренція відсутня, в той час як в

- Європі є достатньо зацікавлених споживачів у використанні продукції кісточкового масло пресу;

- удосконалення масло пресу було здійснено за рахунок математичних та конструкторських рішень, зокрема використання кулачків для збільшення

- зусилля зсуву, що надає більшої потужності пресу і при цьому дозволяє дотримуватись технічних умов до якості олії;

- використання засобів САПР теж можна розглядати як елемент покращення конструкції пресу на етапі його конструювання;

- даний масло прес у результаті удосконалення розвиває продуктивність

- від 70 до 120 л/год, він може працювати як в режимі гарячого так і холодного віджиму, відповідно власник за добу роботи може отримувати

- прибуток близько 190 000 гривень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агробізнес сьогодні <https://agro-business.com.ua>
2. Агроекономічний бюлетень по території України [Метеорологічні умови третьої декади \(od.gov.ua\)](https://od.gov.ua)
3. К. С. Барандич, С. П. Вислоух, М. В. Філіппова САПР ТП: конспект лекції: навч. посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 201 с.
4. С.В. Бендерська, В. В. Шутюк Консервна промисловість України: стан, тенденції та перспективи розвитку: *Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій*. Тернопіль, 2015. С. 131 – 132.
5. Вдовин Р.М., Кіктев М.О., Лисенко В.П. САПР технологічних об'єктів і автоматизованих систем: навч. посібник. К.: ІП «Компріт», 2016. 357 с.
6. Виробництво консервів <https://ua-referat.com/>
7. Войтюк Д.Г., Гаврилук Г.Р. Сільськогосподарські машини: підручник. К.: Каравела, 2018. 552 с.
8. Гарькавий А.Д., Петриненко В.Ф., Спірін А.В. Конкурентноспроможність технологій і машин: навч. посібник. Вінниця: ВДАУ: Тірас, 2003. 68 с.
9. Гарькавий А.Д., Серета Л.П., Спірін А.В., Вільховський М.І. Обґрунтування рішень при модернізації технологій і оновленні парку машин. Вінниця. 2000.
10. С. П. Гожій, С. Ф. Сабол, А. В. Кліско. Ковальсько-штампувальне обладнання. Гвинтові преси: навч. посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 38 с.
11. Гордієнко Г. Історія культурних рослин. Мюнхен, 1970. 388 с.
12. Дашенко І.І., Габович Р.Д. Профілактична медицина. Загальна гігієна з основами екології. К.: Урожай, 1987. 222 с.
13. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2006 р. К.: Аліфеа, 2006. 229 с.
14. Дудяк І.Д., Туз М.С. Технологія зберігання та переробки продукції

рослинництва: Методичні рекомендації. Миколаїв, 2017. 90 с.

15. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: підручник. 2002. 318 с.

16. Жидецький В.Ц., Джигурей В.С. Практикум із охорони праці: навч. посібник. 2000. 348 с.

17. Жемела Г. П. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва / підручник / Г. П. Жемела, В. І. Шеманьков, О. М. Слексюк. Полтава: TERRA, 2003. 420 с.

18. Зберігання і переробка продукції рослинництва // Г.І. Подпрятков, Л.Ф. Скалецька, А.М. Сеньков, В.С. Хилевич. –К.: Мета, 2002. – 495с.

19. Дьченко В.Ю. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві. К.: Урожай, 1993. 284 с.

20. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2005 рік. К.: Альфа, 2005. 262 с.

21. Кофанов В. Л., Осадчук О. В., Гаврілов Д. В. Лабораторний практикум з цифрових пристроїв на основі САПР Quartus II: навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ Вінниця, 2007. 189 с.

22. Куць О.І. Перспективи переробки і зберігання сільськогосподарської продукції. *Економіка АПК*. 2004. № 6. С. 9 – 11.

23. М.В. Лебур, К.К. Колесник, Р.Т. Панчак. Комп'ютерна графіка в САПР КОМПАС-3D: навч. посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 232 с.

24. М. О. Маркін Системи автоматизованого проектування у приладобудуванні [Електронне видання]: методичні рекомендації до виконання комп'ютерних практикумів з дисципліни для студентів спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка, спеціалізації. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. 158 с.

25. Машина та обладнання переробних підприємств: навч. посібник /О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, Д.С. Чубов, О.В. Мартиненко, В.А. Денисюк. — Київ: Вища освіта, 2005. — 159 с.

26. Машинне використання в землеробстві / Ільченко В. І. та ін. К.: Урожай, 1996. 157 с.

27. Механізація переробки і зберігання плодовоовочевої продукції: навч. посібник. / О.В. Дацишин, О.В. Гвоздев, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач За ред. О.В. Дацишина – К.: Мета, 2003. 288с.

28. Мойсейчик В.Ф. Основи наукових досліджень у плідництві, виноградарстві та овочівництві, технології зберігання плодовоовочевої продукції: навч. посібник. К., 1992. 364 с.

29. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. К.: Урожай, 1994. 215 с.

30. Ю. О. Плеснецов, В. О. Маковей Ковальсько-штампувальне обладнання. Механічні преси: навч. посіб. Х.: «Центра садиба тишес», 2014. 236 с.

31. Подпрятюв Г. І., Войцехівський В. І., Мацейко Л. М., Рожко В. І. Основи стандартизації, управління якістю та сертифікація продукції рослинництва. К.: Арістей, 2004. 352 с.

32. Тензометрія в машинобудуванні. Довід. посібник / Макаров Р.А., Ренський А.Б., Боркунський Г. Х. та ін., М.: Машинобудування, 1975. 288 с.

33. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: Лабораторний практикум: навч. посібник / В.Ф. Ялпачик та ін. Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. 274 с.

34. Чередниченко В.М., Чередниченко Л.І. Технології зберігання плодів, овочів і картоплі: навч. посібник. Вінниця, 2010.

35. Цизь І.С. Конструювання і розрахунок сільськогосподарських машин: навч. посібник. – Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького НТУ, 2016. 172 с.

36. Шейко В.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: підручник / В.М. Шейко, Н.М. Кушнарєнко. 5-те вид., стер. К.: Знання, 2006. 307 с.