

**Фесенко Максим Анатолійович,**

кандидат технічних наук, доцент, науковий співробітник  
ДНДІ МВС України, м. Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0001-8218-4154

**Фесенко Анатолій Миколайович,**

кандидат технічних наук, доцент, перший проректор ДДМА,  
м. Краматорськ, Україна  
ORCID ID 0000-0002-5224-8070

**Кучинський Юрій Дмитрович,**

кандидат юридичних наук, завідувач науково-дослідної лабораторії  
ДНДІ МВС України, м. Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0003-0485-4778

**Филь Руслан Сергійович,**

кандидат юридичних наук, начальник відділу ДНДІ МВС України,  
м. Київ, Україна  
ORCID ID 0000-0002-5680-875X

## ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ЧАВУННИХ ДЕТАЛЕЙ ЗІ ЗНОСОСТІЙКОЮ ТА УДАРОСТІЙКОЮ ЧАСТИНАМИ З ОДНОГО РОЗПЛАВУ

*У статті наведені результати досліджень нових технологічних способів виготовлення чавунних литих деталей, які кристалізуються в одній частині з білого зносостійкого чавуну, а в іншій частині – з в'язкого ударостійкого високоміцного чавуну з кулястим графітом із застосуванням внутрішньоформового оброблення модифікувальними або легувальними добавками одного базового розплаву. Підтверджено можливість реалізації запропонованих способів, а також наведені умови, що забезпечують диференціацію структури та властивостей у локальних частинах литих чавунних деталей. Показана перспективність способів для виготовлення промислових деталей широкого призначення.*

**Ключові слова:** спосіб, чавунні литі деталі, білий зносостійкий чавун, високоміцний чавун із кулястим графітом, механічна перегородка, горизонтальна та вертикальна плита.

*В данной статье приведены результаты исследований новых технологических способов изготовления чугуновых литых деталей, кристаллизующихся в одной части из белого износостойкого чугуна, а в другой части – из вязкого ударостойкого высокопрочного чугуна с шаровидным графитом с применением внутриформенной обработки модифицирующими или легирующими добавками базового расплава, выплавленного в одном плавильном агрегате. Подтверждена возможность реализации предложенных способов, а также приведены условия, обеспечивающие дифференциацию структуры и свойств в локальных частях литых чугуновых*

© Fesenko Maksym, Fesenko Anatolii, Kuchynskiy Yurii, Fyl Ruslan, 2019

DOI (Article): <https://doi.org/>

Issue 4(59) 2019

<http://suchasnaspetstehnika.com/>

деталей. Показана перспективність способів для виготовлення промислових деталей широкого призначення.

**Ключевые слова:** *способ, чугунные литые детали, белый износостойкий чугун, высокопрочный чугун с шаровидным графитом, механическая перегородка, горизонтальная и вертикальная плита.*

**Постановка проблеми.** Специфіка виконання службових завдань підрозділами системи Міністерства внутрішніх справ України вимагає оновлення або модернізації спеціалізованої техніки, характеристики якої мають відповідати умовам та потребам сьогодення. До таких вимог належать: підвищення надійності та строку експлуатації техніки, збільшення швидкості її пересування, забезпечення проходження на важкодоступній місцевості тощо.

Одна з основних причин передчасного виходу з ладу такої техніки – це абразивний знос деталей механізмів або їх робочих частин. Причому в умовах експлуатації інтенсивному зношуванню переважно піддається не вся деталь, а тільки її робочий шар або окремий елемент, який контактує з абразивом. Інша частина деталі, яка руйнується найчастіше від непередбачених аварійних ударних перевантажень, виконує функцію монтажної основи для кріплення всієї деталі або механізму.

Необхідно, щоб робоча поверхня (шар, частина) таких деталей мали високу твердість та зносостійкість, а монтажна частина (елемент) деталі – ударостійкість, в'язкість і на відміну від твердого робочого шару, задовільну оброблюваність різанням.

Достатню високу твердість і зносостійкість може забезпечити дешевий конструкційний матеріал – білий чавун із перліто-цементитною структурою (рис. 1, а), а підвищену пластичність монтажної частини – чавун із кулястим графітом ферито-перлітного класу (рис. 1, б) [1]. Однак деталі з одночасним поєднанням таких чавунів практично не використовуються.

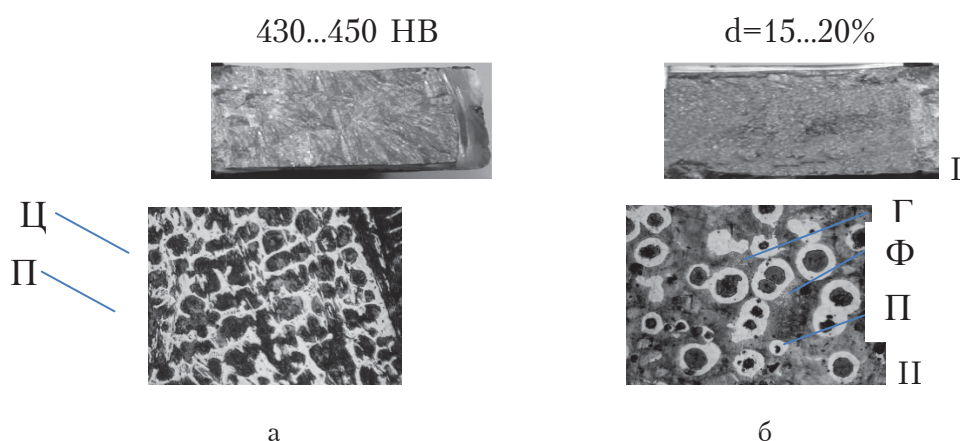


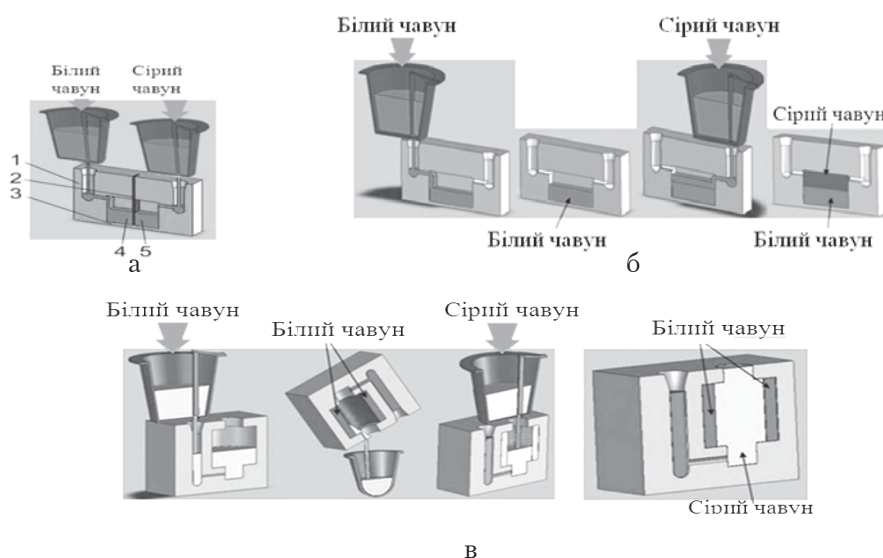
Рис. 1. Макроструктура зламу (I), мікроструктура (II) білого чавуну та високоміцного чавуну з кулястим графітом (Ч100): П – перліт, Ц – цементит, Г – графіт, Ф – ферит

© Fesenko Maksym, Fesenko Anatolii, Kuchynskiyi Yurii, Fyl Ruslan, 2019

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** У промисловості чавунні деталі з різною структурою та властивостями виробляють різними способами, найбільш ефективними серед яких є методи лиття. Традиційні методи лиття передбачають заливання в загальну ливарну форму рідких чавунів різного хімічного складу з встановленою розділовою перегородкою між ними (рис. 2, а), послідовним заливанням в ливарну форму рідких чавунів через дві незалежні ливникові системи з паузою між заливанням (рис. 2, б), виливанням із форми рідких чавунів із доливанням серцевини чавуном іншого хімічного складу (рис. 2, в) [2; 3].

Зазначені ливарні методи потребують використання двох плавильних агрегатів для синхронного (паралельного) виплавляння чавунів різних складів або виплавляння одного розплаву з наступним позапічним обробленням його частини (порції) до заливання форми, що є суттєвими їх недоліками і часто стримує широке впровадження в практику.

Для зменшення або усунення перелічених недоліків у статті запропоновано та досліджено нові технологічні способи виготовлення чавунних виливків зі зносостійкою та ударостійкою частинами з одного базового розплаву. В основі цих способів – можливість управління литою структурою та властивостями чавуну за рахунок оброблення базового розплаву в ливарній формі модифікувальними або легувальними добавками, розміщеними в проточних реакційних камерах ливникової системи [4].



1 – верхня півформа; 2 – металева перегородка; 3 – нижня півформа;  
4, 5 – розплави чавунів різного хімічного складу

Рис. 2. Схеми виготовлення чавунних деталей з диференційованою структурою та властивостями із застосуванням традиційних методів лиття

Ідея способів полягає в тому, що базовий рідкий чавун, кристалізація якого відбувається з виділенням графіту (СЧ), виплавлений в одному плавильному

© Fesenko Maksym, Fesenko Anatolii, Kuchynskiy Yurii, Fyl Ruslan, 2019

DOI (Article): <https://doi.org/>

Issue 4(59) 2019

<http://suchasnaspetstehnika.com/>

агрегаті, заливається до ливарної форми через канали загальної горизонтальної (рис. 3, а) або ярусної (рис. 3, б) ливникової системи, в якій він розділяється на два потоки.

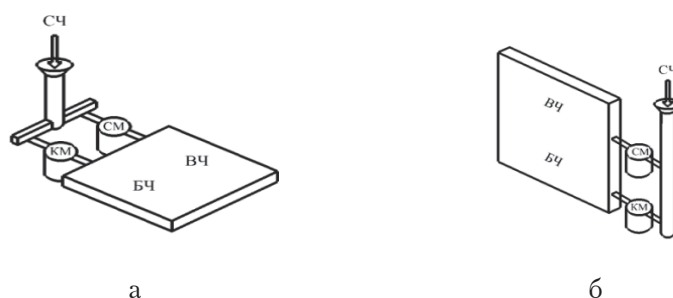


Рис. 3. Схеми конструктивно-технологічних варіантів виготовлення виливків із диференційованими властивостями

Перший потік направляє в одну частину порожнини форми з обробленням у реакційній камері карбідоутворювальним модифікатором (КМ) для забезпечення формування в частині литої деталі білого зносостійкого чавуну (БЧ), а другий в іншу частину тієї ж порожнини форми з обробленням в іншій реакційній камері сфероїдизувальним модифікатором (СМ) для отримання в частині деталі високоміцного чавуну з кулястим графітом (ВЧ) (рис. 3) [5–16].

З огляду на високу чутливість методу внутрішньоформового модифікування до хімічного складу базового розплаву чавуну, а також до умов лиття та модифікування необхідно було провести ряд експериментів для пошуку та встановлення оптимальних технологічних режимів запропонованих способів виготовлення литих деталей (виливків) з робочою зносостійкою та в'язкою ударостійкою частинами.

**Метою** дослідження є розроблення нових способів диференціації структури та властивостей металу в чавунних виливках із застосуванням внутрішньоформового модифікування одного базового розплаву.

**Виклад основного матеріалу.** Для досліджень обрані експериментальні виливки – горизонтальна та вертикальна плита розміром 240x240x25 мм, які моделюють промислові деталі типу: вінці, насадки, важелі, ножі, інструмент різного призначення тощо.

Попередніми дослідженнями з застосуванням методів математичного та фізичного моделювання проаналізовані гідродинамічні та теплофізичні процеси, що відбуваються при заповненні ливарної форми розплавами, а також визначені оптимальні умови формування литих деталей із диференційованими властивостями.

Встановлено, що при виготовленні виливків із заливанням розплаву через канали загальної горизонтальної або ярусної ливникової системи, диференціація структури та властивостей забезпечується за наявності механічного бар'єра у вигляді перегородки, яка залишалася б до моменту заповнення порожнини форми розплавами та початком їх кристалізації, а також надійно з'єднувалася з металом виливка (рис. 4).

© Fesenko Maksym, Fesenko Anatolii, Kuchynskiy Yurii, Fyl Ruslan, 2019

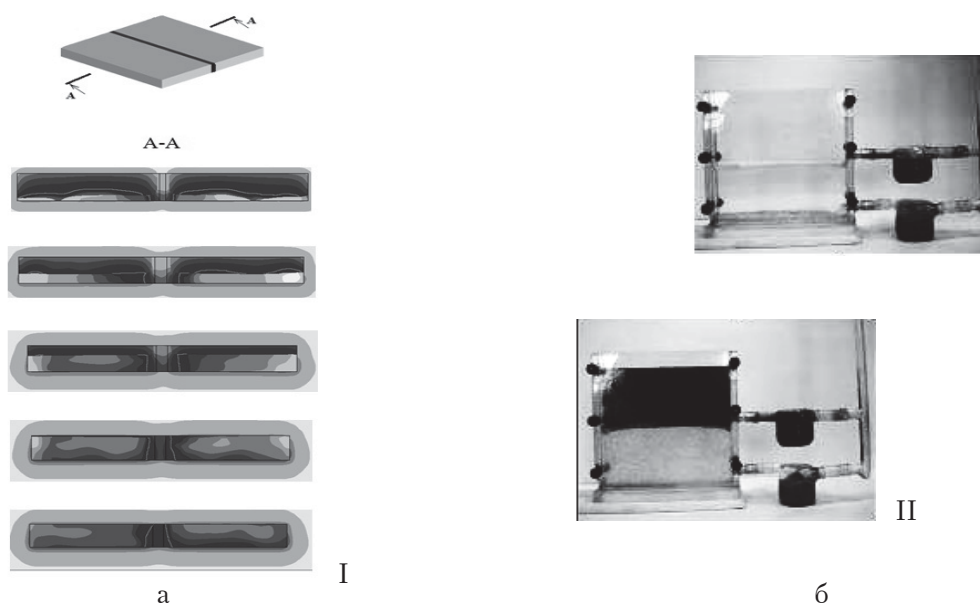


Рис. 4. Результати математичного (I) і фізичного (II) моделювання процесів виготовлення виливків: горизонтальна (а) та вертикальна (б) плита з диференційованими властивостями та застосуванням механічної перегородки

Як бар'єр можна використовувати металеву перегородку заданої товщини, наприклад із чавуну або сталі. Також при виборі товщини перегородки необхідно враховувати температуру розплаву, що заливається в порожнину форми, зі збільшенням якої залишкова товщина перегородки в результаті підплавлення зменшується (рис. 5). Це, у свою чергу, може призводити до утруднення виготовлення литих деталей з різною структурою та властивостями в їх локальних частинах (зонах).

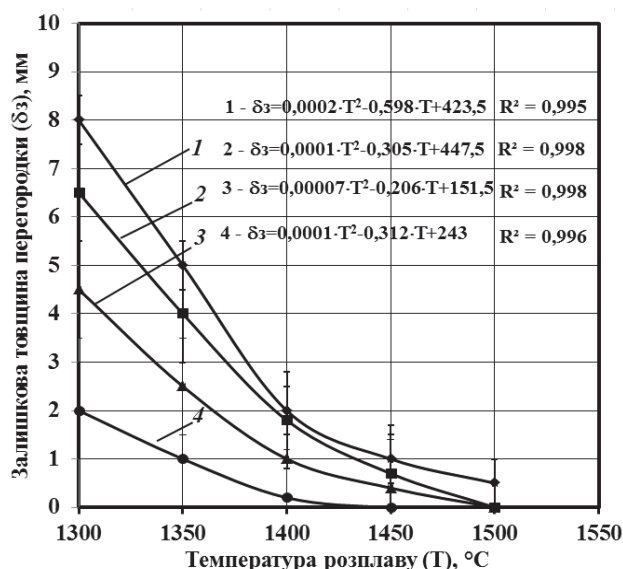


Рис. 5. Зміна залишкової товщини перегородки із чавуну залежно від температури розплаву: 1 – початкова товщина чавунної перегородки 10 мм, 2–7 мм, 3–5 мм, 4–3 мм

© Fesenko Maksym, Fesenko Anatolii, Kuchynskiyi Yurii, Fyl Ruslan, 2019

Для перевірки результатів моделювання проведено натурні експерименти на чавунних виливках.

Базовий чавун, кристалізація якого відбувається з виділенням графіту (СЧ) такого хімічного складу  $C=3,6...3,8\%$ ,  $Si=1,8...2,0\%$ ,  $0,5...0,7\%$  Mn, до  $0,05\%$  S, до  $0,1\%$  P виплавляли в індукційній тигельній печі ІЧТ-006 на шихті з доменного переробного чавуну (марки ПЛ1 ДСТУ 3133-95) та сталевго брухту (марки Ст. 3 ДСТУ 4121-2002). Як карбідоутворювальні добавки для внутрішньоформового оброблення розплаву для одержання структури та властивостей зносостійкого білого чавуну використовували ферохром марки ФХ900 (ГОСТ 4757-91). Для сфероїдизувального модифікування в ливарній формі розплаву для отримання в частині вилівка високоміцного чавуну з кулястим графітом використовували феросиліцій-магнієвий сплав VL63M (виробництва Німеччини). Кількість добавок із розмірами часток  $1,0...5,0$  мм, які завантажувались до реакційних камер, виконаних у вигляді пінополістиролової оболонки, у всіх експериментах складала  $2,0\%$  від маси оброблювального розплаву.

Як механічні бар'єри для попередження змішування потоків розплавів у порожнині форми відібрано перегородки прямокутної форми  $250 \times 30$  мм товщиною  $1,0, 2,0, 3,0$  мм із катаної сталі Ст. 3, а також товщиною  $0,5, 1,0$  та  $1,3$  мм із оцинкованої сталі Ст. 08, які покриті шаром цинку  $60...80$  мкм (ГОСТ 3640-94). Перегородки встановлювалися по вісі симетрії порожнини форми. Піщані форми заливали з ручного ковша при температурі  $1400, 1450$  і  $1500 \pm 10$  °С.

Встановлено, що під час заливання рідкого чавуну при температурі  $1500 \pm 10$  °С перегородки товщиною  $0,5, 1,0, 1,3$  мм розчинялися в об'ємі вилівка, що призводило до гідродинамічного перемішування розплавів і кристалізації вилівок із однорідною структурою. Перегородки товщиною  $2,0$  і  $3,0$  мм залишалися у вилівку та з'єднувалися з його металом і забезпечували диференціацію структури та властивостей вилівок.

При заливанні чавуну за температури  $1400$  і  $1450 \pm 10$  °С всі перегородки залишалися.

Під час візуального огляду макроструктури зламів вилівок встановлено, що при використанні перегородок із катаної сталі марки Ст. 3 в більшості випадків у зоні контакту перегородки і чавунів передбачалося формування газової поруватості і раковин, у результаті виникнення оксидів заліза внаслідок окиснення пластини, а також виділення газів із форми в процесі її заливання. Незважаючи на те, що поверхню пластин перед встановленням їх у форму зачищали від іржі, вологи та масел, використання перегородок із вуглецевої сталі не дає стабільних результатів. Після ударних навантажень такі вилівки руйнувалися в контактній зоні перегородки з чавуном.

Сталеві перегородки з цинковим покриттям надійно з'єднувалися з частинами вилівок і забезпечували диференціацію структури та властивостей в одній частині із білого чавуну з перліто-цементитною структурою з вмістом цементиту Ц40 та зайнятою ним площею Цп13000 (відповідно до ГОСТу 3443-87). У іншій частині чавун з кулястим графітом правильної форми ШГф5, діаметром ШГд45 рівномірно розподілений у полі шліфа ШГр1, у кількості ШГ6 у перліто-феритній матриці (П85Ф15) (відповідно до ГОСТу 3443-87). У центральній частині такої вилівки формувалася перехідна зона зі щільним з'єднанням модифікованих чавунів із сталевгою перегородкою без газових дефектів (рис. 6). Це пояснюється тим, що в процесі контакту розплавів і перегородки виділяється оксид цинку, який захищає перегородку від окислення в контактній зоні.

© Fesenko Maksym, Fesenko Anatolii, Kuchynskyi Yurii, Fyl Ruslan, 2019

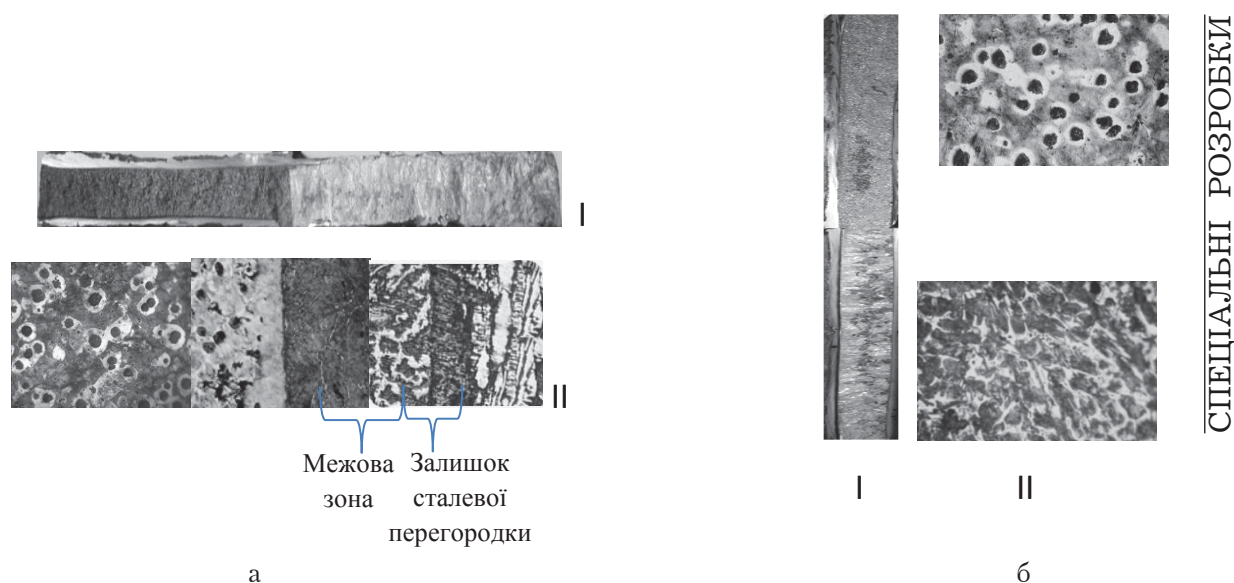


Рис. 6. Макроструктури (I), мікроструктури (II) частин виливків горизонтальної (а) та вертикальної (б) плити

Мікроструктура перехідної зони таких виливків складається із залишків сталеві перегородки, а також межової безвуглецевмішуючої зони, подібної до перлітної структури між чавуном та перегородкою (рис. 6, а). Міцність на розривання перехідної зони знаходиться на рівні 420...450 МПа.

**Висновки.** Таким чином, проведені дослідження підтверджують можливість реалізації запропонованих технологічних способів диференціації структури та властивостей чавуну в частинах литих деталей, які одержуються шляхом внутрішньоформового модифікування в окремих реакційних камерах базового розплаву, виплавленого в одному плавильному агрегаті, що заливається через загальну горизонтальну та ярусну ливникові системи.

Результати досліджень свідчать про перспективність застосування запропонованих способів на підприємствах із виготовлення деталей машин, механізмів та іншої спеціальної техніки, які працюють в умовах статичних та динамічних навантажень, а також абразивного зношування. Впровадження таких способів не потребує використання додаткового дорогого обладнання, а також покращує умови праці на підприємствах.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Худокормов Д.Н. Производство отливок из чугуна. Мн.: Вышэйшая школа, 1987. 197 с.
2. Гидродинамические особенности процессов получения биметаллических отливок / Г.Д. Костенко, О.А. Пеликан, Ю.Н. Романенко, Д.Г. Костенко. Процессы литья. 2006. № 1. С. 69–73.
3. Технологические особенности производства биметаллических (многослойных) отливок повышенной износостойкости / В.В. Ширяев и др. Металл и литье Украины. 2009. № 7–8. С. 52–56.
4. Фесенко М.А., Фесенко А.Н., Косячков В.А. Внутриформенное модифицирование для получения чугунных отливок с дифференцированной структурой и свойствами. Литейное производство. 2010. № 1. С. 7–12.
5. Спосіб виготовлення виливків із диференційованими структурою та властивостями: пат. № 42795 U2009 00009, B22D27/00; заявл. 05.01.2009; опубл. 27.07.2009, Бюл. № 14.

© Fesenko Maksym, Fesenko Anatolii, Kuchynskiy Yurii, Fyl Ruslan, 2019

DOI (Article): <https://doi.org/>

Issue 4(59) 2019

<http://suchasnaspetstechnika.com/>

6. Спосіб виготовлення виливків з диференційованими структурою та властивостями: пат. № 37319 U 2008 07447, B22D27/00; заявл. 30.05.2008; опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22.
7. Спосіб виготовлення виливків із диференційованими структурою та властивостями: пат. № 42477 U 2009 00188, B22D 27/00; заявл. 12.01.2009; опубл. 10.07.2009, Бюл. № 13.
8. Спосіб виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями: пат. № 54266 U 2009 13097, B22D27/00; заявл. 16.12.2009; опубл. 11.11.2010, Бюл. № 21.
9. Ступінчаста ливниково-модифікуюча система: пат. № 42772 U 2008 14693, B22C9/00; заявл. 22.12.2008; опубл. 27.07.2009, Бюл. № 14.
10. Ливникова система для виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями з одного вихідного (базового) розплаву: пат. № 51879 U 2009 13661, B22D 27/00; заявл. 28.12.2009; опубл. 10.08.2010, Бюл. № 15.
11. Ливникова система для виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями з одного вихідного (базового) розплаву: пат. № 52256 U 2009 13741, B22D 27/00; заявл. 28.12.2009; опубл. 25.08.2010, Бюл. № 16.
12. Ступінчаста ливникова система для модифікування чавуну в ливарній формі: пат. № 41783 U 2008 14684, B22C 9/00; заявл. 22.12.2008; опубл. 10.06.2009, Бюл. № 11.
13. Ступінчаста (ярусна) ливникова система для виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями з одного вихідного (базового) розплаву: пат. № 51909 U 2010 00181, B22D 27/00; заявл. 11.01.2010; опубл. 10.08.2010, Бюл. № 15.
14. Ступінчаста (ярусна) ливникова система для виготовлення виливків з диференційованими структурою і властивостями з одного вихідного (базового) розплаву: пат. № 52274 U 2010 00245, B22D 27/00; заявл. 13.01.2010; опубл. 25.08.2010, Бюл. № 16.
15. *Фесенко Е.В., Ямшинский М.М., Фесенко М.А.* Новый способ получения двухслойных отливок с износостойкой рабочей поверхностью и вязкой ударостойкой сердцевиной. *Металлургия машиностроения.* 2016. № 1. С. 30–33.

## REFERENCES

1. *Khudokormov D.N.* (1987) *Proizvodstvo otlivok iz chuguna.* "Production of iron castings". Mn.: Higher School. 1974 p. [in Russian].
2. *Gidrodinamicheskiye osobennosti protsessov polucheniya bimetallicheskich otlivok.* "Hydrodynamic features of the processes for producing bimetallic castings" / G.D. Kostenko, O.A. Pelican, Yu.N. Romanenko, D.G. Kostenko. *Casting processes.* 2006. No. 1. P. 69–73 [in Russian].
3. *Tekhnologicheskiye osobennosti proizvodstva bimetallicheskich (mnogosloynnykh) otlivok povyshennoy iznosostoykosti.* "Technological features of the production of bimetallic (multilayer) castings of increased wear resistance" / V.V. Shiryayev et al. *Metal and casting of Ukraine.* 2009. No. 7–8. P. 52–56 [in Russian].
4. *Fesenko M.A., Fesenko A.N., Kosyachkov V.A.* (2010) *Vnutriformennoye modifitsirovaniye dlya polucheniya chugunnykh otlivok s differentsirovannymi strukturoy i svoystvami.* "Intra-formed modification to produce cast iron castings with differentiated structure and properties". *Foundry production.* No. 1. P. 7–12. [in Russian].
5. *Sposib vyhotovlennia vylyvkv iz dyferentsiiovanymy strukturoiu ta vlastyvestiamy:* pat. № 42795 U2009 00009, V22D27/00; zaiavl. 05.01.2009; opubl. 27.07.2009, Biul. № 14. "A method of manufacturing castings with differentiated structure and properties: US Pat. 42795 U2009 00009, B22D27 / 00; claimed 05.01.2009; publ. July 27, 2009, Bul. No. 14" [in Ukrainian].
6. *Sposib vyhotovlennia vylyvkv z dyferentsiiovanymy strukturoiu ta vlastyvestiamy:* pat. № 37319 U 2008 07447, V22D27/00; zaiavl. 30.05.2008; opubl. 25.11.2008, Biul. № 22. "A method of manufacturing castings with differentiated structure and properties: US Pat. No. 37319 U 2008 07447, B22D27 / 00; claimed 30.05.2008; publ. 25/11/2008, Bul. No. 22" [in Ukrainian].
7. *Sposib vyhotovlennia vylyvkv iz dyferentsiiovanymy strukturoiu ta vlastyvestiamy:* pat. № 42477 U 2009 00188, V22D 27/00; zaiavl. 12.01.2009; opubl. 10.07.2009, Biul. No. 13. "A method of manufacturing castings with differentiated structure and properties: US Pat. No. 42477 U 2009 00188, B22D 27/00; claimed 12.01.2009; publ. July 10, 2009, Bul. No. 13" [in Ukrainian].
8. *Sposib vyhotovlennia vylyvkv z dyferentsiiovanymy strukturoiu i vlastyvestiamy:* pat. № 54266 U 2009 13097, V22D27/00; zaiavl. 16.12.2009; opubl. 11.11.2010, Biul. № 21. "A method of manufacturing castings with differentiated structure and properties: US Pat. No. 54266 U 2009 13097, B22D27 / 00; claimed 16.12.2009; publ. 11/11/2010, Bul. No. 21" [in Ukrainian].
9. *Stupinchasta lvnnykovo-modyfikuiucha systema:* pat. № 42772 U 2008 14693, V22S9/00; zaiavl. 22.12.2008; opubl. 27.07.2009, Biul. No. 14. "Step ladle-modifying system: Pat. No. 42772 U 2008 14693, B22C9 / 00; claimed 22.12.2008; publ. July 27, 2009, Bul. No. 14" [in Ukrainian].

© Fesenko Maksym, Fesenko Anatolii, Kuchynskyi Yurii, Fyl Ruslan, 2019



10. Lyvnykova systema dlia vyhotovlennia vylyvkiv z dyferentsiiovanymy strukturoiu i vlastyvosyamy z odnogo vykhidnoho (bazovoho) rozplavu. "Foundry system for making castings with differentiated structure and properties from one source (base) melt": Pat. No. 51879 In 2009 13661, B22D 27/00; claimed 28.12.2009; publ. 08/10/2010, Bul. No. 15" [in Ukrainian].

11. Lyvnykova systema dlia vyhotovlennia vylyvkiv z dyferentsiiovanymy strukturiu i vlastyvosyamy z odnogo vykhidnoho (bazovoho) rozplavu. "Foundry system for making castings with differentiated structure and properties from one source (base) melt: Pat. No. 52256 In 2009 13741, B22D 27/00; claimed 28.12.2009; publ. 08/25/2010, Bul. No. 16" [in Ukrainian].

12. Stupinchata lyvnykova systema dlia modyfikuvannia chavunu v lyvarnii formi. "Stair casting system for cast iron modification in casting: Pat. No. 41783 U 2008 14684, B22C 9/00; claimed 22.12.2008; publ. 10/06/2009, Bul. No. 11" [in Ukrainian].

13. Ctupinchata (yarusna) lyvnykova systema dlia vyhotovlennia vylyvkiv z dyferentsiiovanymy strukturoiu i vlastyvosyamy z odnogo vykhidnoho (bazovoho) rozplavu. "Stepped (tiered) casting system for making castings with differentiated structure and properties from one source (base) melt: Pat. No. 51909 In 2010 00181, B22D 27/00; claimed 11.01.2010; publ. 08/10/2010, Bul. No. 15. [in Ukrainian].

14. Ctupinchata (yarusna) lyvnykova systema dlia vyhotovlennia vylyvkiv z dyferentsiiovanymy strukturoiu i vlastyvosyamy z odnogo vykhidnoho (bazovoho) rozplavu. "Stepped (tiered) casting system for making castings with differentiated structure and properties from one source (base) melt: Pat. No. 52274 In 2010 00245, B22D 27/00; claimed 13.01.2010; publ. 08/25/2010, Bul. No. 16" [in Ukrainian].

15. *Fesenko Ye.V., Yamshinsky M.M., Fesenko M.A.* (2016) Novyi sposob polucheniya dvukhsloynnykh otlivok s iznosostoykoy rabochey poverkhnostyu i vyazkoy udarostoykoy serdtsevinoy. "A new method of producing double-layer castings with a wear-resistant working surface and a viscous shock-resistant core". Metallurgy of mechanical engineering. No. 1. P. 30–33 [in Russian].

UDC 621.74.02

**Fesenko Maksym,**

Candidate of Technical Sciences, Docent, Researcher Officer, State Research Institute MIA Ukraine, Kyiv, Ukraine,  
ORCID ID 0000-0001-8218-4154

**Fesenko Anatolii,**

Candidate of Technical Sciences, Docent, First Vice-Rector of Donbass State Machine-Building Academy, Kramatorsk, Ukraine,  
ORCID ID 0000-0002-5224-8070

**Kuchynskiyi Yurii,**

Candidate of Juridical Sciences, Head of the Research Laboratory, State Research Institute MIA Ukraine, Kyiv, Ukraine,  
ORCID ID 0000-0003-0485-4778

**Fyl Ruslan,**

Candidate of Juridical Sciences, Head of the Department, State Research Institute MIA Ukraine, Kyiv, Ukraine,  
ORCID ID 0000-0002-5680-875X

**FEATURES OF CAST-IRON PARTS  
WITH WEAR-RESISTANT AND SHATTERPROOF PARTS  
FROM THE SAME MELTDOWN**

In this article the results of researches concerning new technological methods of production of cast iron parts (castings) with differentiated properties in their local parts from the base melt melted in one melting aggregate are given.

© Fesenko Maksym, Fesenko Anatolii, Kuchynskiyi Yurii, Fyl Ruslan, 2019

DOI (Article): <https://doi.org/>

Issue 4(59) 2019

<http://suchasnaspetstehnika.com/>

It is noted that using cast iron castings with differentiated properties is a promising area of various industries for the design of new machines, mechanisms and other special equipment with improved performance characteristics.

It is stressed that cast iron parts with differentiated properties, especially with the combination of parts made of wear-resistant white and shatterproof high-strength cast irons, are practically not used in industry.

The most widespread foundry methods of production of cast iron with differentiated properties have been analyzed and their main drawbacks have been revealed, which promoted the development of new foundry methods and conduction of corresponding researches.

According to the new technological methods the differentiation of cast iron structure and properties in different parts of castings is achieved due to the in-shno-form processing of the base melt flow, which is melted in one melting unit, in separate reaction chambers of the casting system of the casting mold of carbido-utvoryuvalnym and spheroidalnym additives. This makes it possible to manufacture castings with a combination of the structure and properties of wear-resistant white cast iron and high-strength high-strength cast iron with spheroidal graphite, designed for use in shock-free as well as shock-abrasive wearing.

Mathematical and physical modeling and full-scale experiments were carried out, which confirmed the possibility of realization of the proposed technological methods and made it possible to establish optimal conditions and modes of formation of differentiated structures and properties in castings.

The advantages of the proposed technological methods of differentiating the structure and properties of metal castings, as well as the prospects of their use in various industries for a wide range of cast products are highlighted.

**Keywords:** method, cast iron parts, white wear-resistant cast iron, high-strength spheroidal graphite cast iron, mechanical partition, horizontal and vertical slabs.

Отримано 17.10.2019