

Vysoká škola: strojní a textilní Liberec Katedra: slévárenství a technologie
Fakulta: strojní Školní rok: 1969/70

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Václava Veselého
odbor strojírenská technologie

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

Název tématu: Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé
litiny do kokily.

Pokyny pro vypracování:

1. Stanovte technologii výroby zdvihátek ventilů do kokily s těmito požadavky na strukturu materiálu:
 - a) funkční plocha zdvihátek - kadeburitická vrstva o tloušťce 4-6 mm s přechodovou vrstvou min. 1 mm
 - b) vodící plocha (dřík) - perliticko-feritická struktura + grafit
2. Při stanovení technologie se zaměřte především na stanovení tepelného režimu všech částí kokily, na vliv různých žárovzdorných nebo povrchově legujících nátěrů.
3. Navrhněte konstrukci kokily a doložte výpočty a experimentem vhodnou licí jednotku.
4. Dále vypracujte technol. studii umístění licích jednotek pro výrobu 500.000 ks zdvihátek ventilů ve slévárně n.p. LIAZ.
5. Proveďte prorovnání výrobních nákladů stávajícího a navrhaného způsobu výroby.

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro státní závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne 13. července 1962-Věstník MŠK XIII, sešit 24 ze dne 31.8.1962 § 19 autorského zákona č. 125/60 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ

V 14/70 S

Rozsah grafických laboratorních prací: **tabulky, grafy, sestav.výkres kokily**

Rozsah průvodní zprávy: **30 - 40 stran**

Seznam odborné literatury:

- technologický výkres speciální formy - stávající stav
- technologický postup současné výroby zdvihátek ventilů n.p. LIAZ závod 04
- technologický postup tavení šedé litiny pro zdvihátka ventilů v n.p. LIAZ závod 04.

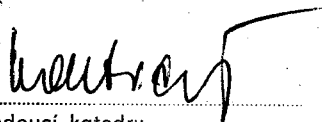
Vedoucí diplomové práce: **Prof.Ing.Bohumil Odstrčil**

Konzultanti: **Ing. Karel Jiránek**
Ing. Vladimír Kousal

Datum zahájení diplomové práce: **20.11.1969**

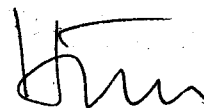
Datum odevzdání diplomové práce: **15.1.1970**





vedoucí katedry

Prof.Ing.Bohumil Odstrčil



děkan

Prof.Ing.Cyrik Höschl

VŠST Liberec		Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
Václav V e s e l ý STANOVENÍ TECHNOLOGIE VÝROBY ZDVIHÁTEK ZE ŠEDÉ LITINY DO KOKILY. - 1 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
<u>O B S A H</u>		str.
1.	Úvod	3
2.	Rešerže	4
2.1.	Požadavky na vlastnosti zdvih. ventilů	4
2.2.	Současný stav výroby zdvihátek ventilů v ... n.p. LIAZ - závod slévárna Liberec	5
3.	Experimentální část	8
3.1.	Úvod k problematice lití do kokil	8
3.2.	Navržení zkušební kokily pro experimentální lití zdvihátek ventilů	9
3.3.	Vlastní odlévání zdvih.ventilů do kokily ...	10
3.3.1.	Vliv tloušťky chladicích desek na výšku ledeburitické vrstvy	10
3.3.2.	Vliv chemického složení na strukturu zdvihátek ventilů	11
3.3.3.	Vliv povrchových nátěrů	14
3.3.4.	Vliv teploty předeřtí kokily	15
3.4.	Vyhodnocení výsledků zkoušek	20
4.	Navržení výroby zdvihátek ventilů v n.p.LIAZ	26
4.1.	Návrh kokily	26
4.2.	Navržení licí jednotky	29
4.3.	Technologická studie umístění licích jednotek	30
5.	Porevnání výrobních nákladů stávajícího a navrhovaného způsobu výroby	33
6.	Závěr	37

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
<u>1. Ú V O D .</u> Úkolem této práce je stanovit technologii výroby zdvihátek ventilů ze šedé litiny odlévaných do kokily. Tím se sleduje podstatné zvýšení produktivity výroby při dodržení běžné kvality odlitků, především struktury materiálu. Je nutno stanovit tepelný režim kokily a určit podmínky, které zajistí požadované funkční vlastnosti zdvihátka ventilu. Dále je nutno řešit úkol tak, aby bylo dosaženo snížení zmetkovitosti, která se při současném způsobu výroby ve slévárně n.p. LIAZ pohybuje okolo 15%, a aby nová technologie nevyvolala případné další technologické operace.		
- 3 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP -ST- 786/70
<u>2. R E Š E R Ž E .</u> <u>2.1. Požadavky na vlastnosti zdvihátek ventilů.</u> Na vlastnosti zdvihátek ventilů odlévaných ze šedé litiny jsou kladeny dva základní požadavky: a) spodní dosedací plocha zdvihátka je v motoru ve styku s vačkou hřídele a musí být tedy dostatečně otěruvzdorná, nesmí se vylamovat. Podle dosavadních zkušeností tomuto požadavku nejlépe vyhovuje ledeburitická struktura ve spodní části zdvihátka, které přechází v šedou, perliticko-feritickou strukturu dřívku. Výška ledeburitické vrstvy je u jednotlivých druhů zdvihátek předepsána a pohybuje se obvykle v rozmezí asi 3-6 mm. Kontrola této vrstvy se provádí těsně po odlití na lomu zdvihátka, kde je bílá vrstva zřetelně rozlišitelná. Spodní dosedací plocha zdvihátka je ve strojárně opracována broušením. Tato plocha musí být čistá, bez bublin, strusky a nečistot a je kontrolována na tvrdost. Tvrdost dosedací plochy se v různých místech pohybuje v rozmezí 50 - 55 HR_C. b) celý průřez dřívku musí být dobře opracovatelný, zdvihátko se po obvodu soustruží a do dřívku je vtlačeno zehlobení pro svedací tyč ventilu. Proto musí být v celém průřezu dřívku zdvihátka šedá perliticko-feritická struktura.		
- 4 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
<u>2.2. Současný stav výroby zdvihátek ventilu v n.p. LIAZ - závod slévárna Liberec.</u> V n.p. LIAZ - závod slévárna Liberec jsou vyráběna zdvihátka ventilu pro téměř všechny nákladní vozy naší výroby a pro osobní vozy TATRA 603. Zdvihátka jsou lita do pískových forem vyráběných na syrovo, které jsou zhotoveny na střešacím stroji s dolisováním LSS - 1. Forma se skládá ze dvou polovin. Ve spodní části je zaformován odlitek zdvihátka se vtokem a ve vrchní části formy je zaformován struskovák s licím kulem a jamkou. Před složením obou částí formy je důležité, aby vrchní část spodku formy, na kterou je pokládán vršek formy, byla řádně uhlazená a vtokové otvory byly upraveny šablonou. Tato plocha spodku formy, kde jsou vtokové otvory, je před složením postříknuta melasou, aby nedocházelo k zadřobování při skládání vrchní části formy. Při výrobě spodní části formy je používán tento pracovní postup: /1/ - postřík a zaprášení modelu - nasazení formovacího rámu a ruční nahození modelového písku - střešení a dolisování - zarovnání lištou a urovnání hladítkem - očoukání, rozebrání a upravení vtokových otvorů šablonou - po kontrole otvorů odložení formy na stolek a postřík melasou Výroba vrchní části formy je jednodušší - odpadá zarovnání lištou a urovnání hladítkem, upravení dosedací plochy a postřík melasou. Spodní část formy je po zhotovení ručně odnesena na licí pole, kde je opatrně položena na chladicí desky. Vrchní část formy je zde pak pomocí skládacích		
- 5 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
kolíků složena se spodkem formy. Formy jsou pokládány na litinové chladičí desky, které jsou ohoblovány, takže na jejich povrchu vznikne jemné drážkování hloubky 0,4 mm a šířky 1,2 mm. Litinové desky se předem očistí a lehce orosí naftou. Litina pro výrobu zdvihátek ventilu je tavena ve středofrekvenční indukční peci o obsahu 1 tony. Složení kovové vsázky je prováděno tak, aby vypočtené chemické složení litiny podle jednotlivých druhů zdvihátek ventilu bylo následující: /2/ C = 3,50 - 3,60 % Mn = 0,90 - 1,10 % Si = 2,40 - 2,75 % Toto chemické složení není zcela závazné, rozhodující pro zdvihátka ventilu je požadovaná struktura, tj. ve spodní části zdvihátka bílá, ledeburitická vrstva předepsané výšky a kvality a pro ostatní průřez zdvihátka šedá perliticko-feritická struktura. Proto také po dokončení tavby je odléván zkušební rám a podle lomové zkoušky zdvihátka je případně chemické složení materiálu upravováno, aby byla dosažena předepsaná výška zékalcky. Upravení materiálu je prováděno buď petrolkoksem v peci anebo očkovaním ferossiliciem 75% do pánve. Lící teplota zdvihátek ventilů se pohybuje v rozmezí 1270 - 1320°C. Během lití jsou průběžně odebírána zdvihátka k lomovým zkouškám, podle kterých je řízen další postup odlévání. Po odlití všech rámců jsou rámy staženy z litinových desek na zem a odtud po vychlazení ručně vybírány odlitky se vtoky a formovací písek rovněž ručně nahazován do koreb. Celý tento pracovní postup		
- 6 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
umožní odlití maximálně jedné tavby za směnu, tj. 90 kusů formovacích rámců a 3.160 kusů zdvihátek ventilu. Během lití jsou zároveň izolovány rámy, které obsahují zdvihátka s nevyhovující výškou bílé vestvy. Takto vyřazených rámců během lití bývá průměrně asi 10% i více. Připočtou-li se vyřazené odlitky z titulu zdrobených a bublinatých dosedacích ploch a zejména vyštípané dosedací plochy způsobené při tryskání odlitků, činí celkové procento zmetků asi 15%. Dá se předpokládat, že při zavedení kokilového lití zmetky na nedodržení výšky zákalky a vyštípané dosedací plochy by se podstatně snížily.		
- 7 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
<u>3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.</u> <u>3.1. Úvod k problematice lití do kokil.</u> Lití odlitků do kokil je jednou z produktivních slévárenských metod, která se stává stále používanější i u odlitků ze slitin železa. Proti lití do netrvalých pískových forem se dosahuje u kokilového lití snížení pracovních o 50 až 75% podle druhu výrobku. /5/ Výroba odlitků do kovových forem má tyto přednosti: - lepší využití formovací plochy - zvětšuje se rozměrová přesnost a kvalita povrchu odlitků - zvyšuje se využití materiálu, zejména snížení přídatku na opracování - odpadá úprava a doprava formovacích směsí - v některých případech odpadá tryskání odlitků - zlepšují se zdravotnické a hygienické podmínky U lití zdvihátek ventilů do kokily je další důležitou výhodou možnost dodržení stálých podmínek při lití. Mechanizace kokilového lití umožní dodržení tepelného režimu kokily a tím zajištění předepsané struktury, jejíž dodržení je u výroby zdvihátek zvláště náročné. Tím by se dalo dosáhnout snížení zmetkovitosti zdvihátek, což by znamenalo značné úspory a zvýšení produktivity práce. Při výrobě zdvihátek dosavadním způsobem, tj. do písku, musely být u lití do kokily vyřešeny některé potíže. Především se dalo předpokládat, že celý povrch zdvihátka, který je ve styku s kokilou, bude po odlití vykazovat bílou, zachlazenou, ledburčičkou vrostlou. Proto bylo počítáno s předehříváním litinové		
- 8 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
kokily, aby se snížil odvod tepla z odlitku a mohla být dodržena podmínka - aby v celém průřezu dřívku byla perliticko-feritická struktura. Naproti tomu na spodní dosedací ploše zdvihátka má být tvrdá ledeburitická vrstva, která je vytvořena tím, že kokila je položena na měděnou chladicí desku. Tato měděná chladicí deska měla způsobit vytvoření bílé zachlazené vrstvy za všech okolností - tj. při volbě materiálu s velkým sklonem ke grafitizaci i při částečném ohřátí chladicí desky. <u>3.2. Navržení zkušební kokily pro experimentální lití zdvihátek ventilů.</u> Z výše uvedených důvodů byla navržena jednoduchá zkušební kokila na jeden kus zdvihátka ventilu č. 04 - 1182, které má válcový tvar o průměru 25 mm a výšce 57 mm. /9/ Obvod zdvihátka se vtokem a kuželovou licí jamkou je tvořen litinovou kokilou, které je dělena na dvě poloviny. Kokila je z vnější strany válcová s vrchní částí mícně kuželovou, aby na ni mohl být nasazen ocelový stahovací kroužek, kterým jsou během lití obě poloviny svírány. Spodní dosedací plocha zdvihátka je tvořena měděnou chladicí deskou. Desky byly používány čtyři o různých tloušťkách - 10, 20, 32 a 40 mm - aby bylo vyzkoušeno lití zdvihátek při různé intenzitě odvodu tepla ze spodní části. Předpokládal jsem, že rychlost odvodu tepla se bude měnit s různou tloušťkou chladicích desek, a že to bude mít vliv na různou výšku zachlazené ledeburitické vrstvy na funkční ploše zdvihátka.		
- 9 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
Tyto čtyři měděné desky byly na svém povrchu jemně ohoblovány, aby se zvýšil povrch dosedací plochy a tím i odvod tepla, dále toto ohoblování umožňuje únik plynů z dosedací plochy a zároveň se zabránilo vzniku závalů na spodní ploše. Během prvních zkušebních lití se projevila nutnost ohřívát litinovou kokilu na vyšší teploty, což značně ztížilo manipulaci. Proto byly dodatečně zhotoveny nástrčné držáky, které se po odstavení plamene vsunuly do otvorů v litinové kokile a tím se umožnilo rychlé složení kokily a její položení na měděnou desku těsně před odlitím. Rovněž tyto držáky značně usnadnily rozobírání kokily a vyjímání odlitku. <u>3.3. Vlastní odlévání zdvihátek ventilů do kokily.</u> <u>3.3.1. Vliv tloušťky chladicích desek na výšku ledeburitické vrstvy.</u> Na počátku zkušebního lití byly měděné desky před použitím mírně ohřáty na 80 - 100°C. Již toto mírné ohřátí se projevilo snížením výšky ledeburitické vrstvy asi na 2,5 - 3 mm. Nízká, ledeburitická, zachlazená vrstva byla získána i tehdy, když silně přehřátá kokila nebyla položena na měděnou desku těsně před odlitím. Z toho důvodu byly při dalších litích používány pouze nepřehřáté chladicí desky a na každou desku bylo z jedné tavby odlito pouze jedno zdvihátko ventilu. Během odlévání jedné tavby z indukční pece, tj. asi 30 minut, nevychladla		
- 10 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL															
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70															
měděná deska natolik, aby další její použití zaji- stilo požadovanou výšku zákalky. Z každé tevby - bylo převážně odléváno z in- dukční pece z materiálu určeného pro běžně vyráběná zdvihátka ve slévárně Liberec - byly tedy odlity vždy čtyři zkoušky na měděné desky tloušťky 10, 20, 32 a 40 mm. Během všech provedených zkoušek bylo prokázáno, že různá tloušťka chladicích desek v uvedeném rozsahu od 10 do 40 mm nemá na výšku bílé, ledeburitické vrstvy vliv. Při stejné počá- teční teplotě desek, byla bílá vrstva stejně vysoká. Rozhodovala pouze - jak jsem již uvedl - doba mezi položením předeřháté kokily na chladicí desku a odlitím zdvihátka. Z těchto výsledků je zřejmé, že zcela postačí chladicí deska z mědi o tloušťce 10 mm, kterou je třeba pro seriové lití chladit vodou. Těchto poznatků využívám při návrhu konstrukce kokily pro seriové lití. <u>3.3.2. Vliv chemického složení na strukturu zdvihátek ventilů.</u> Zkoušky zdvihátek ventilů lité z materiálu dle ČSN 42 2425 taveného v kupolní peci o chemickém složení: <table> <tr><td>C</td><td>=</td><td>3,25 - 3,50 %</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>=</td><td>0,6 - 0,9 %</td></tr> <tr><td>Si</td><td>=</td><td>1,7 - 2,- %</td></tr> <tr><td>P</td><td>=</td><td>max. 0,25 %</td></tr> <tr><td>S</td><td>=</td><td>max. 0,10 %</td></tr> </table> Odličky po rozlomení měly na dosedací ploše velmi vysokou ledeburitickou vrstvu o výšce asi 10mm.			C	=	3,25 - 3,50 %	Mn	=	0,6 - 0,9 %	Si	=	1,7 - 2,- %	P	=	max. 0,25 %	S	=	max. 0,10 %
C	=	3,25 - 3,50 %															
Mn	=	0,6 - 0,9 %															
Si	=	1,7 - 2,- %															
P	=	max. 0,25 %															
S	=	max. 0,10 %															
- 11 -																	

Přechod do šedé perliticko-feritické struktury tvořila přechodová vrstva o výšce 3 až 4 mm. Po celém obvodu zdvihátka se tvořila rovněž ledeburitická vrstva o síle asi 2 až 3 mm. Z těchto důvodů bylo upuštěno od odlévání z materiálu z kupolní pece a dále byl výhradně používán materiál z indukční pece určený pro běžně vyráběná zdvihátka ventilu.

Zkoušky zdvihátek ventilů lité z materiálu z indukční pece. Během všech zkoušek z indukční pece se pohybovalo chemické složení materiálu v rozmezí:

C	=	3,50	-	3,74	%
Mn	=	0,85	-	1,02	%
Si	=	2,42	-	2,65	%
P	=	0,100	-	0,130	%
S	=	0,033	-	0,042	%

Byl sledován celkový ekvivalent uhlíku C_e a stupeň eutektičnosti S_c :

$$C_e = C + 0,3 (Si + P)$$

$$S_c = \frac{C}{4,3 - 0,3 (Si + P)} \quad /6/$$

Ze všech odlévaných taveb byly zjištěny tyto mezní hodnoty:

	C_e	S_c	výška zákalky na dosedací ploše
Nejnižší hodnoty	4,33	1,008	3,5 - 5 mm
Nejvyšší hodnoty	4,55	1,072	4 - 6 mm

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
U všech taveb byla výška spodní ledeburitické vrstvy v rozmezí 3 až 6 mm. Vyjimky tvořily pouze zdvihátka, která byla odlévána špatným způsobem (například přerušované lití apod.) a rovněž lití materiálu na hranici teploty tuhnutí nedává dobré výsledky. Tyto nedostatky se projevily na zkušebním odlitku tak, že zákalka byla příliš vysoká a nepravidelná (nízká lící teplota), dále se objevily závaly na dosedací ploše i po obvodu zdvihátka. Mimo těchto vyjímek byla kvalita zkušebních odlitků dobrá a všechny další zkoušky byly odlévány z materiálu z indukční pece, který zajišťuje předepsané vlastnosti spodní dosedací plochy zdvihátka - tj. dodržení požadované výšky ledeburitické vrstvy. Z uvedeného chemického složení vyplývá, že materiál z indukční pece se pohyboval v poměrně malém rozmezí. Proto také nebylo dosaženo žádné závislosti mezi chemickým složením v tomto rozsahu a tvorbou ledeburitické vrstvy po obvodu dřívku zdvihátka ventilu. Při zkouškách s vyšší teplotou předehřátí kokily se projevily příznivě účinek očkovadla Gramed 30. Toto očkovadlo bylo vhozeno na dno pánve těsně před nalitím tekutého kovu a po chvíli byla stažena struska. Očkovadlo Gramed 30 zjemňuje strukturu a snižuje poněkud výšku ledeburitické vrstvy na spodní ploše zdvihátka, což bylo zjištěno porovnáním s odlitkem litým ze stejného materiálu neočkovaného. Rovněž očkovadlo Gramed 30 způsobuje ostrý přechod mezi ledeburitickou vrstvou a perliticko-feritickou strukturou.		
- 13 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70

3.3.3. Vliv povrchových nátěrů.

Během odlévání zkušebních odlitků zdvihátek ventilů byly vyzkoušeny dva druhy povrchových nátěrů kokily: /10/

Nátěr č. 1:

bentonit	0,3 váhového dílu
klouzek	1,5 " "
grafit kusevý	4 " "
tmel BT 3	0,5 " "
lín	70 - 100 litrů na hustotu 14 [°] Bé

Nátěr č. 2:

grafit kusevý	70 váhových dílů
pyrestab	8 " "
klouzek	8 " "
pekorel	1 " "
veda	cca 100 litrů na hustotu 14 [°] Bé

Těmito nátěry byl natírán líc kovové formy před jejím ohřevem. Byl sledován účinek nátěru na tvorbu ledeburitické vrstvy po obvodu zdvihátka. Dále byl sledován vliv na snadnost vyjmutí odlitku z kokily při jejím různém přehřátí.

Nebyl shledán žádný podstatný vliv na snížení tloušťky ledeburitické vrstvy po obvodu zdvihátka. Osvědčil se však nátěr č. 2 tím, že i při vysoké teplotě přehřátí kokily např. 800[°]C, lze velmi snadno vyjmout odlitky z kokily. Pro tuto vlastnost byl líc kokily natírán nátěrem č. 2 u většiny zkoušek.

- 14 -

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
<u>3.3.4. Vliv teploty předehřátí kokily.</u> Během zkušebního odlévání bylo největším problémem dosažení požadavku, aby v celém průřezu dříku zdvihátka byla perliticko-feritická struktura. To znamenalo odstranit ledeburitickou vrstvu, která se tvořila po obvodu zdvihátka. Tato vrstva vzniká stykem roztaveného kovu se stěnou kokily, kde dochází k intenzivnějšímu odvodu tepla, než je tomu např. ve styku kovu s pískovou formou. Tento vliv jsem se během zkoušek snažil vyloučit předehřátím litinové kokily. Teplota kokily byla měřena jednak dotykovým pyrometrem s rozsahem 0 - 1000°C a jednak optickým pyrometrem. Optickým pyrometrem byly měřeny teploty asi od 700°C. Tyto teploty do 900°C, jak uvádí "Technické údaje" vydané výrobcem optického pyrometru n.p. Metra Blasko, se měří bez zasunutého filtru a jeho chyba je poměrně malá - může činit max. 20°C. Porovnáním měření obou pyrometrů bylo dosaženo dostatečné přesnosti a zejména kritické teploty od 700°C výše byly měřeny především optickým pyrometrem. Při předehřátí kokily mezi 350 až 500°C se tloušťka ledeburitické vrstvy pohybovala mezi 3 - 2,5 mm - obr. č. 1. Předehřátím kokily na 550°C se snížila tloušťka ledeburitické vrstvy po obvodu na 2,3 mm. Další ohřev kokily asi na 600°C způsobil pokles tloušťky obvodové vrstvy a zároveň se v některých případech projevuje zeslabení ledeburitické vrstvy v horní části zdvihátka ventilu, zatímco spodní část zdvihátka asi do poloviny jeho výšky vykazuje silnější tloušťku ledeburitické vrstvy v průměru asi o 0,5 až 1 mm. Zesílení ledeburitické vrstvy směrem k dosedací ploše je způsobeno těmito vlivy:		
- 15 -		

Teplota předehřátí
kokily
350 - 500°C



perlitické-
feritická
struktura

ledeburitická
vrstva

Obr. 1

- a) Při ohřívání plynovým hořákem spečívala litinová kokila na zemi nebo na podložce a proto její spodní část nedosáhla stejné teploty jako vrchní část.
- b) Předehřátá kokila byla po odstavení hořáku položena na měděnou chladicí desku těsně před litím, ale několik vteřin, které do započetí lití uplynou, stačí, aby v besprestředním okolí ochladila měděná deska kokilu natolik, že se to projeví zesílením ledeburitické vrstvy.

Tloušťka ledeburitické vrstvy při teplotě předehřátí kokily 600°C je mezi 1,5 až 2 mm - obr. č. 2.

Dalším zvyšováním teploty kokily dochází mezi 600 a 650°C k výraznému snížení tloušťky ledeburitické vrstvy, která při 650°C činí již jen 0,5 mm.

Teplota předehřátí
kokily

600°C



perlitické-
feritická
struktura

ledeburitická
vrstva

Obr. 2

Dosáhne-li teplota předehřátí kokily 700°C je v horní polovině průřezu již perlitické-feritická struktura a do peleviny zdvihátka po obvodu zasahuje asi 0,25 mm silná ledeburitická vrstva, viz obr.č. 3.

Teplota předehřátí
kokily

700°C



perlitické-
feritická
struktura

ledeburitická
vrstva

Obr. 3

Při dalším ohřevu kokily na 750°C netvoří se již po obvodu zdvihátka žádná ledeburitická vrstva. Rovněž bylo vyzkoušeno ohřátí kokily na 800 až 850°C a v těchto případech rovněž k tvorbě ledeburitické vrstvy nedocházelo a všechna zdvihátka litá do kokily o teplotě 750°C a výše měla požadované vlastnosti.

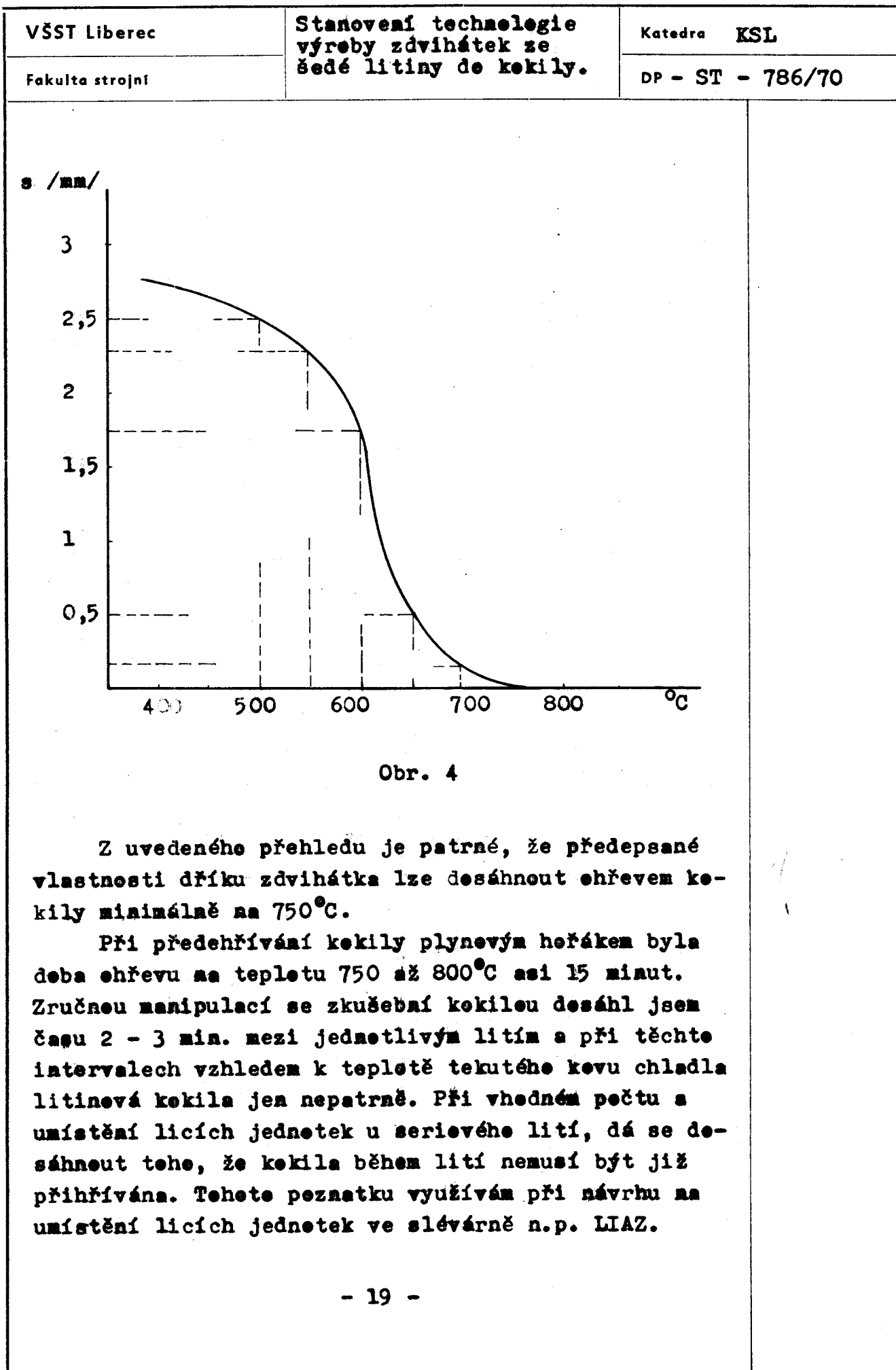
V tabulce č. I jsou přehledně uvedeny teploty předehřátí kokily a odpovídající tloušťka ledeburitické vrstvy.

Teplota předehřátí kokily	Rozsah tloušťek ledeburitické vrstvy	Průměrná tloušťka
$350-500^{\circ}\text{C}$	2,5 - 3 mm	
550°C	2 - 2,5 mm	2,3 mm
600°C	1,5 - 2 mm	1,75 mm
650°C	0,25 - 1 mm	0,5 mm
700°C	0 - 0,5 mm	0,20 mm
750°C	Ø	Ø
800°C	Ø	Ø
850°C	Ø	Ø

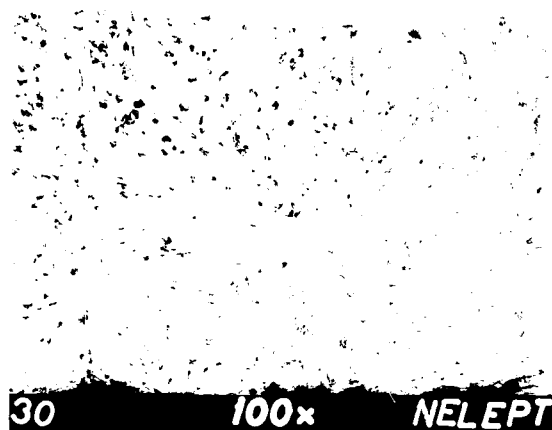
Tabulka č. I

Sestavíme-li hodnoty uvedené v tabulce č. I do diagramu dostaneme následující závislost - obr. č. 4.

V uvedeném diagramu je patrný náhlý pokles tloušťky zákalry po obvodu zdvihátka mezi 600 a 650°C . S klesající teplotou přibližuje se tloušťka této vrstvy k hodnotě, která je shodná s tloušťkou zákalry na desedací ploše zdvihátka tj. asi 4 mm.

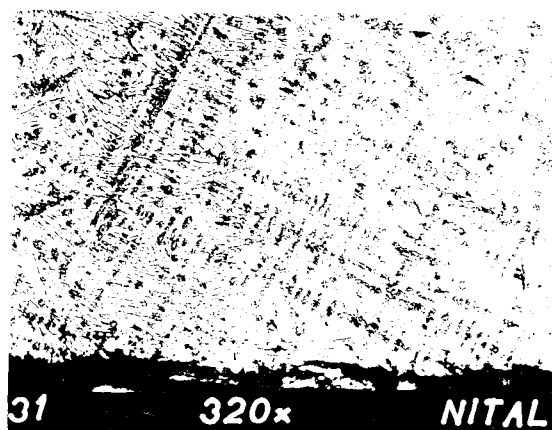


VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
<u>3.4. Vyhodnocení výsledků zkoušek.</u> Při výrobě zdvihátek ventilů ve slévárně n.p. LIAZ je řízena kvalita odlitků během lití lomevými zkouškami. Zdvihátka je rozbíto kladivem na kovadlině a podle zbarvení na lomu zdvihátka je určován další postup lití. Při zkouškách lití do kokily odléval jsem zdvihátka válcového tvaru, která jdou ručně velmi špatně rozbíjet. Proto jsem pro lepší přehled lámal zdvihátka na hydraulickém lise. Zdvihátka byla stlačována na svém obvodu mezi dvěma rovnými deskami a praskala při tlaku asi 150 at. Obdržel jsem tak čistý podélný lom, na kterém bylo možné dobře sledovat jednotlivé vrstvy. Z jednoho kusu zdvihátka ventilu litého z materiálu o chemickém složení C = 3,65 % Mn = 0,99 % Si = 2,59 % P = 0,110% S = 0,033% očekovaného Gramodem 30 jsem provedl metalografický výbrus. Teto zdvihátka bylo lito do kokily předehřáté na teplotu 750°C a mělo na lomu zákalku 4 mm s přechodem asi 1 mm a celý průřez dřívku byl šedý, bez zakalené vrstvy. Uvedené snímky jsou pořizeny na kolmém řezu k pracovní ploše zdvihátka v různé vzdálenosti od povrchu.		
- 20 -		



Obr. 5

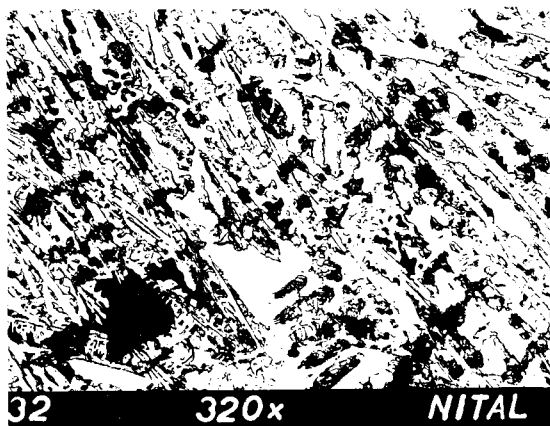
Na obr. č. 5 je sledován grafit v těsné blízkosti pracovní plochy zdvihátka. Je přechlazený, středově usměrněný a jeho množství se zvětšuje směrem od povrchu funkční plochy.



Obr. 6

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70

Na obr. č. 6 je vyhodnocován kolmý řez k pracovní ploše v její těsné blízkosti. Struktura je ledeburitická, dendrity směsných krystalů jsou orientovány různým směrem. Cementitové jehlice jsou uloženy v základní perlitické hmotě. Dále je patrné vyloučení přechlazeného grafitu.

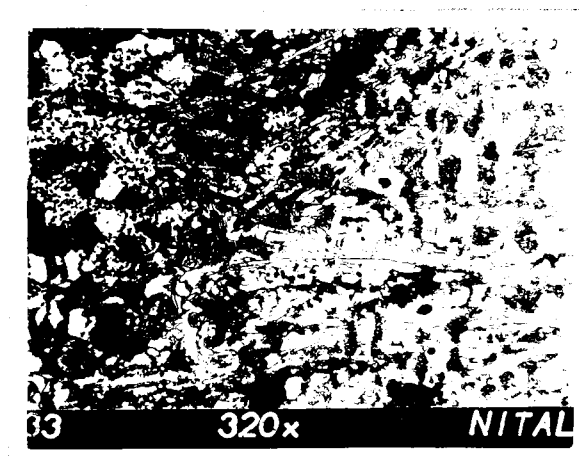


Obr. 7

Na obr. č. 7 je sledována struktura asi 3 mm od pracovní plochy. Vedle cementitových jehlic vidíme cementit vyloučen v malých pleškách. Ledeburitická struktura je přestoupěna grafitovými shluky různé velikosti.

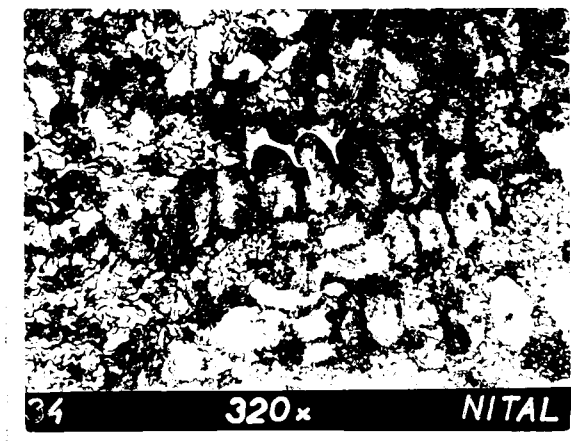
- 22 -

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdviháték ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70



Obr. 8

Snímek na obr. č. 8 je pořízen ve vzdálenosti asi 4 mm od povrchu pracovní plochy. Tento snímek je vyjimečně pořízen tak, že povrch pracovní plochy je směrem napravo. Vidíme zde přechod mezi funkční ledeburitickou strukturou a strukturou perliticko-feritickou.



Obr. 9

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70

Na obr. č. 9 je vyhodnocovaná struktura asi 8 mm od funkční plochy. Je perliticko-feritická, feritu je cca 15 - 20 %, vyloučený perlit je velmi jemný. Grafit je lupínkový, nerovnoměrně rozložený, má sklon k mezidendritickému vyloučení. Místy jsou patrné ostrůvky steaditu.

Výše uvedené struktury zjištěné u jednoho kusu zdvihátka ventilu litého do kokily jsou obdobné, jako struktury zdvihátek litých ve slévárně n.p. LIAZ do písku. Z toho vyplývá, že zdvihátka litá do kokily svojí kvalitou a funkčními požadavky odpovídají zdvihátkům v současné době běžně vyráběným.

Ze všech uvedených výsledků zkoušek vyplývají optimální podmínky pro výrobu zdvihátek ventilů do kokily:

- Materiál tavený v indukční peci o chemickém složení v rozmezí:

C	=	3,50	-	3,70	%
Mn	=	0,85	-	1,10	%
Si	=	2,50	-	2,75	%
P	=	max. 0,150	%		
S	=	max. 0,050	%		
- Spodní dosedací plochu zdvihátka tvoří měděná chladičí deska o teplotě 10 - 20°C. Měděná deska musí být ohoblovaná a při seriovém lití chlazená vodou.
- Aby se zmenšila intenzita odvedu tepla z odlitku do kokily a aby se odlitky daly snadno vyjmout z kokily, je třeba líc kovové formy opatřit nátěrem o složení:

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra	KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70	

grafit kusový	70 váhových dílů
pyrostat	8 " "
klouzek	8 " "
pekerel	1 " "
veďa	cca 100 litrů na hustotu 14 ⁸ Be

d) Odlévání do předehřáté kokily, jejíž teplota se během celého lití musí udržovat minimálně na 750°C.

Při dodržení všech těchto podmínek budou mít zdvihátka ventilu požadovanou kvalitu a po funkční stránce budou splňovat všechny podmínky, jak to vyplývá ze srovnání s běžně vyráběnými zdvihátky v n.p. LIAZ - závod slévárna Liberec.

- 25 -

4. NAVRŽENÍ VÝROBY ZDVIHÁTEK VENTILŮ DO KOKILY V N.P. LIAZ - ZÁVOD SLÉVÁRNA LIBEREC.

4.1. Návrh kokily.

Materiál kokily:

Povrch pracovní části kokily podléhá působení vysokých teplot při styku s roztaveným kovem. Celá kokila je při vysokém ohřevu tepelně namáhána. Proto musí být materiál kokil odolný proti vysoké teplotě, změně teploty i proti objemovému růstu. Těmto požadavkům nejlépe vyhovuje šedá litina, se strukturou perliticko-feritickou beze stop volného cementitu. Množství feritu ve struktuře nesmí převyšovat 5 - 10%. Průměrné složení této litiny: /5/

$$C = 3,4 - 3,6 \%$$

$$Mn = 0,9 - 1 \%$$

$$Si = 1,8 - 2,2 \%$$

$$P = \text{max. } 0,15 \%$$

$$S = 0,06 - 0,08 \%$$

Z těchto důvodů jsem volil materiál kokily šedou litinu dle ČSN 42 2420 ve slévárně n.p. LIAZ nejméně dosažitelnou.

Výpočet kokily:

Váha formy se může stanovit z tepelné rovnováhy kokily a odlitku při ustálených pracovních podmínkách: / 7 /

$$q = \frac{q_1(C_1 t_1' + C_2 t_2' + u)}{C_3(t_1 - t_2)}$$

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdviháték ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
q_1 váha kovu vlévaného do formy - 3,80 kg C_1 střední měrné teplo kovu nalitého do formy v tuhém stavu - 0,2 C_2 střední měrné teplo tekutého kovu vlitého do formy - pro litinu od okamžiku lití do začátku tuhnutí 0,215 t_1 rozdíl mezi tavicí teplotou kovu a teplotou odlitku při vytlačování 1170 - 850 = 320°C t_2 rozdíl mezi teplotou litého kovu a jeho teplotou tuhnutí 1270 - 1170 = 100°C u latentní teplo roztaveného kovu - 1 kg litiny = 26 kalorií C_3 měrné teplo materiálu formy - litina 0,148 t_1 teplota formy ve chvíli vytlačování odlitků - 850°C t_2 teplota formy ve chvíli nového odlévání - 750°C $q = \frac{3,80(0,2 \cdot 320 + 0,215 \cdot 100 + 26)}{0,148(850 - 750)} = 28,6 \text{ kg}$ Vypočtená váha kokily je tedy 28,6 kg. Skutečná váha kokily kterou jsem navrhl (výkres č.1) je 25,5 kg mimo chladicí desky. Tloušťku stěny kokily jsem volil podle vzorce $\delta_2 = 13 + 0,6 \cdot \delta_1 \quad /5/$ kde δ_2 = tloušťka stěny kokily v mm δ_1 = tloušťka stěny odlitku v mm $\delta_2 = 13 + 0,6 \cdot 25 = 28 \text{ mm}$		
- 27 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
K výpočtu vtokové soustavy jsem použil vzorce $F : F_s : F_k = 1 : 1,15 : 1,25$ kde F = průřez vtoku F_s = průřez rozváděcího kanálku F_k = průřez vtokového kanálu Průřez vtoku zdvihátka jsem volil kruhový • průměru 8 mm tj. $F = 50 \text{ mm}^2$ $F_s = 58 \text{ mm}^2$ $F_k = 63 \text{ mm}^2.$ Na základě těchto výpočtů jsem navrhl kokilu • rozměrech 460 x 112 x 80 mm, která je v pěti místech upevněna pomocí čepů na desce kokilového stroje - výkres č. 1. Kokila je předehřívána plynem, který je přiváděn trubkou umístěnou u spodní části obou polovin kokily. Vycházím ze zkušebního odlévání, kde spodní části kokily bylo chladicí deskou odebíráno největší množství tepla. Mezi kokilou a upínací deskou kokilového stroje je vložen plech s asbestovou deskou, aby se zabránilo sálání tepla z kokily na kokilový stroj. U přívodu plynu je umístěn regulační škrtkový ventil udržující stanovenou teplotu kokily během lití, který bude napojen na regulační systém. Kokilový stroj bude upraven tak, aby se po složení obou částí kokily zespodu přitlačila měděná chladicí deska o tloušťce 10 mm. Tato deska je během lití chlazená vodou a na svém povrchu je ohoblována, jako desky používané při zkušebním lití. Před rozevřením kokilového stroje se chladicí deska odklopí od spodku kokily a tím se počne její teplota opět snižovat.		
- 28 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL																																													
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70																																													
<u>4.2. Navržení licí jednotky.</u> Pro lití zdvihátek ventilu do kokily jsem navrhl kokilový stroj typu CGH - 5, který vyrábí n.p. Vihorlat ve Snině. /4/ Stroj je určený k lití přesných odlitků do kovových forem s vertikální dělicí rovinou. Uspořádání kokilového stroje CGH - 5 je buď jednotlivé nebo linkové, přitom maximálně 6 strojů je napojeno na centrální hydraulickou tlakovou stanici EHTS - 63. Stroj s elektrohydraulickou stanicí je poloautomatic s elektrohydraulickým řízením a tlačítkovým ovládáním. Medium je olej, který vytváří tlak na píst v uzavíracím válci. Konstrukční provedení válce je takové, aby umožňovalo tlumený pohyb v koncových polohách, což má příznivý vliv na životnost forem. <u>Technické údaje:</u> <table> <tr> <td>Délka stroje</td><td>1890</td><td>mm</td></tr> <tr> <td>Šířka stroje</td><td>825</td><td>mm</td></tr> <tr> <td>Výška stroje</td><td>990</td><td>mm</td></tr> <tr> <td>Licí výška</td><td>810</td><td>mm</td></tr> <tr> <td>Maximální upínací plocha</td><td>600 x 500</td><td>mm</td></tr> <tr> <td>Maximální váha odlitku</td><td>30</td><td>kg</td></tr> <tr> <td>Zdvih uzavíracího válce</td><td>300</td><td>mm</td></tr> <tr> <td>Uzavírací síla</td><td>5000</td><td>kp</td></tr> <tr> <td>Minimální otevření stroje</td><td>150</td><td>mm</td></tr> <tr> <td>Maximální otevření stroje</td><td>600</td><td>mm</td></tr> <tr> <td>Otevírací síla</td><td>4200</td><td>kp</td></tr> <tr> <td>Vyhazovací síla</td><td>3500</td><td>kp</td></tr> <tr> <td>Provozní tlak</td><td>45</td><td>kp/cm²</td></tr> <tr> <td>Příkon</td><td>7,5</td><td>kW</td></tr> <tr> <td>Váha stroje</td><td>1100</td><td>kg</td></tr> </table>			Délka stroje	1890	mm	Šířka stroje	825	mm	Výška stroje	990	mm	Licí výška	810	mm	Maximální upínací plocha	600 x 500	mm	Maximální váha odlitku	30	kg	Zdvih uzavíracího válce	300	mm	Uzavírací síla	5000	kp	Minimální otevření stroje	150	mm	Maximální otevření stroje	600	mm	Otevírací síla	4200	kp	Vyhazovací síla	3500	kp	Provozní tlak	45	kp/cm ²	Příkon	7,5	kW	Váha stroje	1100	kg
Délka stroje	1890	mm																																													
Šířka stroje	825	mm																																													
Výška stroje	990	mm																																													
Licí výška	810	mm																																													
Maximální upínací plocha	600 x 500	mm																																													
Maximální váha odlitku	30	kg																																													
Zdvih uzavíracího válce	300	mm																																													
Uzavírací síla	5000	kp																																													
Minimální otevření stroje	150	mm																																													
Maximální otevření stroje	600	mm																																													
Otevírací síla	4200	kp																																													
Vyhazovací síla	3500	kp																																													
Provozní tlak	45	kp/cm ²																																													
Příkon	7,5	kW																																													
Váha stroje	1100	kg																																													
- 29 -																																															

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdviháték ze šedé litiny do kokily.		Katedra KSL
Fakulta strojní			DP - ST - 786/70

Centrální elektrohydraulická tlaková stanice EHTS - 63 může ovládat celkem 6 ks kokilových strojů. Napojení na linku strojů CGH - 5 spočívá ve vzájemném propojení části hydraulického a elektrického rozvodu z rozvodového bloku a svorkovnic.

Technické údaje:

Dodávané množství	52,5	dm ³ /min
Provezní tlak	45	kp/cm ²
Počet napojených hydraulických válců	6	ks
Příkon el. energie	7,5	kW
<u>Maximální rozměry:</u>		
délka	1220	mm
šířka	700	mm
výška	1300	mm
Váha	550	kg

4.3. Technologická studie umístění licích jednotek.

Při navržení technologického postupu výroby jsem vycházel z těchto základních předpokladů:

- Šedá litina pro zdvihátka ventilu bude tavena ve středofrekvenční indukční peci o obsahu 1 tuny. Ve slévárně n.p. LIAZ jsou paralelně umístěny dvě takovéto pece, ve kterých může být taven materiál střídavě. Natavení jedné tavby, tedy 1 tuny šedé litiny v jedné z obou pecí trvá asi 2,5 hodiny.
- Dobu odlévání 1 tuny materiálu jsem vypočetl na 60 až 70 minut. Z toho vyplývá, že během jedné směny mohou být odlity celkem 4 tavby.

- 30 -

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
c) Na základě zkušeností z experimentálního lití zdvihátek jsem volil co nejkratší dobu mezi vyjmutím odlitku z kokily a dalším litím. Při opakovaném lití, kdy jsou intervaly mezi jednotlivým litím co nejkratší, udržuje se teplota kokily stále mezi 750 až 800°C. Tím se dosáhne, že spotřeba plynu na udržování teploty kokily během lití bude nepatrná. Na základě těchto předpokladů jsem navrhl linkové uspořádání čtyř kokilových strojů CGH - 5, které jsou umístěny v jedné řadě s elektrohydraulickou tlakovou stanicí EHTS 63 - příloha č. 2. Tekutý kov bude převážen od indukční pece v lici pánevi o obsahu 150 kg. Pánev je zavěšena na lici drážce, která má vlastní nosnou konstrukci. V místech, kde se kříží válečková trať s dráhou pánve je umístěn úsek válečkové tratě, který je možno zvednout. Odlévání bude plynulé od prvního stroje ke čtvrtému, odkud odlévač opět přejede s páneví k prvnímu stroji. Po rozevření kokilového stroje vypadnou odlitky na článkový dopravník šířky 500 mm, který prochází pod kokilovými stroji. Po článkovém dopravníku přejdou odlitky pod válečkovou trať mimo vnitřní okruh této tratě a z dalšího úseku článkového dopravníku budou padat do koreb v místech, kde je instalován jeřáb. Zde budou zdvihátka oddělena od vtoků, uložena do přepravních beden, ve kterých budou izolované podle taveb převezena do čistírny odlitků. Předpokládám, že výrobu zdvihátek ventilu budou zajišťovat 2 pracovníci: - odlévač - obsluha kokilových strojů. Při odlévání 4 taveb během jedné směny budou		
- 31 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70

přestávky mezi tavbami trvat asi 45 až 60 minut. Během této doby budou oba pracovníci oddělovat odlitky od vtoků a třídit je. Maximální výroba odlitků v jedné směně bude 8.000 ks zdvihátek.

Stávající výrobu zdvihátek ventilu ve slévárně n.p. LIAZ zajišťují 3 pracovníci:

- 2 formíři - odlévači
- vytloukač odlitků.

Při zavedení kokilového lití by tedy vznikla mj. úspora 1 pracovníka.

Popis zařízení - příloha č. 2

Pozice č. 1	Závěsná licí drážka pro rozvoz a rozlévání kovu z pánví
Pozice č. 2	Elektrohydraulická tlaková stanice EHTS - 63
Pozice č. 3	Nosná konstrukce závěsné licí drážky pro rozvoz tekutého kovu
Pozice č. 4	Válečkový okružní dopravník sestavený z poháněných a nepoháněných úseků
Pozice č. 5	Kokilový licí stroj CGH - 5
Pozice č. 6	Článekový dopravník na odlitky s poháněcí stanicí

- 32 -

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70

5. POROVNÁNÍ VÝROBNÍCH NÁKLADŮ STÁVAJÍCÍHO
A NAVRHOVANÉHO ZPŮSOBU VÝROBY.

Při porovnávání výrobních nákladů jsem bral v úvahu tyto úspory a zvýšení nákladů:

Úspory:

- materiál - snížení přídatku na opracování
- mzdy - úspora 1 pracovníka
- odpadá mzda za tryskání odlitků
- režie - náklady na formovací hmoty
- odpadají formovací rámy
- odpadá režie spojená s tryskáním
- zmetky - snížení zmetkovitosti

Zvýšení nákladů:

- režie - zvýšená spotřeba plynu
- zvýšené odpisy - amortizace strojů
- zvýšené odpisy - amortizace kokil
- zvýšené náklady na údržbu

Výrobní náklady na 1 ks zdvihátka při stávajícím způsobu výroby:

materiál	0,540 Kčs
mzdy	0,089 Kčs
výrobní režie	0,599 Kčs
<u>zmetky</u>	<u>0,716 Kčs</u>
výrobní náklady celkem	<u>1,944 Kčs</u>

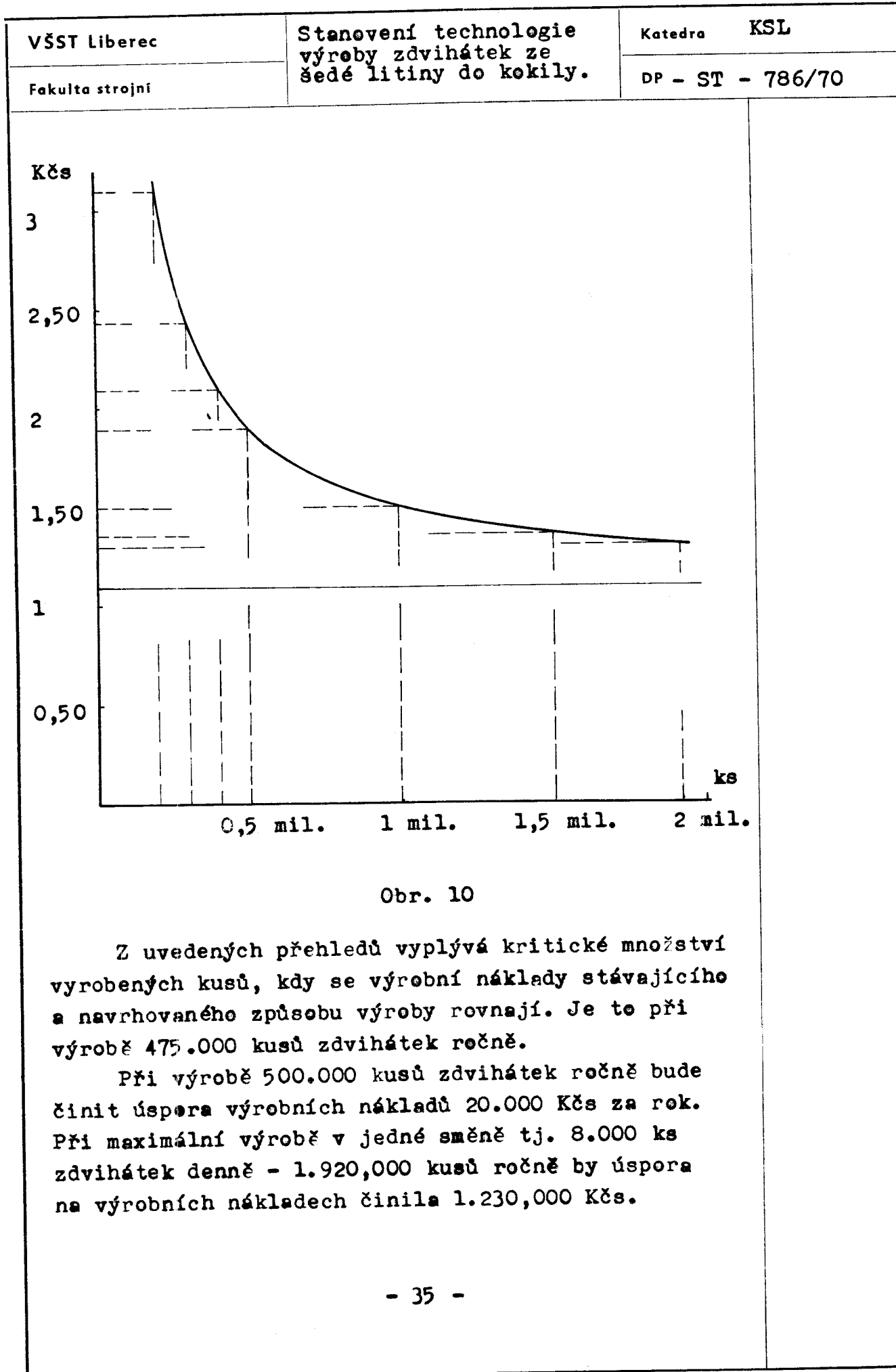
- 33 -

Předpokládané výrobní náklady na 1 kus
zdvihátka u navrhovaného způsobu výroby
podle množství vyrobených kusů:

Počet vyrobených kusů		materiál	mzdy + výr.režie	zmetky	Kčs/lks
ročně	denně				VN celkem
200.000	833	0,519	2,030	0,573	3,122
300.000	1250		1,350		2,442
400.000	1665		1,015		2,107
500.000	2080		0,812		1,904
1000.000	4160		0,406		1,498
1500.000	6250		0,271		1,363
1920.000	8000		0,211		1,303

Tabulka č. II

Z tohoto přehledu (tabulka č. II) vyplývá
následující závislost - obr. č. 10:



VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
Uvedené závislosti naznačují, že lití zdvihátek ventilů do kokily by se vyplatilo při výro- bě ve větších seriích, než je tomu ve slévárně LIAZ v současné době.		
- 36 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
<u>6. Z Á V Ě R .</u> Účelem této práce bylo podstatné zvýšení produktivity práce při výrobě zdvihátek ventilů ze šedé litiny. Přitom musely být zachovány všechny požadované vlastnosti zdvihátek a také zachována nebo zlepšena kvalita výroby. Podstatného zvýšení efektivnosti výroby bude dosaženo v případě zvýšení výroby na pětinašobek množství vyráběného dnes, přičemž bude postačovat přibližně stejná výrobní plocha. V této práci neuvažuji o možnosti zavedení výroby ve druhé směně, čímž by se dosáhlo dalšího snížení výrobních nákladů a podstatného zvýšení produktivity práce.		
- 37 -		

VŠST Liberec	Stanovení technologie výroby zdvihátek ze šedé litiny do kokily.	Katedra KSL
Fakulta strojní		DP - ST - 786/70
<u>S E Z N A M L I T E R A T U R Y</u> /1/ Technologický postup výroby zdvihátek ventilu, n.p. LIAZ 1967 /2/ Technologický postup tavení šedé litiny v indukční peci, n.p. LIAZ 1967 /3/ Technologický projekt speciální formovny, n.p. LIAZ 1964 /4/ Přehled vyráběných kokilových lících strojů, n.p. Vihorlat-Snina 1969 /5/ F. Veselý : Kokilové lití, SNTL, Praha 1961 /6/ N.Girševič: Šedá litina, SNTL, Praha 1955 /7/ N.Dubinín : Mechanizace lití do kokil, SNTL, Praha 1952 /8/ Ležičevskij: Konstrukce a výroba kovových forem, SNTL, Praha 1953 /9/ Výkres zdvihátka ventilu č. 04 - 1182 /10/ Technologický postup výroby formovacích hmot a nátěrů, n.p. LIAZ 1968		
- 39 -		