

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Абдурахманова Мукаддас Ирисматовна ¹

Кулиева Нодира Гуламризовевна ¹

¹ Бухарский государственный технический
университет, г.Бухара, Узбекистан

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

АННОТАЦИЯ:

ИСТОРИЯ СТАТЬИ:

Received: 10.05.2025

Revised: 11.05.2025

Accepted: 12.05.2025

В статье рассматривается технология экстрагирования растительного сырья для полного извлечения душистых веществ с применением двуокиси углерода. Также решается вопрос управления процессом экстракции с применением информационно-коммуникационной систем.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

*процесс, пищевой,
микроконтроллер,
экстракция,
автоматизация, система
управления.*

Введение. Процесс использования технологии экстрагирования эфирных масел из растений двуокисью углерода (СО₂-экстракция) позволяет извлечь из растительного сырья практически полный комплекс душистых веществ в их естественной сбалансированности и высокой концентрации (98-99 % при чистоте продукта 99,9%), а система управления процессом повышает эффективность установки и качества получаемого продукта.

СО₂-экстракты предназначены для использования в парфюмерно-косметической, медицинской, пищевой, в частности, в пивобезалкагольной, ликероводочной, кондитерской, мясной промышленности, а также в бытовой химии.

СО₂-экстракты представляют собой жидкие маслянистые или мазеобразные продукты, полученные из растений по технологии извлечения эфирных масел двуокисью углерода.

Использование CO₂-экстрактов позволяет исключить применение сухих пряно-ароматических веществ и дает возможность получить производимый продукт однородной консистенции без вкраплений сухих (усиливается) в несколько раз, уменьшаются затраты на транспортирование и хранение, появляется возможность автоматизирования процесса дозирования экстрактами готовой продукции.

Использование CO₂-экстрагирования эфирных масел как мягкорезимного, менее трудоемкого и технологически быстрого способа обработки лекарственного и пряно-ароматического растительного сырья является необходимым условием получения природных экологически чистых эфирных масел высокого качества. В них сохраняется нативное (природное) соотношение всех компонентов и, следовательно, биохимический состав и физиологическая активность. Сырьем для получения CO₂-экстрактов являются различные лекарственные растения, пряно-ароматические продукты, вторичные сырьевые ресурсы перерабатывающих отраслей (кожура цитрусовых, плодовые и ягодные выжимки, шрот, жмых и т.п.), продукты животного происхождения.

Совершенствование техники и технологии экстракции растительного сырья двуокисью углерода возможно на основе исследований как самого процесса экстракции, как объекта управления, так работы всего комплекса аппаратов экстракционной установки с точки зрения оптимального управления с целью получения продуктов высокого качества с относительно низкой себестоимостью.

Исходя из этого объектом управления в системе управления технологическим процессом является совокупность основного оборудования- экстрактора и вспомогательного оборудования вместе с встроенными в него запорными и регулирующими органами а также энергии, сырья и других материалов определяемых особенностями используемой технологии.

При разработке системы управления технологическим процессом экстракции решаются следующие задачи:

- получение первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- непосредственное воздействие на технологический процесс для управления им;
- стабилизация технологических параметров процесса;
- контроль и регистрация технологических параметров процесса и состояния технологического оборудования.

Эти задачи реализуются с помощью технических средств включающих в себя: отборные устройства, средства получения первичной информации, средства преобразования и переработки информации, средства преобразования и выдачи информации обслуживающему персоналу, комплектные и вспомогательные устройства.

В схеме управления процессом экстракции предусмотрено управление температурой экстрагента подаваемого в экстрактор. Для измерения температуры экстрагента в теплообменнике установлен термопреобразователь сопротивления типа LM35, DHT11, MCP2700.

Аналоговый сигнал с выхода датчика температуры подается на вход микроконтроллера. В схеме управления процессом выбран микропроцессорный микроконтроллер типа Arduino-UNO.

Микроконтроллер вырабатывает управляющий сигнал, который через магнитный пускатель переключает тепловые электронагреватели.

Система управления процессом экстракции обеспечивает:

- измерение давления (8 Мпа) и температуры ($t=35^{\circ}\text{C}$) жидкого CO_2 ;
- регулирование концентрации извлекаемого компонента расходам экстрагента;
- блокировку – прекращение отвода экстракта при достижении предельно допустимого нужного уровня раздела фаз в экстракторе.
- управление клапаном подачи экстрагента.
- регулирование давления жидкого диоксид углерода перед конденсатором изменяя мощность компрессора ($P=8$ Мпа)
- регулирование давления в экстракторе расходом жидкого CO_2
- регулирование температуры экстракта на выходе сепаратора изменяя нагрузку теплового насоса.

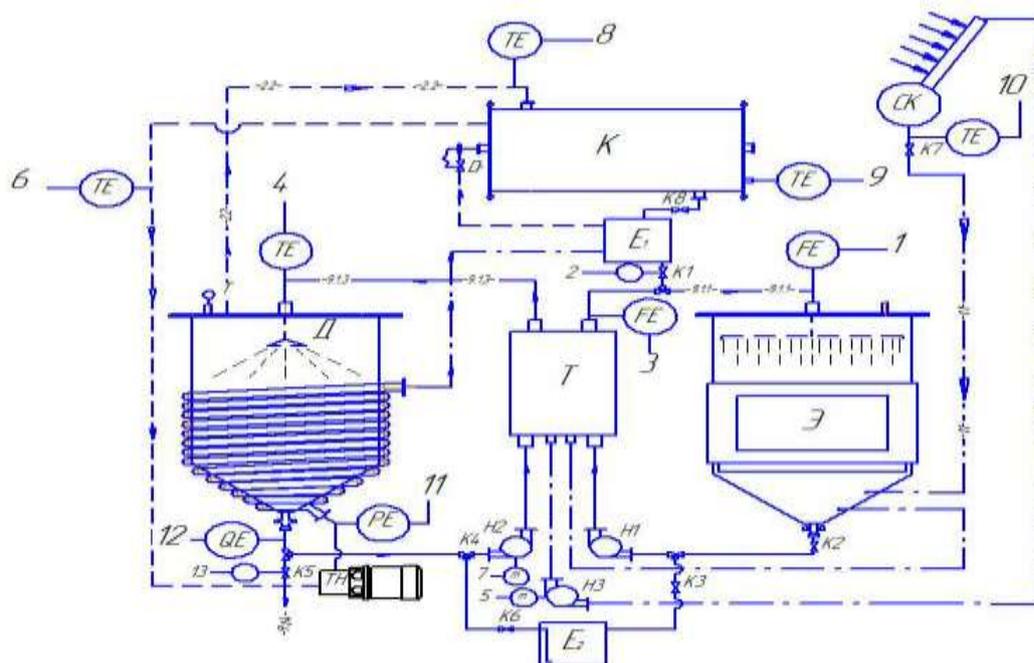
Схема построена на базе МП микроконтроллера, укомплектованного соответствующим набором модулей ввода\ вывода. Контроллер связан с ЭВМ через сеть Ethernet. Управляющая ЭВМ таким образом используется для вывода на экран значений технологических переменных, регистрации и сигнализации их предельных значений. Также ЭВМ формирует законы управления исполнительными механизмами.

Для контроля и автоматического управления температурой разработана специальная программа, которая работает в комплекте микроконтроллерами марка ARDUINOUNO, датчиками температуры марка LM35, DHT11, MCP2700E.

Контроллер предназначен для приема и обработки информации, поступающей от первичных преобразователей и дискретных датчиков, выдачи управляющих сигналов на исполнительные механизмы и устройства сигнализации, а также для передачи информации на операторскую станцию. Связь контроллера с датчиками и исполнительными механизмами осуществляется с помощью модулей УСО. Модули аналогового ввода могут получать сигналы от нормирующих преобразователей, а также непосредственно от датчиков температуры, давления, уровня и т.д.

В целом изучены особенности проведения процесса экстракции из растительного сырья с использованием сжиженного углекислого газа, изучены свойства углекислого газа как растворителя.

Разработана функциональная схема управления процесса экстракции на основе информационно-коммуникационной системы (ИКС) рис.1.



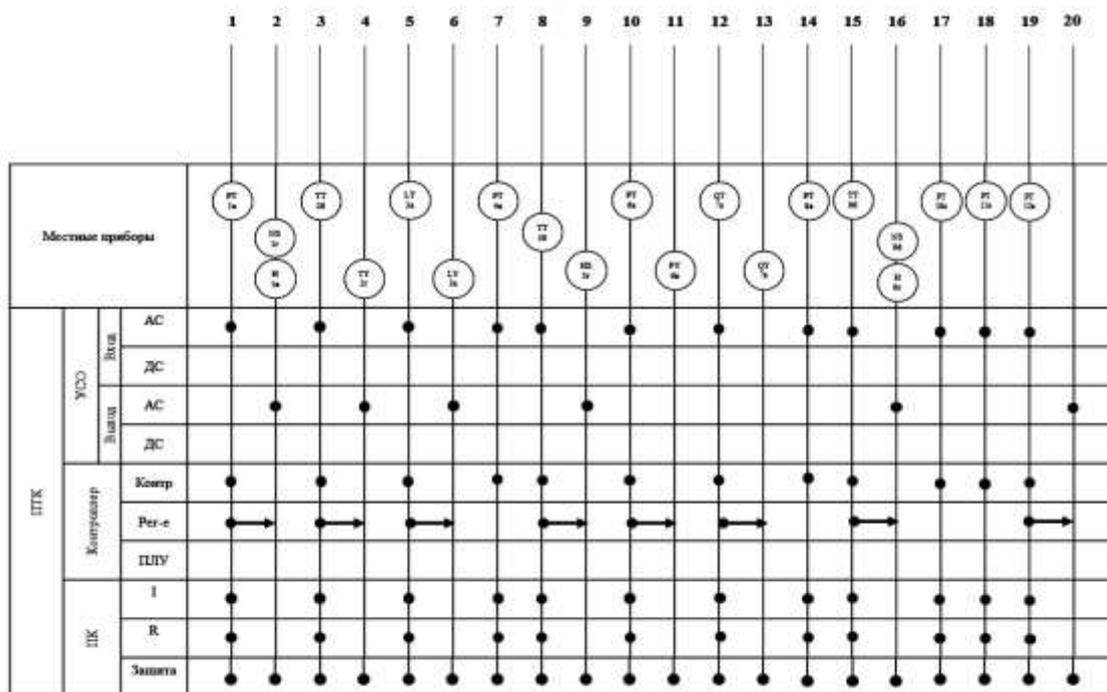


Рис.1.Функциональная схема управления процесса экстракции

Литература:

1. Djuraev, K., Yodgorova, M., Usmonov, A., & Mizomov, M. (2021, September). Experimental study of the extraction process of coniferous plants. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 839, No. 4, p. 042019). IOP Publishing.
2. Abduraxmonov, O. R., Soliyeva, O. K., Mizomov, M. S., & Adizova, M. R. (2020). Factors influencing the drying process of fruits and vegetables. *ACADEMICIA: " An international Multidisciplinary Research Journal" in India*.
3. Mizomov, M. S. (2022). Analyzing Moisture at the Drying Process of Spice Plants. *Texas Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4, 84-88.
4. Mizomov, M. (2025). ANALYZING TECHNOLOGICAL PROCESSES WITH MAIN TECHNOLOGICAL PARAMETERS. *International Journal of Artificial Intelligence*, 1(3), 120-124.
5. Mizomov, M. (2025). RESEARCHING HIGHER EDUCATIONAL ACTIVITIES AROUND UNIVERSITIES. *Journal of Applied Science and Social Science*, 1(2), 284-291.
6. Mizomov, M. (2025). REVISITING STRATEGIES FOR IMPROVING ORGANIZATIONAL MECHANISMS. *Journal of Applied Science and Social Science*, 1(1), 364-370.

7. Mizomov, M. (2025). ANALYZING DRYING PROCESS OF SPICES USING THE LOW TEMPERATURE. *Journal of Applied Science and Social Science*, 1(1), 645-651.

8. Djurayev, K., & Mizomov, M. (2024). Optimizing the efficient transport of mass from alternative energy sources and the process of heat and mass exchange during the processing of spices. *YASHIL IQTISODIYOT VA TARAQQIYOT*, 2(3).

9. Khudoynazarov, F. J., Djuraev, H. F., Mizomov, M. S., & Fayziev, A. K. (2024, February). Development of an optimal mechanism for a solar-air collector for drying thermolabile products. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2697, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.

10. Mukhammad, M. (2024). THE MAIN TECHNOLOGICAL PARAMETERS IN THE PROCESS OF DRYING HERBS: HUMIDITY AND TEMPERATURE CONTROL. *Universum: технические науки*, 5(9 (126)), 17-20.

11. Расулов, Ш. Х., Джураев, Х. Ф., Увайзов, С. К., Мизомов, М. С., & Файзиев, А. Х. РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТЕПЛО-И МАССОПЕРЕНОСА В ПРОЦЕССЕ СУШКИ. *ЖУРНАЛИ*, 113.

12. Siddikov, I. K., Fayziev, S. I., Ismoyilov, K. B., & Uvayzov, S. K. (2020). Synthesis of the neuro-fuzzy adaptive control system of a dynamic object. *The Journal of Test Engineering and Management*, 83, 11236-11246.

13. Xayrulla, D., Saidjon, U., & Azamat, M. (2021). DEVELOPMENT OF LIGHTING CONTROL SOFTWARE FOR "SMART CLASS". *Universum: технические науки*, (5-6 (86)), 18-21.

14. Musaeva, R. X., Uvayzov, S. K., Musaeva, N. X., Qo'ldosheva, F. S., & Akramov, D. R. (2020). Research and experimental determination of thermo physical properties of highly foaming solution. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24(6), 4611-4620.

15. Djuraev, K., & Uvayzov, S. (2023). Synthesis of a digital PID controller to control the temperature in the agricultural products drying chamber. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 390, p. 03002). EDP Sciences.

16. Кулдашева, Ф. С., Шарипова, Н. Р., & Увайзов, С. К. (2019). Проект лабораторной установки управления уровнем жидкости на основе микропроцессорной технологии. In *ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ: ПУТИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ* (pp. 205-210).

17. Джураев, Х. Ф., & Увайзов, С. К. (2019). Современные информационные технологии в образовании. In *Современные материалы, техника и технология* (pp. 160-163).

18. Xalikovna, M. R., Xamidovna, M. N., & Komilovich, U. S. (2021). Experimental Determination Of The Boiling Point Of Tomato Paste. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(13), 1274-1278.

19. АЧИЛОВА, Ш. И., & УВАЙЗОВ, С. К. (2017). РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕАКТОРОМ ПРОЦЕССА

ИЗОМЕРИЗАЦИИ. In *МОЛОДЕЖЬ И СИСТЕМНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРАНЫ* (pp. 138-143).

20. УВАЙЗОВ, С. К., ИБРАГИМОВ, Ш. Р. У., & КУЛДАШЕВА, Ф. С. (2017). АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕАКЦИОННОГО БЛОКА УСТАНОВКИ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ. In *МОЛОДЕЖЬ И СИСТЕМНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРАНЫ* (pp. 255-259).

21. QOBILOV, H., & RUSTAMOV, A. A. O. G. L. (2025). OLIY TA'LIM TIZIMIDAGI PEDAGOG-XODIMLARNI KPI BO'YICHA FAOLIYATINI NAZORATLOVCHI AXBOROT TIZIMINI SUN'IY INTELLEKT ELEMENTLARI YORDAMIDA TAKOMILLASHTIRISH. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 2(2), 309-312.

22. QOBILOV, H., & RUSTAMOV, A. A. O. G. L. (2025). JAMOAT TRANSPORTIDA MANZILGA MOS GRAFIGI VA CHIPTANI HISOBLASH HAMDA TEKSHIRISH AVTOMATLASHTIRILGAN TIZIMI. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 2(2), 253-255.

23. Ramazon o'g'li, I. S., Sayidovich, N. M., Xalilovich, Q. H., & Nasillo o'g'li, S. A. (2024). SUYUQ SHISHADAN NATRIY SILIKAT PENTAGIDRAT ISHLAB CHIQRISHNI KRISTALLANISH JARAYONINI IMITATSION MODEL. *YANGI O'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI*, 1(3), 128-134.

24. Kobilov, K., & Sharipova, N. (2024). Systematic analysis of briquette mass pressing equipment approach. *YASHIL IQTISODIYOT VA TARAQQIYOT*, 2(9).

25. Nasillo o'g'li, S. A. (2023). COMPUTER MODELING OF SHELL-TUBE HEAT EXCHANGER DEVICE IN OIL REFINING TECHNOLOGICAL SYSTEM. *Ethiopian International Journal of Multidisciplinary Research*, 10(11), 338-343.

26. Ibragimov, U. M., Qobilov, H. X., & Ismoilov, R. R. (2023). SABZAVOTLARNI SARALASH JARAYONIDA TRANSPORTYOR LENTANING SABZAVOT OG'IRLIGIGA BARDOSHLILIGINI SOLIDWORKS CAD/CAM/CAE TIZIMI SIMULIYATSIYASI ORQALI TEKSHIRISH. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 3(4), 438-445.

27. Jo'Rayev, X. F., Qobilov, H. X., & Jo'Rayev, M. T. (2023). KO 'MIR YOQILG'ISI TUTUNINI TOZALSH JARAYONIDAGI QURILMA DETALLARINI (CAD/CAM/CAE) TIZIMIDA YARATISH VA SIMULYATSIYALASH. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 3(4), 474-481.

28. Abidov, K. Z., Qobilov, H. X., & Isroilov, A. A. (2023). SELLYULOZA-QOG 'OZ SANOATIDA QOG 'OZ POLOTNOSINI QURITISH TEXNOLOGIK JARAYONINIDAGI USKUNANING DETALINI SOLIDWORKS (CAD CAM CAE) TIZIMIDA YARATISH. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 3(4), 686-692.

29. Qobilov, H. X., & Raxmonkulova, X. O. (2023). ANALYSIS OF THE PROCESS OF COMBINED DRYING OF TOMATO SEEDS. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 3(9), 72-78.

30. Kobilov, K. (2022, December). Laboratory research of coal briquette quality indicators. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1112, No. 1, p. 012007). IOP Publishing.

31. Абдурахмонов, О. Р., & Юлдашев, Х. М. (2022). ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ФУЗАЛОВУШКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРЕССОВОГО ХЛОПКОВОГО МАСЛА. *Journal of Advances in Engineering Technology*, (4), 19-21.

32. Kobilov, K., Abdurakhmonov, O., Sharipova, N., & Adizova, M. (2021, September). Development of the installation device pressing the volume of briquetted material and computer modeling of the technological process. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 839, No. 4, p. 042092). IOP Publishing.

33. Ўктамова, Ш. Х., & Қобилов, Х. Х. (2021). ОЛИЙ ТАЪЛИМДА ТАЛАБАЛАРНИНГ ШАХСИЙ-КРЕАТИВ КОМПЕТЕНЦИЯСИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ОМИЛЛАРИ. *Scientific progress*, 2(5), 327-329.

34. Абдурахмонов, О. Р., Усмонов, А. У., Кобилов, Х. Х., & Буронов, С. А. (2021). МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ УГОЛЬНОГО БРИКЕТА С ПРИМЕНЕНИЕМ БИООРГАНИЧЕСКИХ СВЯЗУЮЩИХ. In *ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ* (pp. 48-53).

35. Абдурахмонов, О. Р., Салимов, З. С., & Сайдахмедов, Ш. М. (2016). Рациональная технология ректификации нефтегазоконденсатной смеси с использованием углеводородных отпаривающих агентов. *Технологии нефти и газа*, (3), 3-6.

36. Абдурахмонов, О. Р., Салимов, З. С., & Сайдахмедов, Ш. М. (2016). Рациональная технология ректификации нефтегазоконденсатной смеси с использованием углеводородных отпаривающих агентов. *Технологии нефти и газа*, (3), 3-6.