

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 1 (2024)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**

выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/KBNH3045>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,210

Импакт-фактор КазБЦ – 0,406

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомолов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажибоева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Baigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Lapuerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

^{1*}Ж. Н. Атамбаев, ¹СВ. С. Квон, ²К. Ю. Окишев

¹Қарағанды техникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.

²Урал Федералдық университеті, Ресей Федерациясы, Екатеринбург қ.

*e-mail: atambaev.jasulan@mail.ru

ТИТАН КАРБИДИМЕН МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН ҮЙКЕЛІСКЕ ҚАРСЫ ШОЙЫННЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Жұмыстың мақсаты өнеркәсіптік жағдайда өндіріп алған үйкеліске қарсы шойынның қасиеттеріне титан карбидін енгізудің жағымды әсерін зерттеумен зертханалық жағдайда алынған деректерді растау болып саналады. Аталған шойынның қаттылық пен жоғары беріктік қасиеттеріне түрлі қоспалаушы заттардың құйылманың, оның ішінде шойын құрылымдағы графит фазасының қалыптасуындағы әсері келтірілген. Титан карбидімен модификацияланған АЧС-3 маркалы үйкеліске қарсы шойыннан жасалған үлгілермен жүргізілген сынақтар нәтижелері ұсынылған. Сынақтар жүргізу үшін тәжірибелік үлгілер антифрикациялық шойындардан құймалар алудың алдына ала әзірленген технологиясымен өнеркәсіптік сынақтар жүргізу шеңберінде «Пархоменко атындағы Қарағанды машина жасау зауыты» Жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің өндірістік алаңында алынды. Микроқұрылымдық зерттеу жүргізу үшін дайындалған микрошлифтер тазартылып, тиісті сұйықтармен өңделгеннен кейін сынақтарға ұшыратылды. Үлгілердің микроқаттылығы, үйкеліс коэффициенті зерттелді, сонымен қатар үлгілер құрылымының құрамы талданды. Зерттеу барысында модификатордың әсерін бағалау үшін қарапайым әдіспен модификатор қосусыз өндіріп алынған үлгілердің сынақ көрсеткіштері салыстырылған. Құйылып алынған шойын үлгілерінің құрылымдық талдауларынан, қоспалаушы заттардың бір келкі емес таралуы байқалады. Зерттеулер көрсеткендей, құрылымда ерімеген титан карбиді бөлшектері бар. Өңделген үлгілерде микроқаттылық біршама артады, бірақ үйкеліс коэффициенті төмендейді. Бұл факт алдыңғы зерттеулерде алынған нәтижелерді растайды.

Кілтті сөздер. Үйкеліске қарсы шойын, титан карбиді, микроқаттылық, құрылым, үйкеліс.

Кіріспе

Үйкеліске қарсы шойындардан көмір өндіретін, құрылыс, жол машиналары, ауылшаруашылық машиналары мен тракторлар, экскаваторлар, турбиналар,

компрессорлар және басқа да үйкеліс жағдайында жұмыс істейтін әртүрлі бөлшектер (сырғанау мойынтіректері, төлкелер, роликтер және т.б.) жасалады. Шынықтырылған және қалыпқа келтірілген болат біліктермен жұптастырылған бөлшектер АЧС-1 және АЧС-3 маркалы шойындардан жасалады, ал термиялық өңделмеген біліктермен жұптастырып жұмыс атқару үшін АЧС-3 маркалы шойындар қолданылады (МЕМСТ 1585-85).

АЧС-1 – АЧС-4 маркалы шойындар негізінен мыс, хром, никель, титан немесе сурьманың шамалы қоспаларымен легірілуіне байланысты металл негізінің перлит құрылымына ие болады. Осы шойындардың құрамында 0,15–0,40 мас.% фосфордың болуы олардың құрылымында жоғары қатты фосфидті эвтектиканың қалыптасуын қамтамасыз етеді.

Микрорельефтің сақталуы және үйкеліс бетіндегі композициялық құрылымның сенімді жұмысы фазалардың механикалық қасиеттеріне және карбидтердің матрицада үгілмей сенімді сақталуына байланысты. Карбидті фазалар жоғары қаттылықпен және жоғары беріктікпен сипатталады. Қаттылық пен беріктіктің ең жоғары мәндері МС (яғни VC және TiC) типті карбидтерге тән. Қорытпа құрылымында мұндай карбидтердің болуы бірнеше әсерді қамтамасыз етеді:

– үйкеліс бетінде айқын микрорельефтің пайда болуы, бұл карбидтер мен матрицаның қасиеттеріндегі күрт айырмашылыққа ғана емес, сонымен қатар композициялық құрылымның қалыптасуын қамтамасыз ететін легірілген шойындардағы құрылымның пайда болу ерекшеліктеріне байланысты [1; 2; 3; 4];

– микрорельефтің болуына және карбидті фазалар түзетін шығыңқы тұстардағы нақты беттік түйіспелердің шағын ауданына байланысты салыстырмалы түрде төмен үйкеліс коэффициенті [5; 6];

– карбидтердің жоғары қаттылығымен және құрылымның композициялық сипатымен қамтамасыз етілетін жоғары тозуға төзімділік [1, 3];

– карбидті фазалар мен матрица шекарасындағы микро кернеулердің аз деңгейі, бұл МС карбидтерінің жылулық кеңеюінің сызықтық коэффициентінің салыстырмалы түрде аз мөлшерімен байланысты (феррит матрицасынан аз); шығыңқы карбид бөлшектерінің матрицалық компонентпен салыстырғанда үлкен қызуына байланысты карбид пен матрицаның жылу кеңеюінің нақты шамасы өте жақын [3].

Көрсетілген жұмыстарда [1; 2; 3; 4; 5; 6], сондай-ақ біздің зерттеулерде [7; 8] шойынның құрамына аз мөлшерде TiC, VC, WC сияқты қиын балкитын карбидтерді және басқа модификаторлар енгізу қорытпаның қасиеттеріне жағымды әсер ететіндігі және құрылымның, соның ішінде графит фазасының айтарлықтай өзгеруіне әкелетіні көрсетілген.

Бұл жұмыстың мақсаты – үйкеліске қарсы шойынның өнеркәсіптік үлгілерінің қасиеттеріне титан карбидін енгізудің жағымды әсері туралы зертханалық жағдайда алынған деректерді растау [7; 8].

Материалдар мен әдістер

«Пархоменко атындағы ҚМЗ» ЖШС (Қарағанды облысы) өнеркәсіптік алаңында АЧС-3 маркалы шойыннан балқытылатын үлгілер бойынша құю технологиясын пайдаланумен диаметрі 20 мм болатын үлгілер құйылып алынды (1 кесте), модификатор ретінде массаның 0,3% мөлшерінде титан карбиді қолданылды, титан карбиді балқыманы құяр алдында шөмішке салынды. Шойынның құрамы Thermo NITON XL2-100G портативтік спектрометрдің көмегімен анықталды.

Кесте 1 – АЧС-3 маркалы шойынның химиялық құрамы

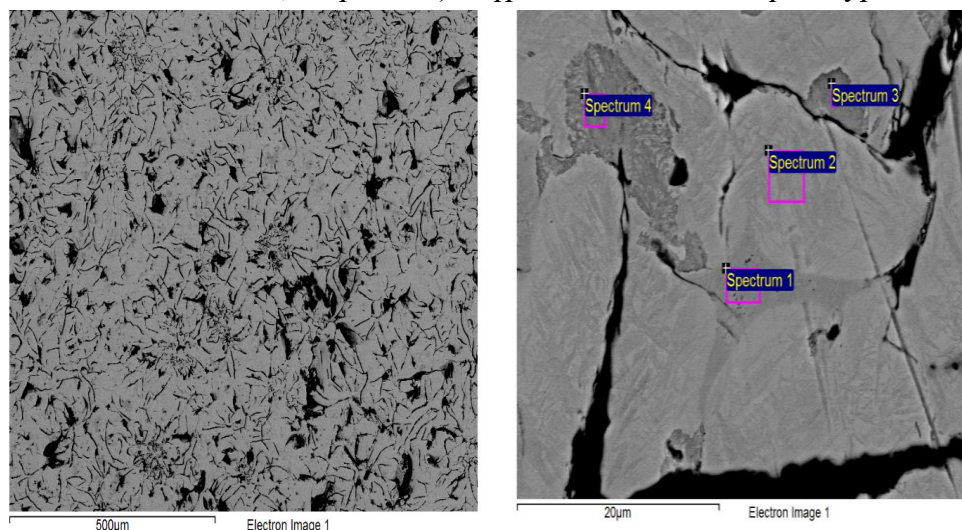
C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti	Cu	P	S
3,2–3,8	1.7–2.6	0.3–0.7	≤0.3	≤0.3	0.03–0.1	0.2–0.5	0.15–0.4	≤ 0.12

Толығымен салқындағаннан кейін құймалардан тәжірибелік үлгілер кесіліп алынды, жұқалап ажарлағаннан соң үлгінің беті алмаз қойыртпақ сұйықпен жылтыратылды.

Микроқұрылымды зерттеу үшін микрошлифтер 4 % HNO₃ спирт ерітіндісімен сүртіп тазартылды.

Ғылыми тағылымдамадан өту шеңберінде Б. Ельцин атындағы УРФУ термиялық өңдеу және металл физикасы кафедрасының материалдар мен наноматериалдардың құрылымы мен қасиеттерін талдау зертханасында барлық құрылымдар мен қасиеттерді зерттеу жүргізілді. Құрылым Premium BSD system Nordlys II S RD жабдықталған сканерлеуші электронды микроскоптың көмегімен зерттелді. Спектрлік талдау шағылысқан электрондардың дифракциясы әдісімен (Zeiss Crossbeam Auriga жүйесі, Carl Zeiss NTS GmbH, Германия) жүргізілді. Нәтижелер 1-суретте және 2-кестеде

к



Сурет 1 – TiC-мен мод

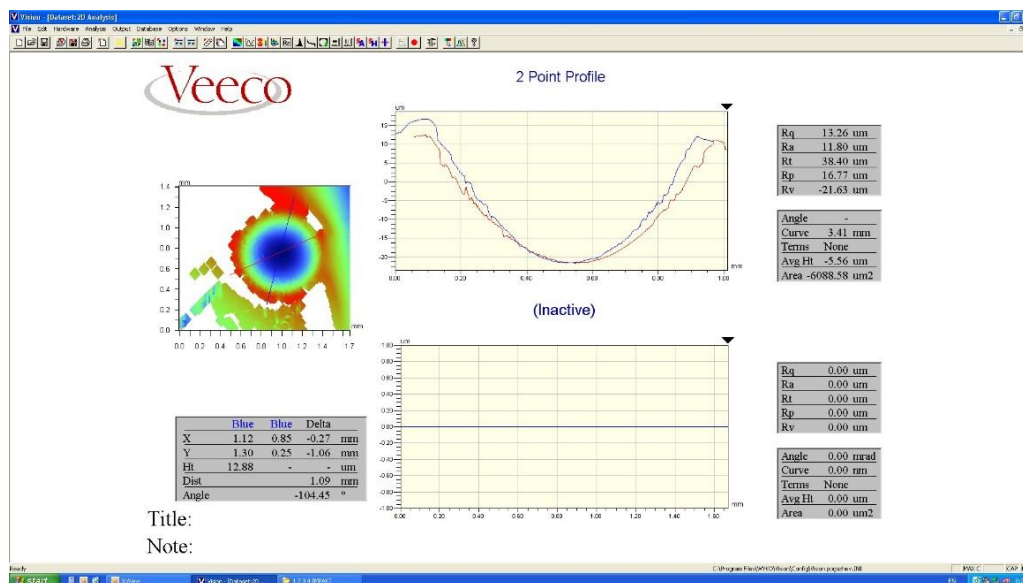
ификацияланған үлгі құрылымы:

а) - жалпы көрініс; б) - спектр нүктелері

Кесте 2 – Спектрлік талдау нәтижелері

Spectrum	C	Si	P	S	Cr	Mn	Fe	Cu	Ni	Ti	Total
Spectrum 1	19.89	0.005	-	-	1.42	-	-	-	-	78.685	100.00
Spectrum 2	3.58	2.05	0.28	0.08	0.77	0.71	90.44	1.77	0.23	0.09	100.00
Spectrum 3	3.26	1.74	0.29	0.04	0.91	0.69	91.11	1.70	0.19	0.07	100.00
Spectrum 4	3.77	1.94	0.25	0.05	0.66	0.61	89.94	2.60	0.14	0.04	100.00
Max.	3.89	2.05	0.31	0.12	3.88	1.50	91.11	2.60	0.21	0,14	
Min.	3.26	0.52	0.25	0.04	0.66	0.61	87.69	1.70	0.14	0,04	

2-кестенің деректерінен көрініп тұрғандай, 1-спектрді қоспағанда, барлық спектрлердің құрамы химиялық талдау деректерімен сәйкес келетін АЧС-3 маркалы шойынның құрамына сәйкес келеді. Тек 1-ші спектрде ерекшелік бар, ол титан мен көміртектің жеткілікті жоғары мөлшерін көрсетеді, бұл құрылымда ерімеген (немесе ішінара еріген TiC) болуын көрсетеді. Бұл факт [3, 5, 7] титанның отқа төзімді карбидтері құю процесінде балқымада ерімейді және металл негізінің дәндерін де, графитті қосындыларды да ұнтақтауға ықпал ететін қосымша кристалдану орталықтарының рөлін атқарады деген болжамды растайды.

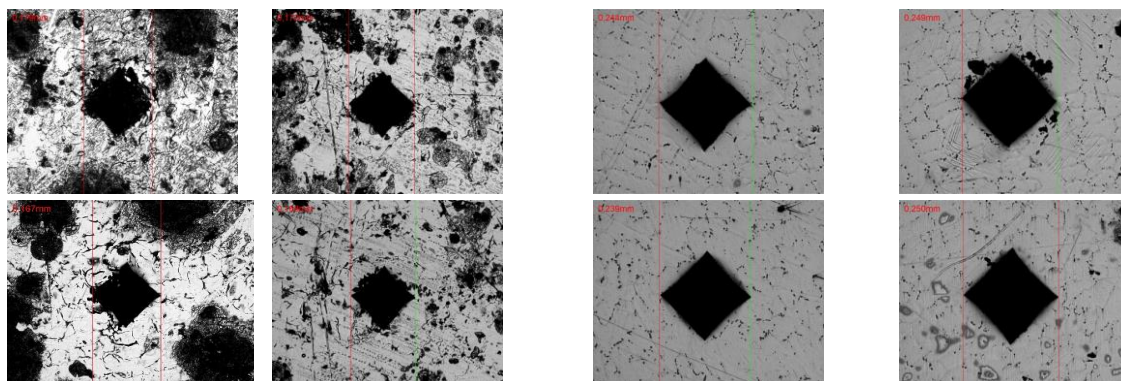


Сурет 2 – Трибологиялық сынақ интерфейсінің мысалы

Трибологиялық сынақтар трибометр (CSM Instruments) аспабын пайдаланып ауада жүргізілді. Бұл кезде диаметрі 6 мм WC-ден қарсы дене - шарик; «шарик-диск» схемасы пайдаланылды; жүктеме 5Н; сырғанау жылдамдығы 10 см/с; жүгіру ұзындығы 500 м. 2-суретте трибологиялық сынақ интерфейсінің мысалы келтірілген. Салыстыру үлгісі ретінде модификатор қосылмаған әдеттегі әдіспен өндіріп алынған үлгі қолданылды.

Микроқаттылықты анықтау үшін Durascan-70 автоматты микроқаттылық өлшегіш (EMCO-TEST, Prüfmaschinen GmbH) қолданылды, қаттылық Виккерс бойынша

анықталды (3-сурет). Өлшеулер кем дегенде 10 нүктеде жүргізілді, кестеде орташа мән көрсетілген.



а) модификатор қосылған

б) модификатор қосылмаған

Сурет 3 – Микроқаттылықты өлшеу нәтижелері:
а-модификатор қосылған; б-модификатор қосылмаған

Үлгі нөмірі	Модификатор мөлшері, %	Үйкеліс коэффициенті	Микро қаттылық, HV
1	0	0,42	171
2	0,3	0,18	245

Нәтижелер және талқылау

Баяндалған деректерден және 3-кестедегі мәліметтерден көрініп тұрғандай, балқымаға массаның 0,3 % мөлшерінде титан карбидін қосу қасиеттерге жағымды әсер етеді, яғни үйкеліс коэффициенті төмендейді, микроқаттылық жоғарылайды, тозу жолдарының көрсеткіштері де жақсарады.

Сондай-ақ осы кестеден де микроқаттылықтың жоғарылауымен үйкеліс коэффициентінің төмендейтін көруге болады. Бұл дерек алдыңғы зерттеулерде де көрсетілгенін атап өту керек [4, 7, 8]. Мұндай қарама қайшылықтың орын алуын титан карбидін енгізу нәтижесінде болатын құрылымдағы өзгерістермен түсіндірілді. Титан карбидін енгізу графит фазасының ауданын біршама азайтуға, сонымен бірге оның ұсақталуына және біркелкі таралуына әкелетіні көрсетілген. Графит фазасының параметрлеріндегі мұндай өзгерістер бір жағынан микроқаттылықтың біршама жоғарылауына, екінші жағынан үйкеліс коэффициентінің төмендеуіне әкеледі, өйткені графиттің біркелкі ұсақ қосындылары майлау ролін атқарады [8].

Қорытынды

Алынған нәтижелер АЧС-3 маркалы шойын балқымасына титан карбидін модификатор ретінде массасы бойынша 0,3% мөлшерінде қосу қаттылықтың біршама жоғарылауына және үйкеліс коэффициентінің біршама төмендеуіне әкелетінін көрсетті, бұл шойынның жалпы пайдалану сипаттамаларына жағымды әсер етеді. Сөйтіп, үйкеліс жағдайында жұмыс атқаратын шойындардың пайдалану мерзімі артады. Алынған мәліметтер жұмыста көрсетілген зертханалық сынақтардың нәтижелерімен өзара үйлеседі [7, 8].

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Камынин, В. В., Дмитриева, Н. В., Осипов, Н. Д.** Анализ влияния структурных факторов на свойства антифрикционных чугунов [Текст] // Новые материалы и технологии в машиностроении. – 2021. – № 33. – С. 12–17.

2 **Dryden, R., Purdy, G. R.** The effect of graphite on the mechanical properties of cast irons // Data Acta Metallurgica, ISSN: 0001-6160. – Vol: 37. – Issue: 7. – P. 1999–2006.

3 **Sertucha, K., Lacaze, J., Serrallach, J., Suarez, J., Osuna, R.** Effect of alloying on mechanical properties of as cast ferritic nodular cast irons // Materials Science and Technology. – 2012. – Vol. 28 (№ 2). P. 184–191. – ISSN 0267-0836.

4 **Zykova, A. P.** // Effect of Ultradisperse TiO₂, ZrO₂, and Cryolite Powders on High-Chromium Cast Iron Hardening // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2016. – Vol. 80. – Iss. 11. – P. 1317–1321.

5 **Рудницкий, Ф. И., Куликов, С. А.** Модифицирование чугунов ультрадисперсными нанодобавками [Текст] // Литье и металлургия. – 2017. – № 1 (86). – С. 11–15.

6 **Borodianskiy, K., Zinigrad, M.** Nanomaterials Applications in Modern Metallurgical Processes // Diffusion Foundations. – 2016, № 9, P. 30–41. [https://doi.org: 10.4028/www.scientific.net/DF.9.30.](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/DF.9.30)

7 **Atambayev, Zh. N., Okishev, K. Yu., Aitbayev, N. B.,** Studying titanium carbide effect on cast iron AChS-3 properties // METALURGIJA. – 62 (2023) 2. – P. 265–267. – ISSN 0543-5846.

8 **Квон, Св. С., Атамбаев, Ж. Н.** К вопросу об образовании графитных включений в серых чугунах [Текст] // Труды международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения № 14). – Караганда : Изд-во КарТУ. – С. 161–163

9 **Квон, Св. С., Атамбаев, Ж. Н.** Исследование структуры чугуна АЧС-3, модифицированного карбидом титана [Текст] // Литейное производство. – № 4. Москва : Издательский дом «Литейное производство». – 2023. – С. 6–9.

10 **Атамбаев, Ж. Н., Квон, С. С., Окишев, К. Ю.** Влияние модификатора на параметры графитной фазы в чугуне марки АЧС-3 [Текст] // Сборник статей конференции XXII Международной научно-технической Уральской школы-семинара

металлоvedов – молодых ученых «Уральская школа молодых металлоvedов». Екатеринбург : Научное издание, 2023. – С. 270–274.

REFERENCES

1 **Kamy`nin, V .V., Dmitrieva, N. V., Osipov, N. D.** Analiz vliyaniya strukturny`x faktorov na svoystva antifrikcionny`x chugunov [Analysis of the influence of structural factors on the properties of antifriction cast irons] [Text] // New materials and technologies in mechanical engineering.– 2021. – № 33. – P. 12–17.

2 **Dryden, R., Purdy, G. R.** The effect of graphite on the mechanical properties of cast irons // Data Acta Metallurgica. – ISSN: 0001-6160. – Vol: 37. – Issue 7. – P. 1999–2006.

3 **Sertucha, K., Lacaze, J., Serrallach, J., Suarez, J., Osuna, R.** Effect of alloying on mechanical properties of as cast ferritic nodular cast irons // Materials Science and Technology. – 2012. – Vol. 28 (№ 2). P. 184–191. – ISSN 0267-0836.

4 **Zykova, A. P.** Effect of Ultradisperse TiO₂, ZrO₂, and Cryolite Powders on High-Chromium Cast Iron Hardening // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2016. – Vol. 80. – Iss. 11. – P. 1317–1321.

5 **Rudniczkij, F. I., Kulikov, S. A.** Modificirovanie chugunov ul`tradispersny`mi nanodobavkami [Modification of cast iron with ultrafine nanoadditives] [Text] // Casting and metallurgy. – 2017. – № 1 (86). – P. 11–15.

Borodianskiy, K., Zinigrad, M. Nanomaterials Applications in Modern Metallurgical Processes // Diffusion Foundations. – 2016, № 9, P. 30–41. [https://doi.org:10.4028/www.scientific.net/DF.9.30](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/DF.9.30).

7 **Atambayev, Zh. N., Okishev, K. Yu., Aitbayev, N. B.,** Studying titanium carbide effect on cast iron AChS-3 properties // METALURGIJA. – 62 (2023) 2. – P. 265–267. – ISSN 0543-5846.

8 **Kvon, Sv. S., Atambaev, Zh. N.** K voprosu ob obrazovanii grafitny`x vklyuchenij v sery`x chugunax [On the issue of the formation of graphite inclusions in gray cast iron] [Text] // Proceedings of the international scientific and practical conference «Integration of science, education and production – the basis for the implementation of the Nation’s Plan» (Saginov Readings No. 14). – Karaganda : Publishing house KarTU. – P. 161–163.

9 **Kvon, Sv. S., Atambaev, Zh. N.** Issledovanie struktury` chuguna AChS-3, modifitsirovannogo karbidom titana [Study of the structure of AChS-3 cast iron modified with titanium carbide] [Text]. // Foundry production, Moscow : Publishing house «Foundry production», 2023. – № 4. – P. 6–9.

10 **Atambaev, Zh. N., Kvon, S. S., Okishev, K. Yu.** Vliyanie modi-fikatora na parametry` grafitnoj fazy` v chugune marki AChS-3 [Influence of the modifier on the parameters of the graphite phase in AChS-3 cast iron] [Text]. // Collection of articles from the conference of the XXII International Scientific and Technical Ural School-Seminar of Metallurgists – Young Scientists «Ural School of Young Metallurgists». – Ekaterinburg : Scientific publication. – 2023. – P. 270–274.

11.12.23 ж. баспаға түсті.

11.01.24 ж. түзетулерімен түсті.

19.02.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

¹Ж. Н. Атамбаев, ¹Св. С. Квон, ²К. Ю. Окишев

¹Карагандинский технический университет, Республика Казахстан, г. Караганда

²Уральский федеральный университет, Российская Федерация, г. Екатеринбург

Поступило в редакцию 11.12.23.

Поступило с исправлениями 11.01.24.

Принято в печать 19.02.24.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АНТИФРИКЦИОННОГО ЧУГУНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО КАРБИДОМ ТИТАНА

Целью работы является подтверждение данных, полученных в лабораторных условиях о благоприятном влиянии введения карбида титана на свойства антифрикционного чугуна на промышленных образцах. Приведено влияние различных легирующих веществ на твердость и высокопрочные свойства указанного чугуна при формировании литья, в том числе графитовой фазы в чугунной отливки. Представлены результаты испытаний с образцами из антифрикционного чугуна марки АЧС-3, модифицированного карбидом титана. Для проведения испытаний опытные образцы были получены на производственной площадке товарищества с ограниченной ответственностью «Карагандинский машиностроительный завод имени Пархоменко» в рамках проведения промышленных испытаний с предварительно разработанной технологией получения отливок из антифрикционных чугунов. Микрошлифы, подготовленные для проведения микроструктурных исследований, после очистки и обработки соответствующими жидкостями подвергались испытаниям. Изучена микротвердость образцов, коэффициент трения, а также проанализирован состав структуры образцов. В ходе исследования для оценки эффекта модификатора сравнивались качественные показатели образцов, полученных простым методом без добавления модификатора. Исследования показывают, что структура содержит нерастворимые частицы карбида титана. В обработанных образцах микротвердость несколько увеличивается, но коэффициент трения уменьшается. Этот факт подтверждает результаты, полученные в предыдущих исследованиях.

Ключевые слова. Антифрикционный чугун, карбид титана, микротвердость, структура, трение.

¹Zh. N. Atambayev, ¹Sv. S. Kvon, ²K. Yu. Okishev¹Karaganda Technical University, Republic of Kazakhstan, Karaganda;²Ural Federal University, Russian Federation, Yekaterinburg.

Received 11.12.23.

Received in revised form 11.01.24.

Accepted for publication 19.02.24.

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF ANTIFRICTION CAST IRON MODIFIED WITH TITANIUM CARBIDE

The purpose of the work is to confirm the data obtained in the laboratory on the beneficial effect of the introduction of titanium carbide on the properties of antifriction cast iron on industrial samples. The influence of various alloying substances on the hardness and high-strength properties of the specified cast iron during the formation of casting, including the graphite phase in cast iron casting, is given. The results of tests with samples of antifriction cast iron of the AChS-3 grade modified with titanium carbide are presented. For testing, prototypes were obtained at the production site of the limited Liability partnership «Karaganda Machine-Building Plant named after Parkhomenko» as part of industrial tests with a pre-developed technology for producing castings from antifriction cast iron. Microslips prepared for microstructural studies were subjected to tests after purification and treatment with appropriate liquids. The microhardness of the samples, the coefficient of friction, and the composition of the structure of the samples were studied. In the course of the study, to assess the effect of the modifier, the qualitative indicators of samples obtained by a simple method without adding a modifier were compared. Studies show that the structure contains insoluble titanium carbide particles. In the treated samples, the microhardness increases slightly, but the coefficient of friction decreases. This fact confirms the results obtained in previous studies.

Keywords: Antifriction cast iron, titanium carbide, microhardness, structure, friction.

Теруге 18.03.24 ж. жіберілді. Басуға 29.03.24 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Мб RAM

Шартты баспа табағы 14,79. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4203

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

e-mail: nitk.tou.edu.kz

www.stk.tou.edu.kz