

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ОЛІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

Бандура В. М., к.т.н., професор¹, Маренченко О. І.², аспірант, Пилипенко Є. О.², магістрант

¹Вінницький національний аграрний університет,

²Одеська національна академія харчових технологій

ENERGY MONITORING OF VEGETABLE OIL PRODUCTION

Bandura V. M., PhD, professor¹, Marenchenko O. I.², postgrad. stud., Pylypenko Ie. O.², master-stud.

¹ Vinnytsia national agrarian university, ²Odessa national academy of food technologies

Copyright © 2017 by author and the journal "Scientific Works".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Анотація. Розглянуто олійне виробництво за ієрархічною технологічною схемою за рівнями: «підприємство – цехи – технологічні лінії – обладнання». Методами енергетичного аудиту визначено щомісячні показники потужності виробництва, витрати теплової та електричної енергії, витрати питної та технічної води. Визначено питомі витрати ресурсів, проведено їх порівняння із регламентом. За даними аудиту визначено теплові баланси та побудовано карту втрат теплоти. Запропоновано комплекс енергоефективних проектів та низку інноваційних проектів, які спроможні суттєво удосконалити олійні технології

Abstract. The oil production is considered for 4 levels according to the hierarchical technological scheme. At the first level, the enterprise generally, the second – shops, the third – technological lines, the fourth separate objects of equipment. At the first level the vegetable oil production system is considered as two subsystems: the block is the production of pressed oil and oil extraction production. The first subsystem combines modules consisting of a complex of technological stages, in which mechanical and wet-exchange processes are carried out in the system of moisture-oil material. The second block - includes a number of modules consisting of a set of technological stages, in which diffusion heat-mass-exchange processes occur in the media, oil-solvent-material, local gas phase and shrot-gas phase.

At the first stage, an energy audit was conducted for the company as a whole. Tasks of the research - to determine the specific costs of energy resources and water in the oil company. The methods of energy management are the monthly indicators of production capacity, heat and electricity consumption, and the consumption of drinking and technical water. Determined specific costs of resources, their comparison with the regulations. According to the audit, the heat balance was drawn up and a heat loss card was constructed. Capacities and potentials of heat fluxes are determined. On the basis of analysis of energy audit data, a complex of energy-efficient projects for the utilization of heat and raw material losses was proposed.

Projects are classified in the following directions: organizational and technical, implementation of heat utilization systems, increase of thermal isolation, use of heat of pumping systems for the transformation of thermal emissions. Separately, a number of innovative projects that envisage the implementation of modern principles of targeted energy delivery to the elements of oilseeds are considered. Proposals for the use of electromagnetic energy sources in drying and extraction technologies are proposed. Possibilities of thermosiphon systems of complex utilization of thermal emissions are considered. The technical solutions of the wide use of agricultural waste from production waste for heating purposes and drying technologies are offered. Implementation of innovative projects will yield results that can significantly improve the oil heating technology.

Ключові слова. Олійне виробництво, енергетичний аудит, енергоефективність, інноваційні проекти.

Keywords. Oil production, energy audit, energy efficiency, innovation projects.

Вступ. Виробництво рослинної олії, здійснюване за схемою форпресування- екстракція, представляє складну багаторівневу систему, об'єктом переробки якої є олійна сировина. Аналіз науково-технічних джерел [1 - 2] дозволяє вважати виробництво рослинної олії великою, складною та ієрархічною технологічною системою, що складається з комплексу підсистем: ліній, установок, машин та апаратів, об'єднаних загальною функцією мети - отримання олії і шроту з олійного насіння. Дане виробництво характеризується високим рівнем ресурсних витрат і значними викидами теплоти, газових і водних стоків в навколишнє середовище, що визначає необхідність енергетичного аудиту.

Аналіз проблеми та формулювання гіпотез. Моделювання технологічних комплексів олійного виробництва проводилось за рівнями їх ієрархії. По-перше, вони проводилися в рамках тієї чи іншої підсистеми з урахуванням її функціонального призначення. По-друге, послідовність системних процедур ґрунтувалася на

принципі низхідної ієрархії аналізу і висхідної ієрархії синтезу у вирішенні поставлених завдань. По-третє, схема дослідження базувалася на послідовному просуванні по всьому комплексу взаємопов'язаних етапів, прямих і зворотних зв'язків між ними з їх енерготехнологічною оцінкою для виявлення потенційних джерел теплової енергії, яку можна утилізувати в технологічних процесах. По-четверте, єдність методологічного підходу і його ефективність на кожному етапі дослідження базувалися на розробці на цій основі конкретних технічних рішень для кожної стадії і визначення перспективних напрямів майбутніх досліджень. Інструментом аналізу була методологія енергетичного менеджменту.

Формується гіпотеза, що проведення системного аналізу методами енергетичного менеджменту дозволить визначити на основі теплових балансів карту теплових викидів, на базі якої розробити обґрунтовані проекти з підвищення ефективності використати енергії в олійних технологіях.

Енергетичний аудит підприємства. На першому рівні ієрархії розглядалось підприємство, на другому ключові технологічні цехи – виробництва пресової олії (ВПО) і олійно – екстракційне виробництво (ОЕВ). До третього рівня віднесено технологічні лінії: підготовки олійного насіння до відтикання (ПНВ); віджиму олії (ВО); підготовки сировини до екстрагування (ПСЕ); екстрагування олії (ЕО); регенерації розчинника (РР); відгину розчинника з шроту ВРШ.

Як об'єкт дослідження систему виробництва рослинної олії, що функціонує за схемою форпресування-екстракція, доцільно розчленувати на дві основні підсистеми - блоки 1 і 2 (рис.1). Перший блок – виробництво пресової олії (ВПО) – об'єднує кілька модулів, що складаються з комплексу технологічних етапів, в яких здійснюються механічні і вологообмінні процеси в системі волога-олійний матеріал. Другий блок – олієекстракційне виробництво (ОЕВ) – включає ряд модулів, що складаються із сукупності технологічних стадій, в яких протікають дифузійні тепломасообмінні процеси в середовищах олійний матеріал-розчинник, місцелагазова фаза і шрот-газова фаза.

Розглянемо структуру виробництва рослинної олії, що складається з двох підсистем – блоків ВПО і ОЕВ. Для цього обмежимо блоки умовною контрольною поверхнею у вигляді пунктирної лінії, яка відокремлює їх від зовнішнього середовища (рисунок 1).

Тоді можна виділити зовнішні вхідні та вихідні зв'язки, що забезпечують обмін речовини аналізованої системи із зовнішнім середовищем, які можуть бути основними та допоміжними, а також енергетичні та внутрішні зв'язки – міжблочні. Слід зазначити, що всі наведені основні та допоміжні зв'язки виконують аналогічні функції і в розглянутих нижче структурах відповідних рівнів ієрархії. Як видно з рис. 1 в навколишнє середовище викидається два потужних потоки – теплота з повітрям після охолодження макухи та стічні води. Енергетичний моніторинг проведено по об'єктах олійного виробництва, послідовно, у відповідності їх ієрархічного рівня.

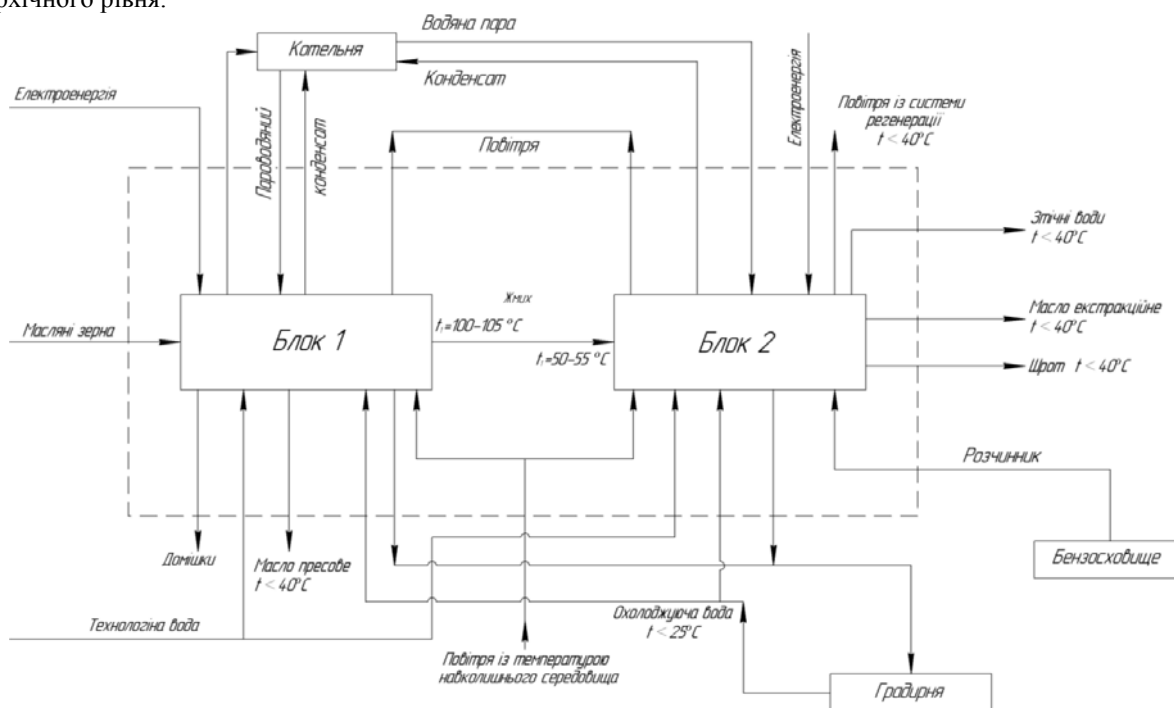


Рис. 1. Блочна структура виробництва рослинної олії.

Дослідження проводились на типовому оліє переробному підприємстві. Завдання аудиту було визначити питомі витрати ресурсів при виробництві олії з рапсу. По - перше, за звітною документацією побудовано помісячна продуктивність виробництва (рис.2) та витрати теплової енергії (рис.3).

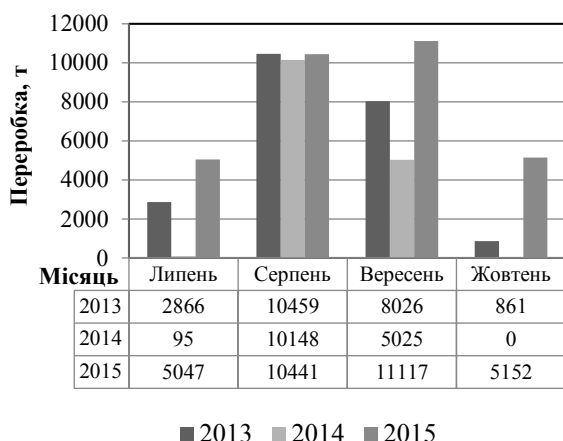


Рис. 2. Щомісячна продуктивність виробництва.

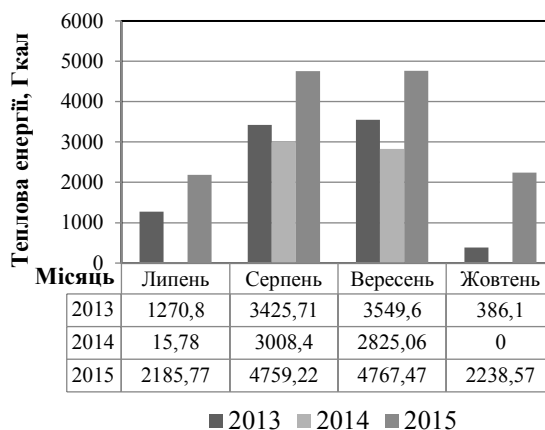


Рис. 3. Щомісячні витрати теплової енергії.

Ключовими параметрами, що характеризують енергетичну ефективність виробництва вважаються [3] показники питомих витрат теплової енергії. Тому проведено розрахунки параметра j та порівняння їх із регламентом (рис.4).

Данні енергетичного аудиту (рис.4) свідчать, що виробництво має суттєві резерви підвищення енергетичної ефективності навіть якщо щомісячно тільки притримуватись регламенту. Важливий вплив на витрати енергетичних ресурсів має завантаження підприємства сировиною, тобто функціонування обладнання при високих ККД. Тому зроблено розрахунки і визначено, чи є залежність j від потужності виробництва (рис.5).

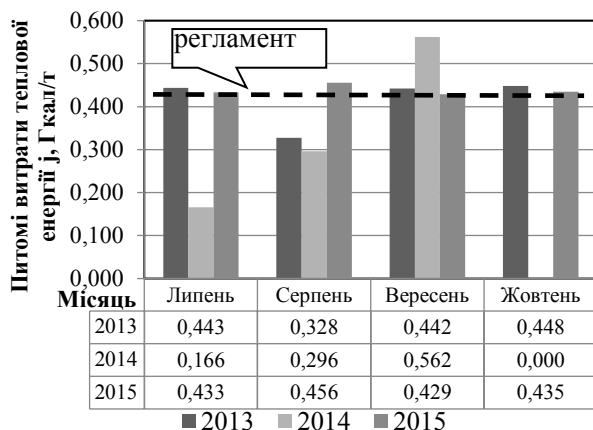


Рис. 4. Щомісячні питомі витрати теплової енергії.

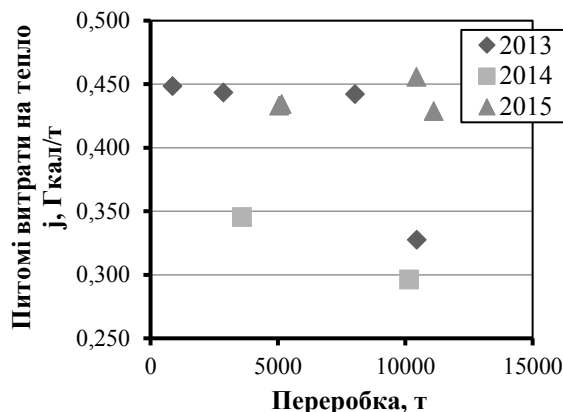


Рис. 5. Залежність j від потужності виробництва.

Аналіз роботи підприємства (рис.5) свідчить, що стабільні питомі показники по тепловій енергоємності досягнуто в 2013 та 2015 роках. В основному, ці показники дорівнювали регламенту. Але, є деяка тенденція зменшення j при зростанні потужності виробництва.

Аналогічні досліді проведено для споживання електричної енергії (рис.6,7). Як правило, питомі витрати електричної енергії не перевищують регламенту (рис.7). Обробка даних енергетичного аудиту дозволяє зробити висновок, що при досить нестабільних показниках питомих витрат електроенергії є тенденція зменшення цього параметру при зростанні потужності виробництва. Проведено дослідження витрат питної та технічної води, визначено залежність питомих витрат води від потужності виробництва. Визначено, що є проблеми при контролі використання водних ресурсів. Скорочення витрат води приведе не тільки до економії коштів, але й до зменшення навантаження на довкілля, в зв'язку зі зменшенням витрат стоків.

На основі обробки результатів енергетичного аудиту проведено визначення теплових балансів та карти теплових викидів на рівні основних технологічних цехів. На основі даних (табл.1) та схеми (рис.1) визначено пароконденсатні баланси, енергетичні баланси основних матеріальних потоків (олійний матеріал і пресо-

ва олія) і зовнішніх входних і вихідних допоміжних зв'язків – потоків повітря. Розрахунки проведені для олієекстракційного заводу з типовою продуктивністю по насінню соняшника 450 т/добу.

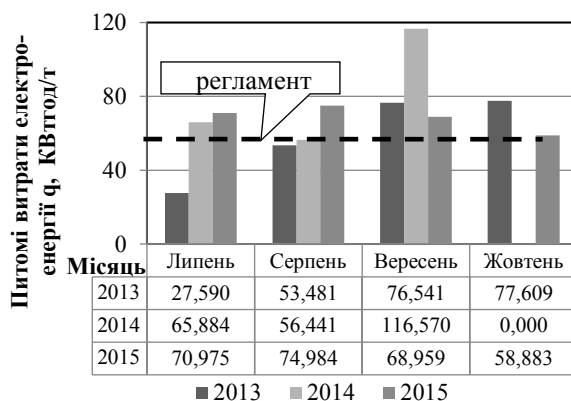
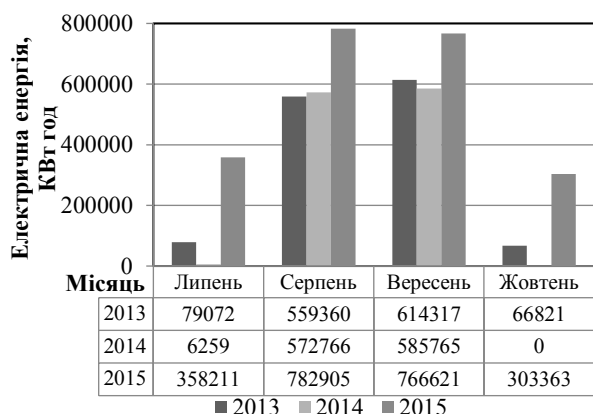


Рис. 6. Щомісячні витрати електричної енергії. Рис. 7. Щомісячні питомі витрати електричної енергії.

На рисунку 8 представлені результати аналізу системи волого-теплової обробки (ВТО) і віджиму олії (блок 1), що відповідають ділянці міжблочного зв'язку олійного матеріалу (крупка), яка піддається охолодженню навколишнім повітрям, і фрагмент модуля екстрагування блоку 2. Як видно з цих діаграм, розрахованих за технологічним і тепловим балансом зазначеного типового олієекстракційного заводу, теплота, що відноситься з повітрям при охолодженні жмиху, складає 205 кВт. Розрахунок за уточненими значеннями теплоти пароутворення розчинника з масляної місцели показує, що такої потенціальної кількості теплоти достатньо для випарювання 3000 кг/год розчинника з місцели. По суті отримано карту теплових викидів різних відпрацьованих теплоносіїв (рис.8,б) та значення не тільки потужності викидів, але й їх потенціалу (рис.8,а). Охолодження макухи завжди здійснюють від 100-105°C до 50-55°C. В результаті чого відбувається скидання теплової енергії, яка відводиться з повітрям в навколишнє середовище, що безумовно є тепловим забрудненням і вимагає відповідного рішення щодо його усунення.

Найпотужнішими споживачами теплової енергії є об'єкти другого блоку (рис.1). Тому виконано окремий аналіз об'єктів ОЕВ.

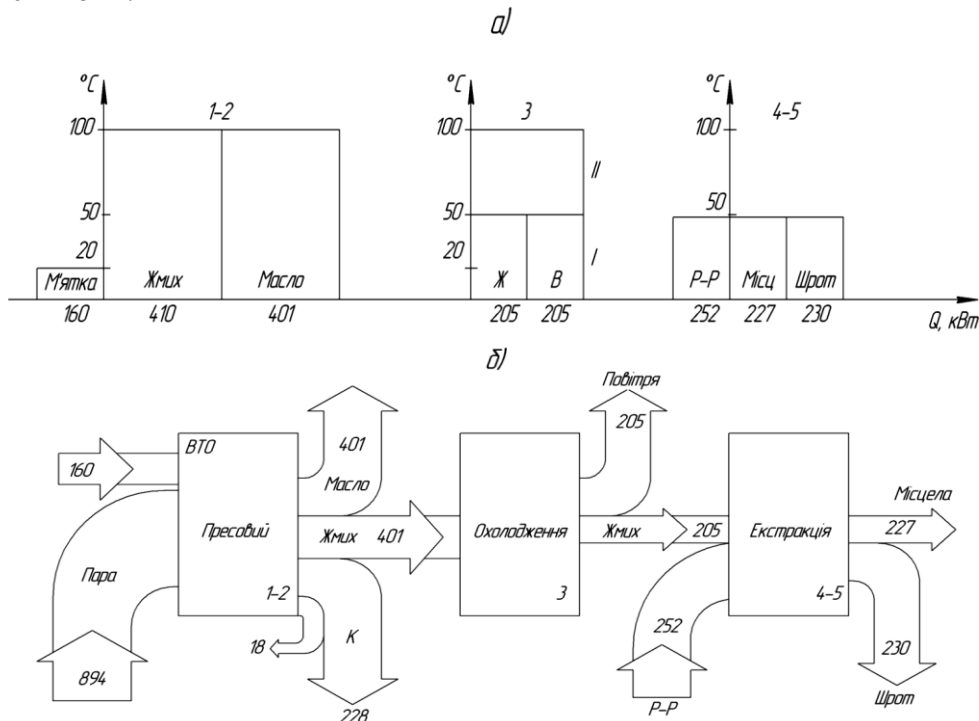


Рис. 8. Енергетичні баланси (а) і карта теплових викидів (б) відпрацьованих потоків.

База даних з енергетичного аудиту дозволяє розробляти проекти по підвищенню ефективності використання енергії на олійному виробництві.

Формування енергоефективних проектів. На основі проведеного аналізу пропонуються проекти підвищення енергетичної ефективності олійного виробництва. Проекти класифіковано по категоріям: ОТ – організаційно-технічні; ТУ – тепла утилізація; ТІ - тепла ізоляція; ТН – теплонасосна термотрансформація; ІТ – інноваційні енерготехнології (рис.9). Пріоритетними проектами на першому етапі мають бути організаційно-технічні. Вони не потребують матеріальних затрат та спроможні суттєво скоротити споживання енергетичних ресурсів. Тут резерви в узгодженні потужності котельні (К) із роботою технологічних цехів ВПО та ОЕВ, в забезпеченні функціонування обладнання при максимальних енергетичних ККД. ОТ- проекти мають формуватися та регулюватися центром енергетичного моніторингу (ЦЕМ), який необхідно створювати негайно. Світова практика [3] показує, що такі структури мають рентабельність до 500%. Утилізація теплоти має сенс на потоках олії (УТО), жмиху (УТЖ), конденсату водяної пари та повернення його в котельню (ПК), та для топкових газів самої котельні (К). Технічні рішення для цих проектів мають використовувати сучасні засоби теплопередачі, наприклад теплові труби. Для олійного виробництва характерна велика потужність низько потенційних потоків із потенціалом до 50 °С (рис.9).

Їх утилізація потребує систем теплової трансформації, теплових насосів. Так має бути використана енергія мезги (ТМ), шроту (ТШ), повітря та стічних вод (ТС). Теплову ізоляцію доцільно посилювати на огородженнях цехів, тепло потужних технологічних апаратах та в котельні. Конкретні проекти параметрів теплової ізоляції визначаються по результатах енергетичного аудиту та розрахунку економіки проектів. Всі сформульовані вище проекти базуються на досягнутому в світовій практиці рівні. Їх реалізація потребує впровадження кращої світової практики. Модернізація, технічне переоснащення технологій, рух у напрямку перевищення світового рівня потребує інноваційних науково-технічних рішень. Він може базуватися на прогресивних дослідженнях і досягненнях вітчизняних [3 - 5] наукових шкіл.

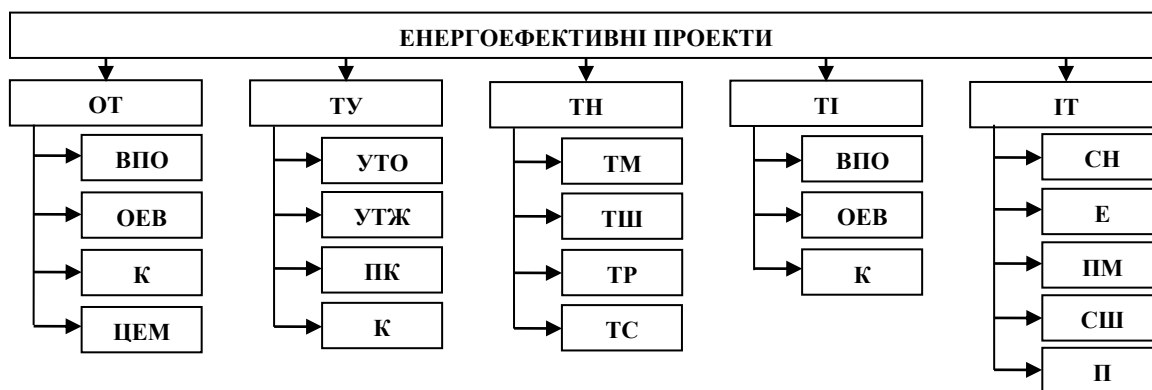


Рис. 9. Класифікація напрямків підвищення ефективності енерготехнологій олійного виробництва.

Сутність таких проектів наведено на рис. 10. Особливі перспективи можна очікувати від впровадження сучасних принципів ефективного підведення енергії, використання електромагнітних генераторів (ЕМГ). Генератори інфрачервоного діапазону (ІЧ) перспективні в сушарках насіння (СН), мезги (СМ) та шроту (СШ). Вони можуть використовуватись в сушарках різних конструкцій як допоміжні, чи як головні реєстри. Генератори мікрохвильового діапазону (МХ) мають стати базою для створення принципово нових апаратів для екстрагування олії (ЕО) та апаратів для поділення місцели (ПМ). Вирішувати завдання забезпечення підприємства енергетичними ресурсами можливо за рахунок альтернативних джерел енергії (АДЕ), паливних пелет (АП) із лузги соняшника. Виробництво таких агропелет можна здійснювати на лінії переробки лузги (ЛПЛ). В результаті підприємство може повністю замінити природний газ в системах опалення (СО) та в технології (рис.10).

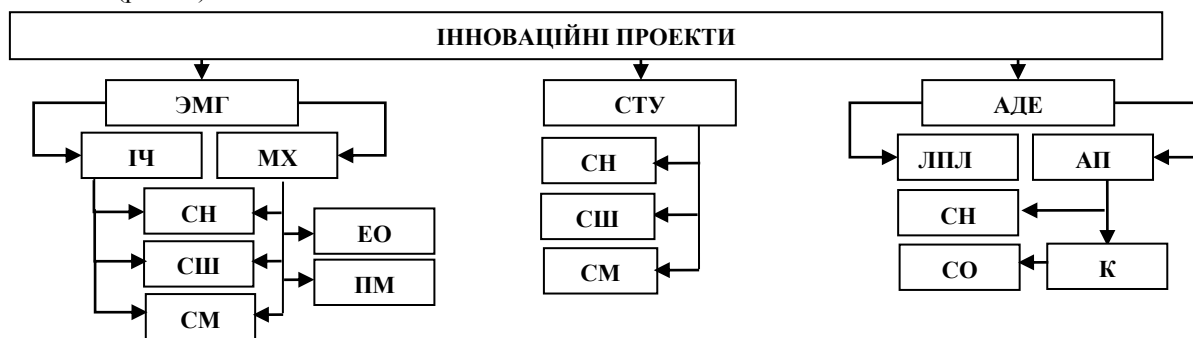


Рис. 10. Класифікація інноваційних проектів.

За результатами енергетичних досліджень методами енергетичного менеджменту [6] зроблено наступні висновки.

1. Суттєві резерви зниження витрат енергетичних ресурсів мають організаційно-технічні проекти. Вони вважаються проектами першого пріоритету, а для їх реалізації потрібно організація постійно діючого центру енергетичного моніторингу.

2. Другим етапом удосконалення теплотехнологій вважаються апробовані проекти по утилізації теплових викидів та посилення теплової ізоляції.

3. Третім етапом модернізації теплотехнологій є розробка та впровадження інноваційних проектів в технологіях сушіння, екстрагування та розділення місцели.

Запропоновані принципи інновацій добре зарекомендували себе в різних галузях техніки [6]. Прикладів використання їх в олійних технологіях в доступній літературі не знайдено. Тому впровадження інноваційних пропозицій потребує постановки комплексних наукових досліджень.

Література

1. Дідур В., Ткаченко О. Обґрунтування режимів сушіння насіння соняшнику вищих репродукцій у киплячому шарі // Пр. ТДАТА. – Мелітополь, 2005. Вип. 25. С. 114-123.
2. Малин Н. И. Энергосберегающая сушка зерна / Малин Н. И. – М. : Колос, 2004. – 238 с.
3. Бурдо О.Г., Пищевые наноэнерготехнологии. Херсон. 2013. 294 с.
4. Burdo O.G. Nanoscale effects in food-production technologies // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2005. Vol.78, Is. 1. P. 90-96.
5. Бурдо О.Г., Терзиев С.Г., Бандура В.Н. Принципы направленного энергетического действия в пищевых нанотехнологиях // Научный информационно-аналитический инженерный журнал «Problemele energetici regionale (Проблемы региональной энергетики)». 2015. №1 (27), С.79-85.
6. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств. Одесса: Полиграф, 2008. 244 с.

References

1. Didur V., Tkachenko O. (2005). Obgruntuvannya rezhimiv sushinnya nasinnya sonyashniku vischih reproduktiv u kipyachomu shari, Pr.TDATA – Melltopol, 25, 114-123.
2. Malin N. I. (2004) Energoberegayuschaya sushka zerna, Moskow: Kolos, 238 s.
3. Burdo O.G. (2013) Pischevyie nanoenergotehnologii, Herson: Grin, 294s.
4. Burdo O.G. (2005) Nanoscale effects in food-production technologies, J. of Eng. Phys.and Thermophys, 78(1), 90-96.
5. Burdo O.G., Terziev S.G., Bandura V.N.Burdo O.G. (2015) Printsipyi napravlennogo energeticheskogo deystviya v pischevyih nanotehnologiyah, «Problemele energetici regionale (Problemyi regionalnoy energetiki)» Kishinev, 1 (27), 79-85.
6. Burdo O.G. (2008) Energeticheskiy monitoring pischevyih proizvodstv, Odessa: Poligraf, 244s.

УДК 664.723.047.59

ИННОВАЦИОННОЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТЕПЛОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОДОВ

Безбах И. В., к.т.н., доцент, Кепин Н. И., к.т.н., доцент
Одесская национальная академия пищевых технологий

INNOVATIVE ENERGY-EFFICIENT EQUIPMENT FOR HEAT AND MECHANICAL PROCESSING OF FRUITS

Bezbakh I.V. Ph. D., Kepin N. I. Ph. D.
Odessa National Academy of Food Technologies

Copyright © 2017 by author and the journal “Scientific Works”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Аннотация. Рассмотрены недостатки оборудования для механической и термомеханической обработки пищевых продуктов. Предлагаются пути решения энергетических проблем в технологиях термообработки пищевых жидкостей, сушки дисперсных продуктов, разделения плодов косточковых культур. Представлены конструкции сушилок и аппаратов для термообработки на базе вращающихся термосифонов. Приведены результаты экспериментальных исследований процессов сушки, термообработки пищевых продуктов в аппаратах с вращающимися термосифонами. Предлагаются модели в числах подобия, для расчета процессов тепло-массопереноса при термообработке и сушке пищевых продуктов в перечисленных аппаратах. Дано описание машины роторного типа для разделения плодов косточковых культур. Обоснована экономическая эффективность предлагаемого направления первичной переработки косточко-