

ВИКОРИСТАННЯ МІКРОХВИЛЬОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЦЕСІ ОЧИЩЕННЯ ВОВНЯНОЇ ПРЯЖІ НА ТЕКСТИЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Матеріали статті є логічним продовженням тематики, яка пов'язана із практичним застосуванням електромагнітного НВЧ-поля в промислових умовах роботи текстильних підприємств. Авторами публікації пропонується експериментальна модель установки для очищення вовняної пряжі-сирцю, використання якої дозволить скоротити технологічний процес і підвищити ефективність роботи текстильних підприємств.

Ключові слова: вовняна пряжа, сушіння, віджимання, відцентрові сили, центрифуга, НВЧ поле, оптимізація процесу, мючі розчини, технологічні цикли.

V.O. PRIVALA

Khmelnytskyi National University

JUSTIFICATION OF THE MICROWAVE DEVELOPMENT DESIGN FOR CLEANING WOVEN YARN IN CONDITIONS OF DOMESTIC TEXTILE ENTERPRISES

In a highly competitive global textile market, an important factor is the optimization of the fabric production process. However, the cost of textiles made from natural fibers, such as wool yarn, cannot be cheap. Woollen garments are always in the trend of modern fashion. Coats, suits, dresses, sweaters, sweaters, blankets, plaids are products that are traditionally used for woollen fabrics of different thickness, composition and decoration. Therefore, the issue of cheaper technology for the production of textiles from wool yarn is relevant for both domestic and world textile enterprises. The purpose of the research is to create an energy-saving technology for cleaning wool through the use of electromagnetic field of high frequency (microwave) in the conditions of domestic textile enterprises. The essence of the development is to combine the process of spinning wool yarn in an electromagnetic microwave field, which should optimize the process of cleaning wool and increase the productivity of industrial technology.

Key words: woollen yarn, drying, spinning, centrifugal force, centrifuge, microwave field, process optimization, cleaning solutions, process cycles.

Вступ

В умовах суворої конкуренції на світовому ринку текстильних матеріалів важливим фактором є оптимізація процесу отримання тканин. Текстиль має бути якісним, недорогим і конкурентоспроможним. Такої концепції більш-менше вдається дотримуватися виробникам тканих матеріалів із синтетичних волокон, які є зовні привабливими і недорогими. За статистикою минулого року домінуючою вихідною сировиною у виробництві волокнистих матеріалів є поліестер. Його частка на світовому ринку в кілька разів перевищує частку його найближчого конкурента – вовни. Проте собівартість текстилю на основі волокон з вовни, беручи до уваги її важливі експлуатаційні властивості, бути дешевою не може. Швейні виробни з вовняних матеріалів завжди в тренді сучасної моди. Пальта, костюми, сукні, светри, кофти, ковдри, пледи – це вироби, для виготовлення яких традиційно застосовується вовняні тканини різної товщини, складу та оздоблення.

Отже? питання здешевлення технології виготовлення текстилю саме з вовняної пряжі є актуальним для вітчизняних текстильних підприємств, які розташовані в Чернігові, Кривому Розі, Одесі, Сумах. Проте сучасна технологія очищення вовни лишається багатостадійною та енерговитратною, що впливає на якість і кінцеву собівартість продукції [1]. Тому метою досліджень є створення енергозберігаючої технології очищення вовни за рахунок використання електромагнітного поля надвисокої частоти (НВЧ) на вітчизняних текстильних підприємствах.

Аналіз літературних джерел

Як було зазначено раніше [2–6], застосування високочастотної (ВЧ) енергії для сушіння різних предметів і речовин не є новим і знайшло широке застосування для сушки дерева, продуктів харчування, паперу та ін. У порівнянні зі звичайним способом сушіння при ВЧ-сушці тепло виникає всередині матеріалу, який сушать. Це означає, що в ВЧ-полі процес сушіння текстильного волокна починається не з його поверхні, а з середини, і поступово розвивається у напрямку до зовнішньої поверхні. Такий спосіб розігріву є більш швидким у порівнянні з конвекційним. Разом з цим високочастотне нагрівання має і свої недоліки, яких важко позбутися. Наприклад, неможливе отримання фіксованої температури розігріву матеріалів [7–10].

На початку 80-х років минулого століття в ряді високо економічно розвинених країн Європи, в Японії та в США відбулась технічна революція, яка пов'язана із розробкою технологій сушки і розігріву різноманітних матеріалів і речовин за допомогою електромагнітного поля надвисокої частоти (НВЧ). Тобто з'явилися технології термічної обробки продуктів харчування, вулканізації гумових камер, сушки паперу, склеювання деревних плит і так далі в полі надвисоких частот (1450 МГц). Разом з тим, складності конструювання і виготовлення НВЧ-генераторів робила зазначені технічні новації економічно не вигідними. І тільки на початку 90-х років минулого сторіччя, завдяки здешевленню технології виробництва НВЧ обладнання, використання НВЧ-технологій отримало новий імпульс розвитку [11–13].

Теоретичні розробки та практичне застосування поля надвисоких частот відображено в наукових роботах і українських вчених: Водотовки Л.І. (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»), Березненка М.П. та Березненка С.М. (Київський національний університет технологій і дизайну), Скрипника В.М. (Хмельницький національний університет) та інших. Саме завдяки розробкам цих науковців даний напрямок став ближче для вітчизняної легкої промисловості. Зокрема, професор Скрипник В.М. був ініціатором і науковим керівником держбюджетної науково-дослідної роботи, яка присвячена сушінню волокнистих матеріалів в НВЧ-полі [14–16].

Постановка задачі

В попередній публікації [17] детально викладено теоретичне обґрунтування можливості використання електричного поля надвисоких частот в поєднанні з відцентровими силами для оптимізації процесу очищення вовняної пряжі. А саме, пропонується на відповідному технологічному етапі обробки вовни виконувати її віджим за допомогою центрифугування барабану робочої камери з накладенням на неї дії НВЧ-поля. Саме за рахунок цього передбачається скоротити час на сушку вовни. Для реалізації цієї концепції необхідно розробити відповідну установку, принципова схема якої відображена нижче.

Викладення основного матеріалу

На рис. 1 зображено схему макету промислової НВЧ-установки. За основу взято конструкцію діючої промислової установки, яка використовується для очищення вовни на вітчизняних текстильних підприємствах. Відмінність полягає у тому, що в новій установці ванну для виконання миття вовни замінено на камеру у вигляді перфорованого барабану конічної форми 3, який має можливість обертатися аналогічно до промислових пральних машин. Крім того, нова установка доукомплектована магнетроном 1 і водяною системою його охолодження, яка складається з емностей 16 та водяного насосу 15, який спричиняє циркуляцію води в замкнутій системі. Отже, в даній установці теплова енергія передається не нагрітим повітрям, тобто конвекційно, а з допомогою електричного змінного поля частотою 1450 МГц, яке створює магнетрон 1 потужністю 25 КВт.

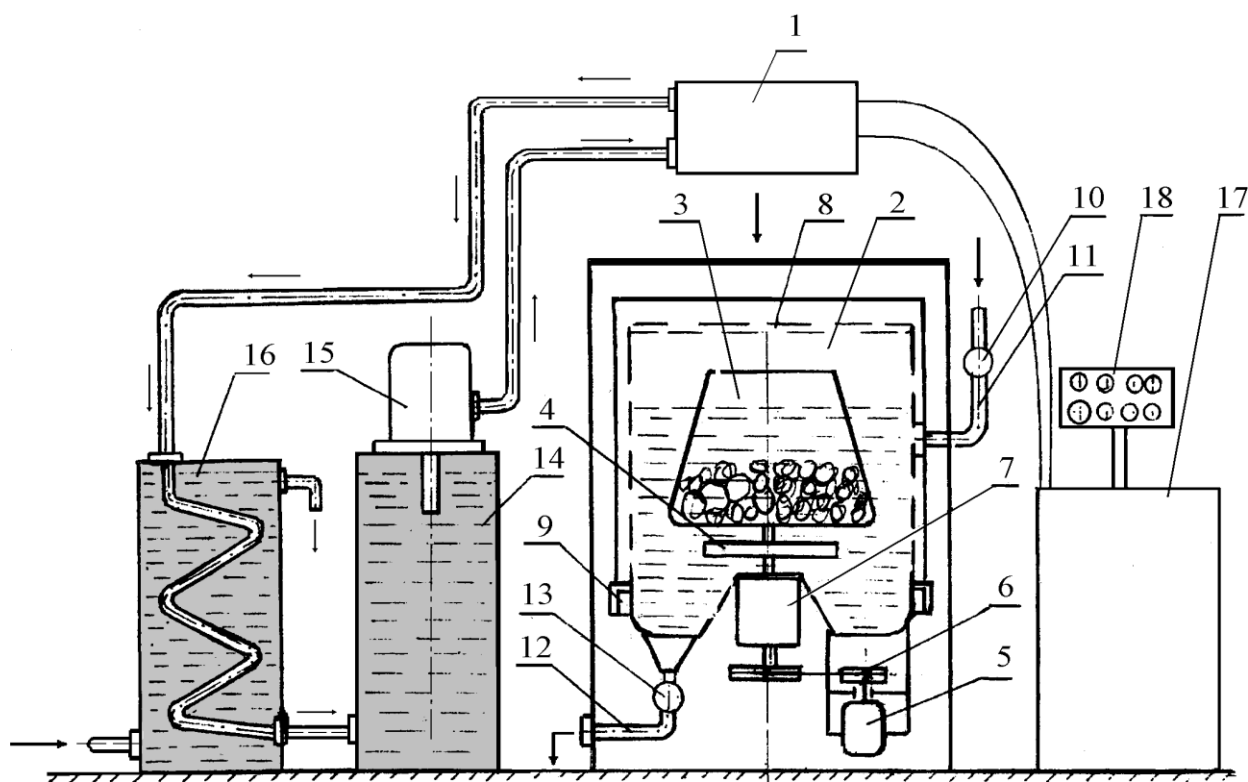


Рис. 1. Схема макету установки для промислового очищення вовняної пряжі з використання НВЧ-поля:
 1 – НВЧ-генератор (магнетрон); 2 – хвилевод з камерою резонатора; 3 – перфорований барабан; 4 – крилатка для циркуляції миючої розчину; 5 – електродвигун; 7 – редуктор; 8 – кришка резонатора; 9 – амортизатори робочої камери; 10 – патрубок; 11 – насос; 12 – патрубок для зливання миючої розчину; 13 – водяний компресор; 14 – смішувач з дистильованою водою; 15 – насос; 16 – установка для охолодження магнетрону; 17 – блок живлення магнетрону; 18 – пульт керування установкою

Технологічна послідовність обробки вовни-сирцю на діючих вітчизняних підприємствах складається з ряду основних і допоміжних виробничих етапів, які перераховані нижче.

1. Кількісне і якісне приймання вовни.
2. Сортування вовни за видами.
3. Сортування вовни в немитому вигляді за сортами.

4. Подача вовни до мийних апаратів.
5. Додавання до вовни живильника-розпушувача.
6. Мийка в п'яти ваннах:
 - перша ванна (розчин соди для замочування вовни);
 - друга і третя ванни (розчин мила і соди);
 - четверта ванна (мильний розчин);
 - п'ята ванна (полоскання).
7. Віджим вовни.
8. Сушка вовни в сушильній машині.
9. Транспортування по вентиляційних трубах на упаковку.
11. Визначення якісних показників по залишковій вологості.
12. Контроль якості.
13. Транспортування готової продукції на склад.

Саме для оптимізації етапів № 7 і 8 (поєднання процесу віджиму та сушіння) і призначена нова установка. Що стосується всіх інших технологічних етапів, то вони лишаються незмінними і тому детально не описуються в даній публікації. Ще однією особливістю нової установки є те, що перфорований барабан 3 має бути виготовлений не з металу, а з полімеру, який спроможний безперешкодно пропускати електромагнітні коливання, що створюють НВЧ-генератор (магнетрон) 1 і хвилевод 2. Отже, після завершення технологічного етапу № 6, перфорований барабан установки має перейти у режим центрифугування для примусового видалення вологи з промитої вовни. Після цього вмикається НВЧ-генератор для створення високочастотного електромагнітного поля, яке і буде генерувати тепло, що є необхідним для повної висихання пряжі.

Ще однією особливістю нової установки є необхідність у розробці захисного екрану від можливого шкідливого впливу НВЧ-енергії на оточуючих.

Висновки

Сучасні інноваційні технології все більше і більше проникають в різноманітні сфери виробничої діяльності. При цьому їх практичне застосування іноді знаходиться у зовсім неочікуваних галузях: хімічній промисловості, сільському господарстві, харчовій промисловості тощо. Наочним прикладом цього є проект установки, який розглядається в даній публікації. Зазначена установка має дозволити переробляти вовняну пряжу в межах 1250–1500 кг/годину, що перевершує продуктивність праці існуючих промислових установок.

Література

1. Вовняна промисловість України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ukrkniga.org.ua/ukrkniga-text/842/17>.
2. Орлов В.В. Перспективы применения микроволновой обработки жидких пищевых продуктов / В.В. Орлов, А.С. Алфёров // НИУИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2006. – № 2. – С. 53–57.
3. Власов В.В. Физика и техника сверхвысокочастотного диапазона электромагнитных колебаний : навч. посібн. / Власов В.В. – Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2011. – 169 с.
4. Техника сверхвысоких частот : [учебное пособие для вузов ; под ред. Н.П. Собенина]. – 2-е издание, перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2007. – 543 с.
5. Данилин А.А. Измерения в технике СВЧ : учебное пособие для вузов / Данилин А.А. – М. : Радиотехника, 2008. – 184 с.
6. Неганов В.А. Устройства СВЧ и антенны: Проектирование, конструктивная реализация, примеры применения устройств СВЧ / Неганов В.А, Ключев Д.С., Табаков Д.П. – Москва : Изд. Стереотип, 2020. – 608 с.
7. Суходолец Л. Г. Мощные вакуумные СВЧ-приборы : учебное пособие по изучению ЭВП СВЧ / Суходолец Л. Г. – Москва : Икар, 2014. – 72 с.
8. Молодцова М.А. Возможности и перспективы использования микроволнового излучения в промышленности / Молодцова М.А., Севастьянова Ю.В. – Х. : Лесн.журн.. – 2017. – № 2. – С. 82–83.
9. Баранов А.В. Взаимодополняющие приемы проектирования трехточечных СВЧ-автогенераторов / А.В. Баранов, А.Л. Козиков // Электронная техника. Серия 1: СВЧ-техника / Научно-производственное предприятие "Исток" имени А.И. Шокина. – 2018. – № 3. – С. 75–82.
10. Imenokhoyev I., Matthes A., Walter G. Numerical 3D-FEM-Simulation made by COMSOL Multiphysics of a Microwave Assisted Cleaning System for a Diesel Sooty Particle Filter and its Experimental Validation. In Proceeding Book, International COMSOL Multiphysics Conference, Ludwigsburg 2011, October 26–28.
11. Yan S. J., Zhen L., Xu C. Y., Jiang J. T., Shao W. Z. Microwave absorption properties of FeNi₃ submicrometre spheres and SiO₂ FeNi₃ core-shell structures. Journal of Physics D: Applied Physics. № 43. V. 24. 2010. P. 245.

12. Acher O., Dubourg S. Generalization of Snoek's law to ferromagnetic film sand composites. *Physical review B*. № 77, V. 10. 2008. P. 104440.
13. Liu L., Duan Y., Ma L., Liu S., Yu Z. Microwave absorption properties of a wave-absorbing coating employing carbonyl-iron powder and carbon black. *Applied Surface Science*. № 257. V. 3. 2010. P. 842–846.
14. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах (ВОТТП-16-2016) : матеріали XVI міжнар. наук.-техн. конф., 10–15 черв. 2016 р. / ред. : В.І. Водотовка, В.Б. Дудикевич, Ж.Е. Желкобаєв. – Одеса : ХНУ, 2016. – 221 с.
15. Привала В.О. Розробка методики надання необхідної пористості сучасним плівковим матеріалам / В.О. Привала, А. А. Мичко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 3. – С. 109–111.
16. Скрипник В.М. Розрахунок структури поля в області взаємодії з текстильним матеріалом усередині хвилеводного елемента / В.М. Скрипник, В.В. Яковлев, В.В. Комаров, В.О. Привала // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1998. – № 1. – С. 147–151.
17. Привала В.О. Теоретичне обґрунтування розробки мікрохвильової технології очищення вовняної пряжі в умовах текстильних підприємств / В.О. Привала, О.С. Засорнов // Вісник Хмельницького національного університету. – 2015. – № 6. – С. 115–119.
18. Ушакова Н.Ф. Опыт применения СВЧ-энергии при производстве пищевых продуктов / Н.Ф. Ушакова, Т.С. Копылова, В.В. Касаткина, А.Г. Кудряшова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 10. – С. 30–32.

References

1. Vovniiana promyslovist Ukrainy [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://ukrkniga.org.ua/ukrkniga-text/842/17>.
2. Orlov V.V. Perspektivy primeneniya mikrovolnoy obrabotki zhidkikh pishyevykh produktov / V.V. Orlov, A.S. Alfyorov // NIUITMO. Seriya «Processy i apparaty pishyevykh proizvodstv». – 2006. – № 2. – С. 53–57.
3. Vlasov V.V. Fizika i tehnika sverhvysochastotnogo diapazona elektromagnitnykh kolebanij : navch. posibn. / Vlasov V.V. – Harkiv : HNU imeni V.N. Karazina, 2011. – 169 s.
4. Tehnika sverhvysochastot : [uchebnoe posobie dlya vuzov ; pod red. N.P. Sobenina]. – 2-e izdanie, pererab. i dop. – M. : Energoatomizdat, 2007. – 543 s.
5. Danilin A.A. Izmereniya v tehnike SVCh : uchebnoe posobie dlya vuzov / Danilin A.A. – M. : Radiotekhnika, 2008. – 184 s.
6. Neganov V.A. Ustrojstva SVCh i anteny: Proektirovanie, konstruktivnaya realizaciya, primery primeneniya ustrojstv SVCh / Neganov V.A, Klyuev D.S., Tabakov D.P. – Moskva : Izd. Stereotip, 2020. – 608 s.
7. Suhodolec L. G. Moshnye vakuumnye SVCh-pribory : uchebnoe posobie po izucheniyu EVP SVCh / Suhodolec L. G. – Moskva : Ikar, 2014. – 72 s.
8. Molodcova M.A. Vozmozhnosti i perspektivy ispolzovaniya mikrovolnogo izlucheniya v promyshlennosti / Molodcova M.A., Sevastyanova Yu.V. – H. : Lecn.zhurn.. – 2017. – № 2. – С. 82–83.
9. Baranov A.V. Vzaimodopolnyayushie priemy proektirovaniya trehtocheynykh SVCh-avtogeneratorov / A.V. Baranov, A.L. Kozikov // Elektronnaya tehnika. Seriya 1: SVCh-tehnika / Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie "Istok" imeni A.I. Shokina. – 2018. – № 3. – С. 75–82.
10. Imenokhoyev I., Matthes A., Walter G. Numerical 3D-FEM-Simulation made by COMSOL Multiphysics of a Microwave Assisted Cleaning System for a Diesel Sooty Particle Filter and its Experimental Validation. In Proceeding Book, International COMSOL Multiphysics Conference, Ludwigsburg 2011, October 26–28.
11. Yan S. J., Zhen L., Xu C. Y., Jiang J. T., Shao W. Z. Microwave absorption properties of FeNi₃ submicrometre spheres and SiO₂ FeNi₃ core-shell structures. *Journal of Physics D: Applied Physics*. № 43. V. 24. 2010. P. 245.
12. Acher O., Dubourg S. Generalization of Snoek's law to ferromagnetic film sand composites. *Physical review B*. № 77, V. 10. 2008. P. 104440.
13. Liu L., Duan Y., Ma L., Liu S., Yu Z. Microwave absorption properties of a wave-absorbing coating employing carbonyl-iron powder and carbon black. *Applied Surface Science*. № 257. V. 3. 2010. R. 842–846.
14. Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh (VOTTP-16-2016) : materialy XVI mizhnar. nauk.-tekh. konf., 10–15 cherv. 2016 r. / red. : V.I. Vodotovka, V.B. Dudykevych, Zh.E. Zhelkobaev. – Odessa : KhNU, 2016. – 221 s.
15. Pryvala V.O. Rozrobka metodyky nadання neobkhdnoi porystosti suchasnym plivkovym materialam / V.O. Pryvala, A. A. Mychko // Herald of Khmelnytskyi National University. – 2009. – № 3. – С. 109–111.
16. Skrypnyk V.M. Rozrakhunok struktury polia v oblasti vziaemodii z tekstylnym materialom useredyni khvylevodnogo elementa / V.M. Skrypnyk, V.V. Yakovliev, V.V. Komarov, V.O. Pryvala // Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh. – 1998. – № 1. – С. 147–151.
17. Pryvala V.O. Teoretychne obgruntuvannya rozrobky mikrokhvylivoi tekhnolohii ochyshchennia vovnyanoi priazhi v umovakh tekstylnykh pidpriemstv / V.O. Pryvala, O.S. Zasornov // Herald of Khmelnytskyi National University. – 2015. – № 6. – С. 115–119.
18. Ushakova N.F. Opyt primeneniya SVCh-energii pri proizvodstve pishyevykh produktov / N.F. Ushakova, T.S. Kopylova, V.V. Kasatkina, A.G. Kudryashova // Pishyevaya promyshlennost. – 2013. – № 10. – С. 30–32.

Рецензія/Peer review : 25.09.2020 р.

Надрукована/Printed : 03.11.2020 р.