

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ОБЛАДНАННЯ ШНЕКОВИХ ПРЕСІВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ОЛІЇ

Хоменко А. Д., аспірант, Осадчук П.І., д-р техн. наук
Одеський національний технологічний університет, м. Одеса

Анотація. Олійно-жирова промисловість відіграє важливу роль у світовій харчовій індустрії. Численні дослідники зосереджували увагу на підвищенні ефективності, скороченні енергоспоживання та поліпшенні якості отриманої олії. У рамках цього дослідження запропоновано використання додаткової модуляції для регулювання частоти обертання шнеків у пресовому обладнанні, що сприяє підвищенню енергоефективності та покращенню кінцевої якості продукту. Оптимізація роботи шнекових гвинтів дозволяє досягти високого рівня продуктивності, одночасно зменшуючи непродуктивні витрати енергії. Крім того, така система підвищує чутливість і адаптивність обладнання до змін у процесі роботи. Вона також забезпечує можливість реєстрації та аналізу даних, що сприяє якісному моніторингу та ефективному технічному обслуговуванню електромеханічних компонентів. Програмне забезпечення системи містить інтелектуальні алгоритми та логіку управління, які аналізують інформацію від датчиків і створюють точні сигнали для управління приводами. Це дозволяє підтримувати основні робочі параметри, такі як швидкість і крутний момент, з максимальною точністю. Алгоритми враховують навантаження, умови довкілля та показники енергоефективності, що дозволяє оптимізувати процеси управління і скоротити споживання енергії. Крім цього, система може використовувати сучасні методи машинного навчання для постійного вдосконалення своїх алгоритмів. Це сприяє підвищенню точності налаштувань і забезпечує високу енергоефективність. Автоматизоване управління має низку переваг: воно дозволяє шнековим гвинтам працювати на максимальній продуктивності з мінімальними втратами енергії, підвищує адаптивність обладнання до зміни умов експлуатації та навантажень, а також забезпечує якісний моніторинг і належне технічне обслуговування через аналіз даних.

Ключові слова: енергоефективність, шнековий, автоматизація, форпрес.

Вступ. Виробництво харчових олій є ключовим сектором світової економіки, адже попит на різні види олій у сфері харчової промисловості та інших галузях залишається високим. Скорочення витрат у цій сфері приносить значну економічну вигоду, збільшуючи прибутки виробників та створюючи передумови для зниження цін на олію для кінцевих споживачів. Досягти таких результатів можливо за рахунок підвищення ефективності роботи електромеханічного обладнання для виробництва олій та шнекових пресів, шляхом вдосконалення автоматизованого управління ними. Тому актуальним є питання підвищення енергоефективності електромеханічного обладнання шнеків за рахунок удосконалення автоматичного керування.

У цьому напрямі здійснено огляд літератури з питання автоматизації керування шнековими пресами, визначено мету та сформульовано завдання наукового дослідження.

Мета дослідження полягає в аналізі та розробці підходів до оптимізації енергоефективного обладнання, вдосконалення автоматизованих систем управління електромеханічними пристроями та раціонального розподілу навантаження в роботі шнекових пресів. Робота спрямована на визначення шляхів підвищення продуктивності, зниження рівня енергоспоживання та оптимізації розподілу навантажень у шнекових пресах через застосування інноваційних технологій автоматизації.

Для досягнення цієї мети необхідні [3]:

- конкретизація задачі дотримання процедур управління технологічним процесом пресування, розробка і реалізація його моделей комплексу як об'єкта регулювання в імітаційному середовищі;
- конкретизація задачі і розробка алгоритмів логічного керування технологічним процесом;
- вибір технічних засобів реалізації керуючих впливів та отримання інформації про змінні процесу;

Методи і матеріали дослідження

В дослідженні використано методи оптимізації енергоефективного обладнання і систем управління в процесі виробництва соняшникової олії, які включають в себе різноманітні підходи з метою досягнення максимальної ефективності енергоспоживання та оптимізації виробничих процесів. Серед таких методів можна виділити наступні:

1. Використання ефективних електродвигунів: Установка високоєфективних електродвигунів, зокрема з високим коефіцієнтом корисної дії, може сприяти зменшенню втрат енергії, пов'язаних з термічним випромінюванням та іншими негативними факторами. Це сприятиме вибору оптимальних електродвигунів для насосів, підтримуючи тенденцію до зменшення споживання енергії та підвищення продуктивності.

2. Впровадження систем моніторингу та управління енергетикою: Застосування системи Ethernet для підключення елементів технологічної лінії до ПК-серверу дозволяє моніторити енергоспоживання та стан процесу. Це надає можливість збирати та аналізувати дані про використання енергії, виявляти можливі

проблеми та витрати, а також вживати заходів для їх усунення.

3. Режим роботи та їх оптимізація: Детальний аналіз ключових технологічних параметрів, зокрема рівня навантаження, тиску насосів і швидкості подачі сировини, дозволяє встановити оптимальні режими функціонування шнекового пресу. Запровадження енергоощадного режиму роботи для преса та його системи управління сприяє ефективному використанню енергоресурсів і зменшенню надмірного споживання енергії. Це досягається шляхом точного налаштування параметрів частотних перетворювачів.

4. Регулярна перевірка та технічне обслуговування: Своєчасна діагностика і регулярне обслуговування обладнання дозволяють виявляти потенційні несправності на ранніх етапах, а також запобігати енергетичним втратам. Такі заходи підтримують високу ефективність роботи обладнання і допомагають уникнути непередбачених зупинок чи пошкоджень.

5. Використання сучасних матеріалів: Використання інноваційних теплоізоляційних та теплопровідних матеріалів сприяє ефективній ізоляції обладнання, зменшуючи перепади температур. Це забезпечує оптимальне використання енергії і сприяє підвищенню загальної ефективності виробничих процесів [2].

Ці методи спрямовані на досягнення більшої енергоефективності та сталого розвитку виробництва соняшникової олії, що включає в себе зниження енергоспоживання, ефективність ресурсів та мінімізацію впливу на довкілля [1].

Отримані результати дослідження здатні позитивно вплинути на промислову сферу, сприяючи зменшенню витрат енергії та підвищенню ефективності виробництва та скороченню загальних витрат. Вони також відкривають перспективи для впровадження інноваційних підходів у роботі шнекових пресів. У статті представлено ретельний аналіз ефективності запропонованих рішень для оптимізації, визначено напрями подальших досліджень та можливості вдосконалення енергоефективного обладнання й автоматизованих систем управління екстракційними установками.

У рамках аналізу була розглянута загальна структурна схема запропонованої системи у вигляді блочної діаграми (рис. 1), а у майбутньому планується деталізація технічних характеристик і подальша оптимізація шнекового пресу з метою забезпечення його ефективної та стабільної роботи. Система орієнтована на підвищення енергоефективності гвинтового обладнання через впровадження сучасних автоматизованих рішень управління. Інтеграція інноваційних технологій дозволяє забезпечити точне та оптимізоване регулювання роботи шнеків, що сприяє зменшенню енергоспоживання та підвищенню загальної продуктивності.



Рис. 1 – Структурна схема керування

Для досягнення енергоефективності система поєднує апаратну частину з програмними рішеннями. У її складі повинні бути датчики та виконавчі механізми, які забезпечують контроль і налаштування параметрів роботи шнеків.

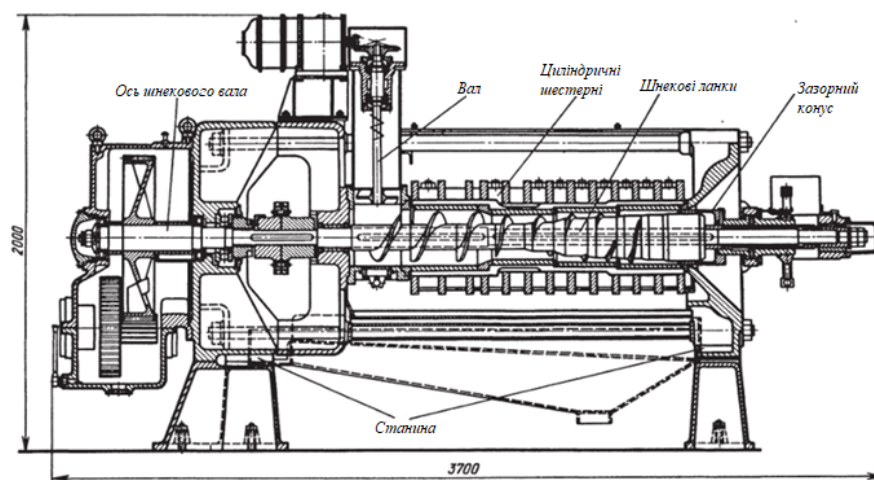


Рис. 2 – Схема Форпресу шнекового

нали для керування приводами. Це забезпечує точне підтримання необхідних параметрів, таких як крутний момент, швидкість обертання та інші робочі характеристики шнеків. Як об'єкт регулювання розглянутий форпрес шнековий, приклад його реалізації (рис 2).

Опис процесу роботи шнекових пресів. Матеріал, що пресується, з завантажувального бункера за допомогою дозувального шнека(працює зі змінною швидкістю), транспортується в пресувальне відділення. Пресувальне відділення - це в основному великий міцний шнек і зовнішній фільтруючий каркас.Завдяки звуженню каркасу зазор між поверхнею каркасу і шнеком зменшується в напрямку потоку. Тиск, що зростає внаслідок зменшення зазору, змушує олію виходити через прогалини міжпрутами каркасу. Олія потрапляє в бункер рекуперації, де робота шнека видаляє дрібні фракції у відсівальний резервуар. Залишок пресованого шроту виходить на кінці шнека. Шрот зі шнекових пресів потрапляє в відділення охолодження шроту.

Додатково, процес роботи шнекових пресів включає інтеграцію систем моніторингу для виявлення змін технологічних параметрів у реальному часі. Застосування датчиків дозволяє визначати рівень тиску, температуру та швидкість руху матеріалу. Це сприяє забезпеченню стабільності процесу пресування, мінімізуючи ризики перегріву чи перевантаження обладнання.

Сучасні шнекові преси також обладнуються системами адаптивного управління, які автоматично налаштовують швидкість роботи шнека залежно від щільності матеріалу та його вологості. Це дає змогу досягти більшої продуктивності та зменшити енерговитрати.

Крім того, важливим етапом є обслуговування обладнання. Регулярна перевірка стану фільтруючого каркасу, шнеків та бункерів забезпечує довговічність роботи і знижує ризик поломок. Використання сучасних матеріалів для виготовлення шнеків, таких як високоміцні сплави, дозволяє зменшити зношуваність і збільшити ефективність роботи обладнання.

Важливим аспектом є утилізація залишків шроту, які після пресування можуть бути використані у якості корму для тварин або сировини для виробництва біопалива. Це додає екологічної цінності процесу та сприяє більш ефективному використанню ресурсів.

Аналіз енергетичних проблем та можливих вдосконалень. Шнекові преси є важливим елементом у багатьох промислових процесах, таких як переробка біомаси, видобування олії та обробка відходів. Для розуміння їх переваг і обмежень було створено таблицю з характеристиками кількох популярних моделей пресів. У табл. 1 враховано параметри продуктивності, керування, використання датчиків та основні сфери застосування.

Таблиця 1

Характеристики шнекових пресів ключові особливості та відмінності

Модель	Виробник	Рік випуску	Продуктивність (т/год)	Система керування	Використані датчики	Основне застосування
Vincent CP-4	Vincent Corporation (США)	2010	3	Релейна	Швидкості	Харчова промисловість, переробка фруктових залишків
Kumera K2-500	Kumera (Фінляндія)	2008	5	Релейна	Температури, рівня	Харчова промисловість, виробництво олії
Atlas SP-350	Atlas-Stord (Норвегія)	2005	4	Релейно-контактна	Рівня вхідного матеріалу, аварійного зупину	Харчова промисловість, виробництво олії, переробка біомаси

Vincent CP-4 [5]

- Виробник: Vincent Corporation (США).
- Рік випуску: 2010.
- Продуктивність: До 3 тонн на годину залежно від типу матеріалу.
- Система керування: Релейна, забезпечує базовий контроль роботи преса.
- Використані датчики: Контроль швидкості обертання гвинта.
- Основне застосування: Призначений для переробки органічних залишків, таких як фрукти, цитрусові або інші вологонасиченні продукти. Використовується в харчовій промисловості.
- Особливості: Міцна конструкція, проста у використанні система керування. Рекомендовано для підприємств середнього масштабу.

Kumera K2-500 [6]

- Виробник: Kumera Corporation (Фінляндія).
- Рік випуску: 2008.
- Продуктивність: До 5 тонн на годину.

- Система керування: Релейна, забезпечує регулювання температури, тиску та рівня вхідного матеріалу.
- Використані датчики: Температури для запобігання перегріву, датчики рівня для стабільного подавання сировини.
- Основне застосування: Використовується в харчовій промисловості. Підходить для обробки пастоподібних матеріалів, включаючи виробництво харчових добавок. Також може використовуватись в виробництві олії.
- Особливості: Надійність, підходить для роботи у важких промислових умовах. Висока ефективність у переробці міксових продуктів.

Atlas SP-350 [7]

- Виробник: Atlas-Stord International (Норвегія).
- Рік випуску: 2005.
- Продуктивність: 4 тонни на годину.
- Система керування: Релейно-контактна, передбачає автоматичне регулювання процесу пресування.
- Використані датчики: Рівень матеріалу в камері пресування, датчики аварійного зупину для запобігання пошкодженням при перевантаженні.
- Основне застосування: Харчова промисловість, переробка вологої біомаси для отримання гранул чи органічних добрив, видобуток олії з насіння.
- Особливості: Висока надійність у роботі з великими обсягами біомаси, легке обслуговування.

Порівняльний аналіз керування шнековими пресами. Для того щоб оцінити ефективність різних підходів до керування шнековими пресами, було проведено порівняння між релейним і контролерним керуванням. Результати аналізу представлені в табл. 2, яка висвітлює ключові аспекти продуктивності, енергоспоживання, надійності та гнучкості цих двох систем.

Таблиця 2

Порівняння релейного та контролерного керування шнековими пресами

Параметр	Релейне керування	Контролерне керування
Продуктивність	До 2-4 тонн/год залежно від сировини, потребує ручного налаштування.	До 5-10 тонн/год із можливістю автоматичного регулювання продуктивності.
Точність регулювання	Обмежена через мінімальну кількість датчиків.	Висока, завдяки інтеграції датчиків температури, тиску тощо.
Енергоспоживання	Витрати енергії не оптимізовані, значна кількість втрат.	До 20-30% економії енергії завдяки оптимізації процесів.
Швидкість реакції системи	Затримка через механічну природу реле, підходить лише для стабільних умов роботи.	Миттєва реакція завдяки використанню програмованих логічних контролерів.
Стійкість до перевантажень	Низька, можливість аварій при раптових змінах у подачі матеріалу.	Висока, автоматична зупинка при перевантаженні та адаптація до змін.
Обслуговування	Просте, але вимагає частого втручання через механічне зношення.	Складніше, але потребує менше обслуговування завдяки високоякісним електронним компонентам.
Гнучкість застосування	Обмежена, підходить для роботи лише з вузьким спектром сировини.	Універсальна, адаптується до різних типів матеріалів (олія, біомаса, комбіновані суміші).
Довговічність	Механічна зношуваність компонентів вища, середній термін служби 5-7 років.	Довший термін служби (10-15 років) завдяки сучасним матеріалам і електроніці.

Під час виробництва соняшникової олії було виявлено низку проблем, пов'язаних із енерговитратами. Основні труднощі стосуються таких аспектів процесу, як коефіцієнт корисної дії двигунів. Використання застарілих або малоефективних електродвигунів часто спричиняє значні енергетичні втрати в системі. Низька продуктивність може бути наслідком зносу обладнання, морального старіння його компонентів або нерационального управління роботою двигунів. Шнекові преси потребують стабільного забезпечення сировиною та електроенергією. Разом із тим витрати енергії, пов'язані з роботою насосів і живильників, часто є нерентабельними, особливо якщо ці системи функціонують безперервно або за несприятливих умов. Нерівномірне розподілення навантаження призводить до зниження загальної ефективності обладнання та створює труднощі у досягненні оптимальної продуктивності. Крім того, відсутність автоматизованого управління процесами може спричинити нерациональне використання ресурсів і надмірні енерговитрати через відсутність

контролю над роботою обладнання. Енергетичні витрати під час пресування олії можуть збільшуватися через недоліки у технологічних процесах, що призводить до неефективного використання енергії та підвищення собівартості переробки сировини.

Гіпотеза. Запропоноване нове програмне забезпечення для контролера здатне зменшити затримки у подачі продукту та забезпечити рівномірний розподіл матеріалу в живильнику. Очікується, що впровадження цього рішення сприятиме оптимізації роботи шнекового пресу, підвищуючи енергоефективність процесу виробництва соняшникової олії. Передбачається, що це дозволить точніше контролювати та налаштовувати ключові параметри, такі як швидкість роботи живильника, рівень завантаження і розподіл матеріалу, що в свою чергу сприятиме зменшенню енергоспоживання та підвищенню ефективності виробничих процесів.

Оптимізація функціонування обладнання включає адаптивне регулювання швидкості двигунів, що дозволяє скоротити витрати електроенергії під час роботи з низькими навантаженнями. Крім того, важливим аспектом є впровадження систем управління навантаженням, які забезпечують оптимальний розподіл між живильниками та процесом пресування олії, що дозволяє досягти максимальної продуктивності обладнання.

Покращення автоматизації процесу може передбачати використання автоматичних систем контролю та управління, що забезпечують стабільну роботу обладнання та зменшують витрати електроенергії. Крім того, корисно впроваджувати системи моніторингу та діагностики, які дозволяють вчасно виявляти несправності та запобігати їх появі [4].

В даному контексті основною метою є зниження енергетичних витрат та підвищення продуктивності системи шляхом застосування ефективних методів управління обладнанням. Це сприятиме підвищенню конкурентоспроможності підприємства та забезпеченню сталого розвитку.

Зменшення енергетичних витрат у процесі виробництва соняшникової олії має кілька важливих аспектів. По-перше, це дозволяє знизити виробничі витрати, що підвищує конкурентоспроможність підприємства. Оптимізація енергоспоживання веде до зменшення собівартості продукції, роблячи її доступнішою для споживачів.

По-друге, це сприяє збереженню ресурсів та зниженню викидів парникових газів. Енергоефективне обладнання та оптимізовані процеси дозволяють зменшити споживання електроенергії та інших ресурсів, що сприяє зменшенню забруднення довкілля.

По-третє, це зміцнює енергетичну безпеку країни та сприяє сталому розвитку. Зниження енергетичних витрат зменшує залежність від імпорту енергоносіїв, покращує енергетичну незалежність та зберігає природні ресурси для майбутніх поколінь.

Отже, зниження енергетичних витрат у виробництві соняшникової олії сприяє підвищенню конкурентоспроможності, збереженню ресурсів, зниженню забруднення, зміцненню енергетичної безпеки та сталому розвитку.

Висновки. Існує значний потенціал для підвищення енергоефективності обладнання, що використовується у шнекових пресах для виробництва соняшникової олії. Аналіз сучасного стану таких пресів та їх енергетичних характеристик виявив низку чинників, які впливають на споживання енергії.

Дослідження показало, що певні технологічні параметри та процеси можуть бути оптимізовані з метою підвищення продуктивності та зменшення енерговитрат. Одним із важливих напрямків вдосконалення є впровадження новітнього обладнання та спеціалізованого програмного забезпечення, яке дозволяє здійснювати контроль і регулювання технологічних процесів у шнекових пресах. Такий підхід сприяє більш ефективному використанню ресурсів і підвищенню продуктивності виробництва.

Реалізація запропонованих методів оптимізації є ключовим кроком до досягнення сталого розвитку та раціонального використання енергетичних ресурсів. Інтеграція сучасних технологій, інноваційного програмного забезпечення та удосконалених підходів до управління забезпечує точність, прогнозованість і оптимізацію робочих процесів. Це сприяє зменшенню витрат, зниженню споживання енергії та скороченню кількості відходів.

Таким чином, застосування запропонованих рішень є стратегічно важливим для досягнення сталого розвитку та збереження природних ресурсів. Поєднання інноваційних технологій і сучасних методів управління сприяє точнішому налаштуванню робочих параметрів, що забезпечує економію енергії, зниження витрат і мінімізацію обсягів відходів

References

1. Popov M. O. (2013). Assessment and directions for improving the efficiency of energy use at enterprises of the oil and fat industry *Bulletin of the National technical university XIII: Technical progress and production efficiency*, 67 (1040), 148-152.
2. Indartono, Y.S.; Heriawan, H.; Kartika, I.A. (2019). Innovative and flexible single screw press for the oil extraction of Calophyllum seeds. *Res. Agric. Eng.*, 65, 90–97.
3. Ministry of Education and Science of Ukraine, Tavriysk State Agro-Technological University named after Dmytro Motorny http://www.tsatu.edu.ua/nauka/wp-content/uploads/sites/49/didur-v.v._compressed.pdf
4. Tsygankov D. E. (2021). Justification of waste-free technology for processing sunflower cake to obtain oil in order to increase the yield of the finished product: master's thesis: 181, Food technologies Dnipro State

Agrarian and Economic University, Faculty of Engineering and Technology, Department of Storage and Processing Technologies of Agricultural Products, Dnipro.

5. Vincent Corporation Official website of the company manufacturing screw presses, including the CP-4 model. <https://www.vincentcorp.com>
6. Kumera Products Official website of Kumera Corporation, producer of screw press models like the K2-500. <https://kumera.com>
7. Atlas-Stord International Website of the company specializing in screw press manufacturing, such as the Atlas SP-350 model. <https://www.stord-intl.com>

ENERGY-EFFICIENT USE OF SCREW PRESS EQUIPMENT FOR OIL PRODUCTION

Khomenko A., graduate student, Osadchuk P.I., SciD
Odesa National University of Technology, Odesa

Abstract. *The oil and fat industry plays an important role in the global food industry. Numerous researchers have focused on increasing efficiency, reducing energy consumption and improving the quality of the oil obtained. This study proposes the use of additional modulation to regulate the speed of screws in press equipment, which contributes to increasing energy efficiency and improving the final product quality. Optimizing the operation of screw screws allows you to achieve a high level of productivity, while reducing unproductive energy consumption. In addition, such a system increases the sensitivity and adaptability of the equipment to changes in the work process. It also provides the ability to record and analyze data, which contributes to high-quality monitoring and effective maintenance of electromechanical components. The system software contains intelligent algorithms and control logic that analyze information from sensors and create precise signals for controlling the drives. This allows you to maintain basic operating parameters, such as speed and torque, with maximum accuracy. The algorithms take into account the load, environmental conditions and energy efficiency indicators, which allows you to optimize control processes and reduce energy consumption. In addition, the system can use modern machine learning methods to continuously improve its algorithms. This helps to increase the accuracy of settings and ensures high energy efficiency. Automated control has a number of advantages: it allows auger screws to operate at maximum performance with minimal energy loss, increases the adaptability of the equipment to changing operating conditions and loads, and also provides high-quality monitoring and proper maintenance through data analysis.*

Ключові слова: energy efficiency, screw, automation, prepress.

Список використаної літератури

1. Попов М. О. Оцінка і напрямки підвищення ефективності використанні енергоресурсів на підприємствах олійно-жирової галузі / М. О. Попов // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Технічний прогрес і ефективність виробництва. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2013. – № 67 (1040). – С. 148-152.
2. Indartono, Y.S.; Heriawan, H.; Kartika, I.A. Innovative and flexible single screw press for the oil extraction of Calophyllum seeds. Res. Agric. Eng. 2019, 65, 90–97.
3. Міністерство освіти і науки України Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного http://www.tsatu.edu.ua/nauka/wp-content/uploads/sites/49/didur-v.v._compressed.pdf
4. Циганков Д. Є. Обґрунтування безвідходної технології переробки макухи соняшника з отриманням олії з метою збільшення виходу готового продукту : магістер. дипломна робота : 181, Харчові технології / Циганков Дмитро Євгенійович ; наук. керівник Чурсінов Ю. О. ; Дніпровський держ. аграрно-екон. ун-т, Інженерно-технологічний ф-т, Каф. технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. – Дніпро, 2021. – 114 с.
5. Vincent Corporation Офіційний сайт компанії, яка виготовляє шнекові преси, такі як модель CP-4. <https://www.vincentcorp.com>
6. Kumera Products Офіційний сайт Kumera Corporation, виробника моделей шнекових пресів, таких як K2-500. <https://kumera.com>
7. Atlas-Stord International Сайт компанії, яка спеціалізується на виробництві шнекових пресів, таких як Atlas SP-350. <https://www.stord-intl.com>

Отримано в редакцію 07.08.2024
Прийнято до друку 25.09.2024

Received 07.08.2024
Approved 25.09.2024