



**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**



Zkušební protokol č. 18/12133/12

Dodavatel:

ČVUT v Praze, Fakulta strojní
Ústav strojírenské technologie
Technická 4, 166 07 Praha 6

IČO: 6840 7700

DIČ: CZ 6840 7700

Telefon: + 420 224 352 630

Odběratel:

Povodí Ohře, závod Chomutov
Spořická 4949, Chomutov 430 46

Kontaktní osoba: Ing. Petr Kaška

Vypracoval: doc. Ing. L. Kolařík, Ph.D.; doc. Ing. Jiří Janovec, CSc., Ing. Pavel Rohan, Ph.D., Ing. Michal Junek

Datum vyhotovení: 11. 7. 2018

Počet stran: 5

Počet příloh: 1

Předmět zkoušení:

Na základě nabídky č. UST_0012_2018 byla provedena analýza stavu porušení komory oběžného kola a napojení opancéřování savky MVE Nechanice TG2. Dne 6.6 2018 bylo provedeno místní šetření za generální odstávky zařízení. Bylo provedeno ověření jakosti materiálů – spektrografie, a ověření mechanických vlastností – zkouška tvrdosti (mobilním zařízením) a stanoveno doporučení pro další práce.

Měření chemického složení.

Dle původní výkresové dokumentace:

Komora oběžného kola: ČSN 422904.1
Elektroda E 391 Ø3,15 (E-B 425 – OK 63.80 či OK63.85)
Zátka : ČSN 17021.2

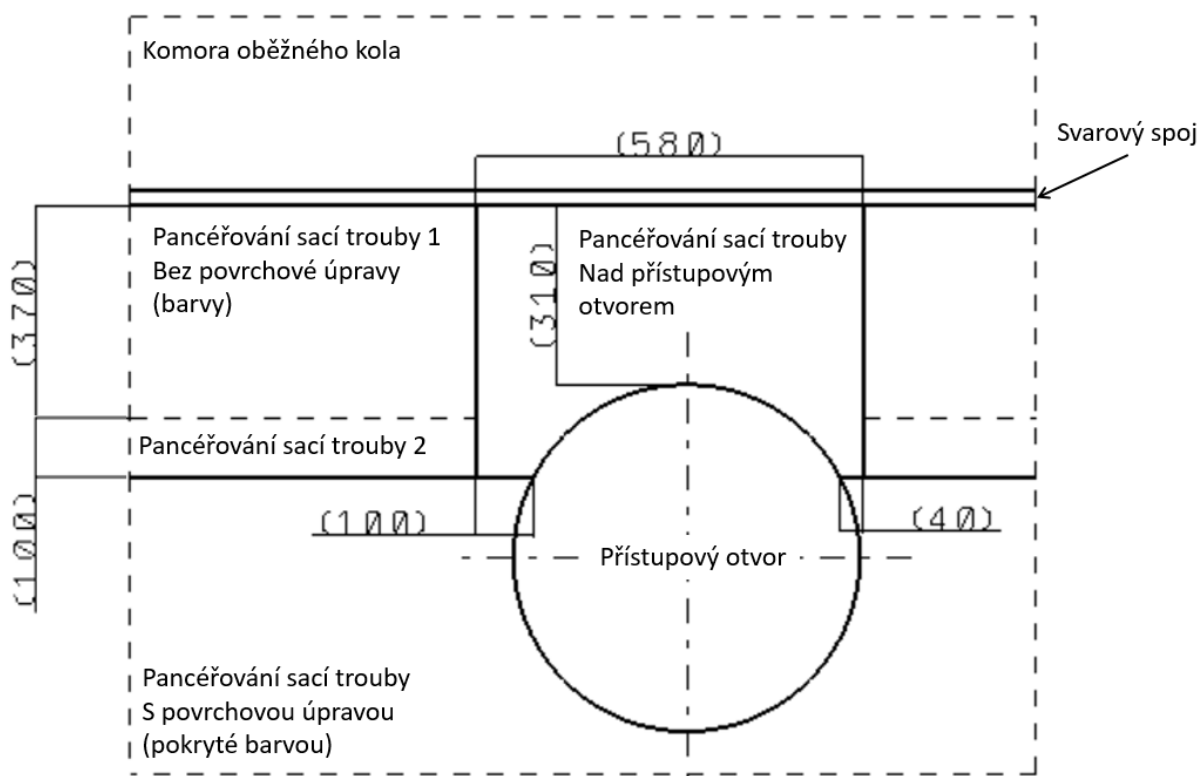
Opancéřování sací trouby: ČSN 11 373.0 Plech 10 x 2500 x 5050
Výztuhy: ČSN 10.370
Elektrody: E 44.83 (E –B 121, OK 48.00)

Postup oprav: Strojírny Brno, a.s., WPS 240614, Elektrody či TIG OK 67.45
Kontrola stavu turbíny dne 6.6.2018 – Janovec, Junek, Rohan

Chemické složení

Pro měření chemického složení základních materiálů opancéřované sací trouby, komory oběžného kola, svarového spoje mezi těmito díly, (lopatky turbíny) byl použit ruční rentgenový analyzátor kovů Delta classic+. Měření bylo provedeno na několika místech, které jsou označené na Obr. 1:

- Komora oběžného kola
- Svarový spoj
- Pancéřování sací trouby 1 (pod svarovým spojem)
- Pancéřování sací okolo vstupního otvoru
- Pancéřování sací trouby 2 (nad částí pokryté barvou)



Obr. 1: Schéma pancéřování sací trouby s označením oblastí s použitím různých materiálů

Výsledky měření jsou uvedeny v Tab. 1. Dle výsledků chemického složení byl pro jednotlivé části sací trouby přiřazen materiál, ze kterého je daná část pravděpodobně vyrobena, viz Tab. 2. (spektrometr neměří obsahy C, S a P)

Tab. 1: Výsledky měření chemického složení v hm. % jednotlivých částí sací trouby

Cr	Ni	Mo	Mn	Nb	V	Ti	Fe
Komora oběžného kola							
12,3±0,1	1,0±0,1		0,6±0,1				85,9±0,2
Svarový spoj							
19,5±0,5	9,2±0,7	1,4±0,3	1,5±0,2	0,4±0,1	0,1±0,02		68,5±0,6
Pancéřování sací trouby 1 (pod svarovým spojem)							
17,1±0,8	9,2±0,7	0,2±0,08	0,8±0,1	0,5±0,1		0,4±0,1	71,5±0,4
Pancéřování sací okolo vstupního otvoru							
16,1±0,9	9,6±0,7	1,6±0,2	1,7±0,2				71,0±1,7
Pancéřování sací trouby 2 (nad částí pokryté barvou)							
13,6±0,9	4,6±0,3	1,0±0,1	2,6±0,2				78,1±1,2

OCEL NA ODLITKY 42 2904 Cr-Ni
ČSN 42 2904

ČSN 42 2904

Skupina materiálů podle ČSN 42 0006		9: Korozivzdorné						
Třída odpadu podle ČSN 42 0030		013						
Chemické složení (rozbor tavby) %	Způsob výroby	C max.	Mn	Si max.	Cr	Ni	P max.	S max.
	E	0, 15	0, 50 až 0, 90	0, 60	11, 5 až 14, 0	0, 70 až 1, 20	0, 035	0, 035
	Doprovodné prvky	Cu max. 0, 50						
Technické dodací předpisy		ČSN 42 1261						
Označení materiálu a stavu		42 2904. 5				42 2904. 9		
Stav		normalizačně žíhaný a popouštěný				tepelně zpracovaný podle zvláštního předpisu		
Nejmenší mez 0, 2 σ ₀ , 2	N/mm2	295				390		
Pevnost v tahu σ _{Pt}	N/mm2	min. 490				590 až 785		
Nejmenší tažnost δ ₅	%	15				15		
Nejmenší kontrakce Ψ	%	50				50		
Nejmenší vrubová houževnatost R ₃	J/cm2	30				50		
Nejmenší vrubová houževnatost R ₃ při 4 °C (inf.)	J/cm2		-			30		
Tvrdost podle Brinella HB		140 až 200				175 až 240		
Svařitelnost podle ČSN 05 1310		zaručená podmíněná1)						
Doporučené teploty pro tepelné zpracování								
Způsob		Teplota °C			Postup			
Žíhání na měkko		720 až 770			pec			
Homogenizační žíhání		1 020 až 1 050			vzduch pod 200 °C			
Normalizační žíhání		900 až 950			vzduch pod 200 °C			
Popouštění		680 až 740			vzduch, pec			
Žíhání ke snížení pnutí		660 až 720 2)			vzduch, pec			
1 N/mm2 = 1 MPa		(Pokrač.)						

Tab. 2: Přiřazení

Komora oběžného kola	42 2904
Svarový spoj	OK 63.80
Pancéřování sací trouby 1 (pod svarovým spojem)	17 247
Pancéřování sací okolo vstupního otvoru	17 345
Pancéřování sací trouby 2 (nad částí pokryté barvou)	X3CrNi13-4. 1.4407

Měření tvrdosti

Měření tvrdosti bylo provedeno pomocí přenosného ultrazvukového tvrdoměru Krautkramer MIC20 s UT sondou MIC 2010 (zatížení 50 N). Výsledky měření jsou uvedeny v Tab. 3.

Tab. 3: Výsledky měření tvrdosti HV5

Místo měření	Číslo měření										Ø
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Komora oběžného kola	240	238	239	252	245	242	250	236	261	237	244±8
TOO 1	398	390	453	398	457	498	474	430	427	482	441±36
Svarový spoj	382	368	321	346	310	322	362	339	347	346	344±21
TOO 2	341	360	353	391	364	342	337	368	382	355	359±17
Pancéřování sací trouby 1 (pod svarovým spojem)	400	423	391	425	432	438	423	438	429	410	421±15
Pancéřování sací trouby 2 (nad částí pokryté barvou)	330	323	355	378	382	365	351	345	332	321	348±21

Závěr

Materiálová rozborů prokázaly:

- Opacéřování sací trouby není provedeno z nelegované svařitelné oceli třídy 11, ale z kombinace ocelí ČSN 17 247, 17 345 a X3CrNi13-4. 1.4407
- Svarový spoj v měřených místech byl proveden elektrodou OK 63.80, nikoliv elektrodou OK 67.45 dle WPS
- Trhlina v TOO svarového spoje směrem ke komoře oběžného kola je důsledkem vysokých tvrdostí (max. 498 HV) v této oblasti.
- Naměřené hodnoty tvrdosti pancéřování sací trouby 1 pod svarovým kovem v ZM vykazují vysoké hodnoty pro zjištěnou ocel 17 247, pokud by byla v běžném stavu.

Doporučení:

- Vzhledem k rozdílnosti materiálů pod svarem vypracovat WPS pro zjištěné oceli
- Ověřit mikrostrukturální stav oceli 17247 v TOO pod svarem (směrem do ZM opacéřování) metodou replikové metalografie. Bylo by nezbytné infrazářičem sledovanou oblast předežhřát a vysušit.