

<https://doi.org/10.15407/plit2021.03.069>

УДК 621.74:669.136.9

К. А. Сіренко, магістр, мол. наук. співроб.;

e-mail: thermoexp.metal@gmail.com

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України (Київ, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО–ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА ЛИВАРНІ ВИРОБИ З ЧАВУНУ

На прикладі гальмових колодок для рухомого складу залізниці проаналізовано тенденції і перспективи розвитку нормативно-правової бази та технічної документації на виробництво ливарної продукції з чавуну. В сортаменті ливарної продукції синтетичний чавун займає значний сегмент за обсягами, включаючи виробництво гальмових колодок рухомого складу залізниці. Розглянуто переваги процесу виготовлення гальмових колодок із синтетичного чавуну порівняно з використанням ваграночного чавуну. Показником якості синтетичного чавуну є низький рівень його забрудненості неметалевими включеннями при дотриманні жорстких вимог до структури і механічних властивостей готової ливарної продукції. У синтетичному чавуні, призначеному для виготовлення гальмових колодок, особливу роль відіграють розміри, форма та інші параметри вкраплень графіту в його мікроструктурі, які впливають на механічні та фрикційні властивості матеріалу. Інноваційна технологія виплавлення синтетичного чавуну дозволяє отримувати необхідні експлуатаційні характеристики гальмових колодок. Виявлено проблеми щодо відповідності нормативно-технічної документації, які стримують розширення виробництва чавунних гальмових колодок для рухомого складу залізниці. Запропоновано напрями розвитку стандартів і технічних умов, які регламентують вимоги до хімічного складу, мікроструктури, пластичності та міцності матеріалу таких гальмових колодок. Аналіз якості ливарної продукції з чавуну, який виплавляється на українських заводах, свідчить, що нормативно-правова база, технічна документація і технологічні інструкції на її виготовлення потребують удосконалення шляхом посилення вимог до хімічного складу та властивостей чавуну. Покращення феросплавів, які застосовуються при виплавленні синтетичного чавуну в електричних індукційних печах, створює передумови для зменшення забрудненості його шкідливими неметалічними включеннями й підвищення виходу придатного. Цей фактор має бути відображений в стандартах на чавунні гальмові колодки. Як наслідок зростуть можливості для зниження витрат металу та економії електроенергії у промисловому виробництві. Удосконалення вимог стандартів і технічних умов на гальмові колодки є одним з найважливіших напрямів зменшення собівартості чавуну та зниження питомої витрати вартісних феросплавів і легуючих елементів за рахунок роботи на нижній допустимій межі хімічного складу розплаву. Основні параметри технології виготовлення гальмових колодок із синтетичного чавуну, які закріплені в заводських технологічних інструкціях, мають бути обґрунтовані результатами теоретичних і експериментальних досліджень. Актуальною задачею є удосконалення цієї технологічної документації шляхом відображення сучасних наукових досягнень і практичного досвіду щодо оптимізації ливарних процесів. В технологічних інструкціях на виготовлення гальмових колодок для рухомого складу залізниці необхідно передбачити матеріалоенергоекономні режими виплавки синтетичного чавуну в сучасних електричних індукційних печах. На основі результатів досліджень, виконаних, зокрема, у Фізико-технологічному інституті металів та сплавів Національної академії наук України й інших наукових установах, та практичного досвіду ливарних підприємств рекомендовано розробити типову технологічну інструкцію з виготовлення чавунних гальмових колодок для рухомого складу залізниці. В типовій технологічній інструкції необхідно узагальнити і адаптувати до виробничих умов ливарних підприємств науково обґрунтовану і визнану практикою технологію виплавки синтетичного чавуну для виготовлення гальмових колодок. Надані рекомендації щодо необхідності посилення вимог стандартів і технічних умов до гальмових колодок із композиційних (гумо-азбестових та гумо-безазбестових) матеріалів для рухомого складу залізниці. Обов'язковою вимогою до стандартів і технічних умов на композиційні гальмові колодки з чавунними вставками чи без таких вставок є регламентація

компонентів композиційної гумосуміші та їх хімічного складу. Підвищення вимог стандартів і технічних умов на цю продукцію з чавуну в загальному вигляді зводиться до оптимізації допустимих діапазонів вмісту вуглецю, марганцю, кремнію, фосфору та зменшення сірки. Підкреслено необхідність вирішення на державному рівні завдання щодо удосконалення стандартів на гальмові колодки для залізниці. Виробникам литва із синтетичного чавуну необхідно розширювати сортамент продукції, яку постачають на експорт. Для вирішення цієї задачі необхідно гармонізувати українські стандарти на ливарну продукцію з європейськими. Уваги цьому питанню на державному рівні приділяється недостатньо, що послаблює позиції українських ливарних підприємств на внутрішньому і зовнішньому ринках. Регулювання державою ринкових відносин між виробниками та споживачами продукції із чавуну через вдосконалення нормативно-правової бази є необхідним заходом для забезпечення розвитку ливарної підгалузі промислового комплексу України.

Ключові слова: ливарне виробництво, гальмові колодки для залізничного транспорту, чавун, стандарти, технічні вимоги, технологічні інструкції, удосконалення.

Аналіз стану ливарної промисловості України дозволяє відмітити суттєві позитивні зрушення в цій галузі за останнє десятиріччя [1–3 та ін.] і визначити проблеми, що стримують її подальший інноваційний розвиток. До таких проблем слід зарахувати, зокрема, проблеми взаємодії з іншими секторами вітчизняної економіки (машинобудуванням, залізничним транспортом тощо). Також проблеми взаємодії ливарної галузі з внутрішнім і світовим ринками. Нинішній склад ливарних підприємств в Україні здебільшого не повною мірою відповідає світовим тенденціям глобалізації та конкуренції. В цій сфері нашої держави майже немає потужних національних і транснаціональних компаній, недостатньо найсучасніших ливарних заводів, здатних виготовляти конкурентоспроможну високотехнологічну продукцію. Зазначені проблеми ускладнюються недосконалістю промислової політики в плані підтримки вітчизняного виробника і захисту внутрішнього ринку від експансії закордонних виробників аналогічної продукції [4]. Але в Україні є підприємства, обладнання і виробничий персонал яких мають високий технічний та професійний рівень і достатню технологічну гнучкість, що дає змогу оперативно реагувати на потреби споживачів [1–3, 5 та ін.]. Фундаментальною є наукова база в сфері ливарного виробництва [6–8 та ін.], яка забезпечує високий технічний рівень продукції, що виробляють підприємства.

Розвиток та конкурентоспроможність ливарного виробництва, як і металургії в цілому, певною мірою залежать від досконалості в державі нормативно-правової бази, галузевої та заводської технічної документації, яка регламентує вимоги до конкретної ливарної продукції та параметри технології її виготовлення. Зі свого боку нормативно-правові і технологічні документи (стандарти, технічні умови, технологічні інструкції, регламенти тощо) у сфері виробництва литва потребують постійного удосконалення відповідно до розвитку науки, технічного рівня обладнання і технологічних процесів виплавлення чавуну, сталі, кольорових металів. Постійно відбуваються прямий і зворотній зв'язки між діяльністю з удосконалення нормативної документації, яка регламентує вимоги до продукції, що виготовляється, і розвитком виробничих процесів. У ливарній промисловості України саме науково-технічний рівень виробничої документації на продукцію є індикатором спроможності цієї галузі успішно функціонувати.

Реальність зазначеного розглянемо на прикладі розвитку виробництва ливарної продукції відповідального призначення з чавуну, зокрема гальмових колодок для рухомого складу залізниці. Надійність, працездатність, фізичні і механічні властивості цих деталей суттєво впливають на безпеку експлуатації рухомого складу та економічні показники залізниці [9]. Наприклад, в статті [10] повідомляється, що шлях екстреного гальмування тепловозів при швидкостях 80 км/год і більше суттєво залежить від структури і твердості поверхні тертя чавунних гальмінівних колодок.

Застарілість і недосконалість нормативно-правової бази є проблемою ливарної галузі, як і важкої промисловості України в цілому. Гальмінні колодки рухомого складу залізниці виготовляються згідно з вимогами стандартів. У виняткових ви-

падках згідно з технічними умовами, розробленими і затвердженими відповідно до законодавства. Національні стандарти на гальмівні колодки для рухомого складу залізниці не гармонізовані з європейськими. Вітчизняна нормативно-правова база неузгоджена з європейською і міжнародною. Зазначимо, що в 90-х роках минулого століття Євразійською радою зі стандартизації, метрології та сертифікації (ЕАСС), до якої тоді входили національні органи зі стандартизації держав, які до розпаду Радянського Союзу були його республіками, прийнято декілька стандартів, що регламентували технічні вимоги до колодок гальмівних чавунних для рухомого складу залізниці, зокрема ГОСТ 30249-97 [11] та інші. Але в подальші роки активна робота в цьому напрямі зупинилася. Деякі міжнародні стандарти, наприклад, ГОСТ 33695-2015, Україна поки що не ввела в дію.

В монографії [9] підкреслено, що на відміну від загальноновизнаної практики стосовно нормативної документації на будь-які матеріали, деталі, машини тощо, удосконаленню нормативно-правової бази (стандартів, технічних умов) і технологічній документації (заводським інструкціям, виробничим регламентам) на виготовлення гальмівних колодок посиленої уваги не приділяється. Водночас розвинута нормативна база є суттєвим резервом у підвищенні якості гальмівних колодок, безпеки руху та економічної ефективності залізниці [9, с. 7]. Оскільки гальмівні колодки для рухомого складу залізниці виготовляють не тільки з чавуну, а й з так званого композиційного матеріалу (гумо-азбестової чи гумо-безазбестової суміші з чавунними вставками або без будь-яких вставок), то завдання щодо удосконалення нормативно-правової і технологічної документації на виробництво гальмівних колодок із чавуну будемо розглядати порівнюючи з аналогічними питаннями щодо зазначених композиційних колодок.

Строки дії в Україні декількох стандартів, які регламентують технічні умови на гальмівні колодки з чавуну, вже закінчилися чи закінчатимуться найближчим часом. Так, вже закінчився строк дії ГОСТ 1205-73. «Колодка тормозная вагонная» (Тип С). Лише до 01.01.2022 року будуть діяти в Україні ГОСТ 30249-97 «Колодка локомотивная тормозная гребневая» (Тип М) і ГОСТ 28186-89 «Колодка тормозная для моторо-вагонного подвижного состава» (Тип Ф). На заміну цим стандартам Євразійська рада зі стандартизації, метрології та сертифікації (ЕАСС) розробила міждержавний стандарт ГОСТ 33695-2015 «Колодки тормозные чугунные для железнодорожного подвижного состава», зареєстрований МДР 14 грудня 2015 року № 11903. Технічні вимоги до гальмових колодок, які визначені цим стандартом, задовільняють вимоги Укрзалізниці. Вітчизняні ливарні підприємства спроможні виготовляти гальмівні колодки згідно з вимогами цього стандарту [2–3]. Тому, на наш погляд, введення у дію в Україні ГОСТ 33695-2015 було б доцільним. Принаймні до розробки та затвердження аналогічного українського стандарту на зазначену продукцію.

Надійність використання у рухомому складі залізниці чавунних гальмівних колодок перевірено сотнею років їх експлуатації в різних кліматичних зонах, при різних навантаженнях і швидкостях потягів. До переваг чавунних гальмівних колодок відносяться висока міцність, хороше відведення тепла, яке виділяється при гальмуванні потягів внаслідок тертя колодки по поверхні колеса, відсутність впливу вологи, снігу, низької температури на коефіцієнт тертя поверхонь колодок і коліс рухомого складу тощо [1, 3, 5, 9 та ін.]. Але останнім часом на залізниці України замість колодок з чавуну збільшується використання гальмівних колодок з так званих «композиційних» матеріалів (азбестової чи безазбестової гумосуміші). Вимоги до таких композиційних колодок сформульовано, наприклад, в ТУ У-6-05495578.017-2001 «Колодки гальмівні композиційні з сітчато-дротовим каркасом для залізничних вантажних вагонів» та інших аналогічних технічних умовах. В монографії [9] наведено висновки, які базуються на даних всебічних досліджень та промислового досвіду експлуатації різних гальмівних колодок на залізниці, і свідчать про те, що гальмівні колодки із азбестової чи безазбестової гумосуміші (композиційного матеріалу) не-регламентованого і неконтрольованого хімічного складу поступаються за основними

технічними показниками гальмівним колодкам із чавуну. Таких висновків дійшли й автори статей [1, 3, 5]. В роботі [5], зокрема, побудовано таблицю, в якій порівнюються показники якості гальмівних колодок для рухомого залізничного транспорту з чавуну і композиційного (гумо-азбестового та гумо-безазбестового) матеріалу з чавунними вставками чи без вставок.

Показано, що оснащення композиційних колодок чавунними вставками з метою покращення відводу тепла із зони тертя колеса з поверхню колеса не рятує ситуацію і зазначену проблему не вирішує. Майже за усіма показниками якості (див. таблицю в статті [5]) композиційні гальмівні колодки із гумосуміші з чавунними вставками або без вставок поступаються чавунним. Міцність чавуну в ~ 15 разів вища, ніж композиційного матеріалу. Внаслідок низької міцності та погіршення експлуатаційних характеристик в осінньо-зимовий період гальмівні колодки із композиційних матеріалів неконтрольованого хімічного складу не гарантують безаварійність гальмівних систем потягів. Низька міцність при стисканні композиційного матеріалу створює небезпеку щодо руйнування колодок при гальмуванні.

Особливо підкреслимо, що, як зазначено на стор. 96–97 названої книги [9] І. Г. Неїжко та співавторів, виробник композиційних колодок навіть у технічних умовах не дає гарантій відносно відсутності негативного впливу колодки на поверхню катання колісних пар. Композиційні колодки «можуть сприяти зниженню довговічності роботи колісних пар і давати негативний результат», а саме пошкоджувати робочу поверхню коліс рухомого залізничного транспорту. Виконані оцінки та отримані на їх підставі висновки свідчать про неефективність використання гальмівних композиційних колодок із гумосуміші з наповнювачами невідомого хімічного складу замість чавунних, виходячи, із економічних показників експлуатації рухомого складу залізниці в цілому. Не кажучи вже про екологічну шкідливість композиційного матеріалу для людей і навколишнього середовища.

В нормативних документах на гальмівні колодки чавун визначається як еталонний матеріал для виготовлення цієї продукції. Підкреслимо, що це зафіксовано у вітчизняних та міжнародних стандартах, у науково-технічній літературі. Поставка гальмівних чавунних колодок на виробництво, а також розробка технічних умов на цю продукцію на підприємствах України відбувається зазвичай за участю АТ «Укрзалізниця». Колодки гальмівні композиційні з гумо-азбестової чи гумо-безазбестової суміші з чавунними вставками та без вставок не відповідають вимогам щодо їх міцності, твердості, екологічності тощо через відсутність у технічних умовах на цю продукцію головної характеристики, а саме хімічного складу композиційного матеріалу, з якого виготовляються колодки. До визначення вимог і регламентації складу компонентів композиційного матеріалу (гумосуміші), хімічного складу кожного інгредієнта доцільно накласти мораторій на дію технічних умов на композиційні гальмівні колодки, а також відкликати підпис Україною Протоколу від 30.09.2018 р. № 113-П щодо прийняття Міждержавною радою із стандартизації, метрології і сертифікації ГОСТ 34434-2018 «Тормозные колодки грузовых железнодорожных вагонов. Технические требования и правила расчета».

Хімічний склад матеріалу, з якого виготовлені гальмівні колодки, визначає їх основні показники якості та експлуатаційні характеристики. Однак головний документ, який визначає вимоги до гальмівних колодок з композиційних матеріалів (азбестової та безазбестової гумосуміші), а саме технічні умови, не містить вимог до хімічного складу цих матеріалів. У результаті на залізницю постачаються композиційні гальмівні колодки без будь-якого контролю хімічного складу матеріалу, з якого вони виготовлені. Порушуються всі законодавчо-нормативні документи стосовно не тільки зазначеного питання, а й функціонування системи стандартизації в державі. Не передбачено будь-якої відповідальності як постачальників гальмівних колодок з композиційних матеріалів, так й залізниці, яка їх експлуатує, за порушення якості колодок та пов'язаних з цим норм безпеки на транспорті. При цьому на залізницях усього світу трапляються випадки аварій потягів через неякісні гальмівні системи рухомого складу.

Технічні умови на колодки гальмівні композиційні для рухомого складу залізниці нині реєструються відповідними державними установами, не зважаючи на відсутність вимог до хімічного складу композиційних матеріалів, з яких виготовляються ці колодки. Цей факт потребує окремого розгляду.

В деяких технічних умовах на композиційні гальмівні колодки визначено допустимі величини азбесто-гумового і силіковмісного пилу синтетичних та мінеральних волокон, речовин, які виділяються в процесі виготовлення гальмівних колодок із композиційної гумосуміші. Але цей шкідливий для здоров'я людей пил виділяється не тільки при виготовленні, а також і при експлуатації колодок внаслідок, їх зношування під час гальмування поїздів. Шкідливість дії цього пилу на людей і довкілля відома [3, 9 та ін.]. Автори статті [12] вважають, що гальмівні колодки із композиційної гумосуміші мають варто заборонити, оскільки при їх експлуатації, внаслідок тертя таких гальмівних колодок по колесам рухомого складу, утворюється отруйний смог навколо потяга, яким дихають люди і забруднюється навколишнє середовище. Згідно з інформацією, наведеною з монографії [9, с. 5], мова йде про сотні тисяч тонн матеріалу гальмівних колодок, який стирається на порох.

Більш детальне порівняння чавунних і композиційних (зокрема з чавунними вставками) гальмівних колодок для рухомого складу залізниці виконано в роботі [5], на яку ми посилаємося.

В доповнення до вищевикладеного необхідно звернути увагу на розглянуте в цій роботі питання про невідповідність вироблених в Україні та Росії композиційних гумо-азбестових чи гумо-безазбестових гальмівних колодок з чавунними вставками або без таких вставок вимогам Європейського Союзу, визначеним в документі UIC 541-4-OR «Гальма – гальма з композиційними гальмівними колодками. Загальні умови для сертифікації композиційних гальмівних колодок». Причина в тому, що в технічних умовах на гальмівні композиційні колодки, які виробляють і експлуатують на залізницях в Україні, Білорусі, Росії, не регламентується хімічний склад та інгредієнти композиційного матеріалу, як UIC 541-4-OR. Слід погодитись з висновками роботи [4], в якій наголошується, що в Україні згідно з ДСТУ 1.5:2015 «Національна стандартизація. Правила розроблення та оформлення національних нормативних документів» вимоги до хімічного складу матеріалу композиційних гальмівних колодок мають бути регламентовані безпосередньо в технічних умовах або в кресленнях, в основному написі чи в електронній структурі виробу. Підкреслимо, що в Європейському Союзі назва «композиційні» належить зовсім іншим гальмівним колодкам, які не мають нічого спільного з гумо-сумішами неконтрольованого складу.

Вдосконалюючи вітчизняні й технічні умови на чавунні колодки насамперед необхідно посилити вимоги до вмісту сірки в чавуні. Зокрема вміст сірки не повинен перевищувати 0,05 %. Сучасна технологія виплавки синтетичного чавуну [2–3, 6 та ін.] дозволяє посилити вимоги до вмісту сірки. Якість колодок буде підвищена за рахунок покращення мікроструктури і механічних властивостей чавуну. По-друге, для посилення контролю якості поверхні чавунних гальмівних колодок на предмет можливої наявності дефектів слід передбачити в нормативній документації виконання дробоструменевої обробки цих виробів.

В технічних інструкціях з виготовлення чавунних колодок слід передбачити можливість використання термічного аналізу [8] під час виплавлення синтетичного чавуну в індукційних електричних печах. Корисним заходом у напрямі підвищення технічного рівня ливарного виробництва в Україні безумовно буде узагальнення вітчизняного досвіду в цій галузі і створення типової технологічної інструкції з виплавлення синтетичного чавуну.

Висновки

- Нормативно-технічна документація (стандарти, технічні умови, технологічні інструкції тощо) у сфері ливарного виробництва потребують удосконалення відповідно до розвитку цієї галузі і гармонізації з європейською нормативно-правовою базою.

- Найкращі показники якості чавунних гальмівних колодок забезпечуються при виготовленні їх із синтетичного чавуну, виплавленого в індукційних печах.
- Вироблені в Україні гальмівні колодки із композиційного матеріалу (гумо-азбестової чи гумо-безазбестової суміші з чавунними вставками або без вставок) не відповідають вимогам нормативно-технічної документації Європейського Союзу на таку продукцію і відповідно не мають перспективи використання у гальмівних системах рухомого складу залізниць Європи.
- При розробці нових і удосконаленні діючих стандартів та технічних умов на гальмівні композиційні колодки необхідно регламентувати в цих нормативних документах вимоги до складу компонентів і вмісту речовин в композиційній гумосуміші та їх хімічний склад.
- Вдосконалюючи діючі й створюючи нові стандарти на чавунні гальмівні колодки необхідно посилити вимоги до хімічного складу чавуну, зокрема зменшити допустимий вміст сірки до 0,05 %. Також доцільно для посилення контролю поверхневих дефектів колодок передбачити їх дробоструменеву обробку.

Список літератури

1. Попов Е. С., Шинский О. И. Анализ показателей качества колодок тормозных и композиционных для железнодорожного подвижного состава. *Литье и металлургия*. 2021. № 1. С. 27–37.
2. Попов Е. С., Мазур В. Л., Шинський О. И. Удосконалення ливарного виробництва в Україні. *Литво*. Металургія, 2021. Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Литво-2021». Запоріжжя, 2021. С. 160–164.
3. Мазур В. Л., Найдек В. Л., Попов Е. С. Характеристика чавунних композиційних колодок для рухомого складу залізниць в Україні. *Литво*. Металургія, 2021. Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Литво-2021». Запоріжжя, 2021. С. 118–122.
4. Горник В. Г., Дацій Н. В. Інвестиційно-інноваційний розвиток промисловості: Монографія. К.: Видавництво НАДУ, 2005. 220 с.
5. Мазур В. Л., Найдек В. Л., Попов Е. С. Порівняння чавунних і композиційних з чавунними вставками гальмівних колодок для рухомого складу залізничної. *Метал и литье Украины*, 29. 2021. № 2 (325). С. 30–39.
6. Шумихин В. С., Лузан П. П., Жельнис М. В. Синтетический чугу́н. К.: Наукова думка, 1971. 159 с.
7. Верховлюк А. М., Нарівський А. В., Могилатенко В. Г. Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва. К.: Видавничий дім «Вініченко», 2016. 224 с.
8. Zakharchenko, E., Sirenko, E., Goncharov, A., and et al. New Computer Method of Derivative Thermal Express Analysis of Cast Iron for Operational Prediction of Quality of Melts and Castings. *Journal of Casting & Materials Engineering*, 2019. Vol. 3. No. 2. P. 31–42.
9. Неижко И. Г., Найдек В. Л., Гаврилюк В. П. Тормозные колодки железнодорожного транспорта. Киев, 2009. 121 с.
10. Климов А. А., Стручков А. В. Результаты исследования влияния твердости и микроструктуры тормозных локомотивных колодок на экстремальное торможение локомотива. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета*. Машиностроение, материаловедение. 2019. Т. 21. № 1. С. 71–76.
11. Колодки тормозные чугунные для локомотивов. Технические условия: ГОСТ 30249-97. Межгосударственный стандарт. Введ. 1999-07-01. Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2005. 11 с.
12. Мартинов І. Е., Негволода К. С. Аналіз чинників, що впливають на ефективність використання автоматичних гальм вантажних вагонів. Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2013, вип. 139. С. 230–235.

Надійшла 10.08.2021

Refereces

1. Popov, E. S., Shinsky, O. I. (2021). Analysis of quality indicators of brake and composite pads for railway rolling stock. *Casting and Metallurgy*. No 1. P. 27–37 [in Russian].

2. Popov, E. S., Mazur, V. L., Shinsky, O. I. (2021). *Improving foundry production in Ukraine*. Lithuania. Metallurgy, 2021 Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference "Casting-2021". Zaporozhye, 2021. P. 160–164 [in Ukrainian].
3. Mazur, V. L., Naidek, V. L., Popov, E. S. (2021). *Characteristics of cast iron composite pads for railway rolling stock in Ukraine*. Lithuania. Metallurgy, 2021 Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference "Casting-2021". Zaporozhye, 2021. P. 118–122 [in Ukrainian].
4. Gornik, V. G., Datsiy, N. V. (2005). *Investment and innovative development of industry: Monograph*. Kyiv: NAPA Publishing House. 220 p. [in Ukrainian].
5. Mazur, V. L., Naydek, V. L., Popov, E. S. (2021). Chavunnyh and composition with chavunny inserts of alvanized pads for a rugged warehouse of zaliznitsy. *Met. lit'e Ukr.* Vol. 29. No. 2 (325). P. 30–39 [in Ukrainian].
6. Shumikhin, V. S., Luzan, P. P., Zhelnis, M. V. (1971). *Synthetic cast iron*. Kyiv: Naukova dumka, 159 p. [in Russian].
7. Verkhovlyuk, A. M., Narivsky, A. V., Mohylatenko, V. G. (2016). *Technologies for obtaining metals and alloys for foundry production*. Kyiv: Vinichenko Publishing House, 224 p. [in Ukrainian].
8. Zakharchenko, E., Sirenko, E., Goncharov, A., and et al. (2019). New Computer Method of Derivative Thermal Express Analysis of Cast Iron for Operational Prediction of Quality of Melts and Castings. *Journal of Casting & Materials Engineering*. Vol. 3. No. 2. P. 31–42.
9. Neizhko, I. G., Naydek, V. L., Gavrilyuk, V. P. (2009). *Railway brake pads*. Kyiv, 121 p. [in Russian].
10. Klimov A. A., Struchkov A. V. (2019). The results of the study of the influence of hardness and microstructure of the locomotive brake pads for extreme braking of the locomotive. *Bulletin PNRPU. Mechanical engineering, materials science*, vol. 21, no. 1. P. 71–76 [in Russian].
11. Brake pads made of cast iron for locomotives. *Tekhnicheskies usloviya: GOST 30249-97. Mezhgosudarstvennyi standart. Vved. 1999-07-01*. Minsk: Mezhgos. sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii. M.: FGUP «Standartinform», 2005. 11 p. [in Russian].
12. Martynov I. E., Nehvoloda K. S. (2013). Analiz chynnykiv, shcho vplyvaiut na efektyvnist vykorystannia avtomatychnykh halm vantazhnykh vahoniv [Analysis of the factors influencing efficiency of use of automatic brakes of freight cars]. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDAZT = Collection of scientific works of UkrDAZT*, iss. 139. P. 230–235. [in Ukrainian].

Recieved 10.08.2021

K. A. Sirenko, PhD (Engin.), Senior Researcher, e-mail: thermoexp.metal@gmail.com
Physic-Technological Institute of Metals and Alloys of the NAS of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

IMPROVEMENT OF REGULATORY AND TECHNICAL DOCUMENTATION FOR FOUNDRY FABRICS

On the example of brake pads for railway rolling stock, trends and prospects for the development of the regulatory framework and technical documentation for the production of cast iron products are analyzed. In the range of foundry products, synthetic cast iron occupies a significant segment in terms of volume, including the production of brake pads for railway rolling stock. The advantages of the process of manufacturing brake pads from synthetic cast iron in comparison with the use of cupola cast iron are considered. An indicator of the quality of synthetic cast iron is the low level of its contamination by non-metallic inclusions in compliance with strict requirements for the structure and mechanical properties of the finished foundry. In synthetic cast iron, designed for the manufacture of brake pads, a special role is played by the size, shape and other parameters of graphite inclusions in its microstructure, which affect the mechanical and frictional properties of the material. Innovative technology of smelting of synthetic cast iron allows to receive necessary operational characteristics of brake pads. Problems have been identified regarding the compliance of regulatory and technical documentation that hinder the expansion of the production of cast iron brake pads for railway rolling stock. The directions of development of standards and technical conditions which regulate requirements to chemical composition, microstructure, plasticity and durability of material of such brake pads are offered. Analysis of the quality of foundry products from cast iron, which is smelted at Ukrainian plants, shows that the regulatory framework, technical documentation and technological instructions for its manufacture need to be improved by strengthening the requirements for the chemical composition and properties of cast iron. The improvement of ferroalloys used in the smelting of synthetic cast iron in electric induction furnaces creates the preconditions for reducing its contamination by harmful non-metallic inclusions and increasing the yield. This factor should be

reflected in the standards on cast iron brake pads. As a result, opportunities to reduce metal costs and save electricity in industrial production will increase. Improving the requirements of standards and technical conditions for brake pads is one of the most important ways to reduce the cost of cast iron and reduce the specific consumption of cost ferroalloys and alloying elements by working on the lower limit of the chemical composition of the melt. The main parameters of the technology of manufacturing brake pads from synthetic cast iron, which are enshrined in the factory technological instructions, must be justified by the results of theoretical and experimental studies. The urgent task is to improve this technological documentation by reflecting modern scientific achievements and practical experience in optimizing foundry processes. In the technological instructions for the manufacture of brake pads for railway rolling stock it is necessary to provide material-energy modes of smelting of synthetic cast iron in modern electric induction furnaces. Based on the results of research performed, in particular, at the Institute of Physics and Technology of Metals and Alloys of the National Academy of Sciences of Ukraine and other scientific institutions, and practical experience of foundries, it is recommended to develop a standard technological instruction for the production of cast iron brake pads. In a typical technological instruction it is necessary to generalize and adapt to the production conditions of foundries scientifically sound and recognized in practice the technology of smelting synthetic cast iron for the manufacture of brake pads. Recommendations are given on the need to strengthen the requirements of standards and technical conditions for brake pads made of composite (rubber-asbestos and rubber-asbestos-free) materials for railway rolling stock. Mandatory requirement for standards and technical conditions for composite brake pads with cast iron inserts or without such inserts is the regulation of the components of the composite rubber mixture and their chemical composition. Increasing the requirements of standards and specifications for these cast iron products in general comes down to optimizing the permissible ranges of carbon, manganese, silicon, phosphorus and reducing sulfur. The need to solve at the state level the task of improving the standards for brake pads for the railway was emphasized. Manufacturers of synthetic cast iron need to expand the range of products they supply for export. To solve this problem, it is necessary to harmonize Ukrainian standards for foundry products with European ones. Insufficient attention is paid to this issue at the state level, which weakens the position of Ukrainian foundries in the domestic and foreign markets. State regulation of market relations between producers and consumers of cast iron products through the improvement of the regulatory framework is a necessary measure to ensure the development of the foundry subsector of the industrial complex of Ukraine.

Keywords: *foundry production, brake pads for railway transport, cast iron, standards, technical requirements, technological instructions, improvements.*