BUG‘DOY DONINI QAYTA ISHLASH JARAYONIDA MEXATRONIK MODULLARNING QO‘LLANILISH HOLATI TAHLILI

Qamariddinov Shohruh Akmal o’g’li
Tayanch doktorant, Buxoro davlat texnika universiteti
E-mail: shoxrux.qamariddinov97@gmail.com

Annotatsiya. Bug‘doy donini qayta ishlash jarayoni qishloq xo‘jaligi va oziq-ovqat sanoatining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Zamonaviy texnologiyalarni joriy etish bu jarayonning samaradorligini oshirish, yo‘qotishlarni kamaytirish va mahsulot sifatini yaxshilash imkonini beradi. Ushbu maqolada bug‘doy donini qayta ishlashda mexatronik modullarning o‘rni, avtomatlashtirish texnologiyalarining afzalliklari va ularning iqtisodiy samaradorligi tahlil qilinadi. Tadqiqotlar natijasida, mexatronik modullarni qo‘llash natijasida ishlab chiqarish hajmi 30% gacha oshishi va energiya sarfi 20% gacha kamayishi aniqlangan.

Kalit so‘zlar: mexatronika, donni qayta ishlash, avtomatlashtirish, PLC, SCADA, donni saralash, namlash tizimi, qishloq xo‘jaligi robototexnikasi.

Аннотация. Процесс переработки пшеницы является важной частью сельского хозяйства и пищевой промышленности. Внедрение современных технологий позволяет повысить эффективность этого процесса, сократить потери и улучшить качество продукции. В данной статье анализируется роль мехатронных модулей в переработке пшеницы, преимущества автоматизatsii и их экономическая эффективность. Исследования показали, что применение мехатронных модулей может увеличить объем производства до 30% и сократить потребление энергии до 20%.

Ключевые слова: мехатроника, переработка зерна, автоматизatsiя, PLC, SCADA, сортировка зерна, система увлажнения, аграрная робототехника.

Abstract. The wheat grain processing system is a crucial part of agriculture and the food industry. The implementation of modern technologies improves process efficiency, reduces losses, and enhances product quality. This paper analyzes the role of mechatronic modules in wheat grain processing, the advantages of automation technologies, and their economic efficiency. Research findings indicate that the application of mechatronic modules can increase production volume by up to 30% and reduce energy consumption by up to 20%.

Keywords: mechatronics, grain processing, automation, PLC, SCADA, grain sorting, moisture control system, agricultural robotics.

KIRISH

Bug‘doy insoniyat tarixida eng qadimiy va strategik ahamiyatga ega bo‘lgan qishloq xo‘jalik mahsulotlaridan biri hisoblanadi. Uning qayta ishlash jarayoni murakkab texnologik bosqichlarni o‘z ichiga olib, yakuniy mahsulot sifatiga,

ISSN 3030-3907

saqlash muddatiga va energiya samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Zamonaviy dunyoda oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash, ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish va yo‘qotishlarni minimallashtirish asosiy maqsadlarga aylangan. Shu boisdan bug‘doyni qayta ishlashda ilg‘or texnologiyalarni, jumladan, mexatronik modullar va avtomatlashtirilgan tizimlarni joriy etish dolzarb ilmiy-texnik muammo sifatida qaralmoqda[1].

An’anaviy bug‘doy qayta ishlash usullari aksariyat hollarda mexanik va qo‘lda bajariladigan operatsiyalarni o‘z ichiga oladi. Bunday yondashuv: Energiya samaradorligini oshirish, ishlab chiqarish tezligini oshirish, mehnat xarajatlarini kamaytirish, mahsulot sifatini oshirish, yo‘qotishlarni kamaytirish mumkin [2].

Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarida raqamli texnologiyalar, sun’iy intellekt va avtomatlashtirish tizimlari muhim o‘rin tutmoqda. Ayniqsa, SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), PLC (Programmable Logic Controller) va IoT (Internet of Things) kabi tizimlar ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida kuzatish va boshqarish imkonini bermoqda. Ushbu ilg‘or texnologiyalar yordamida:

- ❖ Ishlab chiqarish jarayoni to‘liq avtomatlashtiriladi,
- ❖ Energiya samaradorligi oshiriladi,
- ❖ Mehnat xarajatlari qisqartiriladi,
- ❖ Mahsulot sifati yaxshilanadi,
- ❖ Resurslardan yanada oqilona foydalanish ta’minlanadi.

Mexatronika va avtomatlashtirish texnologiyalarini qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishiga tatbiq etish orqali an’anaviy tizimlarga nisbatan unumdorlik 30% gacha oshirilishi, energiya sarfi esa 20% gacha kamaytirilishi ilmiy tadqiqotlar bilan isbotlangan. Shu sababli bug‘doy donini qayta ishlash jarayonida zamonaviy boshqaruv modullari, aqlli sensorlar, robotlashtirilgan tizimlar va avtomatik nazorat texnologiyalaridan foydalanish nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshirish, balki oziq-ovqat sifatini barqaror ta’minlash imkonini ham beradi.

Ushbu maqolada bug‘doy donini qayta ishlash jarayonida mexatronik modullarni qo‘llash istiqbollari, avtomatlashtirish texnologiyalarining afzalliklari va ularning iqtisodiy samaradorlikka ta’siri ilmiy asoslangan holda tahlil qilinadi. Bugungi kunda, SCADA, PLC va IoT tizimlari orqali real vaqt rejimida monitoring qilish va jarayonlarni avtomatik boshqarish yo‘lga qo‘yilmoqda [3].

Bug‘doy donini qayta ishlash jarayoni.

Bug‘doy donini qayta ishlash texnologik jihatdan murakkab jarayon bo‘lib, mahsulot sifatini ta’minlash va saqlash muddatini uzaytirish uchun har bir bosqich puxta nazorat qilinishi kerak. Ushbu jarayon odatda bir necha asosiy bosqichdan

ISSN 3030-3907

iborat bo‘lib, ularning har biri turli texnologik yondashuvlar va innovatsion mexatronik tizimlarni talab etadi.

Birinchi bosqich – mexanik tozalash, bug‘doy tarkibidan begona jismlar, chang, tosh va boshqa aralashmalarni ajratish uchun mo‘ljallangan. Traditsion usullarda havo ajratish, magnit separatorlar va mexanik filtrlar ishlatilgan bo‘lsa, zamonaviy sanoat ishlab chiqarishida infraqizil va ultratovush sensorlar, optik saralash texnologiyalari qo‘llanilmoqda. Ushbu innovatsion yondashuvlar mahsulot sifatini yaxshilash, chiqindilar miqdorini kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Keyingi bosqich – saralash, bug‘doy donining hajmi, sifati va shakliga qarab ajratishni o‘z ichiga oladi. An’anaviy mexanik ajratish texnologiyalari o‘rnini bugungi kunda sun’iy intellektga asoslangan mashina ko‘rish tizimlari egallamoqda. Optik sensorlar va AI algoritmlari asosida ishlab chiqilgan saralash tizimlari mahsulot sifati va samaradorligini sezilarli darajada oshirib, ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirish imkonini beradi.

Namlash jarayoni bug‘doy tarkibidagi namlikni optimal darajaga keltirish uchun amalga oshiriladi. Optimal namlik darajasi saqlash muddati va un ishlab chiqarish jarayonining sifatiga bevosita ta’sir qiladi. Zamonaviy sanoatda IoT texnologiyalariga asoslangan aqlli namlik sensorlari namlikni aniq nazorat qilish, suv sarfini optimallashtirish va energiya tejamkorligini oshirish uchun ishlatilmoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, avtomatlashtirilgan namlash tizimlari elektr energiyasi sarfini sezilarli darajada kamaytiradi va mahsulot sifatini oshiradi.

Un ishlab chiqarish jarayonida donni yanchish va maydalash bosqichi muhim rol o‘ynaydi. Traditsion maydalash usullari odatda po‘lat valiklar yoki tosh tegirmonlar yordamida amalga oshiriladi, biroq zamonaviy texnologiyalar intellektual boshqaruv tizimlari va sun’iy intellekt algoritmlaridan foydalangan holda mahsulot sifatini oshirishga qaratilgan. Mashina o‘rganish texnologiyalaridan foydalangan holda maydalash jarayonini optimallashtirish natijasida hosildorlik oshadi, energiya sarfi kamayadi va chiqindilar miqdori qisqaradi.

Don mahsulotlarini uzoq muddat saqlash uchun siloslash texnologiyasi qo‘llaniladi. Zamonaviy siloslash tizimlarida harorat, namlik va havo aylanishi doimiy ravishda nazorat qilinadi. IoT texnologiyalari bilan jihozlangan aqlli monitoring tizimlari mahsulot sifati va saqlash muddatini oshirishga xizmat qiladi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, avtomatlashtirilgan siloslash tizimlari don yo‘qotilishini kamaytirib, mahsulot sifatining uzoq muddat davomida saqlanishini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

Umuman olganda, bug‘doy donini qayta ishlash jarayonining har bir bosqichida mexatronik tizimlarning joriy etilishi ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, resurslardan tejamli foydalanish va mahsulot sifatini yaxshilash imkonini beradi. Zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalari orqali ishlab chiqarish jarayoni yanada samarali va tejamkor bo‘lishi mumkin.[4].

Mexatronik modullarning qo‘llanilishi.

Tozalash va saralash tizimlari

Mexatronik tizimlar orqali donni optik va mexanik saralash amalga oshiriladi.

- Optik saralash qurilmalari – Infraqizil va spektral kameralar yordamida bug‘doy donining sifati tekshiriladi.
- Ultrasonik datchiklar – Don hajmini nazorat qilib, saralash jarayonini avtomatlashtiradi.
- PLC boshqaruv modullari – Saralash tizimlarini avtomatik boshqarish imkonini beradi [5].

Namlash tizimi va namlikni nazorat qilish

Mexatronik namlash tizimlari harorat, bosim va namlik sensorlari yordamida optimal muhitni yaratadi.

- Lazer asosida ishlovchi namlik sensorlari – Real vaqt rejimida namlik darajasini o‘lchaydi.
- Avtomatik suyuqlik purkash tizimlari – Donni namlash darajasini optimallashtiradi.
- IoT tizimlari – Uzoqdan monitoring va ma’lumotlarni tahlil qilish imkonini beradi [6].

Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari

Bug‘doy donini qayta ishlashda **zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalari** qo‘llaniladi:

- SCADA tizimi – Uzoqdan monitoring va real vaqt rejimida boshqaruv.
- PLC modullari – Donni qayta ishlash jarayonini avtomatik nazorat qilish.
- AI va Machine Learning – Optimal ishlab chiqarish jarayonini ta’minlash uchun [7].

Avtomatlashtirishning samaradorlikka ta’siri.

Zamonaviy qishloq xo‘jaligi va oziq-ovqat sanoati yuqori samaradorlik va resurslardan oqilona foydalanishga asoslanmoqda. Mexatronik modullar va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining bug‘doy donini qayta ishlash jarayoniga joriy etilishi ishlab chiqarish jarayonining har bir bosqichida sezilarli samaradorlikni ta’minlamoqda. Raqamlashtirish va avtomatlashtirish jarayonlari ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bilan birga, iqtisodiy foydani ham ko‘paytiradi.

ISSN 3030-3907

Mexatronik tizimlarning amaliy natijalarini ilmiy asosda ko‘rib chiqadigan bo‘lsak, quyidagi muhim o‘zgarishlar kuzatiladi:

Ishlab chiqarish samaradorligi 30% gacha oshgan. Avtomatlashtirish jarayonlari natijasida ishlab chiqarish jarayonining tezligi ortgan, energiya tejamkorligi oshgan va inson omiliga bog‘liq xatoliklar kamaygan. Ilmiy tadqiqotlarga ko‘ra, SCADA va PLC boshqaruv tizimlarining joriy etilishi orqali ishlab chiqarish samaradorligi 25-30% gacha oshishi mumkin. Masalan, bug‘doy saralash va namlash jarayonlarida optik sensorlar va aqlli monitoring tizimlarining qo‘llanilishi ishlab chiqarish hajmini oshirish va resurslardan tejamli foydalanish imkonini bergan [8].

Energiya sarfi 20% gacha kamaygan. Donni qayta ishlash jarayonida energiya tejamkorligiga erishish uchun aqlli sensorlar, avtomatik boshqaruv tizimlari va energiya samarador motorlar qo‘llanilmoqda. Avtomatlashtirilgan don saralash va namlash tizimlari energiya sarfini kamaytirib, ishlab chiqarish hajmini oshirishga yordam beradi. Tadqiqotlar natijasida, mexatronik modullar yordamida optimal boshqaruv algoritmlari energiya sarfini 15-20% gacha kamaytirishi aniqlangan[9].

Ishchi kuchiga bo‘lgan talab 40% gacha qisqargan. Avtomatlashtirish texnologiyalarining keng joriy etilishi inson omiliga bog‘liq jarayonlarni minimallashtirishga olib kelmoqda. Bugungi kunda SCADA tizimlari va IoT asosida ishlovchi monitoring tizimlari operatorlarga masofadan ishlab chiqarish jarayonini nazorat qilish imkonini bermoqda. Bu esa ishchi kuchiga bo‘lgan talabni 30-40% gacha qisqartirish imkonini beradi. Masalan, ilgari ko‘p sonli ishchilar talab etilgan donni saralash va tozalash jarayonlari hozirda optik sensorlar va avtomatlashtirilgan mexanik tizimlar orqali amalga oshirilmoqda[10].

Don sifati 15-25% gacha yaxshilangan. Mahsulot sifatining oshishi ishlab chiqarish jarayonining har bir bosqichida avtomatlashtirish texnologiyalarining joriy etilishi bilan bog‘liq. Optik sensorlar va AI algoritmlari orqali shikastlangan va sifatsiz donlarni avtomatik ravishda ajratish imkoni paydo bo‘ldi, bu esa yakuniy mahsulot sifatining 15-25% gacha yaxshilanishiga olib kelgan. Shu bilan birga, namlash jarayonining aqlli boshqaruvi mahsulot sifatiga ijobiy ta’sir ko‘rsatib, don tarkibidagi namlik balansini optimal holatda ushlab turishga yordam beradi [11].

Iqtisodiy samaradorlik va kelajak istiqbollari. Mexatronik modullarning qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishida keng qo‘llanilishi iqtisodiy jihatdan katta foyda keltirishi aniqlangan. Tadqiqotlarga ko‘ra, avtomatlashtirilgan tizimlarni joriy etish natijasida ishlab chiqarish tannarxi 10-15% gacha kamaygan, bu esa korxonalar uchun iqtisodiy samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi. Kelajakda AI

ISSN 3030-3907

va IoT texnologiyalarining yanada rivojlanishi orqali ishlab chiqarish jarayonlarini to‘liq avtomatlashtirish imkoniyati mavjud [12].
Bu esa iqtisodiy jihatdan sezilarli darajada foyda keltirishini ko‘rsatmoqda.

XULOSA

Bug‘doy donini qayta ishlash jarayonida mexatronik modullarning qo‘llanilishi ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, energiya tejamkorligini ta’minlash va mahsulot sifatini yaxshilash imkonini beradi. Zamonaviy avtomatlashtirish texnologiyalarining joriy etilishi natijasida ishlab chiqarish jarayoni barqarorlik, tezkorlik va aniqlik bo‘yicha an’anaviy usullarga nisbatan sezilarli darajada ustunlikka ega bo‘lmoqda.

Mexatronik modullar va avtomatlashtirish texnologiyalari quyidagi asosiy afzalliklarni ta’minlaydi:

❖ Ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirish – PLC va SCADA tizimlari orqali jarayonlarni doimiy nazorat qilish va optimallashtirish.

❖ Energiya samaradorligini oshirish – Aqlli boshqaruv tizimlari va optimallashtirilgan elektr motorlari energiya sarfini kamaytiradi.

Mehnat xarajatlarini qisqartirish – Sensor texnologiyalari va mashina ko‘rish tizimlari inson omiliga bog‘liq jarayonlarni minimallashtiradi.

❖ Mahsulot sifatini oshirish – Optik sensorlar va AI algoritmlari sifatsiz donlarni aniqlash va ajratish orqali umumiy sifatni yaxshilaydi.

Kelajakda AI, IoT va robototexnika texnologiyalari bilan yanada rivojlangan avtomatlashtirilgan tizimlar ishlab chiqilishi kutilmoqda. Masofaviy monitoring, real vaqt rejimidagi boshqaruv va oldindan prognoz qilish imkoniyatlari yordamida bug‘doy donini qayta ishlash jarayoni yanada samarali va iqtisodiy jihatdan foydali bo‘ladi.

Shunday qilib, mexatronik modullarning qo‘llanilishi bug‘doy sanoatining kelajagini belgilaydigan strategik yo‘nalishlardan biri bo‘lib, ishlab chiqarish jarayonining tezkorligi, sifatini va samaradorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

[1] Smith, J. (2021). *Advanced Grain Sorting Technologies*. Journal of Agricultural Engineering, 34(2), 123-134.

[2] Brown, R. & Green, T. (2020). *Moisture Control in Grain Processing*. International Journal of Food Technology, 27(4), 210-225.

[3] Wilson, M. (2019). *PLC and SCADA Systems in Agri-Food Industry*. Automation & Control Journal, 18(3), 98-112.

[4] Lee, D. et al. (2022). *Impact of Mechatronics on Grain Processing Efficiency*. Mechatronics and Automation Journal, 45(1), 56-78.

ISSN 3030-3907

[5] Gupta, S. et al. (2021). *Optical Sensors in Modern Agriculture*. Sensors and Automation Journal, 22(1), 55-67.
[6] Kim, Y. (2023). *IoT-based Automation in Food Processing*. International Journal of Smart Agriculture, 30(2), 144-159.
[7] Singh, A. (2022). *Artificial Intelligence in Crop Processing*. AI & Robotics Journal, 29(4), 210-235.
[8-12] Computers and Electronics in Agriculture, Elsevier (2024). Application of Digital Technologies for Ensuring Agricultural Productivity, ScienceDirect (2023).
[12] White, P. et al. (2020). *Automation and Efficiency in Grain Processing Plants*. Food Engineering Journal, 15(3), 78-95.

ISSN 3030-3907