

АНАЛИЗ СТАНДАРТНОЙ И ИНОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

П. И. Осадчук¹, К. А. Шейда Голбад¹, Т. А. Ревенюк¹, Д. А. Домуши²,
Ю. И. Енакиев³

¹Одесская национальная академия пищевых технологий (Одесса, Украина)

²Одесский государственный аграрный университет (Одесса, Украина)

³Институт по почвоведению, агротехнологии и защита на растенията
"Никола Пушкиров" (София, Болгария)

e-mail: petrosadchuk@ukr.net, d.domuschi@ukr.net, yenakiev@yahoo.co.uk

Резюме

В данной статье проведен системный анализ энергоемких технологий очистки растительных масел. Проанализирована эффективность использования энергии первичного топлива органического происхождения. Представлены сравнения показателей энергоэффективности традиционных и инновационной технологии очистки растительных масел. Установлено, что инновационная технология требует расхода топлива на 6% меньше.

Ключевые слова: гидратация, фильтрация, растительное масло, электрическое поле, ультразвуковое поле.

ANALYSIS OF STANDARD AND INNOVATIVE ENERGY TECHNOLOGIES FOR PURIFICATION OF VEGETABLE OILS

P. I. Osadchuk¹, K. A. Sheyda Golbad¹, T. A. Revenyuk¹, D. A. Domushchi²,
Y. I. Enakiev³

¹Odesa National Academy of Food Technologies (Odesa, Ukraine)

²Odesa State Agrarian University (Odesa, Ukraine)

³Nikola Poushkarov Institute of soil science, agrotechnologies and plant protection
(Sofia, Bulgaria)

Resume

This article analyzes the quality of vegetable oils and their energy-intensive refining process. The hypotheses on which the innovative project for vegetable oil purification technologies is based are presented. A scheme for the purification of vegetable oils by physical methods is presented, which includes ultrasonic and electromagnetic equipment. The main differences between the innovative proposed idea and traditional methods for the purification of vegetable oils are discussed.

Key words: hydration, filtration, vegetable oil, electric field, ultrasonic field.

Введение

В энергетическом балансе экономики агропромышленный сектор занимает лидирующие позиции при крайне низкой эффективности использования ресурсов. Одним из энергоемких процессов в пищевой и перерабатывающей индустрии есть технологии очистки полученных растительных масел. Именно процесс удаления

сопутствующих веществ из масел растительного происхождения в значительной степени определяет, как качество готового продукта, так и затраты на энергетические ресурсы (Harutyunyan et al., 2004).

Актуальность

Для получения рафинированного растительного масла необходимо провести ряд технологических операций на соответствующем оборудовании. Наиболее распространенная схема состоит из первичной и вторичной очистки, которая в свою очередь, включает в себя операции: фильтрование, центрифугирование, гидратации, нейтрализации, дезодорации и отбеливания. Из-за сложности данного процесса и использования большого количества оборудования, в современных условиях, возникает проблема по снижению энергетических затрат поскольку материальные затраты на приобретение и производство энергоносителей увеличиваются с каждым годом. В условиях стабильного роста цен на энергоносители, в условиях энергетического кризиса эта проблема является актуальной.

Анализ литературных источников

Серьезный анализ энергоэкологических проблем в индустриально развитых странах проводится регулярно, собираются и систематизируются данные как об отдельных промышленных объектах, так и о состоянии окружающей среды в целом. В результате энергетических исследований сделан вывод, что совершенствование энерготехнологий очистки растительных масел связаны, в первую очередь, с сокращением этапов очистки. При этом в исследованиях кинетики удаления сопутствующих веществ в процессах: гидратации, нейтрализации, дезодорации, отбеливания и моделирование этих процессов, проблемы энергетических затрат процесса очистки, особенно для инновационных технологий, исследуются редко.

Цель исследований

Целью исследования является анализ энергетических затрат стандартных технологий очистки растительных масел и предлагаемой инновационной технологии на основе электрофизических интенсификаторов.

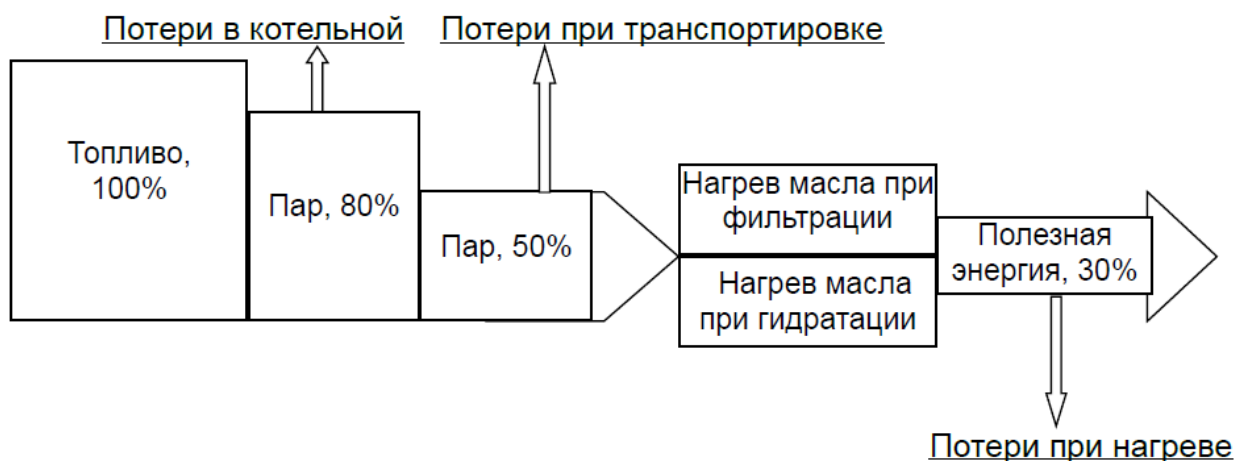
Результаты экспериментальных исследований

Среди факторов, формирующих качество растительных масел, различают сырье и технологию производства. Показатели качества одноименных масел тесно связаны со степенью их очистки. При оценке качества растительного масла по физико-химическим показателям наиболее важными являются: цветное число, кислотное число, массовая доля влаги и летучих веществ, массовая доля фосфорсодержащих веществ (Shirokova et al., 2007). Органолептические показатели значимы при определении типа и сырьевой принадлежности растительных масел, физические – при идентификации растительных масел, выявляют показатель преломления, вязкость, температуру застывания (Osadchuk et al., 2013).

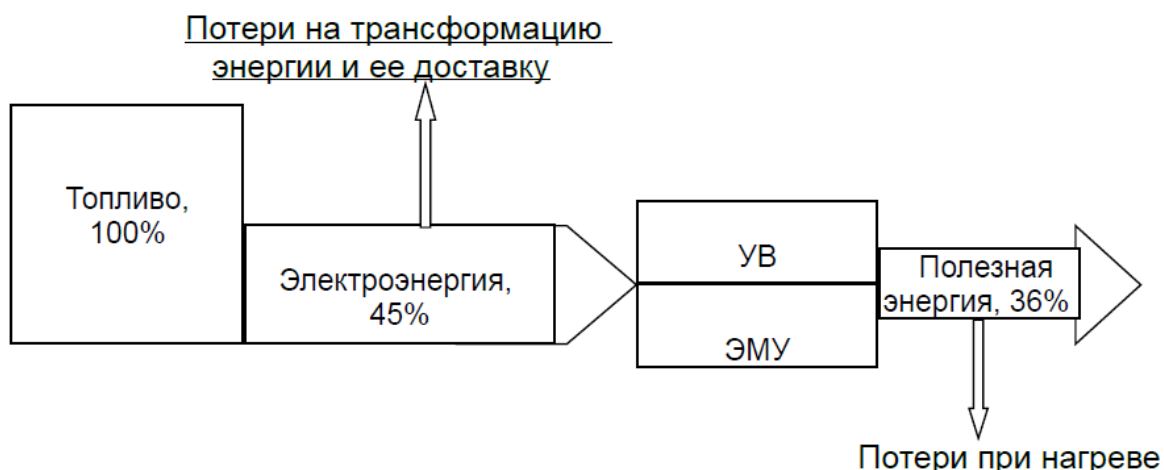
Исследования проводились на основе известных методов аналитического менеджмента. Такие положения справедливы для большинства пищевых производств. Однако при производстве, растительных масел, а именно проведение процессов их очистки, используются энергоемкие операции, которые вносят различия в энергетический баланс (Golykh et al., 2011). Кроме того, при энергетических исследованиях таких производств возникает серьезная проблема выявить конкретное влияние каждой технологии очистки в общем балансе. Разработка таких инновационных проектов требует системного анализа всех элементов конверсии энергии в технологии (Abbasi et al., 2016).

Инновационные технологии, как правило, не используются в связи с высокой конструктивной сложностью и трудностью эксплуатации, или низкой производительностью (Chen, 2004). Традиционные технологии очистки растительных масел столкнулись с серьезными противоречиями. Задача исследования, высоких значений коэффициентов удаления сопутствующих веществ решается путем использования химических реагентов и увеличением расходов энергоносителей. Однако, увеличение расходов химических соединений приводит к пропорциональному росту затрат энергии на их удаление, что негативно влияет на себестоимость продукции (Осадчук and Vezbakh, 2021).

В соответствии с выдвинутой гипотезой методология энергетического менеджмента основана на системном анализе всей технологической цепочки «источник энергии – его трансформации в соответствующий вид энергии – распределительная цепь – оборудование». Рассмотрим традиционную схему для очистки масел с таких позиций, когда после фильтрования проводят процесс гидратации. Инновационное оборудование (ультразвуковая установка с фильтром, электромагнитный аппарат с гидрататором) используют электрическую энергию, а традиционные оборудования для фильтрации и гидратации – другие виды энергии. Предложенная методология позволяет провести объективное сравнение для этих схем. Анализ сводится к эффективности использования энергии первичного топлива органического происхождения. Расходы топлива приняты равными 100%. Подробно конверсия энергии топлива в элементах установок объясняется схемами (фиг. 1, 2).



Фиг. 1. Конверсия энергии в традиционной технологии очистки масла



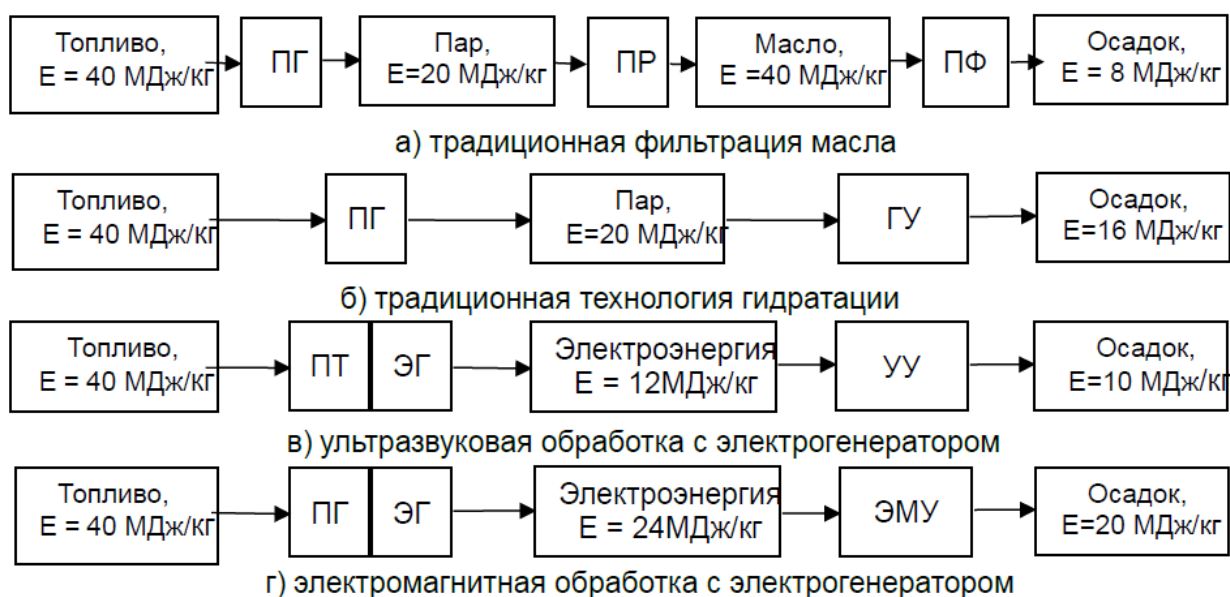
Фиг. 2. Конверсия энергии в инновационной технологии очистки масел

В схеме (фиг. 1) анализируется вариант, когда температура нагрева масла при фильтрации и гидратации одинаковы. В этом случае инновационная технология требует расхода топлива на 6% меньше (фиг. 2). При увеличении температуры нагрева (что характерно для практических задач), эффективность ультразвуковой и электромагнитной установок будет расти. Как правило, главным приоритетом является максимальное сохранение в готовом продукте пищевого потенциала сырья. В этом случае, традиционное оборудование не может конкурировать с предложенной схемой ультразвуковой и электромагнитной обработки.

Предлагаем оперировать в расчетах базовыми характеристиками источника энергии, например, топлива с теплотой сгорания 40 МДж/кг. На этой основе проведена оценка эффективности использования энергии в традиционных технологиях очистки масла и предложенных методов с использованием ультразвуковых и электромагнитных полей.

Результаты анализа приведены на фигуре 3, где приняты следующие обозначения:

- ПГ – парогенератор;
- ПР – паровая рубашка;
- ПФ – пресс-фильтр;
- ГУ – гидратационная установка;
- ПТ – паровая турбина;
- ЭГ – электрогенератор;
- УУ – ультразвуковая установка;
- ЭМУ – электромагнитная установка.



*Все параметры приведены в 1кг топлива.

Рис. 3. Конверсия энергии в технологиях очистки масла.

В расчетах принято: энергетический КПД преобразования топлива в электроэнергию на паротурбинных электростанциях 32%, а на газотурбинных 60%; КПД преобразования электрической энергии в ультразвуковых и электромагнитных камерах 75%.

Сравнение показателей энергоэффективности традиционных и предложенной технологии очистки растительных масел приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение показателей энергоэффективности традиционных и инновационной технологии очистки растительных масел

Энерготехнология	КУЭ, МДж/кг масло	J, МДж/кг н.э.	d _o , кг о/кг н.э.
Традиционная фильтрация	1,5 – 2	1,5 – 5	2 – 5
Фильтрация с использованием УЗ	0,7 – 0,9	3,5 – 5,5	6 – 8
Традиционная гидратация	1,2	3 – 8	3 – 6
Гидратация с ЭМП	0,8	3,5 – 5,5	3,5 – 7,5

*где, d_o = кг удаленного осадка/кг нефтяного эквивалента.

Значение d_o = 8 кг о/кг н. э. в настоящее время достигнуто при испытаниях фильтрационных аппаратов с УЗ. Визуально отмечено, что в кавитационной камере после обработки ультразвуковым полем создается «туманообразные» соединения (Osadchuk et al., 2020). Аппарат реализует процесс кавитации, это значительно снижает затраты энергии на нагрев продукта.

Можно достичь значительно больших значений d_o при четком согласовании мощности УЗ генераторов с характеристиками растительных масел. Проведенные оценки свидетельствуют о энергетическом и экономическом преимуществе предложенных аппаратов. Конечно, капитальные затраты на проектирование и изготовление таких аппаратов окажутся выше, чем у традиционных конструкций и требуют отдельных расчетов.

Заключение

1. Проведен системный анализ энергоемких технологий очистки растительных масел в ходе, которого выявлено, что традиционные технологии очистки растительных масел сталкиваются с серьезными противоречиями.

2. Проведен анализ эффективности использования энергии первичного топлива органического происхождения. Установлено, что инновационная технология требует расхода топлива на 6% меньше. При увеличении температуры нагрева (что характерно для практических задач), эффективность ультразвуковой и электромагнитной установок будет расти.

3. Представлены сравнения показателей энергоэффективности традиционных и инновационной технологии очистки растительных масел. Проведенные оценки свидетельствуют о энергетическом и экономическом преимуществах предложенных аппаратов.

Литература

- Abbasi, R., M. Ghavami, M. Gharachorloo, H. Mahmood-Fashandi. 2016. The effect of ultrasonic waves in bleaching of olive and sunflower oils and comparison with conventional bleaching. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1(112), 25-34.
- Chen. G. 2004. Electrochemical technologies in wastewater treatment. *Separation and Purification Technology*. № 38. 11-41.

- Golykh, R. N., V. N. Khmelev, S. S. Khmelev, R. V. Barsukov. 2011. Method for Calculation of Optimum Intensity of Cavitation Influence on Viscous and Fine-dispersed Liquid Media. *International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices. EDM'2011. Conference Proceedings*. Novosibirsk, NSTU, 245-250.
- Harutyunyan, N. S., E. P. Kornena, E. A. Nesterova. 2004. Refining oils and fats. Theoretical foundations, practice, technology, equipment. GIORD, 288.
- Osadchuk, P. I. 2020. Hydration of rapeseed oil using an electromagnetic field. *Proceeding book. IV-th International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress*, 488-494.
- Osadchuk, P. I., D. P. Domuschi, Y. I. Enakiev, S. N. Peretiaka, A. P. Lipin. 2020. Study of the effect of ultrasonic field in purifying sunflower oil. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (№2) 2020, 486-491.
- Osadchuk, P. I., I. V. Bezbakh. 2021. Engineering methods for calculating the hydration process during oil treatment with electromagnetic waves. *Collection of scientific papers, ONAKHT*. Issue 1, Volume 85. Odesa, Ukraine. 49-55.
- Shirokova, V. D., D. A. Babeykenoi, N. S. Selivanova, N. V. Magly. 2007. Fats and oils. Production, composition and properties, application. 752.