

QURITISH JARAYONLARIDA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO‘LLARI

Jamolova Ozoda Ramazonovna ¹

¹ Buxoro davlat texnika universiteti, "Texnologik mashina
va jihozlar" kafedrası o`qituvchisi.

MAQOLA MALUMOTI

ANNOTATSIYA:

MAQOLA TARIXI:

Received: 23.06.2025

Revised: 24.06.2025

Accepted: 25.06.2025

KALIT SO‘ZLAR:

quritish jarayoni,
energiya samaradorligi,
issiqlik almashinuvi,
avtomatlashtirilgan
tizimlar, quyosh
energiyasi,
moslashtirilgan rejim,
chiqindi issiqlik, raqamli
boshqaruv, sanoat
texnologiyasi, ekologik
barqarorlik.

Mazkur maqolada quritish jarayonlarida energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy-nazariy va amaliy yondashuvlar tahlil qilingan. Quritish texnologiyalarining energiyani eng ko‘p sarflaydigan jarayonlardan biri ekani, hamda ushbu sarfni kamaytirish uchun regenerativ issiqlik almashinuv tizimlari, avtomatlashtirilgan boshqaruv, mahsulotga moslashtirilgan rejimlar va quyosh energiyasi asosidagi alternativ yechimlar muhim ahamiyat kasb etishi ko‘rsatib o‘tilgan. Shu bilan birga, yuqori samarali qurilmalar va raqamli texnologiyalarni joriy etish orqali quritish jarayonining iqtisodiy va ekologik samaradorligini oshirish imkoniyatlari yoritilgan.

KIRISH. Quritish jarayonlari zamonaviy ishlab chiqarishning deyarli barcha tarmoqlarida – ayniqsa, qishloq xo‘jaligi, oziq-ovqat sanoati, kimyo, farmatsevtika, yog‘ochsozlik va qurilish materiallarini tayyorlash sohalarida keng qo‘llaniladi. Ushbu jarayonning asosiy vazifasi mahsulot tarkibidagi ortiqcha namlikni nazoratli tarzda ajratib olish orqali uni saqlashga yaroqli holatga keltirish, mikrobiologik barqarorligini ta‘minlash, hajmini kamaytirish va tashishga moslashtirishdir. Biroq quritish jarayonlarining samaradorligi ko‘p hollarda yuqori energiya sarfi bilan bog‘liq bo‘lib, bu ishlab chiqarish

tannarxining ortishiga va ekologik bosimning kuchayishiga olib keladi. Zamonaviy sanoatdagi statistik tahlillar shuni ko'rsatadiki, umumiy energiya sarfining 10 foizdan 25 foizigacha bo'lgan qismi aynan quritish bosqichlariga to'g'ri keladi. Xususan, haroratni doimiy ushlab turish, issiqlik almashinuvini boshqarish va mahsulotga individual ravishda mos quritish rejimini tanlash kabi omillar ortiqcha energiya yo'qotishlariga sabab bo'ladi. Shu jihatdan qaraganda, quritish texnologiyalarini energiya tejamkorlik nuqtai nazaridan takomillashtirish masalasi nafaqat texnik, balki iqtisodiy va ekologik ahamiyatga ham egadir.

Bugungi kunda energiya samaradorligini oshirish global muammolardan biri bo'lib, u xalqaro darajada ham keng muhokama qilinmoqda. BMTning barqaror rivojlanish maqsadlari (SDG) doirasida, sanoatda energiya sarfini kamaytirish va muqobil energiya manbalaridan foydalanishni rag'batlantirish asosiy ustuvor yo'nalishlardan biri sifatida belgilangan. Quritish jarayonida energiya samaradorligini oshirish esa ushbu global yondashuvlarning amaliy ifodasidir. So'nggi yillarda bu borada olib borilgan texnologik izlanishlar issiqlikni qayta ishlatish tizimlarini (rekuperatorlar, regenerativ almashinuvchilar), mahsulotga moslashtirilgan impulsli quritish usullarini, yuqori samarali avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini, sun'iy intellekt asosidagi optimallashtirish algoritmlarini, shuningdek, quyosh energiyasi kabi muqobil manbalardan foydalanish imkoniyatlarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan. Bu innovatsiyalar quritish jarayonini nafaqat tejamkor, balki ancha barqaror va ekologik xavfsiz holatga keltirishga xizmat qilmoqda.

Biroq ushbu tizimlarning amaliy joriy etilishi, texnik sharoitlarga moslashtirilishi, iqtisodiy samaradorligi va ekspluatatsion barqarorligi bo'yicha hali hanuz muayyan muammolar mavjud. Ayniqsa, kichik va o'rta korxonalar darajasida yuqori texnologiyali qurilmalarni qo'llashda texnik xizmat ko'rsatish va investitsiya resurslari bilan bog'liq cheklovlar kuzatilmoqda. Shu bois energiya samaradorligini oshirish yo'llarini ishlab chiqishda texnologik yechimlarning moslashuvchanligi, lokal sharoitga mosligi, moddiy-texnik bazaning mavjudligi va operatsion qulayligi muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu maqolada quritish jarayonlarida energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan zamonaviy yondashuvlar, mavjud texnologiyalarning tahlili, ilg'or xorijiy va milliy tajribalar, shuningdek, ushbu sohada mavjud muammolar va ularni bartaraf etishning ilmiy asoslangan yo'llari ko'rib chiqiladi. Maqolaning asosiy maqsadi – ishlab chiqarish jarayonlarida energiya sarfini maqbullashtirish orqali resurs tejamkorligi va ekologik xavfsizlikni ta'minlashga xizmat qiluvchi amaliy va nazariy tavsiyalarni ishlab chiqishdan iborat.

Adabiyotlar tahlili. Quritish jarayoni fizik va kimyoviy xususiyatlar nuqtai nazaridan murakkab issiqlik-massaviy almashinuvga asoslangan texnologik jarayon bo'lib, u energiyani eng ko'p talab qiluvchi ishlab chiqarish bosqichlaridan biri hisoblanadi. Mazkur jarayonni energiya jihatdan samarali tashkil etish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar, ayniqsa, so'nggi o'n yillikda dolzarb ilmiy muammo sifatida keng ko'rib chiqilmoqda. Jahon tajribasi shuni ko'rsatmoqdaki, energiya samaradorligini oshirish faqat quritish

uskunalarini modernizatsiya qilish bilan cheklanmay, balki butun texnologik jarayonni qayta tahlil qilishni, energiya oqimlarini to'g'ri boshqarishni va issiqlikni qayta ishlatish imkoniyatlaridan unumli foydalanishni talab etadi. Masalan, R. Keey (2000) o'zining fundamental tadqiqotlarida quritish jarayonlarining asosiy nazariy modellari, namlikni ajratish kinetikasi va issiqlik uzatish mexanizmlarini chuqur tahlil qilgan. U energiya sarfini kamaytirishning eng samarali yo'li sifatida mahsulot va qurilma o'rtasidagi issiqlik almashinish yuzasini optimallashtirish, quritish vaqtini qisqartirish hamda harorat taqsimotini bir maromda ushlab turish mexanizmlarini ilgari suradi.

Boshqa bir yetakchi olim — Mujumdar Arun (2007) esa sanoat quritish texnologiyalarida energiya tejamkorlikka erishish uchun regenerativ va rekuperativ issiqlik almashtirgichlardan foydalanish, chiqayotgan issiq havoni ikkilamchi isitish manbai sifatida qayta ishlatish va quritish bosqichlarini avtomatlashtirish zarurligini alohida ta'kidlaydi. U tomonidan ishlab chiqilgan "Advanced Drying Technologies" konsepsiyasi bugungi kunda ko'plab rivojlangan davlatlarda amaliyotga tatbiq etilmoqda.

Xalqaro energetika agentligi (IEA) ma'lumotlariga ko'ra, 2021-yil holatiga energiya sarfini kamaytirish bo'yicha olib borilgan tadbirlar sanoatdagi umumiy energiya iste'molini 15–20% ga qisqartirish imkonini bergan. Bunda quritish tizimlarining avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlariga (SCADA, PLC, DCS) ulanishi va real vaqt rejimida parametrlarni monitoring qilish orqali ortiqcha sarflarning oldini olish tajribalari yuqori baholanmoqda.

O'zbekistonlik tadqiqotchilar, jumladan, B. Nazarov, M. Toshqulov, Sh. Otajonov va boshqalar o'z ishlarida paxta, meva-sabzavot, guruch va boshqa qishloq xo'jaligi mahsulotlarini quritishda energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan texnologik va konstruktiv takliflar bilan chiqqanlar. Jumladan, paxta tolasi quritgichlarida issiqlikni qayta aylantiruvchi spiral issiqlik almashgichlar, mahsulot harakatini optimallashtiruvchi mexanik aralashtirgichlar va intensivlashtirilgan ventilyatsiya tizimlari energiya tejamkorlikni ta'minlashda samaradorligi isbotlangan mexanizmlar sifatida ko'rib chiqilgan. Shuningdek, quyosh energiyasi asosida ishlovchi kam energiya talab qiluvchi kam bosimli quritish tizimlari (shu jumladan vakuum quritish, infraqizil nurlanish asosidagi quritgichlar) bo'yicha olib borilgan amaliy tajribalar rivojlanayotgan davlatlar, jumladan, O'zbekistonda ham alohida ahamiyat kasb etmoqda. Bu tizimlar energiya ta'minoti cheklangan hududlarda samarali qo'llanish imkoniyatiga ega.

Nazariy adabiyotlarda ta'kidlanganidek, quritish jarayonini energiya samarali qilishda muhim omillardan biri — mahsulotning fizik-kimyoviy xossalariga mos individual quritish rejimini tanlash, ya'ni "moslashtirilgan quritish strategiyasi"ni ishlab chiqish hisoblanadi. Bu esa maxsus simulyatsiya va modellash tirish vositalarini (COMSOL, ANSYS, MATLAB) jalb etishni talab qiladi. Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, quritish jarayonlarida energiya samaradorligini oshirish kompleks yondashuvni talab etadi: yuqori samarali qurilmalar, ilg'or boshqaruv algoritmlari, chiqindi issiqlikdan foydalanish, ekologik toza va muqobil energiya manbalarini joriy etish, hamda mahsulotga

moslashtirilgan rejimlar asosida quritishni tashkil qilish. Mazkur yondashuvlar sanoatda energiyani tejash, mahsulot sifatini saqlab qolish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishning eng muhim omillari sifatida e'tirof etiladi.

Munozara. Quritish jarayoni bugungi sanoatning ajralmas texnologik bosqichlaridan biri bo'lib, u mahsulotning sifatini saqlab qolish, tashishga yaroqli holga keltirish va uzoq muddatli saqlash imkonini yaratadi. Biroq ushbu jarayonning eng katta kamchiligi — yuqori darajadagi energiya sarfidir. Issiqlik energiyasining 30–50 foizigacha bo'lgan qismini faqat quritish bosqichi iste'mol qilishi, ayniqsa, yirik hajmdagi ishlab chiqarish tizimlarida katta iqtisodiy va ekologik muammo sifatida qaraladi. Shu bois, quritish texnologiyalarida energiya samaradorligini oshirish zamonaviy texnika va texnologiyaning asosiy ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylangan. Bugungi kunda mavjud quritish tizimlarining aksariyati an'anaviy issiqlik manbalariga — gaz, elektr yoki suyuq yoqilg'ilarga asoslangan bo'lib, energiya sarfining katta qismi mahsulotga emas, balki qurilma konstruksiyasining o'ziga yoki atrof-muhitga tarqalib ketadigan issiqlik yo'qotishlariga sarflanadi. Aynan shu jihat energiya samaradorligining pastligiga olib keladi. Energiya tejamkor quritish tizimlarini yaratishda birinchi navbatda issiqlik oqimining maqsadga yo'naltirilganligi, ya'ni mahsulotga maksimal foydali ta'sir ko'rsatadigan shaklda tashkil etilishi muhim omil hisoblanadi.

Yangi texnologik yondashuvlarda regenerativ va rekuperativ issiqlik almashinish uskunalaridan foydalanish, chiqayotgan issiq havoni qayta aylantirish, quritish bosqichlarining avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari orqali nazorat qilinishi natijasida energiya sarfi 15–25% gacha kamaytirilganligi ilmiy tajribalar bilan tasdiqlangan. Masalan, chiqayotgan havoning haroratini o'lchab, u orqali kiruvchi havoni isitish orqali qo'shimcha energiya manbasiga ehtiyoj qolmaydi. Bu holat, ayniqsa, paxta tolasi, bug'doy, guruch, meva-sabzavotlarni quritishda iqtisodiy jihatdan foydali yechim hisoblanadi. Quritishda energiya tejamkorligini ta'minlash uchun yana bir muhim yondashuv — bu mahsulot xususiyatlariga moslashtirilgan quritish rejimini tanlashdir. Har bir mahsulotning fizik-kimyoviy xossalari, namlik miqdori, tuzilmasi, issiqlikka bo'lgan sezuvchanligi farq qiladi. Shu sababli, bitta umumiy rejim asosida barcha mahsulotlarni quritish ko'p hollarda ortiqcha energiya sarfiga olib keladi. Moslashtirilgan (adaptiv) rejimlar orqali esa mahsulot harorati, namlik chiqish tezligi va havo oqimi doimiy nazoratda bo'lib, zarur energiya sarfi doirasida optimal quritish natijasiga erishiladi.

So'nggi yillarda tajriba asosida joriy qilinayotgan sun'iy intellekt va raqamli boshqaruv tizimlari (masalan, PLC va SCADA) energiya samaradorligini optimallashtirishda muhim omil bo'lib bormoqda. Bu tizimlar mahsulotning real vaqtdagi holatini (temperatura, namlik, vaqt) monitoring qilib, quritish jarayonining barcha parametrlarini moslashtirib boradi. Natijada inson omiliga bog'liq xatoliklar kamayadi va har bir mahsulot turi uchun individual energiya rejimi shakllantiriladi. Bundan tashqari, quyosh energiyasidan foydalanish bo'yicha olib borilgan eksperimental tadqiqotlar O'zbekiston kabi quyoshli

iqlimga ega hududlarda kam xarajatli va ekologik toza quritish tizimlarini joriy etish imkonini yaratmoqda. Issiqlik panellari, kollektorlar va quyoshli vakuumli quritgichlar yordamida energiya manbalariga bo'lgan ehtiyoj keskin kamayadi. Bunday tizimlar ayniqsa qishloq xo'jaligi mahsulotlarini mayda ishlab chiqaruvchilar uchun dolzarb hisoblanadi. Biroq, amalda mavjud muammolar ham talaygina. Energiya samaradorligini oshiruvchi ilg'or texnologiyalar ko'pincha yuqori investitsiya talab qiladi. Kichik va o'rta korxonalar bunday tizimlarni sotib olish va ekspluatatsiya qilishda texnik va moliyaviy muammolarga duch keladilar. Shu bois, energiya tejamkor quritish uskunalari bo'yicha mahalliy ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish, davlat tomonidan subsidiya va imtiyozlar ajratish, o'qitish va xizmat ko'rsatish infratuzilmasini rivojlantirish zarur bo'lmoqda.

Quritish jarayonlarida energiya samaradorligini oshirish bir yoqlama texnik chora emas, balki kompleks tizimli yondashuvni talab etadi. Bu yondashuvlar energiyani tejash, mahsulot sifatini saqlash, tannarxni kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta'minlashga bir vaqtning o'zida xizmat qiladi. Texnologik yechimlarni ishlab chiqishda har bir korxonaning o'ziga xos sharoitlari, mahsulot turlari va ishlab chiqarish quvvatlari inobatga olinishi kerak. Ana shundagina energiya samaradorligi nafaqat raqamlar darajasida, balki amaliy natijalarda ham yaqqol namoyon bo'ladi.

Xulosa. Quritish jarayoni energiyani eng ko'p talab qiladigan texnologik bosqichlardan biri hisoblanadi va bu jarayonda samaradorlikka erishish sanoatning iqtisodiy, ekologik va texnologik jihatdan barqaror rivojlanishini ta'minlashda muhim o'rin tutadi. Maqolada olib borilgan tahlillarga ko'ra, energiya samaradorligini oshirish nafaqat issiqlik ta'minot tizimlarini modernizatsiyalash, balki boshqaruv algoritmlarini avtomatlashtirish, mahsulotga mos individual quritish rejimlarini ishlab chiqish, chiqindi issiqlikdan foydalanish va muqobil energiya manbalarini joriy etish bilan chambarchas bog'liq.

Innovatsion texnologiyalarni joriy etish, jumladan, quyosh energiyasidan foydalanish, regenerativ issiqlik almashinuvi, raqamli boshqaruv tizimlari (SCADA, PLC) asosidagi quritish nazorati orqali ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish va energiya yo'qotishlarini sezilarli darajada qisqartirish mumkin. Shu bilan birga, har bir mahsulot xususiyatlariga mos keluvchi adaptiv quritish rejimlari energiya tejamkorligi bilan birga mahsulot sifatining saqlanishini ham ta'minlaydi. Xulosa qilib aytganda, quritish jarayonlarida energiya samaradorligini oshirish tizimli, kompleks yondashuvni talab etadi. Bu esa texnologik yechimlar bilan bir qatorda, boshqaruv madaniyati, iqtisodiy motivatsiya va barqarorlik strategiyalarini uyg'unlashtirishni ham taqozo etadi. Kelgusida bu yo'nalishdagi izlanishlar innovatsion va ekologik toza quritish tizimlarini yaratish orqali nafaqat energiyani tejash, balki global barqarorlik maqsadlariga xizmat qiluvchi muhim omilga aylanishi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Keey, R.B. (2000). Drying of Loose and Particulate Materials. Cambridge University Press.
2. Mujumdar, A.S. (2007). Handbook of Industrial Drying. 3rd ed. CRC Press.
3. International Energy Agency (IEA). (2021). Energy Efficiency 2021. Paris: IEA.
4. Бахпамов, А.А., Назаров, Б.И. (2019). Quritish texnologiyasi va uskunalari. Toshkent: TDYU nashriyoti.
5. Otajonov, Sh.A. (2020). "Meva-sabzavotlarni energiya tejankor quritish tizimlari", Ilm va amaliyot jurnali, №2, 34–38-bet.
6. Nazarov, B. (2021). "Issiqlik almashinuvi asosida quritish samaradorligini oshirish usullari", O'zbekiston agrar ilmlari axborotnomasi, №4, 22–26-bet.
7. COMSOL Inc. (2022). Modeling Heat and Mass Transfer in Drying Processes. Online resources.
8. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti qarori, PQ-4310 (2019-yil 29-aprel). Umumiy o'rta ta'lim tizimini takomillashtirish to'g'risida.
9. UNESCO. (2020). Greening Technical and Vocational Education and Training (TVET): A Practical Guide. Paris: UNESCO Publishing.
10. FAO (2020). Solar drying technologies for agricultural products in developing countries. Rome: FAO.