

ШНЕКОВИЙ ОЛІЙНИЙ ПРЕС ЗІ СИСТЕМОЮ ОХОЛОДЖЕННЯ

Володимир Паславський

*Львівський національний аграрний університет,
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Жовківський р-н, Львівська обл., Україна,
e-mail: paslavskiyv@i.ua*

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2018.01.092>

Постановка проблеми. У технологічних процесах виготовлення олії передбачається як волого-температурна обробка, так і нагрів під час відтискання. Проте, як відомо [5; 6; 8; 12; 15; 17; 20], надмірний нагрів негативно впливає на більшість поживних речовин у будь-якому продукті. Зокрема, у рослинних оліях погіршується якість тригліцеридів, вищих жирних кислот, фосфатидів, стеринів, токоферолів, які складають поживну цінність цього харчового продукту.

Значна кількість виробників пресів вказує на можливість виготовлення олії так званого «холодного відтискання» [3]. Але такі преси характеризуються малою продуктивністю та високим вмістом олії у макусі. Усунення цих недоліків супроводжується зростанням температури відтискання олії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Переробку олійних культур методами холодного та гарячого пресування часто застосовують на вітчизняних та закордонних підприємствах [1; 5].

Для виробництва олій механічним способом із застосуванням тиску використовують шнекові та гідравлічні преси [3]. Шнекові преси поділяють за технологічним призначенням на дві групи: для попереднього відтискання олії (форпреси); для глибокого або кінцевого відтискання олії (експелери); преси подвійної дії [4; 7]. Преси першої групи, як правило, застосовують для виробництва олії «холодного відтискання». Вони характеризуються невеликою продуктивністю та відносно високим вмістом олії в макусі. Одним із методів зменшення цих недоліків є попереднє руйнування оболонки насіння олійних культур [10; 11]. Але для якомога повнішого відокремлення олії потрібно збільшувати тиск, що спричинює нагрівання та зниження якісних показників цього харчового продукту.

Зважаючи на це, запропоновано встановлення системи охолодження на шнекові олійні преси з метою підтримування оптимального температур-

ного режиму й уникнення перегрівів олії та олієвмісного матеріалу [13].

Системи охолодження бувають рідинними та газовими. Рідинні системи охолодження складаються з теплоносія (рідини), що циркулює між сорочкою охолодження і радіатором за гравітаційним методом або ж за допомогою помпи [2].

Газові системи охолодження бувають відкритого та закритого типу. Системи охолодження відкритого типу складаються з радіатора, від якого відводиться тепло за допомогою повітря природним способом або ж із нагнітанням за допомогою вентилятора.

Системи охолодження закритого типу складаються з компресора, випарника та конденсатора. У таких системах теплоносієм виступає фреон, який стискається компресором та переходить у рідкий стан і віддає тепло, перебуваючи в конденсаторі, далі він рухається до випарника через фільтр-осушник і переходить у газоподібний стан, відбираючи тепло [2].

На основі проведеного аналізу публікацій можна зробити висновок, що в процесі виробництва олії «холодного відтискання», як правило, застосовують преси малої та середньої потужності. В основному це пов'язано з особливостями застосування цієї олії в харчуванні та медицині. Така олія має відносно нетривалий термін зберігання.

Постановка завдання. Для «холодного відтискання» олії використовують сучасне виробниче обладнання, що оснащується різними робочими модулями. У деяких пресах здійснюється контроль за температурою, але неможливо її зменшити без втрат продуктивності. Тому метою роботи є дослідження техніко-експлуатаційних властивостей шнекового преса з охолоджувальним пристроєм запірної частини.

Виклад основного матеріалу. Розглянувши розмаїття методів і засобів для відведення тепла, ми обрали рідинну систему охолодження з водою

у ролі теплоносія. Це зумовлено низкою чинників: газові системи охолодження відкритого типу значно ускладнюють будову та виготовлення запірної частини преса, а закритого типу є небезпечними, оскільки в разі протікання фреон може змішуватися з олією.

Шнековий олійний прес (рис. 1) містить корпус 1 зі завантажувальним бункером 2, змонтовану на корпусі 1 циліндричну робочу камеру 3, на боковій поверхні якої виконані отвори для відведення олії в місткість відтисненої олії 4. У робочій камері 3 встановлений шнековий вал 5, змонтований в опорах обертання. На торці робочої камери 3 закріплена насадка виходу макухи 6 з лотком відведення макухи 7. Прес додатково оснащений системою охолодження 8, виконаною у вигляді змонтованого на насадці виходу макухи 6 теплообмінника 9, рідинної помпи 10, сполученої з теплообмінником 9 і радіатором 11, який також з'єднаний з теплообмінником 9. Крім цього, до складу системи охолодження 8 входить вентилятор 12, електродвигун 13 приводу рідинної помпи 10 і вентилятора 12, датчик температури 14, встановлений на теплообміннику 9, блок управління 15, з'єднаний з датчиком температури 14 й електродвигуном 13.

Пристрій управління системою охолодження малогабаритних шнекових олійних пресів (рис. 2) спроектований для вимірювання температурних показників, їх обробки, збереження й керування виконавчими елементами, такими як водяна помпа та вентилятор.

Для поставленої задачі використовується мікроконтролер ATmega328PU фірми Atmel, завдяки широкому температурному діапазону ($-40...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$), низькій вартості, який обладнано 20 входами-виходами, шість із яких можуть використовуватись як 8-бітний аналого-цифровий перетворювач.

Максимальна тактова частота становить 20 МГц. Напруга живлення – від 1,8 до 5,5 В. Програмна пам'ять – 32 кБа. Мікроконтролер підтримує протоколи USTAR, SPI, I²C [9; 14].

Для визначення температури використовують цифрові датчики DS18B20. Напруга живлення – від 3 до 5,5 В. Точність вимірювання в діапазоні температур $[(-55... -10)\text{ }^{\circ}\text{C}$ і $(+85...+125)\text{ }^{\circ}\text{C}$] становить $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в діапазоні $(-10...+85)\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ [16].

Пристрій управління системою охолодження малогабаритних шнекових олійних пресів (рис. 2) працює таким чином: під час запуску мікро-

контролера 3 виконується налаштування портів; проходить опитування цифрових датчиків температури 2 та потенціометра 4, яким встановлюється максимально допустима температура олії; здійснюється логічне опрацювання отриманої інформації та відправлення сигналів на ключі управління системою охолодження 5, 6; на дворядний рідкокристалічний дисплей 9 виводяться значення температур і результати логічних опрацювань, зазначена інформація зберігається на карту пам'яті 8.

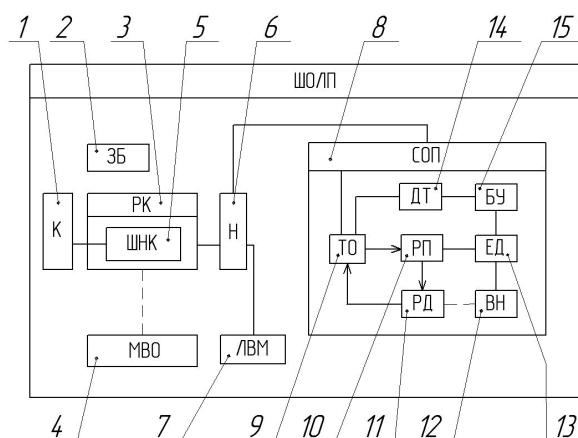


Рис. 1. Функціональна схема преса зі системою охолодження:

- 1 – корпус; 2 – завантажувальний бункер;
- 3 – робоча камера; 4 – місткість для відтисненої олії;
- 5 – шнековий вал; 6 – насадка для виходу макухи;
- 7 – лоток; 8 – система охолодження;
- 9 – теплообмінник; 10 – рідинна помпа;
- 11 – радіатор; 12 – вентилятор; 13 – електродвигун;
- 14 – датчик температури

Fig. 1. Functional diagram of the press with the cooling system:

- 1 – body; 2 – loading bunker; 3 – working camera;
- 4 – capacity for pressed oil; 5 – screw shaft; 6 – a nozzle for the release of cake; 7 – tray; 8 – cooling system;
- 9 – heat exchanger; 10 – liquid pump; 11 – radiator;
- 12 – fan; 13 – electric motor; 14 – temperature sensor

Для виведення поточних значень та зручного налаштування використовується 16-символьний, дворядний LCD дисплей на основі контролера HD44780. Контролер HD44780 фірми Hitachi є промисловим стандартом і широко застосовується у виготовленні алфавітно-цифрових рідкокристалічних індикаторів [18; 19].

Блок-схема роботи пристрою управління системою охолодження малогабаритних шнекових олійних пресів подана на рис. 3. В її основі – двоступеневе порівняння температури запірної

частини $[t_{зч}]$ з максимально допустимою температурою $[t_{max}]$, що встановлюється оператором:

– якщо $t_{зч} \leq t_{max} - 1,5^\circ\text{C}$, то водяна помпа і вентилятор вимкнені;

– якщо $t_{max} - 1,5^\circ\text{C} \leq t_{зч} \leq t_{max} - 0,5^\circ\text{C}$, то водяна помпа увімкнена, а вентилятор вимкнений;

– якщо $t_{зч} \geq t_{max} - 0,5^\circ\text{C}$, то водяна помпа і вентилятор увімкнені.

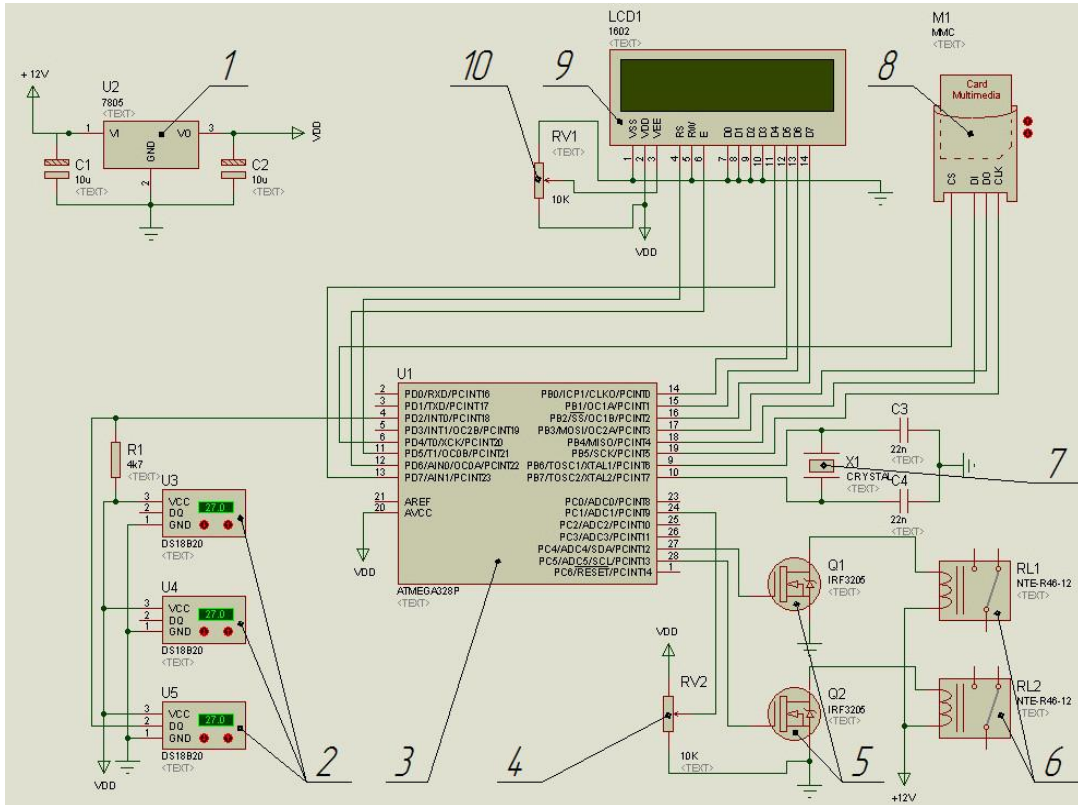


Рис. 2. Принципова схема пристрою управління системою охолодження малогабаритних шнекових олійних пресів:

1 – регулятор напруги 7805; 2 – цифрові давачі температури 18B20; 3 – мікроконтролер ATmega328PU; 4, 10 – потенціометри; 5 – транзистори IRF3205; 6 – реле R46-12; 7 – тактовий генератор 16 MHz; 8 – роз’єм для карти пам’яті; 9 – дисплей 1602

Fig. 2. Principal diagram of the control system of the cooling system of small-sized screw oil presses:

1 – voltage regulator 7805; 2 – digital temperature sensors 18B20; 3 – microcontroller ATmega328PU; 4, 10 – potentiometers; 5 – transistors IRF3205; 6 – relay R46-12; 7 – clock generator 16 MHz; 8 – memory card slot; 9 – display 1602

Такий алгоритм зумовлений інертністю зміни температурних показів у зв’язку з великою теплоємністю деталей преса та коефіцієнтом теплопровідності.

У процесі роботи преса виконано налаштування, що забезпечують максимальну продуктивність за умови мінімального залишку олії в макусі. У цьому режимі олія досягає температурної межі для режиму «холодного відтискання», а іноді й перевищує її. Тому для забезпечення усталеного режиму роботи преса з оптимальною температурою олії здійснюється увімкнення пристрою для охолодження запірної частини преса.

Згідно з вищезазначеним алгоритмом роботи пристрою (див. рис. 3) під час процесу відтискання соняшникової олії пресом зі системою охолодження, зображено три температурні характеристики (рис. 4).

На першому проміжку (рис. 4 (I)) максимально допустима температура (t_{max}) запірної частини встановлена на рівні 55°C . Ця умова обрана на основі досліджень біохіміків, які стверджують про втрату якісних показників олії за нагрівання понад 60°C . Для виконання цієї умови достатньо лише короточасного увімкнення водяної помпи. На другому проміжку (II) макси-

мально допустима (t_{max}) температура встановлена на рівні 50 °С. У такому разі для досягнення необхідної температури запірної частини ($t_{зч}$) водяна помпа працює майже безупинно та інколи вмикається вентилятор. На третьому проміжку

(III) максимально допустима температура (t_{max}) виставлена на рівні 22°С для визначення найнижчих робочих температур, які може забезпечити система охолодження. У цьому режимі водяна помпа та вентилятор працюють постійно.

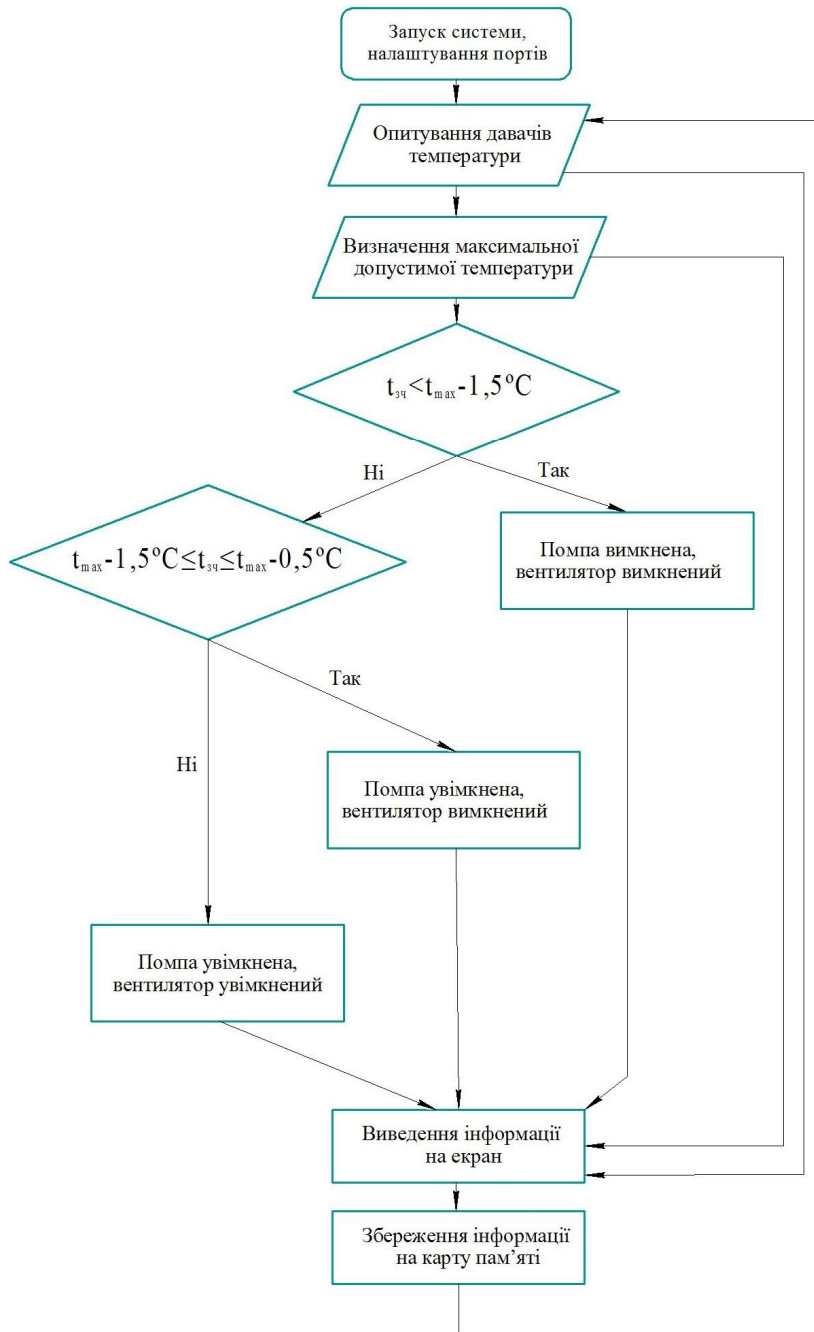


Рис. 3. Блок-схема роботи пристрою управління системою охолодження малогабаритних шнекових олійних пресів
Fig. 3. Block scheme of operation of the device for controlling the cooling system of small-sized screw oil presses

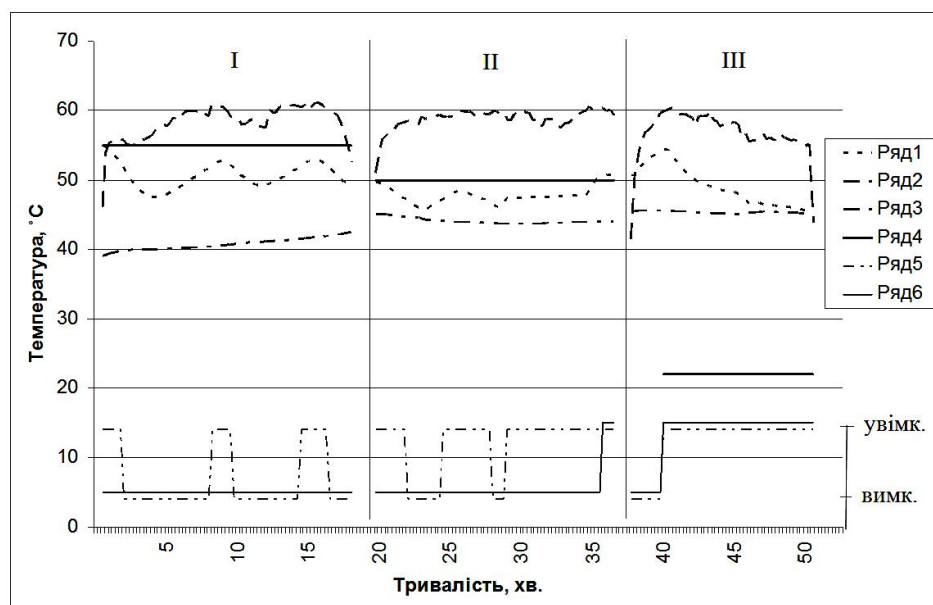


Рис. 4. Температурні показники шнекового олійного преса:

ряд 1 – температура запірної частини, ряд 2 – температура олії,
ряд 3 – температура корпусу, ряд 4 – максимально допустима температура,
ряд 5 – період роботи водяної помпи, ряд 6 – період роботи вентилятора

Fig. 4. Temperature indicators of screw oil press: row 1 – temperature of the shut-off part,
row 2 – oil temperature, row 3 – body temperature, row 4 – maximum permissible temperature,
row 5 – period of operation of the water pump, row 6 – period of operation of the fan

Висновки. Спроекований пристрій управління системою охолодження дає змогу підтримувати необхідний температурний режим шнекового олійного преса. Система охолодження працює належним чином і добре відводить тепло від запірної частини при встановленні максимально допустимої температури запірної частини на блоці управління в 50°C. З урахуванням низької теплопровідності деталей преса це дозволяє знизити температуру олії на 10°C, що цілком достатньо для збереження її якісних показників. Можливість зберігання інформації дасть змогу надалі здійснювати поглиблений аналіз температурних характеристик та роботи системи охолодження.

Бібліографічний список

1. Бабенко Д. В., Горбенко О. А., Доценко Н. А., Кім Н. І. Аналіз конструктивних рішень пресового обладнання. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2017. Вип. 2. С. 208–214.
2. Виноградов С. Н. Выбор и расчет теплообменников. Ленинград: Машиностроение, 2001. С. 100.
3. Горбенко Е., Стрельцов В., Горбенко Н. Инновационная технология производства растительного масла. *MOTROL. Motoryzacja i energetika rolnictwa*. Lublin, 2012. Т. 14, №. 2. S. 125–130.
4. Горбенко О., Стрельцов В. Дослідження вітчизняних та зарубіжних технологій і обладнання для

вилучення олії. *MOTROL. Motoryzacja i energetika rolnictwa*. Lublin, 2010. Т. 12 А. S. 49–57.

5. Гулий І. С., Пушанко М. М., Орлов Л. О. та ін. Обладнання підприємств харчової та переробної промисловості. Вінниця: Нова кн., 2001. С. 576.

6. Дацишин О. В., Ткачук А. І., Гвоздев О. В. та ін. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв: навч. посіб. Вінниця: Нова кн., 2009. С. 68–72.

7. Калашин Ю. А. Технология и оборудование масложировых предприятий. Москва: Академия, 2002. С. 363.

8. Мацьків О. О., Солод М. І., Василькевич В. О., Івасів В. В. Вивчення основних показників якості суміші лляної, конопляної та гірчиної олій для застосування їх у харчуванні. *Харчова промисловість*. 2015. Вип. 18. С. 32–37.

9. Програмування Arduino. URL: <https://doc.arduino.ua/ru/prog> (дата звернення: 01.11.2018).

10. Шевчук Р. С., Василькевич В. О., Шевчук В. В., Том'юк В. В. Комплекс обладнання для отримання рослинної олії в малих переробних цехах. *Техніка і технології в АПК*. 2011. Вип. № 9 (24). С. 11–13.

11. Шевчук Р. С., Сукач О. М. Конусний злущувач-подрібнювач насіння розторопші плямистої. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка: сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій*. Харків, 2013. Вип. 132. С. 261–266.

12. Шиманська С. І. Склад і біологічна цінність холодного пресування. *Вісник національного університету економіки і туризму ім. Михайла Туган-Барановського*. Донецьк, 2012. Вип. 1 (53). С. 222–225.

13. Шнековий олійний прес з регулюванням температури: пат. 59993 А Україна: МПК6 В30В 9/18. № u201013148; заявл. 05.11.2010; опубл. 10.06.2011, Бюл. № 11. 21 с.

14. ATMEGA328-PU Data Sheet. URL: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/92284/ATMEL/ATMEGA328-PU.html> (accessed: 02.11.2018).

15. Barrès C., Vergnes B., Tayeb J. An improved thermal model for the solid conveying section of a twin-screw extrusion cooker. *Journal of Food Engineering*. 1992. Vol. 15. S. 167–185.

16. DS18B20 Data Sheet – Microchip. URL: <http://dlmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Sensors/Temp/DS18B20/> (accessed: 02.11.2018).

17. Gopalakrishna S., Jaluria Y., Karwe M. V. Heat and mass transfer in a single screw extruder for non-Newtonian materials. *International Journal of Heat and Mass Transrer*. 1992. Vol. 35. S. 221–237.

18. HD44780 – Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver – Hitachi Semiconductor. URL: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/63673/HITACHI/HD44780.html> (accessed: 03.11.2018).

19. HD44780 – Liquid Crystal Display Controller. URL:<http://avrlab.com/node/80> (accessed: 03.11.2018).

20. Omobuwajo T. O., Ige M. T., Ajayi O. A. Heat transfer between the pressing chamber and the oil and oilcake streams during screw expeller processing of palm kernel seeds. *Journal of Food Engineering*. 1997. Vol. 31. P. 1–7.

Паславський В.

ШНЕКОВИЙ ОЛІЙНИЙ ПРЕС ЗІ СИСТЕМОЮ ОХОЛОДЖЕННЯ

Для «холодного відтискання» олії використовують сучасне виробниче обладнання, що оснащується різними робочими модулями. У деяких пресах здійснюється контроль за температурою, але неможливе її зменшення без втрат продуктивності. Тому метою роботи є дослідження техніко-експлуатаційних властивостей шнекового преса з охолоджувальним пристроєм запірної частини.

Шнековий олійний прес додатково оснащений системою охолодження, виконаною у вигляді змонтованого на насадці виходу макухи теплообмінника, рідинної помпи, сполученої з теплообмінником і радіатором, який також з'єднаний з теплообмінником. Крім цього, до складу системи охолодження входять вентилятор, електродвигун приводу рідинної помпи і вентилятора, давач температури, встановлений на теплообміннику, блок управління, з'єднаний з давачем температури й електродвигуном.

Спроектований пристрій управління системою охолодження дозволяє підтримувати необхідний температурний режим шнекового олійного преса. Система охолодження працює належним чином і добре відводить тепло від запірної частини при встановленні максимально допустимої температури запірної частини на блоці управління 50 °С. З урахуванням низької теплопровідності деталей преса це дає змогу знизити температуру олії на 10 °С, що цілком достатньо для збереження її якісних показників. Можливість зберігання інформації дозволяє в подальшому здійснювати поглиблений аналіз температурних характеристик та роботи системи охолодження.

Ключові слова: шнековий прес, олія «холодного відтискання», система охолодження.

Paslavskiy V.

SCREW OIL PRESS WITH COOLING SYSTEM

A significant number of press manufacturers point out the possibility of producing oil with so called «cold pressing». But such presses are characterized by low productivity and high content of oil in the oilcake. The elimination of these disadvantages is accompanied by an increase in the temperature of pressing oil. In view of this, it was proposed to install a cooling system on screw oil presses in order to maintain an optimum temperature mode and to prevent overheating of oil and oil-bearing materials.

On the basis of the analysis of publications, it can be concluded that in the process of producing oil with «cold pressing», as a rule, presses of small and medium power are used. This is mainly due to the peculiarities of the use of this oil in nutrition and medicine. In particular, such oil has a relatively long expiration date.

For «cold pressing» of oil modern production equipment is used, tooled with different working modules. Some presses control the temperature, but there is no possibility of reducing it without loss of performance. Therefore, the purpose of the work is to study the technical and operational properties of the screw press with a cooling device of the locking part.

Considering the variety of methods and means for removing heat, a liquid cooling system with water was chosen as a coolant. The auger oil press is additionally equipped with a cooling system, executed in the form of a mounted on the nozzle exit of the cake of the heat exchanger, a liquid pump, connected with a heat exchanger and a radiator, which is also connected to the heat exchanger. In addition, the cooling system includes a fan, an electric motor for a

liquid pump and a fan drive, a temperature sensor mounted on a heat exchanger, the control unit connected to the temperature sensor and the electric motor.

The device for controlling the cooling system of small screw oil presses is designed for measuring temperature indices, their processing, preservation and control of the operating elements, such as a water pump and a fan. For the given task the microcontroller ATmega328PU of firm Atmel is used. Digital sensors DS18B20 are used to determine the temperature. To output current values and convenient settings, we use the 16-character, 2-row LCD display based on Hitachi's HD44780 controller. In the block diagram of the control device of the cooling system of small-sized screw oil presses there is a three-stage comparison of the temperature of the shut-off part with the maximum permissible temperature.

In the process of the press operation, the settings have been made to ensure maximum productivity, provided the minimum residue of oil in the oilcake. In this mode, the temperature of the oil is the maximum permissible limits for «cold pressing». During this the cooling system does not work. By ensuring the regular work of the press, the device for cooling the shut-off part of the press has been switched on.

The designed device of the cooling system control allows us to maintain the necessary temperature mode of the screw oil press. The cooling system operates properly and well draws heat from the locking part when setting the maximum permissible temperature of the locking part on the control unit at 50°C. Taking into account the low thermal conductivity of the press parts it allows to lower the temperature of oil by 10 ° C, which is quite enough to maintain its qualitative indicators. Possibility of information storage allows further in-depth analysis of temperature characteristics and operation of the cooling system.

Key words: screw press, «cold pressing» oil, cooling system.

Стаття надійшла 03.11.2018