

Optimalizace tvářecích procesů při výrobě bezešvých trubek

Optimization of the Metal Forming Processes at the Seamless Pipe Production

Ing. Tomáš Perna; Mgr. Marek Vindyš; Ing. Roman Noga; Ing. Miroslav Liška, CSc.

MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM s.r.o., Pohraniční 31/639, 703 00 Ostrava-Vítkovice, Česká republika

Článek ve stručnosti zmiňuje činnost útvaru Výzkum tváření ve společnosti MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM s.r.o. v rozsahu od výzkumu především tvařitelnosti ocelí založeném zejména na torzní plastometrii k systému modelování procesů tváření zaměřenému zejména na válcování bezešvých trubek. Systém optimalizace se docílí matematickým modelováním s následnou numerickou simulací pomocí FEM softwaru FORGE a je završen fyzikálním modelováním procesu děrování na Mannesmannově děrovací stolici. Podrobněji je dokumentováno fyzikální ověření nového optimálního tvaru opěrného válce Mannesmannovy stolice, jehož nový tvar je nedílným výsledkem matematického modelu celého procesu děrování.

Klíčová slova: tvařitelnost ocelí; matematické modelování; numerická simulace; fyzikální modelování; optimalizace; děrování vsázky při válcování trubek; Mannesmannova děrovací stolice; návrh nového opěrného válce

The paper shortly deals with the development of the section "metal forming research" of the MMR from a research mainly focused on the workability of steels on the basis of a torsion plastometry up to the actual system of the modeling of metal forming processes prevalingly focused on the seamless pipe rolling. This optimization system consists of the mathematical modeling followed by numerical simulation by means of the FEM software FORGE and completed by the physical modeling on the laboratory Mannesmann piercing mill. The physical verification of the new optimal shape of the back-up roll of the Mannesmann piercing mill is documented in a certain more details. First some of the geometric relations of the industrial and laboratory piercing mills and of charging billets for them are given. It can be seen that very good proportion exists between both facilities as for rolls diameters. On the contrary the proportions of the charging material diameter to back-up roll diameter in industrial and laboratory scale cannot be reached. The objective of the physical modeling on the laboratory piercing mill was to gain and compare some of the technological and geometric parameters resulting from experimental piercing using original and newly designed shapes of the back-up rolls installed in the mill. Two series of billets prepared of S355 and 42CrMo4 steels were pierced on the laboratory mill. The main results of the S355 set of billets were lower taper like form and better gauge stability of the hollow specimens pierced on the mill with the shape optimized back-up roll. The main result of the 42CrMo4 set of billets was the principal difference in fruitfulness of piercing with original and new designed back-up roll and with comparable other rolling conditions. While the specimens pierced with original back-up roll did not passed the rolling mill deformation zone at all the specimens pierced with new designed back-up roll was successful both from the point of view of piercing and of the good dimension stability of the hollow shape. The new shape of the back-up roll as an organic part of the whole mathematical model of the given piercing process was then tested in industrial conditions (TRM) as well. The positive effect of the new designed back-up roll was validated not only in improvement of the hollow shapes quality but furthermore also in some energy saving at the piercing process.

Key words: workability of steels; mathematical modeling; numeric simulation; physical modeling; optimization; piercing of the mill charge at pipe rolling; Mannesmann piercing mill; new back-up roll design

Problematika výzkumu tváření ocelí za tepla na pracovišti oddělení výzkumu tváření společnosti MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM s.r.o. (MMV) byla v minulosti vždy přednostně založena na zkoumání charakteristik tvařitelnosti za tepla na laboratorních zkušebních strojích pro zkoušky tahem a krutem. Krutové plastometry a trhací stroje umožňovaly provádět, kromě jednoduchých zkoušek pro testování vlivu hlavních termodynamických podmínek při tváření za tepla, do jisté míry i laboratorní fyzikální simulace

reálných tvářecích procesů. Ve spojení se strukturálními analýzami laboratorně připravených stavů materiálu se na základě výsledků těchto zkoušek navrhovaly technologické podmínky a postupy pro reálná výrobní zařízení při zavádění výrobků z nových značek ocelí nebo nových technologických postupů, například pro termomechanické válcování plechů.

V relativně nedávném období posledních zhruba 5 let bylo v rámci projektů CZ.1.05/2.1.00/01.0040

„Regionální materiálově technologické výzkumné centrum“ a LO1203 „Regionální materiálově technologické výzkumné centrum - projekt udržitelnosti“ vybudováno nové, dalšími možnostmi vybavené pracoviště pro výzkum procesů tváření, které rozšířilo dosavadní rozsah řešení úloh výzkumu a vývoje o nové směry. Pracoviště ve výchozí teoretické oblasti umožňuje vysoce sofistikovaný popis toku materiálu při tvářecích procesech za pomoci matematického modelování (dále MM) využitím speciálního algoritmického systému TP-Complex [1].

Na základě určení rozhodujících veličin získaných prostřednictvím MM (zprvu především parametry, které korelují teplotní pole tvářeného kovu s tvarem tvářecích nástrojů) lze na dalším novém vybavení pracoviště, kterým je pracovní stanice pro numerickou simulaci (dále NS) simulovat teplotní a napěťové podmínky jak ve zpracovávaném (tvářeném) materiálu, tak na rozhraní materiálu a pracovního nástroje příslušného tvářecího procesu. Stanice je vybavena programem FORGE 2011 SP1 francouzské firmy Transvalor [1] a umožňuje řešit problematiku tvářecích procesů metodou konečných prvků.

Pro řešení úloh souvisejících s operací kosého válcování, konkrétně děrování výchozí vsázky při výrobě bezevých trubek, bylo laboratorní experimentální vybavení pracoviště doplněno o univerzální děrovací stroj Mannesmannova typu. Univerzálností se zde rozumí možnost dvojí konfigurace stroje, a to buď jako dvouválcová stolice s opěrným válcem (dále OV), nebo jako děrovací stroj se třemi pracovními válci. Příkladem úspěšného využití některých z těchto nových pracovišť výzkumu tváření na bázi MM v systému TP-Complex je nedávno ukončené řešení optimalizace tvaru opěrného válce dvouválcového děrovacího stroje.

1. Definice procesu děrování a jeho matematické modelování

Obecně lze říci, že MM se problémem děrování zabývá tak, aby bylo definováno způsobem umožňujícím zřetězení s dalšími navazujícími postupy při výrobě trubek. Ne všechna data, která lze nasbírat při procesu děrování, jsou přípustná pro tvorbu matematického modelu. Přípustná (kompatibilní) data se nazývají relevantní informace a z hlediska matematického modelování se považují za proměnné, pro které se hledá systém rovnic pole, tvořících matematický model tvářecího procesu tímto polem charakterizovatelného. Pole definuje tvářecí proces v konfiguraci pro daný proces typické, v našem případě v konfiguraci děrovacích válců a opěrného prvku ve vztahu k pozici a tvaru děrovacího trnu zprostředkovaném děrovaným polotovarem. Vyžaduje se, aby vztahy pro tuto konfiguraci významné, se v dalším navazujícím postupu tváření staly proměnnými, aniž by ztratily svou kompatibilitu.

Daný proces nelze definovat, aniž by přitom současně nevznikl jeho matematický model. Vznik každého mo-

delu se přitom kontroluje v prostředí hierarchického matematického modelu (algoritmického systému) TP-Complex. Tento komplex určuje podmínky řešitelnosti specifického modelu, tj. je vlastně souborem přípustných (kompatibilních) algoritmů, které jsou po nalezení správného řešení plně funkční, a to tak, že vytvoří konfiguraci, v jejímž kontextu je řešení také plně kompatibilní.

Například pro princip děrování na Mannesmannově dvouválcové děrovací stolici, jímž je tok kovu kolem děrovacího trnu, je nejbližším kompatibilním algoritmem postup určení vektorového pole na tomto trnu. Tento algoritmus totiž rozliší, zda je trn překážkou obtékání (jak je tomu u rovnic proudění vazkých kapalin) nebo jeho propagátorem (jak tomu musí být v procesu děrování kovového polotovaru). Druhý případ představuje tok vektorového pole na trnu, zatímco v případě rovnic proudění je vektorové pole na trnu statické.

Vizuálním kritériem snadnosti toku vektorového pole na trnu, a tedy plynulosti toku kovu, je kvalita činné plochy na pracovní části trnu, kterou každý válcíř na děrovací stolici zná z praxe. Tvar pole charakterizujícího proces děrování je tak významným způsobem určen tvarem děrovacího trnu, pokud do této konexe nezasahuje nevhodný tvar opěrných elementů procesu, tedy konsekventně nevhodný tvar opěrného válce. V TP-Complexu se tvar opěrného válce podařilo vyřešit, o čemž je krátce referováno na jiných místech tohoto článku.

2. Numerická simulace tvářecích procesů

Při řešení řady úloh z oblasti tvářecích procesů navazuje na fázi MM numerická simulace pomocí FEM-programu FORGE. Problémy se řeší ve 2D nebo 3D s využitím rovin symetrie nebo bez jejich využití. Zde je vhodné zmínit známou skutečnost, že "*termín FE-modelování se vztahuje k postupu výběru elementů z FE-knihovny softwarového FEA produktu a konstrukci numerického problému z těchto prvků, o němž se předpokládá, že reprezentuje nějakou fyzikální realitu*" [3]. Relevance této reprezentace však garantována není. Navíc silně závisí na volbě hustoty FE-sítě, takže řešení vzniklého numerického problému je nutno opět zpětnově kontrolovat matematickým modelem.

3. Fyzikální modelování na laboratorní stolici

Účelem fyzikálního modelování děrovacího procesu na laboratorní děrovací stolici bylo získání a porovnání technologických a geometrických parametrů při použití původní a nové kalibrace opěrného válce. Detailnější popis nového experimentálního zařízení – univerzální děrovací stolice i stručný popis principu děrování kosým válčováním na dvouválcových válcovacích stolicích byly

již uvedeny v předchozích pracích [4, 5]. V rámci laboratorního ověření nově navržené kalibrace se provedly dva níže zmíněné experimentální programy. Cílem experimentů bylo porovnání dvou kalibrací OV, a to kalibrace příslušně zmenšeného OV, dnes používaného v provozu Válcovna trub Třineckých železáren, a.s. (dále VT), s nově navrženou kalibrací tohoto nástroje a jejího ověření při válcování v laboratorních podmínkách.

Nově navržená kalibrace je předmětem užitého vzoru [4], kdy její základní charakteristikou je poměr maximálního průměru opěrného válce k maximálnímu průměru pracovního válce. Srovnání průměrů pracovních válců, opěrných válců a vsázky v podmínkách VT a MMV je uvedeno v tab. 1. Zde je vidět celkem vyhovující shoda geometrických parametrů opěrných a pracovních válců děrovacích stolic v průmyslových a laboratorních podmínkách (VT a MMV). Výrazné rozdíly jsou ovšem u parametrů vztahujících se ke vsázce na obou zařízeních, což je dáno omezenými možnostmi pohonu laboratorní stolice [2].

Tab. 1 Srovnání průměrů válců a předválců v laboratorních a provozních podmínkách

Tab. 1 Relations of roll diameters and billet diameters in laboratory and operational conditions

Max. průměr pracovního válce VT (PV VT)	600 – 700 mm
Max. průměr pracovního válce MMV (PV MMV)	240 mm
Max. průměr opěrného válce VT (OV VT)	360 – 440 mm
Max. průměr opěrného válce MMV – původní kalibrace (OV MMV1)	163 mm
Max. průměr opěrného válce MMV – nová kalibrace (OV MMV2)	150 mm
Průměr vsázky VT (V VT)	275 – 525 mm
Průměr vsázky MMV (V MMV)	50 – 65 mm
Poměr průměrů OV MMV2/PV MMV	0,63
Poměr průměrů OV MMV1/PV MMV	0,68
Poměr průměrů OV VT/PV VT	0,51 – 0,73
Poměr průměrů PV MMV/PV VT	0,34 – 0,40
Poměr průměru OV MMV1/OV VT	0,37 – 0,45
Poměr průměru OV MMV2/OV VT	0,34 – 0,42
Poměr průměrů V MMV/V VT	0,12 – 0,18
Poměr hraničních průměrů vsázky a opěrného válce ve VT: V VT/OV VT	0,63 – 1,46
Poměr hraničních průměrů vsázky a opěrného válce v MMV: VMMV/OV MMV1	0,31 – 0,40
Poměr hraničních průměrů vsázky a opěrného válce v MMV: V MMV/OV MMV2	0,33 – 0,43

3.1 Porovnání původní a nové kalibrace opěrného válce při válcování lité vsázky

Vstupní materiál z oceli typu S355 podle EN 10210 byl odlit ve vlastním metalurgickém poloprovozu MMV do šamotových kruhových tvarovek o průměru 70 mm, poskládaných na sebe do výše odpovídající délce předlitku. Po ztuhnutí byly předlitky nařezány na délku 200 mm, osoustruženy na průměr 65 mm a tak byly získány polotovary pro děrovací stolici.

Na děrovací stolici se vyválcovaly dvě zkoušky s původní kalibrací OV a tři zkoušky s novou kalibrací OV. U vyděrovaných vývalků (kruhové duté polotovary – výděrky) se měřily tloušťky stěn a průměry ve třech místech po jejich délce (přední konec, střed a zadní konec). Na obou koncích se tyto geometrické parametry měřily ve vzdálenosti 30 mm od okraje vývalků, aby se tak eliminovaly chyby zapříčiněné deformací na koncích polotovarů. Průměr se měřil ve dvou na sebe kolmých směrech a tloušťka stěny se měřila ve čtyřech místech po obvodu vývalků, pootočených vždy o 90°. Nejčastější odchylka rozdílu mezi maximálním a minimálním průměrem při průměru vývalku 63 mm byla 0,2 mm, což představuje zhruba 0,3 % tohoto průměru.

Na obr. 1 a 2 je jako příklad dokumentován celkový vzhled a podélný řez výděrku u zkoušky 206-2. Je to výděrek válcovaný s novou kalibrací OV a je na něm vidět velmi dobrý jak vnější, tak vnitřní povrch.



Obr. 1 Povrch zkoušky 206-2
Fig. 1 Outer surface of 206-2 hollow specimen



Obr. 2 Podélný řez zkoušky 206-2 (vpravo přední konec)
Fig. 2 Lengthwise cut of 206-2 hollow specimen (right-front end)

V tab. 2 – 4 jsou uvedeny výsledky měření geometrických charakteristik výděrků. Dalšími hodnocenými údaji byly energosilové parametry, jako celková přítlačná síla na pracovní válce, spotřeba proudu a točivý moment. Tyto však údaje s ohledem na rozsah příspěvku v detailech nejsou uvedeny.

Tab. 2 Naměřené hodnoty průměru a tloušťky stěn vředků z oceli S355
Tab. 2 Measured diameters and wall thickness of pierced S355 steel hollow specimens

Parametr (mm)	Původní kalibrace - číslo zkoušky		Nová kalibrace - číslo zkoušky		
	204-2	204-4	205-1	205-2	206-2
průměr na začátku 1	65,0	65,2	63,1	62,8	63,3
průměr na začátku 2	64,8	-	-	-	-
průměr ve středu 1	63,9	64,1	61,9	61,6	62,8
průměr ve středu 2	63,8	-	-	-	-
průměr na konci 1	62,2	62,0	61,0	61,2	61,5
průměr na konci 2	61,9	-	-	-	-
tloušťka stěny na začátku 1	13,2	12,3	11,6	11,4	11,5
tloušťka stěny na začátku 2	12,9	12,4	12,1	11,7	12,1
tloušťka stěny na začátku 3	12,7	12,5	11,7	12,0	12,4
tloušťka stěny na začátku 4	12,7	12,6	12,2	12,1	12,5
tloušťka stěny ve středu 1	13,2	12,4	11,8	11,8	11,7
tloušťka stěny ve středu 2	12,7	12,9	11,7	11,7	12,2
tloušťka stěny ve středu 3	12,8	12,3	12,0	11,8	11,9
tloušťka stěny ve středu 4	12,6	12,8	12,2	12,1	12,2
tloušťka stěny na konci 1	12,8	12,4	12,2	12,1	12,2
tloušťka stěny na konci 2	12,7	12,9	12,5	12,1	12,2
tloušťka stěny na konci 3	12,7	13,2	12,3	12,0	12,7
tloušťka stěny na konci 4	12,8	12,9	12,4	12,0	12,3
koeficient prodloužení vývalku	1,615	1,555	1,735	1,730	1,710

Nastavení děrovacího procesu bylo shodné pro obě kalibrace OV, až na mírně vyšší deformaci či úběr tloušťky u vzorků děrovaných s novou kalibrací. Pokud jde o geometrii vývalků, pak tloušťka stěny byla v obou případech srovnatelná, u průměru byla zřetelně patrná rozdílná konicita vývalků. U nové kalibrace došlo k příznivému zmenšení konicity vývalků, kdy vzrostl poměr průměrů na koncích vývalků z původních hodnot 0,95 – 0,96 na 0,97, což je vzhledem ke zrovnoměnění rozměrů vředků před dalším válcováním trubek na poutnické stolici jednoznačný přínos. Z hlediska energetických podmínek děrování nebyly při laboratorním experimentu u rozdílných tvarů OV zjištěny významné rozdíly.

Tab. 3 Maximální rozdíl tlouštěk stěn pro jednotlivé vředky z oceli S355
Tab. 3 Maximum differences of wall thickness of pierced S355 steel hollow specimens

Parametr (mm)	Původní kalibrace - číslo zkoušky		Nová kalibrace - číslo zkoušky		
	204-2	204-4	205-1	205-2	206-2
minimální tloušťka stěny	12,6	12,3	11,6	11,4	11,7
maximální tloušťka stěny	13,2	13,2	12,5	12,1	12,7
rozdíl tloušťky	0,6	0,9	0,9	0,7	1,0

Tab. 4 Poměry průměrů vředků na začátku a na konci vzorku vypočtené z průměru dvou měření; ocel S355

Tab. 4 Ratios of diameters on front and back ends of S355 steel hollow specimens calculated from two measurements

Parametr	Původní kalibrace - číslo zkoušky		Nová kalibrace - číslo zkoušky		
	204-2	204-4	205-1	205-2	206-2
poměr průměrů vývalku	0,96	0,95	0,97	0,97	0,97

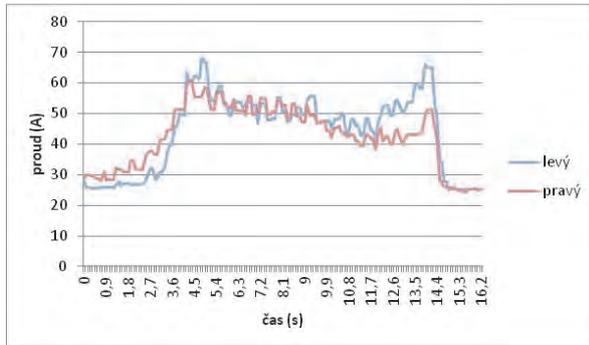
3.2 Porovnání původní a nové kalibrace opěrného válce při děrování vsázky z oceli 42CrMo4

Vsázka pro děrování oceli 42CrMo4 byla vyrobena z válcovaných kruhových tyčí průměru 63 mm. Pro zkoušky série 209 (tab. 5 – 7) byly nařezány výchozí polotovary délky 200 mm, pro zkoušky sérií 212 a 213 délky 150 mm. Chemické složení oceli odpovídalo normě EN 10297.

Série zkoušek označená 213 byla děrovaná na sestavě stroje s OV s původní kalibrací. Při všech těchto zkouškách vznikl nedovalek. V tomto případě lze hodnotit jediný rozměr, a to tloušťku stěny na předním konci vývalků (tab. 5 a 6). Odchylka tlouštěk stěn je v těchto případech v rozmezí 1,5 – 1,8 mm, což je i vzhledem k tomu, že nejsou k dispozici tloušťky v dalších místech, značný rozdíl, který by se pravděpodobně při válcování trubek na poutnické stolici dále zvětšoval.

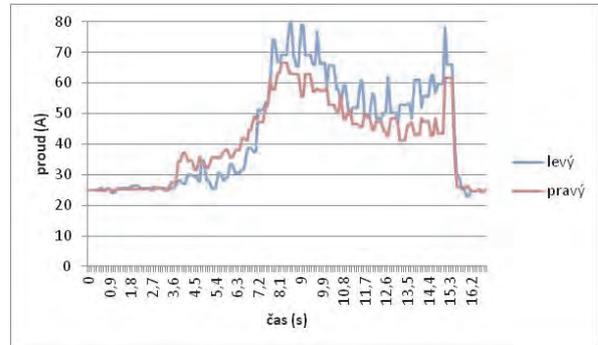
Další vzorky byly děrovány na sestavě stroje s opěrným válcem s novou kalibrací a navíc u nich byly měněny úhly mezi osami pracovních válců. Největší byl úhel 4,5° (zkouška 209-2), dále úhel 4° (zkouška 212-2, 212-3 a 212-4) a 3,5° (zkouška 209-4 a 212-1). Rozměry a jejich stabilita byly při obou nastaveních děrovací stolice podobné (tab. 5 a 6). Rozdílná byla dyna-

mika procesu, kdy při větším úhlu os mimoběžně uložených válců byl čas průchodu přibližně o 20 % kratší než při menším úhlu os. Vliv úhlu posuvu na proudovou charakteristiku je také dobře viditelný na obr. 3 a 4, kde při větším úhlu posuvu se dosahuje vyšších hodnot proudu za kratší čas.



Obr. 3 Závislost proudu na čase na obou pracovních válcích (vzorek 209-4)

Fig. 3 Electric current – piercing time dependence for both rolls (specimen 209-4)



Obr. 4 Závislost proudu na čase na obou pracovních válcích (vzorek 209-2)

Fig. 4 Electric current – piercing time dependence for both rolls (specimen 209-2)

Tab. 5 Naměřené hodnoty průměru a tloušťky stěn výtěrků z oceli 42CrMo4

Tab. 5 Measured diameters and wall thickness of hollow specimens of 42CrMo4 steel

Parametr (mm)	Původní kalibrace - číslo zkoušky			Nová kalibrace - číslo zkoušky					
	213-1	213-2	213-3	209-2	212-2	212-3	212-4	209-4	212-1
průměr na začátku 1	62,3	62,8	62,7	65,0	61,4	62,1	61,8	64,2	61,3
průměr na začátku 2	62,2	63,1	62,6	65,2	61,4	61,9	61,6	63,8	61,1
průměr ve středu 1				63,2	61,0	61,7	61,1	62,1	60,8
průměr ve středu 2				63,1	61,1	61,9	60,9	62,2	60,9
průměr na konci 1				62,9	59,3	58,7	59,7	62,2	57,9
průměr na konci 2				63,0	59,2	58,3	59,7	62,2	58,3
tloušťka stěny na začátku 1	12,7	12,8	11,9	12,3	11,5	11,9	11,8	12,4	11,4
tloušťka stěny na začátku 2	11,9	11,3	11,1	12,5	11,5	11,9	11,9	12,6	11,4
tloušťka stěny na začátku 3	11,2	11,3	12,7	12,2	12,2	12,4	12,3	12,8	11,7
tloušťka stěny na začátku 4	12,4	12,3	12,9	12,1	11,4	12,3	12,2	12,3	12,0
tloušťka stěny ve středu 1				12,7	11,6	12,1	11,3	11,5	11,0
tloušťka stěny ve středu 2				12,6	11,4	11,9	11,3	11,7	11,8
tloušťka stěny ve středu 3				11,9	10,9	11,8	11,9	11,6	11,8
tloušťka stěny ve středu 4				12,5	11,2	12,3	11,3	11,8	11,0
tloušťka stěny na konci 1				14,1	13,3	11,2	11,6	13,3	
tloušťka stěny na konci 2				13,8	11,8	11,2	11,6	13,2	
tloušťka stěny na konci 3				13,5	9,6	12,5	12,4	12,8	
tloušťka stěny na konci 4				14,1	13,1	12,2	12,2	13,1	

Tab. 6 Maximální rozdíl tloušťek stěn pro jednotlivé vředky z oceli 42CrMo4

Tab. 6 Maximum differences of wall thickness of pierced 42CrMo4 steel hollow specimens

Parametr (mm)	Původní kalibrace - číslo zkoušky			Nová kalibrace - číslo zkoušky					
	213-1	213-2	213-3	209-2	212-2	212-3	212-4	209-4	212-1
minimální tloušťka stěny	11,2	11,3	11,1	11,9	9,6	11,2	11,3	11,5	11,0
maximální tloušťka stěny	12,7	12,8	12,9	14,1	13,3	12,5	12,4	13,3	12,0
rozdíl tloušťky	1,5	1,5	1,8	2,2	3,7	1,3	1,1	1,8	1,0

Tab. 7 Poměry průměrů trubek na začátku a na konci vředků vypočtené z průměru dvou měření; ocel 42CrMo4

Tab. 7 Ratios of diameters on front and back ends of 42CrMo4 steel hollow specimens calculated from two measurements

Parametr	Původní kalibrace - číslo zkoušky			Nová kalibrace - číslo zkoušky					
	213-1	213-2	213-3	209-2	209-4	212-1	212-2	212-3	212-4
poměr průměrů vývalku	trčák	trčák	trčák	0,97	0,97	0,95	0,96	0,94	0,97

3.3 Souhrnné hodnocení výsledků laboratorních zkoušek

Pro srovnání nové a původní kalibrace opěrného válce MMV bylo hodnoceno celkem 14 zkoušek, které byly vyrobeny ze dvou typů výchozí vsázky. Vizualním srovnáním vnějšího a vnitřního povrchu trubek u jakosti S355 se zjistila srovnatelná kvalita vnějšího povrchu a vyšší kvalita vnitřního povrchu. Četnost případných vad byla vyšší na předním konci vředků při použití původní kalibrace OV.

U oceli 42CrMo4 nebylo možno vizuálně srovnat povrchy dutých vývalků v závislosti na použitém OV, protože ve všech případech děrování na OV s původní kalibrací vznikl nedovalek (obr. 5), jehož vnější povrch byl navíc ovlivněn (vyhlazen) prokluzem mezi válci. U zkoušek, při nichž se použil nový OV, je možno označit děrování této legované oceli jako úspěšné, jak dokazuje příklad na obr. 6. Podobně jako u oceli S355 se v určitém rozsahu vyskytovaly vady na vnitřním povrchu ve viditelně větším rozsahu na předním konci vředků.



Obr. 5 Nedovalky 213-1, 2 a 3 z oceli 42CrMo4 (vpravo přední konec)

Fig. 5 Half-pierced specimens 213-1, 2, 3 of 42CrMo4 steel (right-front end)



Obr. 6 Vnější a vnitřní povrch zkoušky 209-2 (vlevo přední konec)
Fig. 6 Outer and inner surfaces of 209-2 specimen (left – front end)

4. Ověření optimalizačního účinku nového tvaru opěrného válce ve Válcovně trub v TŽ, a.s.

Na základě MM a laboratorních experimentů děrování oceli typu S355 a 42CrMo4 se zjistilo, že pro rozměrovou stabilitu vředku, jako meziprojektu pro další válcování trubek na poutnické stolici, je výhodnější nově navržená kalibrace OV. Při jejím použití se také významně zlepšuje průchodnost materiálu nebo děrovatelnost v podmínkách kosého válcování, jak prokázal výskyt nedovalků při použití původní kalibrace OV ve srovnání s úspěšným děrováním legované oceli při použití OV s novou kalibrací.

OV s novou kalibrací byly rovněž průmyslově nasazeny ke zkušebnímu provozu v podmínkách VT. Zde se plně a jednoznačně projevil příznivý vliv nové kalibrace na kvalitu vředků, jak ho naznačily modelové zkoušky na laboratorní děrovací stolici. Kromě toho se při větším rozsahu ověřování v provozních podmínkách ve srovnání s laboratorními možnostmi zjistil i další pozitivní dopad nové kalibrace, a to ve snížení energetické spotřeby průmyslové děrovací stolice.

Závěr

Tento příspěvek má na příkladu optimalizace tvaru OV děrovacího stroje dokumentovat komplexní přístup při řešení úloh tváření na novém experimentálním a modelovém vybavení pracoviště výzkumu tváření MMV (od teoretického řešení problému pomocí mate-

matického modelování přes numerickou simulaci až po laboratorní fyzikální simulaci). V konkrétní oblasti procesů tváření při výrobě bezešvých trubek budou práce pokračovat řešením dalších důležitých částí systému, zejména návrhu děrovacích trnů.

Poděkování

Výsledek výzkumu, vývoje a inovací byl dosažen s využitím institucionální podpory na rozvoj výzkumné organizace poskytované „Ministerstvem průmyslu a obchodu“.

Tato práce vznikla při řešení projektu č. **LO1203 "Regionální materiálově technologické výzkumné centrum - program udržitelnosti"** financovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Literatura

- [1] PERNA, T. HMM TP-Complex 1992-2010. Copyright.
- [2] <http://www.transvalor.com/en/>.
- [3] BARNA, S. Why Is Finite Element Modeling Not Numerical Simulation?, ESRD Technical Brief, http://www.esrd.com/%5CPortals%5C0%5CDownloads-%5Cdocs%5CTechnical%20Briefs%5CNoFEM_TechBrief.pdf [cit. 2014-01-02].
- [4] UNUCKA, P. Laboratorní zařízení pro výzkum technologických procesů válcování bezešvých trubek. *Hutnické listy*, 65 (2012) 6, 48–52.
- [5] NOGA, R., UNUCKA, P., TUROŇ, R., JURČA, R. Ověřování procesních parametrů děrování na laboratorní válcovací stolici. *Hutnické listy*, 67 (2014) 4, 36–39.
- [6] Užitný vzor PUV 2013-27360 Opěrný válec děrovací stolice.

Druhý největší výrobce oceli v Británii říká, že průmysl zemře, pokud vláda zůstane neaktivní

The Guardian

05.04.2016

Evropský ocelářský průmysl sklouzává do stále větší krize. Přesto zpráva, že se Tata Steel chce zbavit svého ocelářského obchodu v Británii, zapůsobila jako bomba. Oceláři ve Walesu jsou v šoku, odbory jsou rozhořčeny a premiér Cameron přepnul ihned činnost do krizového módu. Bezradní jsou všichni. Celkově je ohroženo 15 000 pracovních míst, z toho akutně v Port Talbot 5 500. Výchozí situací je fakt, že Tata Steel vyrábí denně ve svých britských závodech ztrátu milion liber. Podle Indů si to již nemohou déle dovolit. Problémem je, že chtějí nyní podnik prodat, je pouhé přání. Takové závaží si nikdo nechce uvázat k noze. Ještě větší problém je, že Londýnem se šíří zprávy, že v nejlepším případě se snad najdou zájemci jen o určité části podniků, podniky tedy budou rozbity. Další obava: Indové ve skutečnosti v prodej vůbec nevěří a chtějí podniky jednoduše zavřít.

Thyssenkrupp se stává u brazilské ocelárny jediným u kormidla

Börsen-Zeitung

06.04.2016

Thyssenkrupp se stává jediným majitelem stále ještě deficitní ocelárny CSA v Brazílii. Essenský koncern se dohodl se svým brazilským partnerem Vale o převzetí 26,87 % akcií, které doposud kontroloval těžařský obr. Podle sdělení podniku, byla zaplacená jen symbolická cena. Koncern Vale se na miliardové špatné investici, která u Thyssenkrupp vyvolala existenční krizi, podílel původně 10 %. Těžařský koncern pak v roce 2009 svůj podíl za zaplacení 965 milionů € navýšil na 27 %. Thyssenkrupp se již v roce 2013 pokoušel problémového podniku zbavit, nenašel ale žádného kupce, což bylo zaviněno i komplexními smlouvami s brazilským partnerem. Jako jediný vlastník má teď německý koncern mnohem lepší šance ocelárnu prodat.

Srbsko se oddělilo od ocelárny Smederevo

Stahl Aktuell

06.04.2016

Srbská vláda podle očekávání přijala nabídku na převzetí ocelárny Smederevo od čínského koncernu Hebei iron and Steel Co (HBIS). Jak informoval státní vysílač RTS, nabídli Číňané za ocelárnu s 5 000 zaměstnanci 46 milionů €. Jak informují bělehradská média, musí Srbsko přesvědčit Brusel, že HBIS bude na evropském trhu nabízet jen výrobky ze Smedereva a ne výrobky přímo z Číny. Je nutno také vyjasnit, zda Srbsko tím, že převzalo dluhy ocelárny ve výši 470 milionů €, neporušilo stabilizační a asociační smlouvu s EU.