

OBSAH

POUŽITÉ SKRATKY, SYMBOLY A OZNAČENIA

5

PREDHOVOR

9

História a vývoj vŕtania hlbokých otvorov

10

ÚVOD – vŕtanie hlbokých otvorov

12

1. VŠEOBECNE O VŔTANÍ HLBOKÝCH OTVOROV

13

1.1 Systémy vŕtania hlbokých otvorov

14

1.2 Metódy vŕtania hlbokých otvorov

15

1.3 Spôsoby vŕtania hlbokých otvorov-práce na hlbokovŕtacích strojoch

17

1.4 Stroje pre vŕtanie hlbokých otvorov- všeobecne

18

1.5 Prídavné zariadenia a aparatury k hlbokovŕtacím strojom

19

2. VŔTANIE HLBOKÝCH OTVOROV S JKV – SK

21

2.1 Konštrukcia jednoklinových vŕtákov

21

2.2 Voľba rezných podmienok

31

2.3 Príklady vŕtania

36

2.3.1 Vŕtanie hlbokých otvorov na horizontálnej vyvŕtávačke H80

36

2.3.2 Vŕtanie hlbokých otvorov na horizontálnej vyvŕtávačke WHN-9B

38

2.3.3 Vŕtanie hlbokých otvorov na upravených univerzálnych sústruhoch a na špeciálnych strojoch v sériovej výrobe

39

2.3.4 Vŕtanie šikmých otvorov v hydraulike SAUER DANFOSS

44

2.3.5 Skúsenosti s vŕtaním v MOTORPAL Jihlava

45

2.3.6 Príklady vŕtania hlbokých otvorov v ČZ Uherský Brod

47

2.3.7 Príklady vŕtania a špeciálne stroje od firmy SIG

48

2.3.8 Príklady vŕtania a stroj od firmy TBT

51

2.3.9 Vŕtanie hlbokých otvorov na horizontálnych CNC – OC

52

2.3.10 Vŕtanie hlbokých otvorov na viacvŕetenovom automate

55

2.4 Dosahovaná presnosť rozmeru otvorov

56

2.5 Ďalší vývoj jednoklinových vŕtákov a iné aplikácie

58

2.6 Vŕtanie súčiastok typu HLAVEŇ s JKV-SK

62

3. SYSTÉM BTA VŔTANIA HLBOKÝCH OTVOROV

63

3.1 Geometria nástrojov s prispájkovanými platničkami i vodítkami

67

3.2 Vŕtacie hlavy doplna a na jadro s výmennými vodítkami

70

3.3 Vyvŕtacie - zväčšovacie hlavy

72

3.4 Upínacie závitky na hlavách a vŕtacích tyčiach

76

3.5 Konštrukcie moderných vŕtacích hláv

78

3.6 Druhy strojov pre BTA vŕtanie hlbokých otvorov

83

3.7 Tlmiče vibrácií tyče a upínanie tyče v stroji pre hlboké vŕtanie

91

3.8 Rekonštrukcia pôvodných hlbokovŕtacích strojov

93

3.9 Tabuľka rozmerov vŕtacích tyčí pre vŕtanie hlbokých otvorov

98

3.10 Voľba množstva rezného oleja pri vŕtaní, tlak a druh oleja

99

3.11 Voľba rezných podmienok pri vŕtaní

101

3.12 Pokyny k hospodárnosti a k praxi vŕtania

102

3.13 Príklady vŕtania Beisnerovým rúrkovým vŕtákom

103

3.14 Vŕtanie hlbokých otvorov na strojoch firmy NAGEL a LOCH

105

3.15 Vŕtanie hlbokých otvorov doplna súčiastky ČLÁNOK na stroji firmy SIG

108

3.16 Vŕtanie doplna nástrojmi BOTEK

109

3.17 Vŕtanie doplna a na jadro väčších priemerov nástrojmi T - MAX na stroji firmy SCHIESS FRORIEP

112

3.18 Viacvŕetenové vŕtanie BTA na horizontálnej vyvŕtávačke CNC

114

3.19 Vyvŕtávanie hlbokých otvorov - druhy prác

118

3.20 Výroba hydraulických valcov, možné spôsoby opracovania otvorov

119

3.21 Vyvŕtávanie odstredivoliatych rúr

124

3.22	Vyvrtávanie hlbokých otvorov u vysokopevných ocelí	124
3.23	Systém BTA a jeho využitie pri výrobe paralelných prekrývajúcich sa otvorov	128
3.24	Objem nádrže a potrebný chladiaci výkon	132
3.25	Tvarovanie triesky a jeho význam pri vŕtaní hlbokých otvorov	133
4.	SYSTÉM EJEKTOROVÉHO VŔTANIA HLBOKÝCH OTVOROV A JEHO APLIKÁCIE VO VÝROBE	135
4.1	Ejektorové vŕtanie všeobecne	135
4.2	Príklady ejektorového vŕtania na sústruhoch a CNC – OS	144
4.3	Ejektorové vŕtanie na CNC – OC	150
4.4	Ejektorové vŕtanie na horizontálnych vyvrtávačkách	151
4.5	Rezné sily a ich určenie pri vŕtaní hlbokých otvorov	154
4.6	Záver kapitol 2 až 4 všeobecne platné údaje	157
5.	VYVRTÁVANIE DLHÝCH A TVAROVÝCH OTVOROV	159
5.1	Vyvrtávanie tvarového otvoru súčiastky RÚRA	164
5.2	Vyvrtávanie kužeľových otvorov väčších dĺžok	167
5.3	Frézovacie vŕtanie komôr v otvoroch	171
6.	VYSTRUŽOVANIE HLBOKÝCH OTVOROV VALCOV A HLAVNÍ	174
6.1	Vystružovanie hlbokých otvorov malých priemerov	178
6.2	Rezné podmienky vystružovania väčších rozmerov	180
7.	HONOVANIE HLBOKÝCH OTVOROV	182
7.1	Všeobecne o honovaní	182
7.1.1	Proces honovania	182
7.1.2	Technológia honovania	183
7.1.3	Brúsne materiály k výrobe honovacích kameňov	186
7.1.4	Honovacie hlavy	186
7.1.5	Pracovné podmienky honovania	186
7.2	Zvláštnosti honovania hlbokých otvorov	189
7.3	Honovanie Cr-vrstvy valcov HTČ	190
7.4	Honovanie materiálov pevnosti $R_m = 1350 \div 1600$ MPa	190
7.4.1	Honovanie Ø155H8x7050mm	194
7.5	Honovanie otvoru Ø30,12x2700mm	196
7.6	Honovanie hydraulických valcov	197
7.6.1	Honovanie dlhých hydraulických valcov	197
7.7	Vibračné honovanie	199
7.8	Honovanie otvorov s diamantovými lištami	200
7.9	Elektrolytické (elektrochemické) honovanie	202
7.10	Honovanie kužeľových otvorov	204
8.	PREŤAHOVANIE SKRUTKOVÝCH A ROVNÝCH DRÁŽOK V HLBOKÝCH OTVOROCH	205
8.1	Konštrukcia nástroja pre ťahanie drážok s výsuvnými nožmi z RO	205
8.2	Preťahovanie skrutkových drážok v hlbokých otvoroch s použitím korunkových krúžkov z RO : PM - ASP- 30	212
8.3	Výroba skrutkových drážok rotačným kovaním malých hlavní	217
8.4	Preťahovanie tvarových otvorov do Cr-Ni ocelí	218
9.	MATERIÁLY A TECHNOLOGIE PRI VÝROBE ŠPECIÁL. TECHNIKY	222
9.1	Materiály používané k výrobe špeciálnej techniky a lietadiel	222
9.2	Výrobný proces a výroba špeciálnej techniky	223
9.3	Ocele MARAGING a ocele TRIP	227
9.4	Nové materiály používané v špeciálnej technike a v letectve	231
9.5	Ocele a zliatiny odolné proti abrazívnemu opotrebeniu	232
9.6	Vysokopevné materiály spracované termomechanicky (TMS)	233
10	ZÁVER	236