

MAKKAJO'XORI DONINI TOZALASH JARAYONINI INTELLEKTUAL BOSHQARISH VA ENERGIYANI OPTIMALLASHTIRISH

Andijon davlat texnika instituti

Texnologik jarayonlarni ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish

Jumaqulov Baxtiyor

Annotatsiya: *Ushbu maqolada makkajo'xori donini tozalash jarayonini zamonaviy intellektual boshqaruv tizimlari yordamida samarali tashkil etish va energiyani optimallashtirish masalalari chuqur tahlil qilinadi. Don tozalash texnologiyasining nazariy asoslari, tarixiy taraqqiyoti, milliy va mintaqaviy tajribalar, amaliy tadqiqotlar va zamonaviy yondashuvlar ilmiy nuqtai nazardan ko'rib chiqiladi. Energiya sarfini kamaytirish, mahsulot sifati va chiqish unumdorligini oshirishga xizmat qiluvchi ilg'or texnologiyalar va ularning natijaviyligi tahlil qilinadi. Xulosa hamda tavsiyalar beriladi.*

Kalit so'zlar: *Makkajo'xori, don tozalash, intellektual boshqaruv, energiya optimallashtirish*

Abstract: *This article provides an in-depth analysis of the process of maize grain cleaning through modern intelligent control systems and energy optimization. The theoretical foundations, historical development, regional and national experiences, as well as empirical studies and contemporary approaches in grain cleaning technology, are examined from a scientific perspective. Advanced methods aimed at reducing energy consumption and increasing product quality and process efficiency are critically assessed. Conclusions and recommendations are presented.*

Keywords: *Maize, grain cleaning, intelligent control, energy optimization*

Аннотация: *В данной статье подробно анализируются вопросы организации процесса очистки зерна кукурузы с применением современных интеллектуальных систем управления и оптимизации энергопотребления. Рассмотрены теоретические основы, историческое развитие, региональный и национальный опыт, а также эмпирические исследования и современные подходы в технологии очистки зерна. Проведен критический анализ передовых методов, направленных на снижение энергозатрат и повышение качества продукции и эффективности процесса. Даны выводы и рекомендации.*

Ключевые слова: *Кукуруза, очистка зерна, интеллектуальное управление, оптимизация энергии*

KIRISH

Makkajo'xori donini tozalash jarayoni zamonaviy qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat sanoatining muhim bosqichlaridan biri bo'lib, mahsulot sifati, energiya samaradorligi va umumiy ishlab chiqarish unumdorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. So'nggi yillarda global iqlim o'zgarishlari, resurslar tanqisligi va energiya narxlarining o'sishi natijasida don tozalash

jarayonida energiyani tejash va texnologik jarayonlarni intellektual boshqarish masalalari dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Bu borada innovatsion texnologiyalar, sun'iy intellekt va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish, energiya sarfini kamaytirish va mahsulot chiqishini oshirishga xizmat qilmoqda. Maqolada makkajo'xori donini tozalash jarayonini intellektual boshqarish va energiyani optimallashtirish bo'yicha tarixiy rivojlanish, nazariy asoslar, amaliy tajribalar va zamonaviy yondashuvlar keng qamrovda tahlil qilinadi. Shuningdek, milliy va mintaqaviy olimlarning ilmiy ishlari, mavjud muammolar va ularni bartaraf etish yo'llari, ilg'or xorijiy tajribalar, hamda kelgusidagi istiqbolli yo'nalishlar yoritiladi. Ushbu tadqiqot natijalari don tozalash texnologiyasi va boshqaruv tizimlarini takomillashtirishga xizmat qilishi, energiya samaradorligini oshirishda amaliy ahamiyatga ega bo'lishi kutiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Don tozalash texnologiyasining nazariy va konseptual asoslari agrar sohaning klassik va zamonaviy yondashuvlarida chuqur o'rganib chiqiladi. Makkajo'xori donini tozalash jarayonining ilmiy asoslari dastlab 19-asrning oxiri va 20-asr boshlarida shakllangan bo'lib, o'sha davr olimlari ishlab chiqqan mexanik tozalash usullari, don zarralarining fizik-mexanik xususiyatlariga asoslangan. Klassik nazariyalarda don massasi tarkibidagi begona aralashmalarni ajratib olish uchun og'irlik kuchi, havo oqimi, tebranish va elaklash kabi fizika qonunlari asosida ishlaydigan mashinalar ishlab chiqilgan. Ushbu jarayonlarda energiya sarfi muvozanatli va samarali bo'lishi uchun ilmiy asoslangan texnologik rejimlar ishlab chiqilgan. Don tozalash mashinalarining konstruktiv xususiyatlari va ularning samaradorligi bo'yicha dastlabki ilmiy tadqiqotlar, asosan, Rossiya, AQSh va Yevropa mamlakatlarida olib borilgan. O'zbekiston va Markaziy Osiyo agrar muhitida esa, an'anaviy don tozalash usullari bilan bir qatorda, milliy xususiyatlarni inobatga olgan texnologik yondashuvlar shakllangan. Bu yondashuvlarda donning biologik xususiyatlari, iqlim va tuproq sharoitlari, ishlab chiqarish hajmi va energiya resurslari imkoniyati asosiy mezon sifatida ko'rilgan.

20-asrning ikkinchi yarmidan boshlab, don tozalash texnologiyasida avtomatlashtirish va boshqaruv tizimlarini joriy etish bo'yicha keng ko'lamli tadqiqotlar olib borila boshlandi. Bu davrda, asosan, klassik avtomatika, mexatronika va dasturlashtiriladigan boshqaruv tizimlari asosida don tozalash mashinalarining samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy ishlanmalar paydo bo'ldi. Jumladan, don tozalash mashinalarining asosiy ishchi organlari – elak, ventilyator, separator va boshqa elementlarning optimal ishlash rejimini ta'minlash uchun matematik modellashtirish va eksperimental tadqiqotlar olib borildi. Shu bilan birga, don tozalash jarayonining energetik samaradorligini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar ham intensivlashdi. Bu borada, mashinalarning elektr dvigatellari, mexanik uzatmalari va havo harakatlantiruvchi tizimlarining energiya sarfini kamaytirish uchun yangi texnik va texnologik yechimlar taklif qilindi. Dastlabki tadqiqotlarda energiyani tejash, asosan, mashina konstruksiyasini soddalashtirish, ishchi organlarni optimallashtirish va jarayonni uzluksiz nazorat qilish orqali amalga oshirilgan.

So'nggi o'n yilliklarda, don tozalash jarayonini intellektual boshqarish va energiyani optimallashtirish bo'yicha zamonaviy yondashuvlar rivojlanmoqda. Sun'iy intellekt, mashinaviy o'rganish, IoT (Internet of Things) va raqamli monitoring texnologiyalari don

tozalash jarayonini avtomatlashtirilgan va moslashuvchan boshqarish imkonini bermogda. Bu yondashuvlarda jarayon parametrlarini real vaqt rejimida tahlil qilish, energiya sarfini prognozlash va optimallashtirish, mahsulot sifatini nazorat qilishning ilg'or algoritmlari ishlab chiqilmoqda. Jumladan, xorijiy va milliy tadqiqotlar natijasida, sun'iy neyron tarmoqlarga asoslangan boshqaruv tizimlari don tozalash mashinalarining ish rejimini avtomatik tarzda moslashtirish va energiyani tejashga xizmat qilmoqda. Bunday tizimlar yordamida, don tarkibidagi begona aralashmalar miqdori, donning namligi, harorati va boshqa fizik-kimyoviy xususiyatlari doimiy ravishda monitoring qilinadi, va boshqaruv algoritmlari asosida optimal texnologik rejim tanlanadi. Bu esa, energiya sarfini 10-25% gacha kamaytirish, mahsulot chiqishini esa 2-5% ga oshirish imkonini beradi[1].

Makkajo'xori donini tozalash jarayonini intellektual boshqarish bo'yicha o'tkazilgan ilmiy-amaliy tadqiqotlarda, masalan, AQSh, Xitoy, Germaniya va Rossiya olimlarining ishlari alohida ahamiyat kasb etadi. AQShda ishlab chiqilgan aqlli don tozalash tizimlari, asosan, zamonaviy sensorlar, tezkor ma'lumotlarni qayta ishlash va bulutli texnologiyalar asosida ishlaydi. Ushbu tizimlarda har bir texnologik bosqichda energiya sarfi va mahsulot sifati aniq monitoring qilinadi. Germaniyada esa, energiyani optimallashtirishga qaratilgan tadqiqotlarda, don tozalash mashinalarining elektr dvigatellarini chastotali boshqarish, ishchi organlarni avtomatik sozlash va jarayonni real vaqtda tahlil qilish orqali energiya sarfi 20-30% ga kamaytirilgan. Rossiya va MDH davlatlarida esa, don tozalash jarayonini avtomatlashtirishning klassik va zamonaviy usullari integratsiyalashgan holda tadbiq qilinmoqda. Xitoyda esa, so'nggi yillarda sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish algoritmlaridan keng foydalanilmoqda, bu esa don tozalash jarayonining barqarorligi va energiya samaradorligini oshirishga xizmat qilmoqda[2].

O'zbekiston olimlari ham don tozalash texnologiyasini intellektual boshqarish va energiyani optimallashtirish bo'yicha bir qator muhim tadqiqotlar amalga oshirgan. Jumladan, O'zbekiston Qishloq xo'jaligi ilmiy-tadqiqot institutining so'nggi ishlanmalarida, don tozalash mashinalariga zamonaviy sensorlar va avtomatlashtirilgan boshqaruv modullari o'rnatilib, energiya sarfini 15-20% ga kamaytirishga erishilgan. Mahalliy tadqiqotlarda, ayniqsa, makkajo'xori donining fizik-mexanik va biologik xususiyatlari, begona aralashmalar tarkibi, don namligi va haroratining jarayon samaradorligiga ta'siri keng o'rganilgan. Bu ma'lumotlar asosida, don tozalash mashinalarining ishchi organlarini moslashuvchan boshqarish, jarayon parametrlarini real vaqtda monitoring qilish va energiya sarfini minimallashtirish bo'yicha ilg'or algoritmlar ishlab chiqilgan. Shuningdek, O'zbekiston va Markaziy Osiyoda mavjud iqlim va agrotexnik sharoitlarni inobatga olgan holda, don tozalash jarayonini optimallashtirish bo'yicha regional modellar taklif qilingan. Bu modellar, asosan, energiya resurslarining chegaralanganligi, elektr tarmoqlaridagi uzilishlar va ishlab chiqarish hajmining mavsumiy o'zgarishlarini hisobga oladi[3].

Empirik tadqiqotlar va amaliy tajribalar don tozalash jarayonida energiyani tejash va jarayon samaradorligini oshirishning bir qator muhim omillarini aniqlashga yordam berdi. Masalan, don tozalash mashinalarining ishchi organlarini optimal tezlikda ishlatish, ventilyatsiya tizimlarini avtomatik boshqarish, don oqimini oqilona tartibga solish, va chiqindi mahsulotlarni qayta ishlash orqali energiya sarfi sezilarli darajada kamaytiriladi. Shuningdek,

don tozalash jarayonida energiyani tejash uchun, mashina va jihozlarni to'g'ri texnik xizmat ko'rsatish, ishchi organlarni muntazam sozlash va silliqlash, elektr dvigatellarning samaradorligini oshirish bo'yicha ham amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan. Ba'zi tadqiqotlarda, don tozalash jarayonining ekologik jihatlarini ham o'rganilgan. Ushbu tadqiqotlarda, chiqindi mahsulotlarni qayta ishlash, begona aralashmalarni utilizatsiya qilish va chiqindilarni energiya manbai sifatida foydalanish orqali umumiy energetik samaradorlikka erishish mumkinligi ko'rsatilgan. Bu borada, xalqaro tajriba va ilg'or xorijiy texnologiyalarni mahalliy sharoitga moslashtirish, energiya samaradorligini oshirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlash muhim ahamiyat kasb etadi[4].

Don tozalash jarayonini intellektual boshqarish va energiyani optimallashtirish bo'yicha olib borilgan ilmiy izlanishlarda turli metodologik yondashuvlar va texnologik echimlar taklif qilinadi. Nazariy jihatdan, don tozalash mashinalarining matematik modellari, jarayon parametrlarining boshqaruv algoritmlari, energetik balans va samaradorlik ko'rsatkichlari chuqur tahlil qilinadi. Amaliy jihatdan esa, intellektual boshqaruv tizimlari, sun'iy intellekt algoritmlari, raqamli monitoring va IoT texnologiyalari asosida don tozalash jarayonining uzluksiz va samarali ishlashini ta'minlash bo'yicha aniq echimlar ishlab chiqiladi. Shuningdek, energiyani tejash bo'yicha ilg'or texnik va texnologik yechimlar, jumladan, chastotali boshqariladigan elektr dvigatellar, avtomatik sozlanadigan ventilyatorlar, optimal elaklash va ajratish tizimlari, chiqindi mahsulotlarni qayta ishlash texnologiyalari, va boshqa innovatsion elementlar keng tatbiq qilinmoqda. Bu yondashuvlarning natijaviyligi, asosan, energiya sarfi, mahsulot chiqishi, jarayon barqarorligi va ekologik xavfsizlik ko'rsatkichlari orqali baholanadi. Ilmiy tadqiqotlarda, ayniqsa, don tozalash jarayonining real vaqtda monitoring qilish, jarayon parametrlarini prognozlash va avtomatik boshqarish, energiyani optimallashtirish va mahsulot sifatini oshirish bo'yicha ilg'or algoritmlarning samaradorligi eksperimental va statistik usullar orqali isbotlangan[5].

Don tozalash jarayonini intellektual boshqarish va energiyani optimallashtirish sohasida hali yechimini kutayotgan muammolar ham mavjud. Jumladan, sun'iy intellekt va IoT texnologiyalarini keng tatbiq qilish uchun zarur infratuzilma va texnik resurslarning yetishmasligi, mahalliy sharoitga moslashtirilgan algoritmlar va dasturiy ta'minotlarning rivojlanmaganligi, kadrlar malakasini oshirish bo'yicha tizimli ishlarning yetarli emasligi kabi muammolar mavjud. Bundan tashqari, don tozalash mashinalarining texnik xizmat ko'rsatish tizimi va energetik samaradorligini doimiy monitoring qilish uchun zamonaviy texnik vositalar va dasturlarni keng tatbiq qilish zarur. Shu bilan birga, energiyani tejash va mahsulot sifatini oshirish bo'yicha milliy va xalqaro ilmiy hamkorlikni rivojlantirish, ilg'or xorijiy tajriba va texnologiyalarni mahalliy sharoitga moslashtirish, innovatsion tadqiqotlarni kengaytirish muhim ahamiyat kasb etadi. Ilmiy adabiyotlarda, don tozalash jarayonini boshqarish va energiyani optimallashtirish bo'yicha turli qarashlar va bahsli fikrlar ham mavjud. Ba'zi olimlar, don tozalash jarayonini to'liq avtomatlashtirish va intellektual boshqaruv tizimlaridan foydalanish orqali maksimal samaradorlikka erishish mumkinligini ta'kidlasa, boshqa tadqiqotchilar esa, inson omili va an'anaviy boshqaruv usullarining ahamiyatini saqlab qolish zarurligini ta'kidlaydi. Bu borada, optimal yondashuv – an'anaviy va zamonaviy

texnologiyalarni integratsiyalash, mahalliy va xorijiy tajribalarni uyg'unlashtirish, ilmiy-tadqiqot natijalarini amaliyotga samarali tatbiq etishdan iboratdir[6].

Yuqoridagi tahlillar asosida, makkajo'xori donini tozalash jarayonini intellektual boshqarish va energiyani optimallashtirish bo'yicha ilmiy asoslangan yondashuvlar, zamonaviy texnologik echimlar va amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan. Bu tadqiqotlar natijalari don tozalash jarayonining samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish, mahsulot sifatini yaxshilash va ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Kelgusida, ushbu sohada innovatsion texnologiyalarni joriy etish, ilmiy va amaliy tadqiqotlarni kengaytirish, milliy va xalqaro hamkorlikni rivojlantirish orqali don tozalash texnologiyasini yanada takomillashtirish imkoniyati mavjud.

XULOSA

Makkajo'xori donini tozalash jarayonini intellektual boshqarish va energiyani optimallashtirish zamonaviy qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat sanoatining ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylandi. O'rganilgan ilmiy adabiyotlar, empirik tadqiqotlar va amaliy tajribalar shuni ko'rsatadiki, don tozalash jarayonini avtomatlashtirish, zamonaviy intellektual boshqaruv tizimlarini joriy etish va energiyani optimallashtirish mahsulot sifatini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini yuksaltirishga xizmat qiladi. Sun'iy intellekt, IoT, raqamli monitoring va avtomatik boshqaruv tizimlari asosida ishlab chiqilgan ilg'or texnologiyalar, don tozalash mashinalarining ish rejimini optimal boshqarish, jarayon parametrlarini real vaqtda tahlil qilish va energiya sarfini prognozlash imkonini beradi. Mahalliy va xorijiy tadqiqotlar natijalari shuni isbotladiki, intellektual boshqaruv tizimlari yordamida energiya sarfini 10-30% gacha kamaytirish, mahsulot chiqishini esa 2-5% ga oshirish mumkin. Shu bilan birga, don tozalash texnologiyasining ekologik samaradorligi, chiqindi mahsulotlarni qayta ishlash va resurslardan oqilona foydalanish ham alohida ahamiyat kasb etadi. Mavjud muammolar – texnik infratuzilma va dasturiy ta'minotning yetishmasligi, kadrlar malakasini oshirish va ilg'or xorijiy tajribani mahalliy sharoitga moslashtirish borasidagi kamchiliklar – bosqichma-bosqich bartaraf etilmoqda. Kelgusida, ilmiy-tadqiqot va innovatsion ishlanmalarni kengaytirish, milliy va xalqaro hamkorlikni rivojlantirish, don tozalash jarayonini yanada samarali va energiya tejamkor qilish uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu maqolada berilgan ilmiy xulosalar va amaliy tavsiyalar don tozalash texnologiyasini takomillashtirish, energiya samaradorligini oshirish va barqaror rivojlanishni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Abdullayev, A. (2021). Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini tozalash texnologiyasini avtomatlashtirishda sun'iy intellektdan foydalanish. O'zbekiston Qishloq xo'jaligi jurnali, 3(2), 45-57.
2. Gao, Y., & Zhang, L. (2020). Intelligent Control and Energy Optimization in Grain Cleaning Processes: A Review. Journal of Food Engineering, 295, 110-121.
3. Islomov, H., & Karimov, N. (2019). Makkajo'xori donini tozalash uskunalarini energiya samaradorligini oshirish yo'llari. Agrotexnika va Innovatsiyalar, 12(1), 68-78.

4. Ivanov, V., & Petrov, D. (2018). Energy Saving Technologies in Modern Grain Cleaning Equipment. *Engineering for Rural Development*, 17, 512-520.
5. Qodirov, S. (2022). Don tozalash texnologiyasini raqamli monitoring qilish va boshqaruv algoritmlari. *Ilmiy-amaliy agrar tadqiqotlar*, 6(4), 23-35.
6. Sidorov, A. (2017). Critical Analysis of Automation and Optimization Approaches in Cereal Grain Processing. *Automation in Agriculture*, 25(3), 101-119.