PAXTA QURITISH BARABANINING BOSHQARUV MEXANIZMLARI VA BIRLAMCHI SEZGIR ELEMENTLARI

Sayitov Shavkatjon Samidin o‘g‘li
Farg‘ona davlat texnika universiteti, katta o‘qituvchisi
Tel: +998 90 546 82 81
E-mail: Jeknil_91@mail.ru
Olimjon Sharipjonovich Sarimsoqov
Namangan davlat texnika universiteti, t.f.d. professori

Annotatsiya. Maqolada paxta xomashyosini quritishda qo‘llaniladigan barabanli qurilmalarning boshqaruv mexanizmlari va birlamchi sezgir elementlari tahlil qilinadi. Quritish agentining harorati, paxta namligi, havo oqimi, bosim, baraban aylanish tezligi va xomashyo sarfi jarayonning asosiy nazorat qilinadigan parametrlaridir. Ushbu parametrlarni o‘lchash uchun PT100 termoqarshiliklari, namlik datchiklari, bosim datchiklari, induktiv tezlik datchiklari va havo oqimi o‘lchagichlaridan foydalanish mumkin. Maqolada PLC+HMI asosidagi boshqaruv tizimi, PID-regulyator yordamida haroratni rostlash va chastotali o‘zgartirgich orqali baraban hamda ventilyator tezligini avtomatik boshqarish masalalari yoritilgan. Grafik va jadval asosida quritish jarayonining texnologik ko‘rsatkichlari hamda boshqaruv usullarining energiya samaradorligi tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: paxta xomashyosi, quritish barabani, avtomatik boshqaruv, PLC, HMI, SCADA, harorat datchigi, namlik datchigi, bosim datchigi, induktiv tezlik datchiklari, havo oqimi, PID-regulyator, chastotali o‘zgartirgich.

Аннотация. В статье анализируются механизмы управления и первичные чувствительные элементы барабанных установок, применяемых для сушки хлопкового сырья. Основными контролируемыми параметрами процесса являются температура сушильного агента, влажность хлопка, расход воздуха, давление, скорость вращения барабана и расход сырья. Для измерения данных параметров могут применяться термопреобразователи сопротивления PT100, датчики влажности, датчики давления, индуктивные датчики скорости и расходомеры воздуха. В статье рассматриваются вопросы построения системы управления на базе PLC+HMI, регулирования температуры с использованием PID-регулятора, а также автоматического управления скоростью вращения барабана и вентилятора посредством частотного преобразователя. На основе графиков и таблиц проведён анализ технологических показателей процесса сушки и энергетической эффективности различных методов управления.

Ключевые слова: хлопковое сырьё, сушильный барабан, автоматическое управление, PLC, HMI, SCADA, датчик температуры, датчик влажности,

датчик давления, индуктивные датчики скорости, воздушный поток, PID-регулятор, частотный преобразователь.

Abstract. The article analyzes the control mechanisms and primary sensing elements of drum-type drying units used for drying raw cotton. The main controlled parameters of the drying process include the temperature of the drying agent, cotton moisture content, air flow rate, pressure, drum rotational speed, and raw material feed rate. PT100 resistance temperature detectors, moisture sensors, pressure sensors, inductive speed sensors, and air flow meters can be used to measure these parameters. The article discusses the development of a PLC+HMI-based control system, temperature regulation using a PID controller, and automatic control of drum and fan speed through a variable frequency drive. Based on graphs and tables, the technological parameters of the drying process and the energy efficiency of different control methods are analyzed.

Keywords: raw cotton, drying drum, automatic control, PLC, HMI, SCADA, temperature sensor, moisture sensor, pressure sensor, inductive speed sensors, air flow, PID controller, variable frequency drive (VFD).

KIRISH.

Paxta xomashyosini dastlabki qayta ishlash jarayonida quritish bosqichi mahsulotning keyingi texnologik operatsiyalarga tayyorlanishini belgilovchi muhim jarayonlardan biridir. Xomashyo tarkibidagi ortiqcha namlik saqlash vaqtida qizish, mikrobiologik jarayonlarning kuchayishi va tola sifatining pasayishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bilan birga, paxtani ortiqcha quritish ham tola va chigitning texnologik xususiyatlariga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Shu sababli quritish jarayonida harorat va namlikni optimal darajada ushlab turish, quritish agenti sarfini muvofiqlashtirish va baraban aylanish tezligini texnologik sharoitga mos ravishda boshqarish talab etiladi. Zamonaviy avtomatlashtirish tizimlarida bu vazifalar birlamchi sezgir elementlar, PLC, ijro mexanizmlari va operator interfeysining o‘zaro ishlashi orqali amalga oshiriladi.

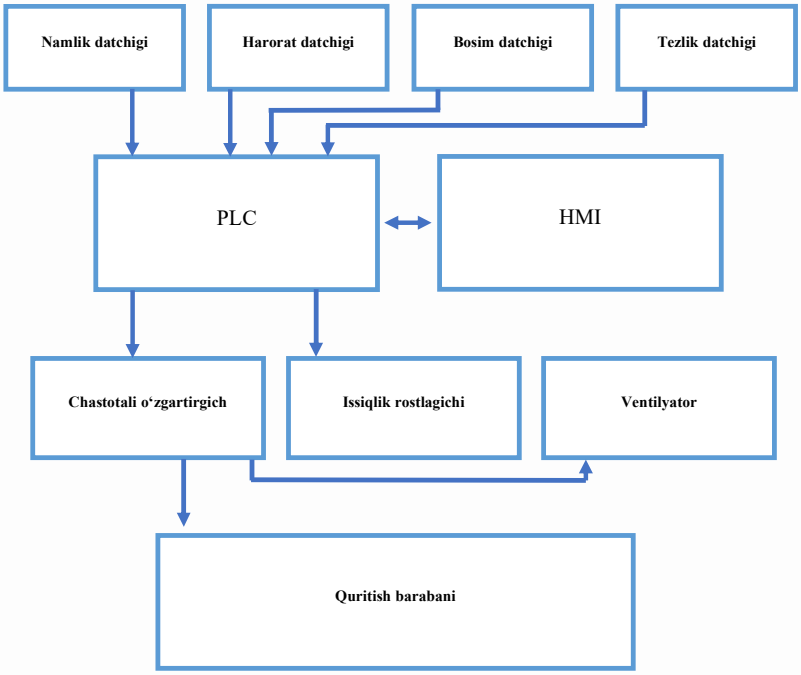
Tadqiqotimizning maqsadi paxta quritish barabanida qo‘llaniladigan boshqaruv mexanizmlari va birlamchi sezgir elementlarning funksional vazifalarini aniqlash hamda PLC asosidagi avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimining samarali tuzilishini taklif etishdan iborat.

Paxta quritish barabanining texnologik tuzilishi. Barabanli quritgich silindrsimon aylanma ishchi organ, issiqlik manbai, ventilyator, material ta’minlagichi, tayanch mexanizmlari va boshqaruv tizimidan tashkil topadi. Baraban ichidagi ko‘taruvchi lopastlar paxta xomashyosini yuqoriga ko‘tarib,

ISSN 3030-3907

quritish agenti oqimiga tashlaydi. Natijada issiqlik va massa almashinuvi yuzasi ortadi.

Quritish jarayonining asosiy boshqariladigan parametrlariga quritish agenti harorati, chiqishdagi paxta namligi, baraban aylanish tezligi, havo oqimi va materialning quritish zonasida bo‘lish vaqti kiradi. Ushbu parametrlar bir-biriga bog‘langan bo‘lib, bittasining o‘zgarishi qolganlariga ham ta’sir ko‘rsatadi.



1-rasm. Paxta quritish barabanining avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi

Baraban yuritmasi odatda asinxron elektr dvigatel, reduktor va mexanik uzatmadan tashkil topadi. Aylanish tezligini o‘zgartirish uchun chastotali o‘zgartirgichdan foydalanish mumkin. Bu usul materialning quritish zonasida bo‘lish vaqtini boshqarish va energiya sarfini kamaytirish imkonini beradi.

Quritish agentining harorati gaz klapani, elektr qizdirgich yoki issiq havo aralashtirish заслонkasi yordamida boshqariladi. Harorat datchigidan kelayotgan signal PLC tomonidan qayta ishlanib, PID-algoritm asosida ijro mexanizmiga boshqaruv signali yuboriladi.

Ventilyator tezligini boshqarish quritish agenti oqimini muvofiqlashtiradi. Havo oqimi haddan tashqari yuqori bo‘lsa, energiya sarfi ortadi; juda past bo‘lsa, issiqlik va massa almashinuvi yomonlashadi. Shu sababli ventilyatorni chastotali boshqarish texnologik jihatdan samarali hisoblanadi.

1-jadval.

Quritish barabanining asosiy boshqariladigan parametrlari

Parametr	O‘lchash vositasi	Ijro mexanizmi	Boshqaruv maqsadi
Harorat	PT100 / termopara	Gaz klapani yoki qizdirgich (Tent)	Optimal issiqlik rejimi

ISSN 3030-3907

Namlik	Namlik datchigi	Baraban tezligi / harorat	Belgilangan yakuniy namlik
Bosim	Bosim datchigi	Ventilyator	Barqaror havo oqimi
Aylanish tezligi	Induktiv datchik / enkoder	Chastotali o‘zgartirgich	Optimal quritish vaqti
Material sarfi	Oqim datchigi	Ta’minlagich	Bir tekis yuklama

Birlamchi sezgir elementlar texnologik jarayonning fizik kattaliklarini o‘lchaydi va ularni boshqaruv tizimi qabul qiladigan elektr signaliga aylantiradi. Ular avtomatik boshqaruv konturining boshlang‘ich bo‘g‘ini hisoblanadi.

Haroratni o‘lchash uchun PT100 termoqarshiliklari va termoparalar, namlikni aniqlash uchun sig‘im, infraqizil yoki mikroto‘lqinli datchiklar, bosimni o‘lchash uchun 4–20 mA datchiklar, aylanish tezligini aniqlash uchun induktiv datchiklar va enkoderlar qo‘llanilishi mumkin.

Paxta korxonalarida chang miqdori yuqori bo‘lishi sababli datchiklarni tanlashda changdan himoyalanish, o‘lchash diapazoni, aniqlik va signal uzatish masofasi hisobga olinishi kerak.

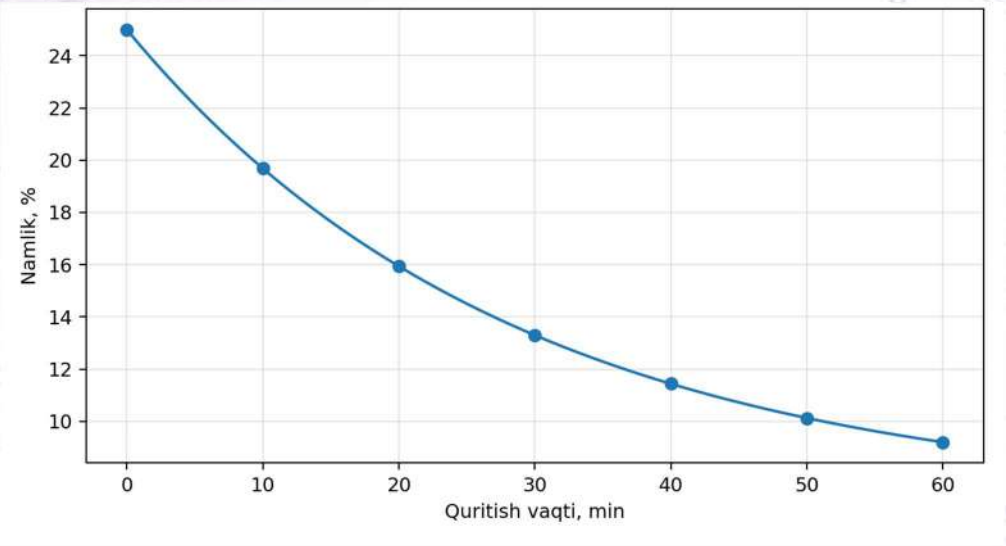
2-jadval.

Birlamchi sezgir elementlarning tavsiya etiladigan xususiyatlari

Datchik turi	O‘lchanadigan kattalik	Signal	Qo‘llanish joyi
PT100	Harorat	RTD / 4–20 mA	Baraban kirish va chiqishi
Namlik datchigi	Paxta namligi	4–20 mA / RS-485	Baraban chiqishi
Bosim datchigi	Havo bosimi	4–20 mA	Havo kanali
Induktiv datchik	Aylanish tezligi	Impuls	Val yoki reduktor
Oqim datchigi	Havo/material sarfi	Analog / impuls	Ventilyator va ta’minlagich

Quritish jarayonida paxta namligi vaqt o‘tishi bilan kamayadi. Amaliy jihatdan bu jarayon dastlab tezroq, keyinchalik esa sekinroq kechadi. Quyidagi grafikda shartli tajriba ma’lumotlari asosida namlikning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi keltirilgan.

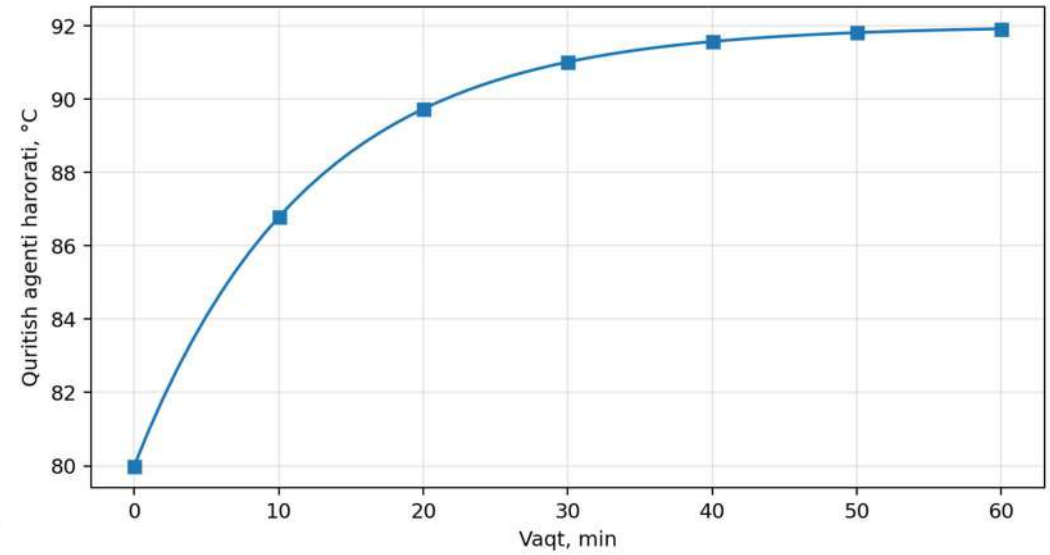
ISSN 3030-3907



2-rasm. Paxta namligining quritish vaqtida kamayishi

Grafikdan ko‘rinadiki, dastlabki davrda namlikning kamayish tezligi yuqori bo‘ladi. Keyinchalik material ichidagi bog‘langan namlikning chiqishi qiyinlashgani sababli quritish tezligi pasayadi. Shu sababli quritish jarayonini faqat vaqt bo‘yicha emas, balki chiqish namligi bo‘yicha ham boshqarish maqsadga muvofiq.

Quritish agenti haroratining barqarorligi mahsulot sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Haroratning ortiqcha oshishi paxta komponentlarining termik ta’sirlanishiga olib kelishi mumkin, past harorat esa quritish vaqtining uzayishiga sabab bo‘ladi.

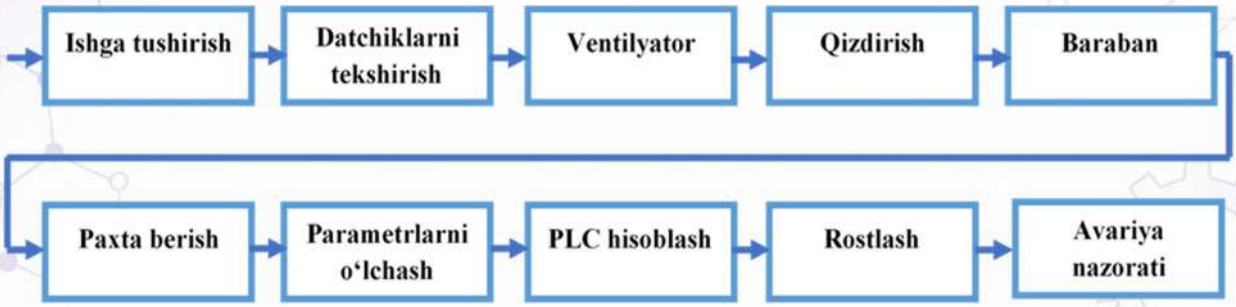


3-rasm. Quritish agenti haroratining boshqarilishi

Haroratni boshqarishda PID-regulyatorning proporsional, integral va differensial tashkil etuvchilari ishlatiladi. O‘lchangan harorat belgilangan qiymatdan farq qilganda, PLC boshqaruv signalini o‘zgartiradi. Bu usul haroratning keskin tebranishlarini kamaytiradi.

ISSN 3030-3907

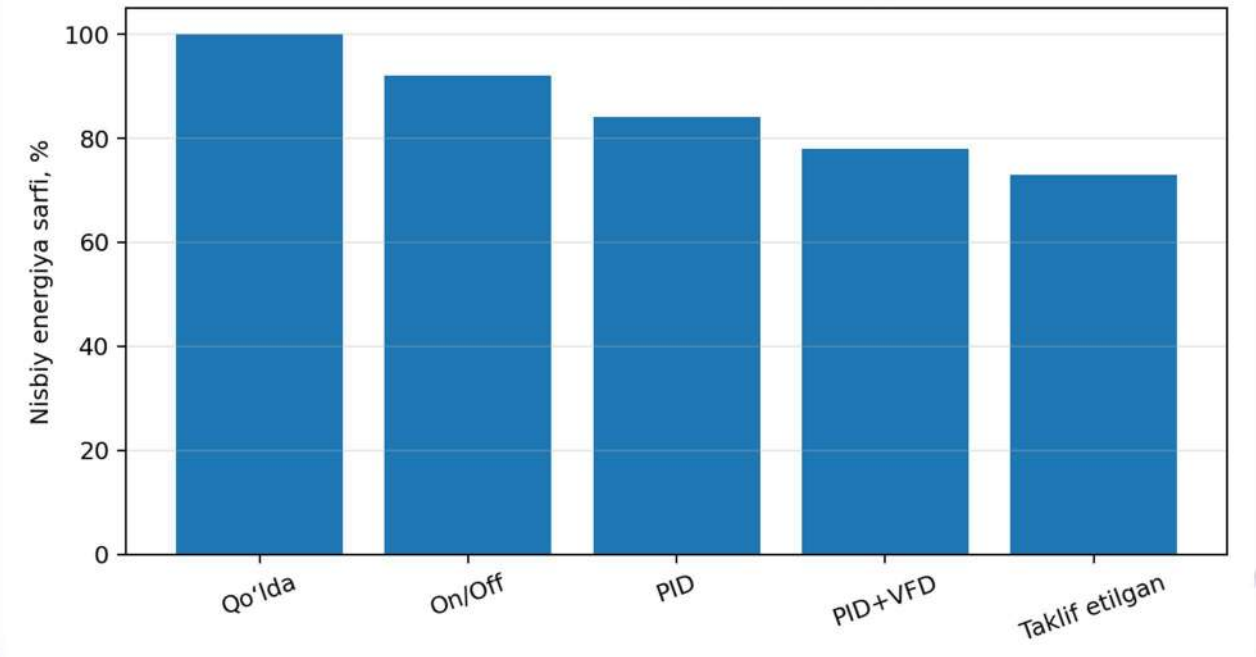
PLC boshqaruv tizimining markaziy qurilmasi bo‘lib, datchiklardan kelayotgan analog va raqamli signallarni qabul qiladi. Keyin ularni belgilangan qiymatlar bilan taqqoslab, ijro mexanizmlariga boshqaruv buyruqlarini uzatadi.



4-rasm. Boshqaruv algoritmining ketma-ketligi

Tizimni ishga tushirishda avvalo datchiklar va himoya qurilmalarining holati tekshiriladi. Keyin ventilyator va issiqlik manbai ishga tushiriladi. Baraban belgilangan tezlikka chiqqach, paxta xomashyosi uzatiladi. Jarayon davomida harorat, namlik, bosim va tezlik doimiy nazorat qilinadi.

Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimining muhim afzalliklaridan biri energiya sarfini kamaytirishdir. Buning uchun issiqlik manbai, ventilyator va baraban yuritmasi real texnologik ehtiyojga mos ravishda boshqariladi.



5-rasm. Boshqaruv usullarining nisbiy energiya sarfi

Grafikdagi qiymatlar shartli taqqoslash ma’lumotlari bo‘lib, boshqaruv darajasi oshishi bilan energiya sarfi kamayishini ko‘rsatadi. Ayniqsa PID-regulyator va chastotali o‘zgartirgichni birgalikda qo‘llash ventilyator va baraban yuritmalarining ortiqcha quvvat sarfini kamaytirishi mumkin.

Taklif etilayotgan tizimda harorat, namlik, bosim, tezlik va oqim datchiklari birlamchi o‘lchash bo‘g‘inini tashkil qiladi. Ularning signallari PLC ning analog

ISSN 3030-3907

yoki raqamli kirishlariga uzatiladi. PLC dasturi esa texnologik parametrlarni qayta ishlab, boshqaruv buyruqlarini shakllantiradi.

HMI operatorga jarayonning joriy holatini ko‘rish, parametrlarni o‘zgartirish va avariya xabarlarini olish imkonini beradi. SCADA tizimi qo‘llanilganda ma’lumotlarni arxivlash, trendlarni ko‘rish va energiya sarfini tahlil qilish mumkin.

3-jadval.

Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimining funksional elementlari

Tizim qismi	Asosiy qurilmalar	Vazifasi
O‘lchash	Harorat, namlik, bosim, tezlik datchiklari	Texnologik parametrlarni aniqlash
Boshqaruv	PLC, analog/raqamli modullar	Signallarni qayta ishlash
Ijro	Chastota o‘zgartirgich VFD, gaz klapani, ventilyator	Boshqaruv ta’sirini amalga oshirish
Operator	HMI / SCADA	Monitoring va sozlash
Himoya	Signalizatsiya, rele, blokirovka	Avariya holatlaridan himoyalash

XULOSA.

Paxta quritish barabanining samarali ishlashi uning mexanik konstruksiyasi bilan bir qatorda boshqaruv mexanizmlari va birlamchi sezgir elementlarning to‘g‘ri tanlanishiga ham bog‘liq. Tadqiqotda harorat, namlik, bosim, havo oqimi va aylanish tezligi asosiy nazorat qilinadigan parametrlar sifatida belgilandi.

PLC+HMI asosidagi boshqaruv tizimi yordamida datchiklardan kelayotgan ma’lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlash, PID-algoritm orqali haroratni rostlash, chastotali o‘zgartirgich yordamida baraban va ventilyator tezligini boshqarish mumkin.

Taklif etilayotgan boshqaruv arxitekturasi quritish jarayonining barqarorligini oshirish, yakuniy namlikni bir xil darajada ushlab turish, ortiqcha quritishni kamaytirish va energiya sarfini optimallashtirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Yunusnova S.T., Holmatov D.A., Atajonov O.O., Huzanazarov U. Formalization of the Cotton Drying Process Based on Heat and Mass Transfer

ISSN 3030-3907

Equations. *IIUM Engineering Journal*, 2020, Vol. 21, No. 2, pp. 256–265. DOI: 10.31436/iiumej.v21i2.1456.

2. Pelletier M.G., Armijo C.B., Funk P.A., Fabian J.C., Hardin R.G. Gin Process Control. *Journal of Cotton Science*, 2020, Vol. 24, No. 2, pp. 81–86.

3. Funk P.A., Hardin R.G., Terrazas A.A., Yeater K.M. Cotton Gin Fuel Use Patterns. *Transactions of the ASABE*, 2020, Vol. 63, No. 3, pp. 645–653. DOI: 10.13031.

4. Ahmed T., Zaman T. Modification and the Performance Enhancement of Solar Biomass Dryer. 2021. arXiv:2109.08030.

5. Salavatidezfouli S., Hajisharifi A., Girfoglio M., Stabile G., Rozza G. Applicable Methodologies for the Mass Transfer Phenomenon in Tumble Dryers: A Review. 2023. arXiv:2304.03533.

6. Fayziev S. Drying of Cotton Seeds by Using the Construction of a New Transmission Line Based on the Energy Saving of the Drum: A Review. *Journal of Textile Science and Engineering*, 2024, Vol. 12, Article 703. DOI: 10.37421/2155-6113.2024.14.703.

7. A'yuni D.Q., Kurniawan D., Prayoga M.P.I., Kumoro A.C., Djaeni M., Subagio A. Energy and Carbon Dioxide Emission Analysis of a Batch-Mode Paddy Drying Process in a Rotary Dryer. *Research in Agricultural Engineering*, 2024, Vol. 70, No. 1, pp. 35–42. DOI: 10.17221/32/2023-RAE.

8. Yu X., Ding X. Optimization of an Efficient and Environmentally Friendly Drying Program for Cotton Textiles in Clothes Dryers. *Drying Technology*, 2024, Vol. 42, No. 10, pp. 1623–1635. DOI: 10.1080/07373937.2024.2375450.

9. Niu W. Design of Double-Layer Rice Dryer Control System Based on PLC. *Nongji Shiyong Weihu*, 2024, No. 6.

10. Wang L., Ding X. Enhancing Prior-Knowledge-Based Control with Deep Attention Neural Network for Outlet Moisture Content of Cut-Tobacco. *Drying Technology*, 2024, Vol. 42, No. 10, pp. 1650–1663. DOI: 10.1080/07373937.2024.2377725.

11. A. S. Mujumdar. *Handbook of Industrial Drying*. 4th ed. CRC Press, updated digital editions, 2020.

12. Cengel Y.A., Ghajar A.J. *Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications*. 6th ed. McGraw-Hill, 2020.

13. Seborg D.E., Edgar T.F., Mellichamp D.A., Doyle F.J. *Process Dynamics and Control*. 4th ed. Wiley, 2021.

14. Liptak B.G. *Instrument Engineers' Handbook: Process Measurement and Analysis*. 5th ed. CRC Press, updated edition, 2021.

15. IEC 61131-3:2025. *Programmable Controllers – Part 3: Programming Languages*. International Electrotechnical Commission, 2025.

ISSN 3030-3907

16. ISO 50001:2018. *Energy Management Systems — Requirements with Guidance for Use*. International Organization for Standardization, current edition.
17. Development of Resource-Effective Equipment for Drying Raw Cotton Material. *Journal of Cotton Science*, Vol. 30, No. 1, pp. 73–83.

ISSN 3030-3907