

УДК 621.746

doi:10.20998/2413-4295.2021.02.01

НОВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗМІННИХ ДЕТАЛЕЙ ГРУНТООБРОБНОЇ СІЛЬГОСПТЕХНІКИ

М. Г. АСКЕРОВ

відділ № 10, ІПМНАН України, Київ, УКРАЇНА
e-mail: mukafatask@gmail.com

АНОТАЦІЯ Представлений аналіз результатів практичного застосування литих змінних деталей навісного ґрунтообробних сільгосптехніки при експлуатації в ряді аграрних підприємств Полтавської області при обробці понад 60 тисяч гектарів протягом декількох лет. Приведені порівняльні дані ресурсу деталей виготовлених з високоміцного бейнітного чавуну і сталевих серійних аналогів вітчизняного та зарубіжного виробництва. Вказані переваги способу виготовлення методами лиття в порівнянні з традиційним способом виготовлення методом штампування. Дана технологія дозволяє легко вносити корективи в конструкцію лап культиваторів тим самим забезпечуючи нову якість обробки ґрунту і підрізання кореневої системи бур'янів, що усуває необхідність застосування гербіцидів. В основу даної технології покладено застосування композиційних комплексних модифікаторів, що виготовляються прокаткою порошкових сумішей з пластичних і крихких компонентів при необхідному дотриманні пропорцій їх співвідношення. Використання порошкових прокатних модифікаторів забезпечує необхідні властивості і структуру литого металу необхідні для проведення подальшої термічної обробки. Обґрунтовано отримання високої зносостійкості литих виробів завдяки появі TRIP-ефекту і постійного оновлення зносостійкого поверхневого шару при роботі.

Ключові слова: композиційні комплексні модифікатори; високоміцний бейнітний чавун; TRIP-ефект

NEW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF REPLACEABLE PARTS OF TILLAGE AGRICULTURAL MACHINERY

M. ASKEROV

Department № 10, IPMS NAS of Ukraine, Kiev, UKRAINE

ABSTRACT The analysis of results of practical application of cast replaceable details of hinged tillage agricultural machinery at operation in a number of the agricultural enterprises of the Poltava region at processing of more than 60 thousand hectares within several years is presented. Comparative data of the resource of parts made of high-strength bainitic cast iron and steel serial analogues of domestic and foreign production are given. The advantages of the method of manufacturing by casting methods in comparison with the traditional method of manufacturing by stamping. This technology allows you to easily make adjustments to the design of the cultivator legs, thus providing a new quality of tillage and pruning of the root system of weeds, which eliminates the need for herbicides. The basis of this technology is the use of composite complex modifiers made by rolling powder mixtures of plastic and brittle components with the necessary observance of the proportions of their ratio. The use of powder rolled modifiers provides the necessary properties and structure of the cast metal required for further heat treatment. It is substantiated to obtain high wear resistance of cast products due to the appearance of TRIP-effect and constant updating of wear-resistant surface layer during operation.

Keywords: composite complex modifiers; high-strength bainite cast iron; TRIP effect

Вступ

Високоміцний чавун з кулястою формою графіту (ВЧШГ) - матеріал нового покоління, який поєднує високу міцність і задовільну пластичність. Великий вклад у створення цього матеріалу в кінці минулого сторіччя внесли українські вчені [1-4]. Подальше вдосконалення цього матеріалу пов'язане з використанням спеціальної термічної обробки, яка отримала назву аустемперінга (austempering), а отриманий в наслідок такої обробки чавун було названо ADI (austempering ductile iron). Цей науковий

напрямок успішно розвивають як в нашій країні [5,6] так і за кордоном [7,8]

Після оптимальної термообробки (ізотермічне гартування при 280-380 °С) цей матеріал демонструє унікальну здатність до мартенситного перетворення під дією деформації, так званий, TRIP (transformation induce plasticity) ефект. Цей особливий механізм зміцнення, сприяє підвищенню опору зношуванню завдяки утворенню високоміцного деформованого шару на поверхні тертя, підвищенню втомних характеристик завдяки утворенню стискаючих напружень в пластичній зоні тріщини, та покращенню демпфуючих властивостей завдяки утворенню в

області мартенситного перетворення зворотніх двійників. Це цікаве фізичне явище широко обговорюється в науковій літературі [6-9], а його прояв широко використовується на практиці [10-12].

Виходячи з нагальної потреби вітчизняних аграріїв у розробці конкурентноздатної технології виробництва виготовлення змінних деталей для ґрунтообробної сільгосптехніки та враховуючи унікальну здатність ADI матеріалів опиратись зношуванню, в Інституті проблем матеріалознавства НАНУ в останні 10-15 років проводяться роботи по створенню технології виготовлення деталей сільгосподарської техніки шляхом литва з високоміцного бейнітного чавуну [13-19].

Мета роботи

Продемонструвати, як зазначені переваги ADI сприяють підвищенню механічних та службових характеристик виробів сільськогосподарського призначення, та окреслити перспективи використання цього унікального матеріалу.

Результати та обговорення

Відомо, що зношування земле оброблювальної техніки відбувається під дією зсувних навантажень на границі розподілу між інструментом та ґрунтом, який виконує роль абразиву. Але, якщо у випадку сталевих або керамічних виробів, зсувна деформація сприяє деградації виробу, то у випадку чавуна в деформованому шарі відбувається мартенситне перетворення, яке різко збільшує його твердість. Результати вимірювання методом наноіндентування показують, що в при поверхневому шарі вона сягає 8,5 ГПа [20], Це вдвічі вище за твердість матриці (4 ГПа). Глибина надтвердого при поверхневого шару сягає ~ 2-3 мкм.

Ці дані дозволяють прогнозувати динаміку процесу зношування з урахуванням утворення зміцненого шару. Виходячи з даних про зношування бейнітного чавуна [10], згідно до яких при роботі у піску вологого яру зразок площею 1 см² втрачає 22 міліграми за 1 км та беручи питому вагу чавуну ~ 6,8 г/см³, визначаємо, що його розмір при зношенні по площині зменшиться на 30 мкм за 1 км, а зміцнений шар товщиною в 2 мкм буде зношений за 60 м роботи. З врахуванням швидкості руху сучасної сільськогосподарської техніки, ця відстань може бути подолана за 5 секунд. Оскільки мартенситне перетворення відбувається за зсувним механізмом зі швидкістю, що наближається до швидкості звуку, за цей час на зміну зношеному шару виникає новий зміцнений шар з підвищеною зносостійкістю.

Підвищення опору руйнування також тісно пов'язане з мартенситним перетворенням. В цьому випадку процес розповсюдження тріщини уповільнюється через утворення мартенситної фази в

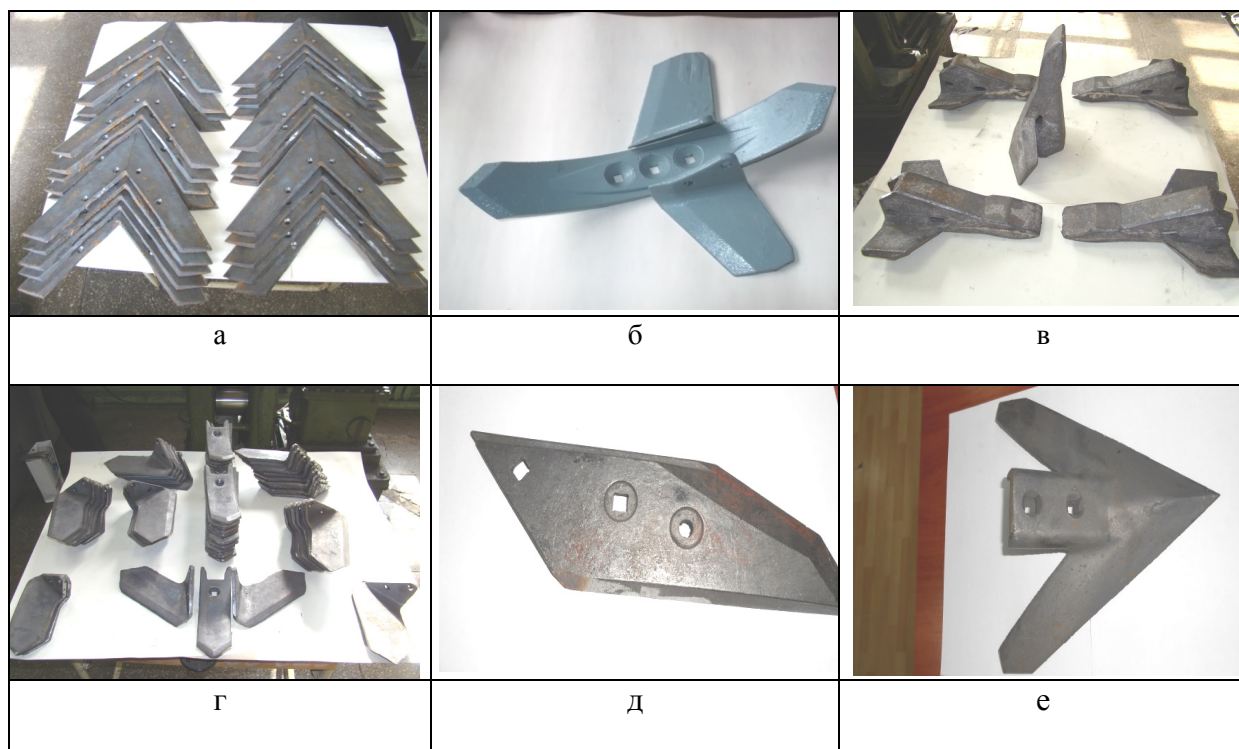
пластичній зоні попереду тріщини та виникнення завдяки цьому стискаючих напружень. В цьому випадку спостерігається не тільки підвищення тріщиностійкості але і різке зменшення розтріскування навколо вершини тріщини.

Ще одним дуже важливим наслідком прояву індукованого мартенситного перетворення є можливість контролювати це явище за допомогою оптимальної термообробки в залежності від умов роботи ґрунтооброблювального інструменту. Встановлено [21], що бейнітний чавун, загартований при різних температурах, має два інтервали зміцнення: в області малих деформацій швидкість зміцнення тим вища, чим нижча температура гартування; в області великих деформацій, швидкість зміцнення значно вища в матеріалах, загартованих при більш високих температурах. Ефект пояснюється зміною механізму зміцнення від дислокаційного при малих деформаціях до двійникового в області дії TRIP-ефекту. Таким чином, вироби, що працюють при малих навантаженнях і не піддаються великим деформаціям (лапи культиваторів) доцільно загартовувати при низьких температурах, а більш навантажені (леміші, розрихлювачі) – при більш високих

Польові випробування литих лемішів і лап культиваторів, що проведені в різних господарствах Київської Черкаської та Одеської областях показали, що на важких ґрунтах-чорноземах напрацювання на один литий леміш склало 102-110га, в ПП «Церера-Агро-Транс» на плузі ПЛН-8-35 в агрегаті з трактором К-701 напрацювання при орних роботах на супіщаних ґрунтах склало 102 га при цьому литі леміші зберегли ресурс для роботи в наступні періоди. Литі лапи культиваторів за декілька років напрацювали 230га. При цьому сталеві серійні замінялися 6-7 разів. Позитивним моментом при роботі литих деталей крім значного збільшення ресурсу є велика жорсткість їх конструкції. Використання можливостей лиття дозволило вносити конструктивні зміни з метою поліпшення якості обробки ґрунту.

Розроблена технологія [22-26] може бути використана і для розширення номенклатури виробів при внесенні відповідних коректив в режими термообробки (рис. 1). Собівартість виготовлення литих деталей значно (в 2-5 разів) нижча вартості сталевих деталей зарубіжного виробництва.

Стосовно перспектив використання цієї технології доречно зазначити, що в останні роки Україна впевнено виходить на чільні позиції з експорту сільськогосподарської продукції. Ефективність роботи аграрної галузі та її конкурентна спроможність тісно пов'язана з ціною та якістю оброблювальної техніки. Згідно даних ДЕРЖГЕОКАДАСТРУ в Україні 42,4 млн га – землі сільськогосподарського призначення, з яких щорічно обробляється понад 32 млн гектарів. При



а – плоскорези для ПП «Агроэкология»; б – комплект розпушувачів для культиватора «Vadershtadt»; в – долота-розпушувачі культиватора «Soil-Pro»; г – деталі розпушувача культиватора «TIGER»; д – насадка на леміш фірми «Lemken»; е – лапа культиватора «Great Plains» (аналог «John Deer»)

Рис. 1 – Деякі зразки литих деталей ґрунтообробної сільгосптехніки:

цьому середнє напрацювання з на одиницю сільгоспобладнання (леміші, лапи культиваторів, диски плугів і т.п.) становить 30-40 га.. Тобто, на кожну технологічну операцію обробки землі використовується до мільйона! Змінних деталей за сезон. Кращі зразки зарубіжних фірм обробляють до 100 - 150 га і, незважаючи на їх значно більш високу ціну, їх використання, наразі, виявляється більш економічно доцільним. Гостро постає питання про створення альтернативних технологій, які повинні поєднувати відносно дешевий метод отримання виробів з його високими службовими властивостями. С цьому сенсі отримані результати свідчать, що розроблена ливарна технологія демонструє реальні шляхи до вирішення цієї проблеми.

Ливарна технологія виготовлення змінних деталей землі оброблювальної техніки дозволяє легко вносити корективи в конструкцію лап культиваторів тим самим забезпечуючи нову якість обробки ґрунту і підрізання кореневої системи бур'янів, що усуває необхідність застосування гербіцидів.

Отримані результати свідчать, що розроблена ливарна технологія демонструє реальні шляхи до вирішення проблеми створення вітчизняної конкурентноспроможної технології виготовлення змінних деталей для обробки ґрунту, яка поєднує відносно дешевий метод отримання виробів з його високими службовими властивостями.

Список літератури

1. Ващенко К. И., Софрони Л. *Магниевый чугун*. Киев: Машгиз, 1960. – 485 с
2. Ващенко К. И., Рудой А. П. Поверхностное натяжение чугуна. *Литейное производство*. 1962. № 6. С. 24 – 27.
3. Волощенко М. В. *Термическая обработка высокопрочного чугуна*. К.: Гостехиздат УССР, 1961. – 97 с.
4. Бубликов В. Б., Ясинский А. А., Сыропоршнев Л. Н., Козак Д. С., Бачинский Ю. Д. Влияние содержания кремния и скорости охлаждения на образование отбела в отливках из модифицированного в ковше

Висновки

Бейнітний чавун після оптимальної термообробки (ізотермічне гартування при 280-380 °С) демонструє унікальну здатність до мартенситного перетворення під дією деформації, так званий, TRIP (transformation induce plasticity) ефект. Фазове перетворення, яке відбувається під дією пластичної деформації сприяє значному підвищенню зносостійкості та збільшенню опору руйнуванню.

- высокопрочного чугуна. *Процессы литья*. 2009. № 4. С. 17 – 24.
5. Волощенко М. В., Литовко В. И., Зеленый Б. Г. Влияние кремния на механические свойства изотермически закаленного чугуна с шаровидным графитом. *Металловедение и термическая обработка металлов*. 1964. № 7. С. 20 – 23.
 6. Найдек В. Л., Гаврилюк В. П., Неижко И. Г. *Бейнитный высокопрочный чугун*. К., 2008. – 140 с.
 7. Adel Nofal. Advances in the Metallurgy and Applications of ADI. *Journal of Metallurgical Engineering (ME)*. 2013. Vol. 2. Issue 1. P. 1-18.
 8. Mohammad Baba Zadeh, Hamid Pour Asiabi. Wear Characteristics of ADIs: A Comprehensive Review on Mechanisms and Effective Parameters. *J. Basic. Appl. Sci. Res.* 2013. 3(2). P. 646-656.
 9. Гогаев К. А., Подрезов Ю. Н., Волощенко С. М., Аскеров М. Г., Минаков Н. В., Луговской Ю. Ф. Анализ деформационного упрочнения ADI при температурах термической закалки. *Вестник Национального технического университета «ХПИ». Серия: Новые решения в современных технологиях*. – Харьков: НТУ «ХПИ». 2020. № 1 (3). С. 3-8. doi:10.20998/2413-4295.2020.03.01.
 10. Harding R. A. The production, properties and automotive applications of austempered ductile iron. *Metals and Materials*. 2007. 45(1). P. 1–16.
 11. Brezina R., Filipek J., Šenberger J. Application of ductile iron in the manufacture of ploughshares. *Res. Agr. Eng.* 2004 (2). 50. P. 75–80.
 12. Волощенко С. М., Гогаев К. А., Аскеров М. Г., Мирапольский А. М. Применение высокопрочного бейнитного чугуна для производства сменных деталей грунтообрабатывающей сельхозтехники. *Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях*. – Харьков: НТУ «ХПИ». 2017. № 32 (1254). С. 14-18. doi: 10.20998/2413-4295.2017.32.02.
 13. Волощенко С. М., Гогаев К. А., Подрезов Ю. Н., Аскеров М. Г., Мирапольский А. М. Возможности импортозамещения сменных деталей грунтообрабатывающей сельхозтехники литыми изделиями из высокопрочного бейнитного чугуна. *Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях*. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2019. № 1. С. 14-19. doi: 10.20998/2413-4295.2019.01.02.
 14. Гогаев К. А., Подрезов Ю. Н., Волощенко С. М., Аскеров М. Г., Ульшин В. И., Бега М. Д., Варченко В. Т., Радченко О. К., Грибков В. К., Сидорчук О. М. Визначення складу компонентів модифікаторів для високоміцного чавуну з феритною основою, та розробка технологічних параметрів виготовлення композиційних модифікаторів прокатуванням. Виготовлення дослідних зразків для визначення механічних властивостей та зносостійкості. Звіт про н.-д. Роботу № держреєстрації 0107U00143 ІПМ НАН України. Київ. 2007, 32с.
 15. Волощенко С. М., Гогаев К. А., Аскеров М. Г., Радченко О. К., Евич Я. И. Использование метода прокатки для производства комплексных композиционных модификаторов. *Процессы литья*. 2007. №5. С. 41-44.
 16. Гогаев К. О., Волощенко С. М., Аскеров М. Г. Исследование и разработка технологии производства износостойких литых деталей с использованием композиционных комплексных модификаторов из порошковых материалов. ИПМ НАНУ, г. Киев, декабрь 2009 г.
 17. Волощенко С. М., Ульшин В. И., Ульшин С. И., Аскеров М. Г., Бега М. Д. Термічна обробка лемішів із високоміцного чавуну. *Металознавство та обробка металів*. м. Київ ІПМ НАНУ, ІМНУ, 04.2009 р.
 18. Гогаев К. О., Волощенко С. М., Аскеров М. Г. Повышение ресурса эксплуатации лемехов при пахотных работах за счет использования высокопрочного бейнитного чугуна. *Тез. докладов 6 Международной конференции «Материалы и покрытия в экстремальных условиях*. 20-24.09.2010, Большая Ялта, Понизовка. Украина. С. 338.
 19. Волощенко С. М., Гогаев К. А., Подрезов Ю. М., Аскеров М. Г. Особливості бейнітного високоміцного чавуну з огляду виробництва швидкозношуваних змінних деталей ґрунтообробної сільгосптехніки. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. – «ВПІ», Вінниця. 2017. №4(133). С. 81-87.
 20. Волощенко С. М., Гогаев К. А., Радченко О. К., Аскеров М. Г., Варченко В. Т. Дослідження властивостей високоміцного чавуну для лемішів в залежності від хімічного складу та режимів термообробки. *Збірник наук. праць. "Вісник Донбаської державної машинобудівної академії"*. Краматорськ. 2008. № 1 (11). С. 56-61.
 21. Гогаев К. О., Волощенко С. М., Подрезов Ю. М., Аскеров М. Г., Минаков М. В., Шуригин Б. В. Влияв температури ізотермічного гартування на зміцнення високоміцних чавунів при деформації. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. – «ВПІ», Вінниця. 2020. №4 (151). С. 113-119.
 22. Волощенко С. М., Гогаев К. О., Радченко О. К., Шейко А. И, Аскеров М. Г. Спосіб виготовлення модифікатора. Патент України №88530 від 26.10.09., опуб. 10.09.12. Бюл. № 9. –38 с.
 23. Волощенко С. М., Гогаев К. А., Радченко А. К. Комплексные модификаторы, изготавливаемые прокаткой порошковых смесей для железоуглеродистых сплавов. *Порошковая металлургия*. 2009. № ½. С. 128–133.
 24. Волощенко С. М., Ульшин В. И., Аскеров М. Г., Бега М. Д., Ульшин С. В. Термічна обробка лемішів із високоміцного чавуну. *Металознавство та обробка металів*. ФТІМС. 2009. № 4. С. 25 – 31.
 25. Волощенко С. М., Гогаев К. О., Радченко О. К., Аскеров М. Г. Дослідження властивостей високоміцного чавуну для лемішів в залежності від хімічного складу та режимів термічної обробки. *Темат. зб. наукових праць «Вісник Донецької державної машинобудівної академії»*. Краматорськ. 2008. №1 (11). С. 56–61.
 26. Волощенко С. М., Гогаев К. А. и др. Спосіб виготовлення змінних деталей ґрунтообробної сільгосптехніки, Патент України №99797.

References (transliterated)

1. Vashchenko K. Y., Sofrony L. *Mahnyevii chuhun*. Kyev, Mashhyz, 1960. 485 p.
2. Vashchenko K. Y., Rudoi A. P. Poverkhnostnoe natiazhenye chuhuna. *Lyteinoe proyzvodstvo*, 1962, 6, pp. 24 – 27.
3. Voloshchenko M. V. *Termycheskaia obrabotka visokoprochnoho chuhuna*. Hostekhyzdat USSR. K., 1961. 97 p.

4. Bublykov V. B., Yasynskiy A. A., Siroporshnev L. N., Kozak D. S., Bachynskiy Yu. D. Vliyanye sodержaniya kremnyia y skorosty okhlazhdeniya na obrazovanye otbela v otlyvkakh yz modyfytsirovannoho v kovshe visokoprochnoho chuhuna. *Protsessi lyttia*, 2009, 4, pp. 17-24.
5. Voloshchenko M. V., Lytovko V. Y., Zelenii B. H. Vliyanye kremnyia na mekhanycheskye svoistva yzotermichesky zakalennoho chuhuna s sharovydnim hrafyotom. *Metallovedenye y termicheskaia obrabotka metallor*, 1964, 7, pp. 20 – 23.
6. Naidek V. L., Havryliuk V. P., Neyzhko Y. H. *Beinytnii visokoprochnii chuhun*. K., 2008. 140 p.
7. Adel Nofal. Advances in the Metallurgy and Applications of ADI. *Journal of Metallurgical Engineering (ME)*, 2013, Vol. 2, Issue 1, pp. 1-18.
8. Mohammad Baba Zadeh, Hamid Pour Asiabi. Wear Characteristics of ADIs: A Comprehensive Review on Mechanisms and Effective Parameters. *J. Basic. Appl. Sci. Res.*, 2013, 3(2), pp. 646-656.
9. Gogaev K., Podrezov Y., Voloshchenko S., Askerov M., Minakov N., Lugovskoy Y. Analysis of strain hardening of ADI at isothermal hardening temperatures. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technology*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2020, no. 1 (3), pp. 3–8, doi:10.20998/2413-4295.2020.03.01.
10. Harding R. A. The production, properties and automotive applications of austempered ductile iron. *Metals and Materials*, 2007, 45(1), pp. 1–16.
11. Brezina R., Filipek J., Šenberger J. Application of ductile iron in the manufacture of ploughshares. *Res. Agr. Eng.*, 2004 (2), 50, pp. 75–80.
12. Voloshchenko S. M., Gogaev K. A., Askerov M. G., Mirapolsky A. M. Application of high-strength bainitic cast iron for the production of replaceable parts of soil-cultivating agricultural machinery. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2017, 32 (1254), 14–18, doi:10.20998/2413-4295.2017.32.02.
13. Voloshchenko S., Gogaev K., Podrezov Yu., Askerov M., Mirapolsky A. Possibilities of import substitution of replaceable parts for soil-cultivating agricultural machinery by parts from high-strength bainitic cast iron. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2019, 1, 14–19, doi:10.20998/2413-4295.2019.01.02.
14. Gogaev K. O., Podrezov Yu. N., Voloshchenko S. M., Askerov M. H., Ulshyn V. Y., Beha M. D., Varchenko V. T., Radchenko O. K., Hrybkov V. K., Sydorchuk O. M. Vyznachennia skladu komponentiv modyfikativ dlia vysokomitsnogo chavunu z ferytnoi osnovoii, ta rozrobka tekhnolohichnykh parametriv vyhotovlennia kompozytsiinykh modyfikativ prokatuvanniam. Vyhotovlennia doslidnykh zrazkiv dlia vyznachennia mekhanichnykh vlastyvostei ta znosostiikosti. Zvit pro n.-d. Robotu № derzhreistratsii 0107U00143 IPM NAN Ukrainy. Kyiv. 2007, 32 p.
15. Voloshchenko S. M., Gogaev K. O., Askerov M. H., Radchenko O. K., Evych Ya. Y. Yspolzovanye metoda prokatky dlia proyzvodstva kompleksnykh kompozytsyonnykh modyfykatorov. *Protsessi lyttia*, 2007, 5, pp. 41-44.
16. Gogaev K. O., Voloshchenko S. M., Askerov M. H. Yssledovanye y razrobka tekhnolohyy proyzvodstva yznosostoikykh lytykh detalei s yspolzovanyem kompozytsyonnykh kompleksnykh modyfykatorov yz poroshkovykh materiyalov, YPM NANU, Kyev, dekabr 2009.
17. Voloshchenko S. M., Ulshyn V. I., Ulshyn S. I., Askerov M. H., Beha M. D. Termichna obrobka lemishiv iz vysokomitsnogo chavunu. *Metaloznavstvo ta obrobka metaliv*, Kyiv. IPM NANU, IMNU, 04.2009.
18. Gogaev K. O., Voloshchenko S. M., Askerov M. H. Povishenye resursa ekspluatatsyy lemehov pry pakhotnykh rabotakh za schet yspolzovaniya visokoprochnoho beinytnoho chuhuna. *Tez. dokladov 6 Mezhdunarodnoi konferentsyy «Materiyali y pokrytia v ekstremalnikh uslovyiakh»*. 20-24.09.2010, Bolshaiia Ialta, Ponyzovka Ukrainy, p. 338.
19. Voloshchenko S. M., Gogaev K. O., Podrezov Yu. M., Askerov M. H. Osoblyvosti beinitnogo vysokomitsnogo chavunu z ohliadu vyrobnytstva shvydkoznoshuvanykh zminnykh detalei gruntoobrobnoi silhosptekhnyki, *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnogo instytutu*. – «VPI», Vinnytsa, 2017, 4(133), pp. 81-87.
20. Voloshchenko S. M., Gogaev K. O., Radchenko O. K., Askerov M. H., Varchenko V. T. Doslidzhennia vlastyvostei vysokomitsnogo chavunu dlia lemeshiv v zalezhnosti vid khimichnogo skladu ta rezhytiv termoobrobky, *Zbirnyk nauk. prats. "Visnyk Donbaskoi derzhavnoi mashynobudivnoi akademii"*. – Kramatorsk, 2008, 1 (11), pp. 56-61.
21. Gogaev K. O., Voloshchenko S. M., Podrezov Yu. M., Askerov M. H., Minakov M. V., Shuryhin B. V. Vplyv temperatury izotermichnogo hartuvannia na zmitsnennia vysokomitsnykh chavuniv pry deformatsii, *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnogo instytutu*. – «VPI», Vinnytsa. 2020. 4(151). pp. 113-119.
22. Voloshchenko S. M., Gogaev K. O., Radchenko O. K., Sheiko A. Y., Askerov M. H. Sposib vyhotovlennia modyfikatora. Patent Ukrainy №88530 vid 26.10.09., opub. 10.09.12. Biul. № 9. 38 p.
23. Voloshchenko S. M., Gogaev K. O., Radchenko A. K. Kompleksnie modyfykatori, yzgotavlyvaemie prokatkoi poroshkovykh smesei dlia zhelezouhlerodystykh splavov. *Poroshkovaia metallurhiya*, 2009, 1/2, pp. 128–133.
24. Voloshchenko S. M., Ulshyn V. I., Askerov M. H., Beha M. D., Ulshyn S. V. Termichna obrobka lemeshiv iz vysokomitsnogo chavunu. *Metaloznavstvo ta obrobka metaliv*. FTIMS, 2009, 4, pp. 25-31.
25. Voloshchenko S. M., Gogaev K. O., Radchenko O. K., Askerov M. H. Doslidzhennia vlastyvostei vysokomitsnogo chavunu dlia lemeshchiv v zalezhnosti vid khimichnogo skladu ta rezhytiv termichnoi obrobky. *Temat. zb. naukovykh prats «Visnyk Donetskoi derzhavnoi mashynobudivnoi akademii»*. – Kramatorsk, 2008, 1 (11), pp. 56–61.
26. Voloshchenko S. M., Gogaev K. O. I dr. Sposib vyhotovlennia zminnykh detalei gruntoobrobnoi silhosptekhnyki. Patent Ukrainy №99797.

Відомості про авторів (About authors)

Аскеров Мукафат Гейбат огли - кандидат технічних наук, Інститут проблем матеріалознавства НАН України, старший науковий співробітник відділу №10 ІПМ НАН України, г. Київ, Україна; e-mail: mukafatask@gmail.com

Askerov Mukafat Geibat ogly -candidate of technical sciences, Institute for Problems of Materials Science of the National Academy of Sciences of Ukraine, senior researcher of the department №10 of IPM of NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine; e-mail: mukafatask@gmail.com

Будь ласка, посилайтеся на цю статтю таким чином:

Аскеров М. Г. Нові матеріали для виробництва змінних деталей ґрунтообробної сільгосптехніки. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. № 2 (8). С. 3-8. doi:10.20998/2413-4295.2021.02.01.

Please refer to this article as follows:

Askerov M. G. New materials for the production of replaceable parts of tillage agricultural machinery. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technology*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2021, no. 2 (8), pp. 3-8, doi:10.20998/2413-4295.2021.02.01.

Пожалуйста, ссылайтесь на статью следующим образом:

Аскеров М. Г. Новые материалы для производства сменных деталей почвообрабатывающей сельхозтехники. *Вестник Национального технического университета «ХПИ»*. Серія: *Новые решения в современных технологиях*. – Харьков: НТУ «ХПИ». 2021. № 2 (8). С. 3-8. doi:10.20998/2413-4295.2021.02.01.

АННОТАЦИЯ Представлен анализ результатов практического применения литых сменных деталей навесного почвообрабатывающих сельхозтехники при эксплуатации в ряде аграрных предприятий Полтавской области при обработке более 60 000 гектаров в течение нескольких лет. Приведены сравнительные данные ресурса деталей изготовленных из высокопрочного бейнитного чугуна и стальных серийных аналогов отечественного и зарубежного производства. Указанные преимущества способа изготовления методами литья по сравнению с традиционным способом изготовления методом штамповки. Данная технология позволяет легко вносить коррективы в конструкцию лап культиваторов тем самым обеспечивая новое качество обработки почвы и подрезание корневой системы сорняков, что устраняет необходимость применения гербицидов. В основу данной технологии положено применение композиционных комплексных модификаторов, изготавливаемых прокаткой порошковых смесей из пластических и хрупких компонентов при необходимом соблюдении пропорций их соотношение. Использование порошковых прокатных модификаторов обеспечивает необходимые свойства и структуру литого металла необходимые для проведения дальнейшей термической обработки. Обоснованно получения высокой износостойкости литых изделий благодаря появлению TRIP-эффекта и постоянного обновления износостойкого поверхностного слоя при работе.

Ключевые слова: композиционные комплексные модификаторы; высокопрочный бейнитный чугун; TRIP-эффект.

Надійшла (received) 30.04.2021