

9. ŠIUOLAIKINĖS GAMYBOS TOLESNĖS VYSTYMOSI KRYPTYS

Mechaninio apdirbimo technologija vis glaudžiau siejama su kompiuterizavimu. Tačiau šiuolaikinei gamybinei aplinkai nebeužtenka atskirai veikiančių nepriklausomų kompiuterizuotų gamybos valdymo sistemų. Būtina šių sistemų integracija, koordinacija, ryšių tinklai informacijos apsikeitimui pradedant gaminių kūrimo ir baigiant gatavos produkcijos realizavimo etapais. Toks gamybos modernizavimo lygis susijęs su *kompiuterizuotos integruotos gamybos sistemų* (KIGS) įdiegimu. KIGS turi būti siejama su konkrečios įmonės struktūra ir tolimesne jos vystymosi plėtros strategija. Norint išlikti konkurencinga rinkoje, įmonė savo strategijoje turi numatyti pažangiausias gamybos technologijas, produkcijos kontrolės sistemas ir valdymo metodus. Šiuolaikinėje gamyboje nuolat kintant gaminių įvairovei, visi projektavimo, gamybos, realizavimo etapuose dalyvaujantys padaliniai turi keistis informacija ne tik įmonės viduje, bet ir žymiai platesniu mastu. Integruojant gamybą, jungiamos įvairių lygių sistemos – pradedant nuo įrenginio, visos įmonės ir baigiant įmonių grupėmis. KIGS yra sudėtingas darinys ir norint, kad ji efektyviai veiktų, reikalinga, kad atskirų gamintojų automatizuotos sistemos būtų tarpusavyje suderintos, galėtų suprasti viena kitą ir veikti kartu. Integravimo procesas KIGS suprantamas kaip įvairiapusė veikla visose gamybos srityse, kada gaminių kūrimo, gamybos ir realizacijos veikloje dalyvauja daug įmonių, esančių skirtinguose miestuose, šalyse ir net žemynuose. Ateities KIGS apims glaudų bendradarbiavimą tarp atskirų įmonių visame pasaulyje. Jau šiandien yra sukurtos sistemos, kurios leidžia panaudoti įmonių gamybinius pajėgumus vykdant užsakymus. Pavyzdžiui, sistema MATOOL jungia DMG MORI firmos įrenginių gamybinius pajėgumus visame pasaulyje. Ši šiuo metu didžiausia pasaulyje programinių valdymo staklių integruota sistema leidžia matyti realų staklių apkrovimą ir pateikti užsakymus gamybai panaudojant neapkrautas stakles esamame laike (9.1 pav.).

9.1 pav. MATOOL sistemos informacinis ekranas apie DMG MORI firmos staklių būseną realiaame laike



Siekiant padidinti KIGS efektyvumą, svarbu sujungti planavimo, projektavimo, gamybos, finansų, valdymo duomenų informaciją, ją apdoroti ir sėkmingai panaudoti. Ypač turi būti akcentuojama valdymo svarba – tiek

atskirų įrenginių, tiek įmonės ar įmonių grupės mastu. DMG MORI firmos sukurtos valdymo sistemos CELOS galimybės apima visus gaminio kūrimo etapus – nuo idėjos iki užbaigto produkto. CELOS sistemos praktinio panaudojimo pavyzdžiai parodė, kad lankstaus visų įmonės padalinių bendradarbiavimo dėka, naujo gaminio kūrimui sutaupoma apie 30% laiko. CELOS sistema apjungia kompiuterinio projektavimo sistemas CAD/CAM, automatizuotas gamybos paruošimo sistemas, įmonės išteklių planavimo ir kitas sistemas, optimizuoja žmogaus ir įrenginio tarpusavio bendradarbiavimą. Unikalių galimybių sistemos valdymo panelės ekrane pateikiama išsami informacija apie gamybos procesą, įrenginių būklę, energetinių resursų poreikį, pagamintos produkcijos kokybę realiaame laike (9.2 pav.). Galimas nuotolinis įrenginių valdymas, technologinių parametrų koregavimas, palečių su ruošiniais keitimas, įrankių dėtuvės komplektavimas.



9.2 pav. CELOS sistemos valdymo panelė (DMG MORI Company Ltd)



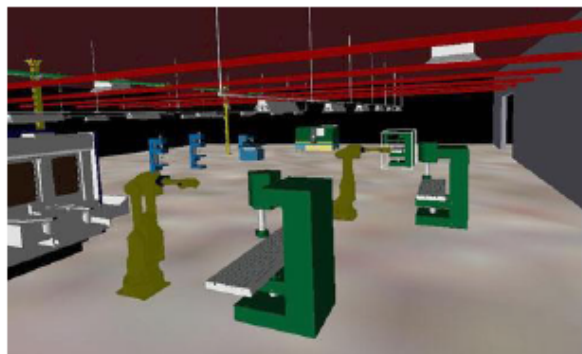
Valdymo metodai turi padėti pasiekti keliamus tikslus ir išlikti įmonių strategijoje, nes be efektyvaus valdymo neįmanoma veiklos sėkmė. KIGS duomenų bazių valdymo sistemos turi būti intelektualios, sugebančios daryti išvadas, teikti pasiūlymus. Informacijos srautai tarp atskirų KIGS dalių turi būti nuoseklūs ir vienašaliai, laiku perduodantys informaciją į reikiamą objektą. Sisteminant informacijos srautus, reikia siekti, kad perduodama informacija nebūtų dubliuojama.

Automatizuojant ir kompiuterizuojant gamybą aktualu, kad atitinkamos sistemos sugebėtų galimai artimiau prilygti žmogaus protiniams sugebėjimams, prisitaikyti prie besikeičiančios situacijos. Šiuos uždavinius padeda spręsti *dirbtinis intelektas*. Iš tikrųjų kompiuterinės sistemos negali galvoti, o dirbtinis intelektas nesistengia pamėgdžioti žmogaus smegenų darbo. Tai tiesiog skaičiavimo – informacijos metodai, galingų kompiuterių ir sudėtingų algoritmų pagalba analizuojantys duomenis. Turėdamos duomenis, kompiuterinės sistemos gali priimti loginius sprendimus, todėl joms svarbiausia yra pateikti kaip galima išsamesnę informaciją. Dirbtinio intelekto įrankiai padeda apdoroti didžiulį informacijos kiekį ir daryti dar sudėtingesnius sprendimus. Labai modernios išmaniosios sistemos, turinčios sudėtingą programinę įrangą, pritaikančios dirbtinį intelektą, vadinamos *ekspertinėmis sistemomis*. Šios sistemos, nors ir skiriasi savo struktūra, sudarytos iš skirtingų rūšių komponentų, gali bendrauti

tarpusavyje ir pasižymi tuo, kad modeliudamos situaciją, atlieka tam tikros srities eksperto funkcijas. Dar sudėtingesnės yra taip vadinamos *socio-techninės sistemos*, įtraukiančios technologijas ir žmones. Šios sistemos neapsiriboja programine įranga, įrenginių techninėmis galimybėmis, bet įtraukia ir tokią sudėtingą informaciją kaip žmogaus elgesys. Tokios technologijų ir žmogaus sąveikos negali būti iš anksto suplanuotos, numatytos ir išbandytos. Šios sistemos, atsiradus sutrikimams, turi juos įvertinti, sugebėti automatiškai susireguliuoti ir prisitaikyti prie pakitusių sąlygų. Tik tokiu būdu jos galės tobulėti, įtraukti vis sudėtingesnius gebėjimus, tuo pačiu ir tuos, kuriuos priskiriame žmogaus protui. Tikimasi, kad dirbtinis intelektas jau netolimoje ateityje turės didžiulį poveikį projektavimui, gamybai, jos automatizavimui, pagamintos produkcijos realizavimui, gaminių techniniam aptarnavimui.

Inžinieriai ir mokslininkai ateities gamyklą mato visiškai automatizuotą, be tiesioginio žmogaus dalyvavimo gamybos procese. Detalių gamybos, gaminių rinkimo, transportavimo, valdymo ir kontrolės funkcijos, kurias anksčiau atlikdavo žmogus, yra perduodamos prietaisams ir automatiniais įrenginiams. *Automatinio valdymo sistemų* įdiegimas leidžia ženkliai sumažinti „žmogiškojo faktoriaus“ įtaką, didina patikimumą ir gaminio vertę. Įmonės personalas tik stebės vykstančius procesus, tobulins įrenginius ir atliks jų techninį aptarnavimą, tvarkys kompiuterinę įrangą, pateiks žaliavas ir medžiagas, realizuos pagamintą produkciją. Tam tenka perkvalifikuoti darbuotojus, kurių tarpe didės aukštos kvalifikacijos specialistų skaičius. Sparčiai besivystanti kompiuterinė technika naudojama vis naujose srityse. Viena iš tokių sričių yra *virtualios tikrovės* sukūrimas. Tai leidžia modeliuoti aplinką projektavimo, gamybos, mokymo tikslais ir padėti inžinieriams bei mokslininkams priimti optimalius sprendimus (9.3 pav.).

9.3 pav. Kompiuterinė virtuali aplinka apdirbimo technologijos ruošimui (DMG Electronics GmbH)



9.4 pav. Niujorko valstybinio universiteto mokslininkų sukurta cecho virtuali aplinka (The State University Of New York at Buffalo)

Šiuolaikiniai virtualios paskirties įrenginiai, sujungti su kompiuterinėmis sistemomis, perkelia žmogų iš realios aplinkos į kompiuterio sukurta aplinką, kurioje jis girdi, mato, jaučia daiktus ir

aplinką. Kompiuterizuotoje virtualioje aplinkoje tiksliai imituojami realių sistemų geometriniai ir fiziniai parametrai (9.4 pav.). Virtualioji aplinka reaguoja į žmogaus

veiksmus, o asmuo jaučia grįžtamąjį poveikį. Virtualiosios tikrovės sukūrimas palengvina ir paspartina mokymosi procesą, padeda kurti naujus gaminius, užtikrina grįžtamąjį ryšį.

Virtualioji gamyba apima įvairias gamybinės veiklos sritis, pradedant nuo naujo gaminio projektavimo ir baigiant gaminio gamyba. Tokia pilnos gamybos imitacija leidžia pateikti optimizuotą galutinio gaminio prototipą ir gamybos etapus, kurie atitinka realios gamybos sąlygas. Tokiu būdu, atsisakant brangių fizinių prototipų ir eksperimentų, labai sutrumpėja naujo gaminio kūrimo laikas, bet kurioje projektavimo ir gamybos stadijoje galima atlikti įvairius patobulinimus, išbandyti alternatyvas pasirenkant medžiagas, konstrukcinius sprendimus, technologinius procesus.

Pastaruoju metu vis plačiau naudojamas terminas „**išmanioji gamyba**“ (angl. smart manufacturing). Naujausių pasiekimų modernių technologijų srityje diegimas iš esmės keičia įmones, kurios tampa „išmanesnėmis“, efektyvesnėmis, saugesnėmis, labiau tausojančiomis aplinką. Mokslo laimėjimų, informacinių technologijų, kompiuterizavimo, automatizavimo, robotizavimo dėka šiuolaikinė gamyba tampa vis labiau „išmanesne“.

Išmanioji gamyba turi naudoti šiuolaikines pažangiausias technologijas, būti ekologiška, naudojanti atsinaujinančius energijos šaltinius, būti inovatyvi ir saugi, gaminanti aukštos kokybės gaminius, prieinamus eiliniams vartotojams, turėti gerai išvystytą logistikos sistemą, apimančią visus produkto gamybos ir realizavimo etapus (9.5 pav.).



9.5 pav. Išmaniosios gamybos struktūrinė schema (SmartAmerica Challenge)

Šiuolaikinė išmanioji gamykla – tai intelektualiai, lanksti ir dinamiška įmonė, kuri savo veikloje apjungia automatizuotą gaminių bei gamybos procesų projektavimą, automatizuotą technologinių procesų valdymą, technologinių procesų stebėjimą

realiuoju laiku, duomenų perdavimą, produkcijos realizavimą, pagamintų gaminių aptarnavimą ir kitas veiklos sritis. 9.6 pav. parodytas Siemens AG gamyklos, gaminančios elektroninius komponentus, padalinys, kuriame virš tūkstančio įrenginių komunikuoja vieni su kitais, surinkdami produktus be tiesioginio žmogaus įsikišimo.

9.6 pav. Išmanioji Siemens AG gamykla Amberge (Vokietija)



Šiuolaikinėje gamyboje ryšį tarp valdymo ir gamybos lygmenų palaiko gamybos vykdymo sistema (angl. manufacturing execution system). Ši sistema yra varomoji grandis, užtikrinanti gamybinių

procesų organizavimą ir vykdymą. Gamybos vykdymo sistema atlieka visas funkcijas, susijusias su gamybos planavimu, valdymu, technologinių procesų stebėjimu, analizavimu, vertinimu bei dokumentavimu.

Išmanioji gamykla neįsivaizduojama be robotų panaudojimo. *Robotai ir robotizuotos sistemos* – vienas didžiausių gamybos technologijos ir gamybos organizavimo laimėjimų. Šių dienų robotizuoti technologijos kompleksai ne tik aptarnauja atskirus



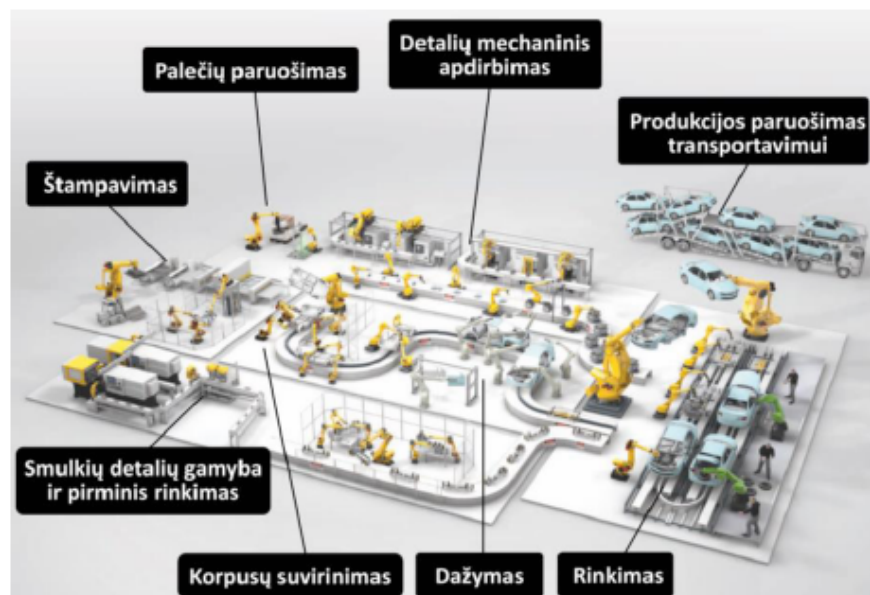
įrenginius, valdo juos, tačiau iš jų galima montuoti robotizuotus barus, cechus ar net gamyklas (9.7 pav.).

9.7 pav. Robotų panaudojimas Audi AG automobilių gamykloje

Robotai yra neatskiriama lanksčių gamybinių sistemų dalis. Šiuolaikiniai robotai pasižymi didelėmis funkcinėmis galimybėmis, aprūpinti techninės regos sistemomis, užtikrina didelį pozicionavimo tikslumą, judesių greitį, turi tobulas valdymo sistemas, yra patikimi ir universalūs. Robotai ir robotizuotos sistemos padeda įsisavinti naujus technologinius procesus, greitai įdiegti naujų produktų gamybą, išlaisvinti žmones nuo sunkaus, monotoniško rankų darbo, nuo darbo kenksmingomis sveikatai sąlygomis. Robotai aptarnauja pagrindinius technologinius įrenginius (stakles, liejimo mašinas ir

kt.), atlieka pagalbines operacijas, naudojami kaip pagrindiniai technologiniai įrenginiai rinkimo, suvirinimo, paviršių padengimo ir kitoms operacijoms atlikti (9.8 pav.).

Robotizuotųjų sistemų intelektualumą ir technologinį lankstumą daugiausia lemia naudojamų robotų valdymo sistemos tipas. Intelektinis robotizuotųjų sistemų lygis priklauso nuo programinio aprūpinimo, užtikrinančio sistemos posistemų valdymą ir jų veiksmų koordinavimą. Didelę reikšmę robotų funkcionalumui turi jutimo sistemų, dirbtinio intelekto elementų, techninės regos įrenginių lygis. Robotų ir robotizuotų technologinių kompleksų efektyvus panaudojimas – svarbiausias techninis gamybos intensyvinimo pagrindas šiuolaikinėje gamyboje.



9.8 pav. Fanuc robotų panaudojimas automobilių pramonėje

Šiuolaikinėje gamyboje, norint padidinti įmonės konkurencingumą ir pajėgumą, diegiamos naujovės turi apimti visas įmonės veiklas. Ateities įmonėse bus kreipiamas dėmesys ne tik į gamybinių procesų tobulinimą, bet ir į kitas sritis. Didelę svarbą turės įmonių gebėjimas apsirūpinti žaliavomis, energetiniais resursais. Jau šiandien Gildemeister energy solutions GmbH įmonė siūlo pilną kompleksą sprendimų, pradedant energijos gamyba, akumuliavimu ir baigiant



9.9 pav. Saulės energijos panaudojimas gamybiniams poreikiams Deckel Maho staklių gamykloje

jos efektyviu panaudojimu iš atsinaujinančių energijos šaltinių. Kompleksinis sprendimas leidžia įmonei pilnai apsirūpinti energetiniais resursais panaudojant saulės, vėjo, žemės šilumos energiją (9.9 pav.).

Energija kaupiama specialiose srautinėse baterijose, sudarytose iš elektrocheminių celių, kurios patenkina įmonės elektros energijos poreikius bet kuriuo metu, įskaitant piko laikotarpius. Energijos kaupimui ir saugojimui panaudojamos CellCube tipo greitaveikės vanadžio redukcijos-oksidacijos srautinės baterijos, kurių galia siekia iki 1600 kW (9.10 pav.). Jos pasižymi ilgu tarnavimo laiku (vidutiniškai 10 metų), dideliu įkrovimo-iškrovimo ciklų skaičiumi (apie 1500 ciklų), mažais sukauptos energijos nuostoliais, kai ji nenaudojama, aukštu energijos kaupimo ir regeneravimo ciklo efektyvumu (apie 70 %).



9.10 pav. CellCube energijos kaupimo ir regeneravimo srautinė baterija įmonės teritorijoje (American Vanadium Corp.)

Labai sparčiai vystosi naujausios technologijos, pagrįstos elektros energijos kaupimu vandenilio pavidalu ir jos regeneravimu kuro elementuose.

Žengiant į priekį mokslui ir technikai, gamybos procesai bus vis labiau automatizuojami, bus kuriamos atsinaujinančios lanksčios robotizuotos sistemos, didės jų patikimumas ir valdymo integracija. Didesnis dėmesys bus skiriamas atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimui, naujų medžiagų kūrimui. Diejami naujausi mokslo pasiekimai, sąveika su kitomis mokslo ir technikos sritimis, toliau keis ir tobulins tradicinę gamybos technologiją, atsiras naujų sričių, naujų galimybių.