

Intelektualus bedefektinis suvirintų sujungimų projektavimas

Tomas KAMINSKAS, Genadijus KULVIETIS, Leonas KEBLAS (VGTU)
el. paštas: tomas.kaminskas.me.vtu.lt

1. Įvadas

Suvirinimo technologijos parengimas – tai visuma technikos darbų, laiduojančių naujų sujungimų reikiamos kokybės atlikimą. Viso darbo sėkmę lemia informacija reikalinga sudarant naujo sujungimo technologiją, parenkant įrengimus ir medžiagas, o vėliau ir vykdant suvirinimo procesą. Šie uždaviniai yra labai painūs ir prieštaringi. Technologijos rengimą pastaraisiais metais apsunkino ir pasikeitusi situacija suvirinimo medžiagų ir įrangos rinkoje, kurioje dideliais tempais didėja pasiūla. Suvirintiems sujungimams būdinga labai sudetinga konstrukcija bei naudojamų medžiagų įvairovė. Technologijos procesų sintezei naudojami įvairūs metodai. Dažniausia parenkamas optimalus funkcijų pasiskirstymo tarp inžinieriaus ir kompiuterio metodas, kai inžinieriui paliekama intelektualaus darbo sritis, o kompiuteriui tik rutininio darbo funkcijos.

Suvirinimo procesų projektavimo kompiuterizavimas – tai ilgo ir kruopštaus darbo rezultatas. Jo pradžia buvo elementarių inžinierinių sprendimų programos. Ateities kompiuterizuotoms sistemoms keliamas uždavinys pereiti nuo atskirų procesų kompiuterizavimo prie ištisinio intelektualaus suvirimo procesų integravimo.

2. Kompiuterizuotos technologinių procesų planavimo sistemos

Kompiuterizuotos suvirinimo procesų sistemos skirtos atlikimo technologijos procesų sintezei ir atskirų operacijų parinkimui ir planavimui. Technologijos kelias susideda iš būtinų jos atlikimo operacijų ir įrangos parinkimo. Bedefektinio sujungimo intelektualus projektavimas – tai proceso sudarymas naudojant unifikuotą technologijos procesą ar panašaus sujungimo technologijos planą. Ir unifikuoti technologijos procesai ir atskirų sujungimų atlikimo keliai yra saugomi kompiuterio atmintyje ir yra pasitelkiami naujo sujungimo atlikimo proceso sintezei. Suvirinto sujungimo atlikimo procesas apima visus jį sudarančius tipinius atvejus ir sąlygas. Parenkamos visos būtinos operacijos ir įrengimai vieno ar kito sujungimo atlikimui. Jis tinka bent kokiems sujungimams ir nereikalauja jų detalaus aprašymo.

Kitas būdas – suvirinto sujungimo technologijos varianto automatizuota sintezė generuoja racionaliausia technologijos kelią iš pirminio išsamaus uždavinio aprašymo. Sudaroma suvirintų sujungimų operacijų atlikimo duomenų bazė. Pagrindinis privalumas

– nereikalauja interaktyvinės kompiuterio ir inžinieriaus sąveikos. Trūkumai – tinka ne visiems sujungimams ir gaminiams, reikalauja daug išankstinio darbo ruošiant duomenų bazines.

KTPP posistemų sintezės automatizavimui taikomas dirbtinis intelektas (DI), nes šių sistemų naudojamai informacijai puikiai galima taikyti įvairias žinių bazines. Gamybės proceso sudarinetojai remiasi įvairių suvirinimo procesų sintezės taisyklėmis, taip pat renka ir kaupia informaciją apie skirtingų operacijų eiliškumą ir joms atlikti reikalingus įrengimus, technologijos įrangą ir anksčiau projektuotus technologijos procesus. DI programinė įranga leidžia efektyviau panaudoti inžinierius, nes išlaisvina juos ne tik nuo rutininių bet ir nuo daugelio intelektualių sprendimų priėmimo procedūrų.

KTPP sistemose labai svarbūs grįžtamieji ryšiai tarp suprojektuotų technologijos procesų, atliktų procesų kokybės ir jų parametrų. KTPP užduotis – kuo anksčiau užtikrinti tokių grįžtamųjų ryšių funkcionavimą, kad laiku galima būtų galima atlikti technologines korekcijas.

3. Suvirinimo technologijos parengimo automatizavimas

Ši ekspertinė sistema pagal įvestą užduotį (metalo storis, jungties tipas paruošimo tipas, suvirinimo padėtis, pagrindinė medžiaga) parenka reikalingus suvirinimui technologinius parametrus (ėjimų skaičius, pridėtinio metalo storis, srovė, srovės rūšis bei poliškumas, įtampa ir kt.). Sistema gali būti naudojama mažanglio mažai legiruoto plieno rankiniam elektrolankiniam suvirinimui lydziais elektrodais.

Konsultacijos metu vartotojas atsako į eilę klausimų, t.y., įveda reikalingus parametrus, o programa pateikia visus įmanomus atsakymus vartotojui, kuris pasirenka esamomis sąlygomis optimaliausią variantą. Vartotojas gali atsispausdinti pirminius duomenis ir programos rekomendacijas, saugoti bei kaupti rezultatus faile, koreguoti rezultatų įvedimą. Taip pat išrinktos charakteristikos gali būti atspausdintos standartiniame gamintojo suvirinimo procedūrų apraše.

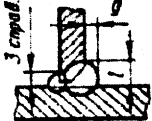
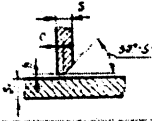




Šiuo metu ekspertinė sistema pagal įvestus duomenis gali parinkti suvirinimo darbams atlikti reikalingus parametrus.

Įvedami parametrai: medžiagos storis, virinimo padėtis, jungties tipas, paruošimo tipas. Ekspertinė sistema pateikia suvirinimo darbams atlikti reikalingus parametrus: briaunų paruošimas, suvirinimo siūlės atlikimas, elektrodo storis, srovės stiprumas.

Šių parametrų tarpusavio priklausomybė yra įvesta programoje. Visa ekspertinės sistemos duomenų bazė yra sudaryta iš lentelių, kuriose užkoduoti visi pagrindiniai parametrai bei ryšiai tarp jų.

Suprojektuotos ekspertinės sistemos duomenų parinkimas vyksta dialogo forma tarp vartotojo ir programos. Atsidarius pirmąjį dialogo langą, programa paprašo vartotojo įvesti pirminius reikalingiausius duomenis. Pagal atsakymus į klausimus programa filtravimo pagalba išrenka tinkamus variantus iš duomenų bazės, kad inžinieriui būtų lengviau parinkti reikiamus suvirinimo parametrus.

Dažniausiai būna daugiau nei vienas suvirinimo variantas, todėl programa pateikia vartotojui kelis parinktų technologinių sprendimų variantus. Todėl nuo inžinieriaus kva-

Virinimo parametrai	Gamintojas	Aprašas
Sidilės atlikimas 	Metalo storis <input type="text" value="5"/> mm	
Briaunų paruošimas 	Sidilė <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/> 	
Elektrodo storis: <input type="text" value="3-5"/> mm Srovė: <input type="text" value="80-200"/> A	<input type="checkbox"/> Samsungas <input type="checkbox"/> Kamada <input type="checkbox"/> Taina <input type="checkbox"/> Wiaans	Virinimas <input type="checkbox"/> Vienpusis <input type="checkbox"/> Dvipusis
	Virinimo padėtis <input type="checkbox"/> Vertikali <input type="checkbox"/> Horizontali <input type="checkbox"/> Kitina	

1 pav. Ekspertinės sistemos dialogas.

lifikacijos priklauso ir teisingiausio varianto pasirinkimas iš kelių programos pateiktų variantų.

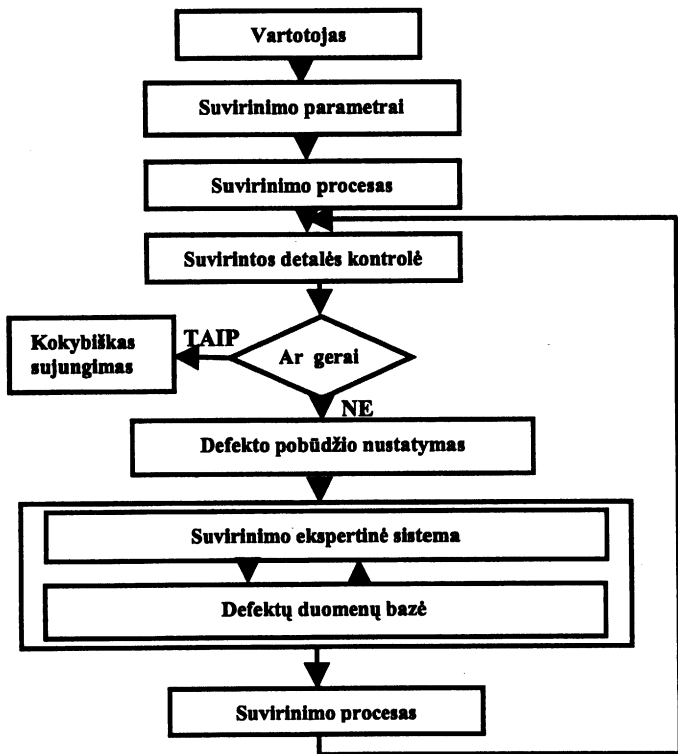
1 paveiksle pateiktame dialogo seanse pavaizduotas variantų parinkimas, kai virinamas 5mm storio metalas, tėjine jungtimi, dvipusiu virinimu, horizontalia siūle. Vartotojas užpildo lango dešinėje pusėje esančias grafas, aprašančias suvirinto sujungimo išeitinius parametrus.

Kairėje pirmojo dialogo lango pusėje programa parinko elektrodo storį, srovę bei briaunų paruošimą pagal duomenų bazėje esančius galimus technologinių parametų variantus.

4. Suvirinimo kokybės įvertinimo galimybės

Bet kurio suvirinimo proceso metu yra tikimybė atsirasti įvairiems defektams. Suvirinimo defektų išvengti negalima, nes jie natūraliai atsiranda po kiekvieno suvirinimo proceso. Tačiau būtina siekti, kad jie būtų kuo mažesni ir neviršytų leistinų ribų. Tokiam tikslui gali būti panaudota ekspertinė sistema, kuri vartotojui duoda informaciją apie suvirinamą sujungimą.. Kad pateiktų teisingą rekomendaciją, sistema pareikalauja defekto apibūdinimo ir po to, kai surenkama visa būtina informacija, pateikia rekomendacijas. Ekspertinės sistemos duomenų bazėje yra įvestos visos dažniausiai pasitaikančių defektų rūšys, jų atsiradimo priežastys ir būdai jiems pašalinti. Vartotojas atsižvelgdamas į ekspertinės sistemos rekomendacijas, pakoreguoja suvirinimo procesą. Pasikartojus defektui, konsultacijos seansas pakartojamas.

Konsultacijos seanso algoritmas pateiktas 2 pav.



2 pav. Konsultacijos seanso algoritmas.

5. Automatizuoto technologijos paruošimo duomenų bazė

Technologijos paruošimo duomenų bazę sudaro šios dalys: sujungimui atlikti reikalingų medžiagų duomenys, duomenys apie įrengimus, duomenys apie technologijos operacijas, duomenys apie operacijų pakopas.

Šios duomenų bazės paskirtis – kaupti ir saugoti sąlygiškai pastovią informaciją būtina naujų technologijos procesų paruošimui. Pažymėtina, kad duomenų bazės ir jos atskirų dalių struktūros susiformavo per daugelį metų, kuriant įvairios paskirties technologijos procesų projektavimo sistemas. Kai keletas atskirų technologijos paruošimo darbų integruojami į vieną visumą, tada pirminės DB struktūras reikia keisti. Tokia optimali DB struktūra susidarė iš ankstyvojoje projektavimo stadijoje naudojamų atskirų duomenų kopijavimo ir saugojimo bylų, kurių apimtys ir struktūros nuolat didejo. Labai svarbi DB sintezės sąlyga – kintamosios informacijos kiekio mažinimas technologijos paruošimo metu. Kintamosios informacijos kiekį sumažinti galima palaipsniui pervedant vis didesnę procedūrų dalį automatizuoto skaičiavimo, projektavimo ir informacijos rinkimo algoritms ir programoms, kurios taip pat reikalauja DB struktūros korekcijos.

Automatizuotame projektavime labai svarbios informacinės paieškos sistemos (IPS), skirtos įvairių žinių surinkimui iš duomenų bazių. Tokios IPS papildo vientisą automatizuoto projektavimo sistemą, atlieka ne tik kryptingą duomenų paiešką, bet ir įvairių

vartotojų apsikeitimą jais, trumpina ryšius tarp sistemą sudarančių posistemų ir informacijos pateikimo laiką. IPS efektyvumą dar didina loginių paieškos funkcijų naudojimas, jos vienu ar kitų parametru parinkimas papildo įvairiais skaičiais, palyginimais pagal nurodytus kriterijus.

IPS sistemos sudarymas – tai ne tik veikiančių technologijos procesų analizė, bet ir DB pavidalo kompiuterinių katalogų apie įrengimus ir technologijos įrangą formavimas. Tokia visapusiška informacija leidžia projektuotojui priimti optimalius sprendimus. Struktūrinė IPS darbo schema pateikta 3 pav.

Ji susideda iš dviejų blokų: informacijos parengimo (IPB) ir informacijos vartojimo (IVB). IPB apima duomenų sisteminimą ir jų korekciją, perengimą įvesti į kompiuterį ir kontrolę. Sisteminimo metu surenkama visa informacija apie technologijos atlikimo procesą, atrenkami ir išrūšiuojami svarbumo eile bei koreguojami. Parenkant technologijos įrangą, būtina siekti jos įvairovės minimumo. IVB tenka nemažai įvairių standartinių procedurų, skirtų operatyvios informacijos teikimui projektavimo metu. Tikslią šio bloko ir visos IPS struktūrą lemia vieno ar kito vartotojo ypatumai, technologijos tradicijos.

Tarkime kad bet kokiai operacijai atlikti reikalingas įrengimas I , turintis tokią charakteristikų aibę

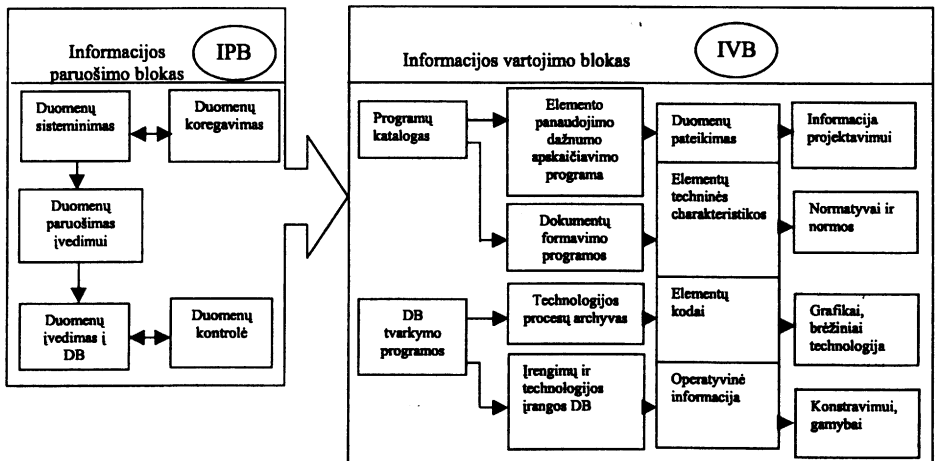
$$I = (I_1, I_2, \dots, I_l).$$

O IPS yra sukaupta informacija apie aibę R objektų

$$R = (R_1, R_2, \dots, R_k)$$

i -osios charakteristikos j -ojo objekto c_{ij} skaitmeninės reikšmės pateikiamos matricos C pavidalu:

$$C = |C_{KL}|.$$



3pav. IPS struktūrinė schema.



4 pav. Duomenų bazės valdymo schema.

Šioje matricoje eilutės ir stulpeliai gali prilygti atitinkamoms I ir R reikšmėms. Jei tartume, kad turimoji informacija matricoje atitinka 1, o jos nebuvimas 0, tai galėtume sudaryti IPS apimties matricą A :

$$A = \begin{vmatrix} 1 & 1 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 1 & \dots & 0 \end{vmatrix}.$$

Abi matricos C ir A turi vienodą elementų kiekį – $l \times k$. Nauja IPS sudėties matrica S gaunama logiškai sudauginus matricas C ir A . Tada objekto paieška pagal aprašą x :

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_m);$$

čia x_k – ieškomojo objekto elementai, $k = \overline{1, m}$.

Esant tokiai užduočiai, paieška gali būti atliekama šia tvarka:

Informaciniame masyve $S \subset C$, turinčiame duomenis apie objektus R , rasti duomenų rinkinius I , kuriuose kiekvienam ieškomajam elementui x_k galima rasti tokių dydžių c_{ij} , kad būtų įmanoma

$$X_k \subset C_{ij} \quad \text{arba} \quad C_{ij \min} \leq X_k \leq C_{ij \max}.$$

DB valdymo schema pateikta 4 pav.

6. Išvados

1. Sukurtas algoritmas, leidžiantis kaupti duomenų bazes ir nustatyti ryšius su suvirinimo technologijomis.

2. Sukurta programinė įranga, galinti sudaryti suvirinimo technologijas (paskaičiuoti konkrečius suvirinimo parametrus).

3. Sukurtą ekspertinę sistemą šiuo metu galima naudoti mažanglio plieno suvirinimo parametrų parinkimui bei duomenų atspausdinimui.

4. Programos algoritmas leidžia pastoviai plėsti duomenų bazes bei ryšius priklausomai nuo konkrečių uždavinių.

Literatūra

- [1] A. Bargelis, *Mechanikos gaminių gamybos automatizavimas* (1996).
- [2] R. Kulvietienė, G. Kulvietis, *Įvadas į dirbtinio intelekto ir ekspertinių sistemų kursą* (1996).
- [3] Don Chamberlin, *DB2 Universal Database*, Morgan Kaufman Publishers Inc., San Francisko, California (1998).
- [4] D.T. Pham, R.M. Setchi, Adaptive product manuals, *Journal of Mechanical Engineering Science*, Part c, **2/4(C8)**, 1013–1018 (2000).
- [5] A.V. Valiulis, *Specialūs suvirinimo metodai*, Vilnius, Technika (1993).

Intelligent design of nondefective welding technology

T. Kaminskas, G. Kulvietis, L. Keblas

In the process of welding the objective and subjective factors are existing and the defects of welded joints may occur under their influence. The higher level of welded joints can be reached while using the weld joint design on the computer based programme. The expert system and its structure of non-defect design of welded joints has been reviewed in the work. The programme helps to select the optimal welding parameters and allows decreasing of objective and subjective defects to occur as well as correcting welding parameters if any defect occurs.