

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПЛАВЛЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ОПОРНИХ ВАЛКІВ СТАНІВ ГАРЯЧОЇ ПРОКАТКИ

Л.К. Лещинський, В.М. Матвієнко, В.П. Іванов, К.К. Степнов, Є.І. Возьянов

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет». 87555, м. Маріуполь, вул. Університетська, 7.
E-mail: matviyenkovn@gmail.com

Показано, що при наплавленні великогабаритних опорних валків станів гарячої прокатки, виготовлених зі сталі 90ХФ, з обмеженою зварюваністю сталі пов'язана необхідність вибору теплового режиму наплавлення, що забезпечує потрібну працездатність наплавленого шару. Від вибору матеріалів і технології наплавлення зони переходу від основного металу до робочого шару залежить поява провалів твердості і утворення «м'якого прошарку», що призводить до виникнення відколів. Усунення таких провалів залежить від вибору режиму наплавлення кожного з шарів відповідно до складу і розмірів застосовуваних електродів. Показано, що використання для наплавлення електродної стрічки 08кп, 30ХГСА, 25Х5ФМС товщиною 1,0 мм дозволяє одержати плавну (без провалів і сплесків) зміну твердості по висоті багатошарової композиції, що сприяє підвищенню стійкості до відколів при зменшенні висоти наплавленого шару під час експлуатації валка. У процесі промислового освоєння технології наплавлення валків і їх багаторічної експлуатації на стані гарячої прокатки підтверджено високу працездатність наплавлених опорних валків¹. Розроблена і реалізована маршрутна схема переміщення наплавлених і нових опорних валків (частка наплавлених валків досягала 30 %) в чорновій групі клітей стану 2000 Череповецького металургійного комбінату дозволила забезпечити напрацювання наплавлених валків, порівнянню по тоннажу прокату з напрацюванням нових валків. Бібліогр. 12, табл. 4, рис. 2.

Ключові слова: опорні валки, сталь 90ХФ, наплавлення, підшар, перехідна зона, склад шарів, твердість, відколи наплавленого шару, стрічковий електрод, режим наплавлення, стан гарячої прокатки, чорнова кліть, маршрут валків, напрацювання наплавлених валків

Для великогабаритних прокатних валків з діаметром бочки 800...1600 мм і довжиною 1500...4500 мм при розробці технології наплавлення слід враховувати, що величина зносу може вимагати нанесення не менше 12...15 шарів [1–6]. У перших наплавлених шарах такої композиції повинна формуватися зона переходу від матеріалу валка до робочого шару. Відповідність механічних властивостей цієї зони чинним навантаженням і її опір розтріскуванню залежить від структури і властивостей околешовної ділянки ЗТВ, хімічного складу наплавленого металу, що утворює перехідну зону, відсутності тут провалів і піків твердості [7]. Тому завдання вибору матеріалів і технології наплавлення зони переходу від основного металу до робочого шару розглядається як одна з основних, оскільки від цього значною мірою залежить працездатність наплавлених опорних валків.

У тепловому режимі наплавлення великогабаритних прокатних валків з високовуглецевої сталі найважливішу роль відіграє вибір температури підігріву, що доцільно розглянути для декількох валкових сталей: 40Х (40ХН), 55Х (55ХНМ) і 90ХФ, які відрізняються за вмістом вуглецю і зварюваності (схильності до розтріскування). Для

зниження схильності до розтріскування валка використовується тепловий режим наплавлення, що зменшує ймовірність утворення гартівних структур в металі ЗТВ, застосовуються наплавочні матеріали, що дозволяють підвищити пластичність металу, знизити концентрацію дифузійного водню і рівень залишкових напруг, що розтягують. Виходячи зі схильності до появи холодних тріщин як показник, за яким оцінюється зварюваність, є еквівалент вуглецю C_e [8]. Математичний опис цього показника запропоновано, розглядаючи мінімальний критичний час охолодження металу шва, залежний від швидкості охолодження і необхідний для повного мартенситного перетворення:

$$C_e = C + (Mn + Si)/6 + (Cr + Mo + V + W)/5 + (Ni + Cu)/15.$$

Результати розрахунку значень еквівалента вуглецю за запропонованою Міжнародним інститутом зварювання залежності наведені в табл. 1.

При тривалому процесі супутнього підігріву досягається тепла рівновага валка, що наплавляється, а швидкість його охолодження стає значно нижче критичної. Для прокатних валків температура супутнього підігріву вибирається істотно вищою, ніж температура мартенситного перетво-

¹ Робота виконана спільно з співробітниками лабораторії наплавлення і ЛПЦ-2 Череповецького металургійного комбінату Лещинський Л.К. – <https://orcid.org/0000-0002-7473-7510>, Матвієнко В.М. – <https://orcid.org/0000-0002-8713-1630>, Іванов В.П. – <https://orcid.org/0000-0003-3339-7633>, Возьянов Є.І. – <https://orcid.org/0000-0002-2034-1270>
© Л.К. Лещинський, В.М. Матвієнко, В.П. Іванов, К.К. Степнов, Є.І. Возьянов, 2021

Таблиця 1. Вуглецевий еквівалент валкових сталей

Марка сталі	Вміст вуглецю, %	Вуглецевий еквівалент C_e	Температура мартенситного перетворення M_s , °C	Критичний час охолодження Δt_c , с*
40X	0,36...0,44	0,74	280	–
50XHM	0,50...0,60	0,98	260	2000
90XF	0,80...0,90	1,35	240	–

*За розрахунковими даними роботи [8].

рення M_s (див. табл. 1). Для сталі 90XF, що має високу стійкість переохолодженого аустеніту, температура супутнього підігріву 380...400 °C забезпечує ізотермічні умови повного розпаду аустеніту і визначає формування перлітної структури [6].

Вплив складу металу і технології наплавлення на властивості зони переходу від основного металу (сталь 90XF) до робочого шару доцільно розглянути, уточнивши, перш за все, реальний зміст вуглецю в перших наплавлених шарах. З цією метою необхідно визначити ступінь розведення шва основним металом (попереднім шаром) для розмірів дроту і стрічкових електродів, що застосовувалися, а також параметрів режиму наплавлення опорних валків (табл. 2). При напавленні підшару на сталь 90XF з використанням дроту Нп-30ХГСА діаметром 5 мм вміст вуглецю в підшару становить 0,64 %, а при можливому використанні розщепленого електроду – не менше 0,42 % (табл. 3). Навіть при ретельному дотриманні технологій наплавлення, що значно ускладнюються, а також необхідної підготовки наплавних матеріалів, важко забезпечити необхідну технологічну міцність, уникнувши появи тріщин. У структурі підшару 30ХГСА, напавленого на сталь 90XF, при високому вмісті вуглецю мартенсит характеризується підвищеною щільністю дислокацій і зниженою пластичністю. Така структура підшару руйнується за механізмом міжзернового відколу з ділянками в'язкого ямкового руйнування по зерну, далі в сталі 90XF руйнування проходить по межах оплавлених зерен, після чого переходить у внутрішньозеренне сколювання [9].

Схильність до розтріскування помітно знижується при напавленні на валок зі сталі 90XF підшару дротом Св-18ХГС. У порівнянні із застосуванням дроту Нп-30ХГСА зниження вмісту вуглецю в підшару (менше 0,60 %) (табл. 3) не призводить до появи провалу твердості при пе-

реході від бейнітно-мартенситної структури підшару до перлітної структури сталі 90XF. Мабуть, вміст в електроді 0,18...0,22 % вуглецю є максимально допустимим у разі напавлення підшару на сталь 90XF. Відзначимо, що плавний, без провалів перехід від сталі 40X до напавленого робочого шару 25Х5ФМС отримано при використанні для напавлення підшару дроту ПП-Нп-12ХМФ [10]. У разі застосування цього дроту для напавлення на сталь 90XF вміст вуглецю (при частці участі $\gamma = 0,37$) становить в першому шарі 0,35 %, а в третьому 0,15 %. У той же час при напавленні на сталь, в якій 0,67 % С, до 1,20 % Mn, 0,40 % Si, 0,15 % V, з використанням порошкового дроту ПП-АН-180МН (12ХГ1НМФС), напавлений шар характеризується дрібнодисперсною бейнітно-мартенситною структурою, високою тріщиностійкістю [11]. При цьому для складів металу 50ХС, 40ХГС, 35ХГС, 32Х2ГМС, 30Х3МФ, 30Х2М2НФ, які формуються в підшару при напавленні на високовуглецеву або середньовуглецеву сталь, температура початку мартенситного перетворення помітно нижче температури супутнього підігріву при напавленні великих прокатних валків [4, 6].

Виникнення відколів напавленого шару на двох опорних валках стану 1700 гарячої прокатки Маріупольського металургійного комбінату ім. Ілліча [7] пов'язано з провалом твердості металу внаслідок утворення в перехідній зоні «м'якого прошарку». Такий провал спостерігався як на валку, так і на зразку-свідку (основний метал – сталь 90XF, для напавлення підшару в обох випадках використовувався стрічковий електрод 08кп перетином 50×0,5 мм). Не можна не відзначити, що якщо на зразку-свідку забезпечувалося надійне пропавлення і контролювалася відсутність несплавлення, то в процесі напавлення підшару на опорному валку поява несплавлення цілком ймо-

Таблиця 2. Параметри режиму напавлення підшару на опорний валок зі сталі 90XF

Марка електрода	Розміри електрода, мм	Величина струму, А	Глибина пропавлення $h_{пр}$, мм	Відношення глибини пропавлення до товщини шару $h_{пр}/\delta$	Частка участі γ
08кп	50×0,5	450...550	1,5	0,37	0,23
08кп	40×1,0	500...600	1,9	0,47	0,45
30ХГСА	40×1,0	500...650	2,3	0,48	0,45
Св-18ХГС	Ø5	600...700	9,0	1,50	0,55
Нп-30ХГСА	Ø5	600...700	9,0	1,50	0,55
Нп-30ХГСА	2×Ø4	700...850	6,0	1,20	0,37
ПП-Нп-12ХГ1НМ	Ø3,6	350...400	3,0	0,60	0,37

Примітка. Напряга 30...32 В; $v_n = 15$ м/год (для стрічки), $v_n = 30$ м/год (для дроту).

Таблиця 3. Вміст вуглецю в 1...3 шарі при наплавленні на сталь 90ХФ ($\gamma = 0,55$)

Номер шару	Вміст вуглецю, %	
	Нп-30ХГСА	Св-18ХГС
1	0,64	0,57
2	0,48	0,39
3	0,40	0,30

вірна, що може провокувати появу відколів. Товщина «м'якого прошарку», як видно з роботи [7, рис. 1], не перевищує 3,5...4,0 мм, її твердість нижче твердості основного металу, після чого різко зростає до рівня твердості робочого шару. На відміну від процесу наплавлення, утворення «м'якого прошарку» в зварних швах пов'язано з природою процесу зварювання або з застосуванням електродів, наприклад, аустенітного класу, коли механічні властивості металу шва різко відрізняються від основного металу (високоміцної сталі). У багатошаровій композиції, напавленої на опорний валок, виникнення «м'якого прошарку» пов'язано не з природою процесу, а викликано недоліками технології наплавлення. Так, не враховувалось, що в разі наплавлення підшару тонким стрічковим електродом пропалвлення мінімально, важко забезпечити надійне сплавлення з матеріалом підкладки. Крім того, не передбачався режим наплавлення наступних шарів, що забезпечує відсутність провалів в зоні переходу від підшару до робочого шару.

З використанням стрічкових електродів товщиною 1,0 мм глибина пропалвлення підкладки (в порівнянні зі стрічкою товщиною 0,5 мм) зростає в 1,5...1,7 рази [5], що підвищує надійність сплавлення, різко зменшує ймовірність появи дефектів типу неспалвлення, як і провалів твердості в перехідній зоні. При напавленні на сталь 90ХФ підшару стрічковим електродом 08кп феритно-перлітна структура руйнується по в'язкому, ямковому механізму з ділянками відриву. Напалвлення другого шару стрічкою 30ХГСА, а потім

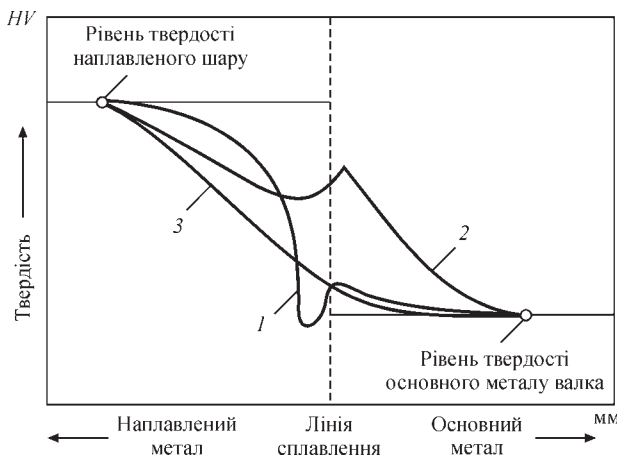


Рис. 1. Характер розподілу твердості по глибині перехідної зони: 1 – з провалом твердості на ділянці підшару; 2 – з підйомом твердості поблизу межі спалвлення; 3 – з плавною зміною твердості від підшару до робочого шару

Таблиця 4. Параметри перехідної зони для різних варіантів розподілу твердості

Номер варіанта	Характер розподілу твердості в перехідній зоні	Розміри зони переходу, мм
1	З провалом твердості на ділянці підшару	4,0
2	З підйомом твердості поблизу межі спалвлення	5,0
3	З плавною зміною твердості від підшару до робочого шару	6,0...7,0

стрічкою 25Х5ФМС забезпечує плавний перехід твердості від підшару до робочого шару (рис. 1, крива 3). Для отриманих складів шарів характерна задовільна зварюваність, що при температурі супутнього підігріву валка (до 400 °С) дозволяє запобігти розтріскуванню напавленого металу.

Представленому на рис. 1 характеру зміни твердості для різних варіантів технології наплавлення перехідної зони відповідають результати вимірів її протяжності на напавлених зразках (табл. 4).

На рис. 2 представлено дані оцінки змін вмісту вуглецю, хрому і твердості в напавлених шарах перехідної зони при напавленні стрічковими електродами 08кп, 30ХГСА, 25Х5ФМС перетином 40×1,0 мм (частка участі $\gamma = 0,45$).

Застосування стрічки 25Х5ФМС для напавлення робочого шару дозволяє отримати напавлений метал зі структурою пакетного мартенситу з досить дисперсними мартенситними рейками. Твердість після напавлення HV 410 (HSD 58), ударна в'язкість 0,33 МДж/м², динамічний коефіцієнт інтенсивності напружень 28,4 МПа·м^{1/2}, механізм руйнування – транскристалітний скол [9]. При використанні цього матеріалу для напавлення валків необхідно враховувати вплив відпустку після напавлення на твердість і тріщиностійкість. Проведені дослідження показують, що оптимальна температура відпустку – 600 °С. При цій температурі твердість напавленого металу зростає до HV 450 (HSD 62). Разом з тим, ударна в'язкість становить 0,35 МДж/м², а динамічний коефіцієнт інтенсивності напружень – 30,0 МПа·м^{1/2}.

С, %, Cr, %, HV

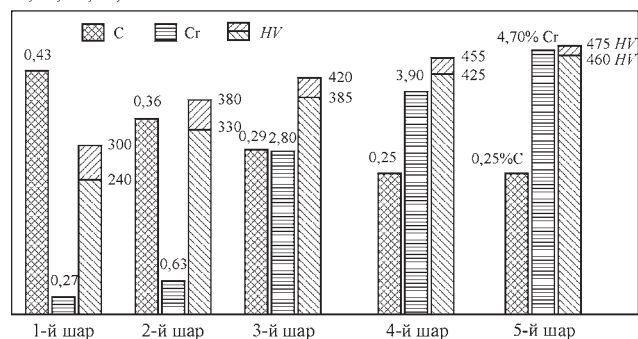


Рис. 2. Хімічний склад і твердість шарів перехідної зони при напавленні стрічковими електродами 40×1,0 мм на сталь 90ХФ

Технологія наплавлення великогабаритних опорних валків, що забезпечує формування плавної зміни твердості по висоті наплавленого шару отримала широке застосування в умовах Череповецького металургійного комбінату [4]. Для цього знадобилося освоєння власного виробництва стандартних і нових складів стрічки для наплавлення [12]. Освоєння технології наплавлення великогабаритних опорних валків, досвід їх експлуатації в чорновій групі клітей стану 2000 гарячої прокатки Череповецького металургійного комбінату дозволили довести частку наплавлених валків до ~ 30 % від усього парку. З урахуванням працездатності наплавлених і нових опорних валків, відповідності розподілу навантаження в чорнових клітях, вибрано оптимальне співвідношення наплавлених і нових валків. Комбінатом запропонована, розроблена і реалізована оптимальна маршрутна схема переміщення валків по клітям. Завдяки цьому середнє напрацювання (по тоннажу прокату) наплавлених опорних валків стану 2000 гарячої прокатки складає (за даними комбінату) до 85 % по відношенню до нових валків виробництва НКМЗ і УЗТМ.

Висновки

При виконанні досліджень встановлено:

1. При багатошаровому наплавленні опорних валків формування зони переходу від основного металу до робочого шару визначається оптимальним поєднанням складу наплавлених шарів і режиму наплавлення кожного шару. Обґрунтований вибір такого поєднання, що враховує спосіб і режим наплавлення, склад і геометрію електрода, впливає на ступінь розбавлення підшару основним металом, а для другого і третього шарів – попереднім і наступним шарами. Це дозволяє запобігти появі провалів твердості на всьому протязі перехідної зони.

2. Запропонована і реалізована схема формування багатошарової композиції, наплавленої стрічковим електродом на великогабаритні опорні валки гарячої прокатки, забезпечує плавний розподіл твердості по висоті наплавленого металу.

3. Розробка технології наплавлення великогабаритних опорних валків, освоєння виробництва стрічкових електродів, тривала експлуатація наплавлених валків підтвердили здатність забезпечити високий рівень напрацювання наплавлених валків по тоннажу прокату. Отриманий досвід розробки та реалізації маршрутної схеми переміщення наплавлених і нових опорних валків стану 2000 Череповецького металургійного комбінату заслугоує подальшого аналізу і поширення.

Список літератури

1. Рябцев И.А., Кондратьев И.А., Васильев В.Г. и др. (2010) Исследование структуры и эксплуатационных свойств наплавленного металла для восстановления и упрочнения прокатных валков. *Автоматическая сварка*, 7, 14–18.

2. Балаклея И.А., Филиппов В.С., Шебанич Э.Н. и др. (2012) Современные тенденции в изготовлении и эксплуатации прокатных валков. *Металл и литье Украины*, 2, 50–54.
3. Гостев К.А. (2008) Современные валки на станах Череповецкого и Магнитогорского металлургических комбинатов. *Металлург*, 9, 52–55.
4. Данилов Л.И., Скорохватов Н.Б., Соболев В.Ф. и др. (2004) Увеличение срока службы опорных валков стана 2000 горячей прокатки полос в ОАО «Северсталь». *Бюллетень «Черная металлургия»*, 8, 68–69.
5. Самотугин С.С., Лещинский Л.К., Мазур В.А., Самотугина Ю.С. (2013) *Инструментальные материалы. Свойства и упрочнение*. Мариуполь, ГВУЗ «ПГТУ».
6. Гулаков С.В., Носовский Б.И. (2005) *Наплавка рабочего слоя с регламентированным распределением свойств*. Мариуполь, ПГТУ.
7. Лещинский Л.К., Гулаков С.В., Носовский Б.И., Степнов К.К. (1977) Причины разрушений наплавленного рабочего слоя опорных валков. *Автоматическая сварка*, 3, 19–23.
8. Костин В.А. (2012) Математическое описание углеродного эквивалента как критерия оценки свариваемости сталей. *Там же*, 8, 12–17.
9. Лещинский Л.К., Самотугин С.С., Пирч И.И., Комар В.И. (1990) *Плазменное поверхностное упрочнение*. Киев, Техніка.
10. Рябцев И.А., Бабинцев А.А., Гордань Г.Н. и др. (2013) Структура многослойных образцов, имитирующих наплавленные инструменты для горячего деформирования металлов. *Автоматическая сварка*, 9, 43–47.
11. Гайворонский А.А., Позняков В.Д., Маркашова Л.И. и др. (2012) Влияние состава наплавленного металла на структуру и механические свойства восстановленных железнодорожных колес. *Там же*, 8, 19–24.
12. Лещинский Л.К., Иванов В.П., Маслов А.А. и др. (1997) *Электродная лента для наплавки*. Патент 2087589 RU, С23С 30/00, В23К 020/227.

References

1. Ryabtsev, I.A., Kondratiev, I.A., Vasiliev, V.G. et al. (2010) Investigation of structure and service properties of deposited metal for reconditioning and strengthening of rolling mill rolls. *The Paton Welding J.*, 7, 12–15.
2. Balakleets, I.A., Filippov, V.S., Shebanits, E.N. et al. (2012) Current trends in the manufacture and operation of rolls. *Metall i Lityo Ukrainy*, 2, 50–54 [in Russian].
3. Gostev, K.A. (2008) Modern rolls at rolling mills 2000 of Cherepovetsky and Magnitogorsky Iron and Steel Works. *Metallurg*, 9, 52–55 [in Russian].
4. Danilov, L.I., Skorokhvatov, N.B., Sobolev, V.F. et al. (2004) Increase of the service life of the back-up rolls of a 2000 hot strip mill at JSC «Severstal». *Chyornaya Metallurgiya*, 8, 68–69 [in Russian].
5. Samotugin, S.S., Leshchinskiy, L.K., Mazur, V.A., Samotugin, Yu.S. (2013) *Tool materials. Properties and hardening*. Mariupol, PSTU [in Russian].
6. Gulakov, S.V., Nosovskiy, B.I. (2005) *Surfacing of working layer with the regulated distribution of properties*. Mariupol, PSTU [in Russian].
7. Leshchinskiy, L.K., Gulakov, S.V., Nosovskiy, B.I., Stepnov, K.K. (1977) Causes of fracture of the deposited working layer of back-up rolls. *Avtomatich. Svarka*, 3, 19–23 [in Russian].
8. Kostin, V.A. (2012) Mathematical formulation of carbon equivalent as a criterion for evaluation of steel weldability. *The Paton Welding J.*, 8, 11–16.
9. Leshchinsky, L.K., Samotugin, S.S., Pirsch, I.I., Komar, V.I. (1990) *Plasma surface hardening*. Kiev, Tekhnika [in Russian].
10. Ryabtsev, I.A., Babinets, A.A., Gordan, G.N. et al. (2013) Structure of multilayer samples, simulating surfaced tools for hot deforming of metals. *The Paton Welding J.*, 9, 41–45.
11. Gajvoronsky, A.A., Poznyakov, V.D., Markashova L.I. et al. (2012) Influence of deposited metal composition on structure and mechanical properties of the reconditioned railway wheels. *Ibid.*, 8, 16–22.
12. Leshchinsky, L.K., Ivanov, V.P., Maslov, A.A. (1997) *Strip electrode for hardfacing*. Pat. 2087589 RU, Int. Cl. B23K020/227 [in Russian].

IMPROVEMENT OF THE SURFACING TECHNOLOGY FOR LARGE BACKUP ROLLS OF HOT ROLLING MILLS

L.K. Leshchinskiy, V.M. Matviyenko, V.P. Ivanov, K.K. Stepnov, E.I. Vozyanov

Azov State Technical University, 7 Universitetskaya Str., 87555, Mariupol, Ukraine. E-mail: matviyenko@gmail.com

It is shown that when surfacing large backup rolls of hot rolling mills made of 90CrV steel, the limited weldability of steel leads to the need to select the thermal mode of surfacing that ensures the required operability of the deposited layer. The choice of materials and technology of surfacing the transition zone from the base metal to the working layer determines appearance of hardness dips and formation of a «soft sub-layer», which leads to occurrence of spallation. Elimination of such dips depends on the choice of the deposition mode of each of the layers, in accordance with the composition and size of the electrodes used. It is shown that application of a 1.0 mm thick strip electrode from 08kp, 30KhGSA, 25Kh5FMS steels for surfacing makes it possible to obtain a smooth (without dips and bursts) change in hardness along the height of the multilayer composition, which contributes to an increase in spalling resistance when the height of the deposited layer decreases during the operation of the roll. The high efficiency of the surfaced backup rolls was confirmed during industrial development of the surfacing technology of the rolls and their long-term operation in the hot rolling mill. The developed and implemented routing scheme for movement of the deposited and new backup rolls (the share of deposited rolls reached 30%) in the roughing group of stands of mill 2000 of the Cherepovets Metallurgical Plant made it possible to ensure the operating time of surfaced rolls commensurate with that of new rolls as to the tonnage of rolled products. 12 Ref., 4 Tabl., 2 Fig.

Keywords: backup rolls, 90CrV steel, surfacing, underlayer, transition zone, composition of layers, hardness, spalling of the surfaced layer, strip electrode, surfacing mode, hot rolling mill, roughing stand, roll route, operating time of surfaced rolls

Надійшла до редакції
02.02.2021

ФАХОВІ ЖУРНАЛИ ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА



Журнал «**Автоматичне зварювання**» є міжнародним науково-технічним та виробничим журналом у галузі технічних наук. В журналі публікуються результати досліджень за напрямками: матеріалознавство та металургія зварювання, наплавлення та інших споріднених технологій; технології та матеріали для зварювання конструкційних матеріалів; виробництво зварних металоконструкцій для різних галузей промисловості; відновлювальний ремонт для подовження ресурсу зварних конструкцій і вузлів; проблеми міцності, конструювання та оптимізації зварних конструкцій; технології 3D друку, які базуються на зварювальних процесах; гібридні технології зварювання. В журналі публікується також інформація про нові зварювальні матеріали, джерела живлення та технології; звіти про виставки, конференції та семінари, анонси нових книг та винаходів, новини від відомих компаній та інше.



Журнал «**Сучасна електрометалургія**» є міжнародним науково-теоретичним та виробничим журналом у галузі технічних наук. В журналі публікуються результати досліджень у сферах: металургія чорних і кольорових металів та сплавів; спеціальна електрометалургія (електрошлакова, електронно-променева, плазмова- та вакуумно-дугова технології); нові матеріали; енерго- і ресурсозбереження; матеріалознавство, 3D технології у спеціальній електрометалургії. Публікується також допоміжна інформація з тематики журналу.



Журнал «**Технічна діагностика та неруйнівний контроль**» є міжнародним науково-технічним та виробничим журналом у галузі технічних наук. В журналі публікуються результати досліджень з діагностики матеріалів і конструкцій та методи неруйнівного контролю для оцінки стану матеріалів і конструкцій; теорія, методи і засоби технічної діагностики. Розміщуються матеріали з моніторингу конструкцій та подовження ресурсу та працездатності засобами НК. Публікується супутня інформація з тематики журналу, а також інформація про події та новини в Українському товаристві НК та ТД.

РЕКЛАМА В ЖУРНАЛАХ

Реклама публікується на обкладинках і внутрішніх вклейках журналів.
Перша сторінка обкладинки – 200x200 мм.
Друга, третя і четверта сторінки обкладинки – 200x290 мм.
Перша, друга, третя, четверта сторінки внутрішньої обкладинки – 200x290 мм.
Вклейка А4 – 200x290 мм. Розворот А3 – 400x290 мм.
А5 – 185x130 мм.
Розміри журналів після обрізу 200x290 мм.
Всі файли в форматі IBM PC, кольорова модель СМУК, роздільна здатність 300 dpi.

ВАРТІСТЬ РЕКЛАМИ

Ціна договірна. Передбачена система знижок. Вартість публікації статті на правах реклами становить половину вартості рекламної площі. Публікується тільки профільна реклама з тематики журналів. Відносно вартості, знижок та термінів публікації прохання звертатися у видавництво.

ВИДАВНИЦТВО

Міжнародна Асоціація «Зварювання»
03150, Київ, вул. Казимира Малевича, 11
Тел./факс: 38044 200-82-77
E-mail: journal@paton.kiev.ua
<https://patonpublishinghouse.com>