

## АНАЛИЗ СТАНДАРТНЫХ И ИНОВАЦИОННЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

П. И. Осадчук<sup>1</sup>, О. Г. Бурдо<sup>1</sup>, А. В. Зыков<sup>1</sup>, Д. А. Домуши<sup>2</sup>,  
Ю. И. Енакиев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина

<sup>2</sup>Одесский Государственный Аграрный Университет, Украина

<sup>3</sup>Институт по почвознанию, агротехнологии и защита на растенията  
"Никола Пушкаров", ССА, София, Болгария  
petrosadchuk@ukr.net

### 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. Osadchuk<sup>1</sup>, O. G. Burdo<sup>1</sup>, A. V. Zikov<sup>1</sup>, D. A. Domushchi<sup>2</sup>,  
Y. I. Enakiev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Odesa National Academy of Food Technologies, Ukraine

<sup>2</sup>Odesa State Agrarian University, Ukraine

<sup>3</sup>Nikola Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection,  
Agricultural Academy, Sofia, Bulgaria  
petrosadchuk@ukr.net

### Abstract

This article provides a systematic analysis of energy-intensive technologies for the purification of vegetable oils. The efficiency of energy use of primary fuel of organic origin is analyzed. Comparisons of energy efficiency indicators of traditional and innovative technologies for the purification of vegetable oils are presented. It was found that the innovative technology requires 6% less fuel consumption.

**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 (Арутюнян, 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: фильтрацию, 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**

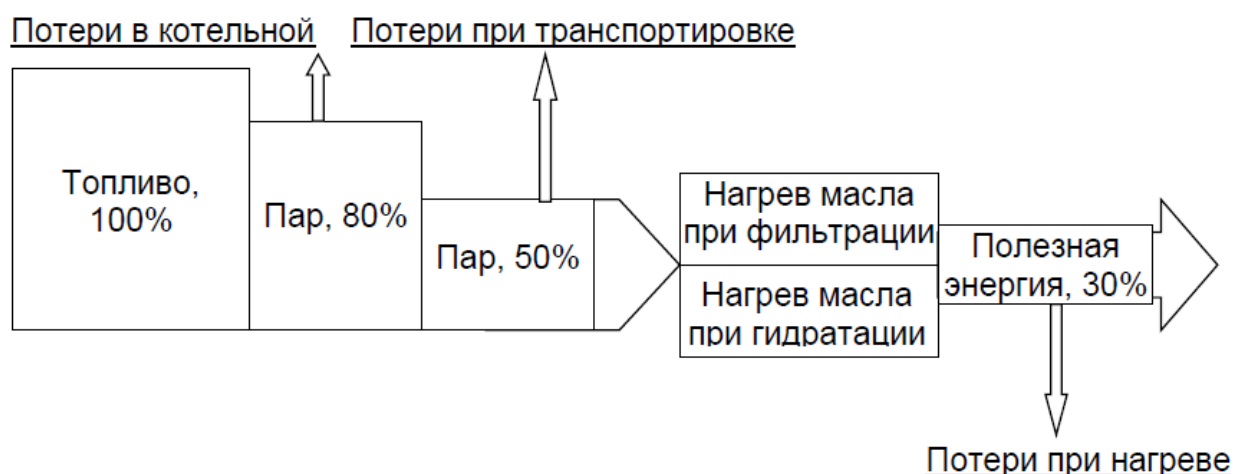
Среди факторов, формирующих качество растительных масел, различают сырье и технологию производства. Показатели качества одноименных масел тесно связаны со степенью их очистки. При оценке качества растительного масла по физико-химическим показателям наиболее важными являются: цветочное число, кислотное число, массовая доля влаги и летучих веществ, массовая доля фосфорсодержащих веществ (Широкова, 2007). Органолептические показатели значимы при определении типа и сырьевой принадлежности растительных масел, физические – при идентификации растительных масел, выявляют показатель преломления, вязкость, температуру застывания (Osadchuk, 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, 2011). Кроме того, при энергетических исследованиях таких производств возникает серьезная проблема выявить конкретное влияние каждой технологии очистки в общем балансе. Разработка таких

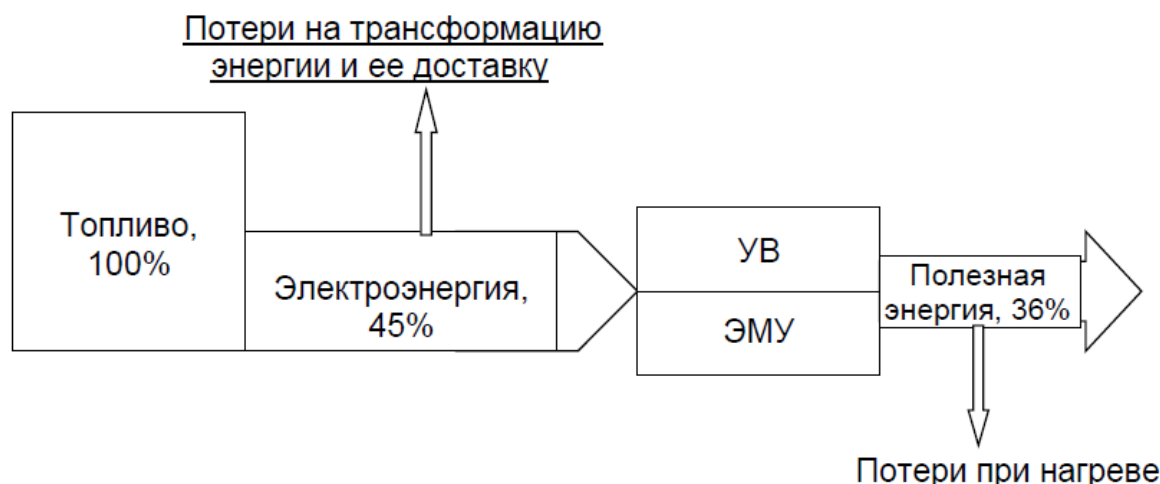
инновационных проектов требует системного анализа всех элементов конверсии энергии в технологии (Abbasi, 2016).

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, 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 (рис. 1, 2).



**Рис. 1.** Конверсия энергии в традиционной технологии очистки масла



**Рис. 2.** Конверсия энергии в инновационной технологии очистки масел

В схеме (рис. 1) анализируется вариант, когда температура нагрева масла при фильтрации и гидратации одинаковы. В этом случае инновационная технология требует расхода топлива на 6% меньше (рис 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 рисунке 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 <sub>0</sub> , кг о/кг н.э.
Традиционная фильтрация	1,5 – 2	1,5 – 5	2 – 5
Фильтрация з 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<sub>0</sub> = кг удаленного осадка/кг нефтяного эквивалента.

Значение d<sub>0</sub> = 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, 2020). Аппарат реализует процесс кавитации, это значительно снижает затраты энергии на нагрев продукта.

Можно достичь значительно больших значений d<sub>0</sub> 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**

Арутюнян Н. С., Е. П. Корнена, Е. А. Нестерова. 2004. Рафинация масел и жиров. Теоретические основы, практика, технология, оборудование. СПб. ГИОРД, 288 с.

Осадчук П. І., І. В. Безбах. 2021. Інженерні методи розрахунку процесу гідратації при обробці олії електромагнітними хвилями. Збірник наукових праць, ОНАХТ. Випуск 1, том 85. Одеса, 49-55.

Широкова, В. Д., Д. А. Бабейкеной, Н. С. Селивановой, Н. В. Маглы. 2007. Жири и масла. Производство, состав и свойства, применение. О/Брайен: пер. с англ. 2-го изд. СПб: Профессия, 752 с.

Abbasi, R., Ghavami, M., Gharachorloo, M. & Mahmood-Fashandi, H. 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.

Osadchuk. P. I. 2020. Hydration of rapeseed oil using an electromagnetic field. Proceeding book. 4-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 (No 2) 2020, 486-491.