

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ГРАФІВ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ КОМПАКТНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

Осадчук П. І.

Одеський державний аграрний університет

Відомі рекомендації по використанню теорії графі яків дозволяють встановити функціональні взаємозв'язки між технологічною топологією та кількісними характеристиками функціонування системи у вигляді матеріальних навантажень. Розглянуто аналіз схем технологічних процесів виробництва рослинної олії за допомогою теорії графів та проведена обробка отриманих результатів.

Ключові слова: гідратація, ультразвук, елекромагнітне поле, фосфатиди, рослинна олія, напруженість поля, частота коливань.

Вступ. Створення технологічного забезпечення та технічного оснащення малих переробних підприємств та цехів при фермерських господарствах по комплексному вирощуванню насіння соняшника та виробництву олії має бути засноване на детальному аналізі існуючих виробництв масло-жирової промисловості, використанні передового досвіду галузі та сучасних досягнень світової науки. Одним з дієвих напрямків вирішення цих завдань є аналіз існуючих технологій, синтез компактних технологічних процесів шляхом обґрунтованого скорочення їх виробничих ліній та розробка перспективного малогабаритного устаткування для їх реалізації в автономних умовах регіонів вирощування сировини, споживання готової продукції та утилізації побічних продуктів. Реальні схеми технологічних процесів діючих масло-жирових підприємств суттєво відрізняються від типових, а їх аналіз пов'язаний із значними складнощами і вимагає єдиного формалізованого підходу та використання ефективного математичного апарату. Враховуючи постановку задачі, яка може бути сформульована як аналіз структурного складу елементів системи та зв'язків між ними, і методи її рішення, за методичні основи та математичний апарат дослідження схем технологічних процесів може бути використана теорія графів. Відомі рекомендації по використанню теорії графів [1,2] дозволяють встановити функціональні взаємозв'язки між технологічною топологією та кількісними характеристиками функціонування системи у вигляді матеріальних навантажень на її елементи, розробити необхідні алгоритми розрахунків на електроннообчислювальних машинах (ЕОМ) систем рівнянь, а також оптимізувати складні залежності при мінімальних витратах машинного часу.

Методика досліджень. Відповідно до поставленої задачі аналізу схем технологічних процесів виробництва рослинного масла за допомогою теорії графів, при їх побудові необхідно дотримуватись загальних положень, до

яких можна віднести таке: Використовуючи прийняті правила та вимоги до побудови графів технологічних процесів можна зробити висновок, що принципові схеми технологічних процесів переробки насіння до олії по суті є графами із зваженими вершинами. Вони визначають структурний склад обладнання, необхідного для очистки та підготовки сировини, класифікації та обрушування насіння, сепарації одержаних продуктів, подрібнення ядра та підготовку м'ятки, пресування мезги, контролю готової продукції та відходів виробництва. Наявна інформація про функціональне призначення та кількісний склад технологічного обладнання, рівні його розміщення та орієнтовані зв'язки між його елементами у вигляді матеріальних потоків є основою для обґрунтованого аналізу графа з метою синтезу технології, що відповідає вимогам до агрегатного устаткування для автономного виробництва соняшникової олії.

Результати досліджень. Для аналізу технологічний комплекс представлено на рис.1.

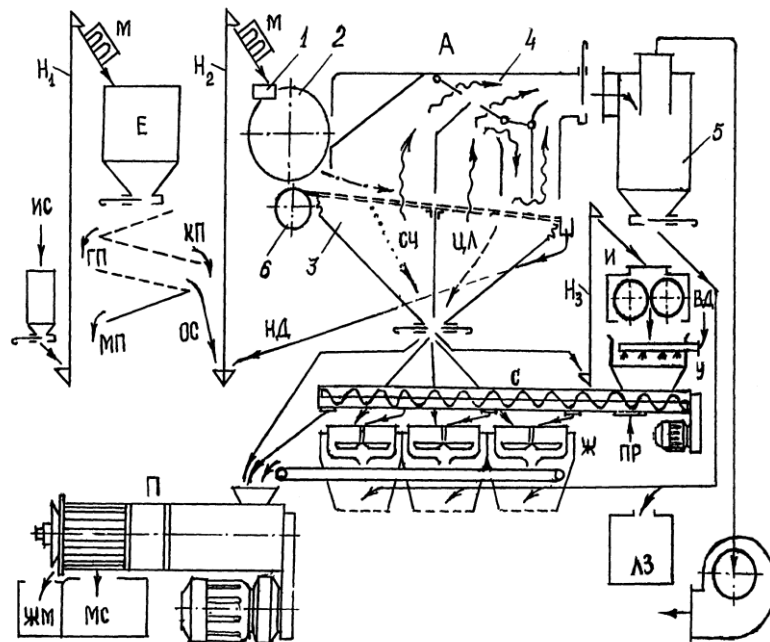


Рис. 1. Технологічний комплекс виробництва соняшникової олії.

Відповідно до запропонованого технологічного процесу побудовано граф (рис. 2). Його вершинами є передбачені технологічним процесом операції переробки насіння соняшника до олії, а дуги відбивають матеріальні зв'язки між ними у вигляді потоків початкової сировини, проміжних продуктів, відходів виробництва та готової продукції. Граф включає:

-джерело - вершина ИС - початкова сировина (насіння соняшника); -проміжні вершини 1, 2, 3 та 4 - відповідно приймальний бункер, норія, магнітний сепаратор та бункерна сушарка насіння; 5, 6 та 7 - відповідно приймальне, сортувальне та підсівне сита сепаратора; 8, 9 та 10 - відповідно норія, магнітний сепаратор та рушальний пристрій; 11, 12 та 13 - відповідно аспіраційна камера, інерційний пиловідділювач та циклон системи аспірації

сепарувального пристрою; 14 та 15 - відповідно сита для сепарування доброякісних продуктів - січки СЧ, ціляка ЦЛ та недоруша НД; 16, 17 та 18 - відповідно жаровні Ж, транспортер, та прес П для віджиму олії; -кінцеві вершини (стоки) ГП, КП та МП - відходів очистки насіння (відповідно грубих, крупних та дрібних домішок);МС, ЖМ та ЛЗ - готової продукції (відповідно олія та жмих) і відходів переробки (лузги з незначним вмістом масличного пилу).

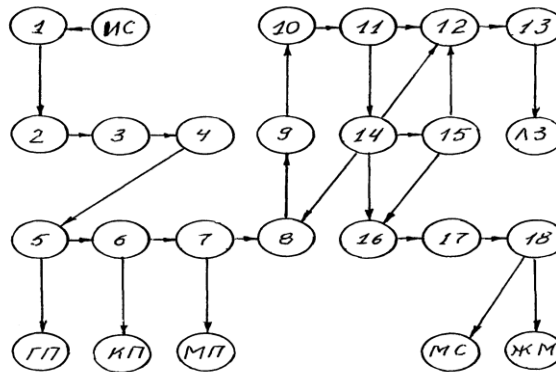


Рис. 2. Граф виробництва соняшникової олії.

Компактна технологія переробки насіння соняшника в олію на агрегатному устаткуванні передбачає виконання наступних стадій виробничого процесу: -підготовка сировини до переробки, включаючи його завантаження, сушку та очистку насіння від домішок, частки яких відрізняються розмірами та електромагнітними властивостями; -виготовлення мезги - суміші доброякісних високомасличних фракцій цілюка (ціляка) та подрібненого (січки) ядра, що передбачає обрушування ядра, повітряне та ситове сепарування одержаних продуктів і термічну обробку цілюка та січки;- механічне відділення олії від жмиха шляхом пресування мезги.

Відповідно до структурного складу технологічних операцій (рис.1) призначене для переробки насіння ИС завантажується у приймальний бункер 1, підіймається норією 2, і проходить крізь магнітний сепаратор 3 до сушильного бункера 4. Позбавлене металодомішок насіння після підсушування до технологічно необхідної вологості надходить до ситового очищувального сепаратора. В останньому приймальне сито 5 дозволяє відділити грубі домішки ГП, сортувальне сито 6 виводить частки крупних домішок КП і підсівне сито 7 забезпечує видалення дрібних домішок МП. Підготовлене таким чином насіння підіймається норією 8 і надходить до рушально-сепарувального агрегата, де виконується контрольна очистка від металодомішок 9 та його обрушування 10. Ця обробна операція супроводжується утворенням суміші продуктів обрушування, яка включає цілюк, січку, лузгу та необрушене насіння, кількість якого обумовлена недостатньою ефективністю дії обрушувального пристрою. Подвійна повітряна та ситова сепарація одержаної суміші дозволяє розділити її на доброякісні продукти та відходи обробки. Останні у вигляді лузги та незначної кількості переподрібної січки (масличного пилу) відділяються в аспіраційній камері 11, транспортуються повітряними потоками послідовно

до інерційного 12 та відцентрового 13 пилевідділювачів і накоплюються у збірнику лузги ЛЗ для використання в якості палива при термообробці мезги в жаровнях 16. Доброякісні продукти обрушування проходять двохступеневе сепарування на ситах для відділення січки проходом сита 14, ціляка проходом сита 15 та відокремлення недоруша сходом сита 15. Одержані ціляк та січка надходять до жаровень 16, де передбачається їх зволоження та термообробка з метою зміни властивостей і підвищення жорсткості білкового комплексу, зниження густини олії та полегшення її витікання із зруйнованих клітин масличних продуктів. Обжарена мезга подається на транспортер 17 і надходить безпосередньо до пресу для механічного віджиму олії МС від жмиха ЖМ, який внаслідок пресування набуває форми ракушки. До доброякісних продуктів відноситься і недоруш НД, який складається з суміші повністю або частково необрушеного насіння, що йде сходом сита 15, надходить на норію 8, змішується з початковим насінням і разом з ним направляється на повторне обрушування. Наявність потоку повторної обробки рециркулюючого недоруша обумовлює утворення одного замкненого контура - циклу, який ускладнює вибір продуктивностей пристроїв для виконання обробних операцій для вхідної, головної, рециркуляційної та вихідної гілок лінії обробки. Наявність у схемі (рис.1) замкненого циклу з рециркуляцією тільки необрушеного насіння, обумовлює необхідність відповідного підвищення продуктивності норії 8, магнітного сепаратора 9, обрушувального пристрою 10, аспіраційної камери 11, та сит 14 і 15 сепаруючого пристрою по відношенню до продуктивності агрегата в цілому. Таким чином у межах графа технологічного процесу агрегатної установки для переробки насіння соняшника в олію можна розглядати такі матеріальні потоки: -вхідний потік сировини (насіння)- $Q_{ИС} = Q_{ИС-1} = Q_{1-2} = Q_{2-3} = Q_{3-4} = Q_{4-5} = Q_{5-6} = Q_{6-7} = Q_{7-8}$; $Q_{6-7} = Q_{7-8}$; -вихідні потоки відходів після операції очистки насіння - $Q_{5-ГП}$; $Q_{6-КП}$; $Q_{7-МП}$. Враховуючи незначний фактичний вміст грубих, крупних та дрібних домішок у попередньо очищеному насінні соняшника, яке підлягає відповідній підготовці до переробки в олію, без погіршення результатів аналізу можна вважати - $Q_{5-ГП} \approx 0$; $Q_{6-КП} \approx 0$; $Q_{7-МП} \approx 0$; -головний потік продуктів у контурі рециркуляції - $Q_{Гл} = Q_{8-9} = Q_{9-10} = Q_{10-11} = Q_{11-14} = Q_{14-15}$; -рециркулюючий потік необрушеного насіння - $Q_{Рц} = Q_{14-8}$; -вихідні потоки відходів обробки (лузги) $Q_{ЛЗ} = Q_{11-12} = Q_{12-13} = Q_{13-ЛЗ}$ та готової продукції (олії та жмиха) $Q_{МС} + Q_{ЖМ} = Q_{14-16} + Q_{15-16} = Q_{16-17} = Q_{17-18} = Q_{18-МС} + Q_{18-ЖМ}$. Досягнення пристроями головної гілки проектної продуктивності $Q_{Гл}$ в період запуску агрегата відбувається наступним чином. Враховуючи особливості технологічного процесу виробництва олії з використанням агрегатної установки продуктивністю $Q_{ИС}$ при першому пропуску і відсутності рециркулюючого потоку до обрушувального та сепаруючих пристроїв направляють $Q_{Гл} = Q_{ИС}$ кг зерна. В результаті обробки (обрушування насіння та сепарації утворених продуктів) при першому пропуску одержують потоки:

-продуктів обрушування насіння $Q_{цл}+Q_{сч}+Q_{лз}=Q_{ИС}E_o$;

-необрушеного (рециркулюючого) насіння $Q_{Рц1}=Q_{ИС}(1-E_o)$, де:

$Q_{цл}+Q_{сч}=B_{яд}Q_{ИС}$; $Q_{лз}=B_{лз}Q_{ИС}$ -одержані потоки відповідно ціляка, січки та лузги; $B_{яд}$ та $B_{лз}$ -вихід відповідно ціляка з січкою та лузги; E_o - ефективність процесу обрушування $E_o=B_{лз}/B_o$;

де B_o -вміст оболонки у насінні соняшника.

Для реалізації другого пропуску рециркулюючого продукта в суміші з вхідним потоком сировини головний потік, який надходить до обрушувального та сепаруючих пристроїв, складає

$$Q_{Гл2}=Q_{ИС}+Q_{Рц1}=Q_{ИС}+Q_{ИС}(1-E_o)=Q_{р2}=Q_{ИС}[1+(1-E_o)] \quad (2)$$

та утворює додатковий потік рециркулюючого продукта

$$Q_{Рц2}=Q_{Рц1}(1-E_o)=Q_{ИС}(1-E_o)^2. \quad (3)$$

Для третього пропуску маємо

$$Q_{Гл3}=Q_{ИС}+Q_{Рц1}+Q_{Рц2}=Q_{ИС}[1+(1-E_o)+(1-E_o)^2]. \quad (4)$$

Використовуючи приведену методику, одержуємо можливість записати загальний вираз для розрахунків інтенсивності потоку продуктів у головній гілці графа агрегатної установки при будь-якому i -тому пропуску

$$Q_{Гли}=Q_{ИС}+Q_{Рц1}+Q_{Рц2}+Q_{Рц3}+\dots+Q_{Рц(i-1)}=Q_{ИС}[1+(1-E_o)+(1-E_o)^2+\dots+(1-E_o)^{i-1}]. \quad (5)$$

Оскільки стабілізація режиму обрушування може бути досягнена при $i=\infty$, тоді, підраховавши суму ряду

$$1+(1-E_o)+(1-E_o)^2+(1-E_o)^3+\dots+(1-E_o)^{i-1}+\dots=\sum_{i=1}^{\infty}(1-E_o)^{i-1}=1/E_o, \quad (6)$$

можна одержати вираз для визначення стабілізованого потоку продуктів у головній гілці замкненого контура графа технологічного процесу при виробництві олії та розрахунків необхідної продуктивності наявного в ній устаткування при відомій ефективності його роботи, яке може забезпечити задану продуктивність агрегатної установки в цілому

$$Q_{Гл}=Q_{ИС}/E_o; \quad (7)$$

В одиницях вимірювання відносного показника (коли всі значення розглядаються у відношенні до продуктивності агрегатної установки в цілому) маємо $E_o=Q_{ИС}/Q_{Гл}=(Q_{яд}+Q_{пр}+Q_{мч}+Q_{лз})/Q_{ш}=q_{яд}+q_{пр}+q_{мч}+q_{лз}$.

Тоді продуктивність агрегата визначається за виразом

$$Q_{ИС}=Q_{Гл}E_o, \quad (9)$$

Одержані залежності дозволяють встановити інтенсивності:

-вихідних потоків лузги - $Q_{ЛЗ}=Q_{Гл}E_oB_{лз}$ та готової продукції - $Q_{МС}+Q_{ЖМ}=QE_oB_{яд}$; -рециркулюючого потоку необрушу - $Q_{Рц}=Q_{Гл}-Q_{ИС}=Q_{ИС}(1-E_o)/E_o$.

Відомі інтенсивності потоків дозволяють розрахувати і необхідні продуктивності устаткування, здатні забезпечити як виконання конкретних обробних операцій, так і продуктивності агрегатної установки в цілому $Q_{ИС}$

$$Q_{ИС}=Q_1=Q_2=Q_3=Q_4=Q_5=Q_6=Q_7=Q_{ИС}; \quad (10)$$

$$Q_{Гл}=Q_8=Q_9=Q_{10}=Q_{14}=Q_{15}=Q_{ИС}/E_o; \quad (11)$$

$$Q_{Рц}=Q_{ИС}(1-E_o)/E_o; \quad (12)$$

$$Q_{ЛЗ}=Q_{11}=Q_{12}=Q_{13}=Q_{ИС}E_oB_{лз}; \quad (13)$$

$$Q_{MC}+Q_{ЖМ}=Q_{16}+Q_{15}=Q_{17}=Q_{18}=Q_{ИС}E_oB_{яд}. \quad (14)$$

Проведені теоретичні розрахунки (табл.1) інтенсивностей потоків при різних ефективностях операції обрушування можуть бути використані для аналізу залежностей продуктивностей окремих елементів та блоків агрегатної установки і застосовані при виконанні їх проектних розробок.

Таблиця 1. Залежність інтенсивностей потоків продуктів обробки від ефективності операції обрушування насіння (з вмістом оболонки $B_o=0,3$ та ядра $B_{яд}=0,7$) на агрегатній установці одиничної продуктивності ($Q_{ИС}=1$)

Показники	$E_o=0,$	$E_o=0$	$E_o=0$	$E_o=0,$	$E_o=0,$	$E_o=0,$	$E_o=0,$	$E_o=0,$
$Q_{ИС}$	1	1	1	1	1	1	1	1
$Q_{Гл}$	10	5	3,33	2,5	2	1,67	1,43	1,25
$Q_{Рц}$	9	4	2,33	1,5	1	0,67	0,43	0,25
$Q_{ЛЗ}$	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24
$Q_{MC}+Q_{ЖМ}$	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,79	0,76

Висновки. Аналіз одержаних результатів показує необхідність урахування інтенсивностей потоків для призначення фактичних продуктивностей окремих елементів та блоків для комплектації відповідних гілок технологічного процесу виробництва олії на агрегатному устаткуванні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Оре О. Графы и их применение. - М.: Мир, 1965.- 174 с.
2. Мелихов А.Н. Применение графов для проектирования дискретных устройств /А.Н. Мелихов, Л.С. Берштейн, В.М. Курейчук . - М.: Наука, 1974.- 303 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ДЛЯ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА КОМПАКТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА

Осадчук П. И.

Ключевые слова: гидратация, ультразвук, электромагнитное поле, фосфатиды, растительное масло, напряженность поля, частота колебаний.

Резюме

Известны рекомендации по использованию теории графов, которые позволяют установить функциональные взаимосвязи между технологической топологией и количественными характеристиками функционирования системы в виде материальных нагрузок. Рассмотрены анализ схем технологических процессов производства растительного масла с ее помощью и проведена обработка полученных результатов.

GRAPH THEORY ANALYSIS AND SYNTHESIS OF COMPACT TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF SUNFLOWER OIL IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

Osadchyk P.I.

Key words: hydratation, ultrasound, elektromagnitne the field, phosphatides, vegetable oil, field tension, frequency of vibrations.

Summary

There are recommendations on the use of graph theory yaks can establish functional relationships between topology technological and quantitative characteristics of the system in the form of physical exertion. Considered analysis scheme of production of vegetable oil through it and done processing the results.