

Fakulta strojní

Katedra balicích a polygrafických str. Školní rok: 1992/93

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Hynka M I C H L A

obor Konstrukce strojů a zařízení
zaměření balicí a polygrafické stroje

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb. o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: JEDNOTKA KOMPRESSE VZDUCHU

Zásady pro vypracování:

Pro VÚPCHT Hradec Králové navrhnete kompaktní jednotku komprese vzduchu, u níž bude použit šroubový kompresor typ NK 40 firmy Rotorcomp, mazaný olejem. Nasávané množství vzduchu je $50 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, výtlačný tlak 0,8 MPa

Požadavky:

- 1) Pohon elektromotorem
- 2) Chladicí okruh mazacího oleje s potřebným chladičem a ventilátorem
- 3) Chladicí okruh komprimovaného vzduchu
- 4) Rozvaděč a požadované příslušenství odpovídající ČSN
- 5) Uložení jednotky v uzavřené, zvukově izolované skříni s ovládacím panelem

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC, BŘEZOVSKÁ 1
PSC 461 17

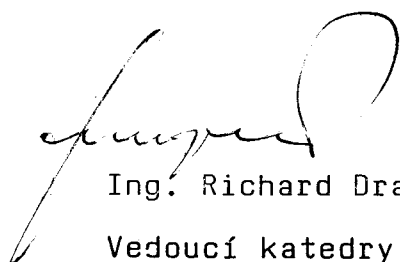
V 140 1935

KBP / BP

Rozsah grafických prací: výkresy sestavení, rozhodující detaily
Rozsah průvodní zprávy: cca 50 stran
Seznam odborné literatury: vysokoškolské učebnice,
všeobecná technická literatura
ČSN

Vedoucí diplomové práce: Ing. Drahomír Fencel, CSc
Konzultant: Ing. Jan Ondráček
Ing. František Záhorec

Zadání diplomové práce: 1.10.1992
Termín odevzdání diplomové práce: 22.12.1993


Ing. Richard Drapák
Vedoucí katedry

L.S.


Prof. Ing. Jaroslav Exner, CSc
Děkan

V Liberci

dne 1. října 1992

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
FAKULTA STROJNÍ

Katedra balících a polygrafických strojů
obor: 23-21-8

Konstrukce strojů a zařízení
zaměření
balící a polygrafické stroje

JEDNOTKA KOMPRESSE VZDUCHU

Hynek Michl

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146075496

Vedoucí práce: Ing. Drahomír Fencel, CSc, VŠST Liberec
Konzultanti: Ing. Jan Ondráček, VÚPCHT Hradec Králové
Ing. František Záhorec, VÚPCHT Hradec Králové

Rozsah práce:

počet stran: 56
počet obrázků: 16
počet výkresů: 24
počet příloh: 2
počet tabulek: 2

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně a používal uvedené literatury.

V Liberci dne 28.května 1993

Hynek Michl

Hynek Michl

O b s a h

	strana
1.Cíl a zadání diplomové práce	3
1.1.Cíl diplomové práce	3
1.2.Zadání diplomové práce	3
2.Úvod - šroubové kompresory	6
3.Pohon kompresoru el.motorem	9
3.1.Výpočet el.motoru	9
3.2.Výpočet řemenového převodu	12
4.Návrh chladiče a ventilátoru	16
4.1.Popis vzduchového chladiče a ventilátoru	16
4.2.Výpočet výkonu chladiče	16
5.Celkové schema zapojení	29
5.1.Schema zapojení kompresoru (dle výrobce)	29
5.2.Nezbytné ochrany šroubového kompresoru	30
5.3.Skutečné schema zapojení kompresorové jednotky	32
6.Elektropříslušenství	34
6.1.Rozvaděč	34
6.2.Seznam elektrosoučástí	34
6.3.Ovládací panel	35
6.4.Uvedení do provozu	36
7.Konstrukční řešení kompresorové jednotky	38
7.1.Možnosti uspořádání	38
7.2.Volba a popis uspořádání	41
8.Provozní měření na prototypu	42
8.1.Schema zapojení chlad.okruhu pro měření	42
8.2.Měření vzduchové sekce	43
8.3.Měření olejové sekce	47
8.4.Měření rychlosti chladicího vzduchu	48

8.5.Vyhodnocení měření

49

9.Zařazení kompresorové jednotky v technologické lince úpravy tlakového vzduchu	51
9.1.Popis technologické linky	51
9.2.Kompresorová jednotka	52
9.3.Jednotka na úpravu vzduchu	53
9.4.Separační mikrofiltrační jednotka	54
9.5.Vzdušník	54
9.6.Adsorbér	54
9.7.Bakteriální filtr	55

S e z n a m v ý k r e s ů

4 - VKR - 2318
4 - VKR - 2319
4 - VKR - 2322
4 - VKR - 2323
4 - VKR - 2324
4 - VKR - 2325
4 - VKR - 2326
4 - VKR - 2327
4 - VKR - 2328
4 - VKR - 2329
4 - VKR - 2330

3 - VKR - 2034
3 - VKR - 2036
3 - VKR - 2037
3 - VKR - 2038
3 - VKR - 2039
3 - VKR - 2040
3 - VKR - 2041
3 - VKR - 2042

2 - VKR - 354
2 - VKR - 355

1 - VKR - 195
1 - VKR - 196 (K - VKR - 196)

0 - VKR - 050

1. CÍL A ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

1.1 Cíl diplomové práce

Cílem řešení diplomové práce je návrh a konstrukce jednotky komprese vzduchu pro dodávku čistého, stlačeného vzduchu. V této kompresorové jednotce bude použit jako zdroj tlakového vzduchu šroubový, olejem mazaný kompresor, typ NK-40, firmy Rotorcomp (SRN). Technické parametry kompresoru NK-40:

- nasávané množství vzduchu do $60 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
- výtlačný tlak do 1,6 MPa

1.2 Zadání diplomové práce

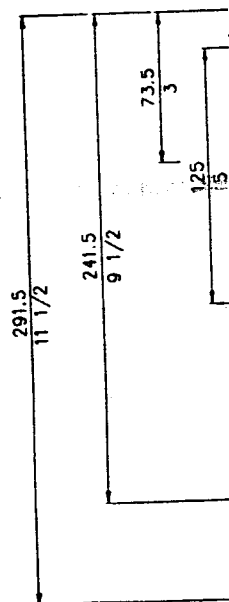
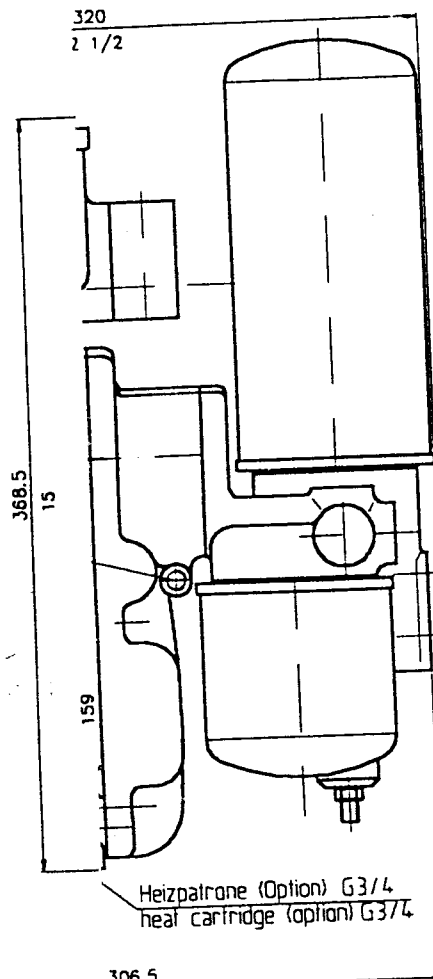
Navrhnete kompresorovou jednotku s výkonností $40 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ($t = 0^\circ\text{C}$, $p = 760 \text{ torr}$) upraveného tlakového vzduchu. Požadovaný maximální výtlačný tlak kompresorové jednotky je 0,7 MPa absolutních. Pohon kompresoru volte elektromotorem. K prochlazení cirkulujícího oleje a komprimovaného vzduchu použijte vzduchový chladič s ventilátorem. Kompresor doplňte nezbytnými provozními ochranami a rozvaděčem. Konstrukčně zpracujte zvukově izolovanou skříň pro uložení kompresoru, pohonu, vzduchového chladiče, provozních ochran a rozvaděče, která bude opatřena ovládacím panelem.

Uvedené parametry, které se liší od původního zadání (výkonnost $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, výtlačný tlak 0,8 MPa absol.) byly změněny na přání odběratele, pro něhož byla kompresorová jednotka navržena a vyrobena.

1.2.1 Šroubový olejem mazaný kompresor NK-40

Legenda k sestavenému výkresu NK-40, číslo výkresu
R-6-12 178 (viz následující strana)

- A - blok šroubového kompresoru
- B - regulátor sání se vzduchovým sacím filtrem
- C - olejová vana
- D - olejový filtr
- E - odlučovač oleje
- F - regulátor tlaku = ventil minimálního tlaku
- G - pojistný ventil
- H - vstup oleje do chladiče
- J - výstup oleje z chladiče
- K - teplotní čidlo
- L - plnění oleje
- M - vypouštění oleje
- N - výstup tlakového vzduchu
- O - připojení tlačítkového spínače (ochrana)



G	Sicherheitsventil safety valve
H	Öl zum Kühler G1/2 oil to cooler G1/2
J	Öl vom Kühler G1/2 oil from cooler G1/2
K	Temperaturfühleranschluß M10×1 temperature probe connection M10×1
L	Öleinfüllung oil filler
M	Ölablaß G1/2 oil removal G1/2
O	Anschluß Druckschalter G1/4 connection pressure switch G1/4

Oberfläche		Maßstab 1 : 2	Position -	Menge -
168	el. grab	-	-	-
atum	Name	Einbauzeichnung NK 40		
01.1992	magd			
TORCOMP DICHTER GMBH		R-6-12 178	01	92
100 München				
R-12 178 A				
				Blatt 2
				2Bl.

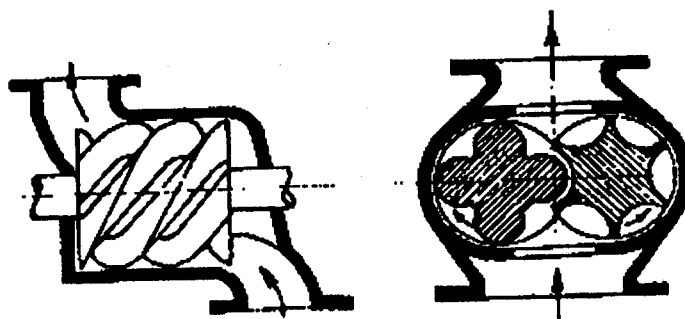
8

2. ÚVOD - ŠROUBOVÉ KOMPRESORY

Šroubové kompresory se v posledních letech uplatňují stále v širším měřítku, zejména díky svým dobrým technickým a ekonomickým ukazatelům.

Vynálezcem tohoto stroje, který patří do skupiny objemových kompresorů, je profesor Lysholm, který svůj patent podal již ve 40-tých letech.

Šroubový kompresor se vyznačuje výhodami objemových i rychlostních kompresorů, aniž by měl většinu jejich nevýhod. Základem šroubových kompresorů jsou dva rovnoběžné rotory ve tvaru ozubených šroubových kol s velkým stoupáním. Jeden rotor má 3 nebo 4 zuby, druhý rotor 4,5 nebo 6 dutých zářezů stejného stoupání jako první rotor (viz obr.1). Oba rotory, uložené ve válci, při otáčení vytvářejí zmenšující se, ve směru osy se pohybující komůrku, v níž se komprimuje uzavřený objem plynu a po dosažení hrany výtlačného hrdla se vytlačuje z válce.



Obr.1

Nejčastěji užívaný asymetrický profil zubu byl vytvořen z původních symetrických zubů, složením několika jejich druhů. Každý druh symetrického profilu má své výhody i nevýhody. Asymetrický profil zubu je výhodný zejména z hlediska silového zatížení rotoru (ložisek) a dále z hlediska mazání, těsnění a záběru rotorů šroubového kompresoru. K možnosti použití těchto profilů přispěla i současná NC technologie obrábění, umožňující výrobu rotorů s přesností řádově v μm .

Zásadní koncepční řešení šroubových kompresorů jsou dvě:

1. Rotory jsou spřaženy čelním ozubeným soukolím, které zajišťuje synchronizaci otáčení. Mezi rotory je malá vůle, nejsou mazány a jsou případně vnitřně chlazeny. Vůle je též mezi rotory a stěnami válce. Navíc mohou být exponované plochy šroubů, eventuálně stěn potaženy ochrannou vrstvou (například teflonem), která přebírá funkci mazání a těsnění. Takové stroje se potom používají pro stlačování kyslíku, nebo pro lékařské účely.
2. Rotory se po sobě odvalují a poháněn je pouze jeden z nich. Zuby jsou intenzivně mazány olejem. Tyto olejem mazané kompresory jsou nejrozšířenější. Olej totiž kromě mazací schopnosti ještě zvyšuje těsnost stroje a zároveň se využívá jako chladicí médium kompresoru při kompresi plynu. Teplota výstupního plynu u těchto strojů může dosahovat maximálně 100°C a závisí na otáčkách rotorů, tj. na výkonnosti kompresoru a také na výtlačném tlaku (zátížení).

Cirkulace oleje pro jeho chlazení je zajištěna zubovým čerpadlem nebo tlakem plynu nad olejovou lázní, který vytváří potřebný tlakový potenciál nutný pro rozvod oleje.

Šroubový kompresor může pracovat s minerálním nebo syntetickým olejem. Používání syntetických olejů se stále více rozšiřuje, a to i při stlačování vzduchu. V tomto případě musí obsahovat dostatečné množství antioxidantů. Značnou výhodou je dobrá odlučitelnost ze stlačeného plynu, která se potvrdila při provozních zkouškách ve VÚPCHT. Převážně se těchto strojů používá pro stlačování plynů v uzavřených cyklech.

Výstupní plyn, jakož i cirkulující olej jsou ochlazovány ve vzduchovém nebo vodním chladiči.

Tak jako u ostatních objemových strojů, závisí výkonnost na počtu otáček. S nárůstem otáček dochází, vlivem zvýšení ztrát v sání, k částečným ztrátám ve výkonu. Výkonnost klesá také netěsností rotorů při nižších otáčkách a se zvyšujícím se kompresním poměrem při

konstantních otáčkách.

Regulace výkonnosti kompresorů je možná několika způsoby. Zřejmě nejjednodušší způsob regulace je změnou otáček kompresoru. Další častý způsob regulace, zejména pro velké kompresory, je šoupátkem výstupní hrany. Pro malé a střední šroubové kompresory je optimální regulace výkonnosti regulací sání.

Velkou výhodou šroubových kompresorů je tichý a klidný chod, nevyžadující základy. V porovnání s pístovými kompresory mají šroubové kompresory menší zastavěný prostor. Nemají pracovní ventily a rotační charakter pohybu oproti vratnému přispívá k vyšší spolehlivosti a snižuje nároky na údržbu.

Za určitou nevýhodu lze považovat vestavěný kompresní poměr a u středních a malých kompresorů potřebu zařazení převodu do rychla (u pohonu elektrickým motorem). Další nevýhodou je vysoká náročnost na přesnost výroby.

3. POHON KOMPRESORU ELEKTROMOTOREM

3.1 Výpočet elektromotoru

Výkon elektromotoru určíme z efektivního příkonu kompresoru.

Příkon, který musíme přenést na hřídel kompresoru, je příkon efektivní. Můžeme jej určit buď z teoretické práce izotermické nebo adiabatické, podle charakteru komprese. Komprese vzduchu, při níž se do kompresního prostoru nastříkuje chladicí olej, se svým charakterem blíží k izotermické kompresi.

Seznam základních značení

značka	jedn.	název
P_{ef}	[W]	efektivní příkon kompresu
P_{is}	[W]	teoretický příkon kompresoru z rovnice pro práci izotermickou
P_{ad}	[W]	teoretický příkon kompresoru z rovnice pro práci adiabatickou
P_{elm}	[W]	výkon elektromotoru
p	[Pa]	tlak
$\dot{V}$	[m ³ s ⁻¹]	objemový průtok plynu
κ	[-]	adiabatický exponent = $\frac{c_p}{c_v}$
η_{cis}		celková účinnost izotermická
η_{cad}		celková účinnost adiabatická
η_p		účinnost převodu klínovými řemeny
$\dot{V}_N$	[m ³ s ⁻¹]	výkonnost kompresoru, t.j. nasávané
	[m ³ h ⁻¹]	množství vzduchu při - $p = 101325 \text{ Pa}$ - $T = 273 \text{ K}$

Teoretický příkon kompresoru

- z rovnice pro práci izotermickou

$$P_{is} = p_1 \cdot V_1 \cdot \ln \pi \quad [W]$$

$$p_1 = 101\,325 \text{ Pa} \qquad \dot{V}_N = 42,26 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \text{ (kap. 8.2)}$$

$$T_1 = 273 + 40 = 313 \text{ K} \qquad p_2 = 0,8 \text{ MPa}$$

$$\dot{V}_1 = \dot{V}_N \frac{T_1}{T_0} = 42,26 \frac{313}{273} = 48,4 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

$$\dot{V}_1 = 1,34 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\pi = \frac{p_2}{p_1} = 7,895$$

$$P_{is} = 101325 \cdot 1,34 \cdot 10^{-2} \cdot \ln 7,9$$

$$P_{is} = 2816,3 \text{ W}$$

- z rovnice pro práci adiabatickou

$$P_{ad} = \frac{\kappa}{(\kappa - 1)} \cdot p_1 \cdot V_1 \cdot \left[\pi^{\frac{(\kappa - 1)}{\kappa}} - 1 \right] \quad [W]$$

$$\kappa = 1,4 \text{ pro vzduch}$$

$$P_{ad} = \frac{1,4}{(1,4 - 1)} \cdot 101325 \cdot 1,34 \cdot 10^{-2} \cdot \left[7,9^{\frac{1,4 - 1}{1,4}} - 1 \right] \quad [W]$$

$$P_{ad} = 3825,2 \text{ W}$$

Efektivní příkon kompresoru

$$P_{ef} = \frac{P_{is}}{\eta_{cis}} = \frac{P_{ad}}{\eta_{cad}}$$

$$\eta_{cis} = 50\% \qquad \eta_{cad} = 70\%$$

$$P_{er} = \frac{P_{is}}{\eta_{cis}} = \frac{2816,3}{0,5} = 5632,6 \text{ W}$$

$$P_{er} = \frac{P_{ad}}{\eta_{cad}} = \frac{3825,2}{0,7} = 5464,6 \text{ W}$$

Určení výkonu elektromotoru

- výkon elektrického motoru se volí asi o 15% vyšší než efektivní příkon kompresoru. V úvahu se musí brát také účinnost řemenového převodu, která bývá 90 až 95%.

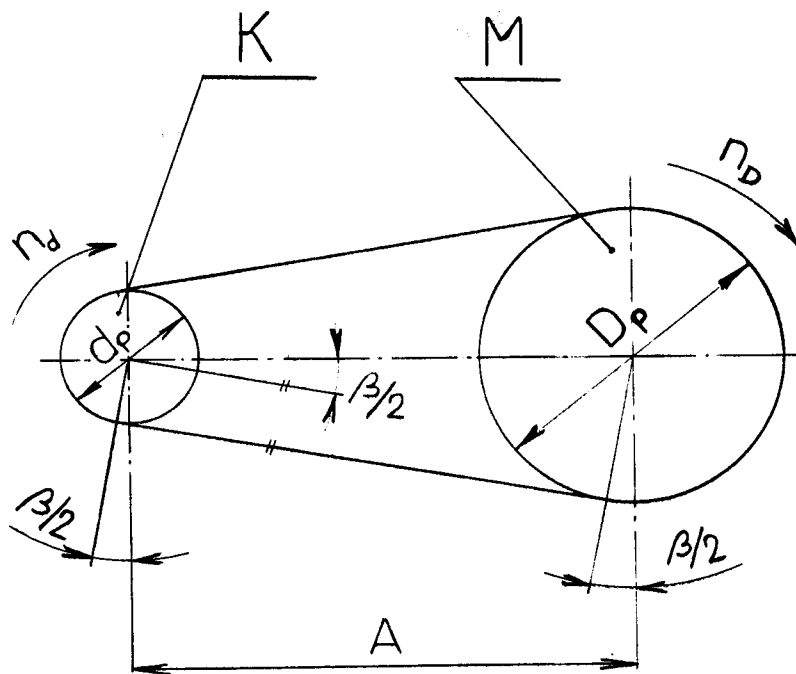
$$P_{elm} = 1,15 \cdot \left[\frac{P_{er}}{\eta_p} \right] = 1,15 \cdot \left[\frac{5632,6}{0,9} \right]$$

$$P_{elm} = 7197 \text{ W}$$

Výrobce doporučuje používat elektrický motor o výkonu 7,5 kW.

Závěr: Pro pohon kompresoru výkonu $42,26 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ vyhovuje zvolený elektrický motor o výkonu 7,5 kW.

3.2 Výpočet řemenového převodu



Obr. 2

K - šroubový kompresor NK-40

M - elektrický motor

Dáno:

- $\dot{V}_N = 40 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ vzduchu

$p = 0,7 \text{ MPa}$ absol.

$n_d = 4680 \text{ min}^{-1}$ dle diagramu

- $d_p = 106 \text{ mm}$ (řemenici dodává výrobce jako součást kompresoru -> průřez řemene)

- řemen průřezu SPZ - provozní podmínky:

- $t = -30^\circ\text{C}$ až $+60^\circ\text{C}$

- $\phi = 65\% \pm 15$

Voleno:

- elektromotor = dvoupólový stroj 4AP132S-2

- $P = 7,5 \text{ kW}$

- $n_D = 2910 \text{ min}^{-1}$

- $M_z/M_n = 2,2$

- $m = 67,7 \text{ kg}$

- startový proud = $15,5 \text{ A}$ (380V)

Převodový poměr - i

$$i = \frac{n_d}{n_D} = \frac{4680}{2910}$$

$$i = 1,606$$

Výpočtový ϕ hnané řemenice - D_p

$$\frac{n_d}{n_D} = \frac{D_p}{d_p} \Rightarrow D_p = \frac{n_d}{n_D} \cdot d_p = i \cdot d_p$$

$$D_p = \frac{4680}{2910} \cdot 106 = 170,47$$

$$D_p = 172 \text{ mm}$$

Výpočtová délka řemene - L_p

- voleno $A = 385 \text{ mm}$

$$\beta = 2 \cdot \arcsin \frac{D_p - d_p}{2A}$$

$$\beta = 2 \cdot \arcsin \frac{172 - 106}{2 \cdot 385} = 9,84^\circ$$

$$L_{pv} = 2 \cdot A \cdot \cos \frac{\beta}{2} + 0,5 \cdot \pi \cdot (D_p + d_p) + \beta \cdot (D_p - d_p)$$

$$L_{pv} = 2 \cdot 385 \cdot \cos 4,92 +$$

$$+ 0,5 \cdot \pi \cdot (172 + 106) + \frac{\pi \cdot 9,84}{180} \cdot (172 - 106)$$

$$L_{pv} = 1214,8 \text{ mm}$$

dle katalogu BARUM volena pro průřez řemene SPZ výpočtová délka řemene $L_p = 1212 \text{ mm} \rightarrow L_a = 1225 \text{ mm}$.

Skutečná vzdálenost řemenic - A

$$A = p + \sqrt{p^2 - q}$$

$$p = 0,25 \cdot L_p - 0,393 \cdot (D_p + d_p)$$

$$p = 0,25 \cdot 1212 - 0,393 \cdot (172 + 106)$$

$$p = 193,75$$

$$q = 0,125 \cdot (D_p - d_p)^2$$

$$q = 0,125 \cdot (172 - 106)^2$$

$$q = 544,5$$

$$A = 193,75 + \sqrt{193,75^2 - 544,5}$$

$$A = 386 \text{ mm}$$

Meze pro přestavení osové vzdálenosti řemenic

- pro napínání klínových řemenů

$$x \geq 0,03 \cdot L_p$$

$$x \geq 0,03 \cdot 1212$$

$$x \geq 36,4 \text{ mm}$$

- pro nasazování klínových řemenů

$$y \geq 0,015 \cdot L_p$$

$$y \geq 0,015 \cdot 1212$$

$$y \geq 18,1 \text{ mm}$$

Rychlost klínového řemene - v

$$v = \pi \cdot d_p \cdot n_d$$

$$v_{\max} = 35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = \pi \cdot 0,106 \cdot \frac{4680}{60}$$

$$v = 26 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v < v_{\max} \quad \rightarrow \text{řemen SPZ vyhovuje}$$

Počet řemenů - z

- je dán počtem drážek v řemenici dodávané výrobcem kompresoru z=2

- kontrola

$$z = \frac{(P \cdot c_2)}{(P_r \cdot c_1 \cdot c_3)}$$

$$c_1 = 0,98$$

c_1 - součinitel úhlu opásání

$$c_2 = 1,1$$

c_2 - součinitel provoz. zatížení

$$c_3 = 0,95$$

c_3 - součinitel délky řemene

$$P_r = 6,37 \text{ kW}$$

P_r - tabulkový přenášený výkon
jedním řemenem

$$z = \frac{(7,5 \cdot 1,1)}{(6,37 \cdot 0,98 \cdot 0,95)}$$

$$z = 1,34 < 2 \rightarrow \text{řemeny SPZ vyhovují}$$

Řemen

2 ks řemene SPZ - 1225 L_a 1 sada po 2 kusech

4. NÁVRH CHLADIČE

A VENTILÁTORU

4.1. Popis vzduchového chladiče a ventilátoru pro chlazení komprimovaného vzduchu a mazacího oleje kompresoru

Pro chlazení komprimovaného vzduchu a mazacího oleje je použit kombinovaný chladič vzduchu a oleje RC-11, který vyrábí s.p. Autopal Nový Jičín. Tento chladič se používá pro chlazení komprimovaného vzduchu a mazacího oleje u šroubového kompresoru RC-11, t.j. ke stejnému účelu jako při řešení kompresorové jednotky ve VÚPCHT Hradec Králové. Výkres a technické podmínky chladiče jsou v příloze.

Pro průtok chladicího vzduchu je použit ventilátor firmy Rotorcomp, Mnichov, SRN. Pro pohon ventilátoru je možné vhodným konstrukčním řešením využít elektromotor, kterým je poháněn kompresor.

4.2. Výpočet výkonu chladiče

Seznam zákl. značení

značka jednotky název

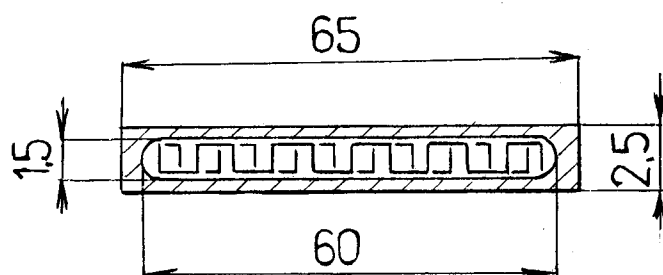
p	Pa	tlak
$\dot{Q}$	W	tepelný tok
c_p	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$	měrná tepelná kapacita při $p = \text{konst.}$
α	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	součinitel přestupu tepla
λ	$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	součinitel tepelné vodivosti
t	$^{\circ}C$	teplota
T	K	absolutní teplota
S_{pr}	m^2	průtočná plocha
S	m^2	teplosměnná plocha
l	m	charakteristický rozměr
L	m	délka
O	m	obvod průtočného průřezu
V	m^3	objem
$\dot{V}$	$m^3 \cdot s^{-1}$	objemový průtok
$\dot{m}$	$kg \cdot s^{-1}$	hmotnostní průtok
γ	K^{-1}	součinitel objemové roztažnosti

ρ	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	měrná hmotnost
η	$\text{Pa} \cdot \text{s}$	dynamická viskozita
ν	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	kinematická viskozita
n	-	počet sekcí chladiče
Nu	-	Nusseltovo číslo
Re	-	Reynoldsovo číslo
Gr	-	Grashoffovo číslo
Pr	-	Prandtlovo číslo

4.2.1. Specifikace rozměrů chladiče

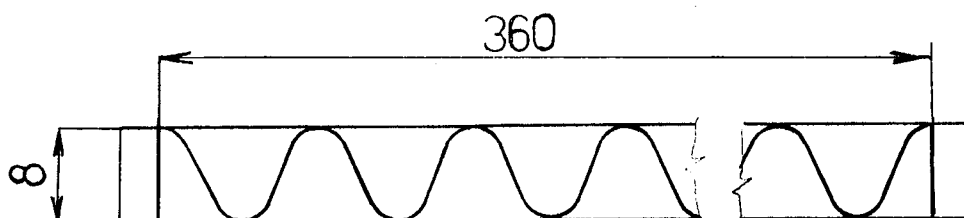
a) olejová sekce

- chlazený olej - 22 sekcí, délka $L = 360 \text{ mm}$



Obr. 3

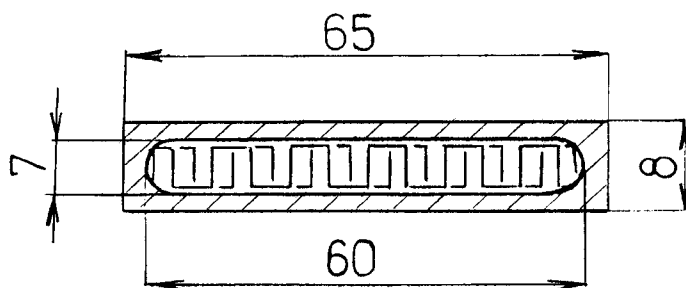
- chladící vzduch - 23 sekcí, hloubka = 65 mm



Obr. 4

b) vzduchová sekce

- chlazený vzduch - 6 sekcí



Obr. 5

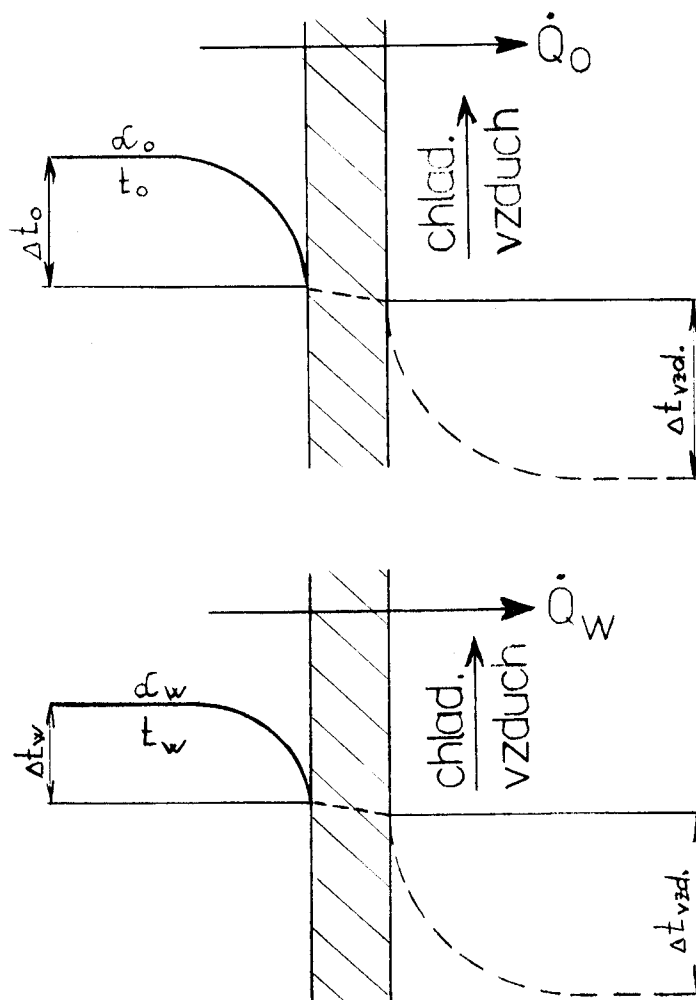
- chladicí vzduch - 7 sekcí

tvar jako chladicí vzduch v olejové sekci

4.2.2. Popis výpočtu

Z důvodů složitého tvaru teplosměnné plochy chladiče RC-11, je provedena kontrola výkonu chladiče porovnáním vypočtených součinitelů přestupu tepla na vnitřní (tlakové) straně výměníku.

Výpočtem byl určen součinitel přestupu tepla z vody do stěny pro parametry chladiče dané výrobcem (při zkoušce chladiče vodou) a součinitel přestupu tepla z oleje do stěny pro předpokládané max. teploty oleje. V obou případech byly předpokládány stejné rychlosti chladicího vzduchu, pouze teplota tohoto vzduchu byla pro výpočet výkonu chladiče použitého ke chlazení oleje zvýšena o 10°C, tj. na $t = 40^\circ\text{C}$ (z důvodu nasávání vzduchu ventilátorem z uzavřené skříně).



$$\frac{\dot{Q}_0}{\dot{Q}_w} = \frac{\alpha_0 \cdot S \cdot \Delta t_0}{\alpha_w \cdot S \cdot \Delta t_w}$$

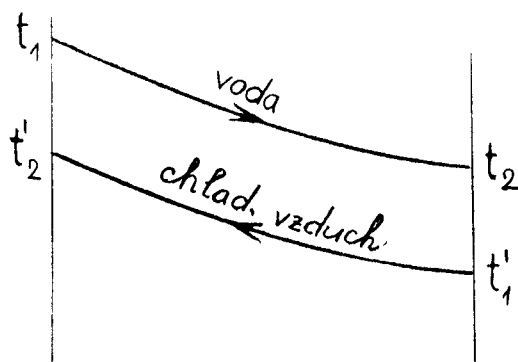
Obr.6

4.2.3 Výpočet olejové sekce chladiče RC-11

1. Výpočet přestupu tepla z vody do stěny chladiče α_w

Parametry chladiče dané výrobcem:

- chlazené médium - voda
- tepelný výkon - $\dot{Q}_w = 17000 \text{ W}$
- teplota vstupní vody - $t_1 = 90^\circ\text{C}$
- průtok vody - $\dot{V} = 1800 \text{ l} \cdot \text{hod}^{-1}$
- teplota vzduchu $t'_1 = 30^\circ\text{C}$
- rychlost vzduchu $w = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



Obr. 7

Fyzikální hodnoty vody při 90°C

- $\rho = 965,3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- $\lambda = 0,678 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- $\nu = 0,326 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
- $\eta = 308,9 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
- $P_r = 1,95$
- $c_p = 4200 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

- výstupní teplota vody t_2

$$\begin{aligned}\dot{Q}_w &= \dot{m} \cdot c_p \cdot (t_1 - t_2) \\ \dot{m} &= \dot{V} \cdot \rho = 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 965,3 \\ \dot{m} &= 0,43 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}\end{aligned}$$

$$t_2 = t_1 - \frac{\dot{Q}_w}{(\dot{m} \cdot c_p)} = 90 - \frac{17000}{0,43 \cdot 4200}$$

$$t_2 = 81,5^\circ\text{C}$$

- rychlost protékající vody

$$w = \frac{\dot{V}}{S_{pr}} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{1,98 \cdot 10^{-3}} \quad S_{pr} = 22 \cdot 0,06 \cdot 0,0015$$

$$S_{pr} = 1,98 \cdot 10^{-3}$$

$$w = 0,2525 \text{ ms}^{-1}$$

- určení a výpočet Nu kritéria

$$Re = \frac{w \cdot l}{\nu} \quad l = \frac{4 \cdot S_{pr}}{O} = \frac{4 \cdot 0,06 \cdot 0,0015}{2 \cdot (0,06 + 0,0015)}$$

$$l = 2,927 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$Re = \frac{0,2525 \cdot 2,927 \cdot 10^{-3}}{0,326 \cdot 10^{-6}}$$

$Re = 2267 \rightarrow$ laminární proudění vody trubkou obdélníkového průřezu, pro které je možno použít kritériální rovnici:

$$Nu = 1,86 \cdot \left(Re \cdot Pr \cdot \frac{1}{L} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{\eta}{\eta_s} \right)^{0,14}$$

s platností v mezích:

$$1. \text{ podmínka: } Re \cdot Pr \cdot \frac{1}{L} > 7,17$$

$$2. \text{ podmínka: } 0,004 < \frac{\eta_s}{\eta} < 14$$

η_s = dynamická vizkozita vody při střední teplotě stěny t_s

$$t_s = \frac{t_1 + t_1'}{2} = \frac{90 + 30}{2} = 60^\circ\text{C}$$

$$\eta_s = 471,7 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

η = dynamická vizkozita vody při střední teplotě tekutiny $\bar{t}$

$$\bar{t} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{90 + 81,5}{2} = 85,8^\circ\text{C}$$

$$\eta = 328,5 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

ad.: podmínka 1

$$\frac{1}{L} \cdot \text{Re} \cdot \text{Pr} = \frac{2,927 \cdot 10^{-3}}{0,36} \cdot 2267 \cdot 2,04 \quad \text{Pr} = 2,04 \text{ při } 85^\circ\text{C}$$

$$\frac{1}{L} \cdot \text{Re} \cdot \text{Pr} = 37,6 > 7,17 \quad \rightarrow \text{vyhovuje}$$

ad.: podmínka 2

$$0,004 < \frac{\eta_s}{\eta} < 14$$

$$0,004 < \frac{471,7 \cdot 10^{-6}}{328,5 \cdot 10^{-6}} < 14$$

$$0,004 < 1,43 < 14 \quad \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$Nu = 1,86 \left[2267 \cdot 2,04 \cdot \frac{2,927 \cdot 10^{-3}}{0,36} \right]^{\frac{1}{3}} \cdot \left[\frac{328,5 \cdot 10^{-6}}{471,7 \cdot 10^{-6}} \right]^{0,14}$$

$$Nu = 5,9$$

- souč. přestupu tepla α_w

$$Nu = \frac{\alpha_w \cdot l}{\lambda_w}$$

$$\alpha_w = \frac{Nu \cdot \lambda_w}{l} = \frac{5,9 \cdot 0,678}{2,927 \cdot 10^{-3}}$$

$$\alpha_w = 1366,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

2. Výpočet přestupu tepla z oleje do stěny α_0 , pro předpokládané podmínky:

- předpokládaná max. provozní teplota vystupujícího oleje z kompresoru = 80°C
- průtok oleje při tlaku 0,8 MPa absol. je $14,1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ (tab. naměřených hodnot kapitola 8.3.)
- použitý olej OSK-68
- rozdíl teplot oleje před chladičem a za chladičem nebude příliš velký cca $\Delta t_{\max} = 10^\circ\text{C}$, protože termostatický směšovací ventil je nastaven výrobcem na 71°C . Jestliže olej dosáhne teploty 71°C , termostatický směšovací ventil jej propustí pouze přes chladič RC-11 (uzavře přímou cestu oleje zpět nad rotory), a proto volíme určující teplotu oleje 80°C .
- rychost chladícího vzduchu je stejná jako u zkoušky chladícího výkonu chladiče výrobcem. Jiná je maximální předpokládaná teplota okolí pro uzavřenou skříň kompresorové jednotky. Teplotu předpokládáme 40°C .

- fyzikální hodnoty OSK-68 při $t = 80^{\circ}\text{C}$

- $\rho = 861 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- $\lambda = 0,125 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- $\nu = 15\cdot 10^{-6} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$
- $\eta = \nu\cdot\rho = 1,29\cdot 10^{-2} \text{ Pa}\cdot\text{s}$
- $c_p = 2090 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

- rychlost protékajícího oleje trubkou

$$w = \frac{\dot{V}}{S_{pr}} = \frac{2,35\cdot 10^{-4}}{1,98\cdot 10^{-3}} \quad \dot{V} = 14,1 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1} = 2,35\cdot 10^{-4} \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$$

$$w = 0,119 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

- Určení a výpočet Nu kritéria

$$\text{Re} = \frac{w\cdot l}{\nu} \quad l = 2,927\cdot 10^{-3} \text{ m} \approx 3\cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{Re} = \frac{0,119\cdot 2,927\cdot 10^{-3}}{15\cdot 10^{-6}}$$

$\text{Re} = 23,8 \rightarrow$ laminární proudění oleje trubkou obdélníkového průřezu, pro které je možno použít stejné kritériální rovnice jako při průtoku trubky vodou.

$$\text{Nu} = 1,86 \cdot \left(\text{Re} \cdot \text{Pr} \cdot \frac{1}{L} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{\eta}{\eta_s} \right)^{0,14}$$

s platností v mezích

$$1. \text{ podmínka: } \text{Re} \cdot \text{Pr} \cdot \frac{1}{L} > 7,17$$

$$2. \text{ podmínka: } 0,004 < \frac{\eta_s}{\eta} < 14$$

$$Pr = \frac{\eta \cdot C_p}{\lambda} = \frac{1,29 \cdot 10^{-2} \cdot 2090}{0,125}$$

$$Pr = 215,7$$

$$Gr = \frac{\gamma \cdot g \cdot l^3 \cdot \Delta t}{\nu^2} = \frac{0,8 \cdot 10^{-3} \cdot (3 \cdot 10^{-3}) \cdot 40}{(15 \cdot 10^{-6})^2}$$

$$\Delta t = t_{ol} - t_{chl ad. vz.} = 80 - 40 = 40^\circ C \quad \gamma = 8 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

$$Gr = 37,6 < 25000 \quad \rightarrow Gr \text{ kritérium můžeme zanedbat}$$

$$t_s = \frac{80+40}{2} = 60^\circ C \quad \rightarrow -\nu_s = 30 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$$

$$-\rho_s = 873 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\eta_s = \nu_s \cdot \rho_s = 0,26 \cdot 10^{-1} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

ad 1. podmínka:

$$\frac{1}{L} \cdot Re \cdot Pr = \frac{2,927 \cdot 10^{-3}}{0,36} \cdot 23,8 \cdot 215,7$$

$$\frac{1}{L} \cdot Re \cdot Pr = 40,7 > 7,17 \quad \text{vyhovuje}$$

ad 2. podmínka:

$$0,004 < \frac{\eta_s}{\eta} < 14$$

$$0,004 < \frac{0,026}{0,0129} < 14$$

$$0,004 < 2,02 < 14 \quad \text{vyhovuje}$$

$$Nu = 1,86 \left(23,8 \cdot 215,7 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,36} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{0,0129}{0,026} \right)^{0,14}$$

$$Nu = 5,9$$

- součinitel přestupu tepla α_o

$$Nu = \frac{\alpha_o \cdot l}{\lambda_o} \rightarrow \alpha_o = \frac{Nu \cdot \lambda_o}{l}$$

$$\alpha_o = \frac{5,9 \cdot 0,125}{2,927 \cdot 10^{-3}}$$

$$\alpha_o = 252,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

3. Výpočet chladicího výkonu olejové sekce pro olej OSK-68

Množství sděleného tepla médiem stěně je dáno vztahem: $\dot{Q} = \alpha \cdot S \cdot \Delta t$.

Pro olejovou sekci při zkoušce vodou udává výrobce výkon $\dot{Q}_w = 17000 \text{ W}$ při teplotě vstupující vody $t_w = 90^\circ\text{C}$ a teplotě chladicího vzduchu $t_{vz} = 30^\circ\text{C}$. Pro vypočtené α_w můžeme psát:

$$\dot{Q}_w = \alpha_w \cdot S \cdot \Delta t_w$$

$$\alpha = d \cdot S \cdot (t_w - t_{ow})$$

$$\Delta t_w = t_w - t_{vz} = 90 - 30$$

$$\Delta t_w = 60^\circ\text{C}$$

$$h = h \cdot S \cdot \Delta t$$

$$h = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{2}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

Předpokládané teploty při chlazení oleje jsou:

- teplota oleje vystupujícího z kompresoru je $t_o = 80^\circ\text{C}$,
- maximální teplota chladicího vzduchu $t_{vz} = 40^\circ\text{C}$.

Pro výpočet α_o můžeme psát:

$$\dot{Q}_o = \alpha_o \cdot S \cdot \Delta t_o$$

$$\Delta t_o = t_o - t_{vz} = 80 - 40$$

$$\Delta t_o = 40^\circ\text{C}$$

Porovnáním hodnot $\dot{Q}_w$, $\dot{Q}_o$ dostaneme

$$\frac{\dot{Q}_w}{\dot{Q}_o} = \frac{\alpha_w \cdot S \cdot \Delta t_w}{\alpha_o \cdot S \cdot \Delta t_o}$$

$$\dot{Q}_o = \dot{Q}_w \cdot \frac{\alpha_o \cdot \Delta t_o}{\alpha_w \cdot \Delta t_w}$$

$$\dot{Q}_o = 17000 \cdot \frac{252 \cdot 40}{1366,6 \cdot 60} = 2090 \text{ W}$$

z výpočtu $\dot{Q}_0 = 2090 \text{ W}$ vyplývá, že množství tepla předané do stěny chladiče je v případě oleje za předpokládaných teplot a průtoku oleje ~8,3-krát nižší než v případě vody, kdy $\dot{Q}_w = 17000 \text{ W}$ při daných podmínkách výrobce.

4. Množství tepla odebraného olejem ze vzduchu při kompresi $\dot{Q}'_0$

Množství tepla odebraného olejem musí být takové, aby výstupní teplota vzduchu a plynu nepřekročila 80°C ,

$$\dot{Q}'_0 = \dot{m}_{vz} \cdot c_{pvz} (t_1 - t_2)$$

t_1 = kompresní teplota vzduchu

t_2 = výstupní teplota oleje a vzduchu z kompresoru = 80°C max.

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\left(\frac{n-1}{n} \right)}$$

pro polytropickou změnu
(dle [6])

je $n = 1,2$

$$T_2 = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\left(\frac{n-1}{n} \right)} \cdot T_1$$

index: 1....vstupní vzduch
2....komprimovaný vzduch

$$T_2 = \left(\frac{0,8}{0,1} \right)^{\frac{1,2-1}{1,2}} \cdot 313$$

$$\begin{aligned} T_1 &= 273 + 40 = 313 \text{ K} \\ p_1 &= 0,1 \text{ MPa} \\ p_2 &= 0,8 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$T_2 = 442 \text{ K}$$

$$t_1 = T_2 - 273 = 442 - 273 = 169^\circ\text{C}$$

$$\dot{m}_{vz} = \dot{V} \cdot \rho$$

$$\begin{aligned} \dot{V} &= 42 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1} = 1,16 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \\ \rho &= 1,252 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \end{aligned}$$

$$\dot{m}_{vz} = 1,16 \cdot 10^{-2} \cdot 1,252$$

$$\dot{m}_{vz} = 1,46 \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c_{pvz} = 1021 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\text{pro } t = 170^{\circ}\text{C} \quad \text{a} \quad p = 0,8 \text{ MPa}$$

$$\dot{Q}_o' = 1,46 \cdot 10^{-2} \cdot 1021(169-80)$$

$$\dot{Q}_o' = 1326 \text{ W}$$

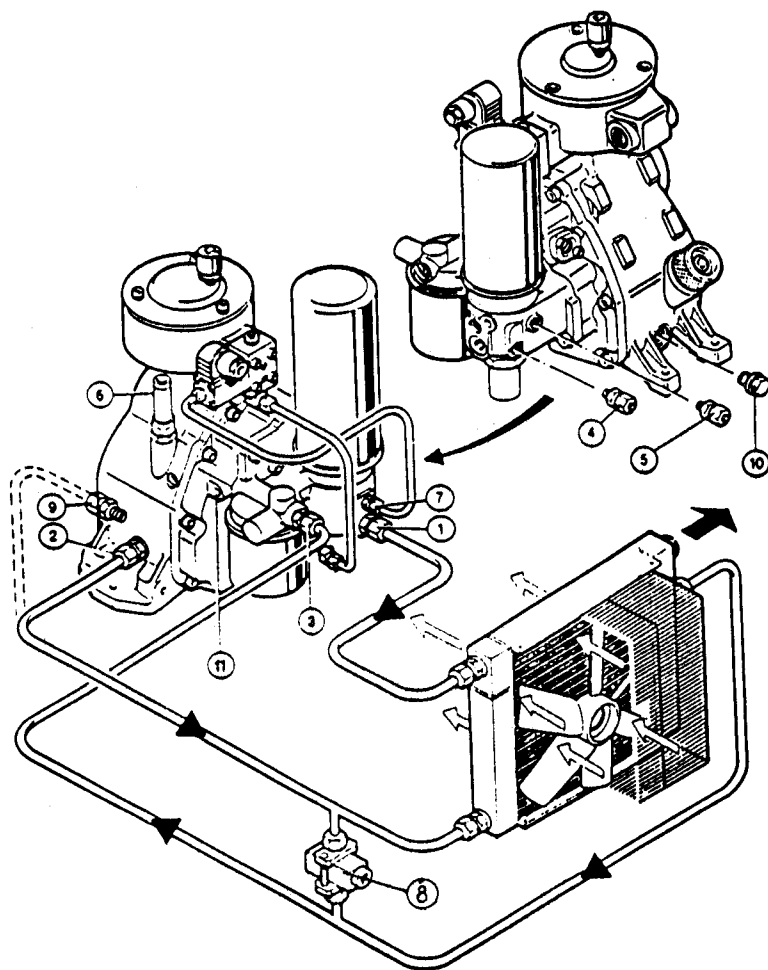
Za předpokladu, že $\dot{Q}_o' = 1326 \text{ W}$ je všechno teplo, které olej odvádí z komprimovaného vzduchu, pak chladič RC-11 vyhovuje, protože:

$$\dot{Q}_o' = 1326 \text{ W} < 2090 \text{ W} = \dot{Q}_o$$

Zůstává rezerva 764 W chladičího výkonu, což znamená že chladič RC-11 je pro předpokládané průtoky a teploty oleje o 57,8% výkonnější a je možné ho použít i pro větší výkony kompresoru.

5. CELKOVÉ SCHEMA ZAPOJENÍ

5.1. Schema zapojení kompresoru (dle výrobce)



Obr. 8

- 1 - výstup komprimovaného vzduchu - $G\frac{1}{2}$ "
- 2 - výstup teplého tlakového oleje z olejové vany kompresoru - $G\frac{3}{4}$ ", výstup použit pro jímku teplotního spínače T 23

- 3 - návrat ochlazeného oleje přes čistící filtr k mazání rotorů - G $\frac{1}{2}$ "
- 4 - měření výsledného tlaku komprimovaného plynu kompresoru manometrem - G $\frac{1}{4}$ "
- 5 - tlak před hrubým odlučovačem - G 1/8"
- 6 - pojistný ventil - G $\frac{1}{4}$ "
- 7 - přívod vzduchu pro regulátor sání - G 1/8"
- 8 - termostatický směšovací ventil, který vrací olej zpět na rotory a při přehřátí oleje propouští olej přes olejovou sekci kombinovaného chladiče (max. teplota propouštěného oleje termostatickým ventilem = 71°C)
- 9 - alternativa 2 - G $\frac{1}{2}$ "
- 10 - vypouštění oleje - G $\frac{1}{2}$ ", výstup použit pro výstup teplého oleje
- 11 - šroubení pro teplotní čidlo výtlaku kompresoru - M8x1

5.2. Nezbytné ochrany šroubového kompresoru NK-40

Kompresor musí mít kontrolu a ochranu pracovní teploty, pracovního tlaku a průtoku oleje chladicím okruhem.

5.2.1. Kontrola pracovní teploty kompresoru

Z důvodů tepelných dilatací přesně vyrobených rotorů šroubového kompresoru je zapotřebí kontrolovat teplotu prostoru olejové vany, tj. pracovní teplotu kompresoru. Teplota oleje dle výrobce by neměla přesáhnout 80°C. Proto je použit výstup oleje z olejové vany 2 (dle schématu zapojení kapitola 5.1.) pro jímku teplotního spínače T23, ve které je zabudován snímač teploty. Pro výstup teplého oleje bude použit alternativní výstup oleje 9, což je výhodné i z hlediska konstrukčního propojení chladicího okruhu oleje.

Použit je teplotní spínač T23 typ 61126 pro rozsah 70÷140°C, délky 1,6 m s tykavkou (měděná kapilára na konci opatřená snímačem teploty). Na jímce snímače

teploty je potřeba upravit stávající závit M27 na závit G $\frac{3}{4}$ ". Napájecí napětí 220V. Dodavatel ZPA Ústí nad Labem.

Při překročení max. teploty pracovního prostoru kompresoru (olejové vany) vyřadí teplotní spínač kompresor z provozu a na ovládacím panelu kompresorové jednotky se rozsvítí světelná kontrolka. Po odstranění závady je nutno pomocí tlačítka kvitace nulovat poruchu, a tím je kompresor připraven pro další provoz.

5.2.2. Kontrola max. tlaku komprimovaného plynu

Výrobce udává max. krátkodobý pracovní tlak kompresoru 1 MPa abs. Kompresor chrání proti překročení prac. tlaku pojistným ventilem (pružinovým) seřízeným na 0,98 MPa abs. Proti překročení prac. tlaku kompresoru je kompresorová jednotka dále vybavena přetlakovým jističem PJ22. Pro připojení přetlakového jističe je využit výstup 5 (dle schéma zapojení kapitola 5.1.) před odlučovačem oleje kompresoru NK-40.

Přetlakový jistič PJ 22 (ČSN 354159)

- rozsah 0,6 - 2,25 MPa
- difference 0,2 - 0,7 MPa
- zkušební přetlak 3,35 MPa
- 2A/220V~; 0,1A/220V=
- dodavatel Zbrojovka Brno - Vyškov

Při překročení max. pracovního tlaku kompresoru vyřadí přetlakový jistič PJ22 kompresor z provozu a na ovládacím panelu kompresorové jednotky se rozsvítí světelná kontrolka. Po odstranění závady je nutno pomocí tlačítka kvitace nulovat poruchu, a tím je kompresor připraven pro další provoz.

5.2.3. Kontrola průtoku oleje

Z důvodů zajištění mazání rotorů šroubového kompresoru a jeho chlazení, je nutná pojistka průtoku oleje při

návratu ochlazeného oleje zpět nad rotory.

Pro zajištění průtoku oleje je použita pojistka proti nedostatku vody typ 940.060. Dle výrobce je tuto pojistku možno použít i na průtok oleje, protože pryžové součásti jsou vyrobeny z oleji odolné pryže do teploty 90°C. (Kontrola pryže v Rubeně Náchod)

Pojistka proti nedostatku vody - typ 940.060

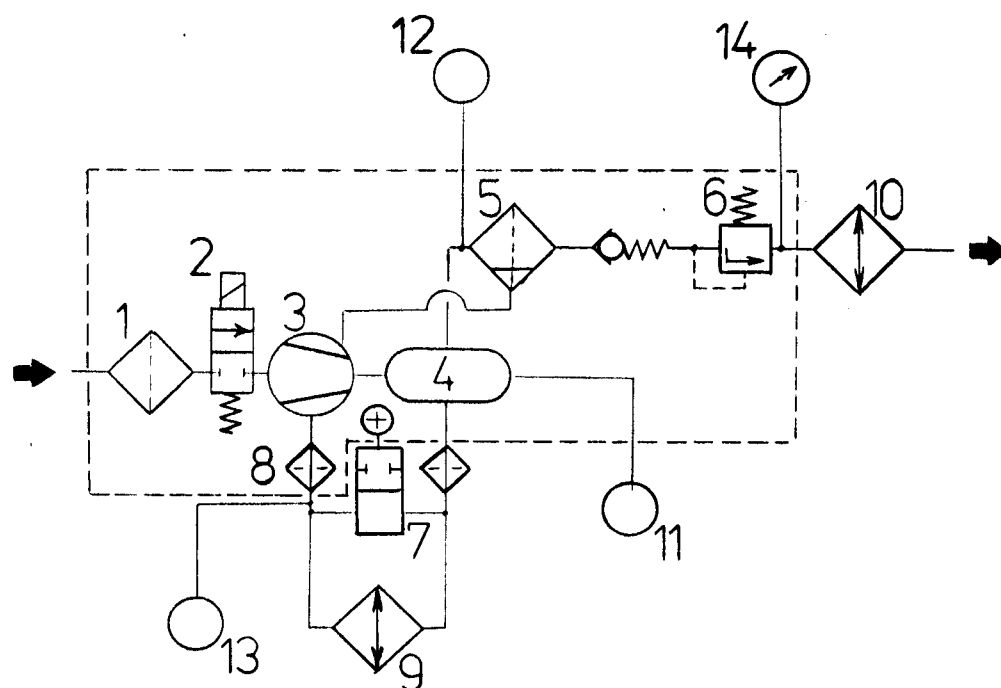
- max. provozní tlak 0,8 MPa
- jmenovitý průtok vody 16,8 dm³.min⁻¹
- 2A/220V~ 50 Hz
- dodavatel ZVS MORAVIA k.p. závod Dvorce

Při případném úniku nebo nedostatku oleje, t.j. snížení průtoku oleje, vyřadí tato pojistka kompresor z provozu. Na ovládacím panelu kompresorové jednotky se rozsvítí světelná kontrolka této poruchy. Po odstranění závady je nutno pomocí tlačítka kvitace nulovat poruchu, a tím je kompresor připraven k dalšímu provozu.

5.3. Skutečné schema zapojení kompresorové jednotky (obr.9)

- 1 - sací filtr
- 2 - regulátor sání
- 3 - kompresor
- 4 - olejová vana
- 5 - odlučovač oleje
- 6 - ventil minimálního tlaku
- 7 - směšovací termostatický ventil oleje
- 8 - olejový filtr
- 9 - chladič oleje (chladič RC-11)
- 10 - chladič komprimovaného vzduchu (chladič RC-11)
- 11 - kontrola pracovní teploty kompresoru
- 12 - kontrola max. tlaku komprimovaného plynu
- 13 - kontrola průtoku oleje
- 14 - manometr 0÷1,6 MPa

Skutečné schema zapojení



Obr. 9

6 . ELEKTROPŘÍSLUŠENSTVÍ

6.1.Rozvaděč

Pro uložení vzájemně propojených elektrosoučástí zajišťujících správnou funkci kompresorové jednotky na výrobu stlačeného vzduchu byla použita rozvaděčová skříň typ IM - 008 - 1128 o rozměrech 340 x 270 x 120 mm výrobce Schrack SRN.Tím se zjednodušila konstrukce kompresorové skříně o výrobu původně plánované skříně rozvaděče pouze na výrobu jeho uchycení.(viz 1-VKR-196)

6.2.Seznam elektrosoučástí

ovládacího panelu:

- 1 ks vypínač VS-25 = hlavní vypínač
- 6 ks ovladačů pomocných obvodů T 6
 - 3 ks hlavice A (tlačítka)
 - 3 ks spínací jednotka
 - 3 ks hlavice E (signálky)
 - 3 ks objímka se žárovkou
- 4 ks dioda LED prům.10 mm s objímkou=specifikace poruch
- 1 ks součtové hodiny 220-240 V , stř.proud , 50 Hz, typu Schrack

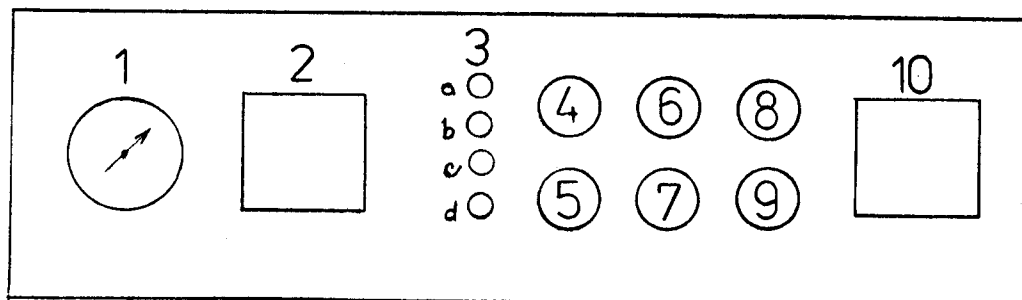
- 1 ks ovládací panel

rozvaděče :

- 3 ks vzduchový stykač V25E/220V stř.= přepínání hvězda - trojúhelník
- 1 ks časové relé - typ ZR 0410 B7 (Schrack) s pracovním rozsahem 1-10 sec.= ovládací relé vzduchového stykače pro přepínání hvězda - trojúhelník, z důvodu menšího záběrového proudu při rozběhu elektromotoru.
- 1 ks třífázový jistič 25 A (Schrack) pro jistění elektrického přívodu do rozvaděče
- 1 ks jednopólový jistič 2 A pro jistění ovládacích obvodů

- 1 ks jistící nadproudové relé R 102 , 15 A , pro ochranu el.motoru proti nadproudovému (tepelnému) přetížení
- 5 ks relé RP-700 P6/24 V , jako pomocné ovládací relé
- 5 ks patice ZCU (zásuvka pro relé)
- 1 ks transformátor 220/24V , 50 VA , pro napájení pomocných obvodů
- 4 ks dioda KY 710 jako usměrňovač napětí 24 V
- 22 ks dioda KY 132/150 (ovládací logika)
- 8 ks vývodka P 16
- 10 ks vývodka P 13,5
- 1 ks řadová svorkovnice
- 10 m přívodní kabel G 4x4 C
- 1 ks třífázová vidlice

6.3.Ovládací panel



Obr.10

1-výstupní tlak

(manometr typ 358/2, rozsah 0-1,6 MPa)

2-doba provozu (součtové hodiny)

3-specifikace poruch

a)rozepnutí tepelné ochrany el.motoru

b)překročení pracovního tlaku kompresoru

- c) překročení teploty kompresoru
- d) nedostatečná cirkulace oleje
- 4-signalizace poruchy kompr.jednotky
- 5-tlačítko kvitace poruchy a kontrola signálů
- 6-signalizace, kompr. jednotka připravena k provozu
- 7-tlačítko start (spuštění kompr.jedn.)
- 8-signalizace provozu kompr.jedn.
- 9-tlačítko STOP(vyřazení kompr.jedn. z provozu)
- 10-hlavní vypínač přívodu elektr.napětí do kompr.jedn.

6.4.Uvedení kompresorové jednotky do provozu (dle obr.10)

a) spuštění :

- 1.Zapnout hlavní vypínač(10),rozsvítí se signalizace PŘIPRAVENO (6)
- 2.Stisknout tlačítko START(7),zhasne signalizace PŘIPRAVENO (6) a rozsvítí se signalizace PROVOZ (8).
Tím je kompr.jednotka uvedena do provozu.

b) normální provoz

Provoz kompresorové jednotky je chráněn pomocí blokovacích systémů proti provozním poruchám.Tím se snižují nároky na obsluhu.Jednotka je automaticky vyřazena z provozu,kdykoliv dojde k překročení jednotlivých mezních parametrů kterékoli ochrany kompresoru nebo el.motoru.

c) poruchy

- překročení hodnoty tepelné ochrany (3a)
- překročení maximáln.tlaku na výstupu z kompresoru 0.9 MPa (3b)
- překročení max.teploty oleje v kompresoru 80°C.
(3c)
- nedostatečná cirkulace oleje (3d)

d) uvedení do provozu po poruše

Další uvedení do provozu je možné provést po

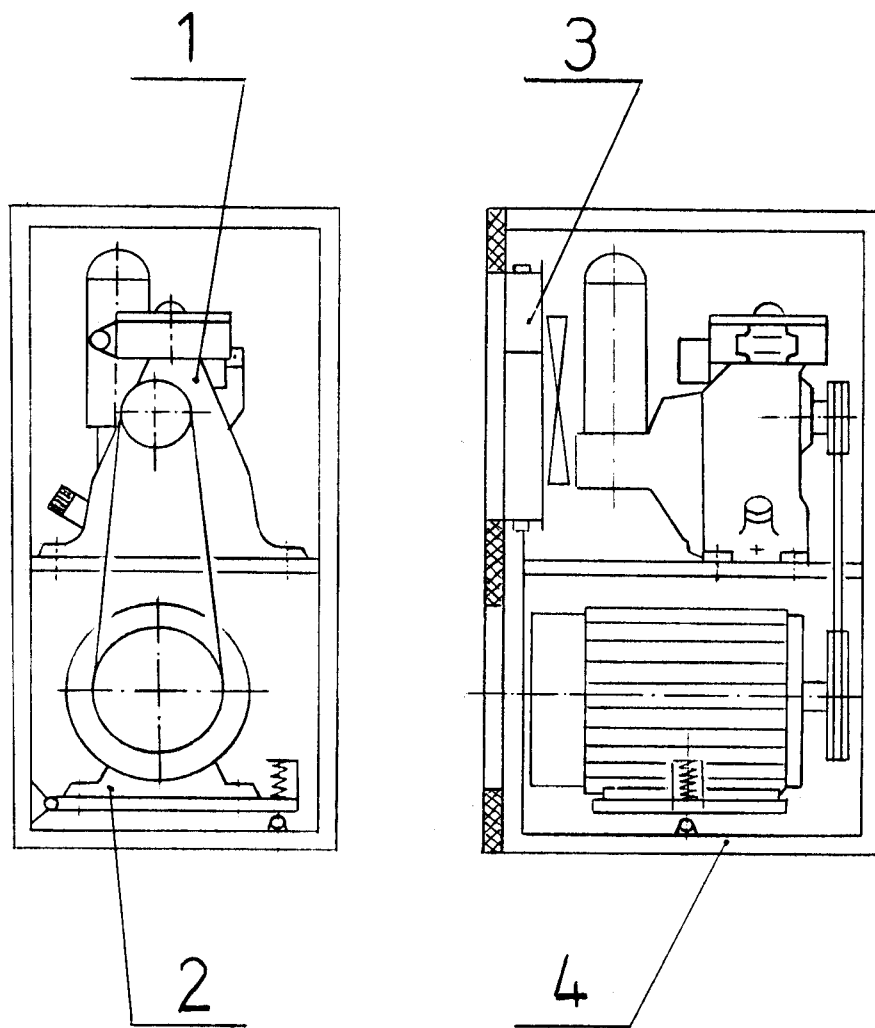
vyhodnocení a odstranění příčiny poruchy, následujícím způsobem :

- stisknout tlačítko KVITACE(5), zhasne PORUCHA(4) a rozsvítí se PŘIPRAVENO (6)
- stisknout START(7), zhasne PŘIPRAVENO (6) a rozsvítí se PROVOZ (8)

7. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ KOMPRESOROVÉ JEDNOTKY

7.1. Možnosti uspořádání kompresorové jednotky

a) Uspořádání kompresor x el. motor nad sebou



Obr. 11

1-šroubový kompresor
2-el. motor

- 3-chladič komprimovaného vzduchu a mazacího oleje kompresoru
- 4-rám kompresorové jednotky

Výhody :

- napínání řemenu hmotností el.motoru
- prokluz řemenu při přetížení (zajištěný pružinou)
- zastavěná menší půdorysná plocha

Nevýhody:

- pro chlazení vzduchu a oleje nutný samostatný pohon ventilátoru

b) Uspořádání kompresor x el.motor vedle sebe

(obr. 12)

- 1-šroubový kompresor
- 2-el.motor
- 3-chladič komprimovaného vzduchu a mazacího oleje
- 4-rám kompresorové jednotky

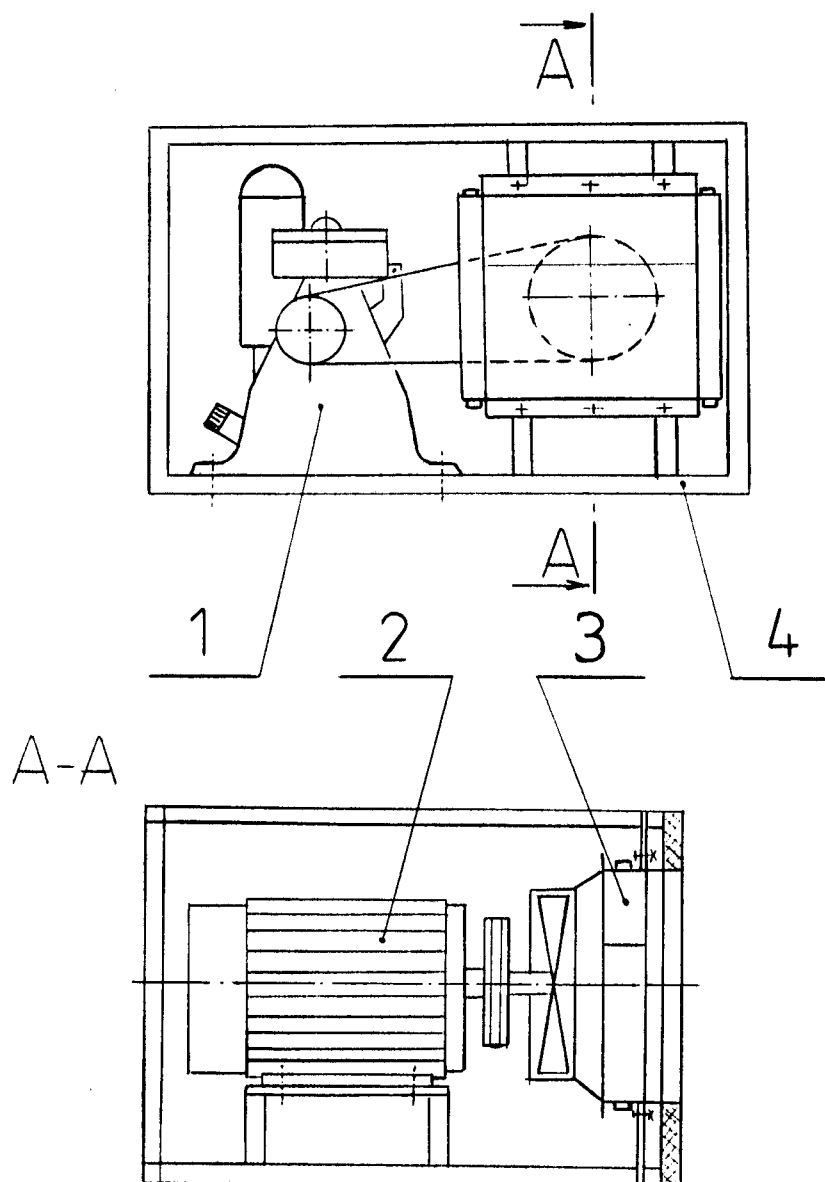
Výhody :

- jednodušší výroba
- možnost montáže ventilátoru na el.motor (bez dalšího pohonu)

Nevýhody :

- zastavěná větší půdorysná plocha
- pro napínání řemenu nutná samostatná konstrukce napínáku
- množství chladicího vzduchu je dáno otáčkami el.motoru

Uspořádání kompresor x el. motor vedle sebe



Obr.12

7.2.Volba a popis uspořádání kompresové jednotky

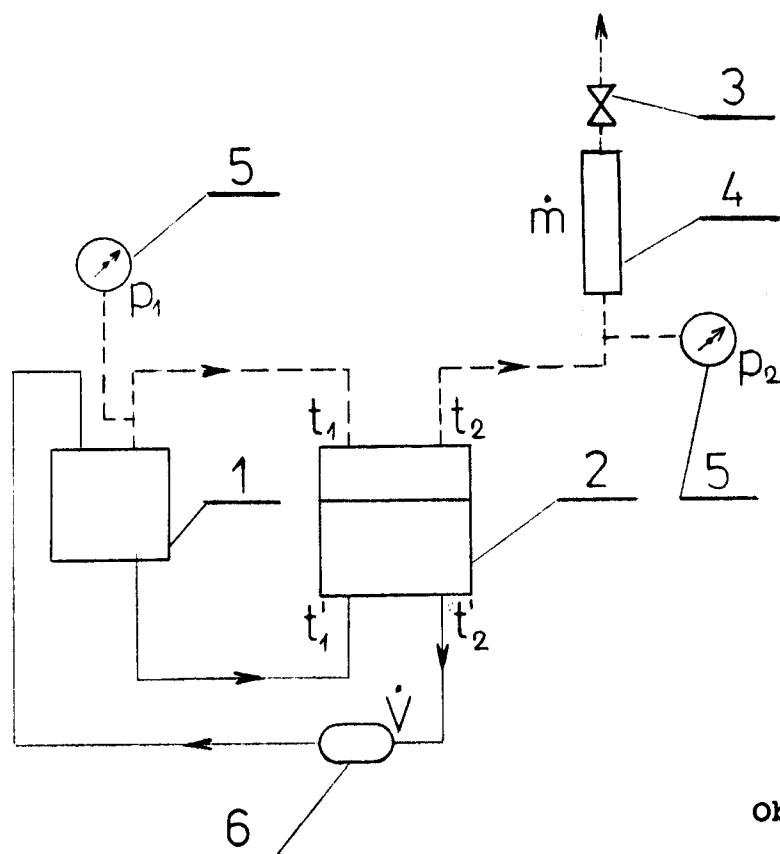
Z důvodu možnosti pohonu ventilátoru a kompresoru jedním el.motorem bylo vybráno uspořádání kompresor x motor vedle sebe. Dalším důvodem byla jednodušší výroba skříně kompresorové jednotky, a tím snížení nákladů při výrobě. Všechny části kompresorové jednotky pro výrobu tlakového vzduchu jsou uzavřeny ve skříní, kterou tvoří ocelový rám opláštěvaný plechovými panely s protihlukovou izolací Izomat (příl.).

Kompresorová jednotka je určena pro bezzákladovou montáž i ve vyšších podlažích. Je uložena na pryžokovových pružinách, které tlumí vibrace do okolí. Z důvodů nasávání vzduchu pro kompresi a chlazení komprimovaného vzduchu a mazacího oleje dnem skříně je kompresorová jednotka postavena na plechové vaně, která zabraňuje vnikání hrubých nečistot do prostoru skříně. Odvod chladicího vzduchu je zajištěn propojením chladiče a krycího panelu, který je upraven pro připojení vzduchotechnického potrubí dle ČSN 12 05 05.

Vlastní konstrukce kompresorové jednotky je doložena výkresovou dokumentací dle sestavného výkresu 1-VKR-196 a kusovníku K - VKR - 196.

8. PROVOZNÍ MĚŘENÍ NA PROTOTYPU

8.1. Schema zapojení chladicího okruhu pro měření parametrů



Obr.13

----- okruh komprim.vzduchu
 ————— okruh tlakového oleje

1-kompresor NK-40

2-chladič kompr.vzduchu a oleje RC-11

3-škrťící ventil

4-hmotnostní průtokoměr pro měření průtoku
 vzduchu - kalibrován na Helium při :

- 8.4 bar absol.

- $T = 300K$

- $\dot{m}_{max} = 10 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \text{ helium}$

- vyrobeno v SRN firmou F+P GmbH
- 5-manometr 0-1.6MPa
- 6-objemový průtokoměr oleje typ Öl 1 R7/F7
 - $\dot{V}_{\max} = 20 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$
 - vyrobeno v SRN firmou BOB+REUTHER GmbH

Pro měření teplot komprimovaného vzduchu t_1, t_2 , mazacího oleje t'_1, t'_2 v chladicím okruhu a pro měření rychlosti chladicího vzduchu byl použit kombinovaný měřicí přístroj THERM SYSTÉM - 2253-2:

- rozsah měřících teplot -100°C až 1370°C
- rozsah pro měření rychlosti $0,4$ až $40 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$
- vyrobeno v SRN

8.2. Měření vzduchové sekce (tab.1)

- teplota okolí = 25°C
- barometrický tlak = $0,1 \text{ MPa}$
- schéma měření obr.12

H O D N O T Y								
N A M Ě Ř E N Ě					S K U T E Č N Ě			Δt
přetlak		He	vst.	výst.	vzd.	vst.	výst.	
p_1	p_2	$\dot{m}$	t_1	t_2	$\dot{m}_2$	t_1	t_2	
MPa	MPa	$g \cdot s^{-1}$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$g \cdot s^{-1}$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$
0,55	0,2	9,4	45	30,5	14,8	47,9	33,4	14,5
0,56	0,5	6,6	45,9	30,5	14,7	48,8	33,4	15,4
0,7	0,7	5,7	46,3	31,1	14,6	49,2	34	15,2
0,8	0,8	5,4	48	31,5	14,7	50,9	34,4	16,5

Tabulka 1

Přepočet hmotnostního průtoku z naměřených hodnot na skutečný průtok plynu, v tomto případě vzduchu:

$$(1) \dot{m}_2 = \dot{m}_1 \cdot \sqrt{\frac{Q_{02}}{Q_{01}} \cdot \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{T_1}{T_2}} \quad [g \cdot s^{-1}]$$

index - 1 ... Kalibrační plyn = Helium
 - 2 ... Měřený plyn = vzduch

$Q_{02} = 1,252 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = \text{konst. při } 0^{\circ}C, 760 \text{ torr}$

$Q_{01} = 0,1785 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} = \text{konst. při } 0^{\circ}C, 760 \text{ torr}$

$$T_2 = 273,15 + 31 = 304,15 \text{ K} \doteq \text{konst.}$$

$$T_1 = 300 \text{ K} = \text{konst.}$$

$$p_2 = \text{dle tab.naměř.hodnot MPa absol.}$$

$$p_1 = 0,84 \text{ MPa absol.}$$

$$\dot{m}_2 = \text{skutečný hmotn.průtok vzduchu g.s}^{-1}$$

$$\dot{m}_1 = \text{hmotnostní průtok dle tab.1 (naměř.) g.s}^{-1}$$

Úprava vztahu (1) dosazením hodnot, které jsou konstantní.

$$\dot{m}_2 = \dot{m}_1 \cdot \sqrt{\frac{1,252}{0,1785} \cdot \frac{p_2}{0,84} \cdot \frac{300}{304,15}}$$

$$\dot{m}_2 = \dot{m}_1 \cdot \sqrt{8,236 \cdot p_2} \quad [\text{g.s}^{-1}]$$

Přepočet hmotnostního průtoku na objemový průtok
 $v [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$

$$\dot{V}_2 = \frac{\dot{m}_2}{\rho_{O_2}} \cdot 10^{-3} \cdot 3600 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$$

$$p_2 = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ MPa}$$

$$\dot{m}_2 = 9,4 \cdot \sqrt{8,236 \cdot 0,3} = 14,776 \text{ g.s}^{-1}$$

$$\dot{V}_2 = 42,49 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

$$p_2 = 0,5 + 0,1 = 0,6 \text{ MPa}$$

$$\dot{m}_2 = 6,6 \cdot \sqrt{8,236 \cdot 0,6} = 14,672 \text{ g.s}^{-1}$$

$$\dot{V}_2 = 42,19 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

$$p_2 = 0,7 + 0,1 = 0,8 \text{ MPa}$$

$$\dot{m}_2 = 5,7 \cdot \sqrt{8,236 \cdot 0,8} = 14,631 \text{ g.s}^{-1}$$

$$\dot{V}_2 = 42,07 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

$$p_2 = 0,8 + 0,1 = 0,9 \text{ MPa}$$

$$\dot{m}_2 = 5,4 \cdot \sqrt{8,236 \cdot 0,9} = 14,702 \text{ g.s}^{-1}$$

$$\dot{V}_2 = 42,27 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Průměrný výkon kompresoru NK-40 dle měření :

$$\dot{V}_N = \sum_{i=1}^n \dot{V}_i \cdot \frac{1}{n}$$

$$\dot{V}_N = \frac{42,49+42,19+42,07+42,27}{4} = 42,26 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Tento výkon je o $2,26 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, t.j. o 5,4 % vyšší než navrhovaný výkon kompresoru.

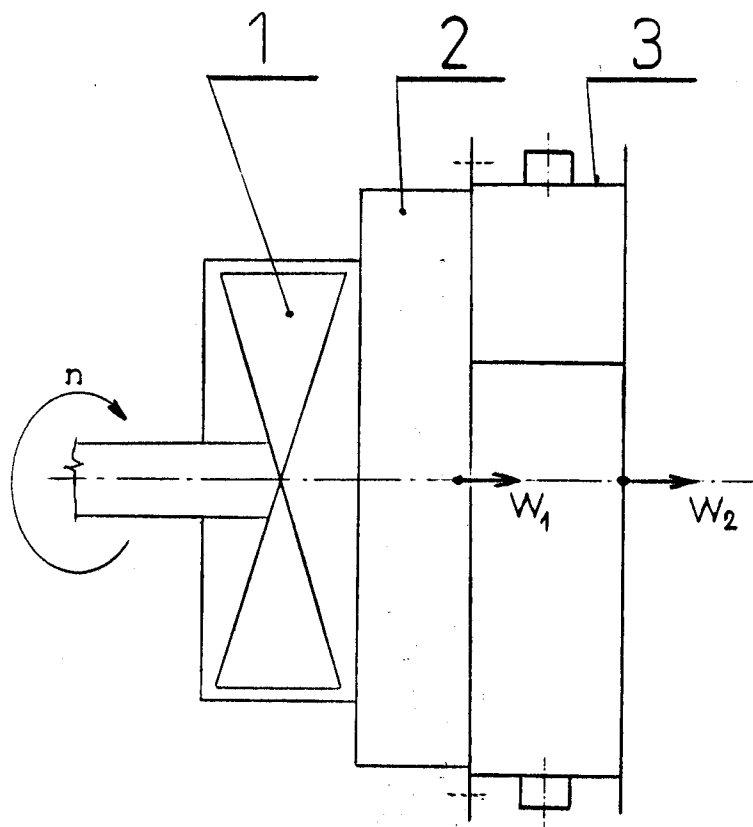
8.3. Měření olejové sekce tab.č.2

- teplota okolí 25°C
- schema měření obr.13

H O D N O T Y									
N A M Ě Ř E N Ě					S K U T E Č N Ě			4t	
přetlak		olej	vst.	výst.	olej	vst.	výst.		
p ₁	p ₂	$\dot{V}$	t' ₁	t' ₂	$\dot{V}_2$	t' ₁	t' ₂		
MPa	MPa	l.min ⁻¹	°C	°C	m ³ .s ⁻¹	°C	°C		
0,55	0,2	12,7	48	40,7	2,12. .10 ⁻⁴	48,5	41,2	7,3	
0,56	0,5	12,9	48,9	41,7	2,15. .10 ⁻⁴	49,4	42,2,	7,2	
0,7	0,7	14,1	49,6	43,0	2,35. .10 ⁻⁴	50,1	43,5	6,6	
0,8	0,8	15,2	50,5	44,6	2,7. .10 ⁻⁴	51,0	45,1	5,9	

Tabulka 2

8.4. Měření rychlosti chladicího vzduchu obr.14



Obr.14

1-ventilátor $n = 2910 \text{ min}^{-1}$

2-vstupní hrdlo

3-chladič RC - 11

(dle 1-VKR-195 chlazení vzduchu a oleje)

w_1 rychlost chlad. vzduchu před chladičem

S_1 čelní plocha chladiče (průřez vst. hrdla pos.2)

w_2 rychlost chlad.vzduchu na výstupu z chladiče

S_2 průtočná plocha chladicího vzduchu

(rozměry chladiče specifikovány v kap.4.2.a příloze)

$$S_1 = 0,37 \cdot 0,38 = 0,1406 \text{ m}^2$$

$$S_2 = (7+23) \cdot 0,36 \cdot 0,008 = 0,0864 \text{ m}^2$$

$$w_1 = ?$$

$$w_2 = 6,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \text{ měřeno měřicím přístrojem THERM}$$

$$\text{SYSTEM - 2253-2 rozsah } 0,4-40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Rychlost vzduchu na vstupu do chladiče při zanedbání stlačitelnosti a rozdílu teplot dána vztahem :

$$w_1 \cdot S_1 = w_2 \cdot S_2$$

$$w_1 = \frac{S_2}{S_1} \cdot w_2 = \frac{0,0864 \cdot 6,3}{0,1406}$$

$$w_2 = 3,87 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Rychlost chladicího vzduchu je o $1,17 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ menší než předpokládaná rychlost chladicího vzduchu v kap.4.2. ($5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

8.5.Vyhodnocení měření

- množství nasávaného vzduchu $\dot{V}_N = 42 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
- výtlačný tlak $p = 0,8 \text{ MPa}$ absol.
- rychlost chladicího vzduchu $w_2 = 3,87 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- teploty vzduchu a oleje:

Měření bylo provedeno bez zapojení termostatického ventilu, tj. pro situaci, kdy termostatický ventil uzavře přímý okruh návratu oleje nad rotory kompresoru. Proto nebylo dosaženo maximálních předpokládaných teplot oleje.

Závěr :

Teploty vzduchu a oleje pro výše udaný výkon kompresoru zůstaly hluboko pod předpokládanými maximálními teplotami. Pro daný výkon kompresorové jednotky chladič RC-11 plně vyhovuje. Chladič je možno použít i pro větší výkony kompresoru NK-40.

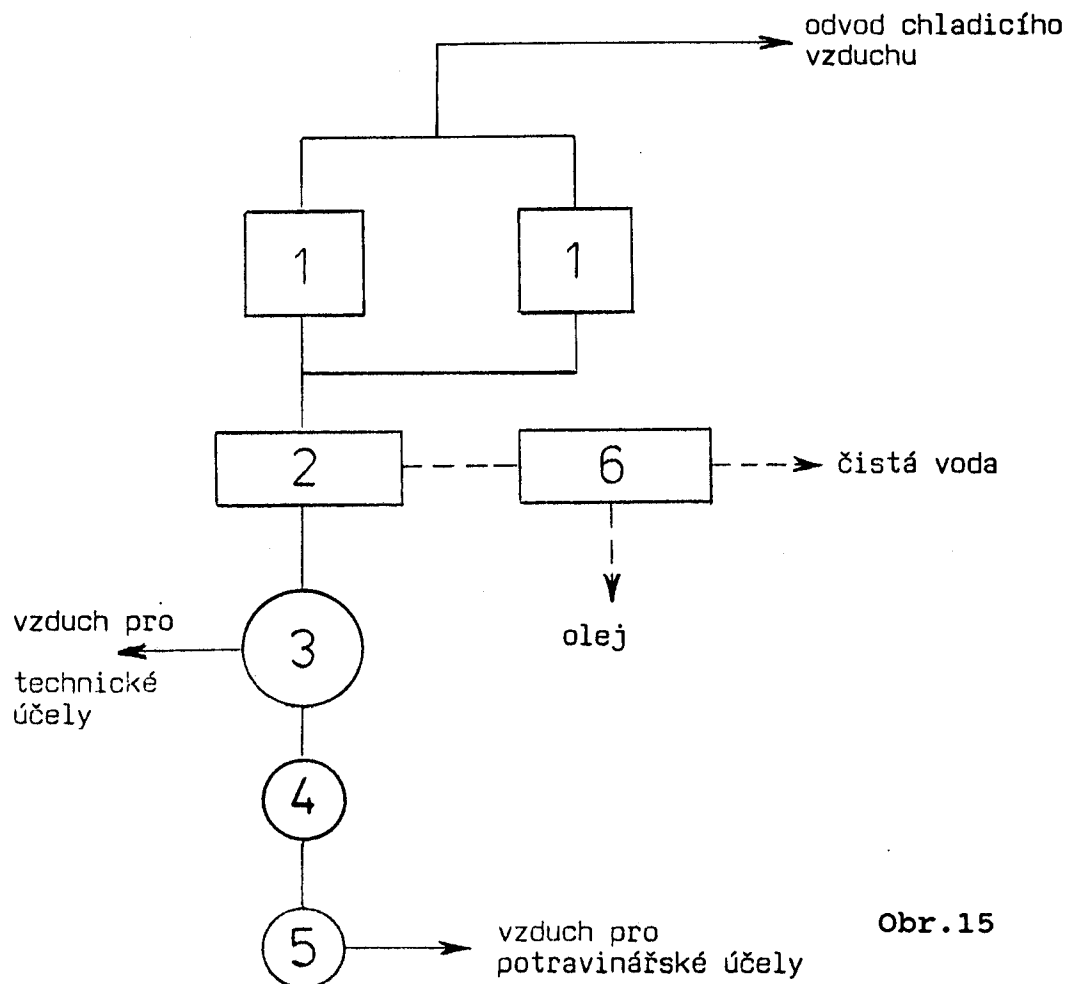
Další měření budou provedena na kompresorové jednotce, která se v současné době vyrábí ve VÚPCHT,

pro výrobu tlakového vzduchu taktéž ve VÚPCHT Hradec Králové. V chladicím okruhu oleje bude zapojen termostatický směšovací ventil a dva průtokoměry oleje, které pro toto měření nebyly k dispozici.

9. ZAŘAZENÍ KOMPR. JEDNOTKY V TECHNOLOGICKÉ LINCE ÚPRAVY TLAKOVÉHO VZDUCHU.

9.1. Popis technologické linky

Zařízení dle schematu na obr.15 se skládá ze dvou kompr. jednotek 1 (jedna je záložní), čistící jednotky vzduchu s vodním dochlazovačem 2, vzdušníku 3, bakteriálního filtru 5 s předřazeným adsorbérem 4 a separační mikrofiltrovní jednotky 6 k čištění odpadního kondenzátu.



Obr. 15

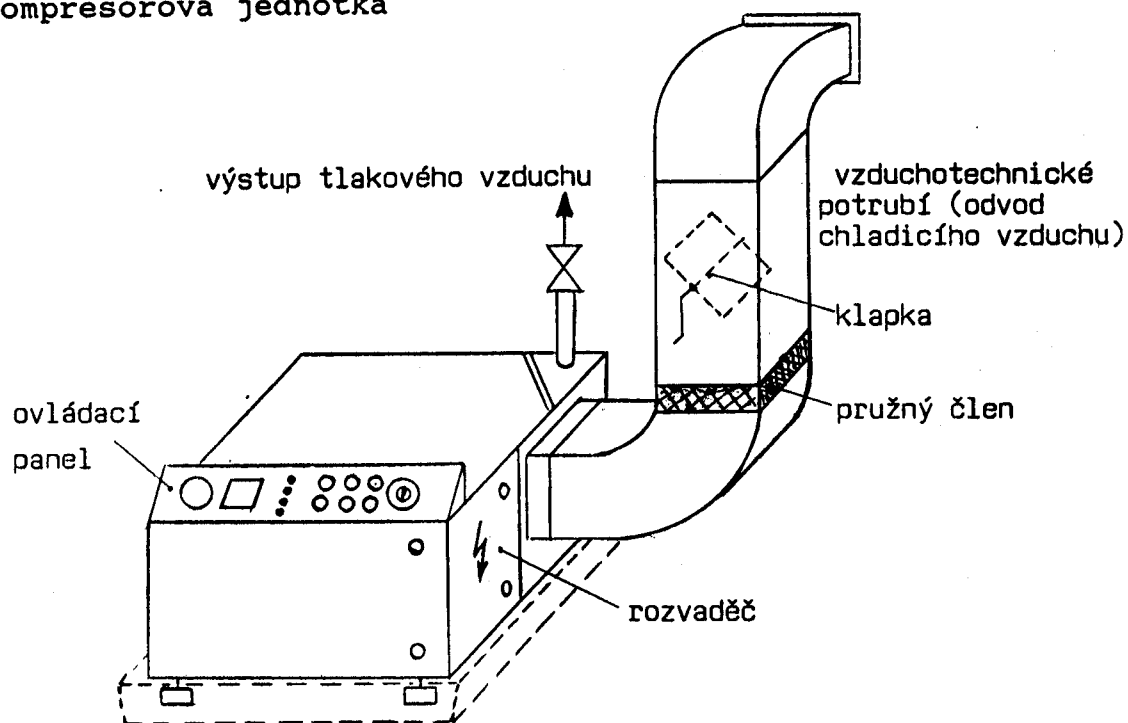
Vzduch si kompresorová jednotka nasává přímo z místnosti a pomocí ventilátoru ho dále profukuje chladičem RC-11 (t.j. odvod tepla ze skříně kompr. jednotky) do výstupního vzduchotechnického potrubí. Odpadní teplo obsažené v tomto vzduchu je možné využít v rekuperačním výměníku např. k ohřevu užitkové vody nebo vzduchu v místnostech. Část tohoto vzduchu je nasávána kompresorem přímo ze skříně, ještě před chladičem, přes vstupní filtr kompresoru. Po jeho kompresi a ochlazení ve vzduchovém chladiči vstupuje stlačený plyn do čistící jednotky na úpravu vzduchu, kde se odloučí vodní kondenzát společně s nezachyceným olejem ve filtru kompresoru NK-40. Takto upravený vzduch je jímán ve vzdušníku, odkud je větší část tlakového vzduchu přiváděna přímo ke spotřebičům tlakového vzduchu. Menší část, cca $5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, je s ohledem na potravinářské využití stlačeného vzduchu dočišťována adsorbérem, na němž se zachytí další nečistoty. Jde zejména o olejové páry a pachy. Co nejblíže místa spotřeby je umístěn bakteriální filtr. Kondenzát odváděný z filtrační jednotky je čištěn od příměsí oleje separační mikrofiltrační jednotkou.

9.2. Kompresorová jednotka (obr. 16)

Technické údaje :

- výkon $40 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
- výtlačný tlak..... 0.8 MPa absol.
- elektropřívod..... $380 \text{ V} - 32 \text{ A}$
- rozměry..... $820 \times 940 \times 635 \text{ mm}$
- hmotnost..... 216 kg
- příkon kompresoru..... $5,5 \text{ kW}$
- max. ot. kompresoru..... 6150 min.^{-1}
- výkon el. motoru..... $7,5 \text{ kW}$
- výrobce..... VÚPCHT Hradec Králové

Kompresorová jednotka



Obr.16

9.3.Jednotka na úpravu (čištění) vzduchu

Technické údaje :

- množství uprav.vzduchu..... $70 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ max.
- provozní tlak..... $0,8 \text{ MPa}$ absol.
- maximální koncentrace oleje ve
výstupním vzduchu..... $0,1 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$
- množství odp.kondenzátu..... $1,5 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ max.
- spotřeba chlad.vody..... $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$
- elektrický napájení..... $220 \text{ V} - 200 \text{ W}$
- rozměry..... $1200 \times 250 \times 600 \text{ mm}$
- hmotnost..... 60 kg
- výrobce.....VÚPCHT Hradec Králové

9.4. Separační mikrofiltrační jednotka

Technické údaje :

- množství zaolej. vody.....30 kg za 8,5hod.max.
- kvalita vyčištěné vody.....do 10 mg na 1 l vody
(extrahovatelné látky) dle zák.č.171/92 Sb.
- elektropřívod.....380 V - 16 A
- rozměry.....800x800x1200 mm
- hmotnost.....40 kg
- el.motor.....1,1 kW
- výrobce.....VÚPCHT Hradec Králové

9.5. Vzdušník

Pro komenzaci nerovnoměrnosti v odběru vzduchu ze soustavy je zařazen vzdušník, typ - VSV - 11.

Technické údaje :

- objem.....1,6 m³
- provozní tlak.....1,0 MPa abs., do 100°C
- rozměry..... ϕ 1000x2500 mm
- hmotnost.....629 kg
- výrobce.....Tlakové nádoby
Žilina - Bytčice

9.6. Adsorbér

Technické údaje :

- max.průtok vzduchu.....10 m³. h⁻¹
- max.tlak.....0,8 MPa absol.
- koncentrace nečistot.....0,05 mg.m³
- rozměry..... ϕ 100x300 mm
- hmotnost.....6 kg
- výrobce.....VÚPCHT Hradec Králové

9.7. Bakteriální filtr

Technické údaje :

- max.průtok.....40 m³.h⁻¹
- max.tlak.....0,8 MPa absol.
- použitá vložka VXA 100 TPL
třída filtru dle ON 125005
výrobce LVT Liberec
- hmotnost.....6 kg
- rozměry..... ϕ 100x300 mm
- výrobce.....VÚPCHT Hradec Králové

POUŽITÁ LITERATURA

- [1]Černoch Sv.....Strojné technická příručka 1,2,
SNTL Praha,1977
- [2]Vrzal V.a kol.....Strojnické tabulky pro
SPŠstroj., SNTL Praha,1984
- [3]Pustka Zd.....Základy strojího
inženýství II, VŠST Liberec, 1988
- [4]Prášil L.a kol.....Části a mechanismy strojů,
VŠST Liberec, 1990
- [5]Prášil L.....Části strojů a mechanismů
(cvičení), VŠST Liberec, 1984
- [6]Chlumský V.,Liška A...Kompresory, SNTL Praha, 1982
- [7]Gutkowski K.....Chladicí technika-vybr.řešené
problémy, SNTL Praha, 1982
- [8]Sazima M.,Kmoníček V.
Schneller J.....Teplo, SNTL Praha, 1989
- [9]Urbášek J.....Termomechanika a mechanika
tekutin, VŠST Liberec, 1990
- [10]Dvořák Zd.....Základy chladicí techniky ČVUT Praha,
1984
- [11]Dvořák Zd.,Chyský J..Vybrané statě ze sdílení tepla,
ČVÚT Praha, 1979
- [12]Ražnjevič K.....Termodynamické tabulky, ALFA
Bratislava, 1984
- [13]Přehled výrobků dodávaných s.p.Benzina,vyd.Benzina
s.p.Praha, 1991.
- [14]Katalog - klínové řemeny,vyd.Barum Otrokovice
- [15]Katalogové listy pryžokovových výrobků,vyd.Gumokov HK

Příloha

Obsah	str.
- Technické podmínky chladiče vzduchu a oleje RC-11	1
- Výkres chladiče vzduchu a oleje RC-11	4
- Izolace IZOMAT	5



TECHNICKÉ PODMÍNKY

Chladič vzduchu a oleje RC 11
(9677.14)

TPP.124.20
63.22/92

443 512 309
109

Tyto technické podmínky platí pro chladič vzduchu a oleje, vyráběný v s.p. AUTOPAL Nový Jičín.

I. NÁZVOSLOVÍ

1. Chladič je zařízení sloužící k odvodu přebytečného tepla. Pomocí vytvořené ochlazovací plochy (chladičí vložky) je teplo odváděno proudícím vzduchem.

II. VŠEOBECNĚ

2. **Popis**
Chladič je přibližně čtvercového tvaru, složený ze dvou sekcí, vzduchové a olejové. Chladičí vložka deskožebrové konstrukce je uzavřena ze dvou stran komorami, které usměrňují průtok chlazených médií.
3. **Použití**
Chladič se používá u kompresoru RC11 pro chlazení mazacího oleje kompresoru a chlazení vzduchu, stlačovaného kompresorem.
4. **Údaje pro objednávku**
V objednávce je nutno uvést:
a) počet kusů
b) název výrobku
c) číslo výrobku (JK POV)

III. TECHNICKÉ POŽADAVKY

5. **Provedení a vzhled**
Spoje elementů chladiče musí být pevné. Připouští se ojedinělá nepřipájená místa, pokud je zaručen stanovený chladičí výkon a pevnost chladiče. Tvar vlnovce musí být pravidelný, nedeformovaný a jeho uspořádání v chladiči stejnoměrné a vzhledné.
6. **Rozměry**
Rozměry chladiče musí odpovídat přiloženému rozměrovému náčrtku.
7. **Chladičí výkon a tlakové ztráty**
Zkouška prováděna vodou na zkušebně s.p. AUTOPAL.
Provedení chladiče musí zaručovat následující chladičí výkony:
a) u vzduchové sekce 6 500 W
b) u olejové sekce 17 000 W

Listopad
1992

Autopal
NJ

Schváleno:

Platí od:

Poč.1.3
List 1

za těchto podmínek:

- rychlost vzduchu před chladičem 5 m/s
- teplota vzduchu na vstupu 30°C
- průtok vody sekci 1 800 l/h
- teplota vody na vstupu 90°C
- přípustná tlaková ztráta na str. vzduchu 230 Pa
- přípustná tlak. ztráta na straně vody:
 - a) u sekce vzduchové 11 kPa
 - b) u sekce olejové 11 kPa

8. Pevnost a těsnost

Chladiče a spoje všech součástí musí být dostatečně pevné, tuhé a těsné, aby při namáhání vnitřním přetlakem nebo chvěním, kterým jsou vystaveny při obvyklém provozu, se nedeformovaly nebo neporušily a aby nedocházelo k úbytku náplně chladičů jejich netěsností.

9. Klimatická a korozní odolnost klimatická odolnost chladiče je N24 podle ONA 301002.

10. Pokyny pro použití

Chladiče jsou určeny pro maximální provozní přetlak 1.5 MPa a trvalou teplotu max. 110°C. Chladiče vyhovují podmínkám provozu při teplotě okolního prostředí od -40°C do +40°C.

11. Údaje na výrobku

Na každém chladiči musí být čitelně a trvalým způsobem vyznačeny tyto údaje:

- označení výrobce
- číslo JK POV
- měsíc a rok výroby (kódováním)
- značka OTK výrobce

IV. ZKOUŠENÍ

12. Všeobecně

Chladiče se zkoušejí při teplotě okolí +20°C ±5°C a relativní vlhkosti vzduchu 40 až 80%, pokud není u některých druhů zkoušek uvedeno jinak.

13. Kontrola vzhledu

Vzhled se kontroluje prohlídkou. Chladiče musí vyhovět požadavkům čl. 5 a 11 těchto technických podmínek.

14. Kontrola rozměrů

Rozměry se kontrolují běžnými měřidly.

15. Zkouška chladičového výkonu a tlakové ztráty

Tato zkouška se provádí podle čl. 23 až 27 ČSN 30 26 01.

16. Zkouška pevnosti a těsnosti

Zkouška statickým přetlakem

Těsnost chladiče se zkouší tak, že se prázdný chladič ponoří do vody teplé 60°C a zkouší se po dobu 1 minuty přetlakem vzduchu 1.95 MPa. Při zkoušce nesmí nastat porušení těsnosti chladiče, projevující se unikáním bublinek vzduchu.

17. Zkouška vibracemi

- frekvence 10 Hz - 150 Hz
- max. amplituda 0.75 mm
- zrychlení max. 10 g
- rychlost rozmitání 1 oktáva/min.
- počet cyklů 20

18. Zkouška cyklickým přetlakem

Provádí se při typových zkouškách.

Chladič se zkouší přetlakem za těchto podmínek:

- 30 000 cyklů od 0.05 do 1.2 MPa a zpět do 0.05 MPa
- doba trvání 1 cyklu je max. 8 sec. a setrvání 2 sec. na max. tlaku
- teplota oleje při zkoušení je 100°C

Chladiče vyhovují, nenastane-li unikání oleje.

Této zkoušce se podrobují 3 ks chladičů.

V. PŘEJÍMÁNÍ A DODÁVÁNÍ

19. Přejímka se provádí u odběratele, není-li sjednáno jinak. Dodavatel má právo se jí zúčastnit. Přejímka se provádí podle ČSN 01 02 54 TAB. IV/35, přičemž se chladiče podrobují kontrole vzhledu podle čl. 13 a kontrole rozměrů podle čl. 14 těchto technických podmínek.
- Nevyhoví-li chladiče přijímacím zkouškám, považuje se dodávka za nevyhovující, musí být výrobcem stoprocentně překontrolována a vadné kusy na jeho náklady opraveny.

VI. BALENÍ, DOPRAVA, SKLADOVÁNÍ

20. Chladiče připravené pro dodání musí být chráněny proti poškození při dopravě.
21. Doprava se uskutečňuje v přepravních obalech v krytých dopravních prostředcích.
22. Chladiče musí být skladovány v suchých místnostech (skladech) bez výparů kyselin, alkálií nebo jiných agresivních chemikálií. Chladiče musí být uloženy nejméně 1.5 m od topných těles a nejméně 20 cm nad podlahou skladu.

Související normy

- | | |
|--------------|---|
| ONA 30 10 02 | Druhy provedení, označování, výběr zkoušek
(klimatická odolnost silničních motorových vozidel) |
| ČSN 30 26 01 | Chladiče pro motorová vozidla |
| ČSN 01 02 54 | Statistická přejímka |

43C

* 411 *

386

270

116

370

* 427 ±3

12

01

6 SEKCI - VZDUCH

22 SEKCI - OLEJ

4 1/2 V 4

* 170 ±2

* 170 ±2

19

15

17

3

16

21

11

VÝROBNÍ
STUPEŇ

4 V 2

4 V 2

4

4

4

7

3

4 1/2 / 1

3

65

G1/2" (4x)

$$m_p = 2,79 \text{ kg/m}^2$$



IZOMAT

**odhlučňovací, zvukopohltivý,
tlmiaci a tepelnoizolačný materiál**

Charakteristika

Základom materiálu IZOMAT sú dve vrstvy skleného prepletu Arasklo alebo Araver, plošnej hmotnosti 800 g/m². Medzi tieto dve vrstvy je vložená polyuretánová pena „Molitán“ s otvorenými pórmi. Obojstranné spojenie vrstiev sklovláknitého prepletu je vyhotovené rúnom z termoplastických polyetylénových vlákien Petex, ktoré pri natavení vytvoria vláknitú mriežku, nezabraňujúcu vstup akustickej energie do štruktúry materiálu.

Lícna strana IZOMAT-u je chránená perforovanou hliníkovou fóliou. Na rubovej strane je nanosená samolepiaca vrstva s ochranným separačným papierom.

Sortiment

Vysekané diely podľa vopred dohodnutej výkresovej dokumentácie. Platne v rozmere 1200 × 980 mm a 1350 × 980 mm o hrúbke 75 mm z ktorých je možné vyrezať žiadané tvary pre rôzne účely.

Vlastnosti

Horľavosť podľa ČSN 73 0853 a ČSN 73 0802 je v skupine B, ako materiál neľahko horľavý.

Jednotlivé vrstvy IZOMAT-u majú dokonalú súdržnosť i pri teplotách od -40 °C do 100 °C.

Zvuková pohltivosť, ktorá sa vyhodnocuje v závislosti na frekvencii zvukových vln je v priloženom grafe.

Súčiniteľ tepelnej vodivosti podľa ČSN 72 7015 je 0,041 W/mK.

Použitie

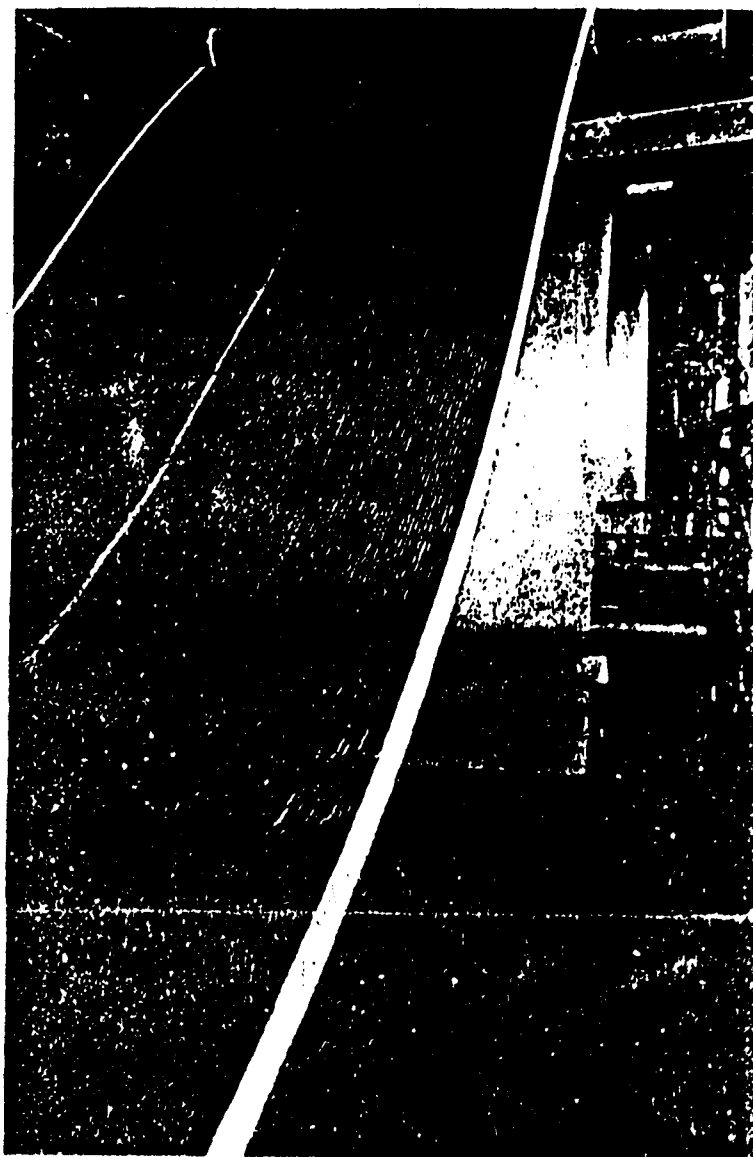
IZOMAT sa používa vo forme dielcov, ako odhlučňovací, zvukopohltivý a tlmiaci materiál pre motorové vozidlá, alebo v ďalšom uplatnení vo forme dosiek i pre odhlučňovanie iných priestorov, statické stroje, pletiace stroje a pod.

Dosky IZOMAT sú vhodným materiálom pri použití vo zvukovo-izolačných krytoch, ich prednosťou okrem akustických vlastností je i jednoduchá montáž nalepením. Pre tieto vlastnosti môžu byť použité i pre absorpčné tlmiče do vzduchotechnických kanálov.

Doprava a skladovanie

Doprava sa uskutočňuje na paletách v suchých, čistých a uzavretých dopravných prostriedkoch.

IZOMAT sa musí skladovať v suchých, čistých a uzavretých priestoroch na rovnom podklade pri teplote max. do -10 °C.



H,	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
α _n	0,10	0,18	0,20	0,31	0,42	0,51	0,66	0,87	1,06	1,04

H,	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
α _n	1,00	0,90	0,82	0,79	0,76	0,75	0,80	0,67	0,59

Výrobca

Slovenské závody technického skla, národný podnik,
Agáľová 22

844 03 Bratislava-Dúbravka

telefón: 369 001-2

telex: 093336

Dodávateľ

Staviva, národný podnik a výrobca: SZTS, národný podnik, 844 03 Bratislava-Dúbravka

telefón: 3690 01-2

telex: 093337

Jednotka komprese vzduchu (NK-40)

1-VKR-196

1 ŠROUBOVÝ KOMPRESOR	ROTORCOMP	33,2		1
TYP NK-40	MNICHOV			
1 POHON NK-40		77,37	2-VKR-354	2
1 CHLAZENÍ VZDUCHU		14,9	1-VKR-195	3
A OLEJE				
1 RÁM KOMPR. JEDNOTKY		35,0	0-VKR-050	4
4 PRUŽINA VÁLCOVÁ	ČSN 62 2245.10 GUMOKOV	0,17		5
v. 8.72.12 (ø65)	PRYŽ		HR. KRÁLOVÉ	
1 MANOMETR TYP 358/2		0,15		6
ROZSAH 0+1,6 MPa				
1 KRYCÍ PLECH		1,0	4-VKR-2322	7
1 PANEL I		8,47	3-VKR-2036	8
1 PANEL II		0,42	3-VKR-2037	9
1 PANEL III		7,64	3-VKR-2038	10
1 PANEL IV		6,4	3-VKR-2039	11
1 PANEL V		6,45	3-VKR-2040	12
1 PANEL VI		3,06	3-VKR-2041	13
1 PANEL VII		3,00	3-VKR-2042	14
1 OVLÁDACÍ PANEL		3,4	2-VKR-355	15
32ŠROUB M4x35	ČSN 02 1151.10	0,0038		16
42ČALOUNICKÁ PODLOŽKA	PN 02 1001	0,001		17
TYP 3602, d=5				
10ŠROUB M4x55	ČSN 02 1151.10	0,0057		18
18ŠROUB M4x14	ČSN 02 1103.10	0,002		19
14PODLOŽKA 4,3	ČSN 02 1702.10	0,0003		20
14PODLOŽKA 4	ČSN 02 1740.00	0,0002		21
4 MATICE M4	ČSN 02 1401.20	0,00074		22
7 ŠROUB M10x40	ČSN 02 1103	0,034		23
7 PODLOŽKA 10,5	ČSN 02 1702.10	0,004		24
7 PODLOŽKA 10	ČSN 02 1740.00	0,002		25
7 MATICE M10	ČSN 02 1401.20	0,0091		26
4 ŠROUB M5x50	ČSN 02 1131.10	0,0085		27

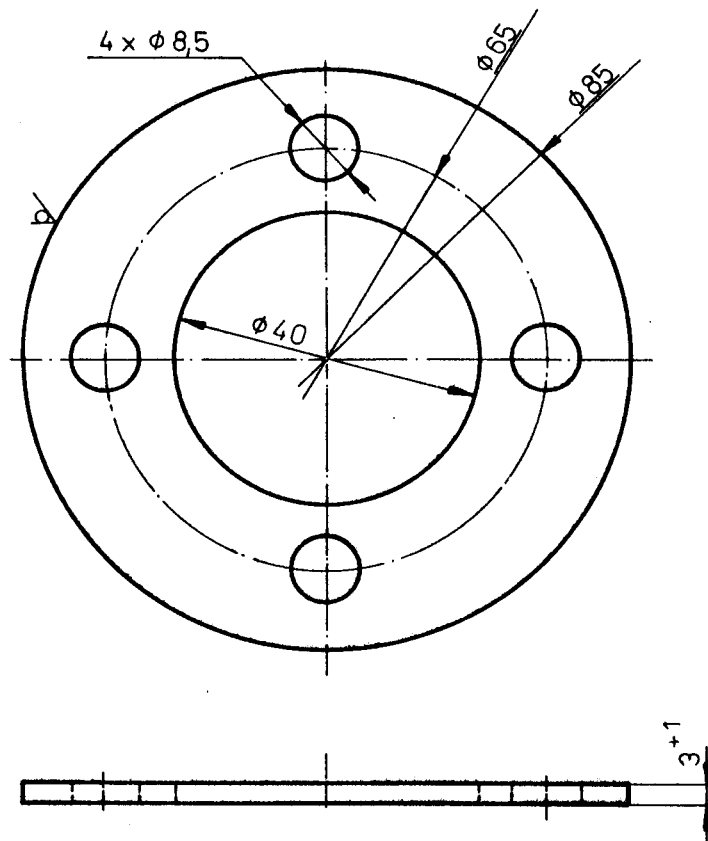
MICHL

3/1993

JEDNOTKA KOMPRESSE
VZDUCHU (NK-40)

K-VKR-196

[illegible]



2-VKR-354 7

1 | $\phi 85$ | -7

ČSN 42 5510.01	11 373.0		001	0,042	0,061
	Materiál, kreslořka	Materiál, kreslořka	Číslo	Číslo	Číslo

MICHL *Michl*

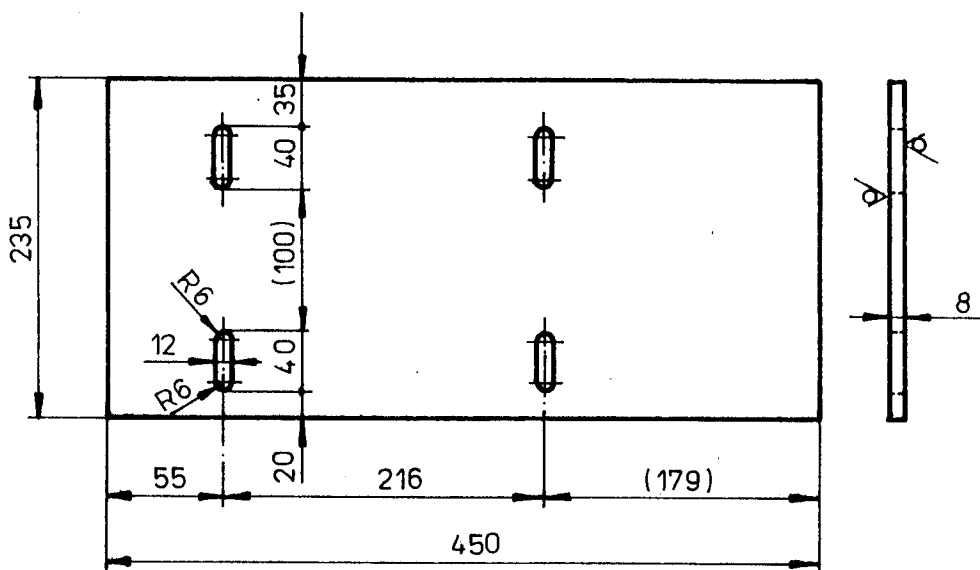
1:1

31.12.1992

PODLOŽKA

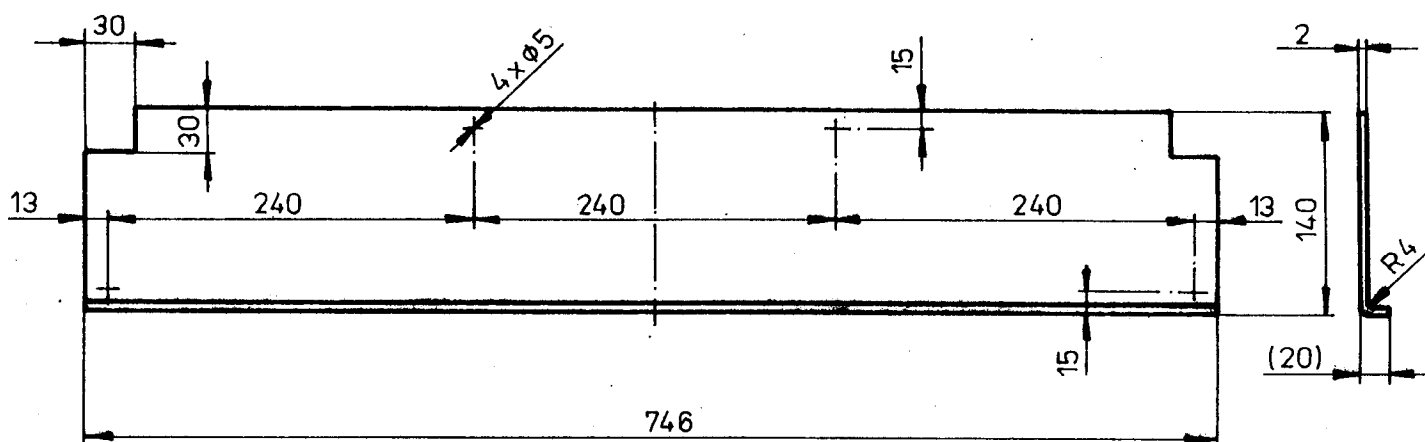
4-VKR-2319

12,5 / 12,5



0-VKR-050 8

1	P8-235x450	ČSN 42 5310	11 373.1		001	6,58	6,678		
Číslo listu	Název Prvky	Číslo kresla	Měřítko kresla	Materiál prvky	Číslo prvky	Číslo prvky	Číslo prvky	Číslo prvky	Číslo prvky
Změny				Geometrické limity v kg					
Stupeň 1:5	Místo MICHL <i>Michl</i>		Datum 22.3.1993		Datum		Datum		Číslo změny
Stav v listu				Stav v listu					
DESKA MOTORU				4-VKR-2323					
Počet listů				List:					



1x O 2002

2x O 2117 - ODSŤÍN 4400

1-VKR-196 7

1 | PL. 2 x 160 - 746 | ČSN 42 5311 | 11 373.1 | 001 | 1,0 | 1,003

MICHL *Michl*

1:5

Výkres č. 1

20.3.1993

Číslo p.

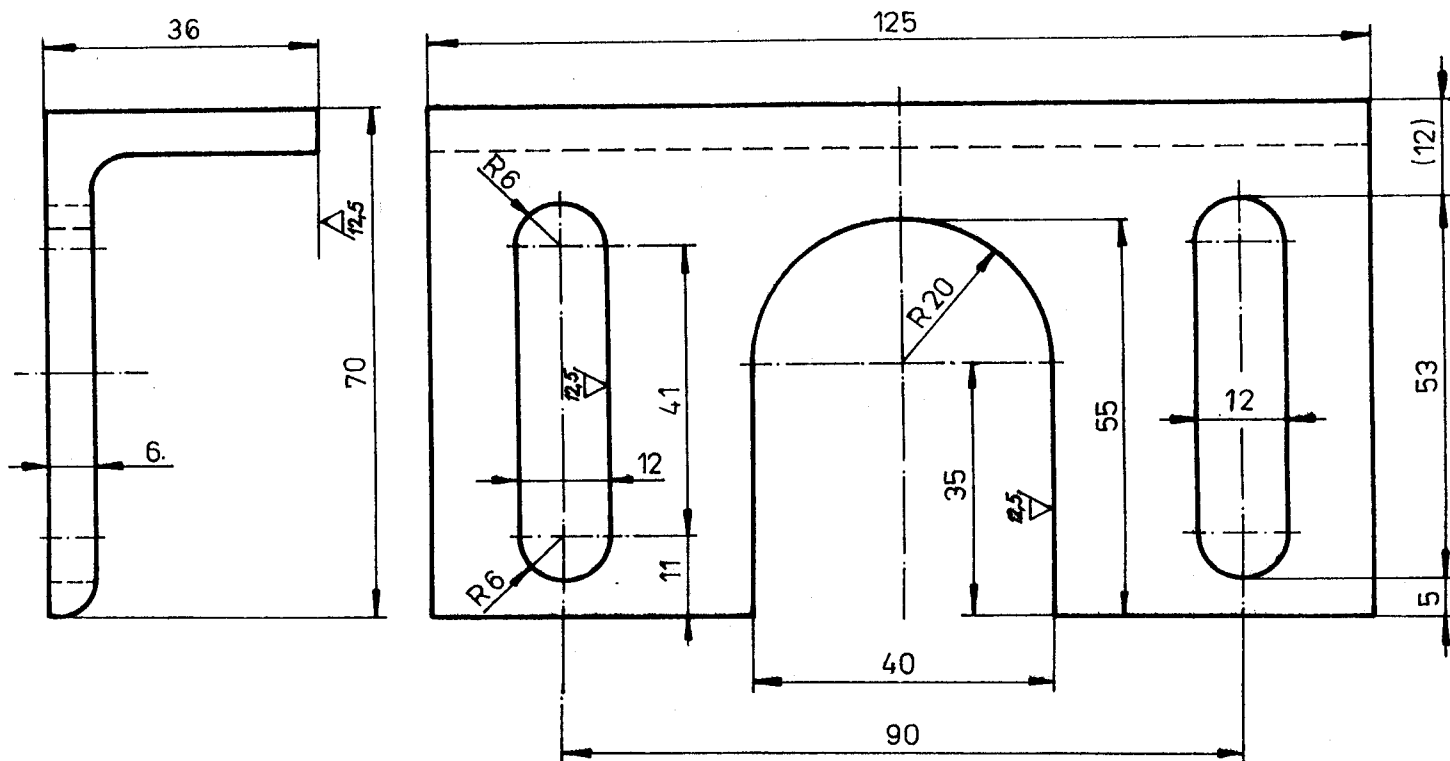
1. kresla

Ing. Jaroslav Michl
chladicí techniky
Vratislav

KRYCÍ PLECH

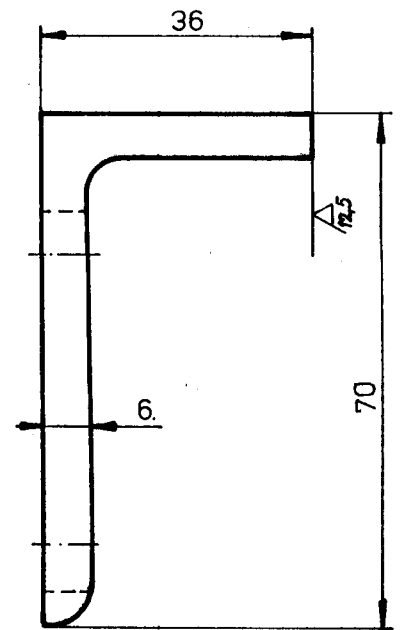
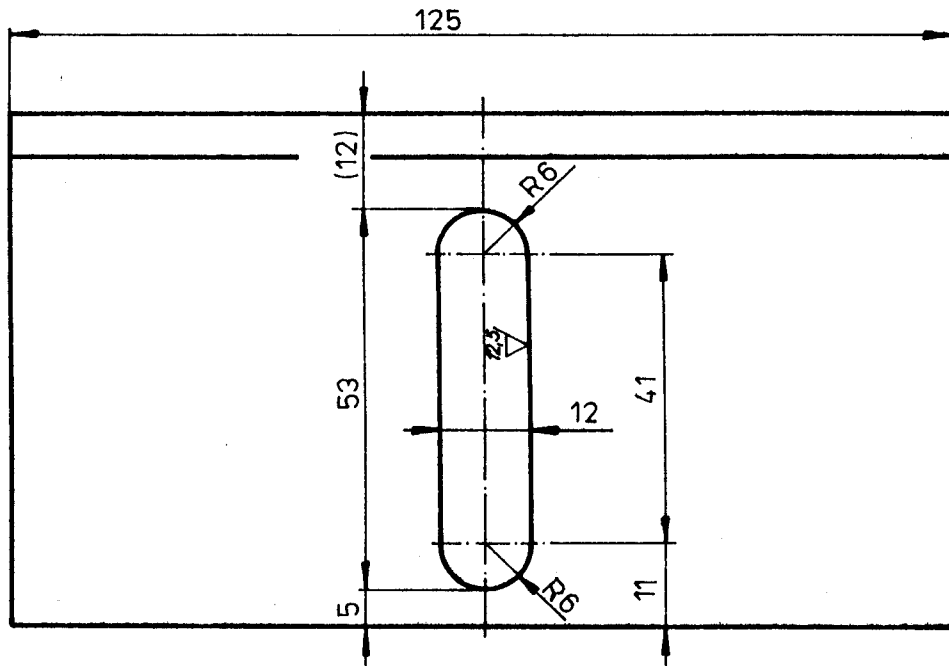
4-VKR-2322

1. kresla



0-VKR-050 18

[illegible]



0-VKR-050 17

1	L 70 x 70 x 6 - 127	ČSN 42 5541	11 373.0		001	0,649	0,8	

vyrobek:								
zpracovatel:	MICHL	roval	Č. snímku					
1:1								
Vyr. projedn.	Schválil	22 3 1993	Č. transp.					

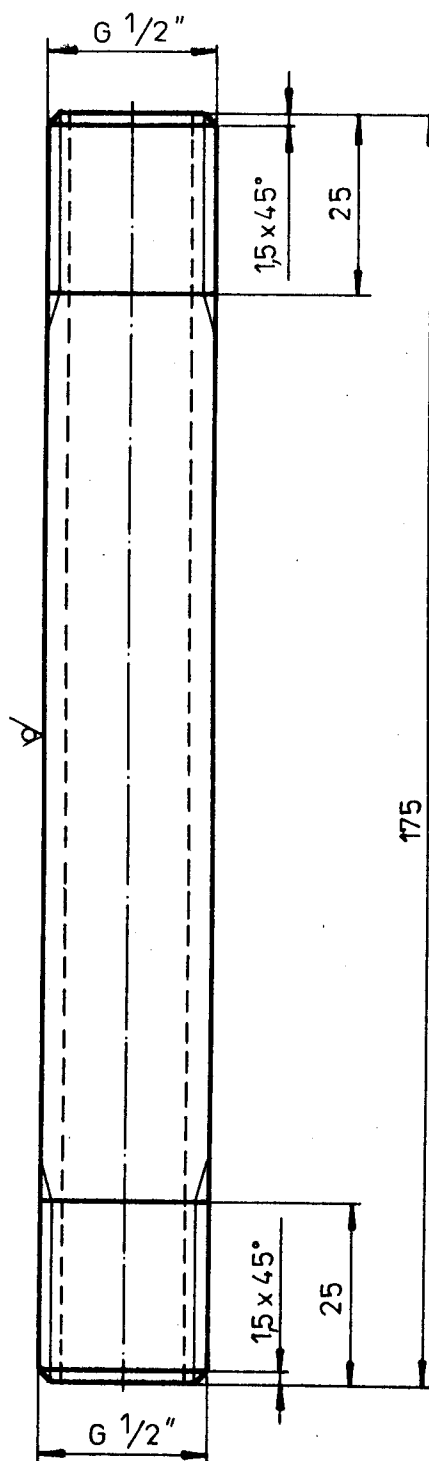
Ústav pro výzkum a vývoj
a chladicí techniky
Brno - Křídlová

PATKA II

4-VKR-2325

Počet 1/15

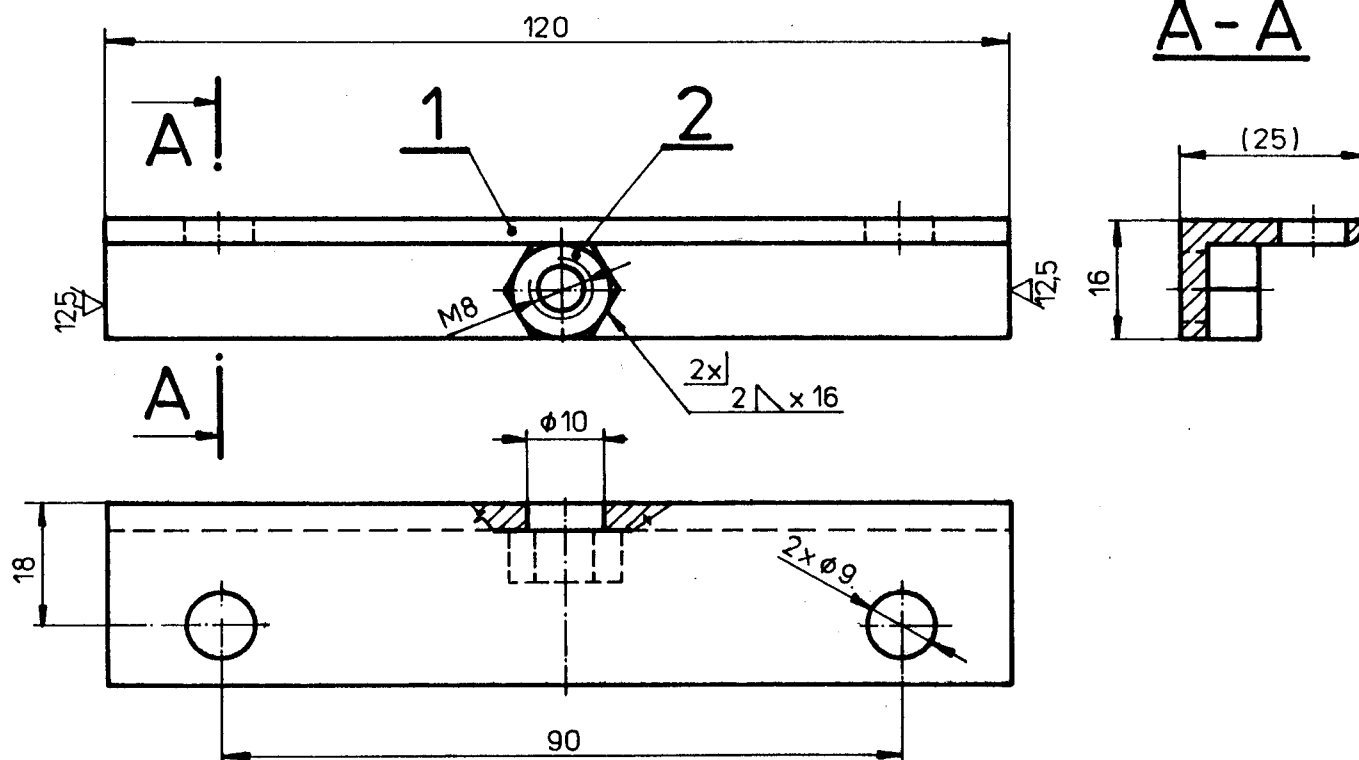
1x 0 2002
2x 0 2117 - ODSŤÍN 4400



1-VKR-196 44

1	TRUBKA 1/2"-178	ČSN 42 5710.6	11 353.0	001	0,183	0,185		
		Přelovar	Mater. konečný	Mater. vý-bast	Třída vý-bast	Č. hmot	Hr. hmot	Číslo výkresu
				Celková hmotnost kg				
1:1	MICHL <i>Michl</i>		Č. souk.	Dělník		F. číslo		
		3/1993	Č. trasy					
				Název výkresu		Název výkresu		
TRUBKA G 1/2"				4-VKR-2327				
				Datum listu				

✓/125/



1x 0 2002
2x 0 2117 - ODSÍN 4400

1-VKR-196 33

1	MATICE M8	ČSN 02 140120							2
1	L 25x25x3-122	ČSN 42 5540	11 373.0		001	0,119	0,135		1
	Název dílu	Číslo dílu	Mater. označení	Mater. výt. část	Číslo dílu	Číslo dílu	Číslo dílu	Číslo dílu	

MICHL *Michl*

1:1

3/1993

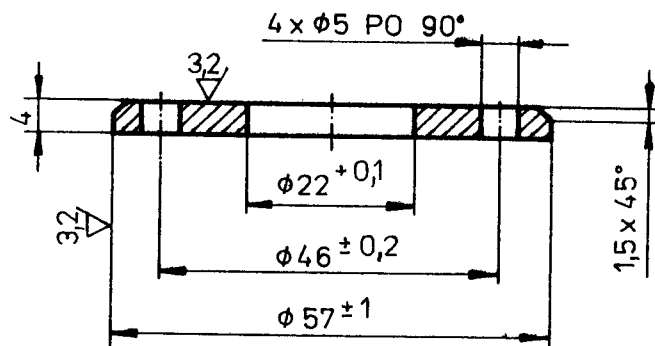
Číslo dílu
Kontrola

NAPÍNÁK

4-VKR-2326

Počet listů

1



1x 0 2002
2x 0 2117 - ODSTÍN 4400

1-VKR-196 46

1	$\phi 60 - 8$	ČSN 42 5510.01	11 373.0	001	0,06	0,18	
		Mater. č. 1001	Mater. č. 1002	Mater. č. 1003	Mater. č. 1004	Mater. č. 1005	Mater. č. 1006
		Číslo výrobku					
		Datum					
		Počet listů					
		List					

1:1

MICHL *Michl*

3/1993

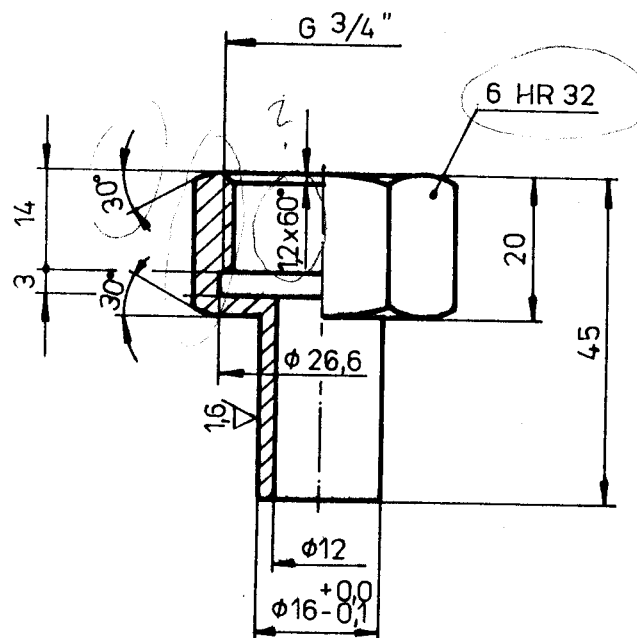
PŘÍRUBA

4-VKR-2328

Počet listů

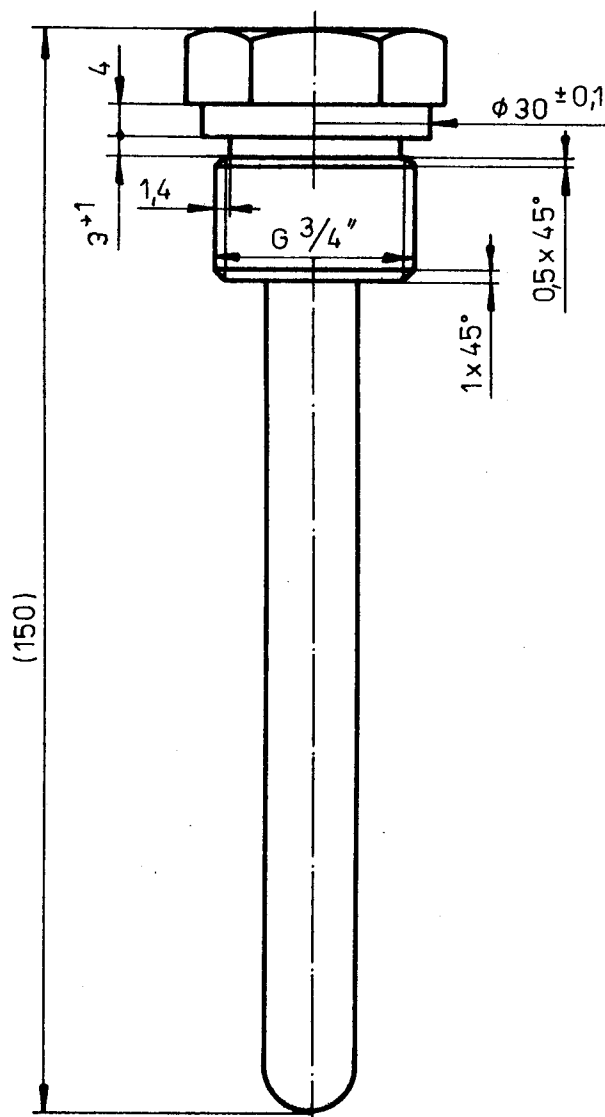
List

6,3/1,6/



1-VKR-196 48

1	6 HR 32-50	ČSN 42 6530.12	11 3730	1	001	0,115	0,26		
Číslo části	Název - Rozměr	Průřez	Mater. konečný	Mater. vč. hmot	Průměr vnitřní	Č. hmot	Č. hmot	Číslo výtisku	Pos.
Název: MICHLE, Michl				Celková hmotnost: t kg					
1:1	Norm. ref.	Výz. projedn.	Sch. LI	Č. hmot.	Datum		Podpis		Průběh změny
			One 3/1993						
Typ: SPOJKA				Stav v čase					
Název: SPOJKA				4-VKR-2329					
Počet listů									



1-VKR-196 64

1 JÍMKA REGULÁTO-
RU TEPLoty T23

MICHL

With

1:1

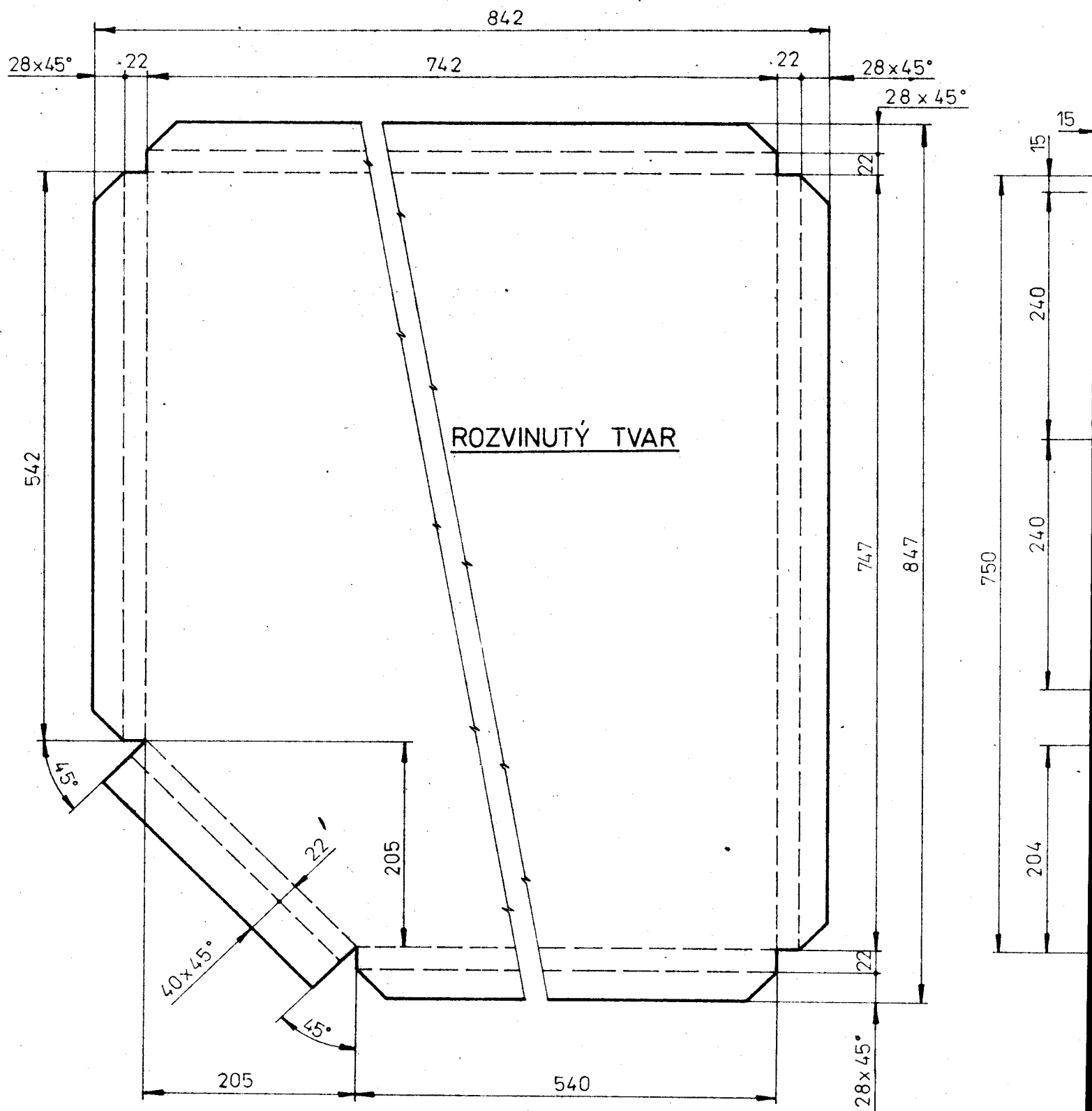
3/1993

ÚPRAVA JÍMKY
(G 3/4")

4-VKR-2330

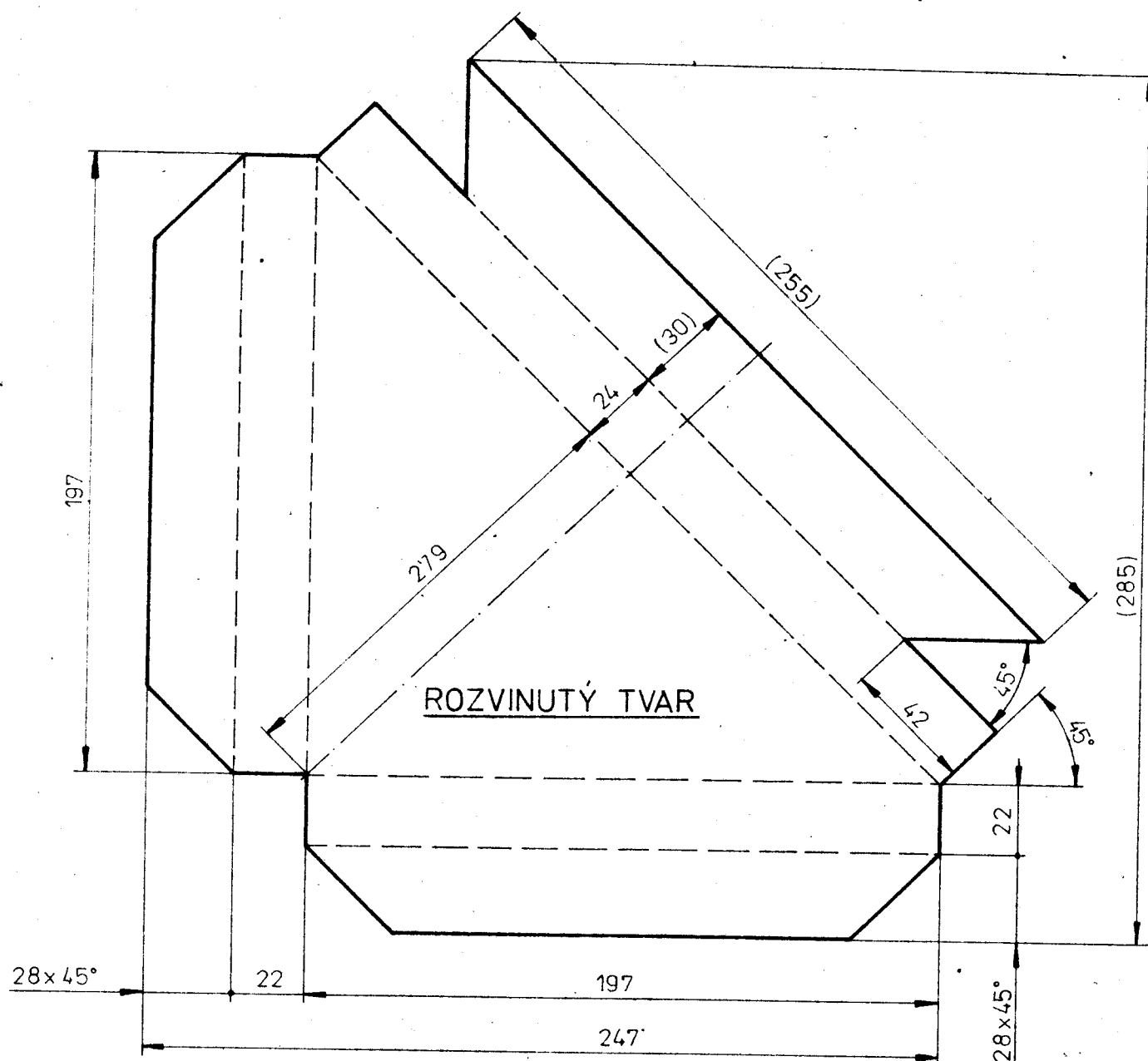
Počet listů

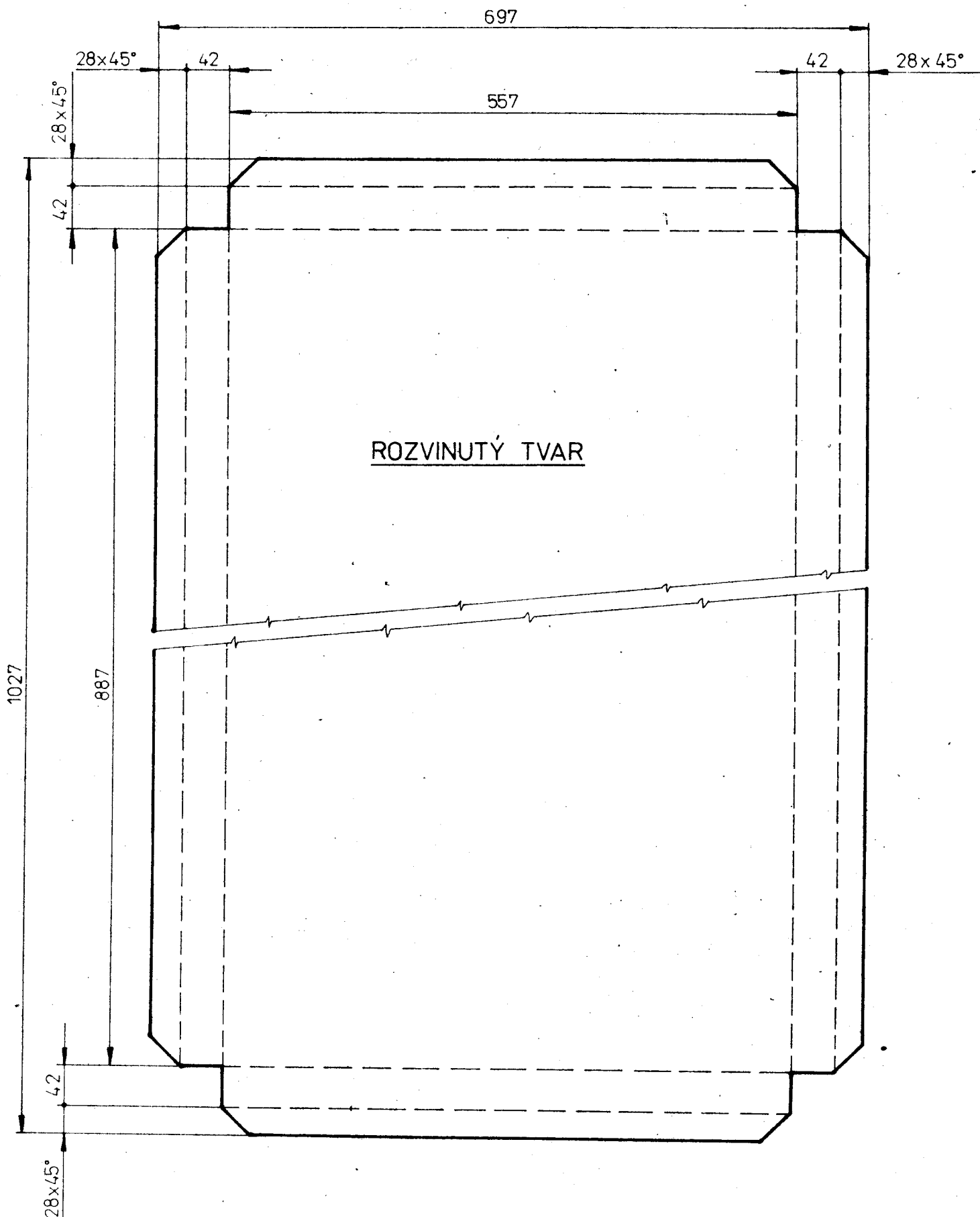
List:



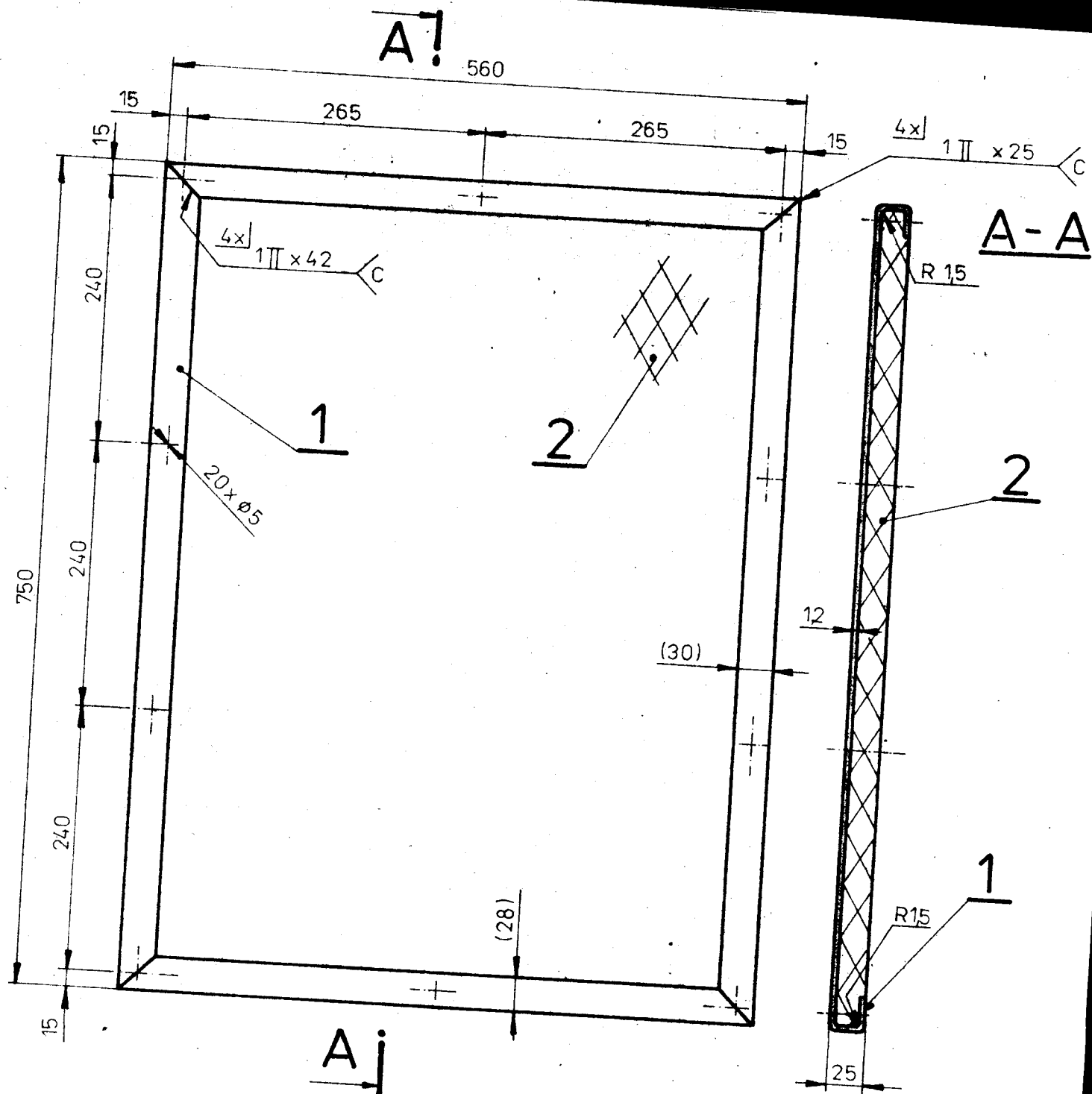
1x 0 2002

2x 0 2117- ODSŤÍN 4400

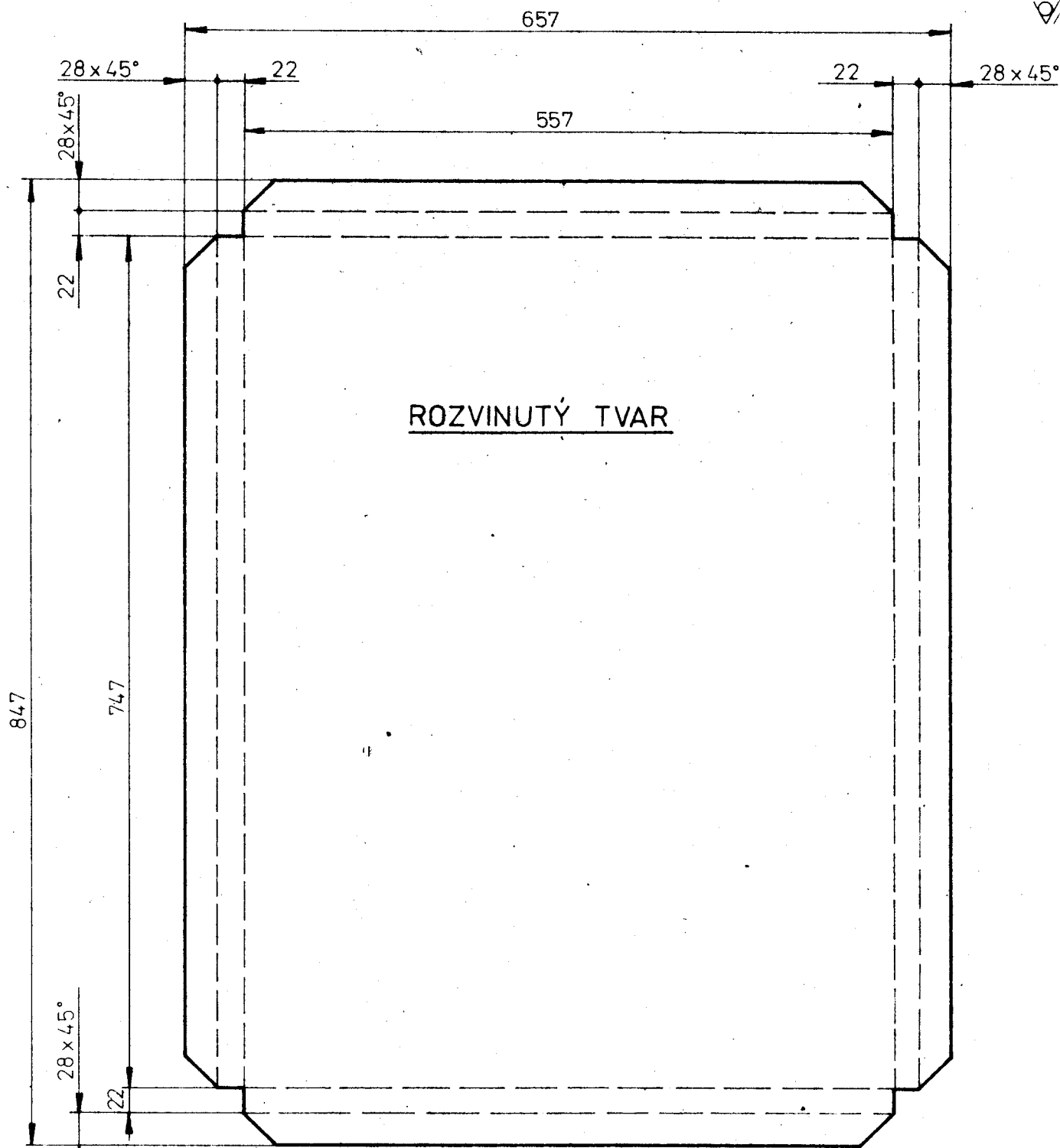




1x 0 2002
2x 0 2117 - ODSŤÍN 4400



1x 0 2002
 2x 0 2117 - ODSTÍN 4400



1-VKR-196 11

1	IZOLACE IZOMAT	ZÁVODY TECH.			1,17			2
	555 x 745 x 25	SKLA BRATISLAVA						
1	P. 12 x 657 x 847	ČSN 42 5301	11 373.1	001	5,23	5,34		1

64

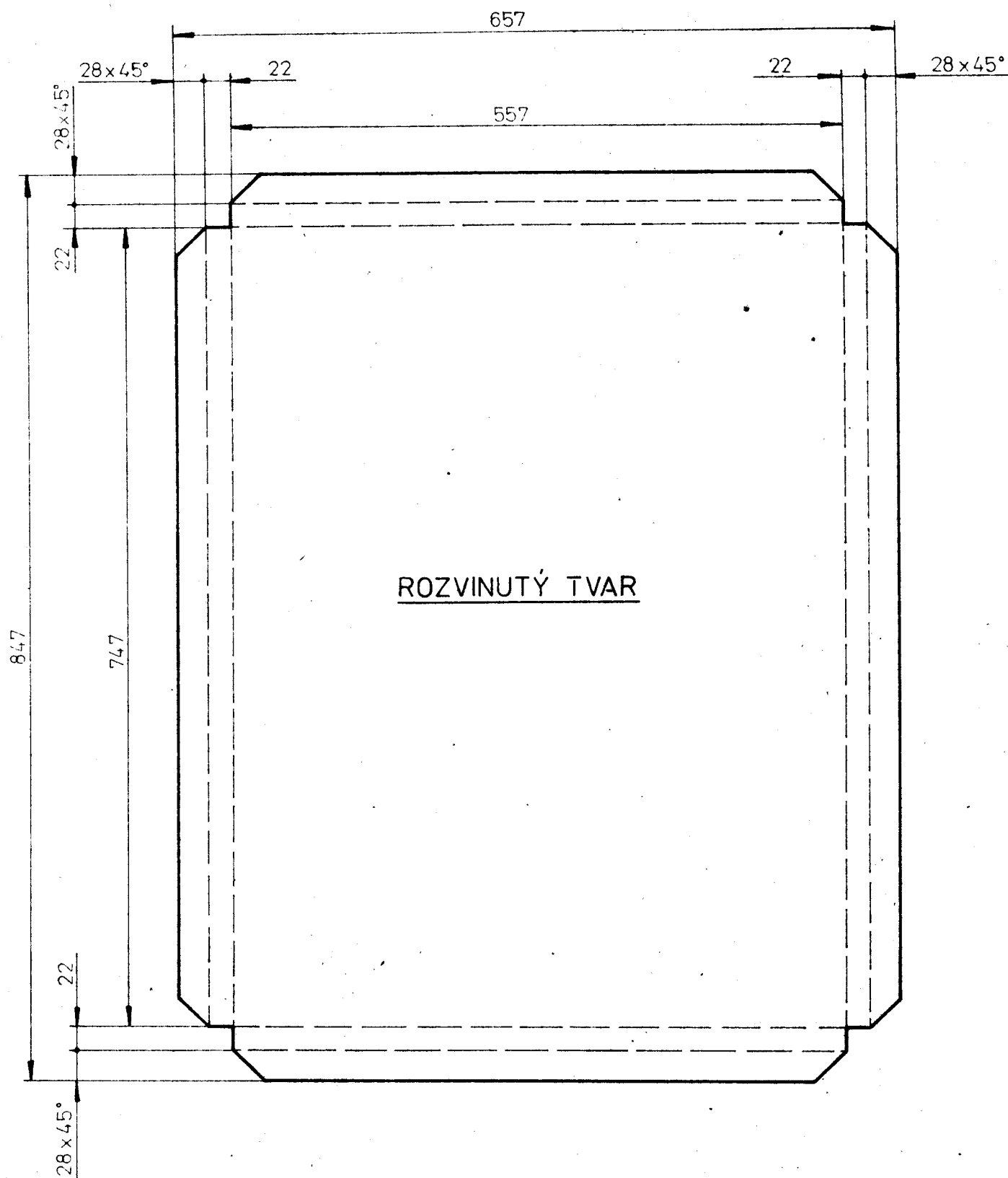
MICHL *Michl*

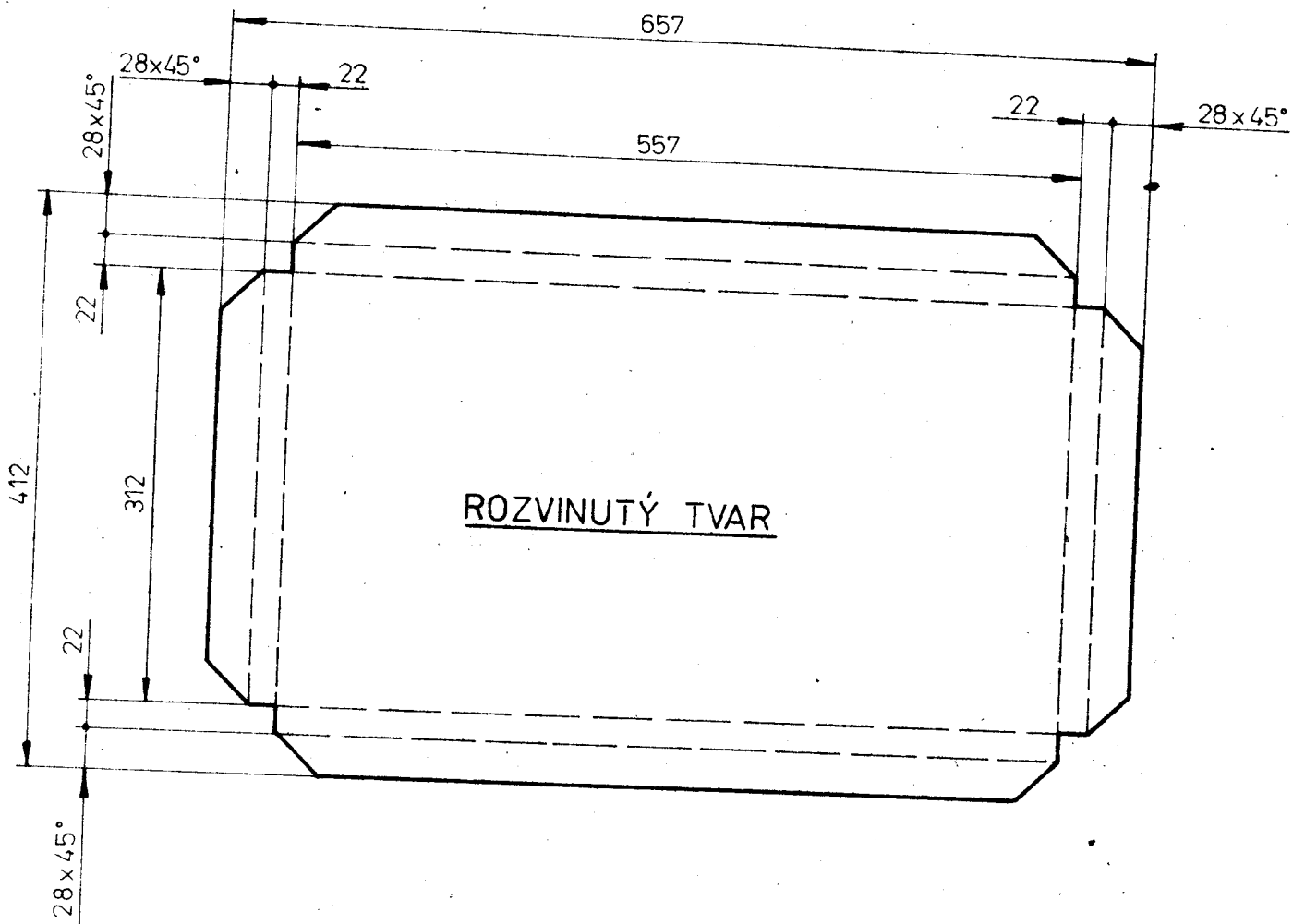
1:5

12.2.1993

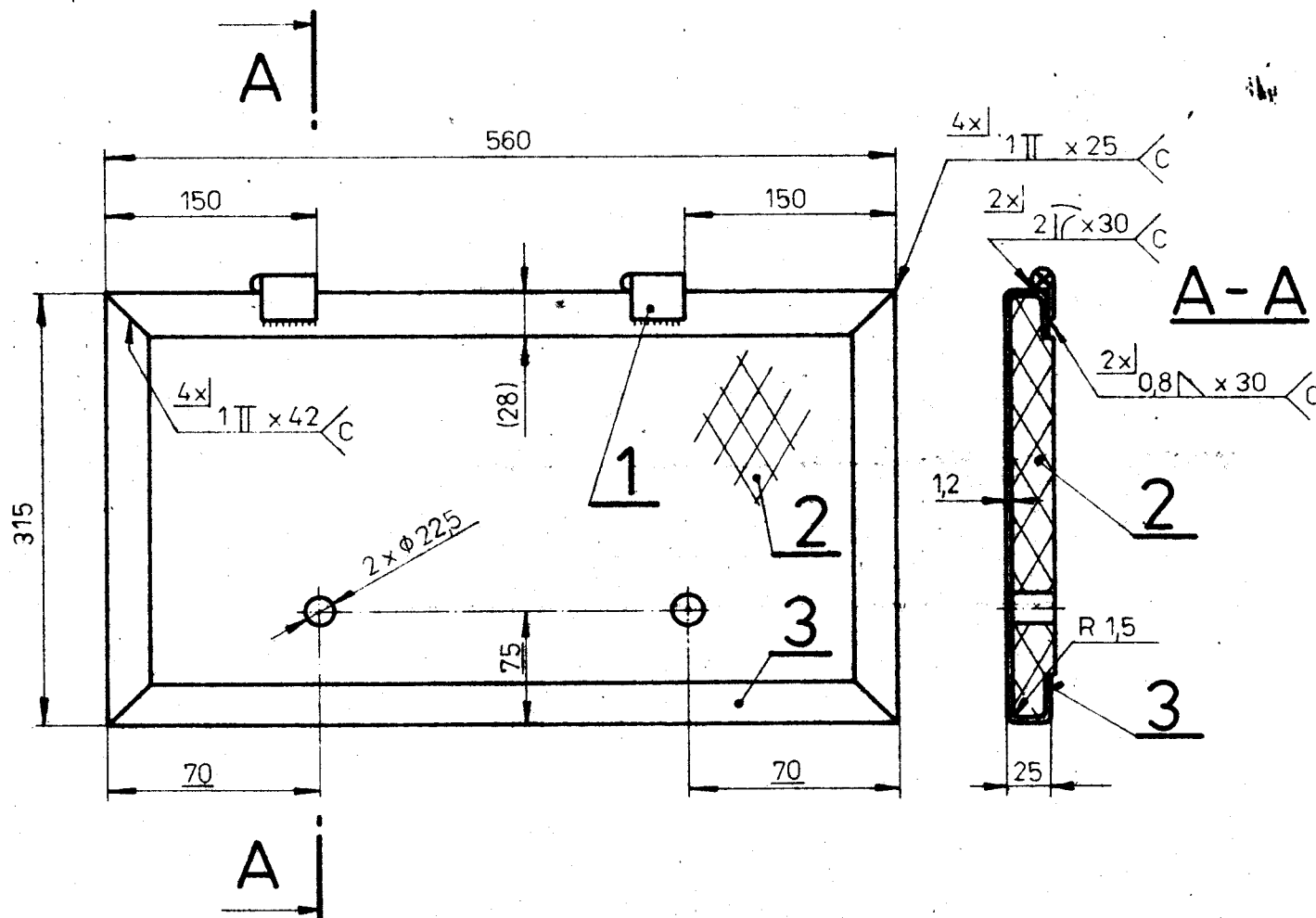
PANEL IV

3-VKR-2039





12.5/



1x 0 2002
2x 0 2117 - Odstín 4400

1-VKR - 196 13

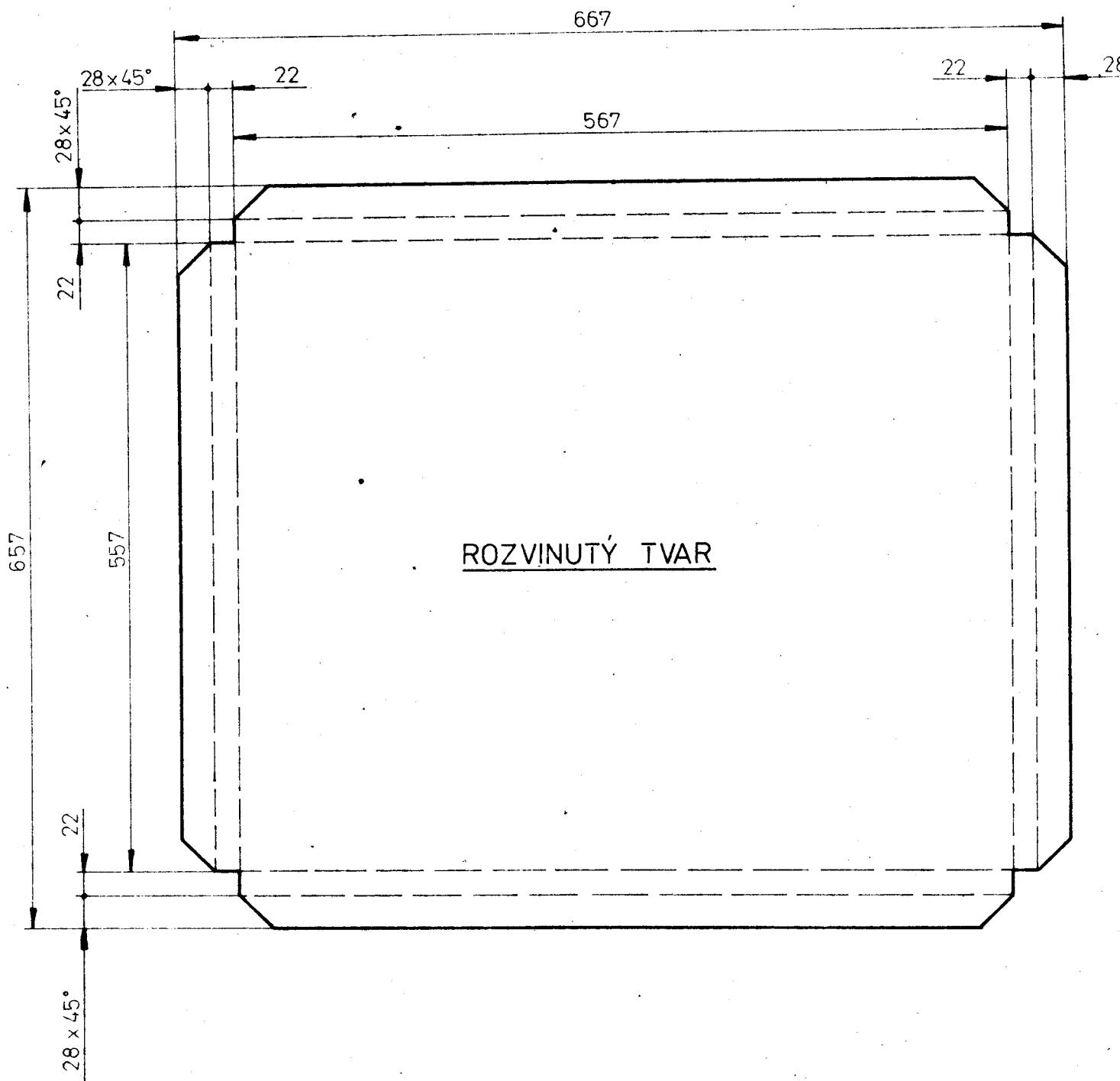
1	P. 1,2x412x657	ČSN 42 5301	11 373.1	001	2,49	2,6	3
1	IZOLACE IZOMAT	ZÁVODY TECH. SKLA BRATISLAVA			0,48		2
2	OKENNÍ ZÁVĚS				0,045		1

MICHL

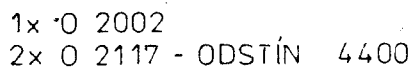
15.3.1993

PANEL VI

3-VKR-2041





1-VKR-196 14

[illegible]