

VŠST Liberec
Fakulta strojní

obor 23 - 07 - 8

Slovanské technologie
zavádění obrábění a ekonomika

Katedra obrábění a ekonomiky

Název DP : Gorohitelnost perlitické temperované litiny
ČSN 42 25 47

S l á d e k Miloslav
DP - ST - 1446/79

Vedoucí práce : Ing. Karel Buček

Konsultanti : Ing. Vl. Gabriel, Ing. Zahálka

Rozsah práce a příloh

Počet stran : 64
Počet příloh a tabulek : 38
Počet obrázků : 31
Počet výkresů : 1

DP : 669. 131. 82: 620. 179. 5

Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: Obrábění a ekonomiky

Fakulta: strojní

Školní rok: 1978/79

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Miloslava Sládka

obor 23 - 07 - 8 Strojírenská technologie

Protože jste splnil... požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství a kultury o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Obrobitevnost perlitické temperované litiny

ČSN 42 25 47

Pokyny pro vypracování:

1. Úvod

2. Vlivy, působící na obrobitevnost litiny

3. Návrh metodiky zkoušek pro stanovení obrobitevnosti v závislosti na tvrdosti odlitrků a stanovení vlivu tvrdosti na řezné síly při soustružení a vrtání

4. Zkoušky a vyhodnocení

5. Návrh řezných podmínek pro soustružení a vrtání a návrh doporučeného rozsahu tvrdosti odlitrků při soustružení za stávajících podmínek

6. Závěr

Úřední číslo: 1000
Doporučené řezné podmínky:
1) Řezný kotouč: 100 mm
2) Řezný kotouč: 125 mm
3) Řezný kotouč: 150 mm
4) Řezný kotouč: 175 mm
5) Řezný kotouč: 200 mm
6) Řezný kotouč: 225 mm
7) Řezný kotouč: 250 mm
8) Řezný kotouč: 275 mm
9) Řezný kotouč: 300 mm
10) Řezný kotouč: 325 mm
11) Řezný kotouč: 350 mm
12) Řezný kotouč: 375 mm
13) Řezný kotouč: 400 mm
14) Řezný kotouč: 425 mm
15) Řezný kotouč: 450 mm
16) Řezný kotouč: 475 mm
17) Řezný kotouč: 500 mm
18) Řezný kotouč: 525 mm
19) Řezný kotouč: 550 mm
20) Řezný kotouč: 575 mm
21) Řezný kotouč: 600 mm
22) Řezný kotouč: 625 mm
23) Řezný kotouč: 650 mm
24) Řezný kotouč: 675 mm
25) Řezný kotouč: 700 mm
26) Řezný kotouč: 725 mm
27) Řezný kotouč: 750 mm
28) Řezný kotouč: 775 mm
29) Řezný kotouč: 800 mm
30) Řezný kotouč: 825 mm
31) Řezný kotouč: 850 mm
32) Řezný kotouč: 875 mm
33) Řezný kotouč: 900 mm
34) Řezný kotouč: 925 mm
35) Řezný kotouč: 950 mm
36) Řezný kotouč: 975 mm
37) Řezný kotouč: 1000 mm
38) Řezný kotouč: 1025 mm
39) Řezný kotouč: 1050 mm
40) Řezný kotouč: 1075 mm
41) Řezný kotouč: 1100 mm
42) Řezný kotouč: 1125 mm
43) Řezný kotouč: 1150 mm
44) Řezný kotouč: 1175 mm
45) Řezný kotouč: 1200 mm
46) Řezný kotouč: 1225 mm
47) Řezný kotouč: 1250 mm
48) Řezný kotouč: 1275 mm
49) Řezný kotouč: 1300 mm
50) Řezný kotouč: 1325 mm
51) Řezný kotouč: 1350 mm
52) Řezný kotouč: 1375 mm
53) Řezný kotouč: 1400 mm
54) Řezný kotouč: 1425 mm
55) Řezný kotouč: 1450 mm
56) Řezný kotouč: 1475 mm
57) Řezný kotouč: 1500 mm
58) Řezný kotouč: 1525 mm
59) Řezný kotouč: 1550 mm
60) Řezný kotouč: 1575 mm
61) Řezný kotouč: 1600 mm
62) Řezný kotouč: 1625 mm
63) Řezný kotouč: 1650 mm
64) Řezný kotouč: 1675 mm
65) Řezný kotouč: 1700 mm
66) Řezný kotouč: 1725 mm
67) Řezný kotouč: 1750 mm
68) Řezný kotouč: 1775 mm
69) Řezný kotouč: 1800 mm
70) Řezný kotouč: 1825 mm
71) Řezný kotouč: 1850 mm
72) Řezný kotouč: 1875 mm
73) Řezný kotouč: 1900 mm
74) Řezný kotouč: 1925 mm
75) Řezný kotouč: 1950 mm
76) Řezný kotouč: 1975 mm
77) Řezný kotouč: 2000 mm
78) Řezný kotouč: 2025 mm
79) Řezný kotouč: 2050 mm
80) Řezný kotouč: 2075 mm
81) Řezný kotouč: 2100 mm
82) Řezný kotouč: 2125 mm
83) Řezný kotouč: 2150 mm
84) Řezný kotouč: 2175 mm
85) Řezný kotouč: 2200 mm
86) Řezný kotouč: 2225 mm
87) Řezný kotouč: 2250 mm
88) Řezný kotouč: 2275 mm
89) Řezný kotouč: 2300 mm
90) Řezný kotouč: 2325 mm
91) Řezný kotouč: 2350 mm
92) Řezný kotouč: 2375 mm
93) Řezný kotouč: 2400 mm
94) Řezný kotouč: 2425 mm
95) Řezný kotouč: 2450 mm
96) Řezný kotouč: 2475 mm
97) Řezný kotouč: 2500 mm
98) Řezný kotouč: 2525 mm
99) Řezný kotouč: 2550 mm
100) Řezný kotouč: 2575 mm
101) Řezný kotouč: 2600 mm
102) Řezný kotouč: 2625 mm
103) Řezný kotouč: 2650 mm
104) Řezný kotouč: 2675 mm
105) Řezný kotouč: 2700 mm
106) Řezný kotouč: 2725 mm
107) Řezný kotouč: 2750 mm
108) Řezný kotouč: 2775 mm
109) Řezný kotouč: 2800 mm
110) Řezný kotouč: 2825 mm
111) Řezný kotouč: 2850 mm
112) Řezný kotouč: 2875 mm
113) Řezný kotouč: 2900 mm
114) Řezný kotouč: 2925 mm
115) Řezný kotouč: 2950 mm
116) Řezný kotouč: 2975 mm
117) Řezný kotouč: 3000 mm
118) Řezný kotouč: 3025 mm
119) Řezný kotouč: 3050 mm
120) Řezný kotouč: 3075 mm
121) Řezný kotouč: 3100 mm
122) Řezný kotouč: 3125 mm
123) Řezný kotouč: 3150 mm
124) Řezný kotouč: 3175 mm
125) Řezný kotouč: 3200 mm
126) Řezný kotouč: 3225 mm
127) Řezný kotouč: 3250 mm
128) Řezný kotouč: 3275 mm
129) Řezný kotouč: 3300 mm
130) Řezný kotouč: 3325 mm
131) Řezný kotouč: 3350 mm
132) Řezný kotouč: 3375 mm
133) Řezný kotouč: 3400 mm
134) Řezný kotouč: 3425 mm
135) Řezný kotouč: 3450 mm
136) Řezný kotouč: 3475 mm
137) Řezný kotouč: 3500 mm
138) Řezný kotouč: 3525 mm
139) Řezný kotouč: 3550 mm
140) Řezný kotouč: 3575 mm
141) Řezný kotouč: 3600 mm
142) Řezný kotouč: 3625 mm
143) Řezný kotouč: 3650 mm
144) Řezný kotouč: 3675 mm
145) Řezný kotouč: 3700 mm
146) Řezný kotouč: 3725 mm
147) Řezný kotouč: 3750 mm
148) Řezný kotouč: 3775 mm
149) Řezný kotouč: 3800 mm
150) Řezný kotouč: 3825 mm
151) Řezný kotouč: 3850 mm
152) Řezný kotouč: 3875 mm
153) Řezný kotouč: 3900 mm
154) Řezný kotouč: 3925 mm
155) Řezný kotouč: 3950 mm
156) Řezný kotouč: 3975 mm
157) Řezný kotouč: 4000 mm
158) Řezný kotouč: 4025 mm
159) Řezný kotouč: 4050 mm
160) Řezný kotouč: 4075 mm
161) Řezný kotouč: 4100 mm
162) Řezný kotouč: 4125 mm
163) Řezný kotouč: 4150 mm
164) Řezný kotouč: 4175 mm
165) Řezný kotouč: 4200 mm
166) Řezný kotouč: 4225 mm
167) Řezný kotouč: 4250 mm
168) Řezný kotouč: 4275 mm
169) Řezný kotouč: 4300 mm
170) Řezný kotouč: 4325 mm
171) Řezný kotouč: 4350 mm
172) Řezný kotouč: 4375 mm
173) Řezný kotouč: 4400 mm
174) Řezný kotouč: 4425 mm
175) Řezný kotouč: 4450 mm
176) Řezný kotouč: 4475 mm
177) Řezný kotouč: 4500 mm
178) Řezný kotouč: 4525 mm
179) Řezný kotouč: 4550 mm
180) Řezný kotouč: 4575 mm
181) Řezný kotouč: 4600 mm
182) Řezný kotouč: 4625 mm
183) Řezný kotouč: 4650 mm
184) Řezný kotouč: 4675 mm
185) Řezný kotouč: 4700 mm
186) Řezný kotouč: 4725 mm
187) Řezný kotouč: 4750 mm
188) Řezný kotouč: 4775 mm
189) Řezný kotouč: 4800 mm
190) Řezný kotouč: 4825 mm
191) Řezný kotouč: 4850 mm
192) Řezný kotouč: 4875 mm
193) Řezný kotouč: 4900 mm
194) Řezný kotouč: 4925 mm
195) Řezný kotouč: 4950 mm
196) Řezný kotouč: 4975 mm
197) Řezný kotouč: 5000 mm
198) Řezný kotouč: 5025 mm
199) Řezný kotouč: 5050 mm
200) Řezný kotouč: 5075 mm
201) Řezný kotouč: 5100 mm
202) Řezný kotouč: 5125 mm
203) Řezný kotouč: 5150 mm
204) Řezný kotouč: 5175 mm
205) Řezný kotouč: 5200 mm
206) Řezný kotouč: 5225 mm
207) Řezný kotouč: 5250 mm
208) Řezný kotouč: 5275 mm
209) Řezný kotouč: 5300 mm
210) Řezný kotouč: 5325 mm
211) Řezný kotouč: 5350 mm
212) Řezný kotouč: 5375 mm
213) Řezný kotouč: 5400 mm
214) Řezný kotouč: 5425 mm
215) Řezný kotouč: 5450 mm
216) Řezný kotouč: 5475 mm
217) Řezný kotouč: 5500 mm
218) Řezný kotouč: 5525 mm
219) Řezný kotouč: 5550 mm
220) Řezný kotouč: 5575 mm
221) Řezný kotouč: 5600 mm
222) Řezný kotouč: 5625 mm
223) Řezný kotouč: 5650 mm
224) Řezný kotouč: 5675 mm
225) Řezný kotouč: 5700 mm
226) Řezný kotouč: 5725 mm
227) Řezný kotouč: 5750 mm
228) Řezný kotouč: 5775 mm
229) Řezný kotouč: 5800 mm
230) Řezný kotouč: 5825 mm
231) Řezný kotouč: 5850 mm
232) Řezný kotouč: 5875 mm
233) Řezný kotouč: 5900 mm
234) Řezný kotouč: 5925 mm
235) Řezný kotouč: 5950 mm
236) Řezný kotouč: 5975 mm
237) Řezný kotouč: 6000 mm
238) Řezný kotouč: 6025 mm
239) Řezný kotouč: 6050 mm
240) Řezný kotouč: 6075 mm
241) Řezný kotouč: 6100 mm
242) Řezný kotouč: 6125 mm
243) Řezný kotouč: 6150 mm
244) Řezný kotouč: 6175 mm
245) Řezný kotouč: 6200 mm
246) Řezný kotouč: 6225 mm
247) Řezný kotouč: 6250 mm
248) Řezný kotouč: 6275 mm
249) Řezný kotouč: 6300 mm
250) Řezný kotouč: 6325 mm
251) Řezný kotouč: 6350 mm
252) Řezný kotouč: 6375 mm
253) Řezný kotouč: 6400 mm
254) Řezný kotouč: 6425 mm
255) Řezný kotouč: 6450 mm
256) Řezný kotouč: 6475 mm
257) Řezný kotouč: 6500 mm
258) Řezný kotouč: 6525 mm
259) Řezný kotouč: 6550 mm
260) Řezný kotouč: 6575 mm
261) Řezný kotouč: 6600 mm
262) Řezný kotouč: 6625 mm
263) Řezný kotouč: 6650 mm
264) Řezný kotouč: 6675 mm
265) Řezný kotouč: 6700 mm
266) Řezný kotouč: 6725 mm
267) Řezný kotouč: 6750 mm
268) Řezný kotouč: 6775 mm
269) Řezný kotouč: 6800 mm
270) Řezný kotouč: 6825 mm
271) Řezný kotouč: 6850 mm
272) Řezný kotouč: 6875 mm
273) Řezný kotouč: 6900 mm
274) Řezný kotouč: 6925 mm
275) Řezný kotouč: 6950 mm
276) Řezný kotouč: 6975 mm
277) Řezný kotouč: 7000 mm
278) Řezný kotouč: 7025 mm
279) Řezný kotouč: 7050 mm
280) Řezný kotouč: 7075 mm
281) Řezný kotouč: 7100 mm
282) Řezný kotouč: 7125 mm
283) Řezný kotouč: 7150 mm
284) Řezný kotouč: 7175 mm
285) Řezný kotouč: 7200 mm
286) Řezný kotouč: 7225 mm
287) Řezný kotouč: 7250 mm
288) Řezný kotouč: 7275 mm
289) Řezný kotouč: 7300 mm
290) Řezný kotouč: 7325 mm
291) Řezný kotouč: 7350 mm
292) Řezný kotouč: 7375 mm
293) Řezný kotouč: 7400 mm
294) Řezný kotouč: 7425 mm
295) Řezný kotouč: 7450 mm
296) Řezný kotouč: 7475 mm
297) Řezný kotouč: 7500 mm
298) Řezný kotouč: 7525 mm
299) Řezný kotouč: 7550 mm
300) Řezný kotouč: 7575 mm
301) Řezný kotouč: 7600 mm
302) Řezný kotouč: 7625 mm
303) Řezný kotouč: 7650 mm
304) Řezný kotouč: 7675 mm
305) Řezný kotouč: 7700 mm
306) Řezný kotouč: 7725 mm
307) Řezný kotouč: 7750 mm
308) Řezný kotouč: 7775 mm
309) Řezný kotouč: 7800 mm
310) Řezný kotouč: 7825 mm
311) Řezný kotouč: 7850 mm
312) Řezný kotouč: 7875 mm
313) Řezný kotouč: 7900 mm
314) Řezný kotouč: 7925 mm
315) Řezný kotouč: 7950 mm
316) Řezný kotouč: 7975 mm
317) Řezný kotouč: 8000 mm
318) Řezný kotouč: 8025 mm
319) Řezný kotouč: 8050 mm
320) Řezný kotouč: 8075 mm
321) Řezný kotouč: 8100 mm
322) Řezný kotouč: 8125 mm
323) Řezný kotouč: 8150 mm
324) Řezný kotouč: 8175 mm
325) Řezný kotouč: 8200 mm
326) Řezný kotouč: 8225 mm
327) Řezný kotouč: 8250 mm
328) Řezný kotouč: 8275 mm
329) Řezný kotouč: 8300 mm
330) Řezný kotouč: 8325 mm
331) Řezný kotouč: 8350 mm
332) Řezný kotouč: 8375 mm
333) Řezný kotouč: 8400 mm
334) Řezný kotouč: 8425 mm
335) Řezný kotouč: 8450 mm
336) Řezný kotouč: 8475 mm
337) Řezný kotouč: 8500 mm
338) Řezný kotouč: 8525 mm
339) Řezný kotouč: 8550 mm
340) Řezný kotouč: 8575 mm
341) Řezný kotouč: 8600 mm
342) Řezný kotouč: 8625 mm
343) Řezný kotouč: 8650 mm
344) Řezný kotouč: 8675 mm
345) Řezný kotouč: 8700 mm
346) Řezný kotouč: 8725 mm
347) Řezný kotouč: 8750 mm
348) Řezný kotouč: 8775 mm
349) Řezný kotouč: 8800 mm
350) Řezný kotouč: 8825 mm
351) Řezný kotouč: 8850 mm
352) Řezný kotouč: 8875 mm
353) Řezný kotouč: 8900 mm
354) Řezný kotouč: 8925 mm
355) Řezný kotouč: 8950 mm
356) Řezný kotouč: 8975 mm
357) Řezný kotouč: 9000 mm
358) Řezný kotouč: 9025 mm
359) Řezný kotouč: 9050 mm
360) Řezný kotouč: 9075 mm
361) Řezný kotouč: 9100 mm
362) Řezný kotouč: 9125 mm
363) Řezný kotouč: 9150 mm
364) Řezný kotouč: 9175 mm
365) Řezný kotouč: 9200 mm
366) Řezný kotouč: 9225 mm
367) Řezný kotouč: 9250 mm
368) Řezný kotouč: 9275 mm
369) Řezný kotouč: 9300 mm
370) Řezný kotouč: 9325 mm
371) Řezný kotouč: 9350 mm
372) Řezný kotouč: 9375 mm
373) Řezný kotouč: 9400 mm
374) Řezný kotouč: 9425 mm
375) Řezný kotouč: 9450 mm
376) Řezný kotouč: 9475 mm
377) Řezný kotouč: 9500 mm
378) Řezný kotouč: 9525 mm
379) Řezný kotouč: 9550 mm
380) Řezný kotouč: 9575 mm
381) Řezný kotouč: 9600 mm
382) Řezný kotouč: 9625 mm
383) Řezný kotouč: 9650 mm
384) Řezný kotouč: 9675 mm
385) Řezný kotouč: 9700 mm
386) Řezný kotouč: 9725 mm
387) Řezný kotouč: 9750 mm
388) Řezný kotouč: 9775 mm
389) Řezný kotouč: 9800 mm
390) Řezný kotouč: 9825 mm
391) Řezný kotouč: 9850 mm
392) Řezný kotouč: 9875 mm
393) Řezný kotouč: 9900 mm
394) Řezný kotouč: 9925 mm
395) Řezný kotouč: 9950 mm
396) Řezný kotouč: 9975 mm
397) Řezný kotouč: 10000 mm
398) Řezný kotouč: 10025 mm
399) Řezný kotouč: 10050 mm
400) Řezný kotouč: 10075 mm
401) Řezný kotouč: 10100 mm
402) Řezný kotouč: 10125 mm
403) Řezný kotouč: 10150 mm
404) Řezný kotouč: 10175 mm
405) Řezný kotouč: 10200 mm
406) Řezný kotouč: 10225 mm
407) Řezný kotouč: 10250 mm
408) Řezný kotouč: 10275 mm
409) Řezný kotouč: 10300 mm
410) Řezný kotouč: 10325 mm
411) Řezný kotouč: 10350 mm
412) Řezný kotouč: 10375 mm
413) Řezný kotouč: 10400 mm
414) Řezný kotouč: 10425 mm
415) Řezný kotouč: 10450 mm
416) Řezný kotouč: 10475 mm
417) Řezný kotouč: 10500 mm
418) Řezný kotouč: 10525 mm
419) Řezný kotouč: 10550 mm
420) Řezný kotouč: 10575 mm
421) Řezný kotouč: 10600 mm
422) Řezný kotouč: 10625 mm
423) Řezný kotouč: 10650 mm
424) Řezný kotouč: 10675 mm
425) Řezný kotouč: 10700 mm
426) Řezný kotouč: 10725 mm
427) Řezný kotouč: 10750 mm
428) Řezný kotouč: 10775 mm
429) Řezný kotouč: 10800 mm
430) Řezný kotouč: 10825 mm
431) Řezný kotouč: 10850 mm
432) Řezný kotouč: 10875 mm
433) Řezný kotouč: 10900 mm
434) Řezný kotouč: 10925 mm
435) Řezný kotouč: 10950 mm
436) Řezný kotouč: 10975 mm
437) Řezný kotouč: 11000 mm
438) Řezný kotouč: 11025 mm
439) Řezný kotouč: 11050 mm
440) Řezný kotouč: 11075 mm
441) Řezný kotouč: 11100 mm
442) Řezný kotouč: 11125 mm
443) Řezný kotouč: 11150 mm
444) Řezný kotouč: 11175 mm
445) Řezný kotouč: 11200 mm
446) Řezný kotouč: 11225 mm
447) Řezný kotouč: 11250 mm
448) Řezný kotouč: 11275 mm
449) Řezný kotouč: 11300 mm
450) Řezný kotouč: 11325 mm
451) Řezný kotouč: 11350 mm
452) Řezný kotouč: 11375 mm
453) Řezný kotouč: 11400 mm
454) Řezný kotouč: 11425 mm
455) Řezný kotouč: 11450 mm
456) Řezný kotouč: 11475 mm
457) Řezný kotouč: 11500 mm
458) Řezný kotouč: 11525 mm
459) Řezný kotouč: 11550 mm
460) Řezný kotouč: 11575 mm
461) Řezný kotouč: 11600 mm
462) Řezný kotouč: 11625 mm
463) Řezný kotouč: 11650 mm
464) Řezný kotouč: 11675 mm
465) Řezný kotouč: 11700 mm
466) Řezný kotouč: 11725 mm
467) Řezný kotouč: 11750 mm
468) Řezný kotouč: 11775 mm
469) Řezný kotouč: 11800 mm
470) Řezný kotouč: 11825 mm
471) Řezný kotouč: 11850 mm
472) Řezný kotouč: 11875 mm
473) Řezný kotouč: 11900 mm
474) Řezný kotouč: 11925 mm
475) Řezný kotouč: 11950 mm
476) Řezný kotouč: 11975 mm
477) Řezný kotouč: 12000 mm
478) Řezný kotouč: 12025 mm
479) Řezný kotouč: 12050 mm
480) Řezný kotouč: 12075 mm
481) Řezný kotouč: 12100 mm
482) Řezný kotouč: 12125 mm
483) Řezný kotouč: 12150 mm
484) Řezný kotouč: 12175 mm
485) Řezný kotouč: 12200 mm
486) Řezný kotouč: 12225 mm
487) Řezný kotouč: 12250 mm

Rozsah grafických laboratorních prací: dle potřeby zadání

Rozsah průvodní zprávy: asi 50 stran textu

Seznam odborné literatury: Liemert, G.: Obrábění. SNTL Praha 1974

Gabriel, Vl.: Návrh nové metódiky zkoušení
řezivosti a obrábětelnosti.
Výzkumná zpráva VÚST Liberec 1974

Wedelhoven, J.: Spanende Werkzeuge in der modernen
Fertigung, Taschenbücher TG,
VDI-Verlag GMEN-Düsseldorf 1969

Vintner, F., Houdek, J.: Řezné sily při obrábění
Technická publikace VUOSO 4/1971

Vedoucí diplomové práce: Ing. Karel Bukač

Konsultanti: Ing. Vladimír Gabriel

Datum zahájení diplomové práce: 9.10.1978

Datum odevzdání diplomové práce: 25.5.1979

L. S.

Prof. Ing. Jaroslav Draský, CSc

Vedoucí katedry

Doc. PhDr. Bohuslav Stříž, CSc

Děkan

Městopředsině prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně a použitím uvedené literatury.

V Liberci dne 25. 5. 1979

J. Hráček

Obsah diplomové práce

1.	Úvod	1
2.	ZÁKLADNÍ POJMY	3
2.1.	Vlivy působící na obrabitelnost litiny	4
2.1.1.	Vliv chemické složení litiny	5
2.1.2.	Vliv mikrostrukturny	7
3.	ZKOUŠKY OBROBITELNOSTI	9
3.1.	Přehled zkoušek obrabitelnosti	9
3.1.1.	Metody určení relativní dynamické obrabitelnosti	9
3.1.2.	Určování relativní mikrogeometrické obrabitelnosti	10
3.1.3.	Určení relativní kinetické obrabitelnosti	11
3.1.4.	Kritické zkoušky obrabitelnosti	13
3.1.5.	Kopírovací metody určování obrabitelnosti	14
3.2.	Metodika dlouhodobé zkoušky obrabitelnosti pro určení vlivu tvrdosti na obrabitelnost perlitické tempereované litiny - ČSN 42 25 47	14
3.2.1.	Podmínky dlouhodobé zkoušky obrabitelnosti	14
3.2.2.	Vyhodnocení výsledku dlouhodobé zkoušky	19
3.3.	Stanovení obrabitelnosti litiny vrtáním	20
3.4.	Pevné sily při soustružení	21
3.4.1.	Popis trioleškového dynamometru pro soustružení a odporovými tenzometry	25
3.4.2.	Cejchování dynamometru	27
3.4.3.	Metodika měření složek pevné sily	27
3.5.	Pevné sily při vrtání	28
3.5.1.	Měření pevných sil při vrtání	29
4.	ZKOUŠKY A VYHODNOCENÍ	32
4.1.	Stanovení vlivu tvrdosti na obrabitelnost perlítické litiny soustružením	32
4.2.	Stanovení závislosti obrabitelnosti na tvrdosti litiny vrtáním	45
4.3.	Stanovení vlivu tvrdosti na pevné sily soustružením	49

4.4.	Stanovení vlivu tvrdosti na výrůst řezných sil vrtáním	52
5.	NÁVRH ŘEZÁNÍ PODMÍNKY	57
5.1.	Návrh řezných podmínek pro vrtání	57
5.2.	Návrh řezných podmínek pro soustruhení	58
6.	ZÁVĚR	62
7.	SEZNAM LITERATURY	64
8.	Příloha diplomové práce - výkres edlitka, hleava kola s hrudovým bubnem	

1. Úvod

Základním cílem hospodářské a sociální politiky Komunistické strany Československa pro období 6. pětiletky je zajistit v souladu s prehlubováním socialistického způsobu života uspokojování rostoucích hmotných a duchovních potřeb obyvatelstva a další upevnění jeho životních a sociálních jistot na základě trvalého rozvoje a vysoké efektivnosti společenské výroby a kvality veškeré práce.

Do roku 1980 se má zvýšit národní důchod o 27 - 29 %. Přírůstek národního důchodu má být z 91 - 93 % kryt růstem společenské produktivity práce při výraznější koncentraci a specializaci výroby, sužováním vyráběného sortimentu esetu intenzívnejšího zapojování zpracovatelského průmyslu do socialistické ekonomické integrace, rychlejším zaváděním vědecko-technických poznatků, zdokonalováním organizace výroby, rozšiřováním mechanizace, automatizace a zaváděním progresivních technologií snižovat podíl živé práce ve všech odvětvích národního hospodářství. Zabezpečení těchto cílů je o to složitější, že při nižších zdrojích pracovních sil, domácích surovin a při vyšší investiční náročnosti ekonomického rozvoje je nutno zvládnout důsledky stížností vnějších podmínek.

Průmyslová výroba bude mít v 6. pětiletém plánu rozhodující úlohu z hlediska rozvojových záměrů národního hospodářství i uspokojování rostoucích potřeb obyvatelstva.

Do roku 1980 se má zvýšit průmyslová výroba proti roku 1975 o 32 - 34 %. Základem průmyslové výroby bude i nadále strojírenství, kde má vzrůst výroba zhruba o 48 - 51 %.

Toto zvýšování produkce klade vysoké požadavky na další rozvoj výrobních technologií, a tím i na obrábění.

Pro dosažení vysoké produktivity práce při obrábění, a tím i vysoké produkce je nutná dokonalá ználost celého procesu obrábění. Předpokladem pro ekonomické využití moderních plně automatizovaných a programově řízených strojů, je napřesto optimální průběh procesu řezání, t. j. použití optimálních pracovních podmínek. Volba pracovních podmínek předpokládá dokonalou známost zákonitostí, jejich vlivu na ekonomické a kvalitativní výsledky obrábění.

2. Základní pojmy

Opatřebení nástroje - změna původního tvaru břitu nástroje během rezání dané úbytkem materiálu a deformací břitu.

Míra opatřebení - rozdíl, který se na nástroj nětí, aby se zjistila velikost opatřebení.

Kritérium trvanlivosti - předem svolená nejnižší míra opatřebení, případně další smíšená hodnota.

Trvanlivost břitu nástroje - doba řezání, za kterou se dosahne kriteria trvanlivosti.

Relativní trvanlivost - poměr trvanlivosti zkoušeného a etalonového nástroje na dánych podmínkách obrábění a při stejných kriteriích opatřebení.

Obrubitelnost materiálu - souhrn vlastností materiálu určující jeho vhodnost k produktivnímu obrábění. Číselně je pro dané podmínky vyjádřena řeznou rychlostí v_r /rychlosť, při které je trvanlivost etalonového nástroje 15 min/.

Relativní obrubitelnost - poměr obrubitnosti zkoušeného a etalonového materiálu na dánych podmínkách obrábění.

Relativní kinetická obrubitelnost - je vyjádřena poměrem posledované trvanlivosti řezné hrany pro etalonový a obráběný materiál.

Obrubitelnost jako komplexní charakteristika obráběného materiálu je významnou složkou celkového problému optimalizace řezných podmínek. Na stupni obrubitnosti podstatně závisí vhodné kombinace řezných podmínek, zaručujících hospodárnost obráběcího procesu a ziskání obrubku požadované přesnosti, tvaru, rozměru a jakosti obráběné plechy.

Základní a nejčastěji používaná kriteria obrubitnosti:

a/ intensita opatřebení břitu řezného nástroje, respektive trvanlivost vyjádřená obvykle řeznou rychlosťí v_r , která

určuje kinetickou obrubitelnost

- b/ energetické parametry obruběcího procesu - zpravidla složky řezné sily a teplota řezání - určují dynamickou obrubitelnost
- c/ charakter vznikající třísky a způsob jejího odchodu z místa řezu
- d/ jakost řezu

Použití kriterií pro hodnocení obrubitelnosti se různí v závislosti na obráběném materiálu, druhu řezného nástroje a na způsobu práce. Převažujícím a zatím nejobektivnějším kriteriem pro hodnocení obrubitelnosti je intensita spotřebení hřitu řezného nástroje, neboť nejlépe vyjadřuje vztah obrubitelnosti k ekonomickým parametrům procesu obrábění. Ostatní kriteria pro hodnocení obrubitelnosti, jako např. charakter vznikající třísky se volí při práci na automatech, jakost obrabene plochy bude zpravidla rozhodující při obrábění na čisté.

2.1. Vlivy poskytující na obrubitelnost litiny

Řezný materiál ovlivňuje hodnocení obrubitelnosti především tím, že určuje oblast optimální řezné rychlosti podle odolnosti proti spotřebení. Vyšší rezivost řezného materiálu vede k vyšší řezné rychlosti, a tím ke zlepšení absolutní kinetické obrubitelnosti.

Nejdůležitější vlastnosti materiálu z hlediska obrubitelnosti:
Dobrý obrubitelný materiál musí mít tyto vlastnosti:

- nízká intenzita otáru hrábetové plochy řezného hřitu
- nízká vymílatelnost čelní plochy řezného hřitu
- bez sklonu k navákování na řezný hřit, t. j. protimářstková schopnost
- odolnost proti dřtíci s řezným materiálem

- malý Neang odpor
- nízká tepelná vodivost
- malý eklat ke zpravidlování a ke vzniku pnutí vlivem Froudeho

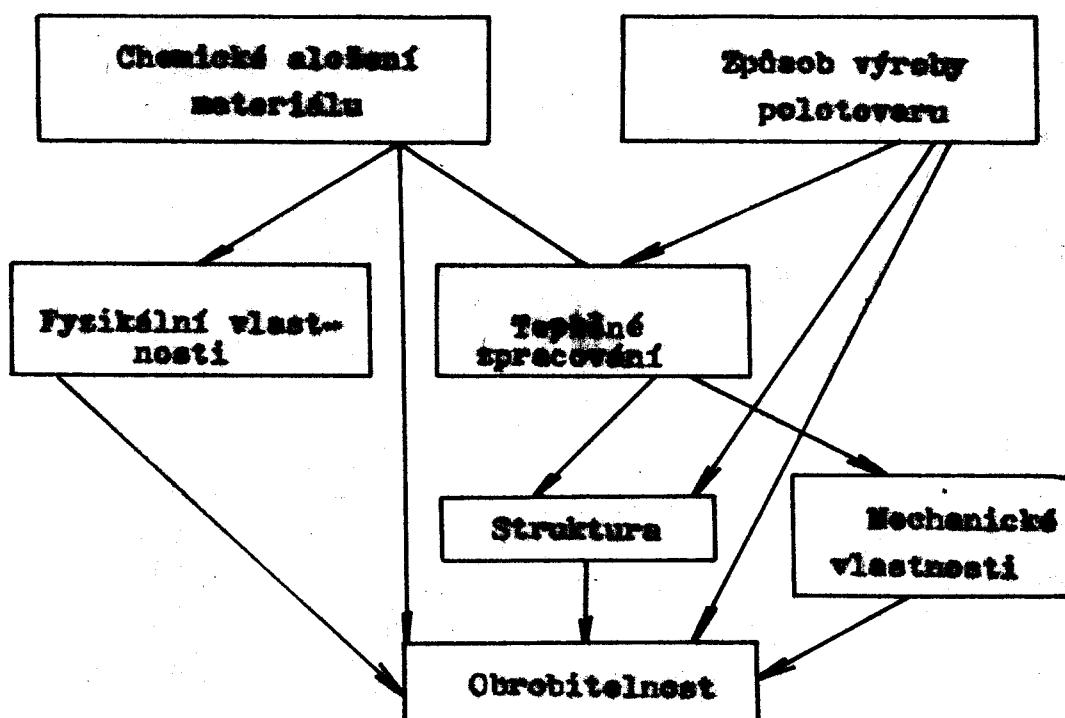
Obrobiteľnosť ako komplexná vlastnosť môže súčasť vo vztahu k fyzikálnim, mechanickym a súčetni i k chemickym vlastnostiam obrobiteľných materiálov. Z uvedených vlastností sú uvedené: súčet hmotnosť, modul pružnosti vo snyku, v tahu, tepelná vodivosť, pevnosť, tvrdosť, halitelnosť, predloužení, soudinitel ferrí, chemické afinita vo vztahu k materiálom mästrej a ďalši. Zároveň s týchto vlastnosťmi sú spojne a jednotvárné neurčujúce obrobiteľnosť, a preto mohou slúžiť predná pre orientaci. Vzájomný vztah činitelov, ktorí ovplyvňujú obrobiteľnosť materiálu je na obr. 1.

2.1.1. Účinok chemických složiek litiny

Obrobiteľnosť litín závisí na jejich chemickém súčinku, spôsobu výroby a jejich strukture. /1/ Na obrobiteľnosť všetkých druhov litín pôsobí z pravky tvořiacich jejich chemické složenie pôvodným mišľom a forma v ktorú je obsaden v litine. Lepo sa označuje najmä litiny s feritovou struktúrou a najmä grafitovou složkou, ktoré pôsobia ako masivo.

Mihlik - väčší mišlik Fe₃C zhoršuje obrobiteľnosť litiny. Veľký mišlik v podobe grafitu podmietajú zlepšovať obrobiteľnosť, avšak zhoršuje mechanické vlastnosti litiny, odlišky sú výrazne a ohrozeny povrchom dramy.

Klamik - v množstve do 2,75 % zlepšuje obrobiteľnosť, proti tomu podporuje grafitizáciu. Pri výške obsahu Si až 3 % sa obrobiteľnosť litiny zhoršuje, pretože sa zvyšuje pevnosť ferritu. Zjistilo sa, že dané povrchu litiny z hlediska jej obrobiteľnosti je výhodnejší nižší obach mišlikom a vyšší obach kľamikom.



Obr. 1 Vzájomný vztah činitelov, ktorí ovplyvňujú obrobiteľnosť materiálu

Krofor - vytvári tvrdý fosfid Fe_3P , ktorý má veľký množstvo dŕinek. Obrobiteľnosť sa zhoršuje, jestliže jeho obsah pre-
vyšuje 0,3 %.

Síra a mangán - pôsobí na obrobiteľnosť litiny približne. Vytvári sa mäkký súpravu manganesu MnS , ktorý je rozptýlen v kove a zlepšuje obrobiteľnosť litiny.

Vliv chemických prvkov

Chrom - zvyšuje tvrdosť litiny a podporuje vznik veľkých karbidov. Zhoršuje obrobiteľnosť, jeho obsah nemá prekročiť 4 %.

Nikl - je grafitizátor a pôsobí proti vzniku bielej litiny. Malý obsah niklu do 2 % zlepšuje obrobiteľnosť. Litiny s vysokým obsahom niklu 16 - 20 % sú těžko obrobiteľné.

Molibden - má podobný účinok ako nikl.

Vanad - má vliv na obrobitevnost analogicky jako chrom.

Molybden - zvyšuje pevnost litiny, při obsahu do 0,5 % má malý vliv na obrobitevnost.

Zirkon a titán - aktivně desoxidují Kov a při obsahu asi 0,15 % zlepšují obrobitevnost. Obrobitevnost litiny výrazně zhoršuje přítomnost tvrdé křídy, bílé povrchové vrstvy, tvrdé fáze a písku.

2.1.2. Vliv mikrostruktury

Tvrdost jednotlivých složek struktury určuje jejich brusnou schopnost a vzdálenou adhezi, a proto je důležitým činitelem z hlediska trvanlivosti nástroje. /1/ Tvorost jednotlivých strukturálních složek je v tabulce 1.

strukturní složka	tvrdost /HV/
volný grafit	15 - 40
volný ferit	215 - 270
perlit	300 - 390
jehlicovitá struktura	400 - 495
steudit	600 - 1 200
volné karbidy	2 000 - 2 300

Mají se obdrážet litiny s feritickou a grafitickou mikrostrukturou. Získáme je žiháním při 850 - 900 °C za čas 1 - 8 hodin. Litiny s takovou strukturou mají sníženou pevnost a odolnost proti opeřebení. Se zvyšováním obsahu perlitu ve struktuře litiny se její obrobitevnost zhorší. Obrobitevnost perlitické litiny se podstatně zlepšuje se zvětšováním čisticího grafitu a shlužby perlitu. Přeměna lamelárního perlitu na martenit /Steroidizace/ zlepšuje obrobitevnost litin. Naopak vytváření martensitu nebo sorbitu ji velmi zhorší. Na obrobitevnost má významný vliv volný cementit a fosforové eutaktikum, tzn. steudit, jak jeho obsah ve struktu-

je převyšuje 5 %. Volný cementit a steudit mají intenzívni
brusný účinek na nástroj. Volné karbidy vznikají při rych-
lém zchladnutí litiny. Jejich vznik podporují některé lega-
jící prvky jako např. chrom a vanad. Už malé množství vol-
ných karbidů velmi zhoršuje relativní obrabiteľnosť. Jehli-
covitá struktura vzniká při litinách legovaných chromem,
niklem a molybdenem při překročení jejich minimálního obsa-
hu. Litiny s jehlicovitou strukturou se vymačují tvrdosti,
pevností a těžkou obrabiteľností.

3. METODY OBROBITELNOSTI

3.1. Přehled zkoušek obrobiteľnosti

Komplexní technologická obrobiteľnosť = empirické vyjádření trvanlivosti, řezných sil, drenosti povrchu, tvarovacích třísky, teploty při obrábění, náklady na obrábění v závislosti na řezných podmínkách.

3.1.1. Metody určení relativní dynamické obrobiteľnosti

Řezné síly závisí od použitých řezných podmínek, a proto hodnoty řezných sil je možno porovnávat při konstantních řezných podmínkách. /1/

Různí autoři doporučují různý postup.

PĚLŠTĚJK doporučuje určit řezné síly při zapichování nože s RQ a $\beta = 15^\circ$ a $\lambda = 8^\circ$ při $t = 5 \text{ mm}$, $s = 0,2 \text{ mm/ot}$ a $v = 10 \text{ m/min}$.

Relativní dynamická obrobiteľnosť zkoušeného materiálu

$$k_d = \frac{F_{ze}}{F_{ze}}$$

kde F_{ze} je řezná síla na etalonovém materiálu při stejnych podmínkách. /Etalonový materiál pro litiny je šedá litina s drobivou třískou ČSN 42 24 25 a tvrdostí 180 - 200 HB. MOŽAJEV doporučuje určit řezné síly při řezných rychlostezech v_T pro zkoušený a etalonový materiál při posuvu $s = 0,13 \text{ mm/ot}$ a hloubce řezu $t = 2 \text{ mm}$. Relativní dynamická obrobiteľnosť zkoušeného materiálu se udává poměrem řezných odporů zkoušeného a etalonového materiálu při řezných rychlostezech se stejnou trvanlivostí řezné hrany T .

$$k_d = \frac{k_{se}}{k_{sfe}}$$

Uvádí i neprávou metodu pro určení dynamické obrobiteľnosti materiálů, a to na základě průměru vtiasku 90° kuličky se spákaného karbidu v zkoušeném a etalonovém materiálu při zatíže-

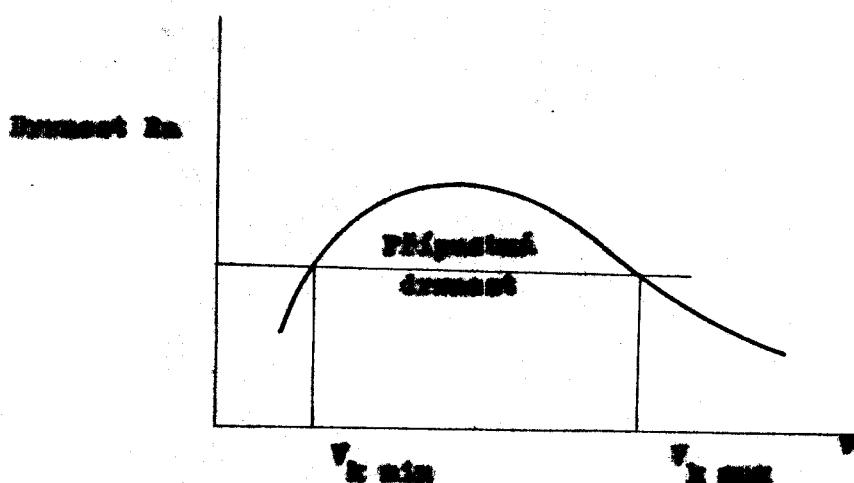
od 10 000 a 15 000 N/relativná dynamická obrobiteľnosť

$$K_d = \left| \frac{d_e}{d} \right|^2$$

kde d_e a d je prímer vtísku kulele v etalonovom a skúšobnom materiale.

3.1.2. Určenie relatívnej mikrogeometrickej obrobiteľnosti

Druenosť povrchu ovplyvňuje plastickú deformáciu kore v procesu ťaženia a její neoprávnene prudké vystúpenie po odstránení třísky.



Obr. 2 Kritické hodnoty ťažených rýchlosťí

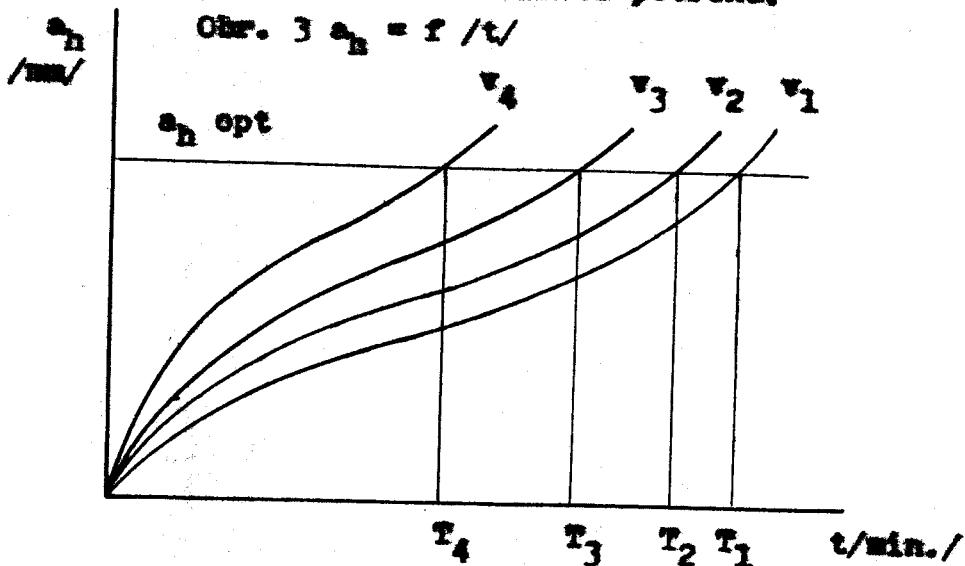
Faktor γ dependuje pri stanovení mikrogeometrickej obrobiteľnosti použiť veľkosť ťaženia pri hĺbke ťaže $t = 0,05$ mm
 $\gamma = 15^\circ$ a $d = 8^\circ$.

Za závislosti druhosti ťaženia na ťaženej rýchlosťi v pásme 5 - 120 m/min. sa určí kritické hodnoty ťažených rýchlosťí v_{min} a v_{max} / obr. 2/, ktoré omezuju oblasť ťažených rýchlosťí s nepřípustnou druhosťou povrchu. Tato metoda je vhodná pre nože s RQ.

Za kriterium relativní mikrobiometrické obrubitelnosti je možné volit podle rozdílu kritických různých rychlostí pro etalonový a zkoušený materiál.

$$k_{\text{rel}} = \frac{v_{\text{k max}} - v_{\text{k min}}}{v_{\text{k max}} + v_{\text{k min}}}$$

Tím větší je hodnota k_{rel} , tím užší je pásmo kritických rychlostí a nepřípustně vysokou drámostí povrchu.



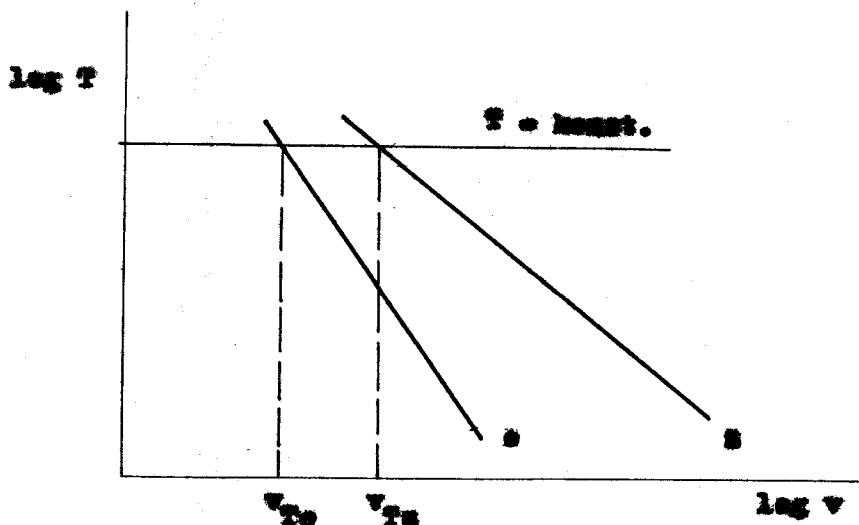
3.1.3. Určení relativní kinetické obrubitelnosti

Pro určení relativní kinetické obrubitelnosti se nejčastěji provádí dlouhodobá zkouška obrubitelnosti podélým soustružením.

- 1/ Určí se časový průběh opotřebení obr. 3, např. $a_h = f/t$ pro několik konstantních různých rychlostí ležících v rozsahu např. $\frac{v_{\text{max}}}{v_{\text{min}}} = 2 - 2,5$ hledejte řezu a posuv zároveň nekonstantní.
- 2/ Pro přípustnou míru opotřebení např. a_h opt z charakteristických krivek určíme hodnoty trvanlivosti příslušném jednotlivým různým rychlostem.

3/ Hodnoty trvanlivosti příslušející jednotlivým řezům rychlostem vyneseme do logaritmických souřadnic $T - v$ /obr. 4/.

4/ Tako získanými body proložíme přímku a vyhodnotíme příslušné konstanty a_v , a_T a exponent n .



Obr. 4.T - v diagram

Zkoušku provedeme pro etalonový a zkoušený materiál, závislosti vyneseme do grafu a určíme relativní kinetickou obrubitelnost k_v jako poměr požadované trvanlivosti řezné hrany pro etalonový a zkoušený materiál.

$$k_v = \frac{v_{T_1}}{v_{T_0}}$$

$k_v > 1$ zkoušený materiál je obrubitelnější než etalonový

$k_v < 1$ zkoušený materiál je hůře obrubitelnější než etalonový

Pro zvýšení přesnosti zjištěných závislostí je nutné celý postup provést několikrát, aby se alespoň částečně vyskoušel vliv nepředvídaných náhodných jevů, způsobujících rozptyl naměřených hodnot trvanlivosti.

3.1.4. Krátkodobá zkoušky obrobiteľnosti

Jedou metody, ktoré dávají výsledné hodnotenie stupňu obrobiteľnosti podľa na krátkou dobu a pri malej spotrebě skúšeného materiálu. Provádzají sa na podmienke, ktoré neodpovedají běžným podmienkám pri obrábení. Účelom je stanovenie relativnej obrobiteľnosti skúšeného materiálu vzhľadom k srovnávámu etalonovému materiálu v běžných podmienkach. Zlepšením trvanlivostních skúšek sa dosahuje např. použitím zosolených řezových podmíinek alebo snížením kriteria stupňu atd.

Mikroskouška VÖSO

Metodika této zkoušky vychádza z časového průběhu křivky opotřebení. Volí se kriterion opotřebení na hřbetě $v_{hk} = 0,1 \text{ mm}$. Této zkoušky, vypracované u VÖSO Praha se používá pro určování řezivosti aliumíniových karbidů. Jako řezné nástroje se používá dvojiceku s co nejlepším ostřím, protože v tom případě je etádum počátečního zrychleného otupení $0,02 - 0,03 \text{ mm}$.

Krátkodobá zkouška podle Rappeswassera

Poďle /2/ je metodika této zkoušky odvozena z dlouhodobých zkúšek trvanlivosti a tím rozdielom, že časový průběh opotřebení $a_h = f/t$ až do hodnoty připustné míry opotřebení např. $/a_{h \text{ opt}}/$ se zjištuje pouze pro jednu až dvě řezné rychlosťi. Pro ostatní řezné rychlosťi stačí, aby se měření provádzelo pouze do doby, kdy charakteristická křivka dosáhne normální míry opotřebení.

Z experimentálně získaných údajů se určí závislosti:

$$1. \quad v = c_1 \cdot \left| \frac{a_h}{t} \right|^{\omega} \quad 2. \quad t = \frac{c_2}{a_{h \text{ opt}}^{\omega}}$$

kde $\frac{a_h}{t}$ je intenzita normálního opotřebení, t = doba řezání. Pro $a_h = a_{h \text{ opt}}$ platí: $t = T$, potom po dosazení do 2. dostavíme

$$T = \frac{c_2}{a_{h \text{ opt}}^{\omega}} \quad \text{z toho plyne } c_2 = a_{h \text{ opt}}$$

$$v = c_1 \cdot \left| \frac{c_1}{t} \right|^{\omega} = c_1 \cdot \left| \frac{c_2}{T} \right|^{\omega}$$

$$T = c_2 \cdot \left| \frac{c_1}{v} \right|^{\frac{1}{\omega}}$$

platí, že: $T = \frac{1}{\omega}$

$$\frac{c_T}{v} = c_2 \cdot \left| \frac{c_1}{v} \right|^{\frac{1}{\omega}}$$

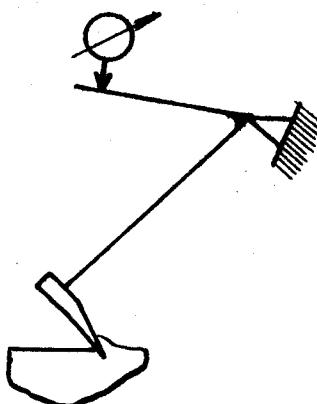
$$c_T = c_2 \cdot c_1 \cdot \frac{1}{\omega}$$

$$n = \frac{1}{\omega}$$

3.1.5. Naučné metody určování obrobiteľnosti

Sem patří technologické zkoušky prováděné na speciálních přístrojích a vypočtové metody určení trvanlivosti rezné hrany ne základu teploty řezání, součinitelu stlačení třísky apod.

Zkoušení kladivo /obr. 5/ navrhl LEYNSETTER. Mírou obrobiteľnosti je hložka, do které se kladivo zaseknut ve zkoušeném materiálu.



Obr. 5. Schéma LEYNSETTEROVÁ kladiva

3.2. Metodika dlouhodobé zkoušky obrobiteľnosti pro určení vlivu tvrdosti na obrobiteľnosť temperované perlitické litiny - ČSN 42 25 47

3.2.1. Pořadínsky dlouhodobé zkoušky obrobiteľnosti

Zkoušky obrobiteľnosti jsou prováděny na odlitech vyrobených v hutích AZNP Mladá Boleslav. Ze skupiny součástí

z temperované litiny je vytráma hlava kola s brzdovým bubnem. /viz příloha D/

Podniková norma předepisuje pro temperovanou perliticku litinu tvrdost /160 - 210/ HB a následující chemické složení: C - /2,50 - 2,70/ %

Si - /1,25 - 1,40/ %

Obec ostatních prvků se nepředepisuje.

Mechanické vlastnosti

Průměr oddělené lité zkoušební tyče 12 mm

Nejmenší pevnost v tahu 461 N/mm²

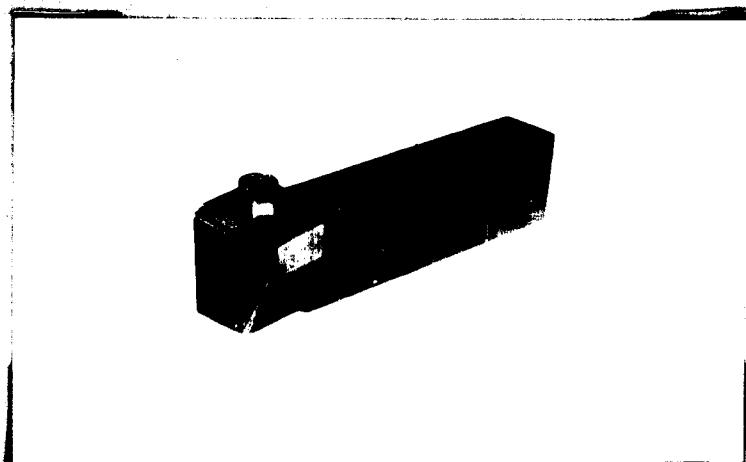
Nejmenší max průtažnosti Kt 0,2 275 N/mm²

Nejmenší tažnost 6 %

Na obrobcích byla odstraněna před vlastní zkouškou lice kůra hrubováním.

Obráběcí stroj - mědiraký soustruh se stupňovitou změnou otáček, typ KK - 800 - 01, rok výroby 1974, v dobrém technickém stavu. Maximální příkon 19,7 kW. Pro upnutí obrabku bylo použito běžného upínacího zařízení.

Držák řezníků destiček - pro upínání trojúhelníkových řezních destiček se použije nožový držák /viz. obr. 6/ číslo 1-40-GMR-3. Tento držák se používá při obrábění brzdových huben na osmiúhelném polceautomatu při hrubování ve výrobě. Právuz držáku - 20 x 30 mm. PMI zkoušce činí vylomení nade 45 mm.



Obr. 6. Držák řezníků destiček

Rezné destičky - pro zkoušky je použito negativních řezných destiček používaných ve výrobě typu A 16 U 40B - U 1, výrobce Přemst. Šumperk.

Geometrie řezné části nástroje

Při zkouškách je použito nástroje s tímto geometrií:

$$\beta_0 = -8^\circ$$

$$\alpha_0 = 8^\circ$$

$$\lambda_s = 7^\circ$$

$$\chi_r = 92^\circ$$

$$\varepsilon_r = 60^\circ$$

Nástroj musí být na stroji upnut tak, aby výška špičky nástroje souhodila na osu obrubku.

Rezné podmínky

Při zkoušce je proměnnou veličinou řezná rychlosť a ostatní rezné podmínky jsou konstantní, obrábějí se za sucha.

Kleubka řezu veleme $t = 1,5 \text{ mm}$, posuv $s = 0,355 \text{ mm/ot}$.

Pro sestavení T - v diagramu je potřeba provést měření závislosti opotřebení na hmotě alespoň při čtyřech řezných rychlostech.

Otačky zvolené pro zkoušku obrobitelnosti:

$$n_1 = 140 \text{ l/min}$$

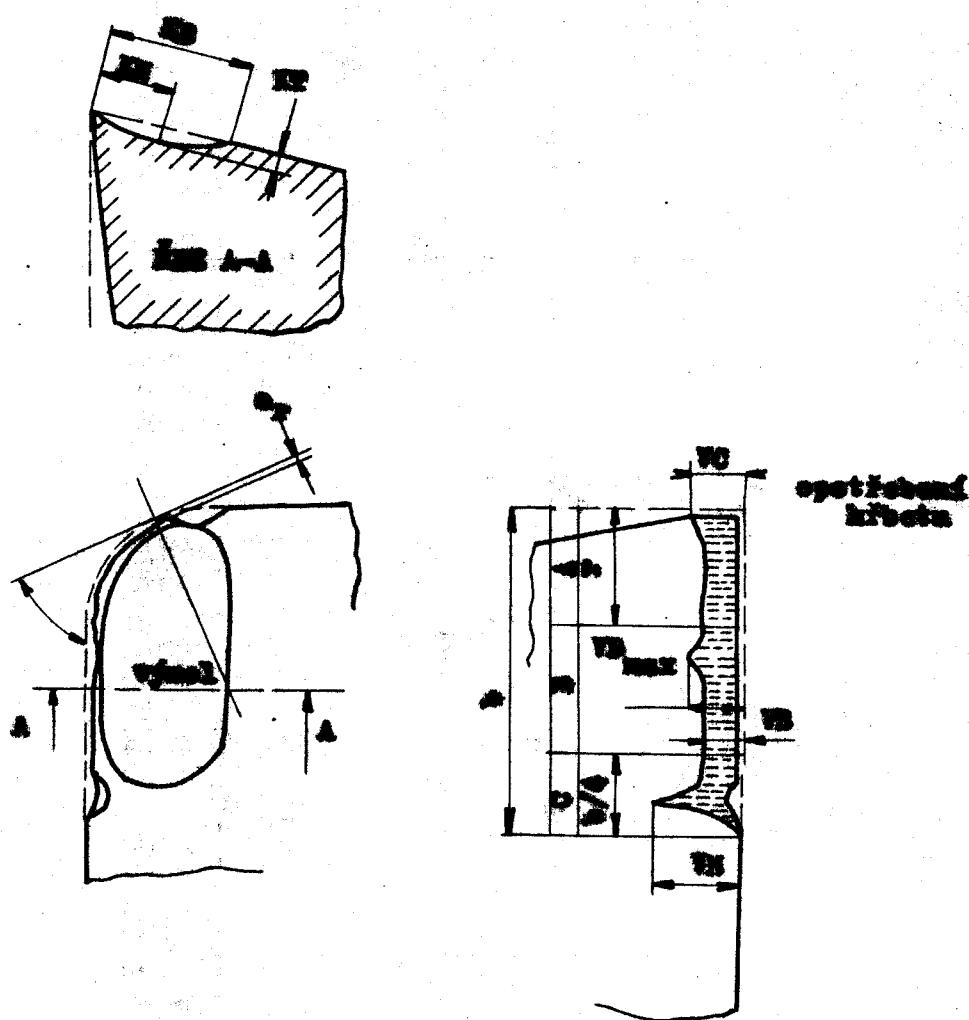
$$n_2 = 180 \text{ l/min}$$

$$n_3 = 224 \text{ l/min}$$

$$n_4 = 355 \text{ l/min}$$

Soustruhový průměr odlištka se pohybuje od 0,226 m do 0,241 m. Na základě zálohy δD se mění řezná rychlosť v následujících měsících dle tab. 2.

Označení	Rozsah řezné rychlosti m/min	Průměrná hodnota v m/min
v_1	99,4 - 106	103
v_2	127,8 - 136,3	132
v_3	159 - 169,6	164
v_4	232 - 263,8	260



Obr. 7. Opatřebení měistroje

Pro další výpočty je uvažován aritmetický průměr zanímených a vypočtených hodnot. Délka ohodnocení $L = 50 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.
Jako kritérium ochrabitelnosti je voleno opatřebení na hrbo-
tě měistroje W_0 .

Měření opatřebení na hřebti měistroje W_0

Pro účely měření je opatřebení na hřebtu rozděleno do obla-
sti A, B, C. /viz. obr. 7/

Oblast A - zanímená část hrbitu u špičky

B - přímá část hrbitu, ve které se provádí měření

C - čtvrtina oblasti opatřebení nejdale od špičky

Cestice materiálu srobnku, které ulpívají na hřebetě a čele

nástroje mohou měření zkreslovat. Jejich odstranění je přípustné až při posledním měření, vzhledem k možnosti poškození hřbetu. Velikost opotřebení na hřbetě se měří v oblasti B, od původního ostří odvozeného od nepoškozené části hřbetu. Ve většině případů je opotřebení rovnosírové a měří se jeho střední hodnota VB. Je-li v oblasti B výrazné maximum, měří se hodnota VB_{max} zvláště a do hodnoty VB se nezahrnuje. Oblasti A a C se z měření opotřebení vylučují. Měření se provádí na dílenkém mikroskopu při zvětšení 20 - 50 krát.

Trvanlivost v závislosti na řezné rychlosti

Při konstantní řezné rychlosti se provede měření opotřebení VB ve zvolených intervalech tak, aby závislost opotřebení na hřbetě byla tvořena minimálně 5 body. /3/ Měření se opakuje při ostatních zvolených řezných rychlostech. Uvedené hodnoty se saznamenávají do diagramu opotřebení - čas. /obr. 3/. Měření se opakuje tak dlouho, až opotřebení překročí hodnotu kriteria. Kriterion opotřebení na hřbetě nástroje VB_x = 0,3 mm.

V šádém případě nelze krivku extrapolovat.

Body V₁T₁, V₂T₂ atd. získané pro zvolené kriterium z obr. 3 se vynesou do diagramu T - V ve dvojitě logaritmické síti se stejným modulem na obou osách /obr. 8/. Tuto závislost je možné v určitém intervalu řezných rychlostí považovat za lineární a lze ji vyjádřit rovnicí.

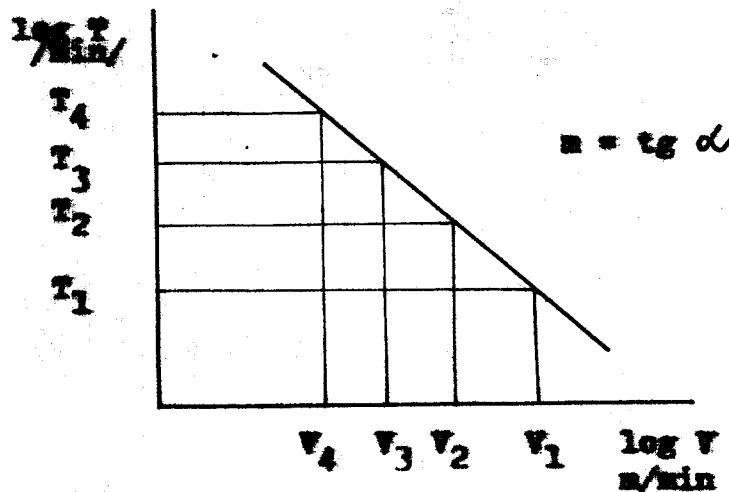
$$V \cdot T^{\frac{1}{n}} = c$$

kde V - řezná rychlosť /m/min/

T - trvanlivost /min/

n = tg - exponent udávající citlivost řezného materiálu na řeznou rychlosť

c - konstanta /její velikost je rovna řezné rychlosti při trvanlivosti T = 1 min.



Obr. 8. Závislost $T - V$

3.2.2. Vyhodnocení výsledků dle ohodnocení skupiny

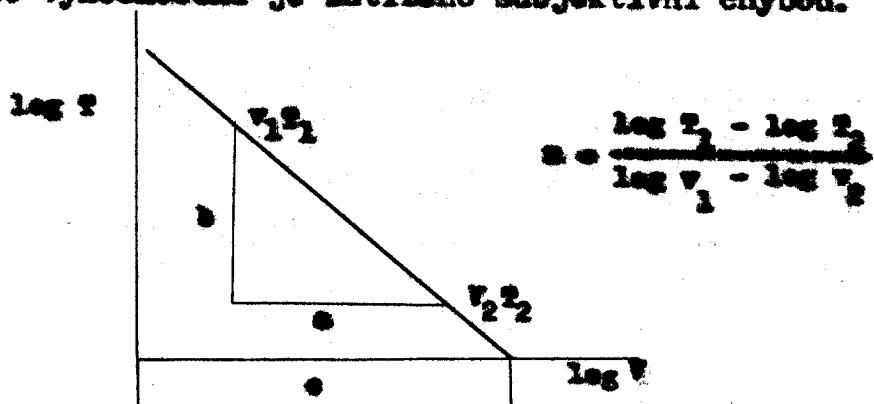
A/ Přibližné vyhodnocení

Všechny získané body $T_i - v_i$ se vynesou do diagramu s dvojitou log. sítí. /3/ Neuváluji se body s řezejší chybou /vyštípnutí hrátku, nehomogenita obrubky/. Tyto body se proloží přibližně přímka. Je nutné však na vědomí, že body v horní části diagramu mají vlivem log. sítě větší váhu než body ve spodní části.

Exponent m se určí průměrem z diagramu obr. 9 nebo vypočtem se dvou bodů ležících na proložené přímce. Konstanta c se určí buď průměrem z diagramu nebo vypočtem:

$$c = v_1 \cdot T_1^{\frac{1}{m}}$$

Toto vyhodnocení je zatíženo subjektivní chybou.



Obr. 9. Určení exponenci m

B/ Proložení súvislosti T - v metódu nejsmenších čtvercov

Metódou nejsmenších čtvercov sa preloží namērenými body kŕivky, pre ktorou platí, že súčet čtvercov vzdialenosťí týchto bodov od ni vo smere osy y je minimálny. Pôdopokladame-li, že platí Taylorov vzťah vo tvaru

$$Y = \frac{1}{n} T^m + c$$

poz zlogaritmovaním dostaneme $Y = m \cdot \log T + n \cdot x$

kde $Y = \log T$, $x = \log V$

Potom platí:

$$m = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i + \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2}$$

kde n je počet môrení

konstanta c sa určí zo vzťahu

$$\log c = \bar{Y} + \bar{x}$$

$$\text{kde } \bar{Y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n Y_i$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

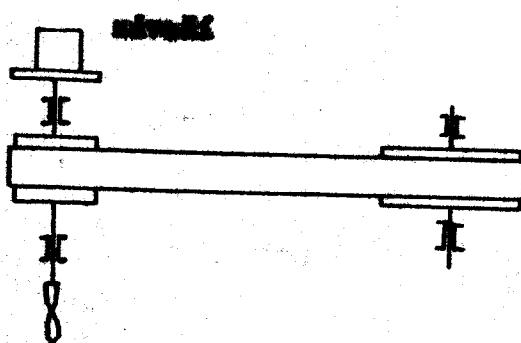
Pokiaľ sa provádzí výpočet bez použitia výpočetnej techniky, lze s výhodou použiť tabuľku č. 3.

Číslo môrení	V_i	T_i	$\log V_i$	$\log T_i$	$X_i Y_i$	X_i^2
-----------------	-------	-------	------------	------------	-----------	---------

$$\text{Obrobiteľnosť } v_{15} = \log v_{15} = \log c - \frac{\log T}{n}$$

3.3. Stanovení obrobiteľnosti litiny vŕtaním

Stanovení obrobiteľnosti litiny vŕtaním /1/ sa řadí k napäťovým metódam zjištenej obrobiteľnosti. Pri skúšobe obrobiteľnosti vŕtaním pri stálom tlaku je vŕtak zatížený stálou silou vyvolanou závažím ohr. 10. Opatrením roste silecká sily F_c . Pri určení opatrením vŕtak prieskame vnikat do materiálu. Môrou obrobiteľnosti je hĺbka vyvrtaného materiálu. Pri praktických skúšobach sa ľape stanovi čas, pri ktorom se vŕtak zavŕta o stanovenou dĺžku, alebo pri určení času vŕtaní sa stanovi dĺžka zavŕtaní vŕtaku. Môrou obrobiteľnosti je pak veľkosť stredného posuvu vŕtaku. Pri této skúšobe stanovime pevnosť, ktorá z materiálu je obrobiteľnejšia.



Obr. 10. Schéma zřízení obrubitelnosti vrtáním

Pro přibližné zařazení litiny do třídy obrubitelnosti je nutné provést zkoušku na vrtání také pro etalonový materiál při stejných fyzických podmínkách.

Index obrubitelnosti je pak daný vztahem:

$$i_o = \frac{t_{\text{Z}}}{t_{\text{M}}} = \frac{t_{\text{Z}}}{t_{\text{M}}}$$

t_{Z} - čas na vrtání do etalonového materiálu

t_{M} - čas na vrtání do zkoušeného materiálu

Zařazování do skupin obrubitelnosti se během vrtání neprovádí, ale pro přibližné zařazení této metoda poslouží.

3.4. Účení sily při konstrukci

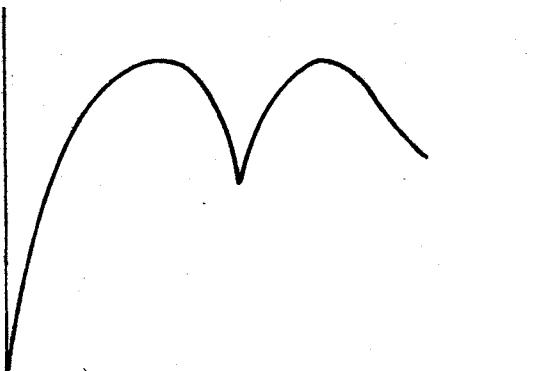
Theoretické poznatky o fyzických silách umožníjí upřesnit teorii o fyzickém procesu. /2/ V praxi jsou poznatky o fyzických silách důležité při konstrukčním měřenjů, při velké fyzické pohybu, při výpočtu a konstrukci obrubitelných strojů. Současná zkoumání fyzických sil v teorii obrubení nově se opírají nejen o matematiku, která se ukládá s dynamikou různého principu a různé konstrukce, novou silou je dynamický jav, což znamená, že v konstrukci pravidla méní konstrukce. Závislost mezi fyzické sily F_s na druhu mola je určena NICKOLSONEM při tvoření elementální tlásky obr. 11.

Jak je vidět z obr. 11, řezná síla na začátku řezání roste až po určité maximum. Toto maximum je charakteristické pro moment oddělení elementu třísky od základního materiálu. Potom síla poklesne, ale ne na nulovou hodnotu, protože před skončením posunutí elementu se začne deformace dalšího elementu.

Řeznou sílu můžeme chápat ve smyslu:

- a/ statickém - přitom jde o určení střední hodnoty mezi nejmenší a největší hodnotou klasifikaci řezné síly
- b/ dynamickém - jde o výrazný obraz velikosti řezné síly
V současnosti se nejčastěji operuje s řeznou silou jako se statickým pojmem.

Řezná síla
 F_R / N



Délka nože / mm /

Obr. 11. Zákon řezné síly na dráze nože

Běžnými měřicími metodami je velmi těžké zachytit přesný průběh řezné síly.

Při soustruhání působí na něj výsledná řezná síla F , která se rozkládá na tři složky obr. 12.

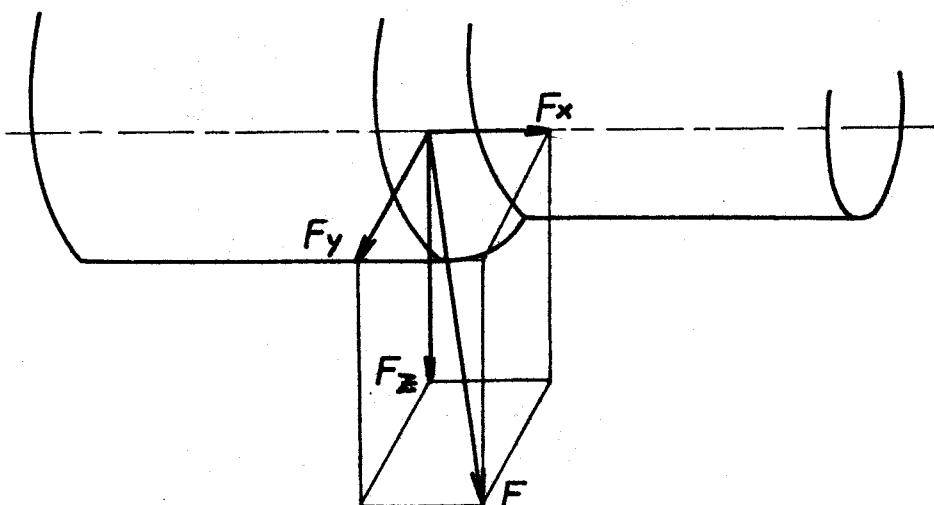
- a/ na složku F_x , která leží ve směru řezné rychlosti. Tato složka se nazývá tangenciální řezná síla, nebo hlavní řezná síla. Poznámky o jejich hodnotách jsou potřebné pro výpočet hlavního pohybu, pevnosti nástroje, součástek mechanismu hlavního pohybu obráběcího stroje.

b/ na složku P_y , ktorá má radiálnu smer. Radiálne fyzné sily sa ovplyvňuje príkrybou súčasťok, tuhost obrábcího stroja a nástroja.

c/ na složku P_z , ktorá má smer osy otáčajúcej sa súčasťky - axiálne fyzné sily. Její velikosť je potrebná pre výpočet súčasťok posuvového mechanizmu.

Mezi výslednou fyznou silou a jejimi složkami platí vzťah:

$$P = P_x^2 + P_y^2 + P_z^2$$



Obr. 12. Rozklad síl pri sestružení

Na velikosť fyzných síl mají vliv nasledujúci faktory:

- fyzné prostredie
- fyzné podmínky
- materiál nástroja, stav bŕitu
- geometria nástroja
- materiál obrabka

Složky fyzných síl pri obrábení závisí na fyzikálnich vlastnostiach materiálu, ako je tvrdosť, pevnosť, houkavosť atd. Čím sú tieto parametre vyššie, tím obecne rastú i složky fyzných síl.

Existuje niekoľko spôsobov pri určovaní fyzných síl:

- a/ určovanie fyzných síl na základe analytických vzorod
/z geometrije nože a rozmeru trásky/

b/ určování fyzických sil pomocí měrného rozehnáho odporu
c/ určování fyzických sil z empirických vzorců

d/ měření fyzických sil při obrábění

Jelikož velikost jednotlivých složek fyzické sily je ovlivňována fyzickými podmínkami, jsou výsledky sítkané vypočtem se vzorců pouze přibližné a v praxi je nutno je porovnávat s experimentálně zjištěnými výsledky. Fyzickou силu a její složky můžeme při obrábění měřit dvojím způsobem:

- nepřímé měření sil
- přímé měření sil dynamometrem

Měření měření sil.

Pro běžné měření v praxi obvykle vystačíme s něčem přesnými metodami určení střední hodnoty fyzické sily. Změříme výkon motoru stroje nebo M_k na vřeteni a z těchto hodnot vypočítáme tangenciální složku fyzické sily F_x .

Přímé měření fyzických sil.

Nepřesnost metod nepřímého měření fyzických sil vede k užívání přesnějších metod přímého měření fyzické sily a jejich složek pomocí dynamometru. Metoda záleží v měření pružiných deformací některého vhodného elementu dynamometru, které vznikají při zatížení fyzickou silou, respektive její složkou. S deformací téhoto elementu se po zesílení usuzuje na velikost i směr jednotlivých složek fyzické sily. Měření deformace zatěžovaného elementu dynamometru může být na principu mechanickém, elektrickém, hydraulickém, pneumatickém, kapacitním, indukčním, magnetickém aj. Podle počtu fyzických sil, které současně měříme, dělme dynamometry na jednosložkové, dvousložkové nebo třísloužkové.

Požadavky na dynamometry

- dostatečná tuhost
- malá setrvádnost
- přesnost
- citlivost
- stabilita cojechování

- dostatečný mříží rozsah
- minimální ovlivňování sítěk navádzajících
- minimální rozdíly a hmotnost
- spolehlivost
- stabilita výsledku

3.4.1. Popis tříosého dynamometru pro sestražení s odporovými tenzometry

Pro měření závislosti řezných sil na tvrdosti odlišek se použije tříoskový dynamometr obsazený drátkovými odporovými tenzometry.

Parametry dynamometru

1/ Maximální dovolené zatížení:

$$\begin{aligned} \text{sítěk } P_z & \dots \dots \dots 10 \text{ kN} \\ P_x & \dots \dots \dots 6 \text{ kN} \\ P_y & \dots \dots \dots 5 \text{ kN} \end{aligned}$$

2/ Citlivost 4 %/o

3/ Výška špičky od nákladny 109 mm

4/ Vlastní frekvence ve směru P_z 2,8 kHz

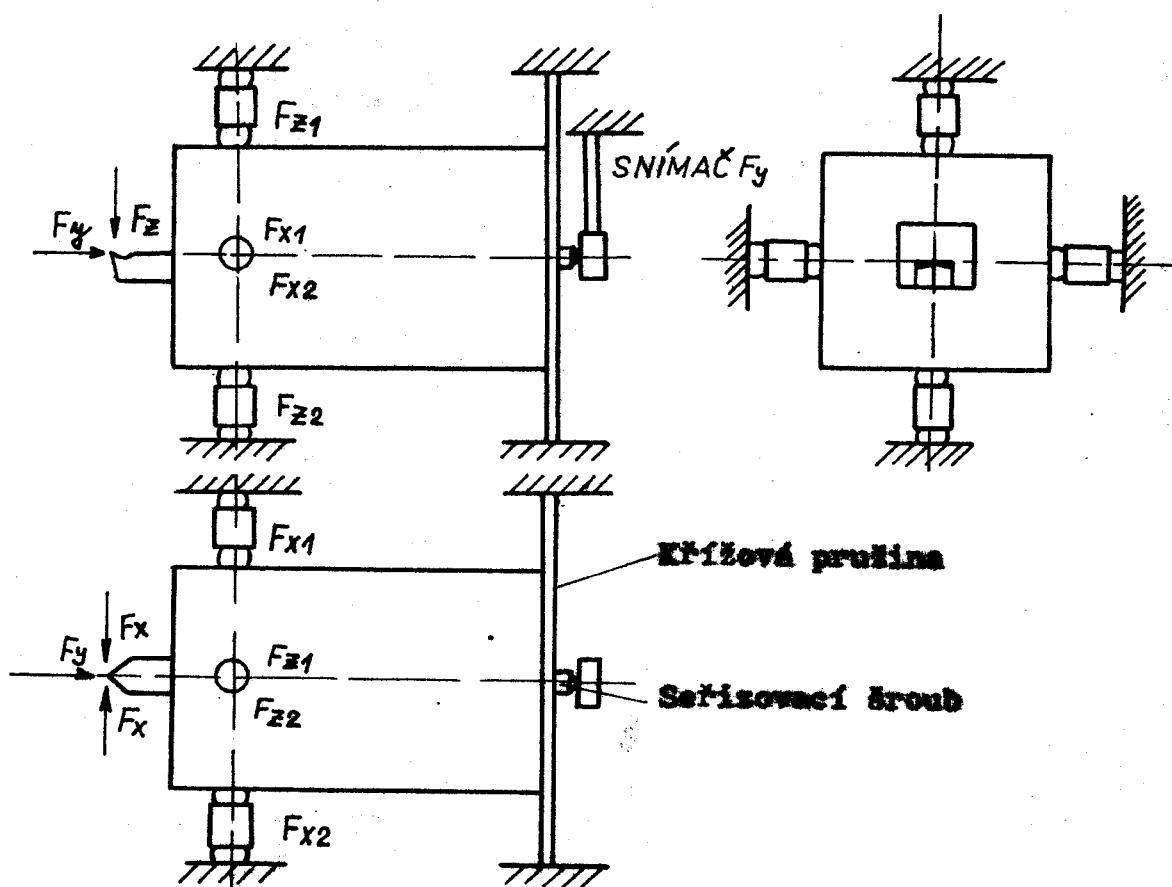
$$P_x \dots \dots \dots 2,8 \text{ kHz}$$

$$P_y \dots \dots \dots 1,9 \text{ kHz}$$

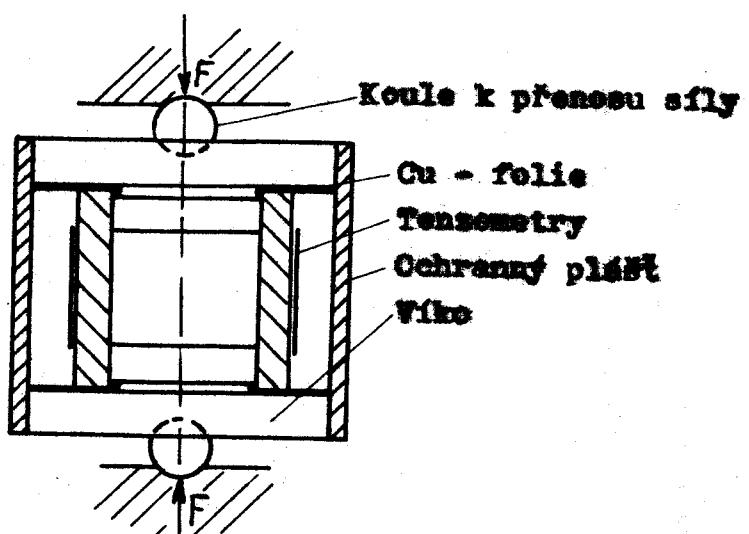
Čelní strana dynamometru je bezpečně vodotěsná. Vzájemné ovlivňování sítěk řezných sil na všech rozezích je maximálně 0,5 %. Dynamometr není určen k měření při sestražení přerušovaným řezem. Princip dynamometru je na obr. 13.

Snímače sítěk P_x a P_y jsou trubičkové namíhané na stlačení. Snímač pro P_z je vložený neanfik chybáním osamělou sítěvou vlnou konci. Všechny snímače jsou předepojaty seřizovacími šrouby a opticky do tělesa dynamometru.

Folia z mědi tloušťky 0,2 mm zaručuje stejné obtížení celého čela deformačního členu. Obr. 14. Výhoduje se maximální možná soustřednost povrchu vnějšího a vnitřního a kolmost čel. Tenzometry jsou malopamy tmalem T M3 - Mikrotechne a proti velikosti prostředí jsou chráněny syntetickým emalem.



Obr. 13. Princip dynamometru

Obr. 14. Konstrukce měřicích článků F_x a F_z

Na základě délky deformačního člena reagují tenzometry změnou svého elektrického odporu. Tyto změny jsou řádově 10^{-6} ohmů. Lze ji měřit jen Wheatstonesovým mostem s několikastupňovým zesilovačem. Jako měřící aparatura se používá Wheatstonesový most se zesilovačem typ TDA 3.

3.4.2. Cejchování dynamometru

Nezbytnou součástí dynamometru je cejchovací zařízení. Sestává se z připínatelné cejchovací klece, mající pro každou složku řezné výkly držák, jímž přes třmenový siloměr vyvazujeme definovanou sílu, působící na hranol umístěný v držáku nože. Šroubem vyvazujeme na siloměr definovanou sílu a na milivoltmetru čteme výchylku. Konstanta siloměru je známa, takže výchylka odpovídá síle. Cejchování provedeme v několika bodech zádaného rozsahu, sestrojíme cejchovací křivku a pokud je přímkou, je cejchování správné. Při posílení různých nožů bývá různé vyložení jejich špičky. Je jiné než vyložení cejchovacího hranolu obr. 15.

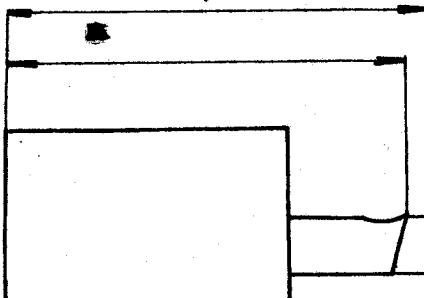
Je nutno přepočítat pro P_x a P_{x_0} cejchovací hodnoty v poměru vyložení nože a hranolu

$$P_n = P_h \cdot \frac{h}{n} \quad \text{kde: } P_h = \text{satěšovací síla na hranol} \\ P_h = \text{minutní síla na noži} \\ h = 207 \text{ mm} \\ n = \text{dle určitého nože}$$

3.4.3. Metodika měření složek řezné síly

- 1/ Montáž a ustavení dynamometru na místo nožového stupně.
- 2/ Zapojení aparatury TDA - 3 a využití jednotlivých kanálů.
- 3/ Cejchování jednotlivých složek. Třmenový siloměr vložíme pod přisluný šroub a jeho utahováním vyvazujeme sílu. Na číselníkovém drehylkoměru kontrolujeme utahování např. po 0,1 mm, přitom čteme výchylku v milivoltech na milivoltmetru. Obě hodnoty zapisujeme do tabulky. Cejchování provedeme vícekrát a vezmeme aritmetický průměr.

$h = 207 \text{ mm}$



Obr. 15. Výložení nože a hranačky

- 4/ Demontáž cejchovacího zařízení a upnutí zkoušeného materiálu na soustruh.
- 5/ Upnutí nože do dynamometru.
- 6/ Obrábění dle předem stanoveného programu a zapisování hodnot v millivoltech do tabulek.
- 7/ Převedení hodnot v mV na N jednotlivých sloupek řezné sily.
- 8/ Sestrojení závislosti vlivu tvrdosti na výšku řezných sil.

3.5. Řezné sily při vrtání

Při vrtání jsou řezné sily rozložené na hránách vrtáku. Výaledné řezné sily si představujeme /1/ z koncentrované v bodě A obr. 16 na řezných hránach šroubovitého vrtáku a rozkládáme je do souřadnic X, Y, Z.

Když má vrták symetrické příčné ostří, radiační sily F_y a F_y' se rovnají a nevzájem se ruší.

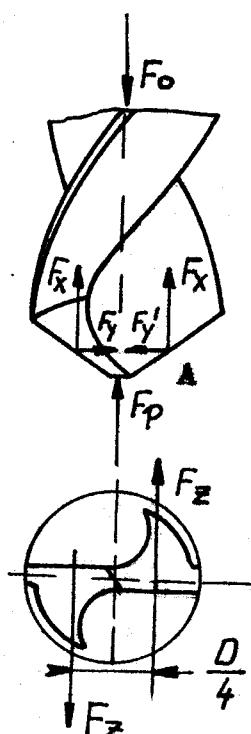
Řezné síly F_z působí přibližně na rameni $D/4$ vytvázejí kružnicí moment M_k , který se přenáší na vřetenou stroje. Řezné sily F_x a F_p se skládají a tvoří osovou sílu F_o , kterou překonává posuvový mechanismus.

$$\text{Kružnicí moment } M_k = 2 F_z \cdot \frac{D}{4} / \text{Nm} /$$

$$\text{Osová síla } F_o = F_x + F_p$$

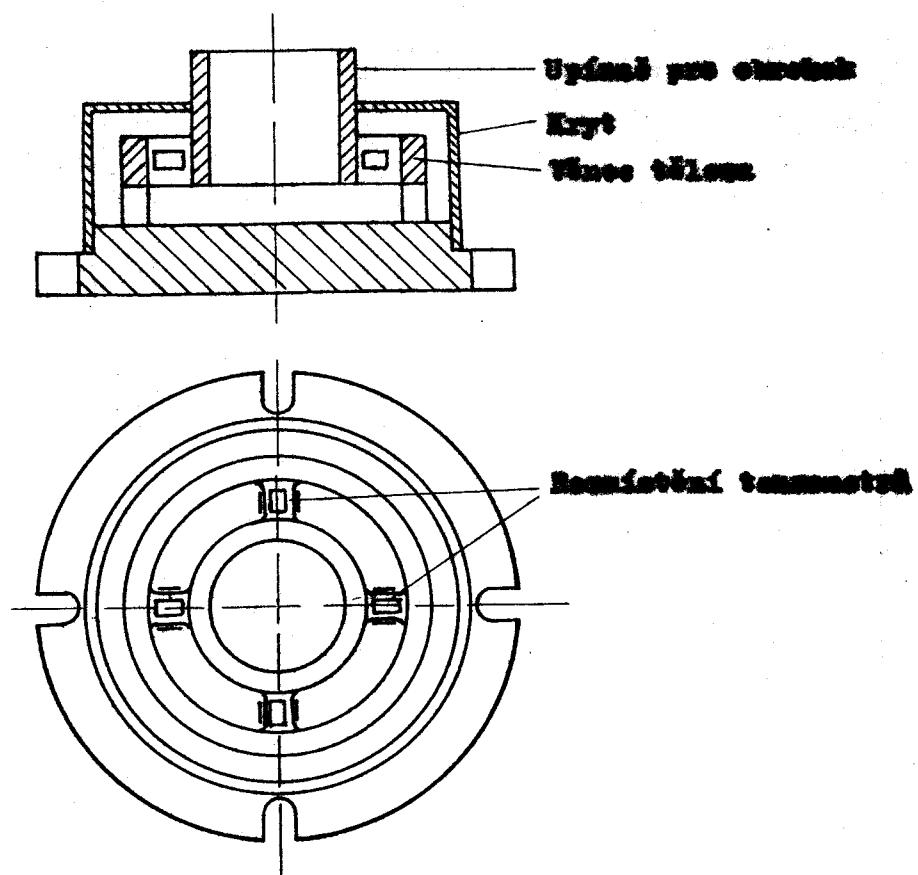
3.5.1. Měření rotačních sil při vrtání

Kreutici moment a osovou sílu měříme při vrtání dynamometrem s tenzometrickými snímači obr. 17.



Obr. 16. Rotační síly při vrtání

Těleso dynamometru tvoří věnec spojený se střední částí čtyřmi rameny. Věnec tělesa má v místech, kde jsou ramena na spodní straně výstupky, kterými dosedá na upínací desku a je k ní přičroubován. Střední část tělesa tvoří upínadlo pro obrobek a nese kryt proti vnikání nečistot a chladící kapaliny do dynamometru. Na ramenach tělesa jsou nalepeny odporové tenzometry podle obr. 17. Mechanické deformace ramen se převádějí na změny odporu prostřednictvím nalepených tenzometrických snímačů a tyto změny se pak měří citlivými měřítky tenzometrické aparatury TDA - 3.



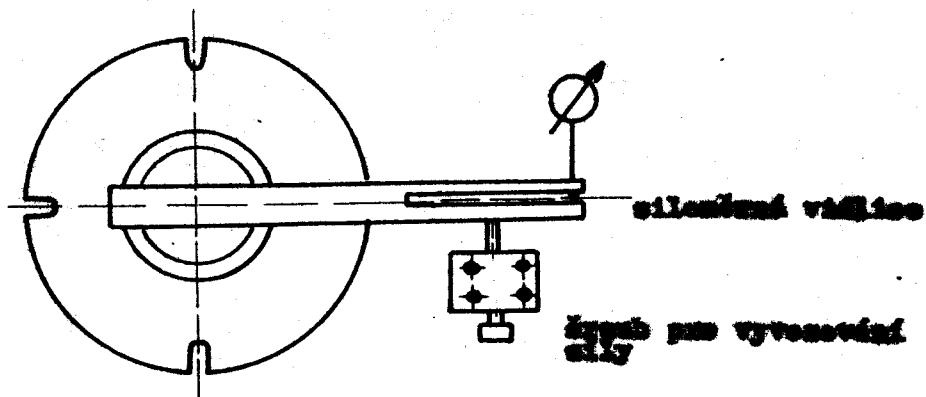
Obr. 17. Princip dynamometru pro vrtání

Cejchování dynamometru

Při cejchování působíme na dynamometr zadající M_k a osou silou, abyehom si mohli zjistit závislost výhylek milivoltmetru na M_k nebo na osové síle.

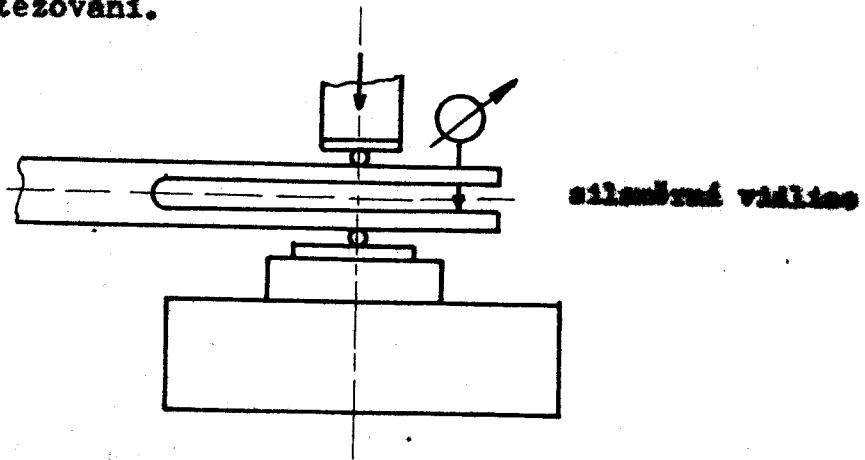
Cejchování na M_k je na obr. 18.

Dynamometr se upevní na upínací desku radiální vrtačky. Do držáku dynamometru se upevní cejchovací siloměrná vidlice, na kterou budeme působit přes kulový detek sírou vyvorenou šroubem, který je veden v matici svírátkového stožáru, upevněného na upínací desce vedle dynamometru. Velikost M_k nastavíme podle číselníkového drehylkoměru upevněného do siloměrné vidlice. Velikost M_k odpovídající určité výhylee výchylkoměru zjistujeme z cejchovní křivky siloměrné vidlice.



Obr. 18. Cejchování dynamometru na M_r

Princip cejchování dynamometru na osovou sílu je na obr. 19. Do držáku dynamometru upevníme vložku, na kterou budeme působit vřetenem radiální vrtačky přes siloměrnou vidlici ve směru osové síly. Zatěžování provedeme tím způsobem, že na jedeme vřetenem vrtačky, ve kterém je opěrná vložka na siloměrný třmen, položený na dynamometru. Zapojíme automatický posuv /motor vrtačky je vypnut/ a ručním kolečkem provádime zatěžování.

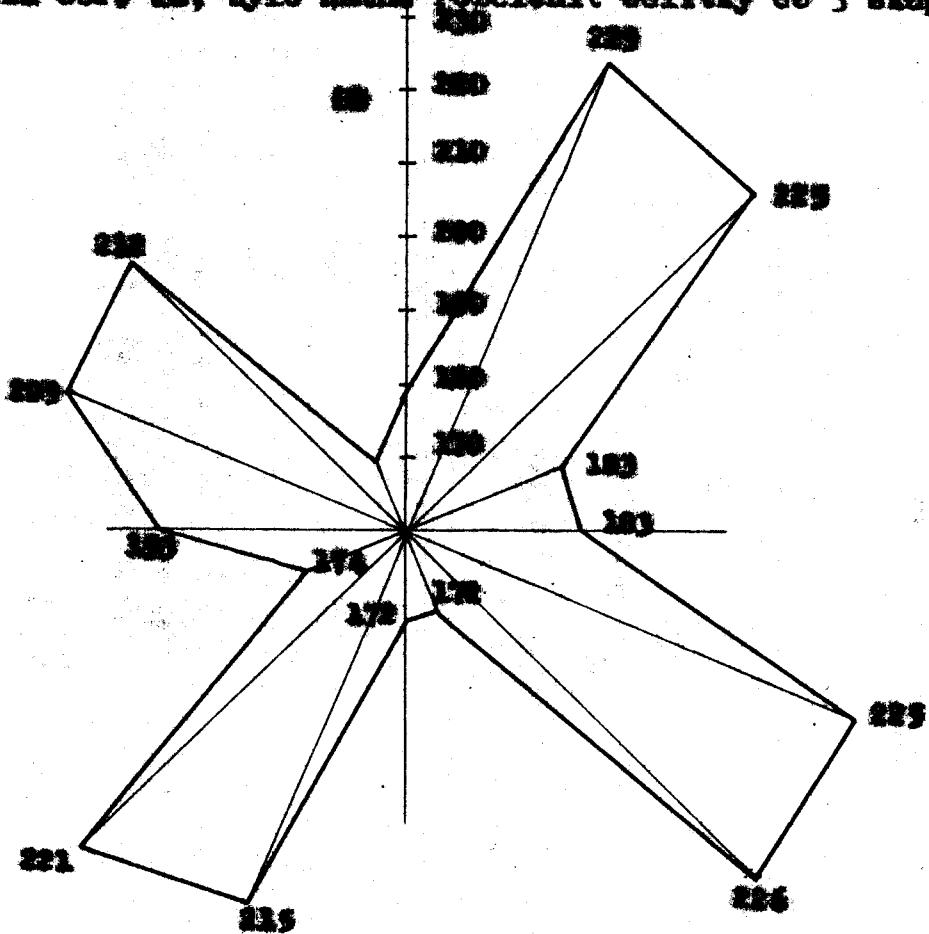


Obr. 19. Princip cejchování dynamometru na osovou sílu
Velikost síly nastavujeme dle číselníkového dehylkoméru upnutého v siloměrné vidlici.
Velikost osové síly odpovídající určité výchylce dehylkoméru, zjišťujeme z cejchovní křivky siloměrné vidlice.

卷之三十一

4.1. Standard value testi ja etrakittelijät perustuvat litiiniväistäminen

Na základě kapitoly 3.2. byla provedena dlechadlova skenování podložky konstrukční. Jejího se tvrdost HB na odličných místech jak mezi jednotlivými odlišky, tak po všechny odlišky obr. 22, bylo nutné rozdělit odlišky do 3 skupin



Obr. 20. Realizace tvrdosti po obvodě měděného vybraného bubnu podle aritmetického pravidlu tvrdosti po obvodu odlišném.

1. skupina tardost /180 - 190/ HB
 2. skupina tardost /200 - 210/ HB
 3. skupina tardost /215 - 225/ HB

U náhodně vytrženého odlítka byla provedena tvrdost po celém obvodu buňky. Hodnoty tvrdosti HB jsou v kruhovém diagramu obr. 20.

Lahalka a sítová pánví kruhová

Středost (100 - 100) HB 2. mřížka

a = 140 1/min

Tab. 4

t/min/	0,88	1,77	2,65	3,53	4,42	5,3	6,38	7,37	7,95
VB/mm/	8	0,18	0,19	0,14	0,19	0,29	0,30	8	0,21

8,83	9,72	10,6	11,48	12,36	13,25	14,13	15,02	15,9	16,78
0,23	0,25	0,3	0,31	0,32	0,34	0,34	0,36	0,38	0,39

17,7	18,55	19,43	20,3	21,2	22,1	22,96	23,85	24,74	25,62
0,4	0,42	0,42	0,44	0,46	0,46	0,47	0,50	0,50	0,50

Údaje, u kterých je II jsou o několik, zvýšen do tedy provést pro výrobu sevření. Následkem vzniklého na hřbetě nástroje.

č - minuty na řeže

Středost 100 - 100 HB 2. mřížka

a = 140 1/min

Tab. 5

t/min/	0,88	1,77	2,65	3,53	4,42	5,3	6,38	7,37	7,95
VB/mm/	0,18	0,15	0,18	0,2	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21

8,83	9,72	10,6	11,48	12,36	13,25	14,13	15,02	15,9	16,78
0,22	0,24	0,25	0,28	0,3	0,3	0,3	0,31	0,32	0,32

17,7	18,55	19,43	20,3	21,2	22,1	22,96	23,85	24,74	25,62
0,34	0,35	0,36	0,39	0,41	0,42	0,43	0,43	0,46	0,50

Tvrdoost (180 - 190) HB

n = 180 l/min

Tab. 6

t/min/	0,72	1,43	2,15	2,87	3,58	4,3	5,02	5,73	6,45
V _B /mm/	0,24	0,3	0,34	0,35	0,37	0,37	0,4	0,41	0,45

7,17	7,25	8,6	9,31	10,03					
0,48	0,51	0,54	0,58	0,60					

2. měření

Tab. 7

t/min/	0,72	1,43	2,15	2,87	3,58	4,3	5,02	5,73	6,45
V _B /mm/	0,128	0,135	N	0,18	0,24	0,33	0,34	0,35	0,37

7,17	7,25	8,6	9,31	10,03	10,73	11,47	12,18	12,9	
0,38	0,4	0,4	0,42	0,44	0,46	0,48	0,49	0,51	

Tvrdoost (180 - 190) HB

n = 224 l/min

Obě měření v jedné tabulce. Tab. 8

t/min/	0,50	1,17	1,75	2,33	2,92	3,5	4,08	4,66	
V _B /mm/	0,318	0,31	0,39	0,45	0,48	0,54	0,58	0,62	
V _B /mm/	N	N	0,3	0,35	0,39	0,41	0,49	0,52	

Tvrdoost (180 - 190) HB

n = 355 l/min

Obě měření v jedné tabulce. Tab. 9

t/min/	0,42	0,83	1,25	1,66	2,08				
V _B /mm/	0,4	0,43	0,5	0,58	0,6				
V _B /mm/	0,35	0,39	0,46	0,58	0,62				

Tvrdest (200 - 210) HB 1. měření

n = 140 1/min

tab. 10

t/min/	0,58	1,77	2,65	3,53	4,42	5,3	6,18	7,07	7,95
V _B /mm/	0,19	0,24	0,32	0,34	0,32	0,32	0,44	0,44	0,38

8,83	9,72	10,6	11,48	12,36	13,25	14,13	15,02	15,9	16,78
0,43	0,43	0,42	0,49	0,49	0,5	0,52	0,57	0,58	0,6

2. měření

tab. 11

t/min/	0,58	1,77	2,65	3,53	4,42	5,3	6,18	7,07	7,95
V _B /mm/	—	0,29	0,38	0,25	0,34	0,37	0,41	0,42	0,43

8,83	9,72	10,6	11,48	12,36	13,25	14,13	15,02	—	—
0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,58	0,6	0,62	—	—

Tvrdest (200 - 210) HB

n = 140 1/min

1. měření

tab. 12

t/min/	0,72	1,43	2,15	2,87	3,58	4,3	5,02	5,73	6,45
V _B /mm/	0,41	0,41	0,42	0,39	0,42	0,46	0,50	0,54	0,56

7,17	7,88	—
0,59	0,61	—

2. měření

tab. 13

t/min/	0,72	1,43	2,15	2,87	3,58	4,3	5,02	5,73	6,45
V _B /mm/	—	—	0,23	0,27	0,29	0,34	0,36	0,4	0,43

7,17	7,88	8,6	9,31	10,3	10,75	—
0,46	0,48	0,5	0,55	0,58	0,6	—

Tvrdost (200 - 210) HB; n = 224 l/min

tab. 14

t/min/	0,98	1,17	1,75	2,33	2,92	3,5	4,08		
vB /mm/	0,3	0,4	0,48	0,53	0,57	0,62			
vB /mm/	H	0,31	0,36	0,42	0,49	0,52	0,61		

Tvrdost (200 - 210) HB; n = 395 l/min

tab. 15

t/min/	0,42	0,83	1,25	1,66	2,08				
vB /mm/	0,3	0,45	0,48	0,59	0,62				
vB /mm/	H	0,42	0,56	0,65					

Tvrdost (215 - 225) HB

n = 140 l/min

1. měření

tab. 16

t/min/	0,88	1,77	2,65	3,53	4,42	5,3	6,18	7,07	7,95
vB /mm/	0,48H	0,27	0,44H	0,4	0,44	0,45	0,46	0,48	0,49
	8,83	9,72	10,6	11,48					
	0,52	0,55	0,57	0,60					

2. měření

tab. 17

t/min/	0,88	1,77	2,65	3,53	4,42	5,3	6,18	7,07	7,95
vB /mm/	0,19H	0,22H	0,25H	0,27H	0,32H	0,33	0,34	0,35	0,37
	8,83	9,72	10,6	11,48	12,36				
	0,39	0,42	0,47	0,51	0,6				

Tvrďost (215 - 225) HB

 $n = 150 \text{ } 1/\text{min}$

1. měření

tab. 20

t/min/	0,72	1,43	2,15	2,87	3,58	4,3	5,02	5,73
$\frac{D}{\mu\text{m}/}$	0,16	0,21	0,32	0,37	0,42	0,48	0,5	0,59

Tvrďost (215 - 225) HB

 $n = 150 \text{ } 1/\text{min}$

2. měření

tab. 20

t/min/	0,72	1,43	2,15	2,87	3,58	4,3	5,02	5,73	6,45
$\frac{D}{\mu\text{m}/}$	0,16	0,21	0,32	0,37	0,42	0,48	0,5	0,59	0,67

7,17	7,98
0,52	0,56

Tvrďost (215 - 225) HB; $n = 224 \text{ } 1/\text{min}$

tab. 20

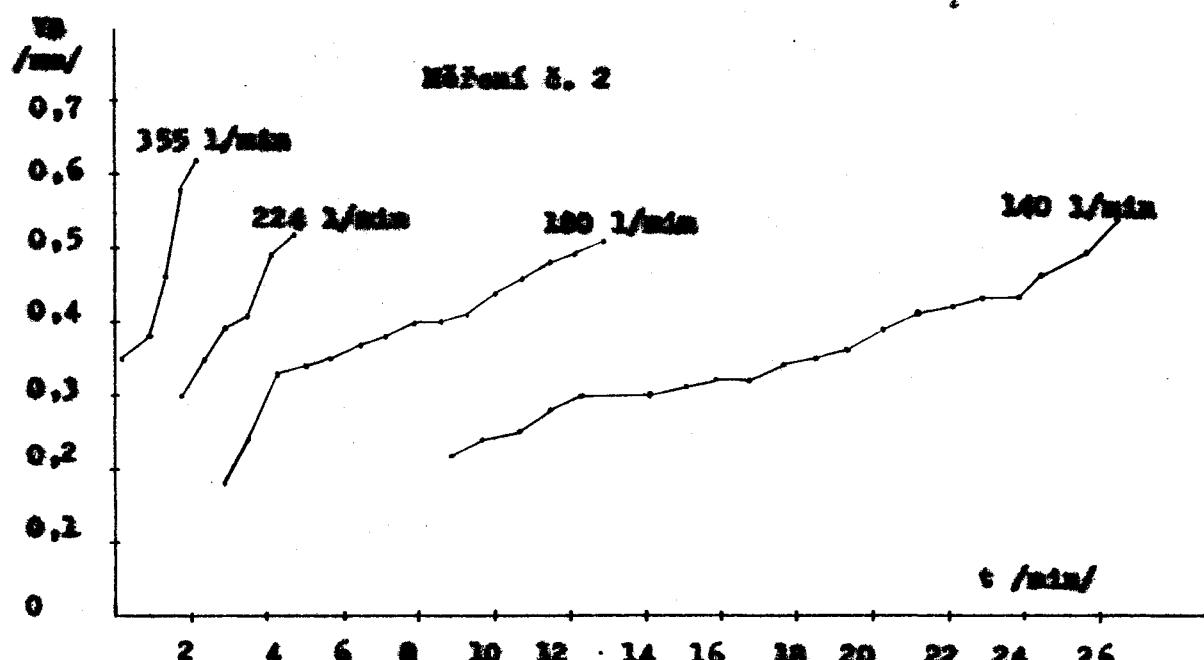
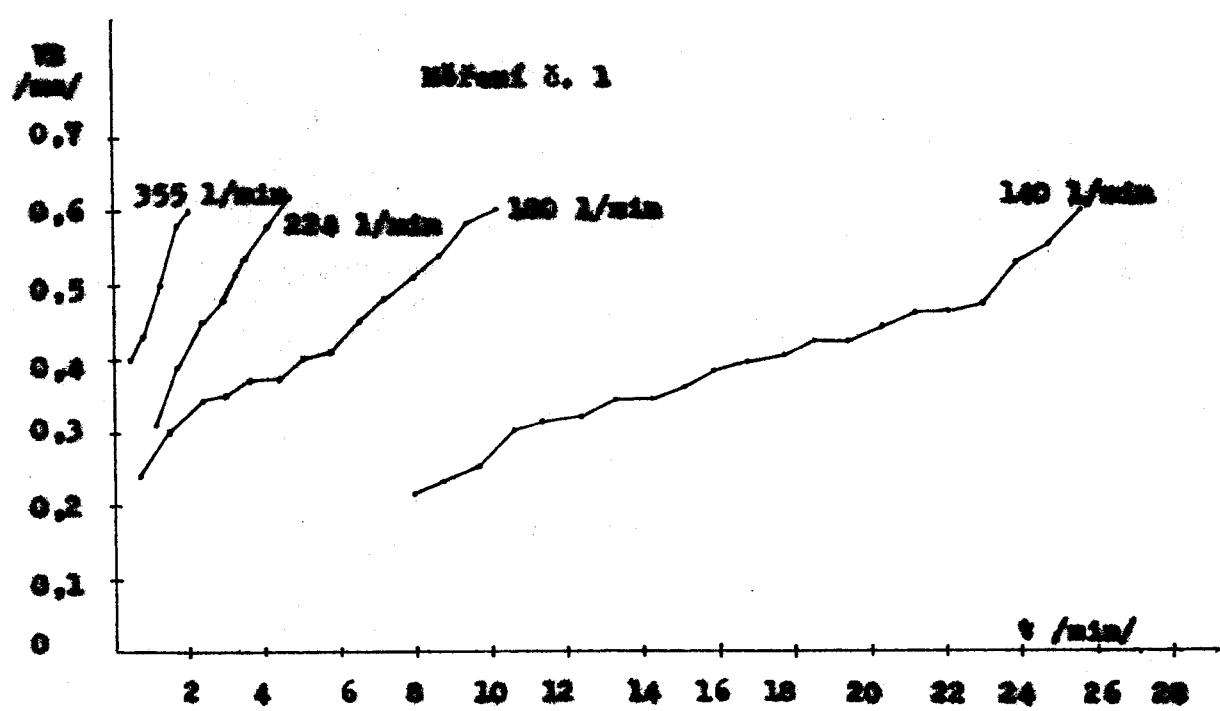
t/min/	0,28	1,17	2,75	2,33	2,92	3,5	4,08	4,66	
$\frac{D}{\mu\text{m}/}$	0,28	0,35	0,48	0,43	0,38	0,48			
$\frac{D}{\mu\text{m}/}$	0,28	0,34	0,37	0,45	0,46	0,32	0,36	0,42	

Tvrďost (215 - 225) HB

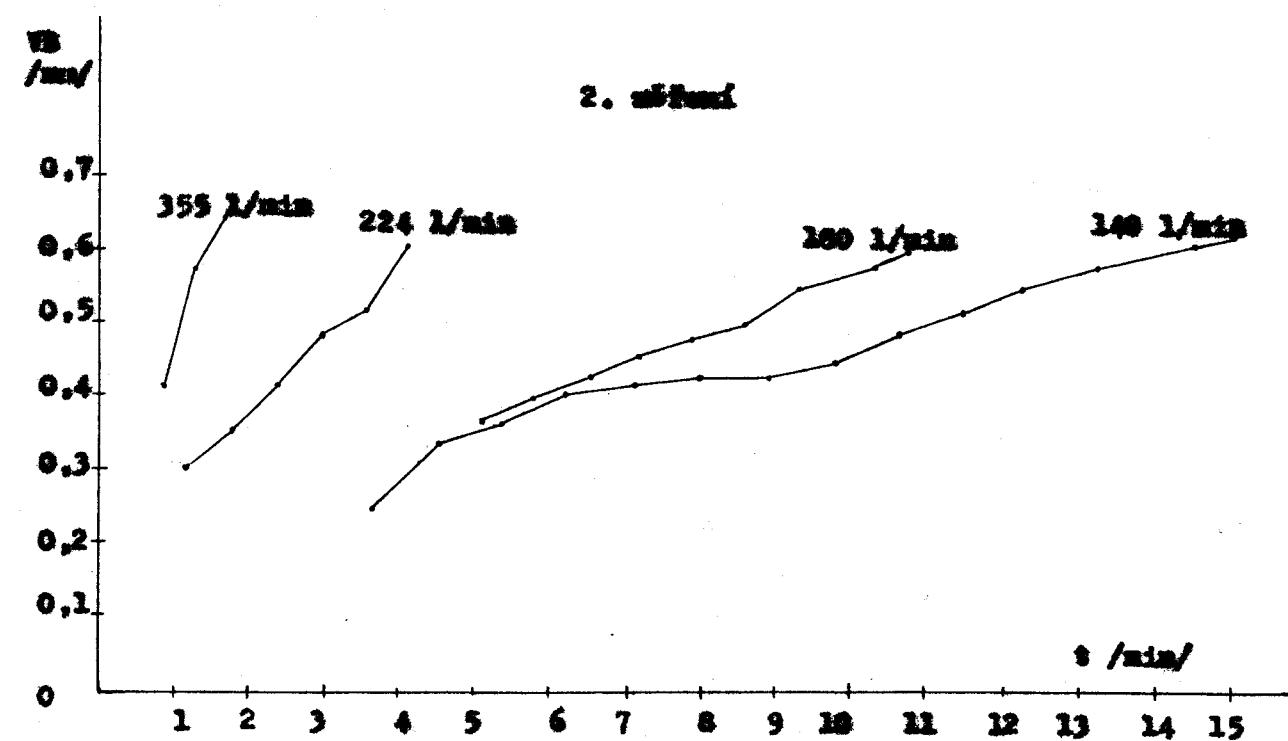
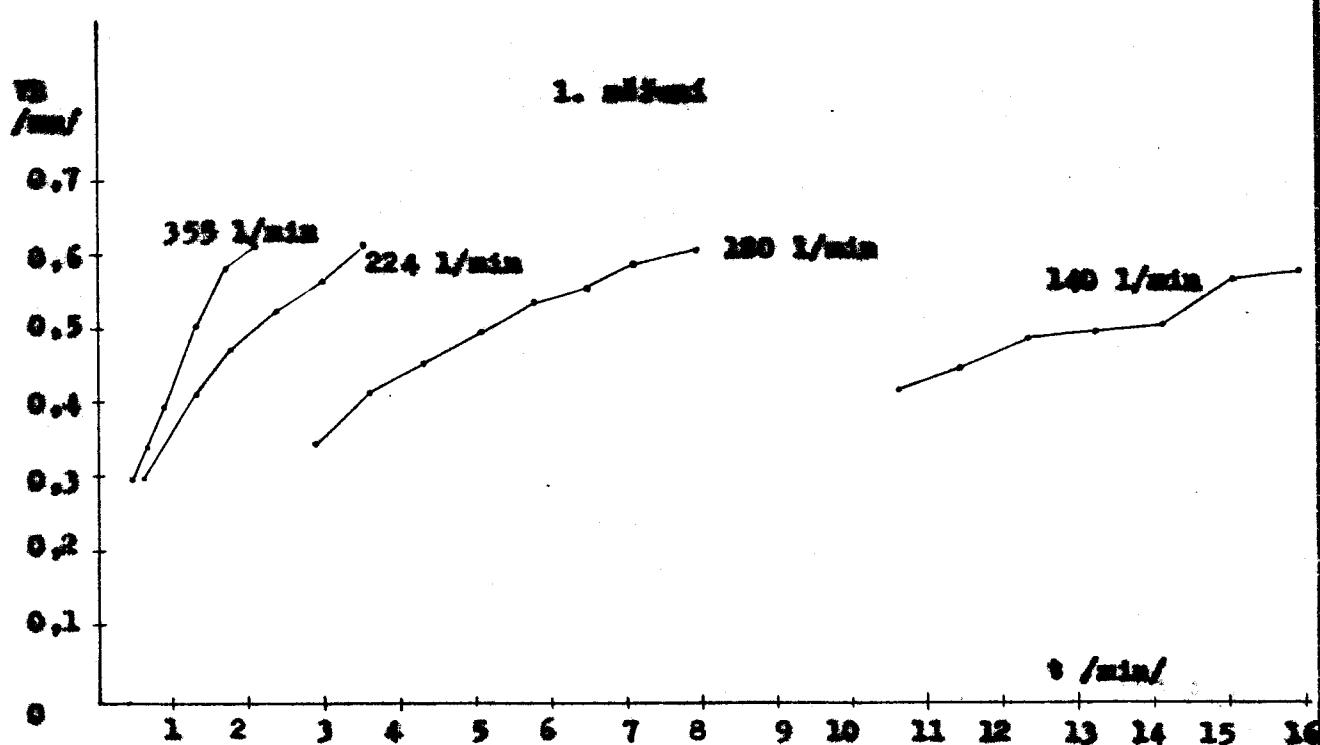
 $n = 355 \text{ } 1/\text{min}$

tab. 21

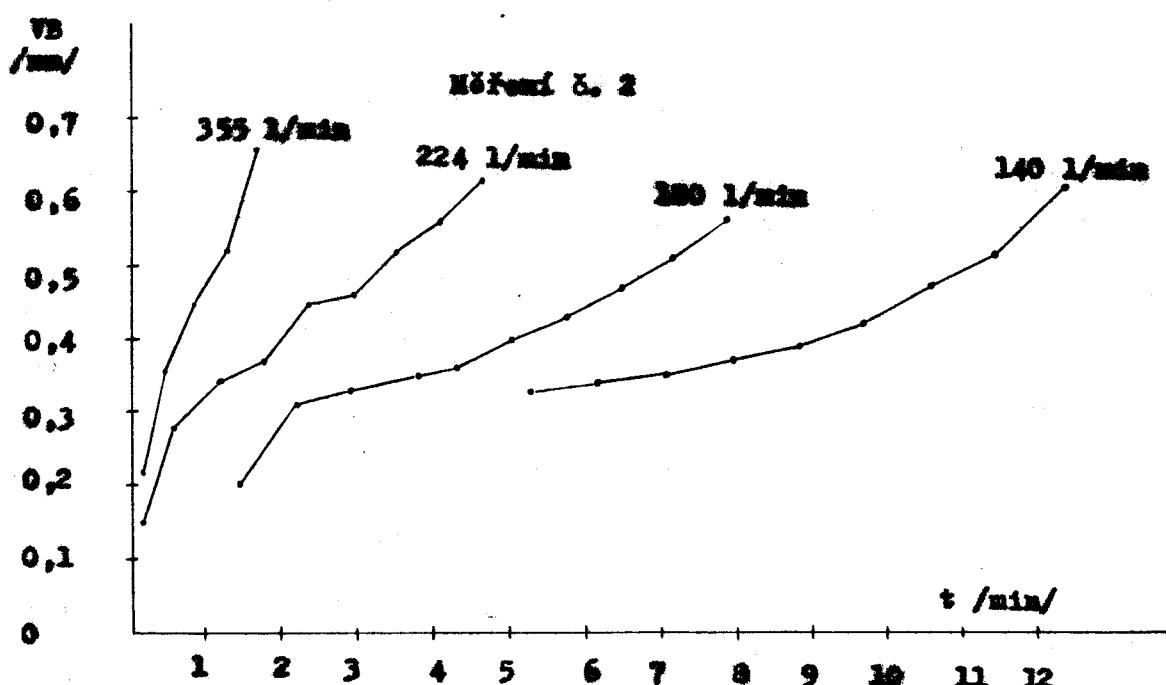
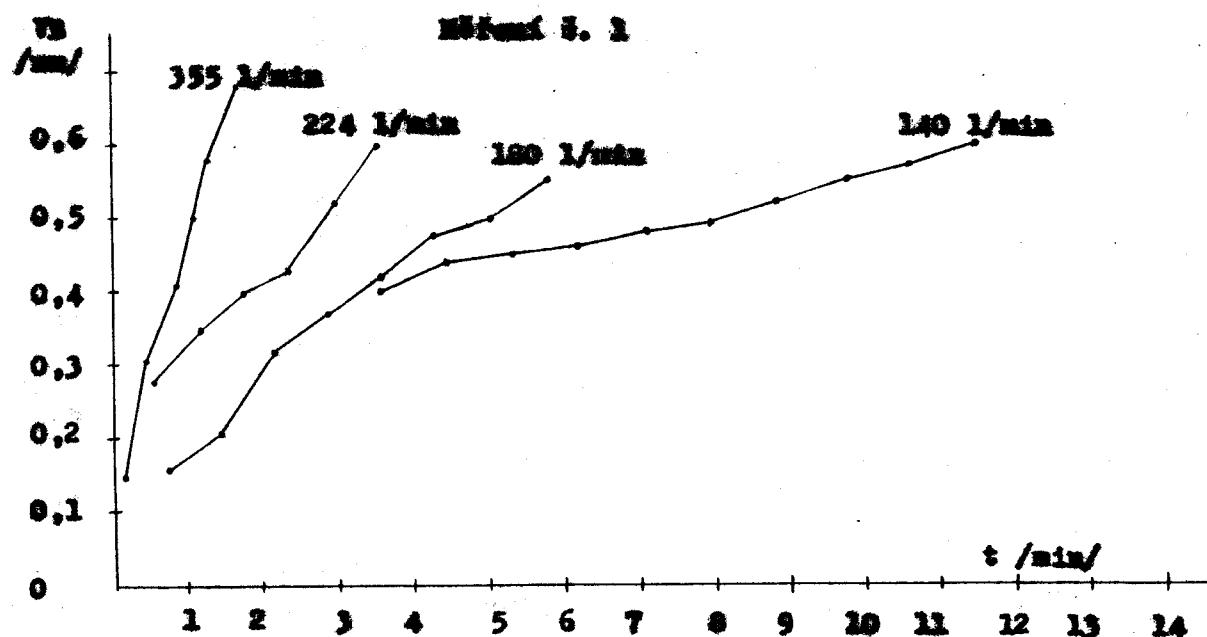
t/min/	0,17	0,42	0,63	1,25	2,66
$\frac{D}{\mu\text{m}/}$	0,15	0,32	0,42	0,58	0,68
$\frac{D}{\mu\text{m}/}$	0,2	0,36	0,45	0,52	0,66



Obr. 21. Časový průběh opatřebení řezaného kříže měřítko
pro tvrdost (180 - 190) HB



Obr. 22. Časový průběh opatřením ravného hřívce naštroje pro tvrdost (200 - 220) HB



Obr. 23. Časový průběh spotřebení řezného krámu místruje pro tloušťku (215 - 225) mm

Zpracování testů (100 - 150) je založeno na jmenovitých úvercích je v tab. 22.

Tab. 22

číslo	T_1	T_2	$\frac{T_1}{\log T}$	$\frac{T_2}{\log T}$	$x_1 \cdot y_1$	x_1^2
1	355	2,25	0,0969	2,35	0,247	6,504
2	224	3,0	0,477	2,35	1,121	9,324
3	200	7,60	0,508	2,255	1,986	5,086
4	140	23,50	1,372	2,346	2,942	4,606
5	355	1,5	0,276	2,35	0,45	6,504
6	224	4,3	0,433	2,35	1,488	9,324
7	200	12,5	1,057	2,255	2,474	5,086
8	140	23,0	1,432	2,346	3,83	4,606
Σ			6,6789	28,602	13,737	43,44

Odpětní hodnoty pro $D_1 = 0,5$ mm, T_1 , T_2 jsou v tabulce 22 a založeno na jmenovitých úvercích určených a , c a v_{15} .

$$a = \frac{-2,3232 D_1 + 38,602}{a \cdot 43,44 - (38,602)^2} = 3,000 \quad - 71^\circ 34'$$

$$T = \frac{6,6789}{3,000} = 0,7590 \quad z = \frac{38,602}{3,000} = 2,3232$$

$$\log c = \frac{-2,3232}{3,000} + 2,3232 = 2,5779 \quad c = 378,35$$

$$\log v_{15} = \log a - \frac{\log z}{3,000} = 2,5779 - \frac{-0,3232}{3,000} = 2,586$$

$$v_{15} = 153,46 \text{ m/min}$$

Zpracování výsledků (200 - 210) je založeno na jmenovitých číslech
je v tabulce 23.

Tab. 23

Číslo	V_1	τ_1	$\frac{V_1}{\log \tau_1}$	$\frac{\tau_1}{\log V_1}$	$\bar{V}_1 \bar{\tau}_1$	$\bar{\tau}_1^2$
1	355	1,2	0,9792	2,55	0,384	4,324
2	224	2,0	0,382	2,35	0,707	3,524
3	180	5,02	0,702	2,255	1,38	3,006
4	140	13,25	1,122	2,146	2,408	4,606
5	355	1,05	0,9892	2,55	0,954	0,954
6	224	3,2	0,595	2,35	1,287	3,524
7	180	0,6	0,934	2,255	2,188	3,006
8	140	31	1,042	2,146	2,235	4,606
Σ			4,7044	28,602	10,463	43,44

Odečtené hodnoty pro $\bar{V}_1 = 0,5$ mm, $\bar{\tau}_1$, \bar{V}_1 , $\bar{\tau}_1$, jsou v tab. 23
a založena na jmenovitých číslech měření n , o $\pm \tau_{15}$.

$$\alpha = \frac{-6 + 10,463 + 28,602 \cdot 4,7044}{6 \cdot 43,44 - (28,602)^2} = 2,563 \quad -60^\circ 41'$$

$$\bar{V} = \frac{4,7044}{8} = 0,588 \quad \bar{\tau} = \frac{28,602}{8} = 2,325$$

$$\log \alpha = \frac{0,702}{2,563} \rightarrow 2,3252 = 2,554 \quad \alpha = 358,1$$

$$\log \tau_{15} = 2,554 - \frac{0,702}{2,563} = 2,095$$

$$\tau_{15} = 124 \text{ min}$$

Zpracování výsledků (215 - 225) m sestaven nejméněch čtvrtin
je v tabulce 24.

tab. 24

číslo	v_1	T_1	$\log v$	$\log T$	$X_1 X_2$	X_1^2
1	353	1,1	0,5034	2,55	0,1026	6,934
2	224	2,8	0,3477	2,35	1,05	5,324
3	280	5,02	0,701	2,255	1,281	5,006
4	240	8,35	0,921	2,146	1,935	4,606
5	353	1,35	0,5037	2,55	0,155	6,934
6	224	3,3	0,329	2,35	1,22	5,324
7	280	7,0	0,805	2,255	1,205	5,006
8	240	11,1	1,045	2,146	2,243	4,606
Σ			4,5701	18,602	10,214	43,44

Odečítané hodnoty pro $W_X = 0,5 \text{ mm}$, V_1 , T_1 jsou v tab. 24

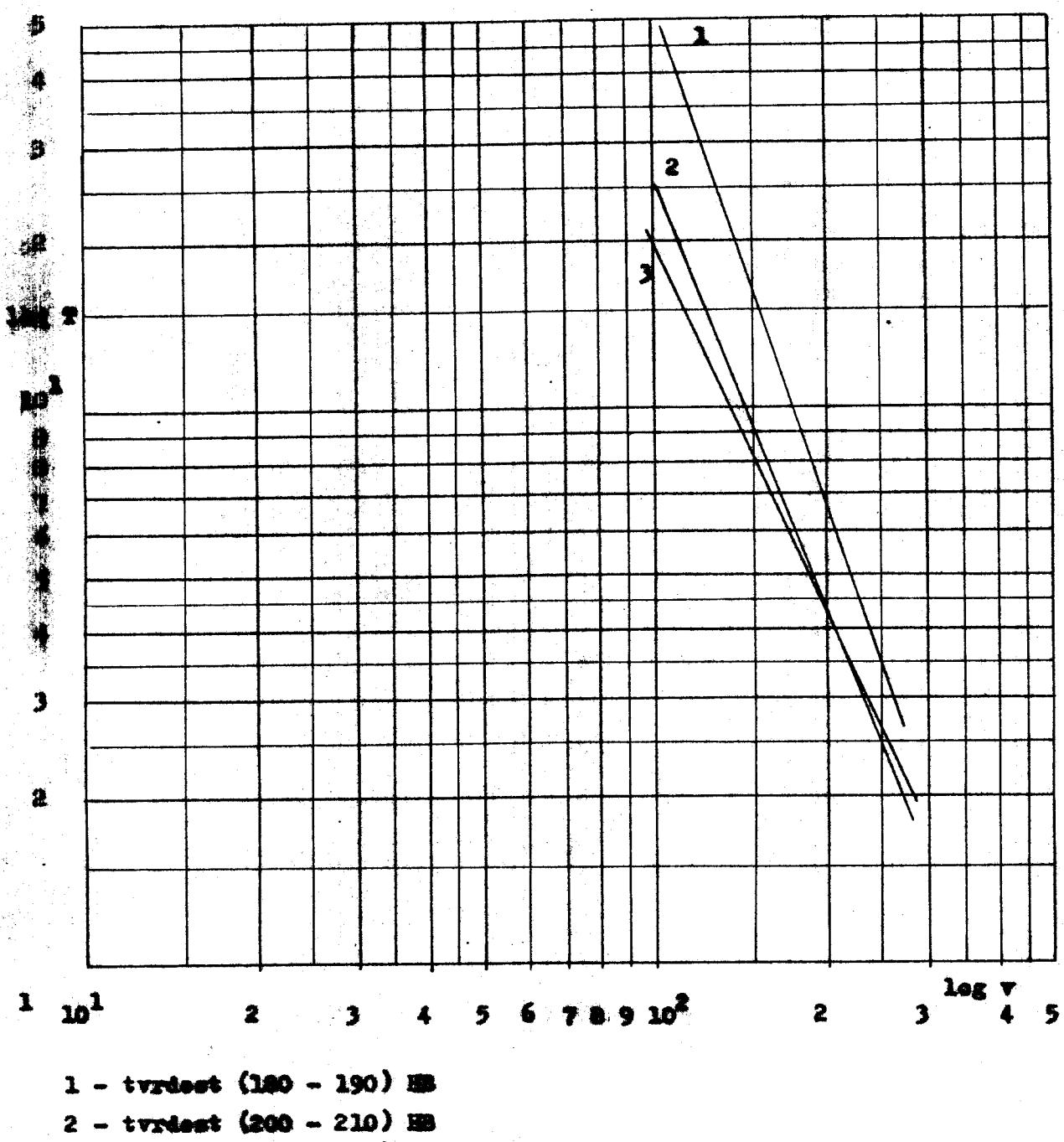
$$\alpha = \frac{-0,1026 + 10,214 + 4,5701}{8 \cdot 43,44 - (18,602)^2} = 2,222 \quad = 65^\circ 46'$$

$$T = \frac{4,5701}{8} = 0,587 \quad t = \frac{18,602}{8} = 2,325$$

$$\log c = \frac{0,571}{2,222} + 2,325 = 2,393 \quad \alpha = 203,1$$

$$\log v_{15} = 2,393 - \frac{1,376}{2,222} = 2,057$$

$$v_{15} = 113,0 \text{ mm/min}$$

Obr. 24. Pochodná sivialostí τ - v metode nejmenších čtverců

1 - tvrdosť (180 - 190) HB

2 - tvrdosť (200 - 210) HB

3 - tvrdosť (215 - 225) HB

4.2. Stanovení závislosti obratitelnosti na tvrdosti litiny vrtáním

Byla provedena krátkodobá zkouška obratitelnosti vrtáním na stolní vrtacíku obr. 25, s příkazem 1 kW. Stroj byl v dobrém technickém stavu a zcela vyhovující pro daný účel. Způsob upnutí odlitku - pomocí kroužku na stole vrtacíky. Tento systém umožňoval snadné a rychlé nastavení měřeného místa vůči nástroji.

Po obvodech báken byly vybrány následující tvrdosti: 174, 191, 202, 216, 229 HB.

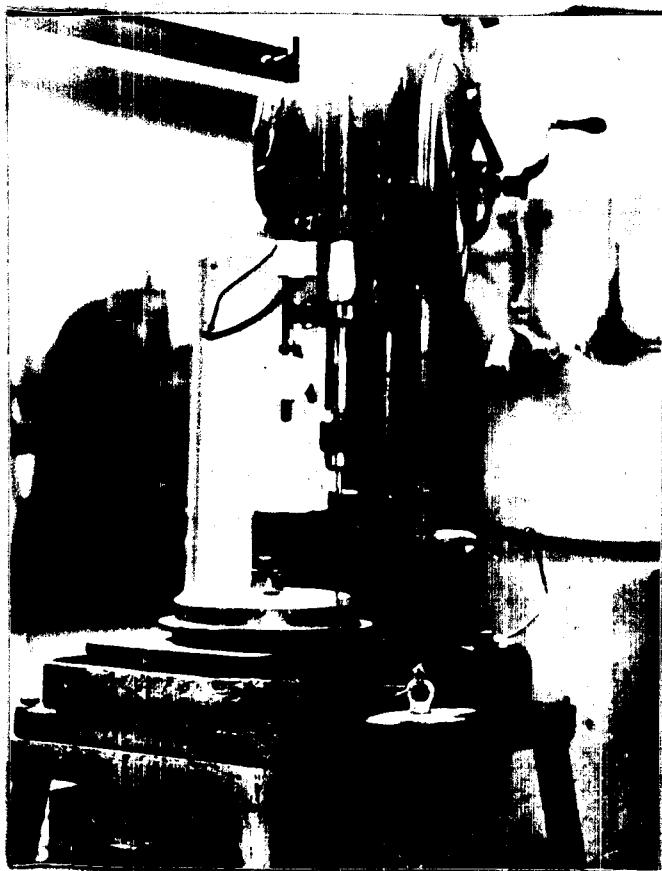
Vrtání s posuvem síly P_0 se rovná konstantě. Pro vyvodení konstantní posuvové síly a velikosti posuvu byly na vrtacíku provedeny následující úpravy:

- Byla vyjmuta vretní spirálová pružina, která vraci vřeteno do horní polohy.
 - Páka rážního posuvu byla nahrazena kladkou pro upínání závaží k využití P_0 = konstantě.
 - Stanovení rychlosti posuvu bylo provedeno měřením času t elektrickými stopami po konstantní dráze L = 7 mm, která byla měřena číselníkovým dchylkoměrem s rozsahem 10 mm.
- Vrtání za sucha bylo provedeno brusovitým vrtákem 9/8 mm /s ČSN 22 11 3D/ s vrcholovým úhlem $2\delta = 118^\circ$, upoután na válcovou stopku do skříbidla. K vyloučení vlivu materiálu nástroje, tvaru drážek apod. na výsledky měření, byly skončky prováděny jedním nástrojem. Současně bylo sledováno upotíbení vrtákem báken skoulík. Toto bylo minimální a nebylo tak prakticky možné vyloučit výsledky měření.

Na základě zážitkových skoulík byly voleny následující pracovní podmínky:

otáčky n = 710 1/min., což odpovídá pozadované rychlosti
 $v = 17,84 \text{ m/min.}$

závaží pro vyvodení osové síly = 9,6 kg, závaží jednak vyvážovalo hmotnost vřetena a způsobovalo konst. osovou sílu P_0 .



Obr. 25. Princip zkoušky obrubitelnosti vrtáním

Pro každou tvrdost bylo provedeno celkem 5 měření bez použití žensé kapaliny a z nich vypočítána průměrná hodnota doby zvrtání t. měřítkem obrubitelnosti byla velikost středního posunu, vypočtený dle vztahu:

$$S_{\text{stř}} = \frac{L \cdot n}{t}$$

$S_{\text{stř}}$ - střední posun /mm/ot/

t - čas na dílen L /s/

L - délka vrtání /mm/

n - počet ot. vrtána /1/min/

Pro určení indexu obrubitelnosti byla zkouška opakována s stejných parametrů pro etalonový materiál 42 24 25.

Rozšíření a výplňové hodnoty pro ČSN 42 25 47 jsou v tabulce 25.

Tab. 25

Tvarovací číslo	t_1 /ad/	t_2 /ad/	t_3 /ad/	t_4 /ad/	t_5 /ad/	t_6 /ad/	$t_{\text{výpl}}$ /ad/ad/
274	6,49	6,2	6,64	6,46	6,35	6,428	0,092
191	6,08	6,7	7,38	7,25	7	7,042	0,084
292	9,6	9,74	9,56	9,43	9,32	9,565	0,092
216	20,48	20	9,9	20	9,28	9,932	0,099
229	20,5	20,78	20,22	20,2	20,28	20,26	0,096

Rozšíření hodnoty třídy charakteristik „A“ pro ocelákový materiál ČSN 42 24 25 jsou v tab. 26.

Tab. 26

t_1 /ad/	t_2 /ad/	t_3 /ad/	t_4 /ad/	t_5 /ad/	t_6 /ad/
9,8	10,22	9,31	10,09	9,36	9,536

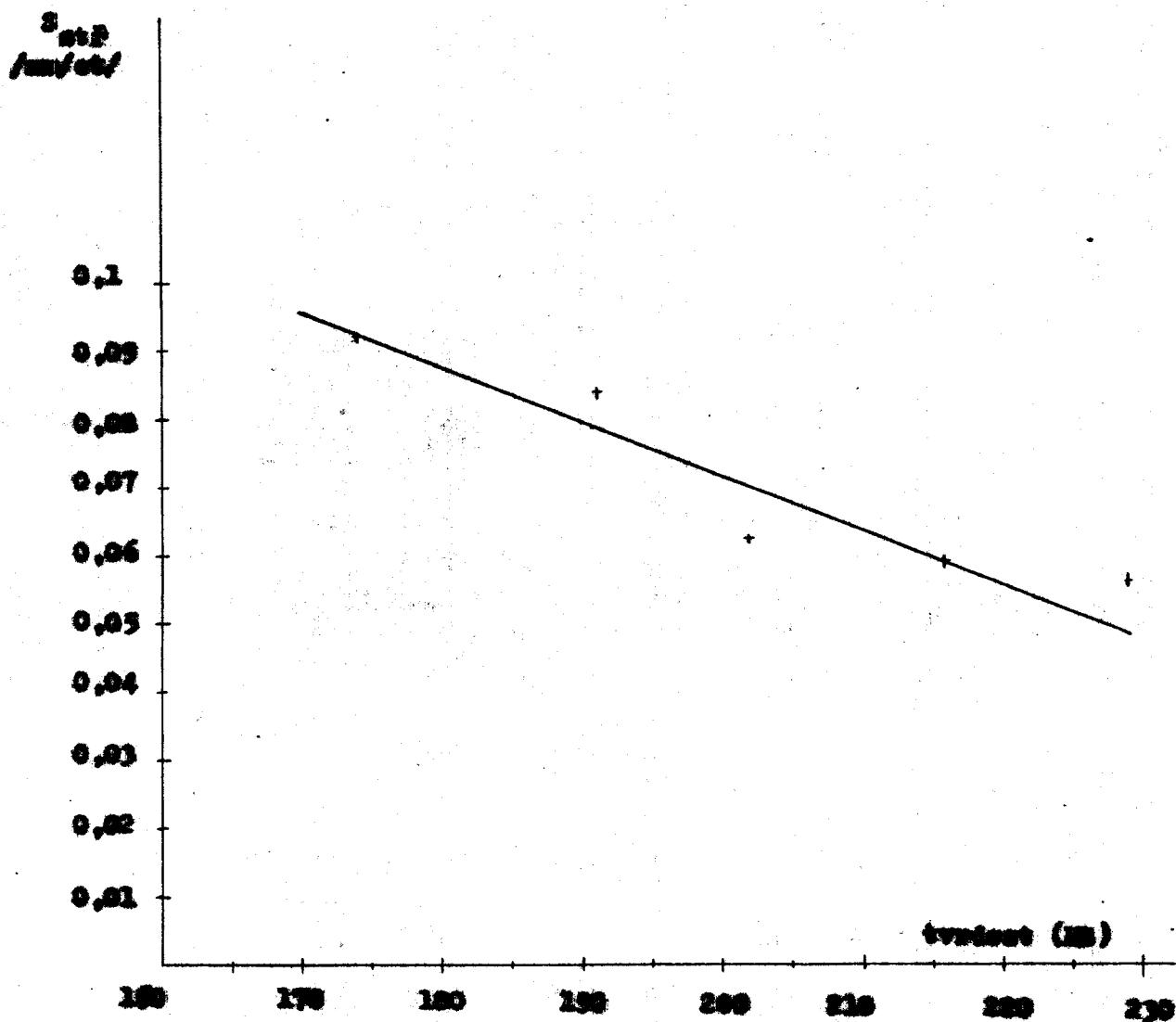
Na hodnoty 3,3. jsou všelijak závislé hodnoty charakteristik pro jednotlivé tvarovací čísla.

Hodnoty třídy charakteristik a příslušného vztahu charakteristik /A/ pro jednotlivé tvarovací čísla jsou v tabulce 27.

Tab. 27

Tvarovací číslo	Hodnoty charakteristik /A/	Vztah charakteristik.
274	1,49	12 a
191	1,36	11 a
292	0,999	10 a
216	0,96	10 a
229	0,92	10 a

Vliv tvrdosti litiny ČSN 42 25 47 na otvorbiteľnosť priečnej
je na obr. 25.



Obr. 25. Vliv tvrdosti na otvorbiteľnosť litiny - ČSN 42 25 47

4.3. Stanovení vlivu teploty na pevnost sily soustruhovní

Pro určení řezných sil byly vybrány odlity materiálu ČSN 42 29 47 s následujícími přesídkami tvrdosti po ohře na buben: 169 HB, 191 HB, 210 HB, 227 HB.

Změření byla provádzena na soustruhu SG 35/1 500 s následujícími parametry: tlakové tlaky $t = 1,5$ mm, $n = 90$ l/min a posuv $a = 0,35$ mm/ot bez chlazení.

Pro soustruhání byl použit nožový držák č. 1-40-6182-3, který se používá při obrábění dřevěných huben v A22MP a geometrický výš odstavec 3.2.

Menná dležitelná otočení A 16 U 400 - UL.

Vyložení řezy může $n = 233$ mm

Odlity byly předem vykrubovány.

Dynamometr byl ocejchován a určeny cejchovní krivky pro sily F_x , F_y a F_z .

Konstanta silovém 10 MN = 1,92 mm.

Byly přepočítány cejchovací hodnoty pro F_x a F_z v podélru vylezení náje a hrany podle odst. 3.4.2.

Hodnoty pro uprostřední cejchovací krivky pro sílu F_y jsou v tabulce 28.

tab. 28

mm	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
mn	4,92	8,38	22,26	37,4	52,94	66,6
F_y / N	260,4	320,8	781,2	1042	1302	1562,5

Hodnoty pro uprostřední cejchovací krivky pro sílu F_x jsou v tabulce 29. F_{x1} , F_{x2} - případlostní cejchovací hodnoty v podélru vylezení náje a hrany.

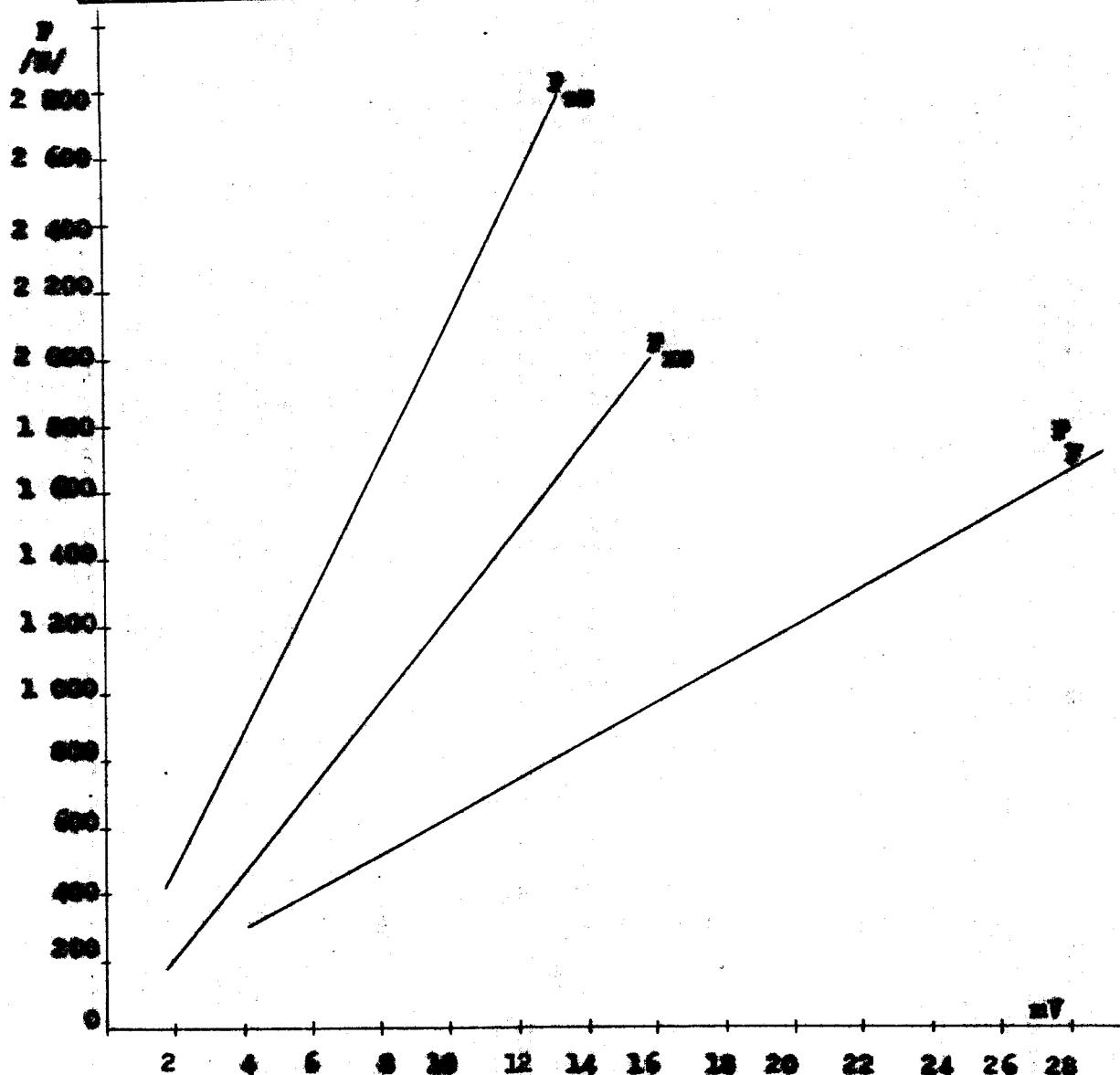
tab. 29

mm	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4
mn	2,89	3,82	5,65	7,45	9,42	11,13	13,83	14,63
F_x / N	266,4	320,8	781,2	1042	1302	1563	1823	2083
F_{x1} / N	363,4	442,7	694	925,4	1157	1389	1620	1852

Relycty pre súlmu σ_s [mm] v tab. 30

Tab. 30

σ_s	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
σ_u	2,19	4,39	6,66	8,83	10,99	13,13
P_{σ_s} [N]	220,8	360,2	500,0	640,0	780,0	920,0
P_{σ_u} [N]	402,6	925,0	1300,1	1800,0	2313,6	2776,2

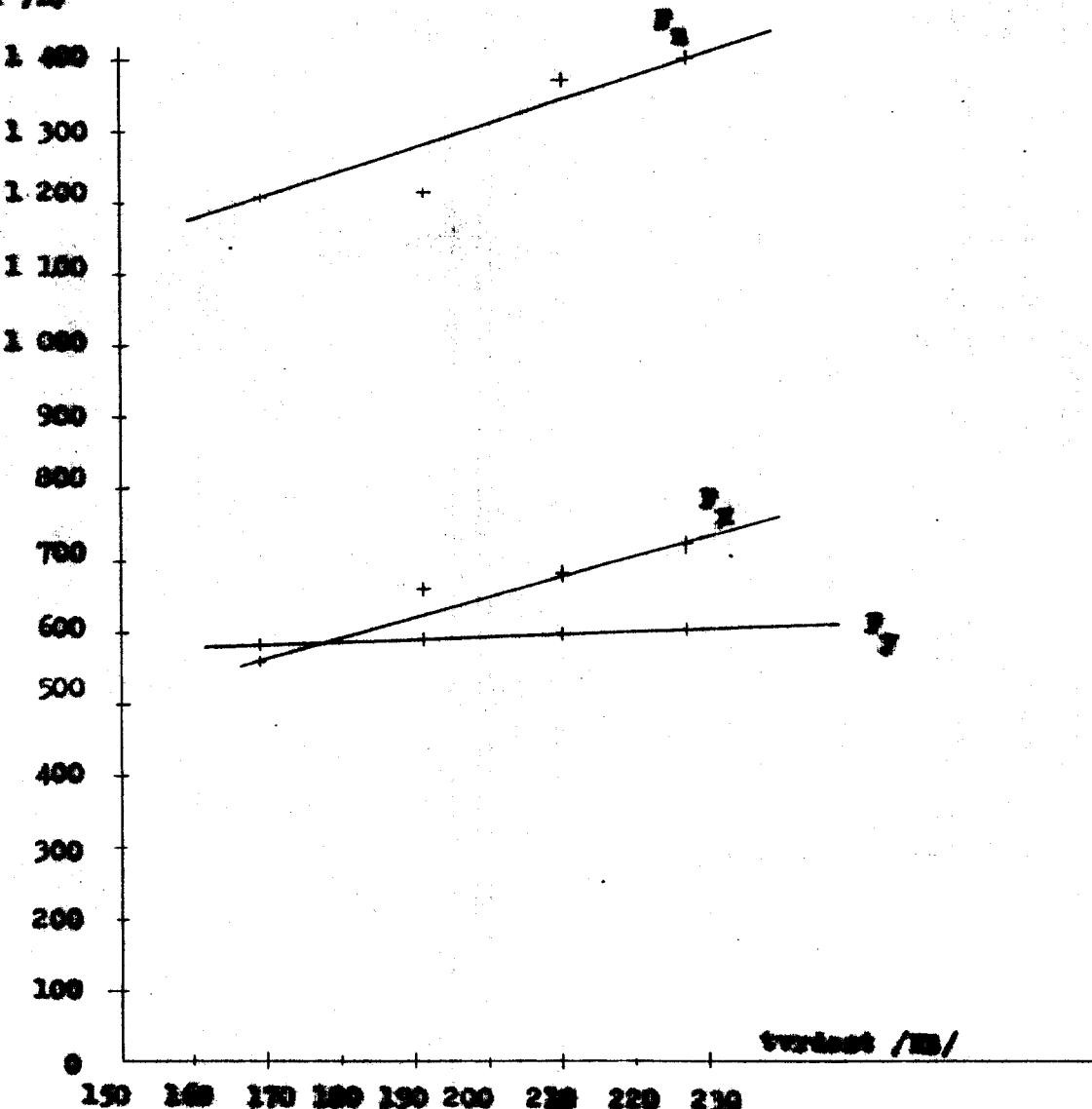
Obr. 26. Grafického závislosťi súlmu σ_s od súlmy σ_u .

Velikost kružnice má pro dané vzdálenosti jmena v tabulce 21.

Tab. 21

Průměr mm	$r_1 \text{ mm}$	$r_2 \text{ mm}$	$r_3 \text{ mm}$	$r_4 \text{ mm}$	$r_5 \text{ mm}$	$r_6 \text{ mm}$
140	2,5	9,3	9,74	900	900	1 220
152	2,89	9,46	9,79	600	900	1 215
230	3,00	9,5	6,36	600	600	1 370
227	3,28	9,5	6,49	720	605	1 400

Obr. 27. Vliv vzdálosti na velikost kružnic podle tabulky.

 r / mm 

4.4. Stanovení vlivu tvrdosti na výrobek kruhových dílů vrtaček

Pro stanovení vlivu tvrdosti na formé sily byly z materiálu 42 25 47 vyrobeny odlitky s těmito tvrdostmi po obvodě buňek: 174, 191, 202, 211, 223 HB.

Pro zkoušky byly zvoleny následující řemné podmínky:

vrták s ČSN 22 11 30, posuv $s = 0,1 \text{ mm/ot}$, $n = 1000 \text{ ot/min.}$, tomu odpovídá řezná rychlosť $v = 25,13 \text{ m/min.}$

Hodnoty pro sejehoření opakovány na 100 jmen v tabu. 32.

Konstanta silenzivání vidlice 1 mm = 45 dB

Tab. 32

m	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
m ²	4	9	31,3	14,7	27,6	20,6	23,6	26,5	29,7
dB /dB/m	0,45	0,9	1,35	1,8	2,25	2,7	3,15	3,6	4,05

Hodnoty pro sejehoření opakovány na 100 jmen v tab. 33.

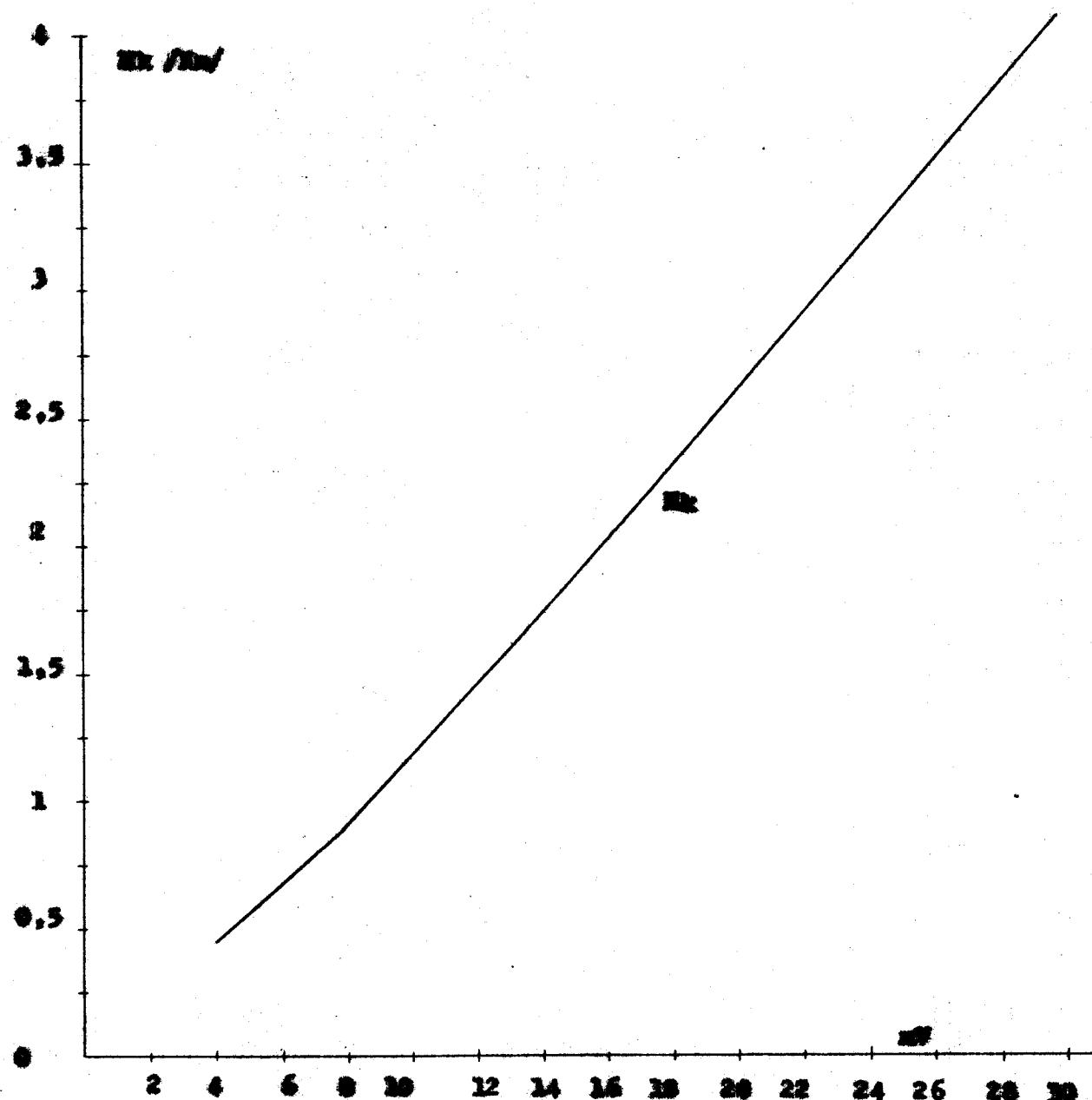
Konstanta silenzivání vidlice 6 mm = 4 dB

Tab. 33

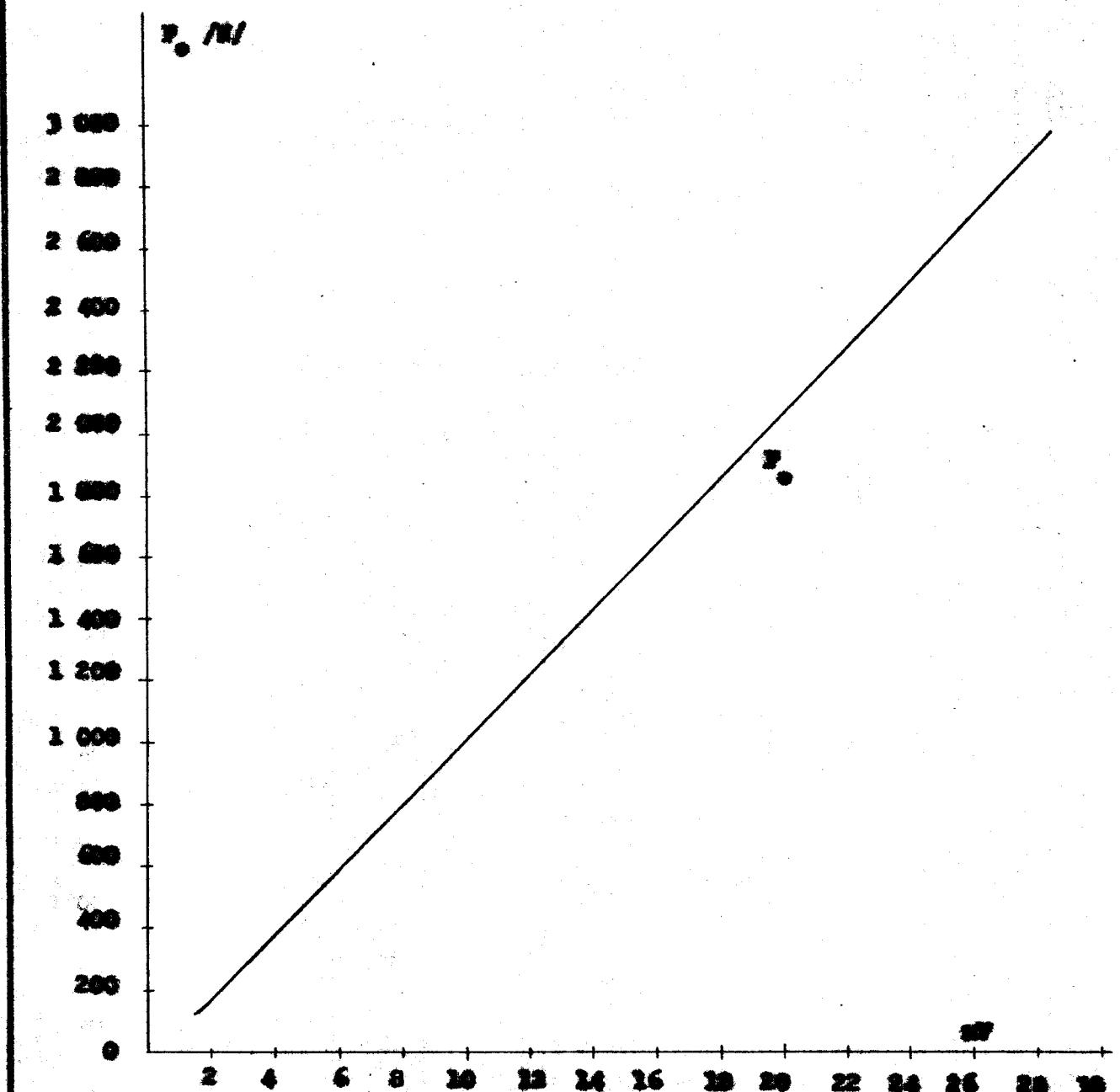
m	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8
m ²	1,4	2,9	4,2	5,5	6,9	8,2	9,5	10,7	12
dB /dB/m	133,3	266,7	400	533,3	666,7	800	933,3	1067	1200

2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8
13,3	26,6	39,9	57,2	74,4	91,6	108,9	126,1	143,4	160,6
1333	2667	4000	5333	6667	8000	9333	10677	12000	13333

4,0	4,2	4,4	4,6
29,7	27	28,4	29,4
2667	2800	2933	3067



Obr. 28. Obrázek závislosti posilitické temperatury na litiny.



Obr. 29. Ovorbiteľnosť lítiny pre smerovú silu P_{v} pre vrúbku

Základní hodnoty P_0 a M_k pro jednotlivé tvrdosti jsou v následujících tabulkách. Tvrzost 170 HB je v tab. 24.

Tab. 24

P_0 /N/mm ²		δP_0 /N/mm ²	P_0 /N/mm ²	M_k /N/mm ²		δM_k /N/mm ²	M_k /N/mm ²
P_{01}	P_{02}			M_{k1}	M_{k2}		
8,0	8,0	0,5	8,0	13	14	13,5	1,45

Tvrzost 192 HB.

Tab. 25

P_0 /N/mm ²		δP_0 /N/mm ²	P_0 /N/mm ²	M_k /N/mm ²		δM_k /N/mm ²	M_k /N/mm ²
P_{01}	P_{02}			M_{k1}	M_{k2}		
8,2	9	0,6	8,0	26,5	16	26,25	2,05

Tvrzost 202 HB.

Tab. 26

P_0 /N/mm ²		δP_0 /N/mm ²	P_0 /N/mm ²	M_k /N/mm ²		δM_k /N/mm ²	M_k /N/mm ²
P_{01}	P_{02}			M_{k1}	M_{k2}		
9,6	9,7	0,65	9,0	16	16,0	16,0	2,05

Tvrzost 212 HB.

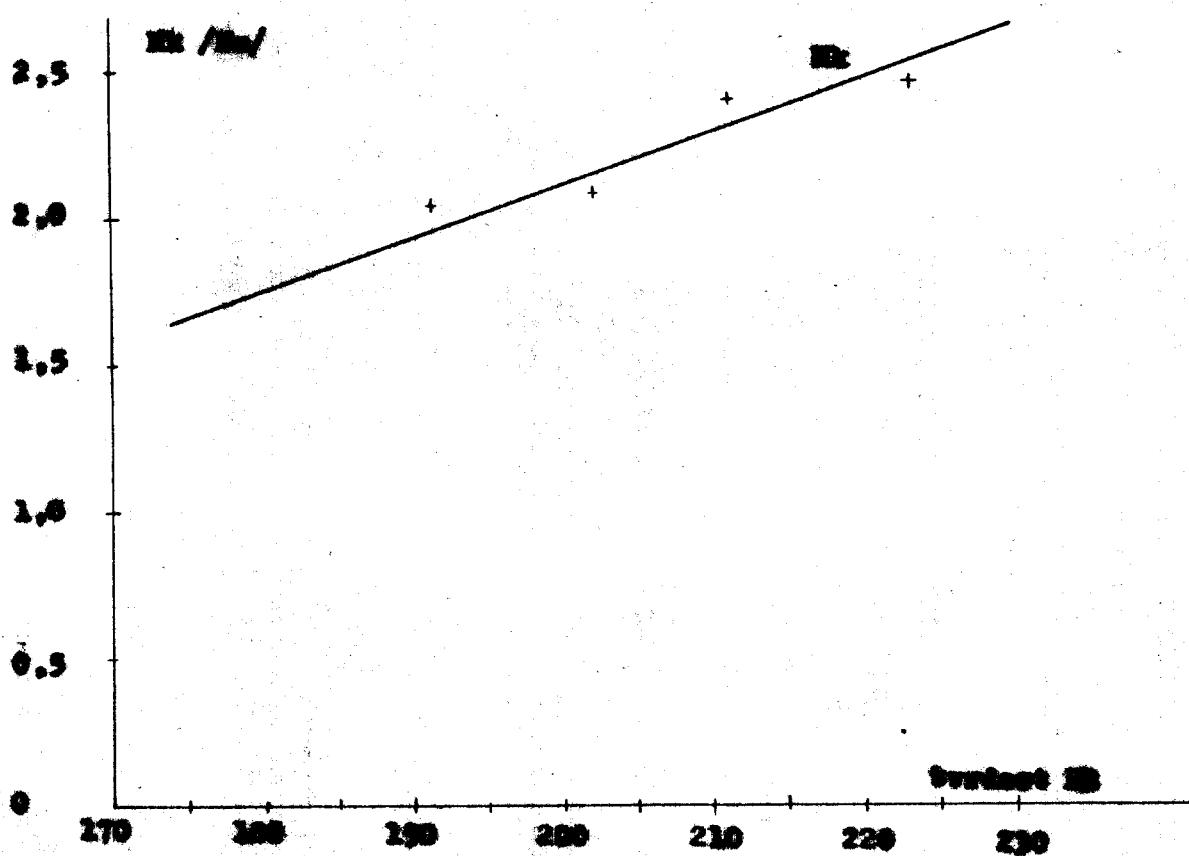
Tab. 27

P_0 /N/mm ²		δP_0 /N/mm ²	P_0 /N/mm ²	M_k /N/mm ²		δM_k /N/mm ²	M_k /N/mm ²
P_{01}	P_{02}			M_{k1}	M_{k2}		
10,0	10,2	0,25	10,0	28,5	28,7	28,6	2,4

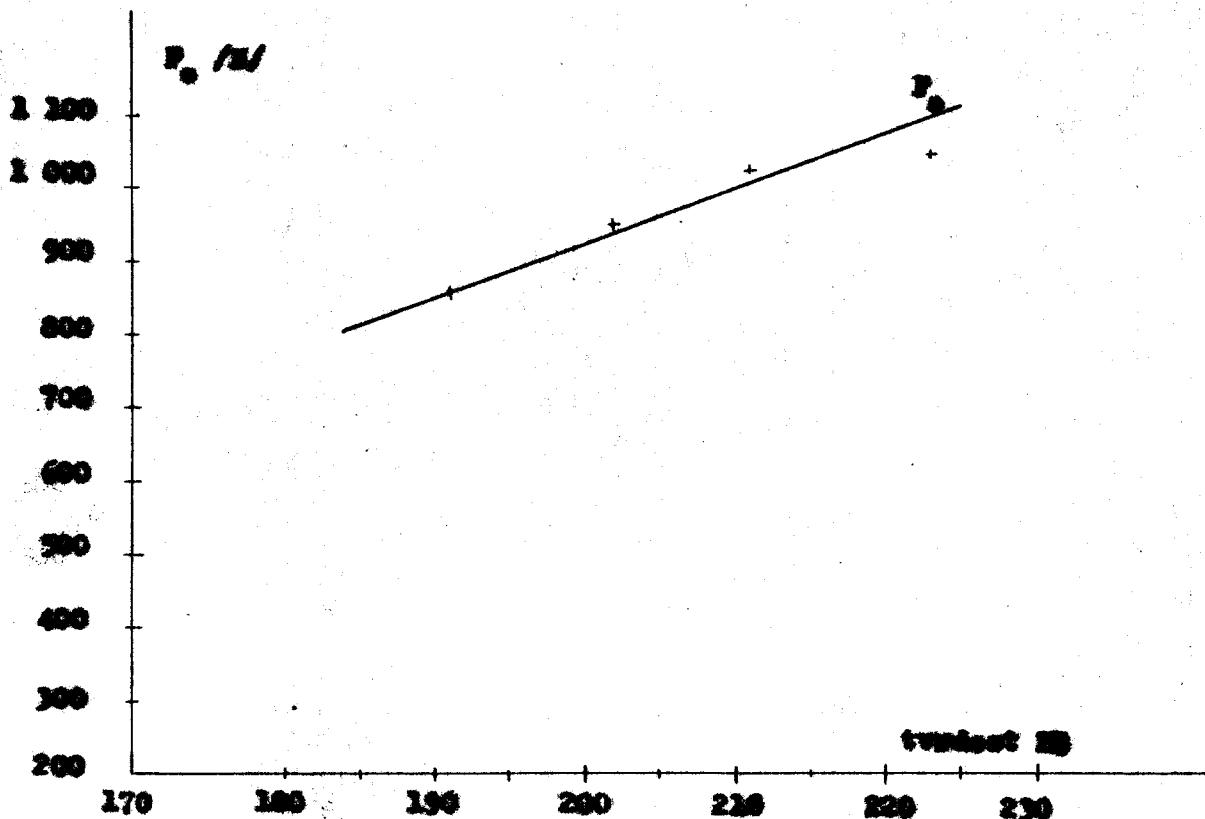
Tvrzost 222 HB.

Tab. 28

P_0 /N/mm ²		δP_0 /N/mm ²	P_0 /N/mm ²	M_k /N/mm ²		δM_k /N/mm ²	M_k /N/mm ²
P_{01}	P_{02}			M_{k1}	M_{k2}		
10,0	10,0	0,4	10,0	28,5	28,5	28,5	2,45



Obr. 30. Vliv tvarovací teploty na výkon horníkového železa



Obr. 31. Vliv tvarovací teploty na výkon oceli

5. Návrhy technických podmínek

5.1. Návrhy technických podmínek pro vrtání

Pri obrábke odlitku kľave kola s hradovým batnom, z temperované perlitické litiny ČSN 42 25 47 vrtáním, sa používají pre daný rozmôr tvrdosti nasledujúce parametre: kombinovaný vrták Ø 12,5 mm číale 1-58-0807-3 s rychlosťou oceli, súčasne sa s ním arábi hrany 1 x vrcholový úhel 60 °, otáčky $n = 280$ 1/min., tomu odpovedá ťemná rýchlosť 11 m/min., posuv $s = 0,18$ mm/st., dĺžka vrtania 10 mm, trvanlivosť ostrija vrtáku 100 minút.

Pro danú tvrdosť sú jím odpovedajúce triedy obrobiteľnosti, určené v kapitole 4.2., jsoú ťemné podmienky podľa /S/. Parametre sú navrhnuté podľa ťemných podmínek pro vrtanie dier normalizovanymi vrtáky /ČSN 22 11 21, ČSN 22 11 40/ a triedy obrobiteľnosti.

Tvrdosť 170 HB - trieda obrobiteľnosti 12 a

Parametre : $s = 0,261$ mm/st.

$n = 730$ ot/min.

$v = 25,4$ m/min.

pro trvanlivosť ostrija 120 minút

Tvrdosť 191 HB - trieda obrobiteľnosti 11 a

Parametre : $s = 0,223$ mm/st.

$n = 965$ ot/min.

$v = 21,32$ m/min.

pro trvanlivosť ostrija 100 minút

Tvrdosť 205 HB: trieda obrobiteľnosti 10 a

Parametre : $s = 0,205$ mm/st.

$n = 475$ ot/min.

$v = 18$ m/min.

pro trvanlivosť ostrija 70 minút

Ke výrobke sa vžak vyskytuje odlitky i s tvrdosťou pries 230 HB, safazané do triedy obrobiteľnosti 9 a, protolky trieda 10 a so rozmôm ťemnou obrobiteľnosti 0,9 - 1,12 a pravú do takoto

rozsahu se tvrdosť 229 HB vejde. Pro vyššiu tvrdosť je třída obrobiteľnosti 9 a, pre ktorou platí ťezné podmienky: $s = 0,183 \text{ mm/ct.}$, $n = 410 \text{ ct/min.}$, $v = 15,54 \text{ m/min.}$ pre trvanlivosť 40 min.

Z toho plyne, že pre daný rozsah tvrdosti, ktorý sa pri obrábení objevuje kedy i s tvrdosťou pries 230 HB je nutné použiť ťezné podmienky pre třídu obrobiteľnosti 9 a.

3.2. Návrh řezných podmienok pre obrábenie

Pri návrhu optimálnych ťezných podmienok vychádzime z predpokladu: hĺbkou tŕska t je dáná prídavkom, ktorý sa hrubováním odstraňuje jednu tŕsku, posuv s je volen tak, aby sa pri hrubovánii využilo co najviac výkona stroja a neporušila sa jeho stabilita. Predpokladame, že pri obrábení bútanu sútyto predpoklady zachované a určíme optimálnu trvanlivosť podľa /4/ rovnice:

$$N_{ej} = t_s \cdot T \cdot \frac{D_s}{60} + t_{A 101} \cdot \frac{C_E}{60} + t_s \cdot \frac{1}{T} \cdot N_T$$

a to na predpoklade, že její veľkosť je funkcia pouze ťeznej rýchlosťi, t.j. nemávisi na veľkosti posuvu a hĺbke ťezu.

Dosadením sa $t_s = \frac{v}{s}$ a $v = \frac{C_V}{T}$, deriveci podľa trvanli-
vosti T , polehliam rovnice 0 a upravou dostaneme hodnotu T pro minimálnu výrobnú náklady t.j. $T_{\text{optimálni}}$.

$$T_{\text{opt}} = \frac{60 N_e}{D_s} \cdot \frac{1}{T} \cdot /n = 1/$$

Kde: N_{ej} - celkové vlastné náklady na jednotku výroby

v - ťezná rýchlosť

t_s - strojní čas

D_s - celkové náklady na hodinu práce stroja

N_T - náklad na nástroj za dobu jeho trvanlivosti

$t_{A 101}$ - čas upínania a mäzení obrobku

C_E - náklady na energiu za 1 hod. práce stroja

Návrh řezných podmienok je provádzaný pre hrubovanie sústredných valcových ploch danoho edlitku.

Výpočet optimální ceny slevnosti

$$\tau = \frac{L}{L_0} = \frac{50}{200} = 0,25$$

L - délka strojního posuvu

L₀ - délka záběru stroje

$$N_{sh} = \frac{C_s}{P} \cdot U \cdot C_Z$$

N_{sh} - sčípaný stroje, jeho údržba a spotřeba energie za 1 hod. práce

C_s - pořizovací cena stroje 975 366 Kčs

sčípan = 7 %

životnost stroje = $\frac{100}{\tau}$ = 14,3 roku

počet pracovních dnů v roce = 272, po 2 měsících

celkový počet hodin práce na stroji za dobu jeho životnosti p

p = 272 . 2 . 8,25 . 14,3 = 64 178,4 hodin

U - součinitel účinnosti a oprav stroje U = 1,3

instalační výkon P = 40 kW

Vzhledem k tomu, že se neobsahuje stálé maximální výkon, elektromotory jsou došlo vytílené, usnadňují pro delší výpočet výkon 35 kW.

Velkoobchodní cena 1 kWh elektrické energie je 0,26 Kčs.

$$N_{sh} = \frac{975 366}{64 178} \cdot 1,3 \cdot 35 \cdot 0,26 = 28,452 \text{ Kčs}$$

Celkové náklady na 1 hod. práce stroje D_s

$$D_s = T_{TG} \cdot /1 + \frac{R_d}{100} / = N_{sh}$$

T_{TG} - tarifní mada dělňánka T_{TG} = 10,3296 Kčs/hod.R_d - dělňanské roční - R_d = 570 %

$$D_s = 10,3296 \cdot /1 + \frac{570}{100} / = 28,452 = 97,66 \text{ Kčs/hod.}$$

Cena deštěkry c_d = 4,50 Kčs, nároční deštěkry udává, že využívají deštěkry, jejich břitů je asi 87,5 %. Při používání deštěkry se využívají 5,25 MPa.

cena držáků c_n = 150 Kčs životnost držáku = 1 rok

$$t_{\text{pr}} = 3,3 \text{ min.}$$

$$\text{počet kusů za hodinu} = \frac{2,23}{3,3} \cdot 60 = 150 \text{ ks}$$

$$3,3$$

$$\text{strojní čas } t_s = \frac{1}{n \cdot \eta} = \frac{1}{90 \cdot 0,377} = 1,36 \text{ min.}$$

$$\text{doba obrábění za hodinu} = 1,36 \cdot 150 = 204 \text{ min.}$$

$$\text{za rok se spodní uvažovaným měsíčajem} = 272 \cdot 2 \cdot 204 = \\ = 110 976 \text{ min.}$$

pro první přibližení uvažujeme trvanlivost 80 minut

$$\text{počet trvanlivostí} = \frac{110 976}{80} = 1 387,2$$

cena podložky $c_p = 2,70 \text{ Kčs}$, podložka vydrží přibližně 20 ks
peněžních desítisek

$$N_p = t_{\text{vn}} \cdot \left[\frac{T_{\text{pr}}}{60} \cdot \left(1 + \frac{R_0}{100} \right) + \frac{R_{\text{vh}} - C_E}{60} \right] \cdot \frac{c_n}{1387,2} + \frac{c_p}{2} \cdot \frac{c_n}{120}$$

$$t_{\text{vn}} - čas výroby desítisek \quad t_{\text{vn}} = 0,39 \text{ minut}$$

$$N_p = 0,39 \cdot \left[\frac{20,3296}{60} \cdot \left(1 + \frac{570}{100} \right) + \frac{28,452 - 9,1}{60} \right] \cdot \frac{150}{1387,2} + \\ + \frac{2,70}{2} + \frac{2,70}{120} = 1,9634 \text{ Kčs}$$

$$T_{\text{opt}} \text{ pro tvrdost } /180 = 190/\text{HB}, n = 3,002$$

$$T_{\text{opt}} = \frac{60 \cdot 1,9634}{97,66} \cdot \frac{1}{0,25} \cdot /3,002 - 1/ = 7,7 \text{ min.}$$

$$T_{\text{opt}} \text{ pro tvrdost } /200 = 210/\text{HB}, n = 2,963$$

$$T_{\text{opt}} = \frac{60 \cdot 1,9634}{97,66} \cdot \frac{1}{0,25} \cdot /2,963 - 1/ = 6 \text{ min.}$$

$$T_{\text{opt}} \text{ pro tvrdost } /215 = 225/\text{HB}, n = 2,222$$

$$T_{\text{opt}} = \frac{60 \cdot 1,9634}{97,66} \cdot \frac{1}{0,25} \cdot /2,222 - 1/ = 4,7 \text{ min.}$$

Dané hodnoty optimálních trvanlivostí je nutné opravit s hlediska respektování ceny držáků na nový počet trvanlivostí, kde je volena trvanlivost 7,7 min.

$$\text{nový počet trvanlivostí} = \frac{110 976}{7,7} = 14 412$$

$$N_p = 1,46369 \text{ Kčs}$$

Twrdost /180 - 190/ HB

$$T_{opt} = \frac{60}{97,00} \cdot \frac{1}{0,25} \cdot \frac{1}{3,002} = 1/ = 7,2 \text{ min.}$$

$$\text{tomu odpovídá } v_{opt} = \frac{1}{7,2} = \frac{17,81}{3,002} = 196 \text{ m/min.}$$

Twrdost /200 - 210/ HB

$$T_{opt} = \frac{60}{97,00} \cdot \frac{1}{0,25} \cdot \frac{1}{2,563} = 1/ = 5,62 \text{ min.}$$

$$\text{tomu odpovídá } v_{opt} = \frac{182,1}{5,62 \cdot 2,563} = 182,6 \text{ m/min.}$$

Twrdost /215 - 225/ HB

$$T_{opt} = \frac{60}{97,00} \cdot \frac{1}{0,25} \cdot \frac{1}{2,222} = 1/ = 4,4 \text{ min.}$$

$$\text{tomu odpovídá } v_{opt} = \frac{181,1}{4,4} = 196,7 \text{ m/min.}$$

Hodnoty optimálních řezových rychlostí jsou příliš vysoké a pro praktické použití nevhodné, ale z tohoto postupu je vidět, že z ekonomického hlediska je výhodná snížení trvanlivosti hrnu řezových nástrojů, volbou vyšších řezových rychlostí. Náklady na nástroj jsou jedním faktorem při vypočtu nákladů, rozhodující jsou celkové výrobní náklady. Smluvní např. jen nákladů na nástroje je jednostranný přístup k řešení problematiky nákladovosti [6]. Náklady na nástroje tvoří malé procento rozsahu celkových nákladů, ostatně přímo s napěťové náklady na sudy tvoří daleko větší část.

Stávající řezové podmínky: $n = 90 \text{ l/min}$ tomu odpovídá $v = 70,2 \text{ m/min}$
Trvanlivost hrnu $T = 60 \text{ min.}$

6. ZÁVĚR

Hodnoty tvrdosti zjištované u odlitků na náboji bubnu neodpovídají tvrdostem po obrodu bubnu. Tvrdost po celém obrodu bubnu se výrazně mění /viz. obr. 20/. Se stoupající tvrdostí odlitku rostou podstatně složky řezných sil a tím i krouticí moment M_x . Tento vzrůst řezných sil při vyšších tvrdostech /viz. obr. 27/ a periodické změna síly vlivem střídání jednotlivých tvrdostí po obvodě bubnu během obrábění může mít za následek rozklitání soustavy stroj - nástroj - obrobek. Kmitání při obrábění pak má za následek nejen zhoršení kvality obrobku, což při hrubování tak novější, ale i větší otupení nástroje a větší namáhání stroje, nástroje i obrobku. Zvláště při vzniku nestabilního nářetku, který při obrábění vzniká, je kolísání řezných sil mercantní.

Odestranění chvění je velice zdročné a nákladné, známé docílení vyšší tuhosti stroje i nástroje. Nejjednodušší způsob snížení chvění znamená dodržování stanoveného rozsahu tvrdosti odlitků popřípadě i jeho zmenšováním.

Vliv tvrdosti na obrobiteľnosť temperované perlitické litiny je nejlépe vidět porovnáním rychlostí v_{15} u jednotlivých skupin tvrdostí. Zatím, co u skupiny tvrdosti /180-190/ HB je $v_{15} = 153,5$ m/min., u skupiny tvrdosti /200-210/ HB je $v_{15} = 124$ m/min., pak u tvrdosti /215-225/ HB je v_{15} už jen 113 m/min.

Zvýšená tvrdost klade vysoké požadavky, jak na řezný materiál, tak na celý proces obrábění.

Při dodržování podnikových norm, které předepisují hutím pro temperovanou perlitickou litinu ČSN 42 25 47 tvrdost /160-210/ HB by řezné podmínky, při kterých se daný materiál obrábí bezpečně vyhovovaly, bylo by možné použít vyšších řezných podmínek, a tak zvýšit výkon obrábění.

Na závěr bych chtěl poděkovat za velmi cenné rady, příspomisky a odborné vedení při práci Ing. Vladimíru Gabrieleovi, ing. Zemáčkovi a pracovníků mechanické ochrany a. Rážičkovi za pomoc v mechanické ochraně.

7. SLOZKAM LITERATUZY

- /1/ J. Buda - J. Bačkáš : Teoretické základy obrábania kovov, Alfa, vydavatelstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava 1977
- /2/ G. Lienert : Obrábení. SNTL Praha 1974
- /3/ Vl. Gabriel : Návrh normy metodiky zkoušení flexi-
vosti a ochrabiteľnosti.
Výzkumná správa VŠST Liberec 1974
- /4/ Z. Příkryl - R. Masilková : Teorie obrábění. SNTL Praha 1975
- /5/ Vl. Roček : Příroda obrábění. SNTL Praha 1973
- /6/ J. Udelhoven : Spanische Werkzeuge in der modernen
Fertigung, Taschenbücher TU,
VDE-Verlag GHEN-Düsseldorf 1969
- /7/ J. Medl, V. Schubert : Stanovení vlivu chemických prvků
na ochrabiteľnosť hliníkových sli-
tin. ACTA POLYTECHNICA - Práce
ČVUT v Praze, II. 1975 výdechá kon-
ference
- /8/ Jednotné normatyvy : Vrtadky. Brno 1977