УДК 621.774.38:621.021]:621.74.047-412

Особливості структури та властивостей котельних гарячекатаних труб із недеформованої безперервнолитої заготовки вуглецевої сталі

Л. В. Опришко, Т. В. Перепелиця, П. В. Герасименко

ДП НДТІ ім. Я. Ю. Осади, Дніпропетровськ

Досліджено особливості структури та властивостей котельних гарячекатаних труб, виготовлених на трубопрокатних агрегатах з безперервним станом із недеформованої безперервнолитої заготовки вуглецевой сталі. Показана можливість одержання зі зливка безперервного розливання способом гарячого прокатування котельних труб, що відповідають вимогам нормативної документації, і перспективність впровадження такої енергоощадної технології в Україні.

Останнім часом для виробництва труб використовують замість традиційної катаної або кованої заготовки, отриманої зі зливка стаціонарного або безперервного розливання, недеформований зливок безперервного розливання.

У трубопрокатній галузі країн СНД така енерго- і ресурсоощадна технологія вперше була впроваджена на ВАТ «Волзький трубний завод» (ВАТ «ВТЗ») [1, 2]. Наразі ВАТ «ВТЗ» з безперервнолитої заготовки вуглецевої і низьколегованої сталі власного виробництва виготовляє гарячим пресуванням котельні труби діаметром від 42 до 245 мм з товщиною стінки від 4,0 до 30,0 мм за ТУ 14-3-460 «Труби сталеві безшовні для парових котлів та трубопроводів».

Збільшення потреби в котельних трубах, у тому числі діаметром понад 245 мм (більшість труб у діючих котлоагрегатах ТЕС вичерпала свій ресурс), дефіцит котельної трубної заготовки та постійно зростаюча вартість енергоносіїв вимагають впровадження нової енергоощадної технології й для виробництва труб способами гарячого прокатування.

Перспективним є використання безперервнолитої заготовки (БЛЗ) для виробництва котельних гарячекатаних труб на трубопрокатувальних агрегатах з безперервним станом. Наявність таких агрегатів на ВАТ «ВТЗ» (ТПА 159-426) і ВАТ «Синарський трубний завод» – «ВАТ СинТЗ» (ТПА 80), що входять до складу єдиної російської трубно-металургійної компанії, дозволило провести дослідження з розроблення та впровадження на цих підприємствах нової технології виготовлення котельних труб способом гарячого прокатування з використанням зливка безперервного розливання ВАТ «ВТЗ».

Метою роботи було дослідження структури та властивостей гарячекатаних (г/к) труб, виготовлених з безперервнолитої заготовки сталі 20,

для встановлення можливості впровадження на трубопрокатувальних агрегатах з безперервним станом енергоощадної технології виробництва котельних труб за ТУ 14-3-460.

Матеріалом дослідження слугували труби розмірами 38х4,5; 60х5,0; 57х7,0; 76х6,0 і 89х6,0 мм, прокатані з різними коефіцієнтами витягування (μ = 10,6 – 34,0) на ТПА 80 ВАТ «СинТЗ» з БЛЗ діаметром 150 мм, а також труби розмірами 273х10 (μ = 4,0) і 426х24 мм (μ = 10,1), прокатані на ТПА 159-426 ВАТ «ВТЗ» з деформуванням на зменшення (на «посад») і на збільшення (на «підйом») діаметра, виготовлені з безперервнолитих заготовок діаметрами 340 і 410 мм відповідно.

Досліджували структуру та властивості, у тому числі характеристики жароміцності, металу зазначених труб у гарячекатаному стані та після нормалізації з окремого нагрівання. Металографічні дослідження виконували на мікроскопі «Neophot – 21». Смугастість та орієнтацію фериту за відманштеттом оцінювали за шкалами 1 і 2 Додатку Б до ТУ 14-3-460, величину зерна – відповідно до ГОСТ 5639.

Випробування на розтягування за кімнатної та підвищених температур (250, 400 і 450 °С) проводили за ГОСТ 10006 і ГОСТ 19040 відповідно; на ударний вигин за кімнатної температури (на зразках з круглим надрізом) – за ГОСТ 9454. На тривалу міцність труби обох заводів випробовували за температури 450 °С у відповідності з вимогами ГОСТ 10145.

Мікроструктура металу труб виробництва ВАТ «ВТЗ» і ВАТ «СинТЗ» після нормалізації з прокатного й окремого нагрівання за нормованими показниками (смугастість і орієнтація фериту за відманштеттом) відповідає вимогам ТУ 14-3-460 (рис. 1, 2). Однак після гарячого прокатування мікроструктура металу труб обох виробників характеризується неоднорідністю величини зерна, а труб виробництва ВАТ «СинТЗ» – ще й розподілу структурних складових. Метал гарячекатаних труб ВАТ «ВТЗ» більш грубозернистий: величина зерна фериту 7, 5 і 6, 4 номерів – у трубах ВАТ «ВТЗ» розмірами 273х10 і 426х24 мм відповідно, і від 9, 7 до 8, 6 номерів (залежно від коефіцієнта витягу) – у трубах ВАТ «СинТЗ». Смугастість структури всіх досліджених труб після гарячого прокатування не перевищує 2 балу.

У мікроструктурі металу труб обох виробників після гарячого прокатування виявлені ділянки грубої відманштеттоподібної структури (до 3 балу). Збільшення ступеня огрубіння структури відзначено зі зменшенням коефіцієнта витягування, а також у разі використання деформування на розширення діаметра. Виявлені особливості структурного стану металу труб, пов'язані як з використанням в якості трубної заготовки зливка зі структурою грубого конгломерату фаз, так і з температурно-деформаційними параметрами прокатування, у тому числі з температурою кінця деформування [3, 4]. На трубах ВАТ «ВТЗ», особливо розміром 426х24 мм, зафіксовано високі температури кінця деформування, що перевищують припустимий технічними умовами інтервал нормалізації.

Після нормалізації з окремого нагріву структура труб більш однорідна за величиною та формою зерен, однак характеризується смугастістю 3, гранично

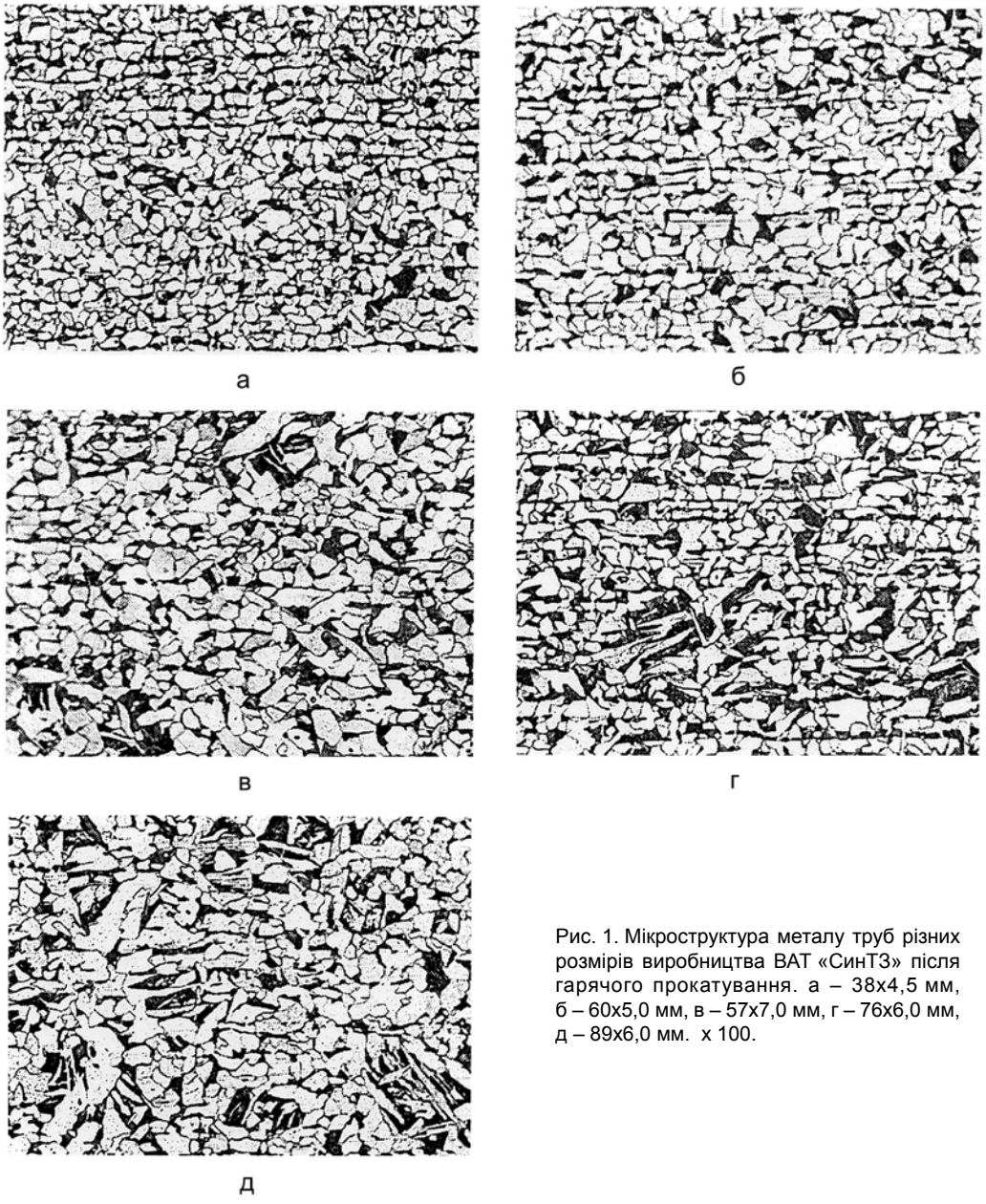

Рис. 1. Мікроструктура металу труб різних розмірів виробництва ВАТ «СинТЗ» після гарячого прокатування. а – 38х4,5 мм, б – 60х5,0 мм, в – 57х7,0 мм, г – 76х6,0 мм, д – 89х6,0 мм. х 100.

припустимою технічними умовами, балу, що пояснюється хімічною й, відповідно, структурною неоднорідністю безперервнолитої заготовки та низькою температурою нормалізації досліджених труб (на рівні нижньої границі припустимого технічними умовами температурного інтервалу).

Механічні властивості за кімнатної температури всіх досліджених труб задовольняють вимогам технічних умов (таблиця). Відзначено закономірне зниження значень міцності і, відповідно, підвищення характеристик пластичності й в'язкості після нормалізації труб з окремого нагріву.

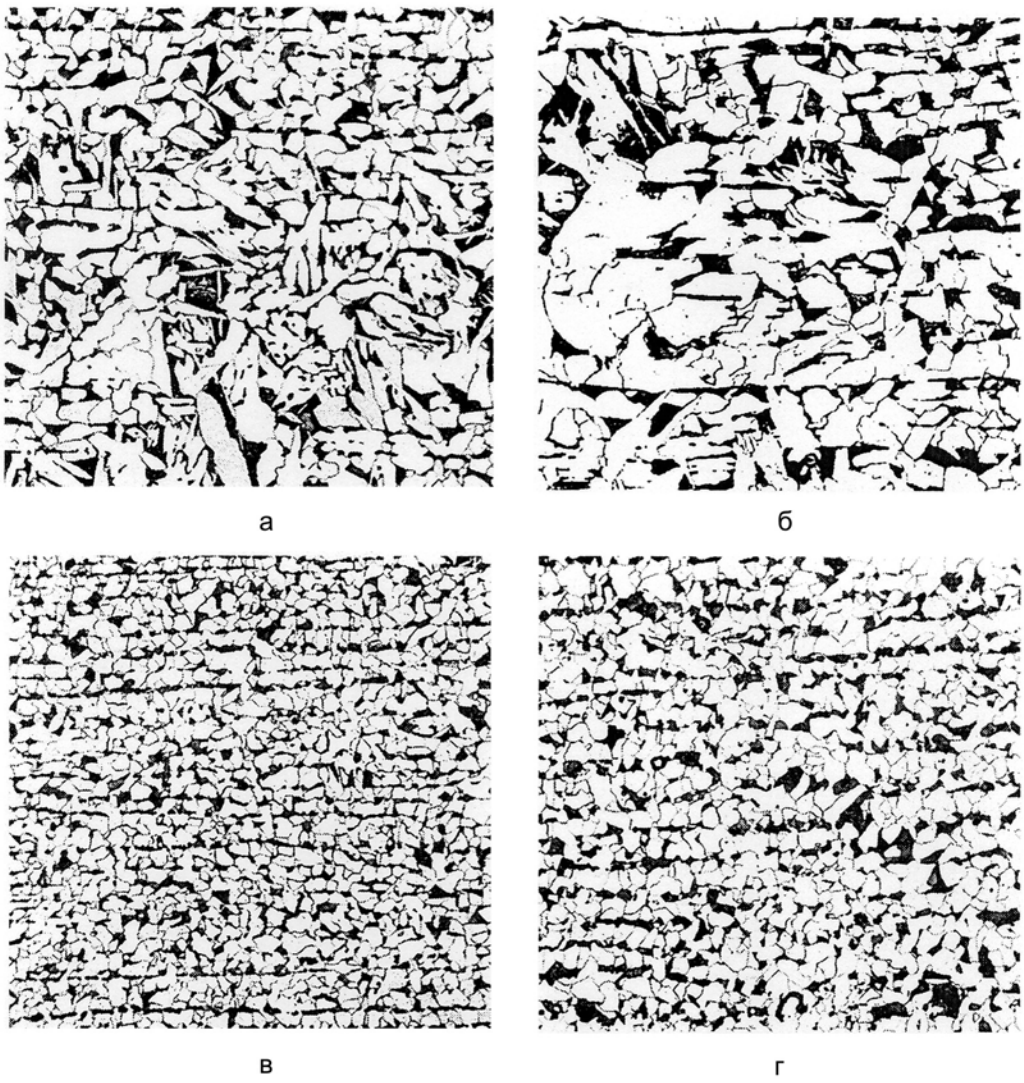

Рис. 2. Мікроструктура металу котельних труб виробництва ВАТ «ВТЗ» після гарячого прокатування (а, б) і нормалізації з окремого нагріву (в, г). а, б – розмір труб 273х10,0 мм, в, г – 426х24,0 мм. х100.

Метал труб як у гарячекатаному, так і в нормалізованому з окремого нагрівання станах, характеризується високими значеннями границі текучості за підвищених (250, 400 і 450 °С) температур: вище норм ТУ 14-3-460 в 1,5 – 1,8 рази (таблиця).

Значення межі тривалої міцності за 10^5 годин за температури 450 °С труб досліджених розмірів і станів перебувають на рівні норми (78 Н/мм^2) або перевищують її: після гарячого прокатування й нормалізації, відповідно, 85 – 95 і 78 – 90 Н/мм^2 (труби ВАТ «СинТЗ»), 110 – 120 і 95 – 100 Н/мм^2 (труби ВАТ «ВТЗ»).

Після гарячого прокатування метал труб, випробуваний на тривалу міцність при випробувальних напруженнях 140 – 200 Н/мм^2, відрізняється невисоким рівнем відносного видовження (d = 9 – 18 %) – показника тривалої

Механічні властивості при кімнатній та підвищених температурах металу гарячекатаних труб зі сталі 20 виробництва ВАТ «СинТЗ» і ВАТ«ВТЗ»

Розмір труб*, D×S мм	Стан металу	Механічні властивості					
		Механічні властивості за кімнатної температури			Ударна в'язкість KCU Дж/см^2	Межа текучості $\sigma_{0,2}$ ($\sigma_т$), Н/мм^2 за підвищених температур	
		Межа міцності $\sigma_в$, Н/мм^2	Межа текучості $\sigma_т$, Н/мм^2	Відносне подовження δ, %		250 °С	400 °С	450 °С
ВАТ «СинТЗ »								
38×4,5	г/к	461-520	300-363	26-35	-	(287-299)	291-312	258-289
60×5,0	г/к	470-520	343-363	30-34	-	(260-283)	298-308	245-258
57×7,0	г/к	549-519	333-343	26-31	-	(262-277)	205-231	188-208
	нормалізація	470-490	304-333	28-34	-	(244-277)	244-245	208-229
76×6,0	г/к	470-520	304-372	25-36	-	(240-263)	215-232	201-215
89×6,0	г/к	480-490	314-343	34-36	-	(238-265)	204-216	186-202
ВАТ «ВТЗ»								
273×10,0	г/к	467-481	284-306	30-37	103-128	(256-261)	223-230	185-190
	нормалізація	454-473	307-324	34-39	160-223	(276-282)	240-245	201-206
426×24,0	г/к	491-509	291-299	29-34	92-128	(243-249)	225-233	207-222
	нормалізація	479-497	305-321	32-35	119-158	(252-253)	210-214	180-195
Норми за ТУ 14-3-460:2009		412-549	не менше, ніж					
			216	24	49	196	137	127
*D - діаметр, S - товщина стінки								

пластичності, який не унормований технічними умовами. Мали місце випадки значного розкиду значень часу до руйнування й відносного видовження за того самого випробувального напруження, пов'язані з неоднорідністю структури металу гарячекатаних труб. Нормалізація з окремого нагрівання, знизивши на 10 – 20 % рівень тривалої міцності, призвела до стабілізації значень тривалої пластичності й підвищення її практично в 2 рази.

Таким чином, результати досліджень свідчать про можливість використання зливка безперервного розливання вуглецевої сталі для виробництва котельних труб на трубопрокатувальних агрегатах безперервного прокатування.

Отримані результати досліджень, а також введення в експлуатацію сучасного електрометалургійного комплексу з установкою безперервного розливання сталі на ТОВ «МЗ «Дніпросталь» (м. Дніпропетровськ) і наявність на ТОВ «ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ» (м. Нікополь) трубопрокатувального агрегату (ТПА 30-102), дозволять впровадити в Україні нову енерго- і ресурсоощадну технологію виробництва котельних труб.

Висновки Встановлено, що застосування зливка безперервного розливання замість традиційної деформованої заготовки на трубопрокатувальних агрегатах безперервного типу дозволяє одержувати котельні гарячекатані труби з вуглецевої сталі зі структурою й властивостями, що відповідають всім вимогам нормативної документації.

Показано доцільність проведення нормалізації з окремого нагрівання гарячекатаних труб, виготовлених із БЛЗ сталі 20 з малими коефіцієнтами витягування, а також необхідність корегування чинних температурних режимів прокатування й нормалізації з окремого нагрівання у разі використання безперервнолитої заготовки.

Література

1. Опрышко Л.В., Ващило Т.П., Кобус А.А. Производство котельных труб из непрерывнолитого слитка. Сб. Производство труб и баллонов. – Днепропетровск: ГТИ, 1999. – С. 56 – 63.
2. Опрышко Л.В., Ващило Т.П., Кобус А.А. Внедрение непрерывнолитого металла в промышленное производство котельных труб на ОАО «Производственное объединение «Волжский трубный завод». // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2001. – № 1. – С. 56 – 60.
3. Данченко В.Н. Непрерывная прокатка. – Днепропетровск: РВА «Дніпро-ВАЛ», 2002. – 604 с.
4. Бельченко Г.И., Губенко С.И. Основы металлографии пластической деформации стали. – Киев-Донецк: Вища школа, 1982. – 239 с.

Одержано 03.09.12

Л. В. Опрышко, Т. В. Перепелица, П. В. Герасименко

Особенности структуры и свойств котельных горячекатаных труб из недеформированной непрерывнолитой заготовки углеродистой стали

Резюме

Исследованы особенности структуры и свойств котельных горячекатаных труб, изготовленных на трубопрокатных агрегатах с непрерывным станом из недеформированной непрерывнолитой заготовки углеродистой стали. Показана возможность получения из слитка непрерывной разливки способом горячей прокатки котельных труб, отвечающих требованиям нормативной документации, и перспективность внедрения такой энергосберегающей технологии в Украине.

L. V. Oprishko, T. V. Perepelitsa, P. V. Gerasimenko

Features of structure and properties of hot-rolled boiler tubes produced from non-deformed continuously cast billets of carbon steel

Summary

Features of structure and properties, including heat resistance properties, of hot-rolled boiler tubes produced from non-deformed continuously cast billets of carbon steel at tube rolling units equipped with continuous mills were investigated. Possibility of production of boiler tubes meeting requirements of normative documents using continuously cast ingots and prospects of application of such energy-saving technology in Ukraine is shown.

Шановні колеги!

Триває передплата на науково-технічний журнал
«Металознавство та обробка металів» на 2013р.
Для регулярного одержання журналу потрібно перерахувати вартість заказаних номерів на розрахунковий рахунок Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України.
Вартість одного номера журналу – 30 грн., передплата на рік – 120 грн.

Розрахунковий рахунок для передплатників, спонсорів і рекламодавців:

банк ГУДКСУ в м. Києві, р/р 31252272210215, код банку 820019.

Отримувач – ФТІМС НАН України, ЗКПО 05417153,

з посиланням на журнал "МОМ".

Копію документа передплати та відомості про передплатника **просимо надсилати до редакції,** вказавши номер і дату платіжного документа.