Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: sklářství a keramiky

Fakulta: strojní

Školní rok: 1971/72

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Lukavce Josefa

odbor 04 - 1 - 04 Zaměření na sklářské stroje a zařízení

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

Název tématu: Brousící stroj pro broušení kondensorů.

Pokyny pro vypracování:

V současné době v n.p. Severočeské sklárny, závod 4, Poděbrady se provádí broušení kondensorů na zastaralém zařízení. Tato výroba je náročná na fyzickou práci a stav zařízení je již pro tento způsob výroby nevyhovující.

Úkolem Vaší diplomní práce je provést návrh na rekonstrukci 6-ti vřetenového stroje pro broušení kondensorů tak, aby se odstranila namáhavá fyzická práce a koncepce stroje odpovídala náročnosti výroby.

Zaměřte se na: 1. návrh hnací jednotky
2. uložení brousícího vřetene
3. pohyb brousících ramen

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro státní závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne 13 července 1962-Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze dne 31. 8. 1962 § 19 autorského zákona č. 115/53 Sb.

V 96/72 S

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC I, STUDENTSKÁ 5

Rozsah grafických laboratorních prací: cca 40 stran textu, doložených příslušnými výpočty a výkresovou dokumentací.

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury: Stávající zařízení závodu 4 Poděbrady

Vedoucí diplomové práce: Ing. Josef S I X T A

Konzultanti: Robert Seidl PZF, Severočeské sklárny, n.p. Nový Bor

Datum zahájení diplomové práce: 18. 10. 1971

Datum odevzdání diplomové práce: 7. 7. 1972

L. S.

Prof.Ing.Dr. F. Kotšmíd
vedoucí katedry

ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ LIBEREC
fakulta strojního inženýrství
ŠKOLA 302

Prof. Ing. Dr. F. Kotšmíd
děkan

V Liberci dne 20. dubna 1972

1. O b s a h

	List č.
Titulní list	1
Originál zadání	2
1. Obsah	3
2. Úvod	5
3. Rozbor současného stavu stroje	7
3.1. Broušení kondenzorů v n. p. Severočeské sklárny	7
3.2. Stručný popis dosavadního stroje	7
3.3. Závěry plynoucí z rozboru současného stavu stroje	9
4. Požadavky pro konstrukci brousicího stroje	10
4.1. Hlavní technologické parametry pro broušení kondenzorů	10
4.2. Faktory ovlivňující kvalitu broušení	15
4.2.1. Vliv otáček	15
4.2.2. Vliv velikosti přítlačné síly	16
4.2.3. Vliv tuhosti stroje	16
4.3. Koncepce návrhu brousicího stroje	16
4.4. Upínání obrobků	22
5. Návrh brousicího stroje	23
5.1. Stojan stroje	23
5.1.1. Vana stroje	24
5.2. Brousicí sekce	25
5.2.1. Hnací ústrojí	26
5.2.2. Upevnění vřeteníku	28

D I P L O M N Í P R Á C E

DP - SS - 72 - 12142

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci

Fakulta : strojní

Katedra : sklářství a keramiky

Diplomní práci vypracoval : Josef L u k a v e c

Vedoucí diplomní práce : Ing. Josef Sixta
VŠST Liberec

Konsultanti : Robert Seidl, Severočeské sklárny
Nový Bor

V Liberci, 30. června 1972

5.3. Přítlačná sekce 29
5.3.1. Upínací ústrojí 30
5.3.2. Vodicí ústrojí 33
5.3.3. Provozní a technická data stroje 34
5.4. Ovládací panel 34
5.4.1. Princip hydraulického ovládání 36
5.4.1.1. Vyklápěcí systém 36
5.4.1.2. Upínací systém 39
5.4.1.3. Provozní a technická data hydraulických prvků 41
5.5. Návod obsluhy stroje 46

6. Závěr 47

7. Seznam obrázků v textu 49

8. Seznam příloh 49

9. Seznam použité literatury 49

2. Ú v o d

Československá socialistická republika je v celém světě známá jako země, produkující sklářské výrobky nejvyšší jakosti. Jak v oblasti užitkového, technického, plochého i obalového skla se naše republika řadila v minulosti ke světové špičce. V současné době, kdy sklářský průmysl přechází z ruční individuální práce na velkosériovou výrobu strojní, bude nutné vybudovat v tomto odvětví národního hospodářství nový strojní park, aby si sklářský průmysl špičkové místo ve světě udržel.

Výrobky z technického skla vyžadují nejen úzkostlivé dodržování technologických postupů, ale i velikou přesnost výrobního procesu. Se stále intensivnější vědeckotechnickou revolucí se zvyšují nároky na přesnost výrobků. Je téměř vyloučeno uvažovat o jakékoliv ruční výrobě. Proto je tak důležité podporovat vývoj, případně i výzkum v tomto oboru a zavádět jeho výsledky co nejrychleji do praxe. Je důležité sledovat výsledky výzkumu v celém světě. Nejen zvýšením úsilí pracovníků, ale především pomocí nových technologických postupů a lepších strojů a zařízení lze produktivitu výroby podstatně zvýšit beze ztráty na kvalitě. Respektování zásad racionalizace umožní úspěšně plnit úkoly 5. pětiletky, které předpokládají značný vzrůst výroby, nezbytný k udržení kroku se světovou špičkou.

Do oblasti výroby technického skla se zahrnuje též výroba optického skla, tedy i výroba kondenzorů, počínaje výrobou jejich polotovarů a konče vlastním zpracováním. I zde v plném rozsahu platí výše uvedené zásady.

Tato práce, opírajíc se o osvědčené technologické principy broušení kondenzorů, má přispět k vyřešení rekonstrukce brousicího stroje s vyšší produktivitou práce a s ohledem na zlepšení pracovního prostředí.

3. Rozbor současného stavu stroje

V současné době existuje v naší republice pouze jeden stroj tohoto typu, a to v národním podniku Severočeské sklárny, závod 4 v Poděbradech. V mnohých závodech sice používají též stroje na broušení kondenzorů, avšak tam se nejedná o broušení rovinné (broušení čel), nýbrž o různé druhy broušení sférického.

3.1. Broušení kondenzorů v n. p. Severočeské sklárny

V závodě 4 národního podniku Severočeské sklárny je v provozu šestivřetenový stroj na broušení kondenzorů. Je to velmi starý stroj, podle informace tamních pracovníků, ještě předválečné výroby. Je tedy logické, že jeho koncepce i provedení odpovídá tehdejšímu výrobnímu tempu. Robustní provedení stroje umožnilo sice kolektivu údržbářů a mechaniků provést některé malé úpravy, kterými se zvýšil výkon stroje, ale přesto narážejí neustále na provozní potíže.

3.2. Stručný popis dosavadního stroje

Stroj, který v současné době pracuje v národním podniku Severočeské sklárny, je šestivřetenový brousicí stroj s elektrickým pohonem (viz obr. 1). Základní rozměry stroje jsou : délka 4000 mm, šířka 700 mm a výška 800 mm. Stojan stroje je vyroben z litiny. Pro jednoduchost rozdělme stroj na několik základních částí : brousicí sekci, přítlačný mechanismus a pohon stroje.

Vlastní brousicí sekce je rozdělena na dvě části, a to na hrubovací a jemnicí. Broušení se provádí tak, že na základní litinový kotouč o průměru 350 mm se pokládá menší kotouč, na jehož spodní straně jsou přilepeny kondenzory. Základní kotouč je nasazen na hřídeli vřeteníku, procházejícího vanou stroje a upevněného na stojanu stroje. Kotouč s nalepenými kondenzory je nutno k základnímu kotouči, na němž je volné brusivo, přitlačovat. K tomu slouží přitlačovací zařízení ve formě výměnného závaží. Výměnné závaží se navléká na trn, jehož obrobený konec zapadá do otvoru ve středu kotouče s nalepenými kondenzory. Trn splňuje nejen funkci nosiče závaží, ale především má za úkol vrchním kotoučem periodicky rovinně pohybovat. Proto je možno tento trn nazývat unášecí. Vratný periodický pohyb trnu je realizován pomocí ramene (viz obr. 2), na jehož konci je trn pevně zafixován. Rameno je odlitek, který je na jednom konci, jak bylo právě popsáno, ukončen unášecím trnem a na druhém konci je axiálně pevně uchycen na průběžné, 4000 mm dlouhé tyči (viz obr. 3), umístěné na zadní straně stroje nahoře. Upevnění ramene na tyči je provedeno tak, aby se celé toto rameno mohlo kolem osy tyče vyklápět. Je to z toho důvodu, aby bylo lze po skončení brousicího procesu vysunout unášecí trn z otvoru vrchního kotouče a tento kotouč vyjmout a vyměnit za další. Vratný periodický pohyb ramen je přímo odvozen od posuvného pohybu průběžné, výše již uvedené tyče. Tyč je na stojanu kluzně uložena a na jejím konci je přišroubován palec, zapadající do táhla. Táhlo je ovládáno globoidní vačkou (viz obr. 4). Tato vačka je též umístěna na horním dílu stroje a je poháněna svislým hřídelem, ukončeným v reduktoru. Reduktor je na

obrázku č. 5. Pohon reduktoru je vyřešen pomocí dvou řemenic, z nichž jedna přísluší reduktoru a druhá je přímo součástí vlastního hnacího ústrojí. Základem tohoto hnacího ústrojí je elektromotor o příkonu 2,2 KW/ 380 V. Je umístěn v dolní části stojanu stroje a je k němu připevněn čtyřmi šrouby. Hřídel motoru nese řemenici. Přes ni se přenáší výkon na řemenici hřídele, který probíhá ve spodní části stroje po celé jeho délce (viz obr. 6) a je uložen v kluzných ložiskách. Na konci hřídele je naklínována dříve již popsaná řemenice, sloužící k pohonu globoidní vačky. Na vřeteníky, a tím i na základní kotouče se přenáší výkon z hnacího hřídele pomocí šesti párů šroubových ozubených kol (viz obr. 6). Pod každým vřeteníkem je na hnacím hřídeli naklínováno šroubové ozubené kolo, do kterého zabírá šroubové ozubené kolo stejného průměru, naklínované na volném konci svislého hřídele vřetena. Osy ozubených kol jsou tedy mimoběžné. Žádná z částí stroje není zakrytována.

3.3. Závěry plynoucí z rozboru současného stavu stroje

Brousicí stroj, který pracuje v národním podniku Severočeské sklárny, neumožňuje další zvyšování výrobní kapacity. Úpravy, které na něm byly doposavad provedeny, směřovaly většinou k udržení stroje v provozu. Na výrobu jsou však kladeny neustále větší nároky a proto je nutno počítat s tím, že tento stroj v nejbližší budoucnosti nebude s to pokrýt výrobní kapacitu. Pracovníci národního podniku Severočeské sklárny mají už v současné době značné potíže s provozem tohoto stroje, neboť většina součástek, zejména hnacího

ústrojí, trpí nadměrným opotřebením. Kromě toho je vyklápění ramen, na nichž jsou závaží, značně fyzicky namáhavé. Proto bylo nutné provést rekonstrukci brousicího stroje. Hlavním cílem rekonstrukce bylo vyřešení pohonu stroje a odstranění namáhavého vyklápění unášecích ramen.

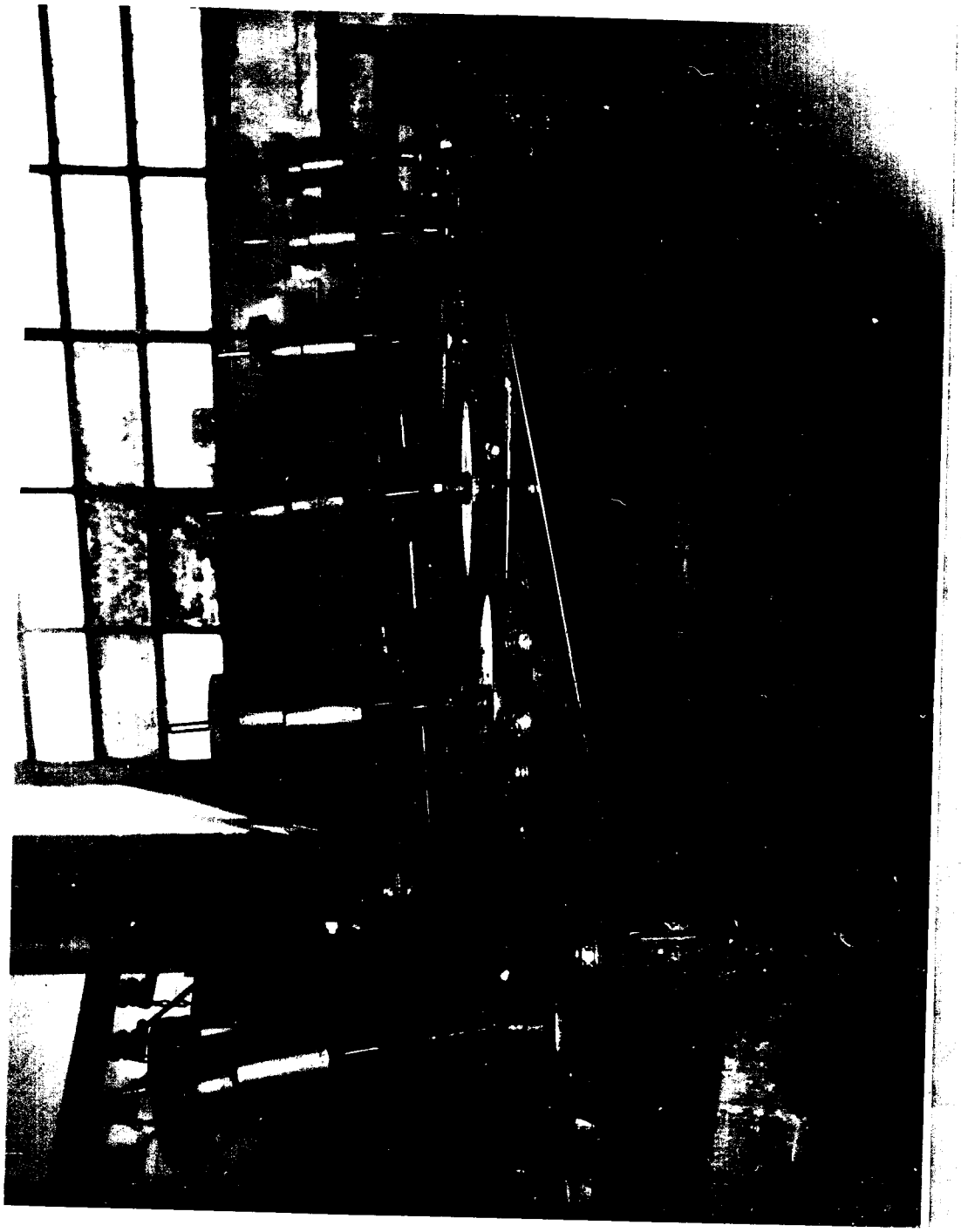
4. Požadavky pro konstrukci brousicího stroje

4.1. Hlavní technologické parametry pro broušení kondenzorů

Broušení kondenzorů se velmi přibližně nechá přirovnat k broušení hladinářskému. Analogickým prvkem je zde především poloha brousicího kotouče, která je s polohou kotouče hladinářského brusu stejná. Na šestivřetenovém brousicím stroji se brousí pouze čela kondenzorů, jedná se tedy o broušení rovinné. Kotouče brousicího stroje jsou vyrobeny z litiny, neobsahují tedy brusný materiál. Mají však na svém povrchu několik soustředných kruhových drážek, které slouží k zadržování brusného materiálu. Používá se zde volného brusiva. Podle technologických podkladů jsou nejvhodnější tyto druhy brusiv :

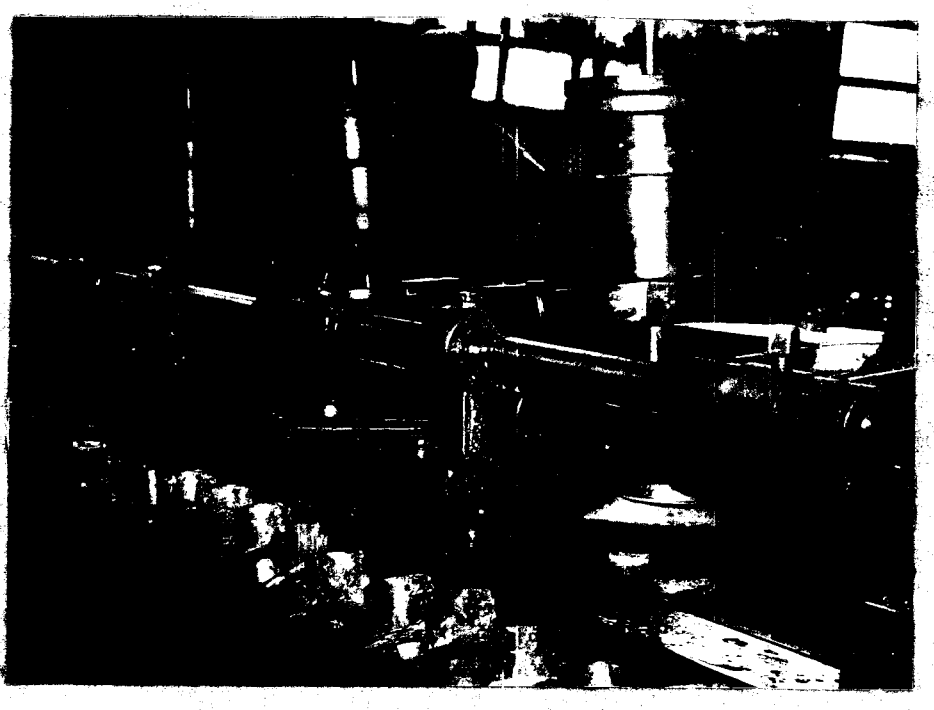
pro hrubování :	siliciumkarbid (zelený, žlutý)	80
	umělý korund hnědý	200
	umělý korund hnědý	70,80
pro jemnění :	umělý korund	M 22

Volba počtu otáček základního kotouče byla provedena na základě empirických poznatků. Požadavek zní 270 ot/min.



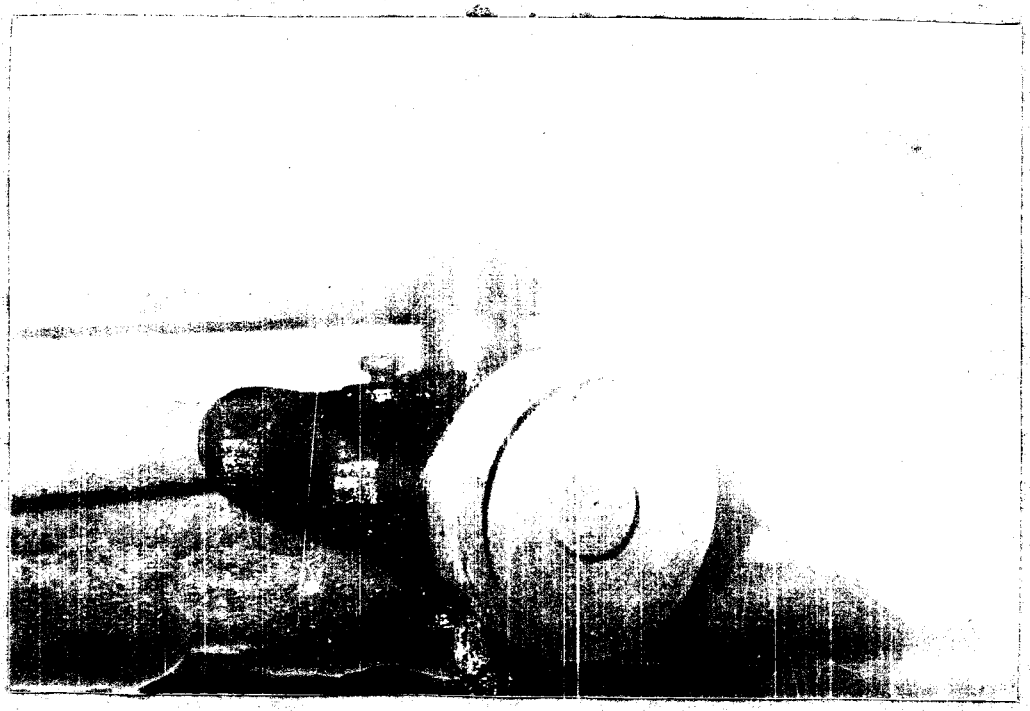
Obr. 1

Obr. 2



Obr. 3

Obr. 4



Obr. 5

Obr. 6

Obr. 7

Obdobně je tomu i s frekvencí unášivého pohybu ramen. Byl stanoven počet 6 kmitů/min. Empiricky byla zjištěna i velikost přítlačné síly, která činí cca 30 kp.

4.2. Faktory ovlivňující kvalitu broušení

Základním kriteriem pro hodnocení technické úrovně každého stroje je kvalita vyrobených kusů. Zvláště u optických výrobků je důležité zajistit jejich velmi dobrou kvalitu. Existuje však mnoho činitelů, ovlivňujících jakost broušení, jež musíme mít na zřeteli. Mezi nejdůležitější faktory, ovlivňující kvalitu výbrusu, patří zejména počet otáček, velikost přítlačné síly, tuhost stroje a vřetena, způsob upnutí obrobku, použití vhodného brusiva, atd... Jednotlivé činitele nelze uvažovat samostatně, neboť spolu všechny souvisí a vzájemně se ovlivňují.

4.2.1. Vliv otáček

Otáčky jsou důležitým faktorem při procesu broušení. Je nutno volit takový počet otáček, který zaručuje dobrou kvalitu obrobení a nemá za následek některé periferní účinky, neblaze působící na výrobní proces. Při nízkých otáčkách dochází k částečnému odvalování brusných zrn a tím se účinnost broušení snižuje. Naopak při enormně vysokých otáčkách opouští brusivo základní kotouč dříve, než je využito k broušení. Je to způsobeno vysokými odstředivými silami. Z tohoto důvodu byly stanoveny optimální otáčky. Jejich hodnota se pohybuje v rozmezí 250 až 290 ot/min. K tomuto závěru dospěli pracovníci víceméně na základě zkušeností,

jelikož nelze použít konkrétních výpočtů v důsledku rozmanitého sortimentu kondenzorů.

4.2.2. Vliv velikosti přítlačné síly

Velikost přítlačné síly je též velmi důležitá pro broušení. Je-li malá, dochází k obdobnému odvalování zrn brusiva, které je popsáno v odstavci 4.4.1. Při extrémním zatížení se brusná zrna pod obrobkem drtí, což má opět za následek zhoršenou kvalitu výbrusu. Velikost závaží se též určuje empiricky.

4.2.3. Vliv tuhosti stroje

Stroj musí být konstruován tak, aby nepříznivé vlivy (chvění, rázy atd ...) byly tuhostí stroje co nejvíce potlačeny. Zde lze uvést jako příklad interakce jednotlivých faktorů (viz článek 4.4.) souvislost mezi počtem otáček a chvěním stroje.

4.3. Koncepce návrhu brousicího stroje

Při rekonstrukci stroje bylo nutno respektovat především technologické zásady pro broušení kondenzorů. Základním požadavkem tedy bylo, provést rekonstrukci stroje beze změny otáček brousicích kotoučů, frekvence pohybu unášecích ramen a velikosti přítlačné síly. Protože se zde jedná o broušení volným brusivem, bylo ponecháno i uspořádání brousicích kotoučů a vřeten. Ve všech ostatních případech jde o nové, pokud možno jednodušší řešení koncepce brousicího stroje. Bylo třeba pozorně uvážit všechny nedostatky stávajícího stroje

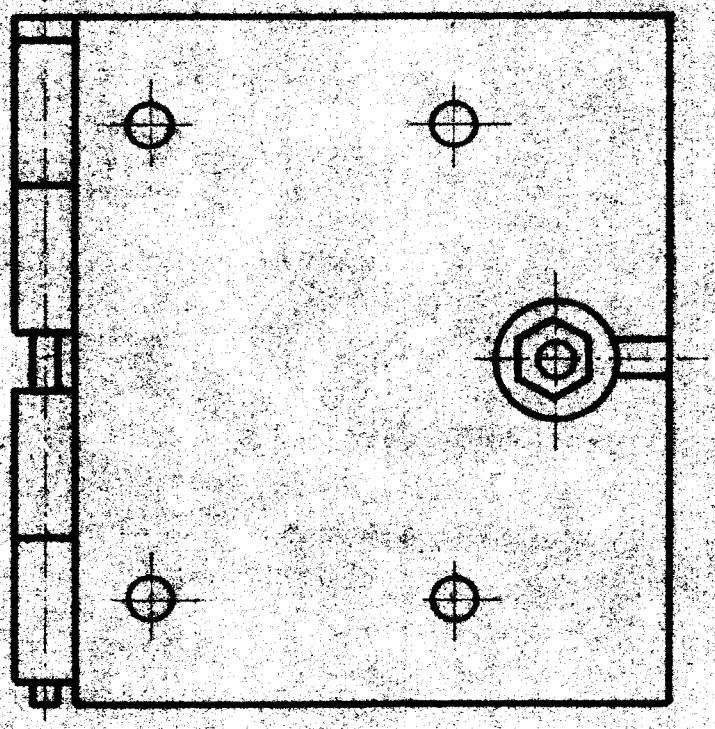
a vyvarovat se takového řešení, které by nevylučovalo provozní potíže. Není totiž účelem snažit se při řešení rekonstrukce za každou cenu o efektní, dosud neužívanou koncepci stroje. Hlavním úkolem je, aby byl stroj spolehlivý v provozu, snadno udržovatelný, s možností eventuelních úprav. Proto byl stroj navržen na základě praxí ověřených, snadno dostupných a na údržbu nepříliš náročných součástí.

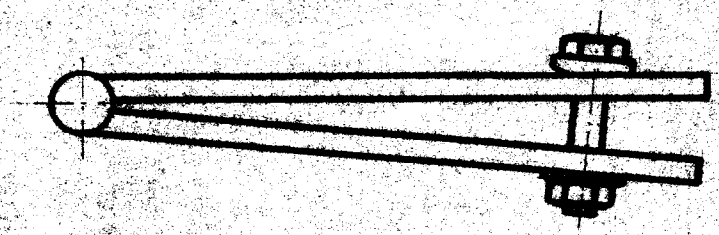
Základním problémem pracovníků Severočeských sklárem byla hnací ústrojí. Vzhledem k tomu, že byl u dosavadního stroje řešen pohon jedním elektromotorem, docházelo při zapnutí k přetěžování motoru, který svým výkonem nestačil uspokojivě uvést do požadovaného pohybu velké setrvačné hmoty všech šesti brousicích stanic. Jednou z největších nevýhod se jevil pohon vřeten centrálním hřídelem přes šroubová ozubená kola. Tím, že bylo vřeteno uloženo pouze ve dvou ložiskách vřeteníku a konec vřetene s ozubeným kolem byl volný, nebyla zaručena jeho dostatečná tuhost. Ani hnací hřídel nebyl uložen tak, aby byla tuhost zajištěna. Kromě toho nebylo možné, v důsledku značné délky hřídele, všechna ozubená kola uchytit tak, aby docházelo ke správnému záběru s kely vřeten, čímž docházelo k jejich enormnímu opotřebení. Právě z tohoto důvodu bylo upuštěno od návrhu, vyměnit šroubová kola za kola kuželová a vřeteníky posunout tak, aby jejich hřídele i hřídele hnací byly v rovině. Nepřicházela v úvahu ani ta eventualita, kdy by motor byl umístěn uprostřed stroje a hnací hřídele by měly poloviční délku. Jako další možnost se nabízelo řešení pomocí řetězových kol (všechny vřeteníky by nesly na hřídelích řetězová kola a ta by byla po celé délce stroje poháněna řetězy), ale toto řešení by bylo poněkud těžkopádné. Kromě toho by zde vyvstaly

problémy s mazáním a velkou hlučností. Jako nejlépe vyhovující se zdá být to řešení, kdy každé z vřeten je poháněno přes řemenový převod vlastním elektromotorem o výkonu 1,1 KW. Elektromotory jsou upevněny na výkyvných deskách, které slouží též jako napínací zařízení pro klínové řemeny (viz obr. 8). Na první pohled by se mohlo zdát, že pořizovací cena šesti elektromotorů je příliš vysoká a řešení by mohlo být shledáno jako neekonomické. Uvažme však tu skutečnost, že ve srovnání s ozubenými kely, která by se musela vyrábět v kusové výrobě, má elektromotor nesrovnatelně vyšší životnost. Tedy tím, že použijeme tohoto řešení, ušetříme během provozu stroje značné částky na reparacích. Je sice pravda, že bude nutné vyměňovat klínové řemeny, avšak jejich cena není vysoká. Kromě toho odpadne problém mazání převodů a pro pracovníky nepříjemné hlučení ozubených kol. Údržba elektromotorů (při správném provedení jejich instalace) je téměř zanedbatelná a výměnu klínových řemenů lze provést snadno a rychle.

Toto uspořádání pohonu stroje si vyžádalo též rekonstrukci stojanu, neboť stávající stojan by nebylo možno adaptovat. Stojan byl navržen převážně z ocelí profilů I 12, U 20 a U 5. Konstrukce stojanu je svařovaná. Oproti původnímu stojanu stroje je délka nově navrženého stojanu 3000 mm, to jest o 1000 mm menší. Je to v důsledku toho, že další zařízení, to jest vyklápěcí a unášecí, byla konstruována tak, aby kromě zajištění požadovaných funkcí zaujímala co nejmenší prostor. Vlastní stojan stroje tvoří 9 svařovaných rámů tvaru C, které jsou kvůli zabezpečení tuhosti spojeny 3 průběžnými profily U 10. Stojan stroje je navržen tak, že všechna poháněcí ústrojí, ať už hydraulické válce nebo elektromotory, jsou umístěna na zadní straně.

VŠST Liberec	BROUSICÍ STROJ	Katedra: Skládství a keramiky
Fakulta strojní		DP 8372-12142 List č.13





Obr. 8

Z toho důvodu stojan nemá na zadní straně žádné příčné výztuhy ani kryt, což umožňuje snadný přístup k elektrometerům, řemenicím i hydraulickým válcům. Protože přichází v úvahu pouze kusová výroba stroje, nebyl stojan konstruován jako odlitek, a to z finančních důvodů.

Vřeteník je uložen v trubce, která ukončuje horní rameno rámu tvaru C. Pro větší tuhost je uložení provedeno tak, že trubka je uvnitř opracována a s vřeteníkem líčuje. Aby byla konstrukce stroje usnadněna, byly použity vřeteníky, které pracovníci závodu běžně používají u hladinářských brusů.

Důležitým zařízením stroje je vyklápěcí sekce. Zabezpečuje vysunutí trnů unášecích ramen. Bylo navrženo vyklápění pomocí hydraulických válců. Oproti původní koncepci vyklápěcího ústrojí je toto řešení výhodnější zejména proto, že odstraní fyzickou námahu při ručním vyklápění. Mohl by nastat ten případ, že zdvih dodávaného válce by byl jiný, než požadovaný zdvih ramen. V případě, že by se jednalo o zdvih menší, nechá se tento nedostatek snadno odstranit použitím většího přípravku pro uchycení pístnice válce. Ve druhém případě nastává nebezpečí zlomení unášecího trnu nebo ohnutí unášecího ramene. Toto nebezpečí je však odstraněno použitím elektromagneticky ovládaných blokovacích ventilů. Ovládání elektromagnetů blokovacích ventilů je realizováno pomocí libovolně nastavitelných mikrospínačů. Ty jsou umístěny na pístnici hydraulického válce. Vymezení krajních poloh vyklápěcího mechanismu závisí tedy pouze na vzájemném posunutí mikrospínačů.

Dalším, hydraulicky ovládaným mechanismem, je unášecí ústrojí. Základní koncepce byla ponechána, a to z technologických důvodů. Změny doznal pohon unášecích

ramen. Původní systém nebyl sice složitý, ale znemožňoval nezávislé spouštění a vypínání obou sekcí. Globoidní vačka, pohánějící nosnou tyč ramen, byla uváděna do pohybu i vypínána zároveň se všemi šesti vřeteny. V důsledku toho, že pracovní časy obou sekcí jsou rozdílné, je nezbytné i individuelní ovládání unášecích ramen obou sekcí. Navržené unášecí zařízení se skládá prakticky ze dvou částí, poněvadž pro každou sekci je k dispozici trojice unášecích ramen s vlastním pohonem i ovládáním. Ramena jsou kluzně uložena na nosné trubce. K výrobě navržených ramen bylo opět použito takových materiálů, které jsou běžně dostupné. S unášecími rameny přímo souvisí unášecí trny a přítlačná závaží. Na konci každého z ramen je náboj s unášecím trnem. Stávající stroj má unášecí trn pevně zafixován na konci ramene. Při návrhu nového stroje bylo přihlédnuto k některým nevýhodám tohoto uspořádání a trn byl do ramene uložen kluzně. Výhody a funkce tohoto uspořádání budou podrobněji popsány v odstavci 5. 3.

Vana stroje byla navržena s ohledem na možnost rozprachu brusiva. Nebylo by účelné krýt vrchní část stroje plexiglasovým krytem, neboť by jeho rozměry byly příliš veliké. Kromě toho by vyvstal další problém -- spřáhnout vyklápění tak rozměrného krytu s vyklápěním ramen. Zdá se být účelnější a jednodušší, vyrobit hlubší vanu, jejíž stěny budou zabraňovat eventuelnímu rozprachu brusiva. Této myšlenky bylo využito pro konstrukci vany. Vana, čelní strana stroje, jakož i boční strany, jsou zakrytovány. Na čelní straně krytu stroje jsou vyříznuty podélné otvory, jimiž je možno vkládat a vyjímat nástroje z odkládacích krabic.

Ovládání stroje je vyvedeno do panelu ovládací skříně, umístěné v těsné blízkosti stroje. V zájmu

bezpečnosti práce i bezporuchového chodu stroje jsou všechny elektrické hnací elementy jištěny jak tepelně, tak i proti zkratu. Ovládací skříň obsahuje též hydraulický agregát. Celkový podrobný popis ovládání stroje je uveden v odstavci 5.4.1. a 5.4.2. Schema návrhu ovládacího panelu je uvedeno v odstavci 5.4.

Je tedy patrno, že celková koncepce navrženého stroje se značně liší od koncepce stroje původního. Bylo zde však v maximální možné míře použito osvědčených součástí. Můžeme tedy předpokládat, že nově navržený stroj bude pracovat bez větších potíží a svým výkonem bude přinejmenším dosavadnímu stroji rovnocenný.

4.4. U p í n á n í o b r o b k ů

Při broušení kondenzorů musí být dobře zajištěno jejich upnutí. nesmí dojít k sebemenšímu uvolnění žádného z kondenzorů, neboť by pak nastalo jednak posunutí, respektive natočení roviny výbrusu, nebo k úplnému uvolnění obrobku, což by mělo za následek poškození všech ostatních obrobků. Upínání se provádí tak, že se obrobky lepí na litinový kotouč (kotouče jsou různých průměrů a tloušťek) a teprve po důkladném přilepení se přikládají na základní kotouče k vlastnímu broušení. Kondenzory je možno lepit různými druhy lepidel. Podle zkušeností pracovníků národního podniku Severočeské sklárny se pro tento účel nejlépe osvědčila směs několika druhů tmelů, k nimž se jako pojivo používá včelí vosk.

5. N á v r h b r o u s i c í h o s t r o j e

Pro snadnější orientaci je možno brousicí stroj rozdělit na několik hlavních částí. Na stojan stroje (výkres č. DP-SS-72-12142-01), brousicí sekci (výkres č. DP-SS-72-12142-01), hnací ústrojí (výkres č. DP-SS-72-12142-01, list č. 1), zvedací ústrojí (výkres č. DP-SS-72-12142-01, list č. 3, č. 4) a unášecí ústrojí (výkres č. DP-SS-72-12142-01, list č. 2, č. 3, č. 4). Systém ovládání stroje je patrný z obrázku č. 10. Ovládací skříň stroje je na výkrese č. DP-SS-72-12142-00, list č. 1.

5.1. S t o j a n s t r o j e

číslo výkresu DP-SS-72-12142-01, list č. 1

Stojan brousicího stroje (pos. 01) je svařovaný, převážně z tyčí průřezu I. Základ tvoří devět rámů tvaru C, svařených z tyčí profilu I 12. Oba krajní rámy a rám prostřední nemají prakticky nosnou funkci, nýbrž slouží k upevnění krytu a vany stroje. Svařované rámy jsou pevně spojeny 3 tyčemi profilu U 20. Jedna tyč je přivařena k horní ploše spodního ramene rámu, zbylé 2, přivařené ke spodní ploše, tvoří zároveň jakýsi podstavec stroje. Ostatních 6 rámů (tj. kromě výše uvedených 3 rámů) tvoří nosnou konstrukci pro základní kotouče a vřeteníky. Horní rameno každého rámu je ukončeno trubkovým držákem vřeteníku. Ten je k rameni přivařen a vyztužen žebry. K držáku vřeteníku je přivařena tyč profilu U 5, která podpírá převislou část vany stroje. Všechny rámy jsou ještě spojeny 2 deskami tloušťky 10 mm a délky 1500 mm, které jsou přivařeny k horním plochám vrchních ramen rámů. Tato průběžná výztuha slouží též

jako základna pro upevnění vyklápěcího zařízení. K tyčím profilu U 5, přivařeným k pouzdrům vřeteníků, je přivařena tyč stejného profilu, která, stejně jako krajní a prostřední rámy, slouží k uchycení krytu stroje. K těmto tyčím jsou přivařeny další, umožňující připevnění krytu ve svislém směru. Kryt stroje (pos. 05) je z plechu o tloušťce 1 mm a je k rámu připevněn šrouby (pos. 26) s podložkami (pos. 31). Zadní strana stroje kryta není. Je to proto, aby mohla být snadno provedena oprava na hnacím zařízení, nebo na hydraulickém či elektrickém rozvodu. Na čelní straně krytu jsou vyříznuty otvory, z vnitřní strany jsou k jejich okrajům přibodovány plechové krabice, sloužící k odkládání nářadí.

5.1.1. Vana stroje

Vlastní bezprostřední krytí kotoučů zajišťuje vana stroje (pos. 10). Kromě ochranné funkce musí zabezpečovat do jisté míry i tuhost uložení vřeten. Vana je umístěna v horní části stroje. Její upevnění ke stojanu (pos. 01) je provedeno tak, že dno vany je připevněno k rámům tvaru C, respektive k jejich horním plochám, pomocí šroubů (pos. 24). Vzhledem k tomu, že dno vany má mírný sklon, sloužící k odvádění brusiva, jsou pod hlavami šroubů podložky s úkosem (pos. 11). Ze stejného důvodu je použito podložek s úkosem (pos. 12) mezi rámem a vanou. V přední části stroje tvoří nosnou plochu vany průběžná tyč profilu U 50, která je svařena s předními konci všech rámů tvaru C. Šrouby (pos. 24), procházející těmito profily, jsou staženy maticemi (pos. 27). Na zadních stranách rámů jsou do profilů

vyvrtány otvory se závity. Přední stěna vany má vyvrtané otvory se závity pro šrouby (pos. 26) krytu stroje (pos. 05). Ve dně vany jsou vyvrtány odpadové otvory se sítky (pos. 22) a otvory pro provlečení vřetenníků. Celá vana je rozdělena, dle sekcí, na dvě části, hrubovací a jemnicí, oddělené od sebe svislou přepážkou. Vana je navržena z plechu o tloušťce 2 mm. Bude zřejmě nejvýhodnější, budou-li se díly vany spojovat letováním.

5.2. B r o u s i c í s e k c e

číslo výkresu DP-SS-72-12142-01, list č. 2, č. 3

Brousicí agregát je tvořen dvěma brousicími sekcemi, hrubovací a jemnicí. Každá z obou sekcí sestává ze 3 základních kotoučů (pos. 02), na něž se pokládají kotouče s nalepenými kondenzory. Základní kotouče jsou tedy hlavní částí brousicího agregátu. Kotouče jsou litinové, o průměru 400 mm a tloušťce 25 mm. Oproti původním rozměrům kotoučů jsou na průměru o 50 mm větší. K této úpravě došlo po dohodě s pracovníky závodu. Základní kotouče jsou upevněny na vřetenech pomocí per. Vřetena jsou uložena ve vřetenících (pos. 44), mazaných tukem. Všechna vřetena jsou ponořena ve vaně stroje (pos. 10), jednotlivé sekce jsou od sebe odděleny půlící přepážkou. Vřetena jsou poháněna přes řemenový převod (pos. 45, 07, 08, 39). Jeho výpočet je uveden v odstavci 5.2.1. Provozní počet otáček kotouče činí 270 ot/min. Vzhledem ke značně velkému průměru kotoučů je obvodová rychlost vyšší než 10 m/sec a v důsledku toho bude docházet k odlétávání brusiva. Aby bylo zamezeno nežádoucímu ulpívání brusiva na pohybových součástech stroje, je na vyklápěcím

rameni (pos. 06) navařen plechový kryt. Unášení vrchního kotouče s kondenzery je vyřešeno pomocí unášecího trnu, na němž jsou navléknuta závaží.

5.2.1. Hnací ústrojí

číslo výkresu DP-SS-72-12142-01

Jak bylo uvedeno v odstavci 5.1., děje se pohon vřeten přes řemenový převod. Hnacím agregátem je zde 6 třífázových asynchronních elektromotorů, výrobků MEZ Mohelnice, typu AP 100L-8 (pos. 45) o výkonu 1,1 KW (tj. 1,5 K) a otáčkách 700 ot/min (750 synchronních). Každý z elektromotorů je upevněn 4 šrouby na plechové desce (pos. 13) o rozměrech 8 x 300 x x 250 mm. Tato deska je otočně připevněna k rámu stroje pomocí čepu (pos. 14). Otočné uložení umožňuje napínání řemenů (pos. 39). Napínací zařízení je na obr. 8. Na hřídeli motoru je přes pero upevněna řemenice (pos. 07) o průměru 90 mm a přes 3 klínové řemeny (pos. 39) se přenáší výkon na řemenici o průměru 230 mm (pos. 08), upevněnou na vřetenu. Obě sekce, to jest obě trojice motorů, mají samostatné ovládání. Kromě toho jsou motory každé sekce spojeny paralelně, s tepelným jištěním. Je to pro případ, kdyby nastala porucha na některém z motorů.

Výpočet řemenového převodu

Průměr brousicího kotouče D_k = 400 mm, n_m = 700 ot/min, N = 1,1 KW

Optimální obvodová rychlost brousicího kotouče je 8 - 12 m/s, tedy pro v = 11,5 m/s jest

$$n_v = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_k} = \frac{60 \cdot 5{,}7}{3{,}14 \cdot 0{,}4} = 270 \text{ ot/min}$$

$$i = \frac{n_v}{n_m} = \frac{270}{700} = 0{,}39$$

Zvolíme-li průměr $D_{1r} = 90$ mm, pak nejbližší odpovídající doporučený průměr pro druhou řemenici je $D_{2r} = 100$ mm. Pro náš případ však tento průměr nepřichází v úvahu, neboť musíme redukovat 700 ot/min na 270 ot/min. Je to způsobeno tím, že katalogy uvádějí motory o minimálním počtu otáček 700 ot/min.
Proto musíme počítat přímo se skutečným převodovým poměrem, z čehož plyne

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{700}{270} = 2{,}58$$

$$i \cdot D_{1r} = D_{2r} = 2{,}58 \cdot 90 = 230$$

tedy $D_{2r} = 230$ mm

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{D_{2r} - D_{1r}}{2a} = \frac{230 - 90}{2 \cdot 230} = 0{,}326 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = 36^\circ\ 10'$$

$$\beta = 180 - \alpha = 143^\circ\ 50'$$

Pro výpočet střední délky řemene můžeme pro úhel opásání $\beta > 140^\circ$ použít vztah

$$l_p = \frac{D_{2r} + D_{1r}}{2} + 2a + \frac{(D_{2r} - D_{1r})^2}{4a} =$$

$$= \frac{230 + 90}{2} + 460 + \frac{(140)^2}{920} = 832 \text{ mm}$$

Střední délka l_p se přepočte na vnitřní délku l_v dle vztahu $l_v = l_p - \Delta_p = 832$ mm $- 33 = 799$ mm

Δ_p jest určena z tabulek.

Nejbližší vhodná normalizovaná délka činí $l_v = 800$ mm

Skutečná délka řemene $l_p = l_v + p = 800 + 33 = 833$ mm

Volíme řemen 13 x 8 x 800

Obvodová rychlost řemene v :

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,09 \cdot 700}{60} = 3,75 \text{ m/s}$$

Tato rychlost řemenu vyhovuje.

Výkon přenášený jedním řemenem $N_1 = 0,7$ KW

Skutečný výkon

$$N_{sk} = N_1 \cdot \frac{C_1 \cdot C_3}{C_2} = 0,7 \cdot \frac{0,9}{1,1} \cdot 1 = 0,58$$

Hodnoty konstant C_1, C_2, C_3 byly určeny z tabulek.

Počet řemenů

$$i_ř = \frac{N}{N_{sk}} = \frac{1,48 \text{ [K]}}{0,58} = 2,6$$

K přenesení výkonu je nutno použít 3 řemenů 13 x 8 x 800 ÚN 02 3110.

5.2.2. Upevnění vřeteníku

Vřeteník (pos. 44) patří k těm součástem stroje, které musí být velmi pevně uchyceny. U vřeteníku je tuhost zvláště nutná, neboť na jeho jednom konci působí síly od řemenového převodu a na druhém konci zase dochází ke značným silovým účinkům v důsledku

velkých setrvačných hmot obou kotoučů i broušených kondenzorů. Vřeteník je upnut jak k samotnému rámu stroje, tak i k vaně stroje. Upevnění k rámu stroje musí zaručovat co největší tuhost, musí však také zajišťovat svislé ustavení vřetene. Vzhledem k tomu je vřeteník k rámu (pos. 01) upevněn tak, že je do silnostěnné trubky, přivařené k hornímu rameni rámu tvaru C, nalícován. Proto je nutno, aby všechny trubky byly opracovány až po jejich přivaření k rámům tvaru C. Na horních krajích trubek jsou přivařeny kruhové desky z pancéřového plechu, které mají zabezpečit připevnění vřeteníků k vaně. Vřeteník má totiž ve své vrchní části víko s labyrintovou ucpávkou, přecházející do příruby, která spočívá na dně vany. Po provlečení vřeteníku otvorem ve dně vany je nutno vyvrtat do dna otvory tak, aby souhlasily s otvory v přírubě vřeteníku. Otvory procházejí i kruhovou deskou, přivařenou k trubce rámu. V otvorech desky se musí vyříznout závity. Mezi přírubou vřeteníku a dnem vany (pos. 10) i mezi dnem vany a kruhovou deskou jsou pryžová těsnění (pos. 21). Vřeteník je připevněn k vaně (která je pevně přišroubovaná ke stojanu) čtyřmi šrouby (pos. 24), s pružnými podložkami (pos. 29). Takovéto uložení vřeteníku zamezuje chvění a umožňuje jeho rychlou eventuelní výměnu.

5.3. P ř í t l a č n á s e k c e

číslo výkresu DP-SS-72-12142-01, list č. 1, č. 3

Přitlačování vrchního kotouče s kondenzory k základnímu kotouči stroje je jedním z velmi důležitých technologických požadavků. Brousicí stroj má celkem 6 přítlačných sekcí. Každá z nich je prakticky součástí

unášecího ramene. Na konci každého unášecího ramene je přivařena objímka, ve které je kluzně uložen unášecí trn (pos. 17). Trn je vyroben tak, že se nenechá objímkou protáhnout. Brání tomu osazení, které naráží svojí spodní plochou na vrchní plochu objímky unášecího ramene (pos. 06). Osazení zároveň slouží jako nosná plocha pro závaží, která se navlékají zhora na trn. Tím, že unášecí trn zapadá do kotouče s kondenzory, působí na kotouč bezprostředně i váha závaží na trnu navlečených. K vybavení stroje náleží 40 kusů závaží, každé o váze 5 kg. K vyvozování přítlačné síly nelze použít hydraulických válců (pos. 43) i přesto, že by se snadno, zvětšením zdvihu hydraulického válce, přitlačení dosáhlo. Potíž spočívá v tom, že v důsledku širokého sortimentu obráběných kondenzorů nemohou být konstantní přítlačné síly. Proto by se celý hydraulický systém musel pro každý druh kondenzorů přesně seřídit. To však vyžaduje odbornou znalost hydraulických systémů, která se však u brusičů nedá předpokládat. Zde je důležitá jednoduchá a rychlá manipulace a tu navržené přítlačné zařízení splňuje.

5.3.1. Unášecí ústrojí

číslo výkresu DP-SS-72-12142-01, list č. 2, č. 3

Abychom dosáhli cykloidálního pohybu obrobku, je nutné, aby kotouč s kondenzory vykonával vratný přímočarý pohyb. Vlastní unášecí zařízení je uspořádáno tímto způsobem. Na ramena nosné trubky (pos. 04) jsou horizontálně výkyvně uložena unášecí ramena (pos. 06). Uložení je provedeno pomocí čepů ramen základní trubky a pouzder unášecích ramen. Pro jednoduchost uvažujme ramena jednotlivě, a to počínaje od středu stroje.

Rameno je svařované a je vyrobeno stejným způsobem, jako rameno základní nosné trubky (pos. 04). Na jednom konci je rameno zúženo a je k němu přivařeno pouzdro, ve kterém je kluzně uložen unášecí trn (pos. 17). Geometrický střed ramene tvoří pouzdro, které umožňuje jeho kývavý pohyb kolem čepu ramene nosné trubky (pos. 04). Druhý konec ramene je uzpůsoben tak, aby na něj bylo možno uchytit vidlici pístnice pracovního hydraulického válce (pos. 42). Tento válec obstarává vratný pohyb ramene. Válec je opět oboustranně výkyvně uchycen mezi unášecí rameno a rameno nosné tyče. Vidlice hydraulického válce a pístnice jsou k oběma ramenům připevněny pomocí čepů (pos. 38). Oba čepy jsou opět jištěny závlačkami (pos. 33). Kluzné uložení ramene je nutno pečlivě mazat. Proto je na horní ploše pouzdra ramene (jakož i u všech ostatních ramen) instalována Stauferova maznice (pos. 37). Pohánět všechna ramena samostatně by bylo zbytečné a krajně neekonomické. Proto je zde pohyb ostatních ramen odvozen od ramene, bezprostředně poháněného hydraulickým válcem tak, že všechna ramena se pohybují jako jakýsi paralelogram. Každé rameno (tedy i rameno hnané) má na horní ploše navařen čep. Všechna ramena jsou spojena táhlem (pos. 15), které má vyvrtané otvory, do nichž čepy ramen přesně zapadají. Aby nedocházelo (v důsledku nepřesného opracovnání přivařených čepů na horních plochách ramen) k nežádoucím vůlím, jsou mezi horními plochami ramen a táhlem umístěny podložky (pos. 32). Všechna unášecí ramena spočívají vlastní vahou na horních plochách ramen nosné trubky a tím je zjednodušeno vysouvání unášecích trnů z nábojů vrchních kotoučů.
Je zřejmé, že je zde popsán systém unášecího ústrojí pouze pro 1 sekci, neboť i pro sekci druhou je unášecí ústrojí totéž. Vraťme se nyní ještě k významu kluzného

uložení unášecího trnu. Kdyby byl unášecí trn (pos. 17) na konci unášecího ramene (pos. 06) pevně zafixován, mohly by nastat v důsledku seřízení hydraulických válců (pos. 43) na konstantní zdvih, 2 extrémní případy, jimž je nutno zamezit.

1./ Při sklápění ramen se pístnice hydraulického válce (pos. 43) vysouvá až do polohy, ve které se rozepnou kontakty blokovacího mechanismu a ten přeruší dodávku hydraulické kapaliny do válce. Jestliže pracovník nalepí kondensory na kotouč, jehož hloubka otvoru pro unášecí trn je malá, narazí trn na dno otvoru dříve, nežli rameno zaujme horizontální polohu, ve které se samočinně vypíná pracovní válec. Pístnice válce neustále tlačí na rameno a přes něj i na unášecí trn, který se buď zdeformuje nebo zlomí.

2./ Při použití kotouče o menší tloušťce sice rameno dospěje do horizontální polohy a pracovní válec přeruší činnost, avšak unášecí trn nebude ponořen dostatečně hluboko v otvoru kotouče a při unášivém pohybu bude z otvoru vybíhat.

Kluzné uložení unášecího trnu umožňuje použití kotoučů o libovolné tloušťce. V prvém případě bude trn v průběhu klesání ramene z pouzdra vyjíždět a ve druhém případě, po ustavení ramene do horizontální polohy, trn klesne vlastní vahou až na dno otvoru kotouče. Frekvence kmitů unášecích ramen se nechá snadno regulovat škrtícími ventily hydraulického rozvodu. Pro současnou technologii broušení kondensorů byla stanovena četnost 6 kmitů za vteřinu, což hydraulický systém pohonu bezpečně zaručuje.

5.3.2. Zvedací ústrojí

číslo výkresu DP-SS-72-12142-01, list č. 1, č. 3

Po skončení pracovního cyklu je třeba vyjmout kotouč s kondenzory. To však lze provést tehdy, jsou-li unášecí ramena s trny v odklopené poloze. Konstrukce tohoto stroje má za úkol usnadnit i tuto, dříve ručně vykonávanou práci. Proto je problém vyklápění řešen hydraulicky. Vyklápění se děje tak, že pro každou sekci se pohybují všechna 3 ramena současně. Ramena jsou svařena z plechových pásů o tloušťce 8 mm, spodní stranu tvoří žebro. Na volném konci ramen jsou přivařeny plechové desky, které mají za úkol srážet do vany odlétající brusný materiál. Ve vzdálenosti 250 mm od osy trnu je k horní ploše ramene svisle přivařen čep o průměru 40 mm, který slouží jako otočný bod unášecího ramene, jak bylo popsáno v odstavci 5.3.1. Konec ramene je přivařen k truboe o průměru 70 mm (pos. 04), která je vlastně nosníkem všech 3 ramen. Ramena a nosná trubka tvoří tedy jeden celek. Tím je zajištěn současný pohyb všech ramen. Trubka je umístěna v zadní části stroje nahoře a probíhá po celé délce každé z obou sekcí. Na obou koncích je obrobena a kluzně uložena v ložiskových tělesech (pos. 23) s bronzovými výstelkami (pos. 19). Tělesa jsou připevněna 4 šrouby (pos. 23) na desce, která byla již dříve popsána. Zvedání ramen obou sekcí je ovládáno nezávisle na sobě a to z důvodu rozdílnosti obráběcích časů. Vlastní vyklápění vykonává hydraulický válec (pos. 43), výrobek n. p. Technometra Semily, typu PNT 119151.196. Válec je oboustranně výkyvně uložen. Pístnice s vidlicí je uchycena čepem (pos. 38) na žebru výkyvného ramene a stejným způsobem je uchycena i vidlice válce na rámu. Oba čepy jsou jištěny závlačkou

(pos. 33). Hydraulický válec působí bezprostřední silou pouze na prostřední rameno. Při jeho umístění na některém z krajních ramen by mohlo dojít k nežádoucímu rozkladu sil a tím i ke křížení nosníku ramen v ložiskových tělesech. Nežádoucí axiální pohyb ramen je omezen tím, že na obou koncích nosníku ramen jsou pojistné kroužky (pos. 35).

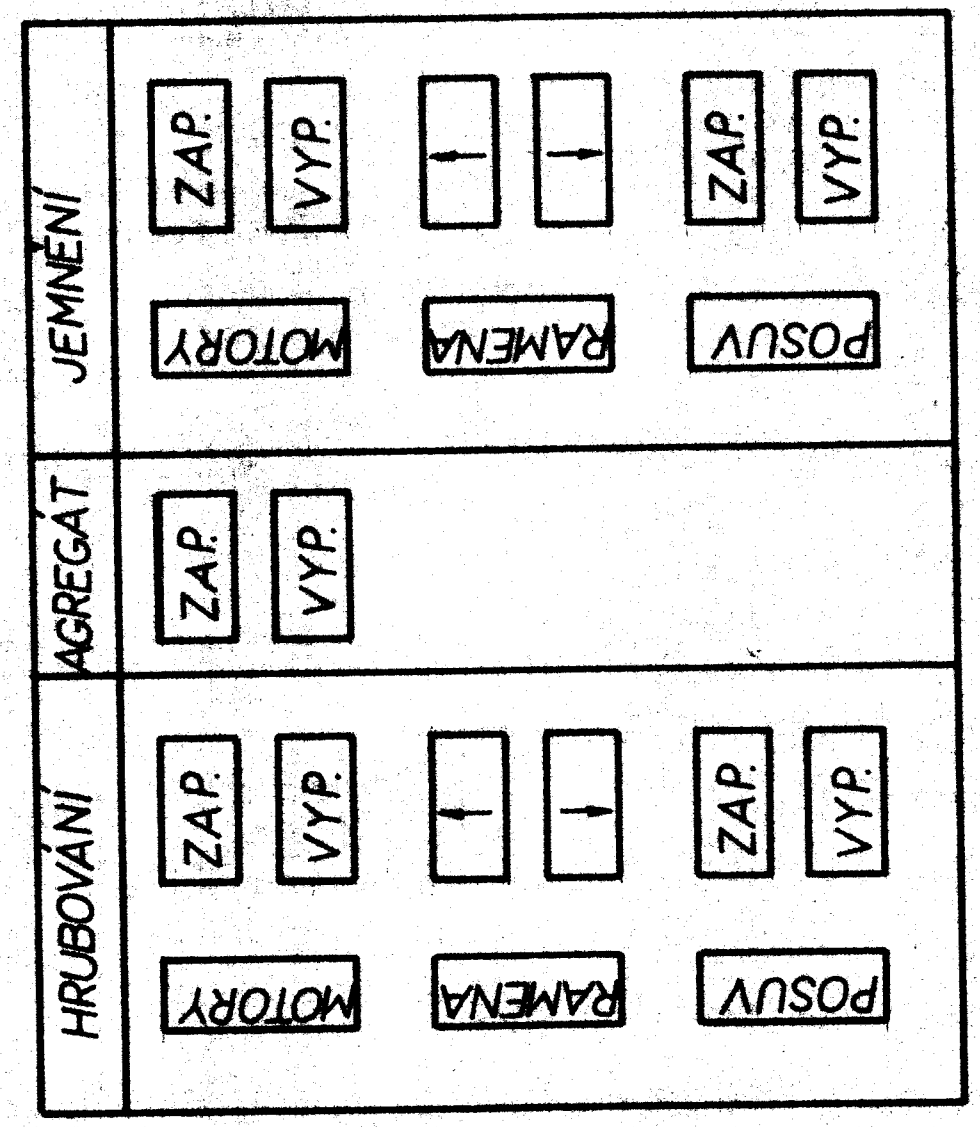
5.3.3. Provozní a technická data stroje

Rozměry stroje :	šířka	700 mm
	délka	3500 mm
	výška	900 mm
počet brousicích kotoučů		6
výška kotoučů nad zemí		800 mm
průměr kotoučů		400 mm
otáčky kotoučů		270 ot/min
amplituda unášecích ramen		60 mm
váha jednotlivých závaží		5 kg
příkon jednotlivých hnacích motorů		1,1 KW/380 V
otáčky jednotlivých hnacích motorů		700 ot/min
příkon motoru hydraulického agregátu		0,75 KW/380 V
celkový příkon stroje		7,35 KW/380 V

5.4. O v l á d a c í p a n e l

číslo výkresu DP-SS-72-12142-00

Ke stroji přísluší též rozvodná skříň (pos. 01), jejíž vrchní část tvoří ovládací panel (viz obr. 19). Vlastní ovládací panel je rozdělen na 3 části, hrubovací, ovládání hydraulického agregátu a jemnicí část. Obě sekce (hrubovací i jemnicí) mají stejná tlačítka. Pro motory a unášecí pohyb " ZAP " a " VYP ", pro zvedání


HRUBOVÁNÍ
AGREGÁT
JEMNĚNÍ
MOTORY
ZAP.
VYP.
RAMENA
POSUV
ZAP.
VYP.

Obr. 10

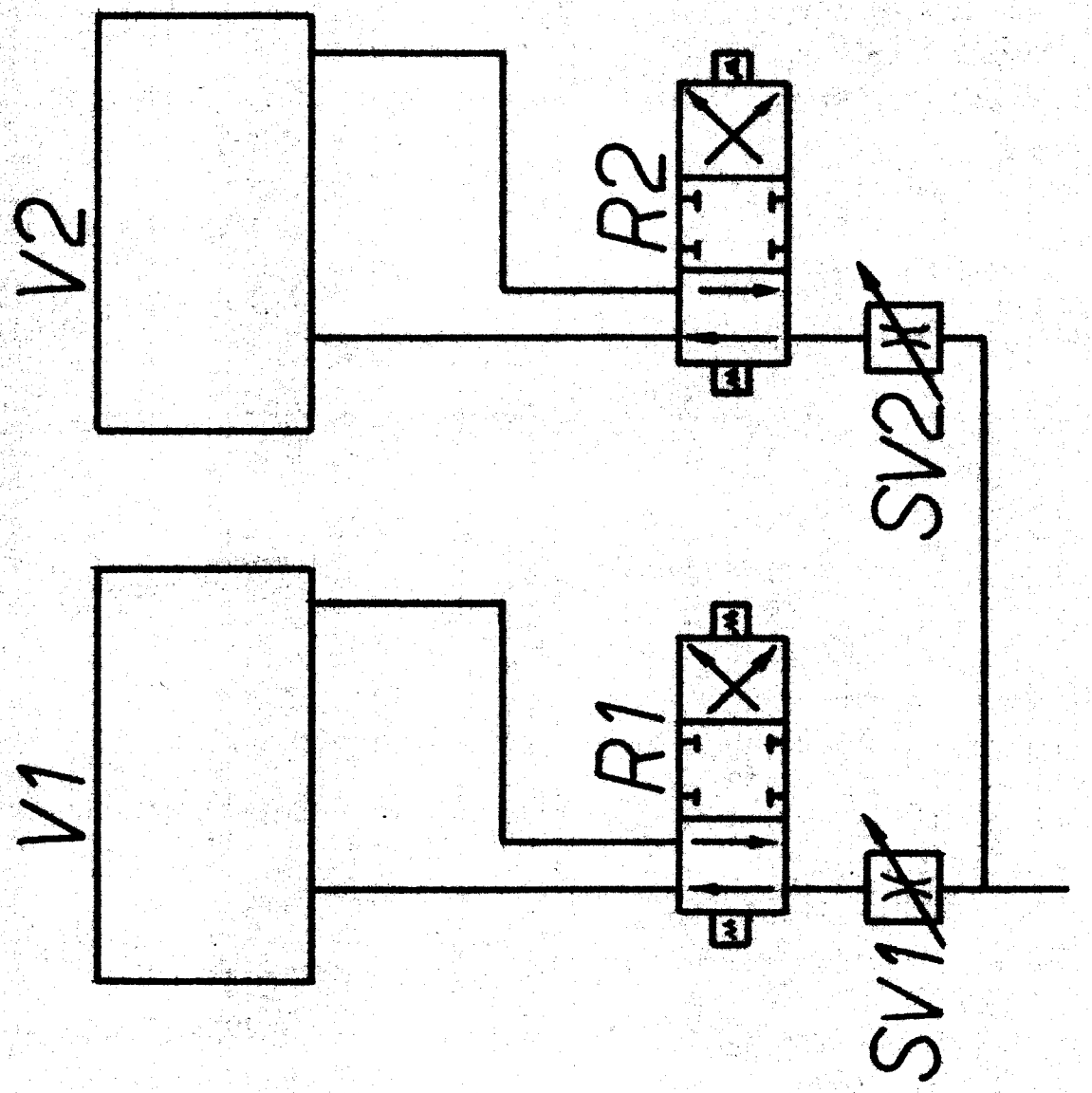
a sklápění ramen jsou tlačítka se symboly ↑ a ↓ . Ovládání hydraulického agregátu je zprostředkováno opět tlačítky " ZAP " a " VYP ". Ke každé dvojici ovládacích tlačítek přísluší též štítky nesoucí označení o ovládání toho kterého agregátu. Ve spodním prostoru skříně je umístěn hydraulický agregát se všemi regulačními elementy, pod panelem jsou instalovány elektromagnetické stykače.

5.4.1. Princip hydraulického ovládání

Celý hydraulický systém je rozdělen na dvě části a to na hydraulický obvod ovládající vyklápění ramen a obvod ovládající vratný pohyb ramen.

5.4.1.1. Vyklápěcí systém

Systém vyklápění ramen je znázorněn na obr. 11. Z hydraulického agregátu jde hydraulická kapalina nejdříve do škrticího ventilu " SV ". Odtud pokračuje do třípolohového čtyřcestného rozvaděče " R ", který je elektromagneticky ovládán. Rozvaděčem projde kapalina do hydraulického válce " HV ". Po zapnutí hydraulického agregátu a přestavení rozvaděče do levé krajní polohy začne obvodem procházet kapalina a válec začne pracovat. Na pístnici hydraulického válce jsou instalovány mikrospínače, které vymezují pracovní zdvih. Po sepnutí mikrospínače se rozvaděč přestaví pomocí elektromagnetu do střední polohy a válec přestane pracovat. K opětnému uvedení do pohybu je nutno přestavit šoupátko rozvaděče do pravé krajní polohy a to pomocí tlačítka na ovládacím panelu (viz odst. 5.4., 5.5.). Protože ovládání obou sekcí stroje musí být na sobě nezávislé, bylo též použito



Obr. 11

dvou totožných, na sobě však nezávislých hydraulických obvodů. Pro celou hydraulickou instalaci bylo použito hydraulického agregátu typu IHA 2, výrobku n. p. Nářadí Praha, závod Vrchlabí. Je to osvědčený agregát, k jehož provozu je však nutno dodržet tyto zásady :

1/ používat olej 20 - 50 cSt
2/ běh se zatížením při 20° C
3/ při chodu za teplot vyšších než 60° C zajistit chlazení
4/ trubky a hadice před plněním pečlivě vyčistit
5/ po naplnění nádrž prachutěsně uzavřít
6/ první výměna oleje po 500, další po 2000 provozních hodinách
7/ při výměně oleje vymýt nádrž, filtry a vyměnit vložky v tlakovém filtru.

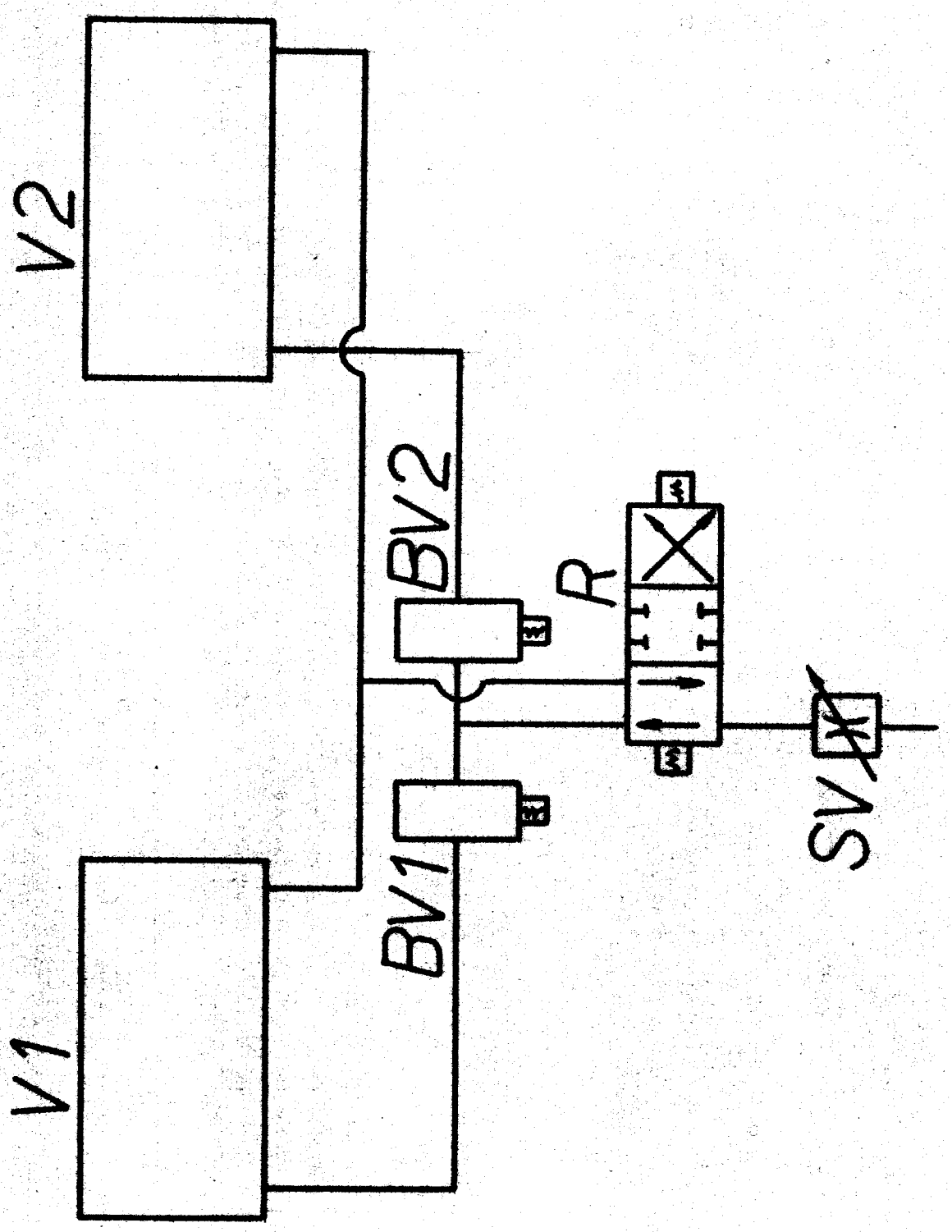
Jako škrticího elementu je použito škrticího ventilu typu JHMR 10, který je opět výrobkem n. p. Nářadí Praha. Tento ventil slouží k řízení rychlosti pohybu hydraulického válce v systémech s regulací škrcením, při použití čerpadel s konstantním dodávaným množstvím kapaliny. Rozvaděč je typu RSPe 4310-310, opět výrobek n. p. Nářadí Praha. Jedná se o element, jehož funkce je popsána v označení jednotlivými písmeny takto : rozvaděč šoupátkový přímočarý, s elektromagnetickým ovládáním, 4 cestný, 3 polohový, jmenovitá světlost 10, přívody zespodu. Hustota spínání tohoto rozvaděče je 2400 sepnutí/hodinu, maximální přestavná doba činí 0,1 sec. Je povolena pouze jeho vodorovná montáž. Pracuje s doporučenými kapalinami T3, T4 dle ČSN 656620, tj. rozsah viskozit 18 - 40 cSt, rozsah teplot + 20 - + 50° C. Použitý hydraulický válec je typu PNT 119151.196, výrobek n. p. Technometra Semily. Jedná se o válec s oboustranným připevněním vidlicemi. Válce jsou dodávány o různých délkách, dle poža-

dovaného zdvihu. Pro vyklápěcí systém je zapotřebí :

2 válce typu	PNT 119151.196
2 rozvaděče typu	RSPe 4310-310
2 škrticí ventily typu	JHRM 10
4 vysokotlaké hadice typu	631 HV, JS 10

5.4.1.2. Unášecí systém

Schema tohoto systému je uvedeno na obr. 12. Hydraulická kapalina jde z hydraulického agregátu do škrticího ventilu " SV ". Z něho jde dále do elektromagneticky ovládaného třípolohového čtyřcestného rozvaděče " R ". Odtud vychází kapalina a rozvětvuje se k hydraulickým válcům " V1 " a " V2 ". Pohyb obou válců je však opět ovládán nezávisle na sobě a to pomocí blokovacích ventilů " BV1 " a "BV2 ". Popišme nyní práci systému, chceme-li, aby pracoval pouze válec " V1 ". Po spuštění hydraulického agregátu se tlačítkem na ovládacím panelu (viz odst. 5.4.) uvede do pohybu rozvaděč " R ", který se periodicky, ovládán časovým relé, přestavuje z levé krajní polohy do pravé. Válec " V1 " se uvede do pohybu teprve po stisknutí startovacího tlačítka sekce, jíž přísluší " V1 ". Stisknutím tlačítka se uvede do činnosti elektromagnet ventilu " BV1 " a tlaková kapalina proudí do válce " V1 ". Periodický vratný pohyb válce je zabezpečen kmitáním rozvaděče " R ". Pohyb válce se zastaví stisknutím příslušného tlačítka na ovládacím panelu. Válec " V2 " se uvede do pohybu stisknutím startovacího tlačítka druhé sekce a obdobně se i vypne. Ke škrcení bylo použito ventilu JHMR 10s, který opět slouží k regulaci rychlosti pohybu hydraulického válce. Tento typ ventilu je určen pro přesnější regulaci, neboť je vybaven stabilizátorem tlakového spádu



Obr. 12

na ventilu. Rozvaděč je stejného typu jako v případě předchozím, tj. RSPe 4310-310. Stejně jako u vyklápěcího zařízení, i zde je pracovní válec typu PNT 119151.196, jeho délka však nemusí být stejná. Blokovací ventily jsou typu RSPe 2210-310, tedy opět elektromagneticky ovládané, ale dvoupolohové a dvoucestné. Hydraulický obvod unášecího zařízení je navržen tak, že pro obě sekce postačí tyto elementy :

1 škrticí ventil typu	JHMR 10s
1 rozvaděč typu	RSPe 4310-310
2 blokovací ventily typu	RSPe 2210-310
4 vysokotlaké hadice typu	631 HV, JS 10

5.4.1.3. Provozní a technická data hydraulických prvků

Hydraulický agregát typu IHA 2 :

trvalý tlak	30 kp/cm^2
ot/min	1400
l/min při 1400 ot/min	8
trvalý příkon	0,75 KW
objem nádrže	40 l
váha bez oleje	41 kg

Škrticí ventil typu JHRM 10 :

trvalý tlak	100 kp/cm^2
maximální proud	lo l/min
váha	1,2 kg
jmenovitá světlost	10 mm

Škrticí ventil typu JHRM 10s :

trvalý tlak	63 kp/cm^2
maximální proud	10 l/min
váha	2,57 kg

jmenovitá světlost 10 mm

Hydraulický válec typu PNT 119151.196 :

max. síla při 100 kp/cm^2 1400 kp

maximální provozní tlak 160 kp/cm^2

Rozvaděče RSPe 4310-310 a RSPe 2210-310 :

jmenovitá světlost 10 mm

hustota spínání 2400 /hod

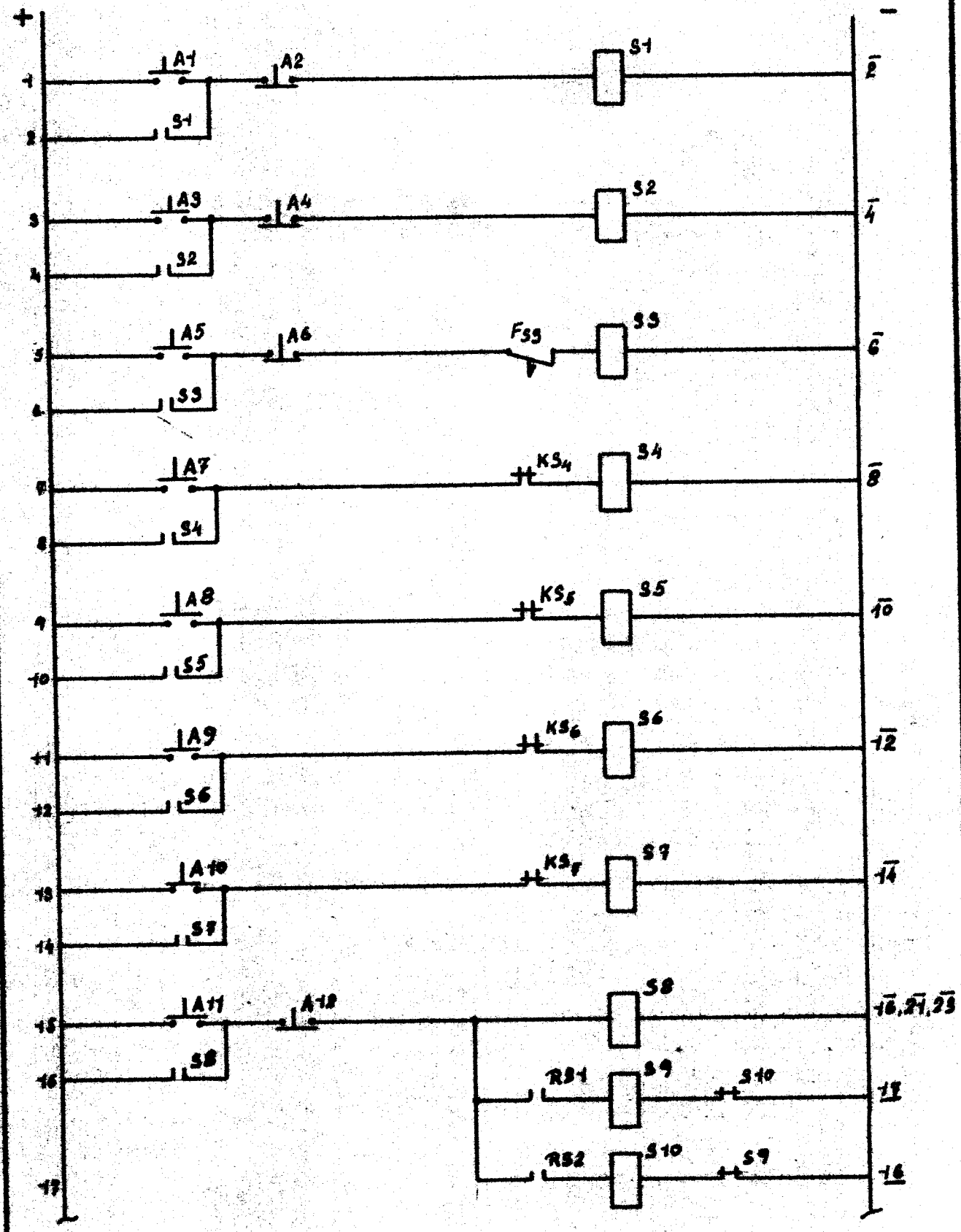
max. doba přestavení 0,1 sec

váha 1,4 - 2,8 kg

5.4.2. Princip elektrického ovládání

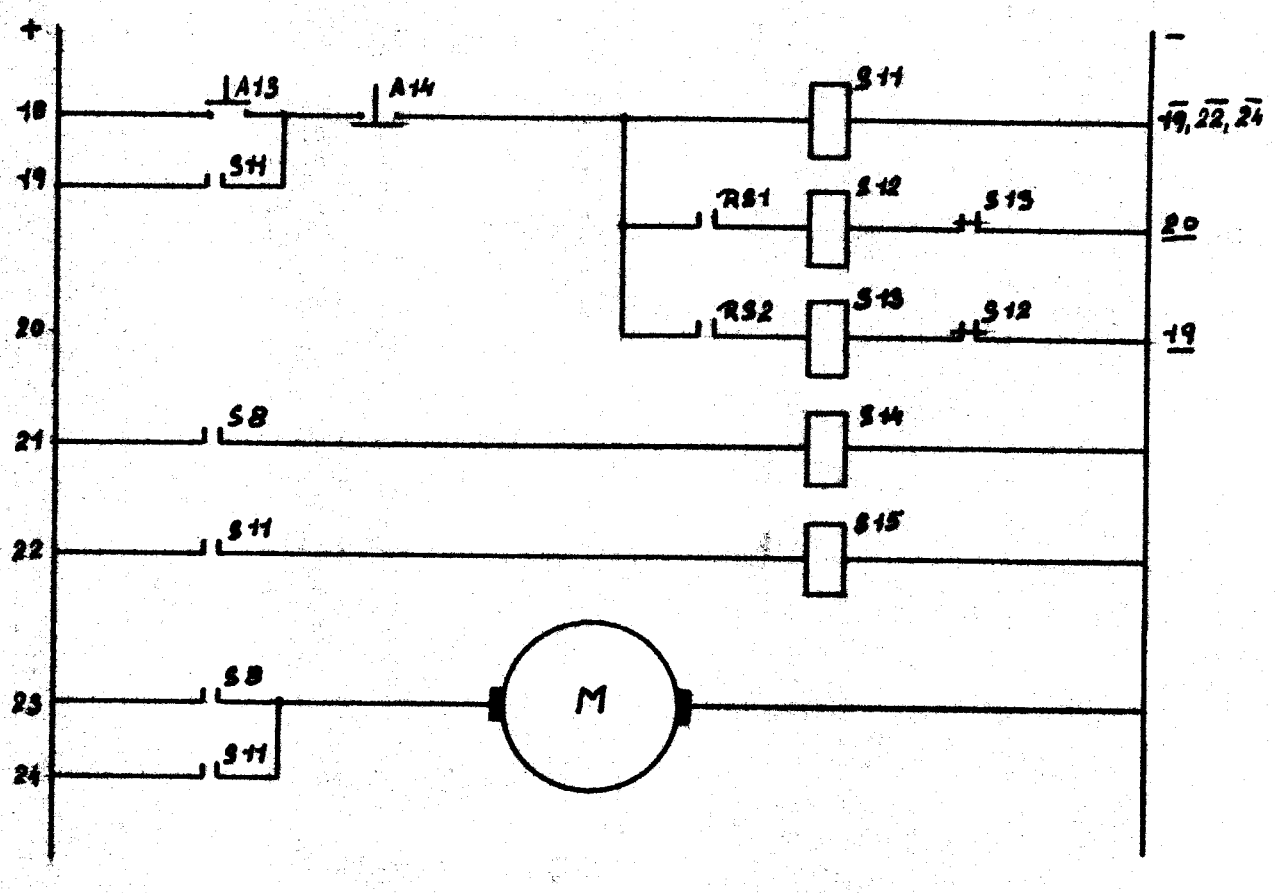
Všechny pohybové prvky stroje jsou ovládány elektricky. Ovládání je navrženo vesměs na základě elektromagnetických stykačů, jejichž spínací kontakty jsou vyvedeny na desku ovládacího panelu a jsou napájeny stejnosměrným napětím 24 V. Samotný ovládací panel (obr. 10) tvoří vrchní část rozvodné skříně (viz výkres č. DP-SS-72-12142-00, pos. 01). Popíšme nyní schematicky princip ovládání stroje, respektive jeho jednotlivých sekcí. Liniové schema zapojení ovládacích prvků je znázorněno na obr. 13. Spouštění motorů hrubovací sekce zajišťuje tlačítko " ZAP " (viz. obr. 10), na schematu označené " A1 ". Tím se uvede do činnosti stykač " S1 ", který podrží pomocí přidržovacího obvodu ve větvi 2 tlačítko " ZAP " v zapnuté poloze. Vypnutí motorů se uskuteční stisknutím tlačítka " VYP ", označeného ve schematu " A2 ", umístěného ve větvi 1. Naprosto stejný je princip zapínání a vypínání motorů jemnicí sekce. Nutno poznamenat, že obě trojice motorů jsou zapojeny paralelně, čímž je zajištěn plynulý chod i tehdy,

VŠST Liberec	BRUSICÍ STROJ	Katedra: Skláství a keramiky
Fakulta strojní		DP SS72-12142 List č.43



Obr. 13

VŠST Liberec	BROUSICÍ STROJ	Katedra: Slévárství a keramiky
Fakulta strojní		DPS872-12142 List č.44



Obr. 13

když některý z motorů vysadí z činnosti. Hydraulický agregát se spouští tlačítkem " ZAP " ve střední části ovládacího panelu, na schematu značeno " A5 ". Po zapojení větve 5 se uvede do činnosti stykač " S3 ", který opět podrží tlačítko ve stisknuté poloze. Vypnutí agregátu se provede tlačítkem " VYP ", na schematu označeným " A6 ". V tomto obvodu je do série zapojen ještě jistič proti vlhkosti, označený " F_{s3} ".
Zvedání ramen hrubovací sekce započne v okamžiku, kdy stiskneme tlačítko se symbolem ↑. Toto tlačítko je označeno " A7 ". Přidržení tlačítka je realizováno stejně jako v předešlých případech. Ve větvi 7 je navíc ještě spínací kontakt " KS_4 ", který zabezpečuje vypnutí hydraulického válce po dosažení požadovaného zdvihu (viz odst. 5.3.2.). Tímto kontaktem je mikrospínač, instalovaný na pístnici válce. Pro pohyb válce dolů slouží tlačítko se symbolem ↓, ve schematu označené " A8 ". Při pohybu dolů je opět použito mikrospínače " KS_5 ". Princip ovládání jemnicí sekce je tentýž. Nejsložitějším zapojením je spojení ovládacích prvků pro umášecí sekce. Spouštění provedeme stisknutím tlačítka " ZAP ". Uvažujme opět nejprve hrubovací sekci. Tlačítko (ve schematu " A11 ") uvede do činnosti pomocné relé " S8 ", které opět zapojí přidržovací obvod. Zde je nutné řešit ovládání s ohledem na skutečnost, že oběma sekcím přísluší pouze jeden rozvaděč. K tomu účelu zde byl instalován stejnosměrný elektromotorek, pohánějící vačku. Ta kývá rtuťovým stykačem ve 2 krajních polohách. Polohy jsou zde znázorněny jako 2 samostatná relé, tetiž " RS1 " a " RS2 ". Je-li zapnuto " RS1 ", " RS2 " má kontakty rozepnuté a naopak. Tím je docíleno kmitání rozvaděče z jedné krajní polohy do druhé. Frekvenci kmitání lze jednoduše změnit počtem otáček elektromotorku,

např. zařazením odporu do série. Chceme-li zastavit pohyb hrubovací sekce, stiskneme tlačítko " VYP ", čímž se uvede do pohybu blokovací ventil (viz odst. 5.3.1.) a uzavře přívod kapaliny do válce hrubovací sekce. Pro jemnicí sekci je zapojení analogické, čímž je umožněno nezávislé ovládání.

5.5. Návod obsluhy stroje

Šestivřetenový brousicí stroj byl navržen tak, aby kladl pokud možno co nejmenší nároky na obsluhu a údržbu. Přesto je nezbytné, aby pracovníci dodržovali zásady, nutné k bezporuchovému chodu stroje. Postup při manipulaci se strojem bude následovný :

1/ nejprve budou spuštěny motory několik minut před začátkem broušení, pak se vypnou
2/ kotouče s nalepenými kondensory smí být pokládány na základní kotouče pouze je-li stroj v klidu
3/ po usazení vrchních kotoučů spustíme sklápění ramen
4/ spustíme hydraulický agregát
5/ spustíme nezávisle na sobě umášení ramen.

Vypínání provádíme tak, že postupujeme od umášivého pohybu ramen přes vypnutí elektromotorů až k vyklápění ramen. Bylo by možné instalovat na ovládací panel signalizační žárovky, avšak chod všech agregátů je dobře kontrolovatelný jak vizuelně, tak i akusticky.

6. Z á v ě r

V současné době se broušení kondenzorů provádí na několika typech strojů. V mnoha závodech se setkáváme se stroji nejmodernějších koncepcí se špičkovými parametry. Zmíněné stroje jsou však konstruovány spíše pro finišování výrobků.

Stroj na broušení kondenzorů n. p. Severočeské sklárny má produkovat polotovary k dalšímu zpracování. Podle slov odborníků tohoto podniku není v našem státě další stroj tohoto typu. Právě tím lze vysvětlit skutečnost, že ke stávajícímu stroji prakticky neexistuje žádná dokumentace, která by mohla sloužit jako vodítko při návrhu rekonstrukce. Z dostupných materiálů lze jmenovat pouze technologické podklady k broušení kondenzorů. Z těchto důvodů se tedy tato práce poněkud odchýlila od daného úkolu a dává k dispozici návrh nové koncepce brousicího stroje. Hlavním úkolem této práce bylo vyřešení pohonu stroje tak, aby byl zajištěn bezporuchový chod, dále pak hydraulické ovládání pohybu ramen. Navržená koncepce stroje se opírá především o tyto základní požadavky a proto je nutné považovat konstrukci ostatních částí stroje za koncepci ideového charakteru, nikoli za definitivní.

Tato práce není zdaleka vyčerpávající, neboť není myslitelné, aby jedinec bez zkušeností a praktických znalostí byl schopen vyřešit problém, který běžně bývá dlouholetým úkolem celé skupiny odborných pracovníků. Návrh koncepce brousicího stroje by měl tedy sloužit jako podklad pro konkrétní řešení daného problému.

Závěrem bych velmi rád poděkoval vedoucímu své diplomní práce s. ing. Josefu S i x t o v i za péči a nevšední pochopení, kterým umožnil uskutečnění této práce. Dále bych rád poděkoval svému konsultantovi s. Robertu S e i d l o v i, pracovníku n. p. Severočeské sklárny v Novém Boru, který projevil o práci velký zájem a byl mi vždy ochoten pomoci.

V Liberci, 30. 6. 1972

Josef L u k a v e c

7. Seznam obrázků v textu

Obr.	Název	List č.
1	Stávající brousicí stroj	11
2	Unášecí rameno	12
3	Nosná tyč ramen	12
4	Pohon nosné tyče	13
5	Pohon vačky	13
6	Hnací hřídel stroje	14
7	Pohon vřeten	14
8	Napínací zařízení pro klínové řemeny	19
9	Celkové uspořádání stroje	51
10	Ovládací panel	35
11	Hydraulické schema vyklápěcího systému	37
12	Hydraulické schema unášecího systému	40
13	Schema elektrického ovládání stroje	43, 44

8. Seznam příloh

Brousicí stroj	DP-SS-72-12142-00
Brousicí stroj	DP-SS-72-12142-01, listy 1, 2, 3,4

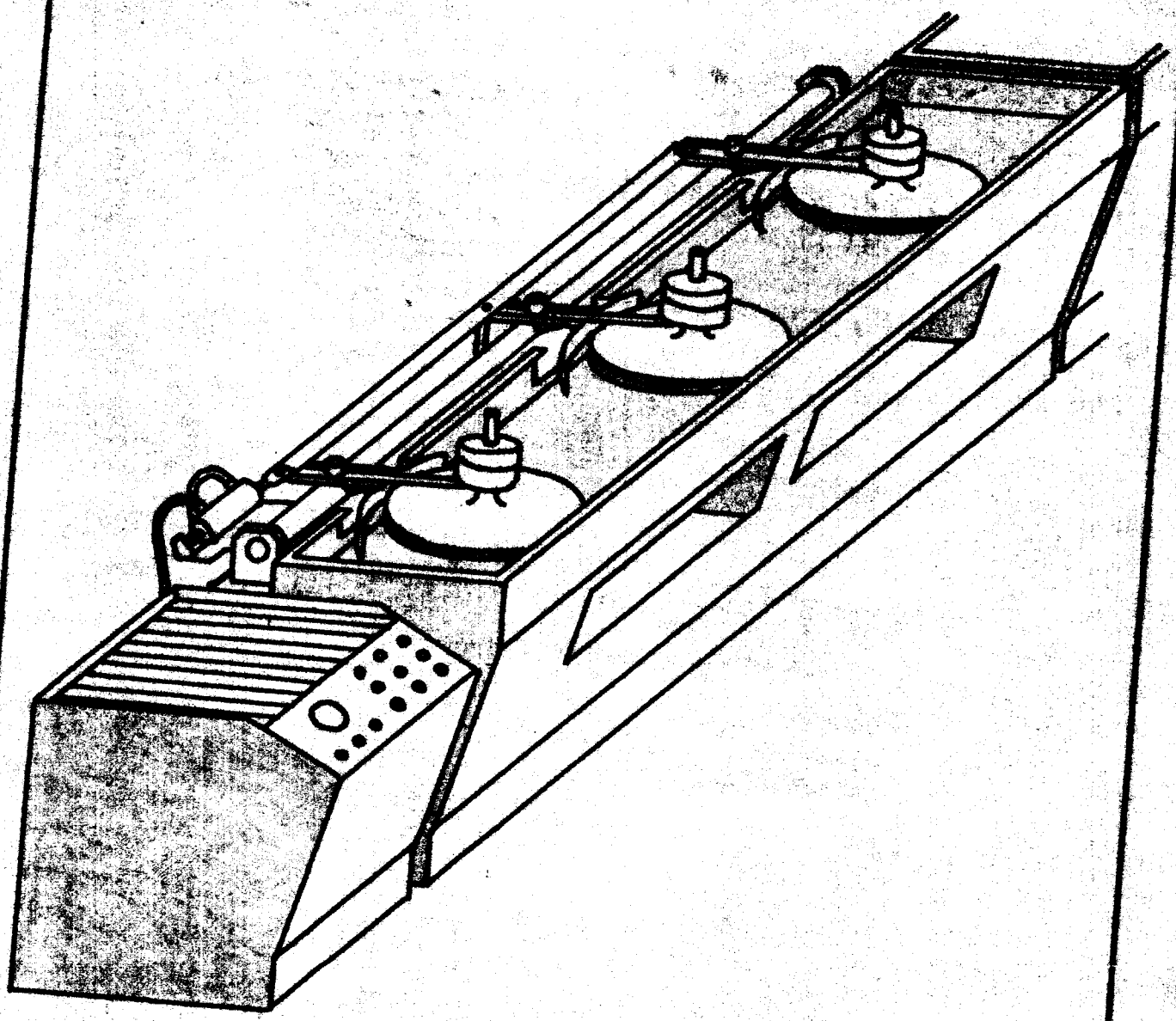
9. Seznam použité literatury

/1/ Černoch Svatopluk : Strojně technická příručka, SNTL Praha 1959

/2/ Výkresy n. p. Severočeské sklárny : Šestivřetenový brousicí stroj

/3/ Archiv n. p. Severočeské sklárny : Technologické podklady k broušení kondenzorů

/4/ ČSN 341020
/5/ Katalog elektromotorů n. p. MEZ Mohelnice
/6/ Prof. ing. Antonín Němen : Části strojů II, SNTL 1966
/7/ J. Barteš : Strojnické tabulky, SNTL 1966
/8/ Prospekt n. p. Nářadí Praha : Katalog hydraulických prvků
/9/ ing. Miloš Malčák : Hydraulika výrobních strojů, SVTL Bratislava 1965



Obr. 9

Poč. kusů	Název — Rozměr	Polotovar	Mater. konečný	Mater. výchozí	Třída odpadu	Č. váha	Hr. váha	Formát	Číslo výkresu	Pos.	Poznámka
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11
6	VŘETENÍK									44	
6	ELEKTROMOTOR	AP 100L-8	1,1 KW, 700 ot/min, výrobce MEZ Mohelnice							45	
4	TRUBKA KRUHOVÁ 12x1	ČSN 428710.12	423004							46	

Vyhotovil	Lukavec	Č. snímku	
Přezkoušel			
Norm. ref.			
Výr. projedn.	Schválil	Č. transp.	
	Dne		

Změna | Datum | Podpis | Index změny

VŠST

Typ

Název

BROUSICÍ STROJ

Starý kusovník | Nový kusovník

DP - SS - 72 - 12142 - 01

Počet listů 4

List 4

Poč. kusů	Název — Rozměr	Polotovar	Mater. konečný	Mater. výchozí	Třída odpadu	Č. váha	Hr. váha	Formát	Číslo výkresu	Pos.	Poznámka
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11
24	PODLOŽKA 10,2	ČSN 021401								29	
8	PODLOŽKA 15	ČSN021701.12								30	
32	PODLOŽKA 4,3	ČSN021701.12								31	
6	PODLOŽKA 23	ČSN021701.12								32	
8	ZÁVLAČKA 3 x 20	ČSN 021781								33	
8	KOLENO 10	ČSN 137721								34	
4	KROUŽEK 62	ČSN 022930								35	
6	KROUŽEK 15	ČSN 022930								36	
6	MAZNICE 12	ČSN 027410								37	
8	ČEP 10 x 36	ČSN 022109								38	
18	ŘEMEN 13 x 8 x 800	ÚN 023110								39	
4	HADICE S KONCOVKOU	JS 10, P max 125 atm.,	výrobce Technometra n. p.						Praha	40	1 b. m
4	HADICE S KONCOVKOU	JS 10, P max 125 atm.,	výrobce Technometra n. p.						Praha	41	2 b. m
2	HYDRAULICKÝ VÁLEC	PNT 119151.196, ZDVIH 150 mm								42	
2	HYDRAULICKÝ VÁLEC	PNT 119151.196, ZDVIH 100 mm								43	

Vyhotovil Lukavec		Č. snímku	Jméno	Datum	Podpis	Index změny
Přezkoušel						
Norm. ref.						
Výr. projedn.	Schválil	Č. transp.				
	Dne					

VŠST

Typ

Název

BROUSICÍ STROJ

Starý kusovník | Nový kusovník

DP - SS - 72 - 12142 - 01

Počet listů 4 List 3

SG 11 -

Poč. kusů	Název — Rozměr	Polotovar	Mater. konečný	Mater. výchozí	Třída odpadu	Č. váha	Hr. váha	Formát	Číslo výkresu	Pos.	Poznámka
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11
1	RÁM STROJE	SVAŘOVANÁ SESTAVA								01	
6	ZÁKLADNÍ KOTOUČ	ODLITEK	422508							02	
4	LOŽISKOVÉ TĚLESO	SVAŘOVANÁ SESTAVA								03	
2	NOSNÍK RAMEN	SVAŘOVANÁ SESTAVA								04	
2	KRYT STROJE	SVAŘOVANÁ SESTAVA								05	
6	RAMENO	SVAŘOVANÁ SESTAVA								06	
6	ŘEMENICE Ø 90	ODLITEK	424057							07	
6	ŘEMENICE Ø 230	ODLITEK	424057							08	
40	ZÁVAŽÍ Ø 80	ODLITEK	422415							09	
2	VANA STROJE PLECH 2x1000x2000	ČSN425301.21	11373.1							10	
12	PODLOŽKA TYČ 40-5	ČSN426510.12	11340.0							11	
12	PODLOŽKA TYČ 40-20	ČSN426510.12	11340.0							12	
6	DESKA PLECH 8x300x250	ČSN 425310.01	11373.1							13	
6	ČEP TYČ 10-300	ČSN426510.12	11340.0							14	
2	TÁHLO TYČ 40 x 8	ČSN426522.13	11370.0							15	

Vyhotovil Lukavec

Přezkoušel

Norm. ref.

Výr. projedn.

Schválil

Dne

Č. snímku

Č. transp.

Změna

Datum

Podpis

Index změny

VŠST

Typ

Název

BROUSICÍ STROJ

Starý kusovník

Nový kusovník

DP - SS - 72 - 12142 - 01

Počet listů 4

List 1

Poč. kusů	Název — Rozměr	Polotovar	Mater. konečný	Mater. výchozí	Třída odpadu	Č. váha	Hr. váha	Formát	Číslo výkresu	Pos.	Poznámka
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11
6	KROUŽEK TYČ 45-4		BRONZ							16	
6	UNÁŠECÍ TRN TYČ 80 x 160	ČSN 426522.13	11370.0							17	
4	VÝSTELKA Ø 70x60-30		423036.1							19	
6	PODLOŽKA DESKA 2xØ50		PRYŽ							20	
12	TĚSNĚNÍ 2 x Ø220		PRYŽ							21	
4	SÍŤ 5	ČSN 153124.44								22	
40	ŠROUB M8 x 25	ČSN 021101								23	
24	ŠROUB M10 x 30	ČSN 021101								24	
6	ŠROUB M8 x 20	ČSN 021101								25	
32	ŠROUB M4 x 8	ČSN 021131								26	
40	MATICE M8 x 1	ČSN 021401								27	
40	PODLOŽKA 8,2	ČSN 021740.00								28	

Vyhotovil Lukavec		Č. snímku	
Přezkoušel			
Norm. ref.			
Výr. projedn.	Schválil	Č. transp.	
	Dne		

Změna | Datum | Podpis | Index změny

VŠST

Typ

Název

BROUSICÍ STROJ

Starý kusovník | Nový kusovník

DP - SS - 72 - 12142 - 01

Počet listů 4

List 2

Poč. kusů	Název — Rozměr	Polotovar	Mater. konečný	Mater. výchozí	Třída odpadu	Č. váha	Hr. váha	Formát	Číslo výkresu	Pos.	Poznámka
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11
1	OVLÁDACÍ SKŘÍŇ	SESTAVA								01	
1	BROUSICÍ STROJ	SESTAVA								02	

Vyhotovil	Lukavec	Č. snímku	
Přezkoušel			
Norm. ref.			
Výr. projedn.	Schválil	Č. transp.	
	Dne		

Změna | Datum | Podpis | Index změny

VŠST

Typ

Název

BROUSICÍ STROJ

Starý kusovník | Nový kusovník

DP - SS - 72 - 12142 - 00

Počet listů 1

List 1