

Znalecký posudek

č. 01/2020/636

Věc: žalobce Petr Kuna, IČO 66821151, sídlem Na Kotli 1176/29, 500 02 Hradec Králové, zastoupený advokátkou JUDr. Kateřinou Skoumalovou, sídlem Škroupova 957, 500 02 Hradec Králové,

proti žalované voestalpine High Performance Metals CZ s.r.o., IČO 25089561, sídlem Evropská 423/178, 160 00 Praha 6 – Vokovice, zastoupena advokátkou JUDr. Veronikou Faltysovou, sídlem V Jámě 699/1, 110 00 Praha 1 – Nové Město,

o zaplacení částky 68.230,50 Kč s příslušenstvím.

Znalecký posudek byl vypracován na základě usnesení Obvodního soudu pro Prahu 6 č.j. 19 C 217/2019-47 ze dne 17.03.2020.

Obsah:


1. Titulní list znaleckého posudku
2. Usnesení
3. Seznam norem platných v době realizace obchodního případu
4. Znalecký posudek
5. Závěry znaleckého posudku
6. Seznam použité literatury
7. Seznam příloh + přílohy
8. Znalecká doložka

Znalecký posudek obsahuje 40 stran textu A4.

Posudek vypracoval:

prof. Ing. Vlastimil Vodárek, CSc., Katedra materiálového inženýrství, FMT, VŠB-TU Ostrava

V Ostravě dne 13.7.2020


prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.

děkanka



2. Usnesení Obvodního soudu pro Prahu 6

č. j. 19 C 217/2019-47

USNESENÍ

Obvodní soud pro Prahu 6 rozhodl samosoudkyní Mgr. Terezou Krojovou ve věci

žalobce: **Petr Kuna**, IČO 66821151
sídlem Na Kotli 1176/29, 500 02 Hradec Králové
zastoupený advokátkou JUDr. Kateřinou Skoumalovou
sídlem Škroupova 957, 500 02 Hradec Králové

proti
žalované: **voestalpine High Performance Metals CZ s.r.o.**, IČO 25089561
sídlem Evropská 423/178, 160 00 Praha 6 - Vokovice
zastoupená advokátkou JUDr. Veronikou Faltysovou
sídlem V Jámě 699/1, 110 00 Praha 1 - Nové Město

o: zaplacení částky 68 230,50 Kč s příslušenstvím

takto:

- I. Soud ustanovuje Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiálově – technologická, IČO: 61989100, sídlem 17. listopadu 2172/15, 708 33 Ostrava – Poruba, znaleckým ústavem z oboru hutnictví, odvětví materiálové inženýrství.

Znaleckému ústavu se ukládá, aby zpracoval znalecký posudek písemně ve 3 vyhotoveních do 90 dnů od doručení spisu.

Podání znaleckého posudku není žádáno jako spěšné.

Úkolem znaleckého ústavu je

zajistit od žalobce odběr,

provést rozbor materiálu Impax Supreme číslo tavby DV75348, DV75653 a DV73022 a stanovit,

zda měl uvedený materiál vlastnosti deklarované žalovanou v materiálovém listu, a to zejména pokud jde o žalovanou deklarovanou a žalobcem rozporovanou vysokou mikročistotu a homogenitu materiálu,

případně zda měl materiál oproti deklarované jakosti nějaké nedostatky.

Znalecký ústav je povinen podat znalecký posudek ve stanovené lhůtě; ze závažných důvodů může soud požádat o její prodloužení. Nepodá-li znalecký ústav do uplynutí stanovené lhůty znalecký posudek, může být uložena pořádková pokuta až do výše 50 000 Kč. Opožděné podání znaleckého posudku může mít za následek snížení odměny až na polovinu.

Znalecký ústav může odepřít podání znaleckého posudku, nepatří-li vymezený úkol do oboru jeho znalecké činnosti. O důvodnosti odepření podání znaleckého posudku rozhoduje soud.

Podá-li znalec nepravdivý, hrubě zkreslený nebo neúplný znalecký posudek anebo uvede-li nepravdu o okolnosti, která má význam pro rozhodnutí, anebo zamlčí-li takovou okolnost, spáchá tím trestný čin (§ 346 zákona č. 40/2009 Sb., trestního zákoníku).

- II. Soud podle § 127 odst. 4 zákona č. 99/1963 Sb., občanského soudního řádu, (dále jen „o. s. ř.“) ukládá účastníkům, aby znaleckému ústavu poskytli veškerou součinnost nezbytnou k vypracování znaleckého posudku. Tomu, kdo nesplní povinnost uloženou mu podle § 127 odst. 4 o. s. ř., může soud uložit pořádkovou pokutu až do výše 50 000 Kč.

Poučení:

Proti tomuto usnesení není odvolání přípustné. Znalec je vyloučen z výkonu funkce, jestliže lze mít pro jeho poměr k věci, k účastníkům řízení nebo jejich zástupcům pochybnost o jeho nepodjatosti. Jakmile se znalec dozví o skutečnostech, pro které je vyloučen, je povinen to neprodleně oznámit soudu. Účastníci řízení se mohou vyjádřit k osobě znalce ve lhůtě 8 dnů od doručení tohoto usnesení. O tom, zda je znalec vyloučen, rozhodne soud.

Praha 17. března 2020

Mgr. Tereza Krojová, v.r.
samosoudkyně

Upozornění:

- I. Má-li účastník za to, že jsou u něj splněny podmínky pro osvobození od soudních poplatků, může navrhnout, aby mu bylo přiznáno osvobození od soudních poplatků. Jestliže mu soud přizná osvobození od soudních poplatků, je zproštěn povinnosti platit zálohu na náklady důkazu.
- II. Náklady, které vzniknou účastníkovi řízení (jeho zástupci) v souvislosti se splněním povinností, uložených mu tímto usnesením ve výroku II., zejména hotové výdaje a ušlý výdělek, patří do jeho nákladů řízení. O náhradě nákladů řízení rozhodne soud v rozhodnutí, kterým se u něj řízení končí.
- III. Ten, komu byla uložena tímto usnesením ve výroku II. povinnost a není účastníkem řízení (jeho zástupcem), má právo na náhradu hotových výdajů a ušlého výdělku. Nárok musí uplatnit u soudu nejpozději do tří dnů ode dne, kdy splnil tuto povinnost nebo kdy mu bylo oznámeno, že splnění povinnosti není pro podání znaleckého posudku třeba, jinak zaniká. Ušlý výdělek je třeba doložit potvrzením zaměstnavatele (jde-li o osobu v pracovním poměru nebo v poměru obdobném pracovnímu poměru) nebo posledním pravomocným platebním výměrem orgánu vykonávajícího správu daně, jenž předchází dni, za který je ušlý výdělek požadován (jde-li o osobu, která je výdělečně činná jinak než v pracovním poměru nebo v poměru obdobném pracovnímu poměru). Náhradu jízdného/přepravného je třeba doložit předložením jízdenky z hromadného veřejného dopravního prostředku, popřípadě podle právních předpisů o cestovních náhradách, bylo-li k cestě použito vlastní motorové vozidlo a uložena povinnost byla splněna v jiném místě, než kde žadatel bydlí, pracuje nebo se dočasně zdržuje. Náhradu dalších nákladů je třeba doložit doklady o jejich vynaložení.

3. Seznam norem platných v době realizace obchodního případu

- [1] ČSN EN 10083-1 Oceli k zušlechťování – Část 1: Technické dodací podmínky, účinnost 02/2007–01/2019.
- [2] DIN 50938 Black oxide coatings on ferrous metals – Requirements and test methods, účinnost od ledna 2018.
- [3] ČSN ISO 4967 Ocel – Stanovení obsahu nekovových vměstků – Mikrografická metoda využívající normovaná zobrazení, účinnost od 2003.
- [4] ASTM E45 Standard test methods for determining the inclusion content of steel, účinnost od června 2018.

4. Znalecký posudek

Znalecký ústav při FMT, VŠB-TU Ostrava se obrátil na obě strany soudního sporu s žádostí o dodání experimentálního materiálu UDDEHOLM IMPAX Supreme z taveb číslo DV75348 (tyče o $\phi = 35$ mm), DV75653 (tyče o $\phi = 35$ mm) a DV73022 (tyče o $\phi = 22$ mm). Z každé tavyby byl dodán vzorek z tvářené tyče o délce 150 mm. Dodaný materiál byl nezaměnitelně označen a relevantnost materiálu pro mikrostrukturní rozbor byla písemně potvrzena oběma stranami soudního sporu, viz **Příloha 1**.

Žalobce při hledání vhodné náhrady za ocel 42CrMo4 + QT (ČSN 41 15142) komunikoval s panem Ing. Janem Žákem ze společnosti voestalpine High Performance Metals CZ s.r.o., který mu na základě konzultací s pracovníky firmy UDDEHOLM AB doporučil „jako vhodnou substituci ocel IMPAX Supreme, která se primárně používá na formy a jádra pro zpracování plastů, ale pro svoji houževnatost, vysokou mikročistotu a odolnost proti cyklické únavě má využití i v konstrukčních aplikacích.“ V dodaném „materiálovém listě“ (prodejní brožura) pro tuto ocel bylo uvedeno, že se jedná o vakuovanou Cr-Ni-Mo ocel, která je dodávána v kaleném a popuštěném stavu. V „materiálovém listě“ se uvádí:

„IMPAX Supreme odpovídá vysokým požadavkům na kvalitu. Vyznačuje se nízkým obsahem síry. Dále se IMPAX Supreme vyznačuje následujícími vlastnostmi:

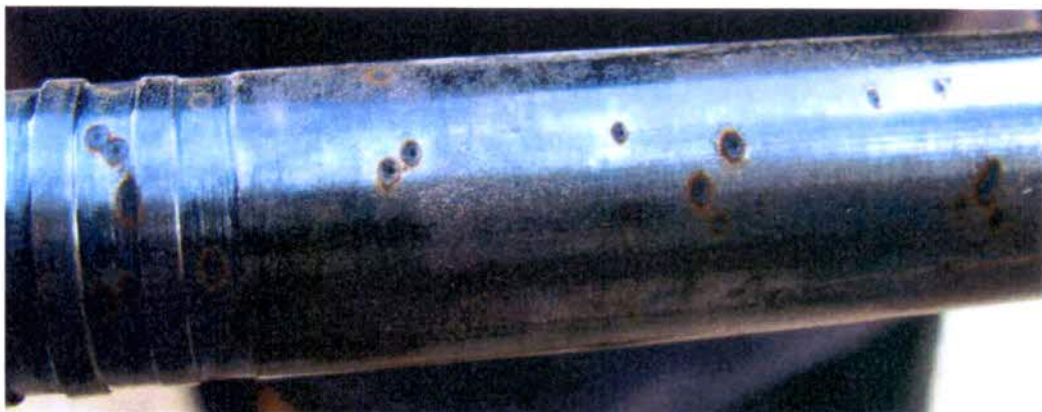
- dobrá leštitelnost a leptatelnost fotocitlivým materiálem,
- vysoká houževnatost,
- **vysoká mikročistota a homogenita,**
- rovnoměrná tvrdost,
- možnost povrchového kalení.“

Pojmy „**vysoká mikročistota a homogenita**“ nejsou v tomto dokumentu vyjádřeny kvantitativními parametry. Tyto charakteristiky materiálu jsou silně závislé na technologii výroby materiálu. V případě, že zákazník pro své aplikace vyžaduje velmi čisté oceli, musí tento požadavek uvést v objednávce a při dodávce materiálu obdrží protokol s výsledky hodnocení mikročistoty. Pokud nejsou v objednávce uvedeny žádné požadavky na mikročistotu materiálu, musí dodané oceli splňovat požadavky uvedené v příslušné technické normě, v daném případě se jedná o normu ČSN EN 10083-1 Oceli k zušlechťování – Část 1: Technické

dodací podmínky [1], která byla platná v době objednávky a dodání reklamovaných tyčí z oceli UDDEHOLM IMPAX Supreme.

Žalobce si pro ověření technologických vlastností a vhodnosti oceli pro své zbrojní aplikace (výroba hlavně) objednal u žalované dne 18. 5. 2018 polotovary z oceli s obchodním značením UDDEHOLM IMPAX Supreme. Tento materiál byl žalobcem řádně převzat a zaplacen. Dne 24. 7. 2018 si žalobce objednal u žalované materiál se stejným obchodním značením (č. zakázky 180724/140). Z kopie objednávky uvedené v příloze soudního spisu vyplývá, že žalobce objednal „kulatinu IMPAX zušlechtěnou, průměr 35 mm – délka 30 m, tyče co nejdelší“. ***V objednávce nejsou specifikovány žádné požadavky na mikročistotu materiálu.*** Žalobce materiál dodaný na základě této objednávky částečně zpracoval, nezpracovanou část materiálu vyčíslil bez bližší specifikace na částku 11 530 Kč a tuto částku žádá uhradit po žalované. Dne 16. 10. 2018 si žalobce objednal materiál se stejným obchodním značením znovu (č. zakázky 4202022445) a následně objednané množství ještě navýšil. ***V kopii objednávky uvedené v soudním spisu opět nejsou žádné požadavky na mikročistotu materiálu,*** je pouze specifikován požadovaný průměr tyčí UDDEHOLM IMPAX Supreme a počet kusů. Dne 21. 10. 2018 celou objednávku zrušil s tím, že dodávka materiálu odpovídající objednávce ze dne 24. 7. 2018 vykazuje po technologickém zpracování vady na povrchu. Vzhledem k tomu, že objednaný materiál byl již expedován, nebylo možné objednávku stornovat. Žalobce si dodávku dne 25. 10. 2018 převzal. Tato dodávka zboží však dosud zůstala nezaplacena.

Spor ohledně kvality dodaného materiálu vznikl po chemickém černění obrobků (hlavně) vyrobených z dodaných polotovarů. Na povrchu obrobků se objevily skvrny, které byly spojeny se vznikem důlků, obvykle s rezavým ohraničením, obr. 1. Žalobce spojuje tyto defekty s „vyplavením vměstků v černicí lázni“.



Obr. 1 Fleky na povrchu černěné hlavně, tavba DV75348, autor fotografie: Petr Kuna

Mezi nejrozšířenější způsoby černění oceli patří alkalické černění (brynýrování). Černění je povrchová úprava, která má zabezpečit především zlepšení vzhledu zpracovávaných součástí, ale jejím účelem je také zvýšení korozní odolnosti černěných součástí v kombinaci s konzervačními prostředky [2]. Podstata alkalického oxidačního způsobu spočívá v oxidaci železa ponořením výrobků do koncentrovaného horkého vodného roztoku směsi hydroxidu sodného s vhodným oxidovadlem a dalšími složkami přidávanými do lázně (chemické pasivování povrchu). Jsou to anorganické nebo organické chemikálie, tzv. akcelerátory,

inhibitory, smáčedla, komplexotvorné látky a další. Proces oxidace závisí na parametrech procesu černění a na chemickém složení ocelí. Předpokladem pro vytvoření kvalitního černého povlaku je především precizní odmaštění a kvalitní povrch součástí (bez okují a jiných nedokonalostí) [2].

Na základě provedených testů žalobce uvedl následující důvody pro uplatnění reklamace tyčí z oceli UDDEHOLM IMPAX Supreme o průměru 22 mm a 35 mm (tavby č. DV73022 a DV75653): „v materiálu jsou vměstky a husté dutiny. Tento materiál vykazuje mnoho nečistot a strukturálních vad, a proto se nehodí pro výrobu hlavní. Dutiny, které jsou v materiálu, se objevily i v předchozím materiálu IMPAX Supreme, který jsem kupoval minule. Z minule objednaného materiálu (*tavba DV 75348, objednávka ze dne 18. 5. 2018*) jsem Vám posílal fotografie, na kterých se po černění objevily fleky. Tento materiál obsahuje úplně stejné vady.“ Žalobce považuje množství nekovových vměstků v dodaném materiálu za nepřiměřené a za podstatné porušení smlouvy ze strany žalované.

Žalovaná od počátku tvrdí, že dodané tvářené tyče z oceli s obchodním značením UDDEHOLM IMPAX Supreme na základě objednávek ze dne 24.7.2018 a 16.10.2018 zcela odpovídají vlastnostem, které žalovaná předem deklarovala a odpovídá rovněž materiálovému atestu, který žalobce od žalované obdržel.

Vzhledem k tomu, že technologické problémy při černění hlavní souvisely především s přítomností nekovových vměstků v tyčích UDDEHOLM IMPAX Supreme, byla provedena kontrola mikročistoty dodaného materiálu v akreditovaných laboratořích. Obě strany se neshodly na laboratoři, které by důvěřovaly, a proto šetření bylo provedeno ve více laboratořích:

žalobce: ZVU Strojírny, a.s.,
Třinecké železářny a.s.,

žalovaná: COMTES FHT,
voestalpine High Performance Metals CZ s.r.o.,
UDDEHOLM AB, Švédsko.

Hodnocení mikročistoty bylo ve většině laboratoří provedeno podle standardu ČSN ISO 4967 *Ocel – Stanovení obsahu nekovových vměstků - Mikrografická metoda využívající normovaná zobrazení* [3]. Tato mezinárodní norma umožňuje stanovení znečištění válcovaných nebo kovaných výrobků nekovovými vměstky s využitím normovaných zobrazení. Podle tvaru a rozdělení vměstků jsou normovaná zobrazení rozdělena do pěti základních skupin: A (sulfidický typ), B (hlinitanový typ), C (silikátový typ), D (typ globulárních oxidů) a DS (typ jednotlivých globulí). Tato metoda je obecně používána pro hodnocení vhodnosti oceli ke konkrétní aplikaci. Vzhledem k tomu, že vlivem hodnotitelského subjektu je poměrně obtížné získat reprodukovatelné výsledky, doporučuje se při používání této metody dbát určité opatrnosti [3]. Tato mezinárodní norma rovněž umožňuje stanovení nekovových vměstků technikou obrazové analýzy (metoda byla použita v laboratoři voestalpine High Performance Metals CZ s.r.o.). V laboratořích UDDEHOLM AB ve Švédsku bylo stanovení nekovových vměstků provedeno s využitím standardu ASTM E45 [4]. Tato norma je velmi podobná standardu ČSN ISO 4967, ale obsahuje normovaná zobrazení pouze pro čtyři skupiny vměstků: A, B, C a D. K prezentaci výsledků hodnocení vměstků byla ve všech laboratořích použita

Metoda A. Pro každou skupinu vměstků je uvedeno indexové číslo, které odpovídá nejhoršímu zornému poli na celé hodnocené ploše pro každý typ vměstků a pro každou sérii vměstků. Nekomové vměstky se obecně vyskytují ve všech materiálech vyrobených tavením, ale jejich typy a množství v kovové matici jsou značně závislé na ocelářské technologii. V době objednávky reklamovaných tyčí z oceli UDDEHOLM IMPAX Supreme byla platná technická norma ČSN EN 10083-1 *Oceli k zušlechťování – Část 1: Technické dodací podmínky* [2]. Odstavec B.4 této normy se týká obsahu nekovových vměstků: „Obsah nekovových vměstků stanovený mikroskopickým postupem při objednávání, musí být uvnitř dohodnutých hranic (viz Příloha E). Poznámka 1: Požadavky na obsah nekovových vměstků se uplatňují vždy, ale ověření vyžaduje zvláštní dohodu. Poznámka 2: U ocelí s předepsaným minimálním obsahem síry se dohody týkají pouze oxidů.“ Příloha E této normy je charakterizována jako informativní. V případě zkoušení podle ČSN ISO 4967, které je ekvivalentní normě NF A 04–106 [5], jsou požadavky na mikroskopický stupeň čistoty ocelí pro zušlechťování uvedeny pro vměstky typu B, C a D v tab. 1. Protvářené sulfidy (typ A) nejsou v této tabulce zahrnuty.

Tabulka 1 Požadavky na mikroskopický stupeň čistoty ocelí pro zušlechťování při zkoušení podle NF A 04 – 106, ČSN EN 10083-1

Typ vměstku	Série	Mezní hodnota
B	tenké	$\leq 2,5$
	silné	$\leq 1,0$
C	tenké	$\leq 2,5$
	silné	$\leq 1,5$
D	tenké	$\leq 1,5$
	silné	$\leq 1,0$

V případě, že oceli pro zušlechťování vyrobené konvenčním postupem a objednané v době platnosti technické normy ČSN EN 10083-1 splňují požadavky na mikroskopický stupeň čistoty uvedené v tab. 1, je jejich mikročistota považována za vyhovující. Pokud plánované použití oceli může být limitováno typem a množstvím nekovových vměstků, potom je nezbytné v objednávce uvést mezní přípustné hodnoty pro jednotlivé typy vměstků a metodu jejich stanovení. Součástí atestů musí být v tomto případě protokol s výsledky hodnocení vměstků v dodaném materiálu.

V současné době platí technická norma ČSN EN ISO 683–2 *Oceli pro tepelné zpracování, oceli legované a oceli automatové – Část 2: Legované oceli k zušlechťování* [6], kde jsou požadavky na nekovové vměstky uvedeny v odstavci 7.5, přičemž se rozdělují na:

Mikroskopické vměstky - ověření obsahu nekovových vměstků vyžaduje zvláštní dohodu. Pokud je taková dohoda provedena při objednávání, určí se obsah mikroskopického vměstku dohodnutým postupem a uvnitř dohodnutých hranic podle ISO 4967 nebo podle dalších norem. *Makroskopické vměstky* - tento požadavek platí na ověření makroskopických vměstků ve speciálních ocelích. Pokud je dohodnuté ověření, dohodne se při objednávání také metoda a limity převzetí. Šetření se zpravidla provádí při menším zvětšení než v případě hodnocení mikroskopických vměstků.

V této technické normě již nejsou uvedeny žádné mezní přípustné hodnoty pro jednotlivé typy nekovových vměstků v ocelích pro zušlechtnění.

V soudním spise jsou v přílohách uvedeny výsledky hodnocení mikročistoty v jednotlivých laboratořích. Nejčastěji zjištěnými vměstkami jsou protvářené sulfidy (A), řádky hlinitanů (B), globulární oxidy (D) a samostatné globule (DS). Indexová čísla pro jednotlivé typy vměstků stanovená v různých laboratořích se liší max. o ± 1 , což je na základě zkušeností s hodnocením mikročistoty ocelí podle ČSN ISO 4967 považováno za běžné.

V soudním spise uvedeném protokolu o zkoušce ze dne 29. 11. 2018 bylo konstatováno, že obsah nekovových vměstků stanovený metodou obrazové analýzy dle ČSN ISO 4967 ve společnosti voestalpine High Performance Metals CZ s.r.o. odpovídá stupni D1 (bodové oxidy, indexové číslo 1, není uvedeno číslo tavby). Tento výsledek pro vměstky typu D je srovnatelný s laboratořemi, kde hodnocení mikročistoty bylo provedeno pomocí normovaných zobrazení. Žalovaná dále zaslala dne 25. 1. 2019 vzorek poskytnutý žalobcem na expertízu do laboratoře u výrobce oceli UDDEHOLM AB ve Švédsku. Z výsledků šetření vyplynulo, že mikročistota je v běžném rozmezí pro ocel vyrobenou konvenční ocelářskou technologií, chemické složení odpovídá jakosti UDDEHOLM IMPAX Supreme a v hodnocené tyči nebyly zjištěny žádné materiálové defekty. Žalovaná považuje žalobcem opakovaně uplatněné odstoupení od smlouvy za neopodstatněné a bezpředmětné.

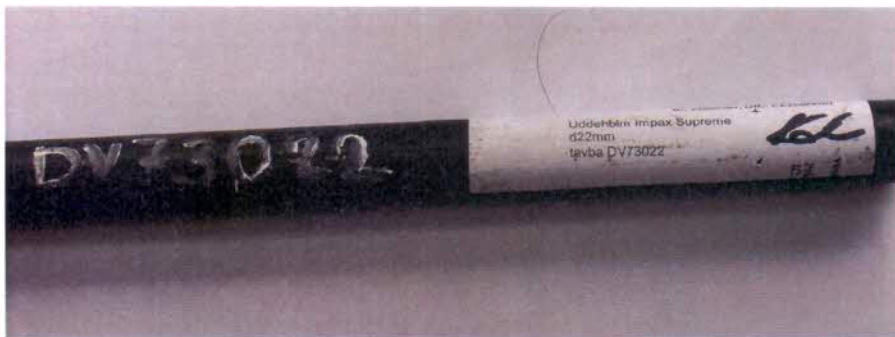
Žalobce naopak trvá na tom, že jím uplatněná reklamace je oprávněná a že materiál dodaný žalovanou vykazoval jím specifikované vady. K otázce správnosti výběru materiálu žalobce dodává, že materiály ze švédské firmy Bohler Uddeholm, se kterou obchodoval před navázáním obchodních vztahů se žalovanou, se vyznačovaly vysokou kvalitou. Žalobce reklamovaný materiál u žalované objednal na základě odborných konzultací zaměřených na vhodnost materiálu pro výrobu hlavní palných zbraní. Žalobce se odvolává na údaje uvedené v „materiálovém listě“: ***vysoká mikročistota a homogenita.***

V souladu s Usnesením soudu č.j. 19 C 217/2019–47 bylo v laboratořích Katedry materiálového inženýrství, FMT provedeno hodnocení mikročistoty a strukturní homogenity dodaných vzorků tvářených tyčí ze všech tří taveb specifikovaných v Usnesení soudu. Hodnocení vměstků bylo provedeno na vyleštěných podélných metalografických řezech, které byly odebrány v závislosti na průměru tyčí v souladu s ČSN ISO 4967. Nekovové vměstky byly zařazeny do příslušných skupin normovaných zobrazení na základě jejich tvaru, kontrastu a distribuce. Vyhodnocení získaných výsledků bylo provedeno, stejně jako v případě protokolů z jiných laboratoří, Metodou A. Získané výsledky jsou uvedeny v tab. 2, 4 a 6. V případě vměstků B, C a D jsou stanovené hodnoty pod mezními přípustnými hodnotami pro tyto vměstky podle ČSN EN 10083-1. Stanovené hodnoty mikročistoty jsou běžné pro oceli vyrobené konvenční ocelářskou technologií.

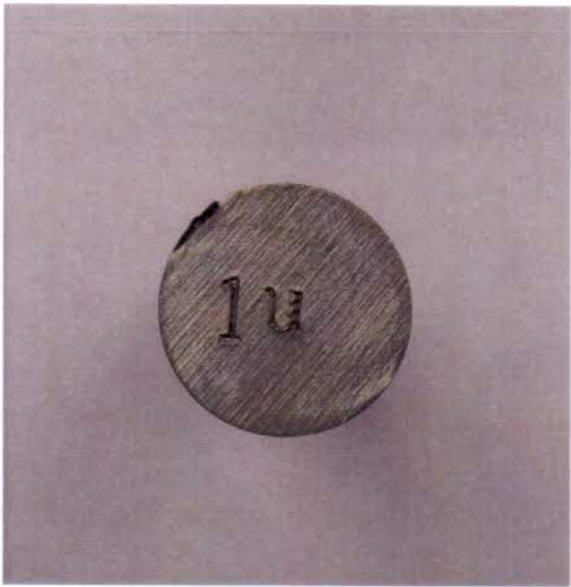
Na základě povrchových defektů pozorovaných po černění hlavní lze očekávat, že nepříznivým typem vměstků jsou především samostatné globule typu DS. Indexové číslo 1,5 odpovídá částicím o velikosti 27 μm . Pro posouzení jejich vlivu během černění povrchu hlavní bylo stanoveno lokální chemické složení typických vměstků DS v jednotlivých tavebách. Z níže uvedených výsledků rtg spektrální mikroanalýzy (EDX) provedené v řádkovacím elektronovém mikroskopu vyplývá, že se převážně jedná o oxidické částice se sulfidickou

obálkou nebo o sulfidické částice. Oxidická část je tvořena oxidy hliníku, případně směsnými oxidy hliníku, hořčíku a vápníku. Sulfidická obálka je tvořena sulfidem vápníku nebo komplexními sulfidy vápníku a manganu. Lze předpokládat, že rozpouštění poměrně nestabilních fází obsahujících vápník během ponoru součástí do černicí lázně je hlavní příčinou vzniku fleků na povrchu těchto součástí. Výrazně protažené vměstky (typ A) byly identifikovány jako sulfidy manganu, obr. 4 a v případě řetízků nedeformovatelných vměstků typu B bylo ověřeno, že se jedná o hlinitany a částice sulfidu vápníku, obr. 6–8 a 29–31.

Pro vyvolání mikrostruktury hodnocených vzorků byl použit 2% Nital. Mikrostruktura všech vzorků byla tvořena popuštěnou základnou složkou. V mikrostruktuře byly pozorovány mikrosegregační pásy usměrněné s hlavní osou tváření. Výskyt těchto mikrosegregačních pásů má přímou souvislost s technologií odlévání oceli do ingotů. Vzhledem k obohacení mikrosegregačních pásů legujícími prvky a uhlíkem je tvrdost v těchto pásech mírně vyšší než v okolní matici. V tab. 3, 5 a 7 jsou uvedeny výsledky měření profilu tvrdosti HV 1 od středu tyče směrem k jejímu okraji. Rozdíly v jednotlivých naměřených hodnotách tvrdosti souvisí jednak s nepřesností měřicí techniky a jednak s přítomností mikrosegregačních pásů. Těsně pod povrchem tyčí byla pozorována částečně oduhličená mikrostruktura. Povrch surových tyčí je zokujen. Částečné oduhličení mikrostruktury s nižší úrovní tvrdosti a zokujení povrchu tyčí je důsledek tváření za tepla a finálního tepelného zpracování tyčí na jakost (zušlechtnění).



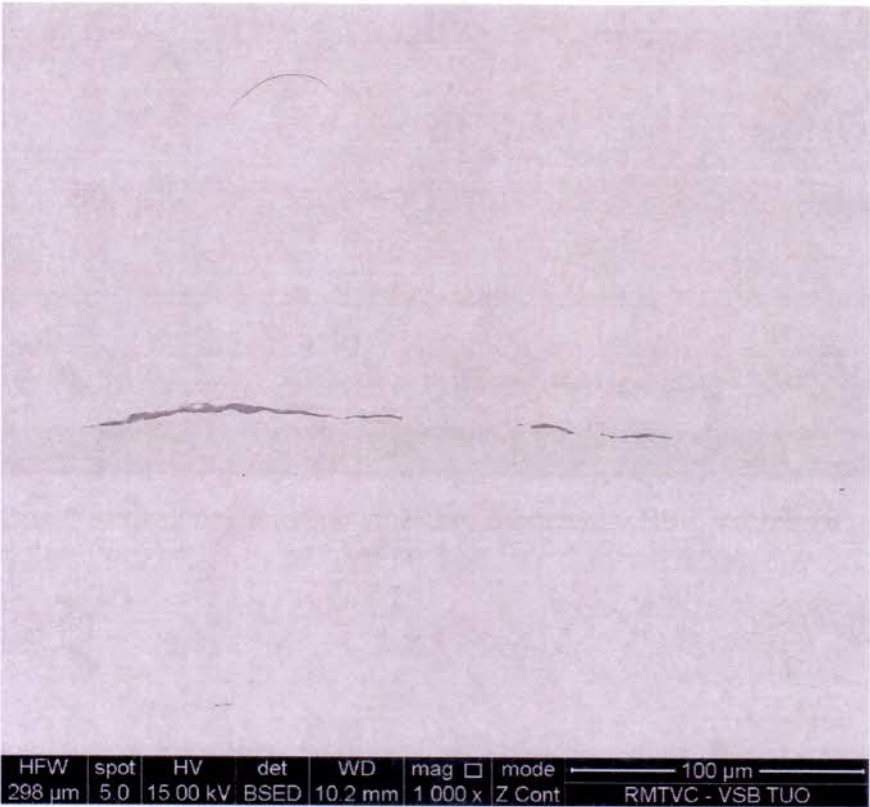
Obr. 2 Dodaný vzorek z tavby DV73022, tyč 1u



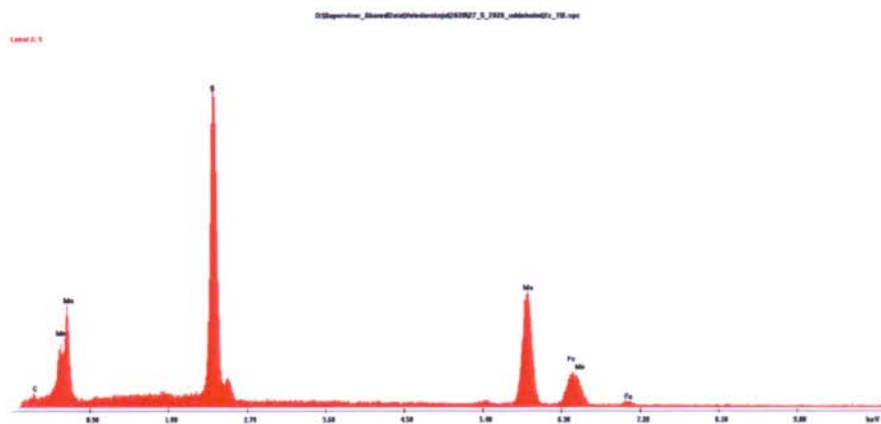
Obr. 3 Ražba na čele tyče 1u

Tabulka 2 Znečištění oceli nekovovými vměstky dle ČSN ISO 4967, metoda A, tavba DV73022, tvářená tyč o průměru 22 mm, ocel IMPAX Supreme

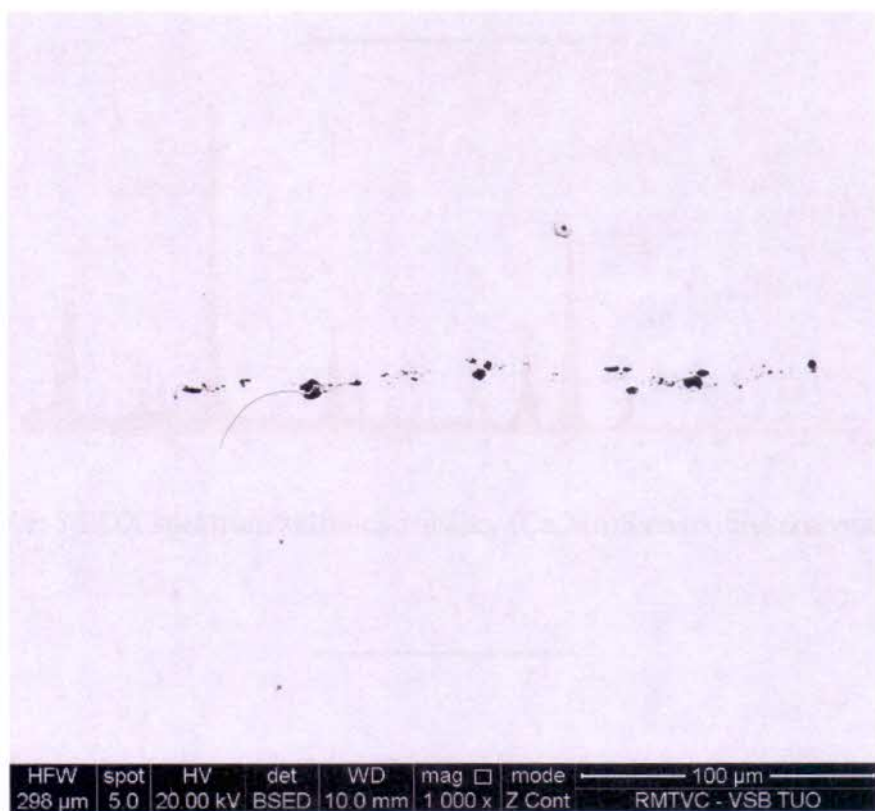
A		B		C		D		DS
jemný	hrubý	jemný	hrubý	jemný	hrubý	jemný	hrubý	
2	0,5	1,5	0	0	0	1	0	1,5



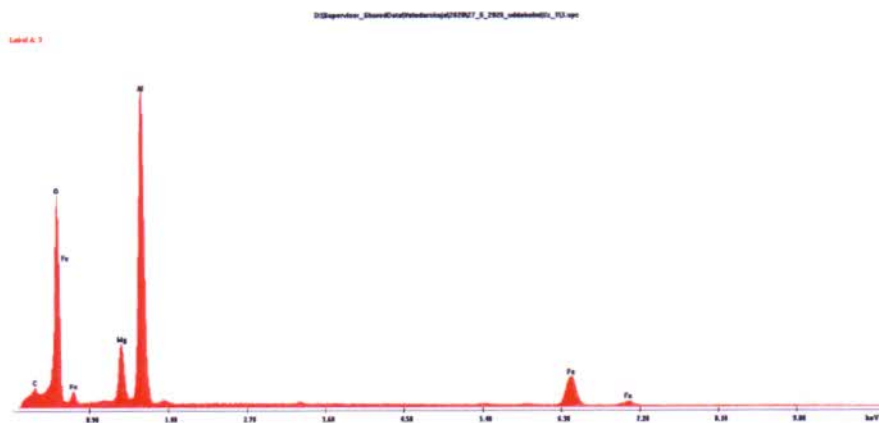
Obr. 4 Nekovový vměstek typu A, zobrazení v BSE, vzorek 1u



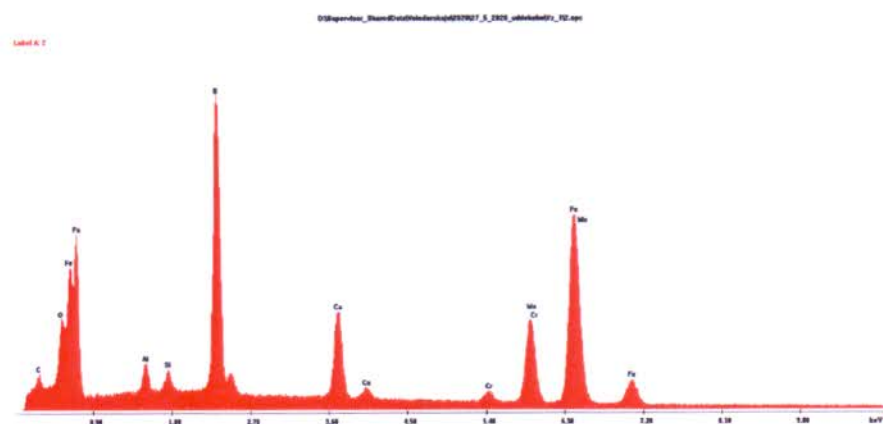
Obr. 5 EDX spektrum z vměšku na obr. 4, MnS



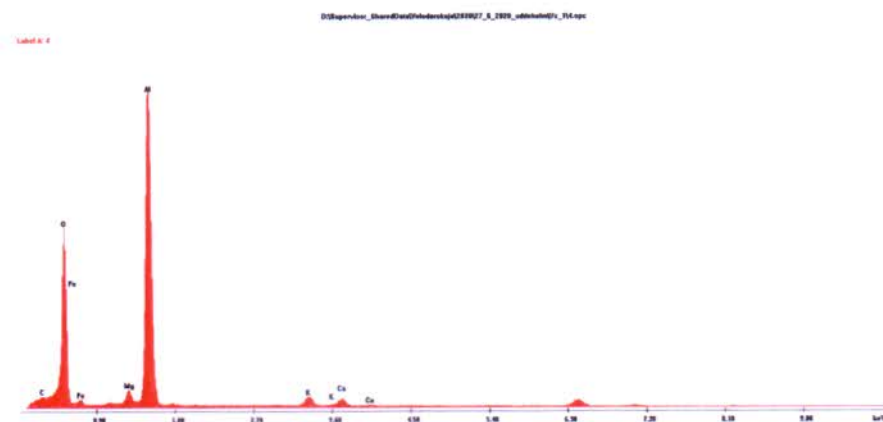
Obr. 6 Řetízek nekovových vměstků, zobrazení v BSE, vzorek 1u



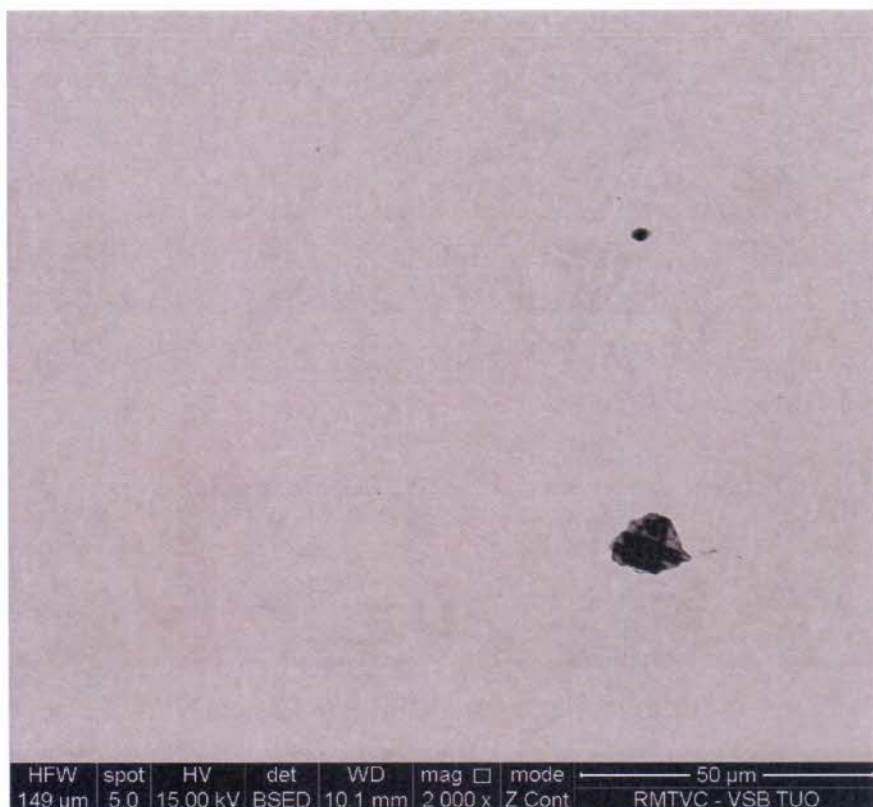
Obr. 7 EDX spektrum z oxidického vměstku typu $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$



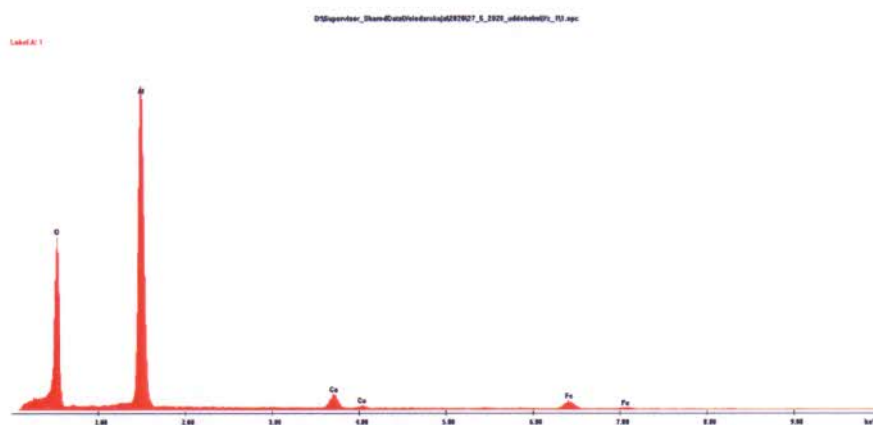
Obr. 8 EDX spektrum sulfidické obálky $(\text{Ca},\text{Mn})\text{S}$ na oxidickém vměstku



Obr. 9 EDX spektrum z oxidického vměstku typu Al_2O_3



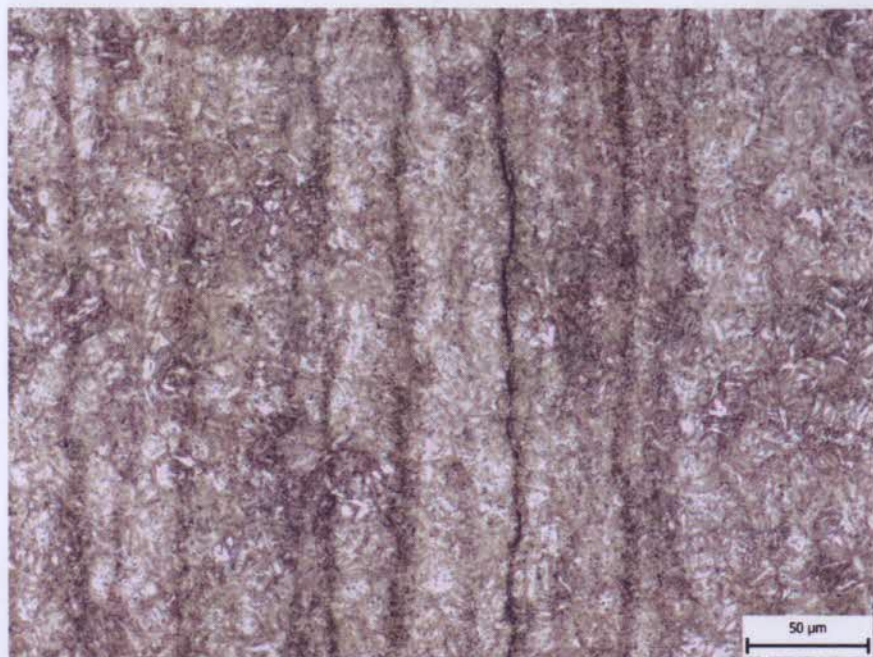
Obr. 10 Komplexní vměstek typu DS, zobrazení v BSE, vzorek 1u



Obr. 11 EDX spektrum z oxidického jádra vměstku typu $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$



Obr. 12 Protvářená základná mikrostruktura vzorku 1u

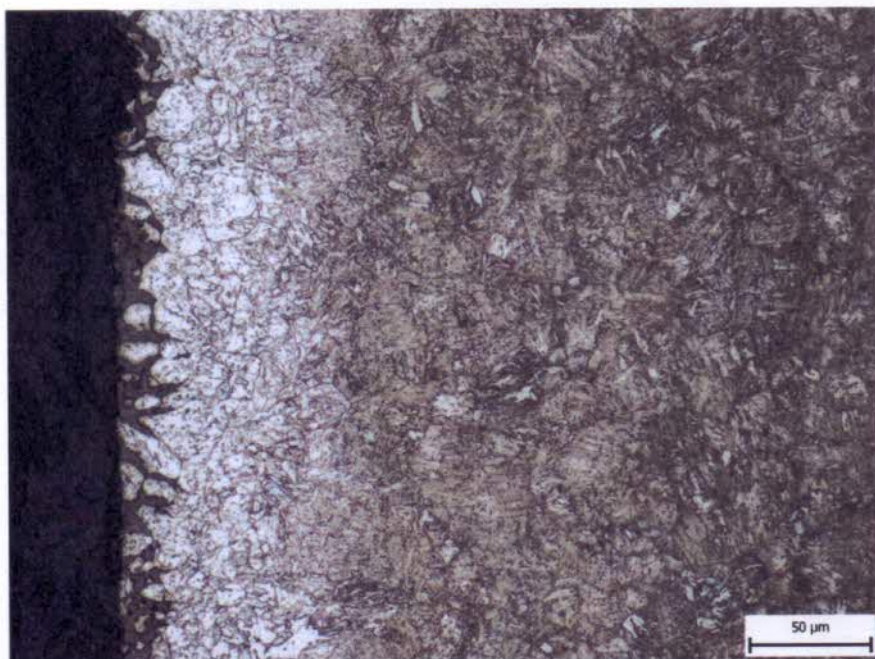


Obr. 13 Mikrosegregační pásy v mikrostruktuře vzorku 1u

Tabulka 3 Výsledky měření tvrdosti HV 1 od středu průřezu tyče směrem k povrchu tyče, vzorek 1u

Vzdálenost od osy tyče [mm]	Tvrdost HV 1
0	339
2	350
4	354
6	347
8	339
10	329
0,25 mm pod povrchem tyče*	319

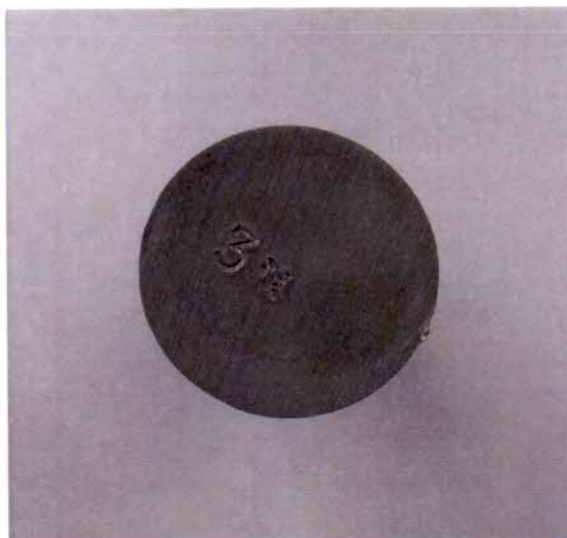
* hodnota tvrdosti je ovlivněna částečným oduhličením pod povrchem tyče



Obr. 14 Částečně oduhličená a zokujená povrchová vrstva tyče, vzorek 1u



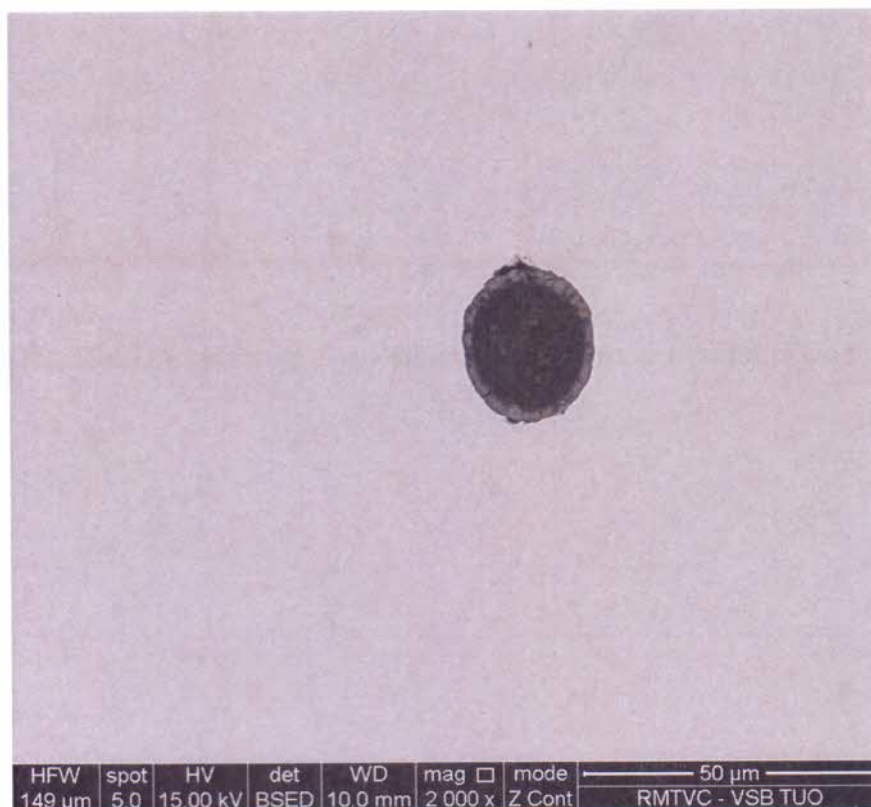
Obr. 15 Dodaný vzorek z tavby DV75653, tyč 3u



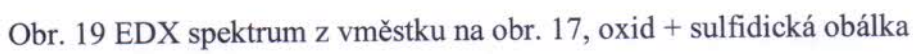
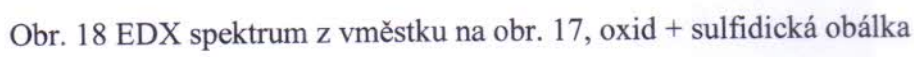
Obr. 16 Ražba na čele tyče 3u

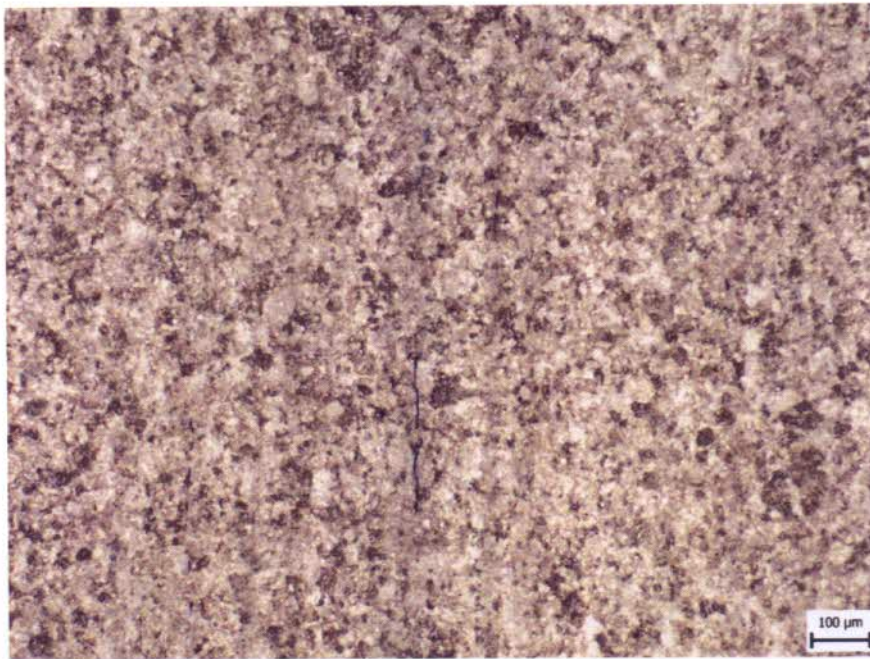
Tabulka 4 Znečištění oceli nekovovými vměstky dle ČSN ISO 4967, metoda A, tavba DV75653, tvářená tyč o průměru 35 mm, ocel IMPAX Supreme

A		B		C		D		DS
jemný	hrubý	jemný	hrubý	jemný	hrubý	jemný	hrubý	
1,5	0,5	0	0	0	0	1	0	1,5



Obr. 17 Komplexní vměstek typu DS – oxidické jádro + sulfidická obálka, vzorek 3u





Obr. 20 Základná mikrostruktúra vzorku 3u

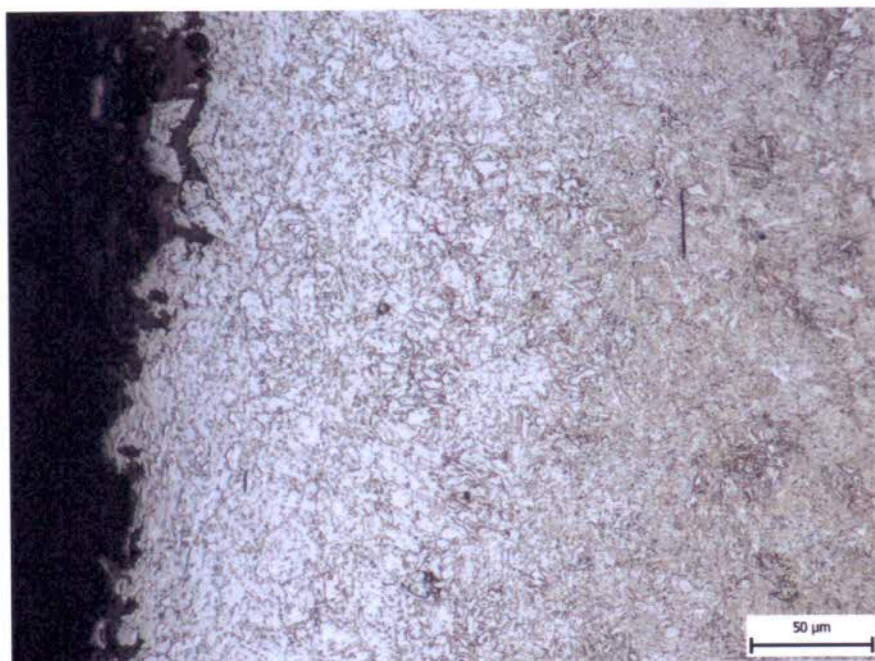


Obr. 21 Základná mikrostruktúra s nevýraznými mikrosegregačnými pásmi, vzorek 3u

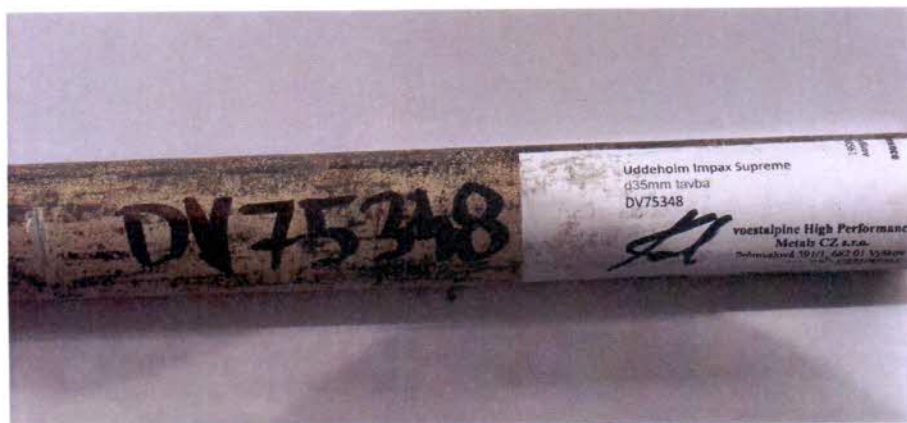
Tabulka 5 Výsledky měření tvrdosti HV 1 od středu průřezu tyče směrem k povrchu tyče, vzorek 3u

Vzdálenost od osy tyče [mm]	Tvrdost HV 1
0,5	320
3,5	338
6,5	327
9,5	341
12,5	328
15,5	332
0,25 mm pod povrchem tyče*	284

* hodnota tvrdosti je ovlivněna částečným oduhličením pod povrchem tyče



Obr. 22 Částečně oduhličená a zokujená povrchová vrstva tyče, vzorek 3u



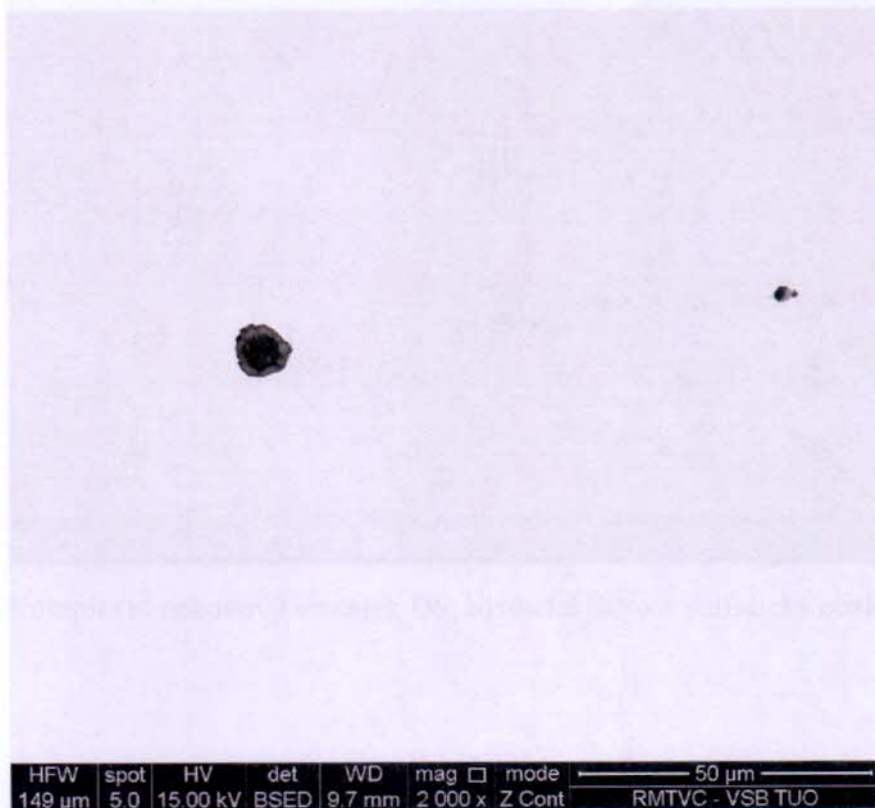
Obr. 23 Dodaný vzorek z távby DV75348, tyč 5u



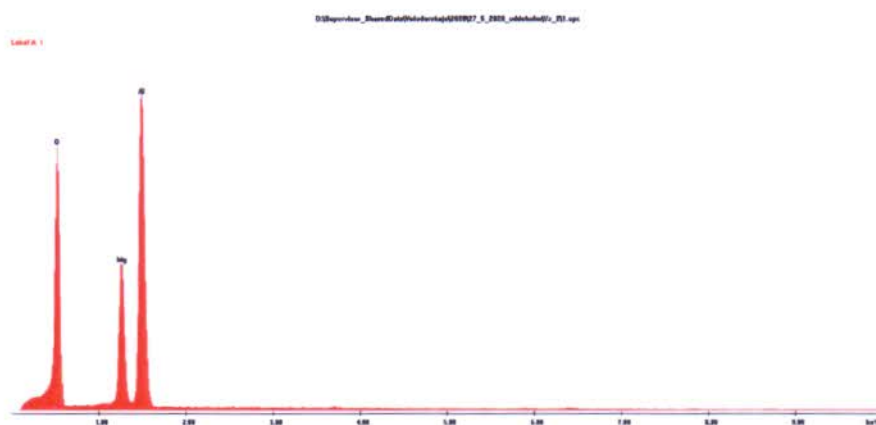
Obr. 24 Ražba na čele tyče 5u

Tabulka 6 Znečištění oceli nekovovými vměstky dle ČSN ISO 4967, metoda A, tavba DV75348, tyč o průměru 35 mm, ocel IMPAX Supreme

A		B		C		D		DS
jemný	hrubý	jemný	hrubý	jemný	hrubý	jemný	hrubý	
1	0	0,5	0	0	0	1,5	0	1,5



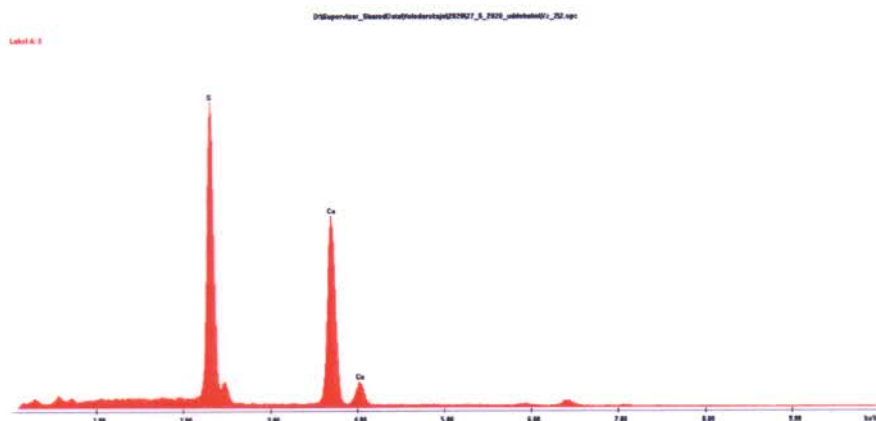
Obr. 25 Komplexní vměstek typu DS, oxidické jádro + sulfidická obálka, vzorek 5u



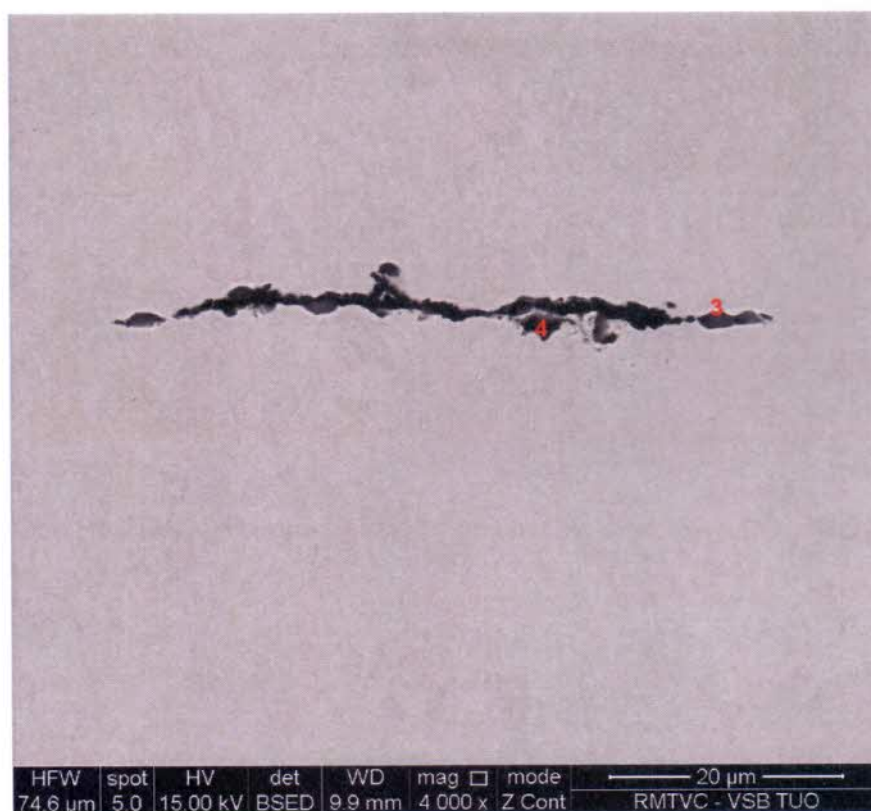
Obr. 26 EDX spektrum z oxidického jádra $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$ vměstku na obr. 25



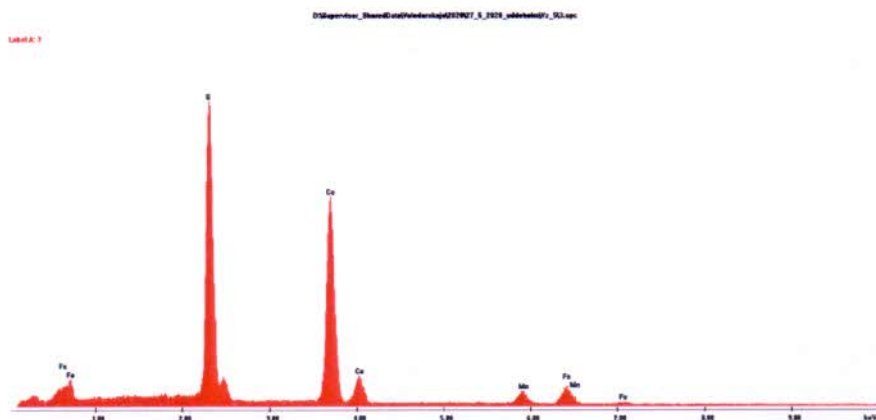
Obr. 27 Komplexní nekovový vměstek DS, oxidické jádro + sulfidická obálka, vzorek 5u



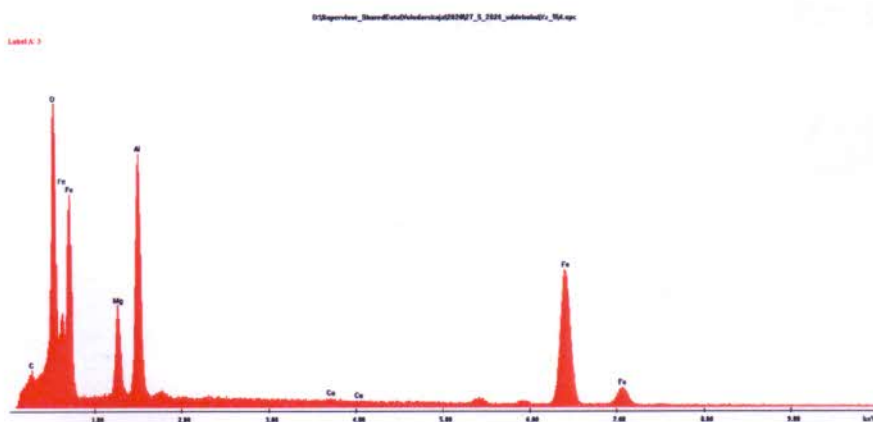
Obr. 28 EDX spektrum z CaS obálky na povrchu vměstku na obr. 27, vzorek 5u



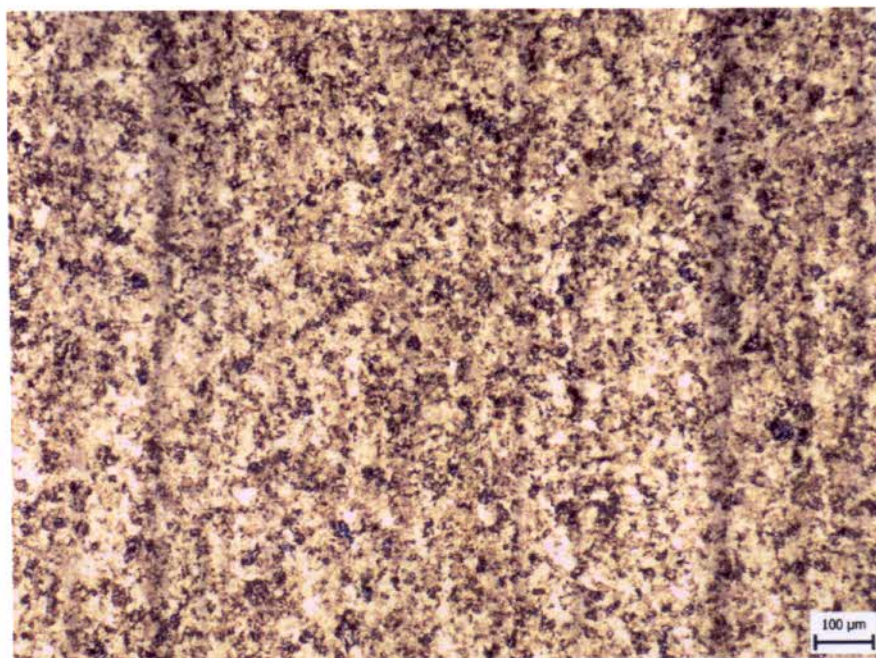
Obr. 29 Řádek nekovových oxidických vměstků typu B, vzorek 5u



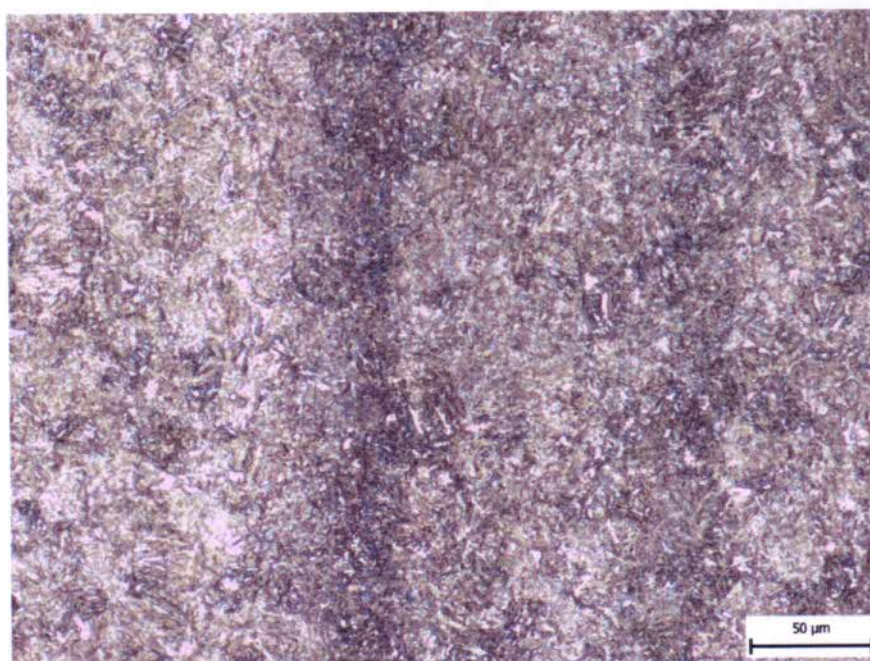
Obr. 30 EDX spektrum z pozice 3 na obr. 28, vměstek CaS



Obr. 31 EDX spektrum z pozice 4 na obr. 29, vměstek $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$



Obr. 32 Protvářená základná mikrostruktura vzorku 5u

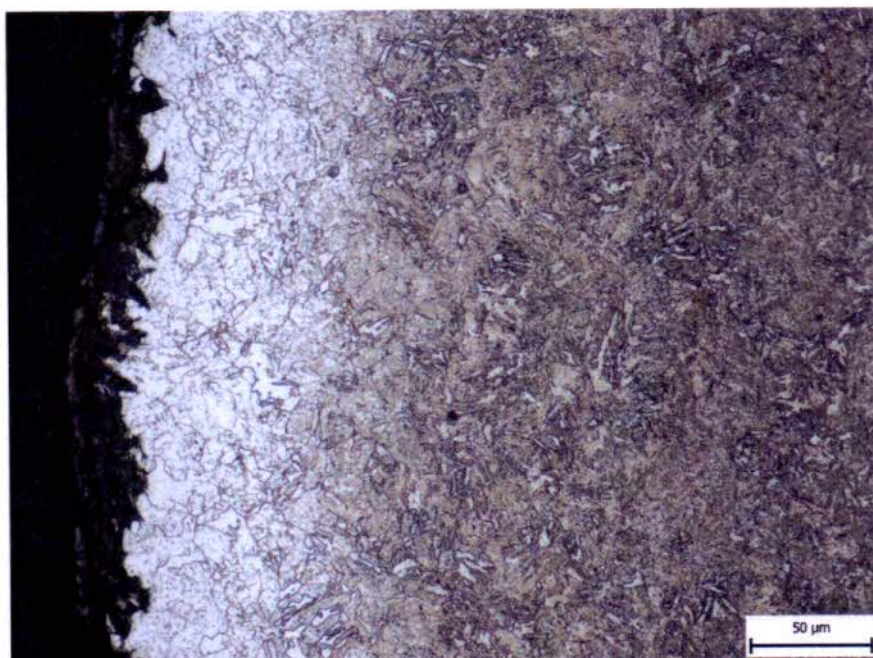


Obr. 33 Základná mikrostruktura s nevýraznými mikrosegregačními pásy, vzorek 5u

Tabulka 7 Výsledky měření tvrdosti HV 1 od středu průřezu tyče směrem k povrchu tyče, vzorek 5u

Vzdálenost od osy tyče [mm]	Tvrdost HV 1
0,5	273
3,5	264
6,5	269
9,5	276
12,5	272
15,5	272
0,25 mm pod povrchem tyče*	255

* hodnota tvrdosti je ovlivněna částečným oduhličením pod povrchem tyče



Obr. 33 Částečně oduhličená a zokujená povrchová vrstva tyče, vzorek 5u

Strukturní stav a znečištění oceli nekovovými vměstky jsou závislé na technologii výroby. Pro interpretaci získaných výsledků je tedy potřebné znát informace o technologii výroby dané značky oceli u konkrétního výrobce. V **Příloze 2** jsou uvedeny odpovědi pracovníka společnosti voestalpine High Performance Metals CZ s.r.o. Ing. Davida Kabelky na dotazy pověřeného pracovníka Znaleckého ústavu při FMT. Technologie výroby oceli IMPAX Supreme ve společnosti UDDEHOLM AB ve Švédsku je dokumentována v **Příloze 3**. Je zřejmé, že se jedná o konvenční ocelářskou technologii tavení v elektrické obloukové peci, s úpravou taveniny v mezipánvi, vakuováním oceli a litím ingotů spodem. Podle informací Ing. D. Kabelky byly všechny hodnocené tavby vyrobeny touto technologií. Typy nekovových vměstků nalezené ve studovaných tavnách odpovídají popsané technologii. Oxidické vměstky převážně vznikly při úpravě taveniny v mezipánvi, následně vakuování a míchání taveniny umožňuje redukovat množství těchto vměstků před odléváním oceli. Stejně typy vměstků se obvykle vyskytují i v ocelích od jiných výrobců používajících obdobnou technologii výroby.

V objednávkách nebyly specifikovány speciální požadavky na mikročistotu oceli, dodané polotovary musí splňovat podmínky definované v technické normě ČSN EN 10083-1, která byla platná v době realizace zakázek. Tyto požadavky, podle výsledků získaných v rámci tohoto znaleckého posudku, ale i podle výsledků z jiných laboratoří, všechny hodnocené tavby splňují. V popuštěné základní mikrostruktuře studovaných tyčí byly přítomny mikrosegregační pásy usměrněné ve směru tváření. Tyto mikrosegregační pásy byly „zděděny“ z výchozích ingotů. Průměrná tvrdost tyče z tavby DV75348 ($HV1=271 \pm 5$, 258 HB) byla mírně nižší než interval tvrdostí udávaný v „materiálovém listu“ (290–330 HB), průměrná tvrdost tyčí z taveb DV73022 ($HV1=343 \pm 9$, 327 HB) a DV73653 ($HV1=331 \pm 8$, 319 HB) byla plně vyhovující. V hodnocených vzorcích nebyly zjištěny žádné materiálové defekty, např. dutiny. Z výše uvedených výsledků vyplývá, že mikročistota a homogenita struktury hodnocených tyčí odpovídá aplikované konvenční výrobní technologii.

V případě, že by zákazník vyžadoval vyšší úroveň mikročistoty a homogenity oceli bylo by nezbytné aplikovat moderní způsoby sekundárního přetavování ingotů, např. elektrostruskové přetavování (ESR) nebo vakuové obloukové přetavování (VAR). Při správném provedení těchto procesů lze dosáhnout výrazně zlepšené mikročistoty i homogenity polotovarů, nicméně za výrazně vyšší cenu. Na dotaz pověřeného pracovníka Znaleckého ústavu FMT Ing. D. Kabelka odpověděl, že ve společnosti voestalpine High Performance Metals CZ s.r.o. není možné si objednat polotovary z oceli IMPAX Supreme po aplikaci elektrostruskového přetavování nebo podobné technologie. Rovněž společnost Bohler Uddeholm tuto značku oceli v minulosti nedodávala ve stavu po elektrostruskovém přetavování – viz **Příloha 2**.

5. Závěry znaleckého posudku

1. V „materiálovém listě“ (prodejní brožura) oceli UDDEHOLM IMPAX Supreme se uvádí, že ocel se vyznačuje „**vysokou mikročistotou a homogenitou**“. Nicméně tyto pojmy nejsou v daném dokumentu vyjádřeny kvantitativními parametry, které by bylo možné využít při kontrole jakosti oceli. Znečištění ocelí nekovovými vměstky i homogenita mikrostruktury jsou silně závislé na technologii výroby. Posuzované polotovary z oceli UDDEHOLM IMPAX Supreme byly vyrobeny konvenční ocelářskou technologií.

2. **Výsledky hodnocení mikročistoty posuzovaných taveb lze označit za běžné pro použitou konvenční ocelářskou technologii.** Hodnoty mikročistoty splňují požadavky technické normy ČSN EN 10083-1, která byla platná v době objednání a dodání materiálu. Pokud má zákazník specifické požadavky na mikročistotu dodávaného materiálu (v daném případě byly problémy při černění způsobeny přítomností globulárních částic typu DS), musí tyto požadavky písemně deklarovat v objednávce. Žalobce v objednávkách nespecifikoval žádné požadavky na mikročistotu oceli, a proto pro posouzení kvality oceli jsou závazné informace o mezních hodnotách mikročistoty podle ČSN EN 10083-1.

3. Homogenita je rovněž silně závislá na technologii výroby polotovarů. V průběhu odlévání ingotů vzniká chemická heterogenita, která je příčinou strukturní heterogenity v tvářených polotovarech. Zušlechťování polotovarů neumožňuje tuto chemickou a strukturní heterogenitu odstranit. Při mikrostrukturním rozboru byly ve studovaných polotovarech v popuštěné základní složce pozorovány nevýrazné mikrosegregační pásy, které byly usměrněny rovnoběžně s osou

tváření. Přítomnost mikrosegregačních pásů v mikrostruktuře ocelí je pro použitou technologii výroby běžná. Tvrdost polotovarů z taveb DV73022 a DV73653 odpovídá údajům uvedeným v „materiálovém listu“, v případě polotovaru z tavby DV75348 byla tvrdost mírně podkročena. Materiálové defekty (např. dutiny) nebyly ve studovaných vzorcích detekovány.

4. Polotovary s velmi vysokou úrovní mikročistoty a zároveň homogenity lze získat v případě elektrotruskového přetavování nebo vakuového obloukového přetavování ingotů.

5. Na základě výsledků provedeného rozboru lze konstatovat, že mikročistota a homogenita studovaných taveb z oceli UDDEHOLM IMPAX Supreme odpovídá běžné kvalitě pro použitou technologii výroby. Žalobce v objednávkách nespecifikoval žádné požadavky na mikročistotu oceli, všechny tavby splňují požadavky na mezní hodnoty znečištění vměstky pro oceli pro zušlechťování podle ČSN EN 10083-1.

6. Použité technické normy

- [1] ČSN EN 10083-1 Oceli k zušlechťování – Část 1: Technické dodací podmínky, účinnost 02/2007–01/2019.
- [2] DIN 50938 Black oxide coatings on ferrous metals – Requirements and test methods, účinnost od ledna 2018.
- [3] ČSN ISO 4967 Ocel – Stanovení obsahu nekovových vměstků – Mikrografická metoda využívající normovaná zobrazení, účinnost od 2003.
- [4] ASTM E45 Standard test methods for determining the inclusion content of steel, účinnost od června 2018.
- [5] NF A 04-106 Iron and steel – Methods for the determination of the non-metallic inclusion content of steel – Part 2: Microscopic methods with standard series, účinnost od 1984 do 2010.
- [6] ČSN EN 683 – 2 Oceli pro tepelné zpracování, oceli legované a oceli automatové – Část 2: Legované oceli k zušlechťování, účinnost od února 2020.

7. Seznam příloh

Příloha 1 – Záznam o odběru vzorků materiálu UDDEHOLM IMPAX Supreme pro znalecký posudek ve VŠB – TU Ostrava.

Příloha 2 – Odpověď společnosti voestalpine High Performance Metals CZ s.r.o. na otázky ze strany Znaleckého ústavu FMT při VŠB -TU Ostrava.

Příloha 3 – Příručka **Production of UDDEHOLM IMPAX Supreme.**

8. Znalecká doložka


Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiálově-technologická, 17. listopadu 15/2172, 708 00 Ostrava-Poruba, IČ 61989100, zapsaná ve II. oddílu Seznamu ústavů kvalifikovaných pro znaleckou činnost, pro obory znalecké činnosti: bezpečnost práce, **hutnictví**, čistota ovzduší, ochrana přírody, vypracovala tento znalecký posudek na základě usnesení Obvodního soudu pro Prahu 6 č.j. 19 C 217/2019-47 ze dne 17.03.2020.

Znalecký ústav ve smyslu § 127a občanského soudního řádu prohlašuje, že si je vědom následků vědomě nepravdivého znaleckého posudku, a to zejména následků trestně-právních.

Znalecký posudek je zapsán ve znaleckém deníku pod číslem 01/2020/636.

Pracovníkem pověřeným vypracováním posudku byl:
prof. Ing. Vlastimil Vodárek, CSc., Katedra materiálového inženýrství

V Ostravě dne 13.7.2020


prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.
děkanka

