



Mechanikos inžinieriaus žinynas

1 Matematika (M)

9

1.1 Matavimo vienetai

SI sistemos pagrindiniai dydžiai, išvestiniai dydžiai ir jų matavimo vienetai	10
Ne SI sistemos vienetai	12

1.2 Formulės

Formulių simboliai, matematiniai simboliai ..	13
Formulės, lygtys, grafikai	14
Formulių pertvarkymas	15
Dydžiai ir vienetai	16
Skaičiavimai su dydžiais, procentų ir palūkanų skaičiavimas	17

1.3 Kampai ir trikampiai

Kampų rūšys, Talio teorema, trikampio kampų suma, Pitagoro teorema	18
Trigonometrinės funkcijos, sinusų teorema, kosinusų teorema	19

1.4 Ilgiai

Atkarpos dalijimas, lanko ilgis, suminis ilgis	20
Efektyvusis ilgis, spyruoklės vielos ilgis, ruošinio ilgis	21

1.5 Plotai

Pagrindinių geometrinių figūrų plotai ...	22
Trikampis, daugiakampis, skritulys	23
Skritulio išpjova, skritulio nuopjova, žiedas, elipsė	24

1.6 Tūris ir paviršiaus plotas

Kubas, stačiakampė prizmė, ritinys, tuščiaaviduris ritinys, piramidė	25
Nupjautinė piramidė, kūgis, nupjautinis kūgis, rutulys, rutulio nuopjova	26
Sudėtinių kūnų tūriai	27

1.7 Masė

Pagrindinės formulės, ilginis tankis, plotinis tankis	27
---	----

1.8 Geometriniai centrai

Linijų geometriniai centrai, plokščiųjų paviršių geometriniai centrai	28
---	----

2 Fizika (F)

29

2.1 Judėjimas

Tolygusis ir kintamasis judėjimas	30
Staklių greičiai	31

2.2 Jėgos

Jėgų atvaizdavimas, pridėjimas ir išskaidymas	32
Jėgų tipai	33
Sukimo momentas, mechaninis darbas ..	34

2.3 Darbas, galia naudingumo koeficientas

Mechaninis darbas	34
Paprasti mechanizmai ir energija	35
Potencinė ir kinetinė energija	35
Galios ir naudingumo koeficientas	36

2.4 Trintis

Trinties jėga	37
Trinties faktorius	37
Riedėjimo trinties faktorius	37

2.5 Slėgis skysčiuose ir dujose

Slėgio tipai	38
Gravitacinis slėgis, Archimedo jėga	38
Hidraulinis jėgos perdavimas	38
Slėgio padidinimas, tekėjimo greitis	39
Dujų būsenos pokyčiai	39

2.6 Medžiagų atsparumas

Apkrovų tipai, apkrovimo atvejai	40
Medžiagų savybės, ribiniai įtempiai	40
Stiprumo skaičiavimas, atsargos koeficientai	41
Leidžiamieji įtempiai, tamprumo modulis	41
Tempimo ir gniuždymo įtempiai, glemžimas	42
Šlytis, lenkimo ir sukimo įtempiai	43
Inercijos momentai, atsparumo momentai	44

2.7 Termodinamika

Temperatūra, ilgėjimas, susitrauktis	45
Šilumos kiekis	45
Tirpimo ir garavimo šilumos kiekis	46
Degimo šiluma	46

2.8 Elektra

Dydžiai ir vienetai	47
Omo dėsnis, varža	47
Srovės tankis, varžų grandinės	48
Elektros srovės tipai	49
Elektrinis darbas, elektrinė galia	50

3 Techninis brėžinys (TB)

51

3.1 Grafikai		3.6 Mašinų elementai	
Dekarto koordinacių sistema.....	52	Pavarų tipai, krumpliaraičiai.....	79
Grafikų tipai	53	Riedėjimo guoliai	80
3.2 Pagrindinės geometrinės figūros		Sandarikliai	81
Atkarpos, statmenys ir kampai	54	Tvirtinimo žiedai, spyruoklės	82
Liestiniai, apskritiminiai lankai.....	55	3.7 Detalių elementai	
Įbrėžtiniai apskritimai, elipsės	56	Reljefo, objekto kraštinės.....	83
Cikloidė, lekalinės kreivės, parabolės	57	Sriegių galai ir nuožulos.....	84
3.3 Brėžinio elementai		Sriegiai, srieginės jungtys	85
Šriftai	58	Centravimo skylės, sriegiai, įtempių koncentratoriai	86
Norminiai (pirmenybiniai) skaičiai, spinduliai, masteliai	59	3.8 Suvirtintosios ir lituotinės jungtys	
Brėžinio šablonai, specifikacijos	60	Grafinis žymėjimas.....	88
Linijų tipai	62	Grafinio žymėjimo pavyzdžiai	91
3.4 Vaizdavimas brėžiniuose		3.9 Paviršiai	
Projekcijų metodai.....	64	Kietumo parametrai brėžiniuose	92
Vaizdai.....	66	Formos nuokrypiai, šiurkštumas	93
Pjūviai	68	Paviršių tyrimas, nuorodos.....	94
Brūkšniavimas	70	3.10 ISO leidžiamosios nuokrypos ir suleidimai	
3.5 Matmenų žymėjimas brėžiniuose		Pagrindinės sąvokos	98
Matmenų linijos, vertės	71	Skylės suleidimo sistema, veleno suleidimo sistema	102
Matmenų taisyklės	72	Bendrosios leidžiamosios nuokrypos... ..	106
Brėžinio elementai.....	73	Riedėjimo guolių suleidimai	106
Leidžiamųjų nuokrypų žymėjimas	75	Suleidimo parinkimas.....	107
Matmenų tipai.....	76	Geometrinės leidžiamosios nuokrypos.....	108
Supaprastinimai brėžiniuose.....	78		

4 Medžiagotyra (Me)

111

4.1 Medžiagos		Plienų terminis apdorojimas	154
Kietųjų medžiagų charakteristikos	112	Aliuminio lydinių grūdinimas	156
Skystųjų medžiagų ir dujų charakteristikos	113	4.6 Liejamieji geležies lydiniai	
Periodinė elementų lentelė	114	Žymėjimas ir kodai.....	157
4.2 Plienai, žymėjimo sistema		Klasifikavimas.....	158
Plieno apibrėžtis ir klasifikavimas.....	116	Ketus	159
Plieno gaminių standartizavimas.....	117	Kalusis ketus, liejamasis plienas	160
Plienų žymėjimo sistema.....	118	4.7 Liejininkystė.....	161
4.3 Plienai, plieno rūšys		4.8 Lengvieji lydiniai	
Plieno gaminių apžvalga.....	123	Aliuminio lydinių apžvalga.....	163
Nelegiruotieji, įanglinamieji, terminškai gerinami, azotinamieji, automatų plienai	126	Deformuojamieji aliuminio lydiniai.....	165
Įrotiniai plienai, nerūdijantieji plienai	132	Aliuminio profiliuočiai	168
4.4 Plienai, plieno gaminiai		Magnio ir titano lydiniai	171
Lakštai ir juostos, vamzdžiai	138	4.9 Sunkieji spalvotieji metalai ir jų lydiniai	
Profiluočiai	142	Apžvalga ir žymėjimo sistema.....	172
Ilginis masės tankis ir plotinis masės tankis	151	Vario ir cinko lydiniai	174
4.5 Terminis apdorojimas		4.10 Kitos metalinės medžiagos.....	176
Geležies ir anglies lydinių būsenos diagrama	152	4.11 Plastikai	
		Apžvalga ir žymėjimas	178
		Reaktoplastikai, elastomerai	181
		Termoplastikai	182
		Plastikų gamyba, bandymai.....	186

4.12 Medžiagų bandymai	4.13 Korozija, pavoingosios medžiagos
Apžvalga, tempimo bandymas..... 189	Korozija..... 196
Nuovargio bandymas lenkiant..... 192	Medžiagų atliekos..... 197
Kietumo bandymas..... 193	

5 Mašinų elementai (ME)

201

5.1 Sriegiai	5.6 Kaiščiai
Sriegių tipai, apžvalga..... 202	Bendrosios žinios..... 235
Metriniai sriegiai ir smulkieji sriegiai.... 204	Įkartiniai kaiščiai, įkartinės tvirtinimo smeigės..... 237
Coliniai sriegiai, vamzdiniai sriegiai..... 206	5.7 Velenų stebulių jungtys
Sriegių leidžiamosios nuokrypos..... 207	Pleištai, pleištai su galvute..... 238
5.2 Varžtai ir sraigčiai	Prizminiai pleištai, išdrožinės jungtys... 239
Varžtai ir sraigčiai. Bendrosios žinios.... 208	Metriniai kūgiai, Morzės kūgiai, statieji kūgiai..... 240
Varžtai su šešiabriaune galvute..... 211	Įrankių laikikliai..... 241
Varžtai su cilindrine galvute ir šešiabriaune įduba..... 214	5.8 Kiti mašinų elementai
Supaprastintas sraigčių jungčių skaičiavimas..... 220	Cilindrinės sraigtinės tempiamosios spyruoklės..... 242
Tvirtinimo detalės..... 221	Begalviai sraigčiai, atraminiai antgaliai, rutulinės rankenėlės..... 245
5.3 Įgyliai	T išdrožos ir jų komponentai, sferinės poveržlės, kūginės įvorės..... 247
Sraigčių su paslėpta galvute įgyliai.... 223	Sparčiojo tvirtinimo gręžimo įtaisas... 248
Sraigčių ir varžtų su cilindrine ar šešiabriaune galvute cilindriniai įgyliai..... 224	5.9 Perdavų elementai
5.4 Veržlės	Trapeciniai diržai, krumplyuotieji diržai.. 250
Veržlės. Apžvalga..... 225	Cilindriniai tiesiakrumpliai
Bendrosios žinios, veržlių žymėjimas... 226	krumpliaračiai..... 253
Šešiabriaunės veržlės..... 228	Perdavimo skaičiai..... 256
Gaubiamosios veržlės, fiksavimo veržlės, uždarnos sparnuotosios veržlės..... 230	5.10 Guoliai
5.5 Poveržlės	Slydimi guoliai, apžvalga..... 257
Poveržlės. Apžvalga..... 232	Slydimi guolių įvorės..... 258
HV varžtų, lovinių ir tęjinių profilių poveržlės, kaiščių su skylute poveržlės, kūginės spyruoklinės poveržlės..... 234	Riedėjimo guoliai, apžvalga..... 259
	Rutuliniai guoliai..... 261
	Rutuliniai guoliai, ritininiai guoliai..... 262
	Sandarinimo elementai..... 266
	Tepalai..... 267

6 Gamybos inžinerija (GI)

269

6.1 Kokybės vadyba	6.4 Techninė priežiūra, taisymas ir kapitalinis remontas (TPTKR)
Standartai, terminija..... 270	Techninė priežiūra, taisymas, tobulinimas..... 289
Kokybės planavimas, kokybės patikrinimas..... 272	TPTKR sąvokos..... 290
Statistinė analizė..... 273	Dokumentacijos sistema..... 292
Statistinė procesų kontrolė..... 275	6.5 Mechaninio apdirbimo procesai
Procesų kokybės vadyba..... 276	Apžvalga, jėgos ir galia..... 293
6.2 EB Mašinų direktyva	Gręžimas..... 298
EB Mašinų direktyva..... 278	Tekinimas..... 301
CE ženklavimas..... 279	Frezavimas..... 305
6.3 Gamybos organizavimas	Daugiabriaunės keičiamosios kietlydinio plokštelės..... 308
Gamybos organizavimas, apžvalga.... 280	Tepimo-aušinimo skysčiai..... 311
Darbo planavimas..... 282	Pjovimo įrankių medžiagos..... 315
Sąnaudų skaičiavimas..... 286	Šlifavimas, honingavimas..... 317

6.6 Elektroerozinis apdirbimas		6.10 Jungimas	
Elektroerozija	323	Suvirinimo procesai	343
Elektroerozinio apdirbimo proceso parametrai	324	Paruošimas suvirinti	345
6.7 Atskyrimas kertant		Dujinis suvirinimas	346
Kirtimo jėga	325	Lankinis suvirinimas	348
Kirtimo įrankis	326	Pjovimas centruotu spinduliu	350
6.8 Formavimas		Dujų balionai, identifikavimas	352
Lenkimas	330	Litavimas, klijuotosios jungtys	354
Gilulis formavimas	334	6.11 Darbo vietos ir aplinkos apsauga	
6.9 Liejimas slegiant		Saugos spalvos	359
Plastiko liejimo forma	338	Įspėjamieji ženklai, saugos ženklai	360
Susitraukimas, aušimas, dozavimas	341	Garsas ir triukšmas	366

7 Automatika ir informacinės technologijos (A) 367

7.1 Valdymo inžinerija ir pagrindiniai terminai		Grandinių schemos	396
Pagrindiniai terminai, kodų raidės, simboliai	368	Pneumatinės valdymas	397
Analoginiai (tolydiniai) valdikliai	370	Elektrinis ir pneumatinis valdymas	398
Netolydiniai ir skaitmeniniai valdikliai ..	371	Elektrohidraulinis valdymas	399
Dvejetainė logika	372	Hidrauliniai skysčiai	400
Numeravimo sistemos	373	Pneumatiniai cilindrai	401
Informacijos apdorojimas	374	Hidrauliniai siurbliai	402
7.2 Elektrinės grandinės		Vamzdžiai	403
Grandinių simboliai	375	7.6 Robotinės sistemos	
Grandinių paskirtys	377	Koordinacių sistemos ir ašys	404
Grandinių schemos	378	Robotų išpildymai	405
Jutikliai	379	Griebtuvai, darbų sauga	406
Saugos reikalavimai	380	7.7 Skaitmeninio programinio valdymo technologija	
7.3 GRAFCET kalba		Koordinacių ašys	407
Svarbūs pagrindiniai terminai	382	Programos struktūra	408
Žingsniai, pereigos	383	Įrankio korekcija ir plokštelės pjovimo briaunos kompensacija	409
Veiksmai	384	SPV (CNC) staklių programos struktūra pagal DIN	410
Šakojimas	386	SPV (CNC) staklių programos struktūra pagal PAL	412
7.4 Programuojami loginiai valdikliai PLV		PAL funkcijos tekinimo staklėms	413
PLV programavimo kalbos, apžvalga ...	388	PAL ciklai tekinimo staklėms	415
Pakopinė diagrama (LD)	389	PAL funkcijos frezavimo staklėms	417
Instrukcijų sąrašas (IL)	390	PAL ciklai frezavimo staklėms	418
PLV programavimo kalbų palyginimas ..	391		
Programavimo pavyzdžiai	392		
7.5 Hidraulika ir pneumatika			
Grandinių simboliai	393		
Proporcingieji skirstytuvai	395		

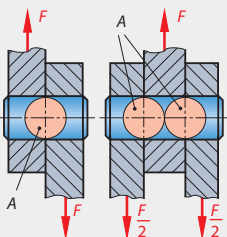
8 Medžiagų lentelė, standartai (S) 425–434

8.1 Medžiagų tarptautinių standartų palyginimo lentelė	425	8.2 Naudojamų standartų rodyklė ir kiti teisės aktai	430
---	-----	---	-----

Temų rodyklė 435–444

Kirpimo, lenkimo ir sukimo įtempiai

Kirpimo įtempiai



kerpamas vienas pjūvis kerpami du pjūviai

Stiprumo charakteristikos R_e
žr. 127–131 psl.

Šlyties įtempių veikiamas skerspjūvio plotas turi likti nenukirptas.

τ_s	kirpimo įtempiai	A_{req}	reikalingas skerspjūvio plotas
F	kirpimo jėga	R_e	takumo riba
A	skerspjūvio plotas		
τ_{sall}	leidžiamieji kirpimo įtempiai (41 psl.)		
τ_{sY}	takumo riba kerpant (plienui $\tau_{sY} \approx 0,6 \cdot R_e$)		
ν	atsargos koeficientas (rekomenduotina $\nu = 1,5$)		

Pavyzdys:

Kaištinė jungtis $\varnothing 6$ mm ($A = 28,3$ mm²), kerpamas vienas pjūvis, jėga $F = 2200$ N; $\tau_s = ?$

$$\tau_s = \frac{F}{A} = \frac{2200 \text{ N}}{28,3 \text{ mm}^2} = 77,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

2) Leidžiamosios vertės nurodytos 41 psl. skirtos mašinų elementams skaičiuoti.

Kirpimo įtempiai

$$\tau_s = \frac{F}{A}$$

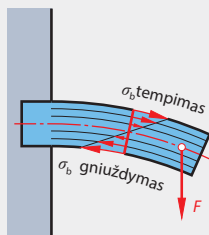
Reikalingas skerspjūvio plotas

$$A_{req} = \frac{F}{\tau_{sall}}$$

Leidžiamieji kirpimo įtempiai^{1) 2)}

$$\tau_{sall} = \frac{\tau_{sY}}{\nu}$$

Lenkimo įtempiai



Stiprumo charakteristikos R_e
žr. 127–131 psl.

Lenkiant paviršiniuose sluoksniuose atsirandats maksimalūs tempimo ir gniuždyimo įtempiai vadinami lenkimo įtempiais.

σ_b	lenkimo įtempiai	R_e	takumo riba
M_b	lenkimo momentas	F	lenkimo jėga
W	atsparumo momentas (44 psl.)		
W_{req}	reikalingas atsparumo momentas		
σ_{all}	leidžiamieji lenkimo įtempiai (41 psl.)		
σ_{bY}	takumo riba lenkiant (plienui $\sigma_{bY} \approx 1,2 \cdot R_e$)		
ν	atsargos koeficientas (rekomenduotina $\nu = 1,5$)		

Pavyzdys:

Sija, S275J0, $d = 70$ mm, statiška apkrauta; $\sigma_{ball} = ?$
 $R_e = 245$ N/mm² (127 psl.)

$$\sigma_{ball} = \frac{\sigma_{bY}}{\nu} = \frac{1,2 \cdot 245 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 196 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Lenkimo įtempiai

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W}$$

Reikalingas skerspjūvio atsparumo momentas

$$W_{req} = \frac{M_b}{\sigma_{ball}}$$

Leidžiamieji lenkimo įtempiai¹⁾

$$\sigma_{ball} = \frac{\sigma_{bY}}{\nu}$$

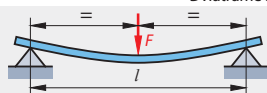
Lenkimo krovos atvejai, kai elementas veikiamas vienos jėgos

Geminė sija (įtvirtinta viename gale)



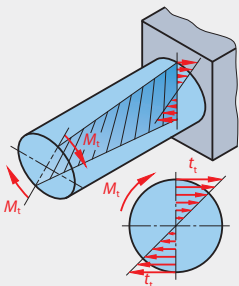
$$M_b = F \cdot l$$

Dvitatrė sija



$$M_b = \frac{F \cdot l}{4}$$

Sukimo įtempiai



Stiprumo charakteristikos R_e
žr. 127–131 psl.

Sukant išoriniuose sluoksniuose veikia didžiausi įtempiai, pagal kuriuos skaičiuojamas sukimo stipris.

τ_t	sukimo įtempiai	R_e	takumo riba
M_t	sukimo momentas		
W_p	polinis atsparumo momentas		
W_{preq}	reikalingas polinis atsparumo momentas		
τ_{tall}	leidžiamieji sukimo įtempiai (41 psl.)		
τ_{tY}	takumo riba sukant (plienui $\tau_{tY} \approx 0,65 \cdot R_e$)		
ν	atsargos koeficientas ($\nu = 1,5$)		

Pavyzdys:

Velenas, $d = 32$ mm, $M_t = 420$ Nm; $W_p = ?$, $\tau_t = ?$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} = \frac{\pi \cdot (32 \text{ mm})^3}{16} = 6434 \text{ mm}^3$$

$$\tau_t = \frac{M_t}{W_p} = \frac{420000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{6434 \text{ mm}^3} = 65,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Sukimo įtempiai

$$\tau_t = \frac{M_t}{W_p}$$

Reikalingas polinis atsparumo momentas

$$W_{preq} = \frac{M_t}{\tau_{tall}}$$

Leidžiamieji sukimo įtempiai¹⁾

$$\tau_{tall} = \frac{\tau_{tY}}{\nu}$$

¹⁾ Pateiktas leidžiamųjų įtempjų skaičiavimas skirtas plastiškoms medžiagoms, kurias veikia statinės apkrovos.

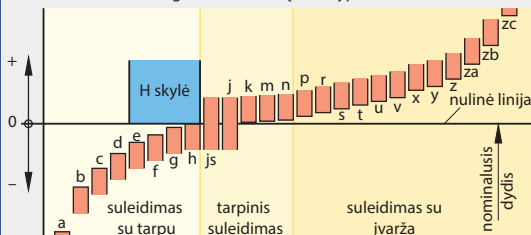
ISO leidžiamųjų nuokrypių ir suleidimo sistema

Suleidimo sistemos

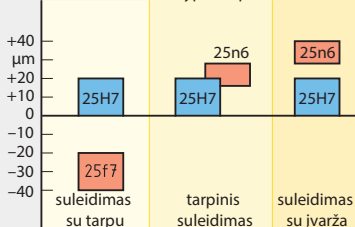
DIN ISO 286-1 (1990-11)

Suleidimų sistemos: skylės suleidimo sistema (visi skylės matmenys turi pagrindinį nuokrypį H)

Pagrindiniai velenų nuokrypiai

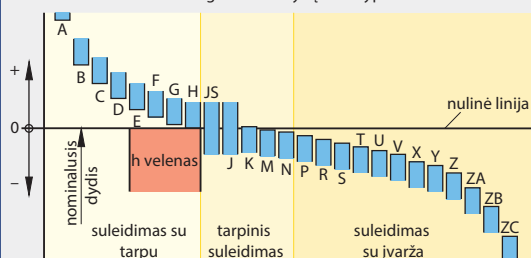


Nominaliojo matmens 25 pavyzdžiai leidžiamosios nuokrypos laipsnis – 7

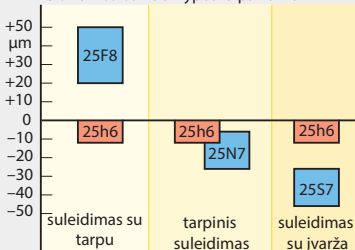


Suleidimų sistemos: veleno suleidimo sistema (visi veleno matmenys turi pagrindinį nuokrypį h)

Pagrindiniai skylių nuokrypiai



Nominaliojo matmens 25 pavyzdžiai, leidžiamosios nuokrypos laipsnis – 6



TB

Pagrindinės leidžiamosios nuokrypos

DIN ISO 286-1 (1990-11)

Nominaliųjų matmenų intervalai daugiau kaip iki, mm	Pagrindinių leidžiamųjų nuokrypių IT tikslumo laipsniai																	
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
	μm									mm								
iki 3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3–6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6–10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10–18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18–30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30–50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50–80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80–120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120–180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180–250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250–315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315–400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400–500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500–630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630–800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800–1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000–1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250–1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600–2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000–2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500–3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

Pagrindiniai h, js, H ir JS nuokrypiai gali būti apskaičiuoti taip: h: $es = 0; ei = -IT$ js: $es = +IT/2; ei = -IT/2$ H: $ES = +IT; EI = 0$ JS: $ES = +IT/2; EI = -IT/2$

Įrenginio valandinio įkainio skaičiavimas

Įrenginio valandinio įkainio skaičiavimas

Vidutinės gamybos pridėtinės sąnaudos neįvertina įvairių įrenginių sąnaudų, siejamų su konkrečiu gaminiu. Toks sąnaudų skaičiavimo būdas gali būti klaidingas. Jeigu įrenginio sąnaudas paimamos iš gamybos pridėtinių sąnaudų ir priskiriamos naudojamam įrenginio valandai tai duoda **įrenginio valandinį įkainį**.

Įrenginio sąnaudų sudarymas

Įrenginio sąnaudos yra:

- **Suskaičiuota amortizacija**
Nuostolių vertė per įrenginio naudojimo laiką, palyginti su atkuriamąja verte
- **Suskaičiuotos palūkanos**
Vidutinės palūkanos už kapitalą, investuotą į įrenginį
- **Patalpų užimtumo sąnaudos**
Sąnaudos, patiriamos dėl įrenginio darbo zonos
- **Energijos sąnaudos**
Elektros energijos, dujų, garo, kuro suvartojimas
- **Priežiūros sąnaudos**
Sąnaudos dėl remonto ir reguliarios priežiūros
- **Kitos sąnaudos**
Sąnaudos dėl įrankių nusidėvėjimo, draudimo įmokų, tepimo ir aušinimo skysčių utilizavimo ir t. t.

Įrenginio darbo laikas, įrenginio valandinis įkainis

pagal VDI Direktyvą 3258

T_{RT}	įrenginio darbo laikas val./periodas
T_T	visa teorinė įrenginio trukmė val./periodas
T_{ST}	tuščia trukmė, pvz., nedarbo dienos, darbo pertraukos ir t. t. paprastai % nuo T_T
T_{SM}	priežiūros trukmė, paprastai % nuo T_T
C_M	visos įrenginio sąnaudos per periodą (paprastai per metus)
C_{Mhr}	įrenginio sąnaudos per valandą; įrenginio valandinis įkainis
C_f	įrenginio fiksuotos sąnaudos per metus, pvz., amortizacija
C_v/hr	įrenginio kintamos sąnaudos per valandą, pvz., elektros sąnaudos

Įrenginio darbo trukmė

$$T_{RT} = T_T - T_{ST} - T_{SM}$$

Įrenginio valandinis įkainis

$$C_{Mhr} = \frac{C_f}{T_{RT}} + C_v/hr$$

Įrenginio valandinio įkainio skaičiavimas (pavyzdys)

Staklės:

Įsigijimo sąnaudos \$ 160 000,00	Naudojimo trukmė 10 metų	Skaičiuota palūkanų norma 8 %
Naudojama galia 8 kW	Kaina už kWh \$ 0,15	Pagrindinis mokestis \$/mėn 20,00
Ploto sąnaudos \$/m ² 10,00 x mėn	Reikiamas plotas 15 m ²	Priežiūra \$/metus 8 000,00
Papildoma priežiūra \$/val. 5,00	Išnaudojimas	Faktinis išnaudojimas 80 %
	$T_{RT} = 1200$ val./metus (100%)	

Koks būtų įrenginio valandinis įkainis, kai yra normalus išnaudojimas ir 80 % išnaudojimas?

Sąnaudų tipas	Skaičiavimas	Pastoviosios sąnaudos \$/metus	Kintamosios sąnaudos \$/val.
Skaičiuota amortizacija	$\frac{\text{įsigijimo vertė}}{\text{naudojimo trukmė, metais}} = \frac{\$ 160\,000,00}{10 \text{ metų}}$	\$ 16 000,00	
Skaičiuotos palūkanos	$\frac{1/2 \text{ įsigijimo vertė } \$ \times \text{palūkanos}}{100\%} = \frac{\$ 80\,000 - x \cdot 8\%}{100\%}$	\$ 6 400,00	
Priežiūros sąnaudos	priežiūros rodiklis x amortizacija, pvz., 0,5 x \$ 16 000,00 priežiūra priklauso nuo naudojimo	\$ 8 000,00	\$ 5,00
Energijos sąnaudos	pagrindinis mokestis už energiją \$/mėnesį 20,00 x 12 mėn. naudojama galia x energijos sąnaudos 8 kW x \$/kWh 0,15	\$ 240,00	\$ 1,20
Patalpų užimtumo sąnaudos	ploto sąnaudos x reikalingas grindų plotas = \$/m ² 10,00 x mėn. x 15 m ² x 12 mėn.	\$ 1 800,00	
	Visos įrenginio sąnaudos (C_M)	\$ 32 440,00	\$ 6,20

Įrenginio valandinis įkainis (C_{Mhr}), kai naudojimas 100 % = $\frac{C_f}{T_{RT}} + C_v/val. = \frac{\$32\,440,00}{1200 \text{ val.}} + \$/val. 6,20 = \$/val. 33,23$

Įrenginio valandinis įkainis (C_{Mhr}), kai naudojimas 80 % = $\frac{C_f}{0,8 \cdot T_{RT}} + C_v/val. = \frac{\$32\,440,00}{0,8 \cdot 1200 \text{ val.}} + \$/val. 6,20 = \$/val. 40,00$

Įrenginio valandinį įkainį nėra įtrauktos operatoriaus sąnaudos.

Šlifavimo diskų parinkimas

Standartinės vertės pasirenkant šlifavimo diskus (išskyrus deimantinius ir boro nitrido)

Aplvalis šlifavimas									
Medžiaga	Abrazyvas	Rupusis		Glotnūsiai, kai disko skersmuo				Baigiamasis	
		Grūd. matmuo	Kietumas	iki 500 mm		daugiau nei 500 mm		Grūd. matmuo	Kietumas
Plienas, negrūdintas	A	54	M-N	80	M-N	60	L-M	180	L-M
Plienas, grūd., nelegiruotasis ir legiruotasis	A	46	L-M	80	K-L	60	J-K	240-500	H-N
Plienas grūd., daug legiruotas	A, C	80	M-N	80	N-O	60	M-N	240-500	H-N
Kietlydiniai, keramika	C	60	K	80	K	60	K	240-500	H-N
Ketus	A, C	60	L	80	L	60	L	100	M
Spalvotieji metalai, pvz., Al, Cu, CuZn	C	46	K	60	K	60	K	-	-
Vidinis apvalis šlifavimas									
Medžiaga	Abrazyvas	Rupusis		Šlifavimo disko skersmuo mm				daugiau nei 80	
		Grūd. matmuo	Kietumas	iki 20 mm		nuo 40 iki 80 mm		Grūd. matmuo	Kietumas
Plienas, negrūdintas	A	80	M	60	L-M	54	L-M	46	K
Plienas, grūd., nelegiruotasis ir legiruotasis	A	80	K-L	120	M-N	80	M-N	80	L
Plienas grūd., daug legiruotas	A, C	80	J-K	100	K	80	K	60	J
Kietlydiniai, keramika	C	80	G	120	H	120	H	80	G
Ketus	A	80	L-M	80	K-L	60	M	46	M
Spalvotieji metalai, pvz., Al, Cu, CuZn	C	80	I-J	120	K	60	J-K	54	J
Plokščiasis šlifavimas									
Medžiaga	Abrazyvas	Dubeniniai diskai D < 300 mm		Plokštieji šlifavimo diskai				Baigiamasis	
		Grūd. matmuo	Kietumas	D ≤ 300 mm		D > 300 mm		Grūd. matmuo	Kietumas
Plienas, negrūdintas	A	46	J	46	J	36	J	24	J
Plienas, grūd., nelegiruotasis ir legiruotasis	A	46	J	60	J	46	J	36	J
Plienas grūd., daug legiruotas	A	46	H-J	60	I-J	46	I-J	36	I-J
Kietlydiniai, keramika	C	46	J	60	J	60	J	46	J
Ketus	A	46	J	46	J	46	J	24	J
Spalvotieji metalai, pvz., Al, Cu, CuZn	C	46	J	60	J	60	J	36	J
Įrankių galandimas									
Pjovimo įrankio medžiaga	Abrazyvas	Plokštieji šlifavimo diskai			Lėkštiniai diskai			Dubeniniai diskai	
		D ≤ 225 Grūd. matmuo	D > 225 Grūd. matmuo	Kietumas	D ≤ 100 Grūd. matmuo	D > 100 Grūd. matmuo	Kietumas	Grūd. matmuo	Kietumas
Įrankių plienas	A	80	60	M	80	60	M	46	K
Greitapjovis plienas	A	60	46	K	60	46	K	46	H
Kietlydinis	C	80	54	K	80	54	K	46	H
Pjovimas stacionariais įrenginiais									
Medžiaga	Abrazyvas	Pjovimo diskai v _c iki 80 m/s				Pjovimo diskai v _c iki 100 m/s			
		D ≤ 200 mm		D > 200 mm		D ≤ 500 mm		D > 500 mm	
Plienas, negrūdintas	A	80	Q-R	46	Q-R	24	U	20	Q-R
Ketus	A	60	Q-R	46	Q-R	24	U-V	20	U-V
Spalvotieji metalai, pvz., Al, Cu, CuZn	A	60	Q-R	46	Q-R	30	S	24	S
Šlifavimas ir pjovimas su rankiniais įrankiais									
Medžiaga	Abrazyvas	Pjovimo diskai v _c iki 80 m/s		Rupaus šlifavimo diskai v _c iki 45 m/s				Abrazyvo segmentai	
		Grūd. matmuo	Kietumas	Grūd. matmuo	Kietumas	Grūd. matmuo	Kietumas	Grūd. matmuo	Kietumas
Plienas, negrūdintas	A	30	T	24	M	24	R	36	Q-R
Nerūdijantysis plienas	A	30	R	16	M	24	R	36	S
Ketus	A, C	30	T	20	R	24	R	30	T
Spalvotieji metalai, pvz., Al, Cu, CuZn	A, C	30	R	20	R	-	-	-	-

Apsauginės dujos MAG, MIG ir dujiniam suvirinimui

Apsauginės dujos nelegiruotiesiems plienams MAG būdu suvirinti (parinkimas) pagal DIN EN ISO 14175 (2008-06)

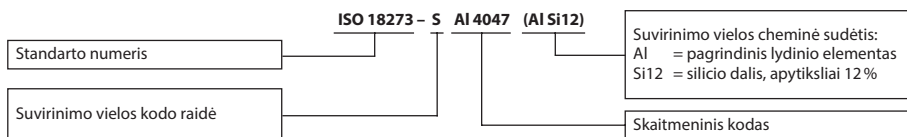
Tipas ¹⁾ , kodas pavadinimas	Komponentų dalys %			Savybės, taikymas
	oksiduojančių (aktyvių) CO ₂	O ₂	inertiųjų Ar	
M12	>0,5–5	–	likutis	Maža dalis (CO ₂ ir O ₂), nedidelis šlako ir pusrslų formavimasis, galima naudoti visus lanko tipus, jautrus rūdims, nešvariems lakštams, tinkama ploniams metalo lakštams
M13	–	>0,5–3	likutis	
M14	>0,5–5	>0,5–3	likutis	
M21	>15–25	–	likutis	Padidinta aktyviųjų dujų dalis (CO ₂ ir O ₂), didesnis šlako ir pusrslų formavimasis, nejautrus rūdims ir nešvariems paviršiams, tinkama naudoti su visais lanko tipais, didesniems metalo lakšto storiams
M22	–	> 3–10	likutis	
M23	>0,5–5	>3–10	likutis	M22: mažiau pusrslų, su pulsuojančiu lanku, CO ₂ dalis < 20%
M24	>5–5	>0,5–3	likutis	
C1	100	–	–	Didelė dalis (CO ₂ ir O ₂), didelis pusrslų ir šlako formavimasis, nejautrus rūdims ir nešvariems paviršiams, netinkama su pulsuojančiu lanku, netinka storiems metalo lakštams
C2	likutis	>0,5–30	–	

¹⁾ Dujų tiekėjai dažnai tiekia keletą apsauginių dujų mišinių, turinčių specifinių kompanijos pavadinimų, kurie yra pritaikyti atskiriems suvirinimo metodams.

Aluminiuo ir aliuminio lydinių MIG suvirinimas

Viliniai elektrodai aliuminiui ir aliuminio lydiniams MIG būdu suvirinti pagal DIN EN ISO 18273 (2004-05)

Žymens pavyzdys:



Viliniai elektrodai aliuminiui ir aliuminio lydiniams MIG būdu suvirinti (parinkimas)

Kodas	Minimali takumo riba R _e N/mm ²	Apsauginės dujos	Lankas (psl. 346)	Tinkama suvirinamoms medžiagoms (pavyzdžiui)
S Al 1450 (Al 99,5Ti)	20	I1	Trumpas, platus, pulsuojantis	Al 99, Al 99,5, Al 99,8, Al Mg0,5
S Al 4043 (Al Si5)	40	I1		Al MgSi0,5, Al MgSi0,7, Al MgSi1
S Al 4047 (Al Si12)	60	I1		G-Al Si11, G-Al Si10Mg(Cu), G-Al Si12(Cu)
S Al 5754 (Al Mg3)	80	I1		G-Al Mg3,5Si, Al Mg2,5, Al Mg3, Al Mg2Mn0,3
S Al 5356 (Al Mg5Cr(A))	110	I1		Al Mg3, Al Mg5, Al Zn4,5Mg1, Al Mg1SiCu

Stiprumo savybės yra gaunamos, kai naudojamos apsauginės dujos I1 (70 % argonas + 30 % helis). Suvirinimo pridėtiniai strypeliai ir suvirinimo viela gali būti kartu naudojami su apsauginėmis dujomis I3 (inertinėmis dujomis).

Strypeliai, skirti plieninėms jungtims suvirinti dujinio suvirinimo būdu pagal DIN EN 12536 (2000-08)

Kodas	Minimali takumo riba R _e N/mm ²	N _I ¹⁾ N _I J	Tinkama plieno tipams	Naudojimo sritis
O I	260	30	S235, S275	Metalo lakštai, vamzdžiai, žemas suvirinamo lauko klampumas, daug pusrslų, gali susidaryti porėtumas
O II	300	47	S235, S275, P235GH, P265GH	Rezervuarai, laivai, vamzdynai, aukštesnis suvirinamo lauko klampumas negu su O I, šiek tiek pusrslų, gali susidaryti porėtumas
O III	310	47	S235, S275, P235GH, P275GH	Rezervuarai, laivai, vamzdynai, klampus suvirinimo laukas, nėra pusrslų, nėra porėtumo
O IV	260	47	S235, S275, S355, P235, P235GH, P265GH, P295GH, 16Mo3	Karščiui atsparūs šildytuvai ir vamzdynai iki 450 °C; klampus suvirinimo laukas, nėra pusrslų, nėra porėtumo

¹⁾ NI smūginis tūsumas N_I, kai 20 °C, bandyta su ISO-V bandiniais