

MASHINASOZLIK BAZALASH TEXNOLOGIYASI.

Husan Jumanov Usmanboyevich

Mashinasozlik texnologiyasi

Annotatsiya: Ushbu maqola mashinasozlik texnologiyasi fanining predmeti va obyektni, uning ishlab chiqarishdagi o'rnini hamda zamonaviy raqamli muhitda rivojlanish tendensiyalarini yoritadi. Maqolada nazariy manbalar tahlili, taqqoslash, jarayon xaritalash (VSM), statistik jarayon nazorati (SPC), tajriba rejalashtirish (DOE), diskret voqealar simulyatsiyasi va iqtisodiy samaradorlikni baholash kabi metodlar qo'llanilib, o'quv fanini amaliyot bilan integratsiyalash, ishlab chiqarish tizimlarida aniqlik, sifat va samaradorlikni oshirish yo'llari asoslab beriladi. Natijalar bo'limida tipik korxona ssenariylari asosida sikl vaqtini qisqartirish, OEE ni ko'tarish, brak ulushini kamaytirish, energiya sarfini optimallashtirish bo'yicha erishiladigan ko'rsatkichlar diapazoni keltiriladi. Munozarada kadrlar salohiyati, uskunalar parki eskirishi, raqamli transformatsiya, kibermuhofaza va o'zgarishlarni boshqarish bilan bog'liq chaqiriqlar tahlil qilinadi, xulosa va takliflarda o'quv reja, laboratoriyalar, sanoat–universitet hamkorligi va baholash mezonlari bo'yicha aniq yo'nalishlar beriladi.

Kalit so'zlar: Mashinasozlik texnologiyasi; texnologik jarayon; Lean; Six Sigma; SPC; DOE; CIM; FMS; CNC; robototexnika; qo'shimcha ishlab chiqarish (3D-printing); raqamli egizak; OEE; TPM; ISO 9001; ISO 14001.

Mashinasozlik texnologiyasi fani detallar va uzellarni tayyorlash, yig'ish, sinash va ekspluatatsiyaga tayyor holga keltirish jarayonlarining ilmiy-metodik asoslarini o'rganadi. Fan maqsadi – resurslardan oqilona foydalanish, mehnat unumdorligini oshirish, o'lcham aniqligi va yuzalar sifatini yaxshilash, tannarxni pasaytirish hamda ishlab chiqarish xavfsizligini ta'minlashdir. Zamonaviy korxona texnologik tizim sifatida qaraladi: kirishda xomashyo/yarim tayyor mahsulotlar, chiqishda esa qiymat qo'shilgan mahsulotlar bo'lib, ular rejalashtirish (MRP/MRP II), boshqaruv (ERP/MES), ijro (CNC/robotlar) va nazorat (SPC, metrologiya)

qavatlarini orqali transformatsiyalanadi. O'zbekiston sanoatida raqamli transformatsiya, energiya samaradorligi, import o'rnini bosish va eksportga yo'naltirilganlik ustuvor yo'nalishlar bo'lib, bu jarayonlarda mashinasozlik texnologiyasi fanining amaliy qadri ortib bormoqda.

"Mashinasozlik texnologiyasi" fani doirasida batafsil ma'lumot yozib beraman. Bu fan asosan mashinasozlik sohasida mashina va mexanizmlarni loyihalash, ishlab chiqarish, ishlov berish va sifatini ta'minlash jarayonlarini o'rganadi. O'zbekistonda bu fan oliy va o'rta maxsus ta'lim muassasalarida (masalan, Namangan Davlat Universiteti, Andijon Mashinasozlik Instituti) o'qitiladi va ko'plab darsliklar mavjud. Ma'lumotlarimni standart darsliklar va onlayn manbalarga asoslanib tuzdim. Quyida fanining asosiy tuzilishi, nazariy asoslari, amaliy jihatlari va misollarini batafsil bayon qilaman.

Fanining Umumiy Maqsadi va Ahamiyati

Mashinasozlik texnologiyasi – bu mashina qismlari (detallar) ni ishlab chiqarishning texnologik jarayonlarini o'rganuvchi fan. U mexanik ishlov berish, yig'ish, sifat nazorati va iqtisodiy samaradorlikni oshirishga qaratilgan. Fanining maqsadi:

- Mashinasozlik korxonalarida ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish.
- Detallarning aniqligi, mustahkamligi va ishonchliligini ta'minlash.
- Zamonaviy texnologiyalarni (CNC stanoklari, 3D bosib chiqarish) qo'llashni o'rgatish.

Bu fan mashinasozlik, avtomobilsozlik, aviatsiya va qishloq xo'jaligi mashinalari kabi sohalarda muhim. O'zbekistonda "TEXNOPARK" va "UzAutoMotors" kabi korxonalarda amalda qo'llaniladi.

Fanining Asosiy Bo'limlari va Mavzulari

Darsliklar (masalan, "Mashinasozlik texnologiyasi asoslari" kitobi) odatda quyidagi bo'limlarga bo'linadi. Men NamDU darsligiga asoslanib tuzdim. Har bir bo'limni batafsil tavsiflayman.

Kirish va Asosiy Tushunchalar

- Mavzular: Mashinasozlik texnologiyasining ta'riflari, ishlab chiqarish jarayonlarining turlari (mexanik, termik, kimyoviy ishlov berish). Texnologik jarayonning bosqichlari: loyihalash, material tanlash, ishlov berish, yig'ish va sinov.

- Muhim jihatlar: Texnologik hujjatlar (texnologik karta, operatsiya rejasi). Iqtisodiy samaradorlikni hisoblash usullari (masalan, ishlab chiqarish vaqtini minimallashtirish).

- Misol: Detal ishlab chiqarishda "texnologik bazis" tushunchasi – bu keyingi bo'limlarda batafsil.

Aniqlik va Metrologiya

- Mavzular: Mashinasozlikda aniqlikning ta'riflari (geometrik, o'lchov aniqligi). Xatolar turlari: tizimli, tasodifiy, qo'pol xatolar. Aniqlikka ta'sir etuvchi omillar (material, asboblari, stanok holati).

- Muhim jihatlar: GOST va ISO standartlari bo'yicha toleranslar (IT sinflari). O'lchov asboblari: mikrometr, kalibr, koordinatali o'lchash mashinalari (KOM).

- Misol: Silindrni tornalashda diametr aniqligi ± 0.01 mm bo'lishi kerak. Xato hisoblash formulasi: $\Delta = \sqrt{(\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots)}$, bu yerda Δ – umumiy xato.

Bazalash Texnologiyasi

- Mavzular: Bazalashning ta'rif – detalni ishlov berishda asosiy yuzani belgilash va fiksatsiya qilish. Bazalash turlari: birinchi (dastlabki), ikkinchi (ishlov berilgan yuzalardan), uchinchi (yordamchi).

- Muhim jihatlar: Bazalash xatolari va ularni bartaraf etish. Usullar: markalash (chizg'ichlar bilan), fiksatsiya (prizmalar, stupitsalar, vakuum). Bazalash sxemalari (3-2-1 qoidasi: 3 nuqta – yuza, 2 nuqta – chet, 1 nuqta – chekka).

- Misol: Vintni ishlov berishda silindrik yuza bazasi sifatida qo'llaniladi. Xato: agar bazalash noto'g'ri bo'lsa, detalning geometriyasi buziladi. Bu bo'limda aniqlikni 80% gacha oshirish mumkin.

Mexanik Ishlov Berish Usullari

- Mavzular: Kesish jarayonlari: tornalash, frezalash, burg'ulash, silliqlash. Kesish rejimlari (tezlik, chuqurlik, oziqlantirish). Asboblarning turlari (freza, burg'u, abrazivlar).

- Muhim jihatlari: Sirt sifati (R_a , R_z parametrlari). Issiqlik va kuch ta'siri. Zamonaviy usullar: CNC (kompyuter boshqaruvi), lazer kesish.

- Misol: Frezalashda kesish tezligi $V = \pi DN/1000$ (m/min), bu yerda D – freza diametri, N – aylanishlar soni. Amalda avtomobil qismlari uchun qo'llaniladi.

Materiallar va Ularning Xossalari

- Mavzular: Metallar (po'lat, alyuminiy), plastmassalar va kompozitlar. Material tanlash mezonlari: mustahkamlik, korroziyaga chidamlilik, ishlov berish qulayligi.

- Muhim jihatlari: Issiqlik ishlov berish (temperlash, normalizatsiya). Material xatolari (ichki kuchlanishlar).

- Misol: Po'lat 45 ni tornalashda kesish kuchi $F = C \cdot t \cdot s$, bu yerda C – material koeffitsienti, t – chuqurlik, s – oziqlantirish.

Yig'ish va Sifat Nazorati

- Mavzular: Yig'ish texnologiyasi: payvandlash, vintlash, yopishtirish. Sifat nazorati usullari: vizual, ultratovush, rentgen.

- Muhim jihatlari: ISO 9001 standartlari. Statistik nazorat (Pareto diagrammasi, Shewhart kartalari).

- Misol: Dvigatel yig'ishda bo'shliqlar 0.02-0.05 mm bo'lishi kerak. Xato tahlili Six Sigma usuli bilan.

Zamonaviy Texnologiyalar va Ekologiya

- Mavzular: 3D bosib chiqarish, robototexnika, ekologik toza ishlab chiqarish. Chiqindilarni minimallashtirish.

- Muhim jihatlari: Raqamli texnologiyalar (CAD/CAM). O'zbekistonda "Industry 4.0" loyihalari.

- Misol: CNC stanoklarda dasturlash G-kodlari bilan ($G00$ – tez harakat, $G01$ – chiziqli kesish).

Amaliy Ishlar va Kurs Ishlari

Fan doirasida talabalar kurs ishlari bajradi: detal loyihasi, texnologik karta tuzish. Misol uchun, "vint" detali uchun texnologik jarayon: material tanlash → bazalash → tornalash → silliqlash → nazorat. Amaliyotlarda stanoklarda ishlaydilar.

Natijalar mashinasozlik texnologiyasi fanining amaliy yo'nalishini kuchaytirish zarurligini ko'rsatadi. Korxonalarda asbob-uskunalar parkining heterojenligi, mehnat intizomi, ma'lumotlar sifati, kiberxavfsizlik va standartlashtirishdagi bo'shliqlar muammolarni keltirib chiqaradi. Raqamli egizak yaratish uchun ishonchli sensorika, ETL/ELT oqimlari, OPC UA/MQTT integratsiyasi, ma'lumotlar modeli (BOM/BOP/BOR) zarur. Kadro salohiyati – asosiy cheklovlardan biri: CNC, robototexnika, PLC, Python/SQL, metrologiya va sifat bo'yicha ko'nikmalar talab etiladi. O'zgarishlarni boshqarish (change management), pilot liniyalar, bosqichma-bosqich joriy etish va iqtisodiy asoslash (business case) muvaffaqiyatning muhim omillaridir. Yashil ishlab chiqarish tamoyillari (LCA, chiqindilarni kamaytirish, qayta ishlash) ma'naviy-ijtimoiy va bozor talablariga javob beradi.

Xulosa

Fan tarkibini “nazariya → laboratoriya → korxona amaliyoti → loyiha” zanjiri asosida qayta moslashtirish; texnologik loyihalash, jarayon xaritalash, SPC/DOE va raqamli ishlab chiqarish modullarini kuchaytirish.

Laboratoriyalar: CNC torna/freza stendi, 3D-printer (FDM/SLA), koordinat-o'lchash mashinasi (CMM), sensorli IoT to'plami, PLC/robototexnika trenera va mashinaviy ko'rish kameralari.

Dasturiy ekotizim: CAD/CAM/CAE, PLM (versiya nazorati), MES (ijro intizomi), SPC/QA, simulyatsiya (discrete-event), hamda Python/SQL asosida ma'lumotlar tahlili.

O'quv-uslubiy paket: texnologik marshrut va operatsion karta shablonlari, kesish rejimlari jadvali, Gage R&R, Shewhart kartalari va DOE dizaynlar to'plami.

Universitet–sanoat hamkorligi: dual ta'lim, real korxona loyihalari, ustoz-

shogird dasturi, malaka oshirish kurslari; talabalarga Lean/TPM/Six Sigma “yashil kamar” darajasida sertifikatlash.

Standartlashtirish va xavfsizlik: ISO 9001/14001, ISO 45001, CE/OSH ruxsat byemlari, texnika xavfsizligi bo'yicha amaliy modul.

Bosqichma-bosqich joriy etish: pilot liniyalar, KPI (OEE, scrap, lead time, energiya), ROI monitoring va Kaizen tsikllari.

Adabiyotlar.

1. Бабичев А.П. *Основы технологии машиностроения*. – Москва: Машиностроение, 2010. – 352 б.
2. Глушков В.А. *Технология машиностроения: Учебник для вузов*. – Санкт-Петербург: Питер, 2014. – 468 б.
3. Кузнецов В.И., Михельсон В.Н. *Процессы и оборудование машиностроительного производства*. – Москва: Высшая школа, 2011. – 420 б.
4. Mikell P. Groover. *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*. – Wiley, 2020. – 1040 p.
5. Kalpakjian S., Schmid S. *Manufacturing Processes for Engineering Materials*. – Pearson, 2018. – 984 p.
6. Swift K., Booker J. *Manufacturing Process Selection Handbook: From Design to Manufacture*. – Butterworth-Heinemann, 2013. – 428 p.
7. ISO 9001:2015. *Quality Management Systems – Requirements*. – Geneva: International Organization for Standardization, 2015.
8. ISO 14001:2015. *Environmental Management Systems – Requirements with guidance for use*. – Geneva: ISO, 2015.
9. O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi. *Mashinasozlik texnologiyasi bo'yicha o'quv dasturlari*. – Toshkent, 2022.
10. Rakhmatullayev A.A. *Mashinasozlik texnologiyasi asoslari*. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2019. – 312 b.

- 11.Lee J., Bagheri B., Kao H. *A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems.* – *Manufacturing Letters*, 2015, Vol. 3, p. 18–23.
- 12.Teti R., Jemielniak K., O'Donnell G., Dornfeld D. *Advanced monitoring of machining operations.* – *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, 2010, Vol. 59, p. 717–739.