

Қазақстандық шикізатты пайдаланып балқығыш үлгілермен құю әдісімен құймаларды өндіру технологиясын әзірлеу

^{1*}**АТАМБАЕВ Жасұлан Нұрбайұлы**, докторант, аға оқытушы, atambaev.jasulan@mail.ru,

¹**КВОН Светлана Сергеевна**, т.ғ.к., профессор, svetlana.1311@mail.ru,

²**ОКИШЕВ Константин Юрьевич**, ф.-м.ғ.д., профессор, k.okishev@indox.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Н. Назарбаев даңғылы, 56, Қарағанды, Қазақстан,

²Ресей Федерациясының бірінші президенті Б.Н. Ельцин атындағы Орал федералды университеті, Мира көшесі, 19, Екатеринбург, Ресей,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Жұмыста АЧС-3 маркалы үйкеліске қарсы шойыннан БҰҚ әдісімен құймаларды өндірудің әзірленген технологиясы ұсынылған. Ұсынылған технологияның айырмашылығы шойын балқымасын салмағы бойынша 0,3% мөлшерінде титан карбидімен өңдеу, қазақстандық балшықтан қабықша қалып дайындау және дайын құймалардың бетіндегі пitting дақтарды болдырмау үшін дайын қабықшаға графит ұнтағын себу болып табылады. Әзірленген технология өндіріс алаңында сыналды, алынған құймалар жоғары пайдалану қасиеттерін көрсетті. БҰҚ құю технологиясына енгізілген өзгерістер іс жүзінде таза кірістің рентабельдігіне әсер етпейді, өндіріс құны бойынша айырмашылық 0,3%-дан аз. Жаңа технологияны енгізген жағдайда дірілмен өңдеу мен балқымаға түрлендіргіш қосу және қабықшаға графит себуге кететін уақыт шығындары артады. Нәтижесінде өндірілетін құйманың пайдалану қасиеттері артады.

Кілт сөздер: үйкеліске қарсы шойын, титан карбиді, технология, графит, балшық, қабықша, пitting, қасиеттер, құны.

Кіріспе. АЧС-1 – АЧС-6 (МЕМСТ 1885-85) маркалы шойындар негізінен үйкеліс жағдайында жұмыс істейтін құймаларды дайындау үшін қолданылады. Бұл топқа жататын қорытпалардың жоғары үйкеліске төтеп беру қасиеттері, ең алдымен, графит фазасының параметрлері, перлит пен феррит компоненттерінің қатынасы, перлиттің дисперсиясы және т.б. құрылым сипаттамаларымен қамтамасыз етіледі [1].

Біз бұған дейін жүргізген зерттеулерде [2] титан карбидінің аз мөлшерін (массасы бойынша 0,2-0,3%) АЧС-3 маркалы шойын балқымасына енгізу кезінде графит фазасының параметрлерінің айтарлықтай өзгеруіне әкелетінін анықтадық (1-сурет): графит қосындыларының орташа мөлшері шамамен 40-60%-ға азаяды, графит алып жатқан жалпы аумақ қосындылардың пішіні қарапайым күйге келеді.

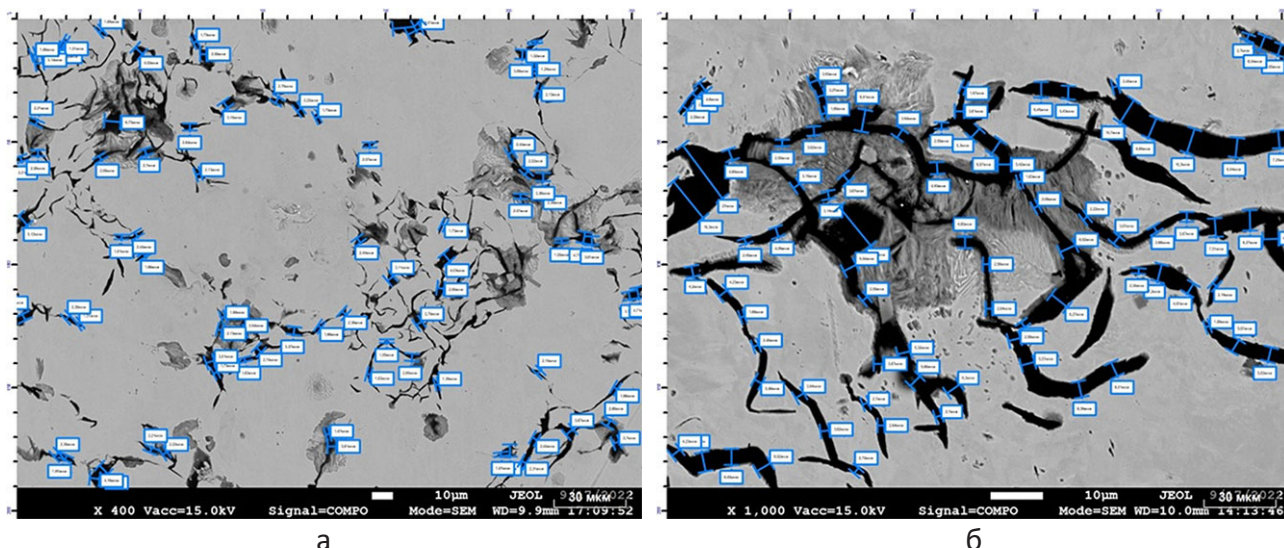
Зерттеу әдістемелері. Графит фазасының параметрлерін зерттеулер үлкен мәліметтер базасында Thixomet Pro көмегімен

жүргізілді (100-ге жуық көру өрісі зерттелді), бұл қол жеткізген нәтижелердің сенімділігін көрсетеді.

Титан карбидімен өңдеуден кейін АЧС-3 шойынының құрылымындағы мұндай өзгерістер үйкеліске қарсы қасиеттердің айтарлықтай жақсаруына, яғни үйкеліс коэффициентінің шамамен 2 есе төмендеуіне әкелді. Нәтижелер шойынның құрылымы мен үйкеліске қарсы қасиеттерін жақсарту үшін модификатор ретінде 0,2-0,3% мөлшерінде титан карбидін енгізуді ұсынуға мүмкіндік береді.

Үйкеліске қарсы шойыннан құймаларды алу үшін біз балқығыш үлгілермен құю (БҰҚ) әдісін ұсындық [3]. Қабықты дайындау үшін негізгі материал ретінде қазақстандық Құмкешу кен орнының балшығы негізінде композиция ұсынылды.

Бұл композицияның құрамы: кремнезол – 30-35%; этилсиликат – 10%; беттік белсенді зат – 1%; техникалық этил спирті – 10%; қалғаны – отқа төзімді толтырғыш. Кремнезол ретінде Құмкешу балшығының



1-сурет – Зерттелген АЧС-3 шойын үлгілерінің құрылымы:
а – модификациядан кейін; б – модификациясыз

сумен қоспасы (балшықтың массасы бойынша 15%) ұсынылатындығын атап өткен жөн. Балшық алдын-ала дайындықтан өтуі керек: барлық мүмкін фазалық және соған байланысты көлемдік түрлендірулердің жүруін қамтамасыз ету үшін 1200°C-та 4 сағат бойы күйдіру; содан кейін суспензия жасау үшін 400 мкм фракцияға дейін ұнтақтау. Балшықтың бірегей минералогиялық және фракциялық құрамы (муллит, мусковит, клинохлор, каолинит және т.б.) қажетті технологиялық қасиеттерді (тұтқырлық, шөгінділерге төзімділік және суспензияның беріктігі) қамтамасыз етеді.

Дайын өнімнің сапасы тұрғысынан БҰҚ әдісінің өндірістік проблемаларының бірі – тереңдігі 1,5 мм-ге дейін және диаметрі 5,0 мм-ге дейін бетінің кедір-бұдырлары ретінде көрінетін нүктелік ақаулармен беттің питтинг-зақымдануы болып табылады. Бұл ақаулықтың алдын алу үшін біз дайын қабықшаға қосымша графитті себу, балқыма-ны құю және дірілмен өңдеуді қамтитын БҰҚ құю әдісін ұсындық [4]. Жоғарыда аталған композиция қабықша жасау үшін суспензия ретінде пайдаланылды.

Ұсынылған технологияның мәні мынадай. Болашақ құйманың балауыз үлгісі суспензияға 3-4 секундқа батырылады, содан кейін суспензия қабаты бар үлгі 400 мкм фракциясы бар шамот сынықтарының құрғақ қоспасы себілді. Қоспа себілген үлгі СНОЛ – 100 кептіру шкафында 400С температурада толық кепкенше дейін кептіріледі. Батыру – себу – кептіру операциялары 6-7 рет қайталанатын, нәтижесінде қалыңдығы шамамен 7 мм қабық пайда болады.

Үлгі қабықшаны ыстық сумен жуу арқылы жойылады. Содан кейін қабықшаның сыртқы жағына – 400 мкм фракциясы бар ұсақталған графит құйма алаңының 10 см² үшін 1 грамм мөлшерінде қолданылады. Қабықша опокаға салынып, шамот сынықтарымен нығайтылады. Опоканың жоғарғы бөлігі крем тәріздес күйде болғанша сұйық шынымен араласқан шамот үгінділерімен жабылады.

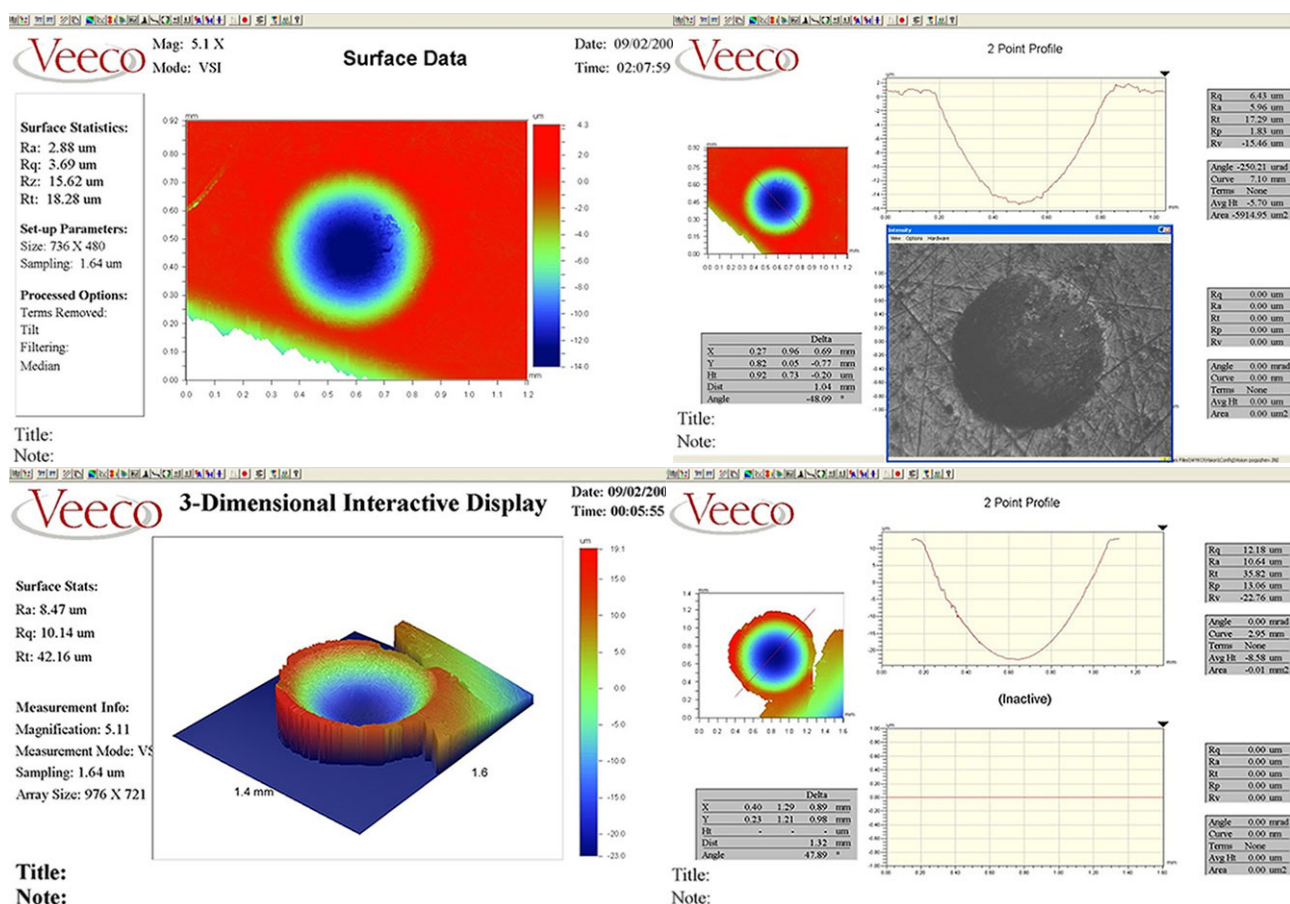
Бекітілген қабықшасы бар опока діріл үстеліне орнатылады, АЧС-3 маркалы шойын қабықша қалыпқа құйылады, бүкіл құрылым 10 мм амплитудасы мен 120 Гц жиілігінде 10 минут ішінде дірілге ұшырайды.

«Пархоменко атындағы ҚМЗ» ЖШС өндірістік алаңында (Қарағанды облысы) осы технология сынақтан өткізілді. Балқытылған қорытпадан «Төлке» құймасы құйылып алынды, партияның мөлшері 50 дананы құрады. Дайын құймалар цех ғимаратында 10 күн сақталды, содан кейін олардың бетіне визуалды тексеру жүргізілді. Тексеру бетінде питтинг дақтардың жоқтығын көрсетті.

Тәжірибелік партиядан трибологиялық сынақтарға үлгілер дайындалды. Сынақтар трибометрді (CSM Instruments) пайдаланып ауада жүргізілді. Сынақ шарттары: контрдене – диаметрі 6 мм WC шарик; «шарик-диск» схемасы; жүктеме 5Н; сырғанау жылдамдығы 10 см/с; жүріс ұзындығы 500 м. 2-суретте трибологиялық сынақтардың нәтижелері келтірілген, соңғы нәтиже кестеде көрсетілген.

Салыстыру үлгісі ретінде кәдімгі технологияда балқытылған құйма қолданылды.

Жүргізілген зертханалық зерттеулер мен алынған нәтижелер негізінде «Пархоменко



2-сурет – Трибологиялық сынақтардың мысалы

Өткізілген сынақтардың нәтижелері

Үлгі нөмірі	Модификатор мөлшері, %	Үйкеліс коэффициенті
1	0	0,42
2	0,3	0,18

атындағы ҚМЗ» ЖШС Техникалық кеңесімен келісілген және мақұлданған АЧС-3 маркалы антифрикциялық шойыннан жоғары пайдалану қасиеттері бар құймаларды алу процесінің технологиялық картасы әзірленді. 3-суретте ұсынылған өзгерістерге дейін және кейін процестердің блок-схемалары келтірілген.

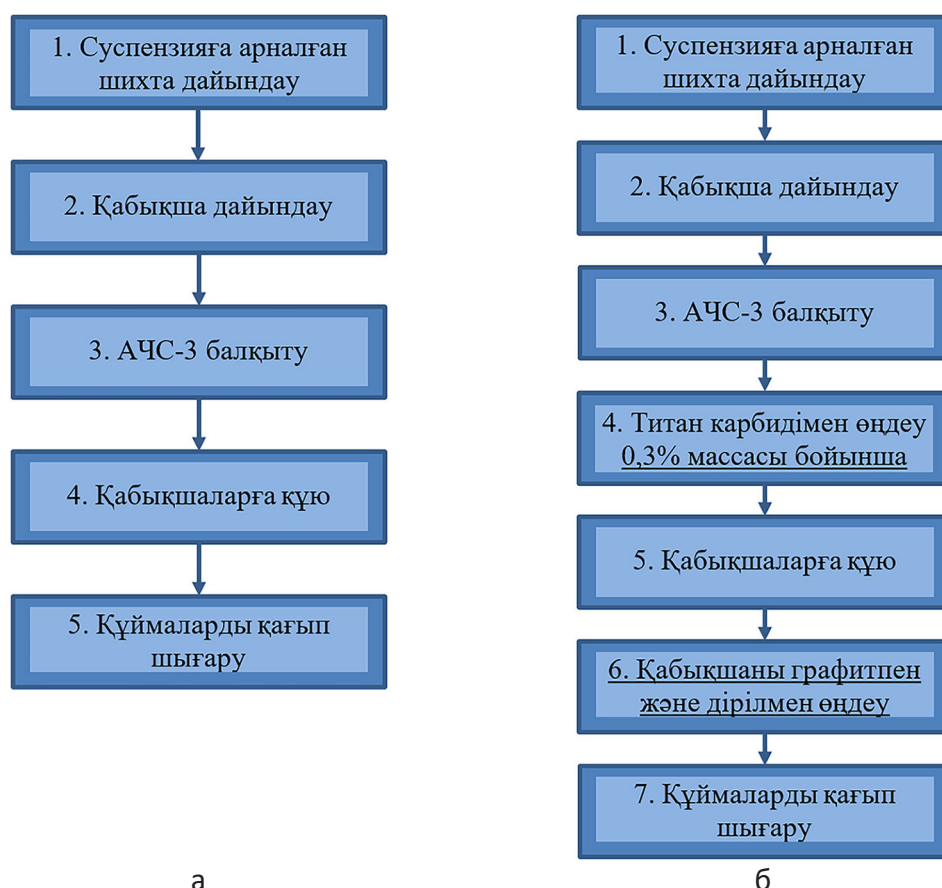
3-суреттен көрініп тұрғандай, ұсынылған өзгерістер технологияның қосымша кезеңдерінің пайда болуына, демек, технологиялық процестің уақытының ұлғаюуына және түпкілікті өнімнің өзіндік құнының артуына әкеледі.

Алайда, технологиядағы ұсынылған өзгерістердің орындылығын бағалау үшін алдын-ала есептеу өнімнің өзіндік құнының шамалы өсуін көрсетті, бұл құю сапасын жақсарту арқылы қызмет ету мерзімінің ұл-

ғаюымен өтеледі.

Ғылыми нәтижелер. Үлгі ретінде салмағы 0,56 кг «Төлке» құймасы қолданылды. Партия 50 дана. Бір құйманың шамамен болжамды беті 112 cm^2 , жалпы партия бойынша 5600 cm^2 құрайды. Жұмыста алынған нәтижелерге сәйкес [2, 4] құймалардың осы партиясын өңдеу үшін шамамен 56 г TiC (массаның 0,2%) және 560 г графит ұнтағы (10 cm^2 -ге 1 г есебінен) қажет. 50 дана құйма мөлшерінде бүкіл партияны өңдеуге арналған материалдардың құны 1960 тг + 4176 тг = 6136 тг құрайды (орташа бағалар ҚР бойынша satu.kz сайтынан алынды).

Уақыт шығындары шамамен 30 минутқа артады: оның ішінде 10 минут – дірілмен өңдеу, қалғаны титан карбидін балқымаға енгізуге және қабықты графитпен тоздандыруға жұмсалады. Егер уақыт шығындарын



3-сурет – Технологиядағы өзгерістерге дейін (а) және кейін (б) БҰҚ-мен құймалар алу процесінің блок-схемасы

сағаттық төлемге аударсақ, онда шығындар айына 270000 теңге орташа жалақыға сүйене отырып, шамамен 750 теңгеге артады.

Осылайша, 50 құйма партиясына технологияға ұсынылған өзгерістер кезінде жиынтық шығындар шамамен $6136 + 750 = 6886$ тг құрайды, яғни бір құйманың құны 138 теңгеге артады. БҰҚ әдісімен шойын құюдың орташа құны 3300 тг/кг болғанда, өзіндік құнның мұндай өзгеруі іс жүзінде таза пайда мен өндірістік өзіндік құн бойынша рентабельділік көрсеткішіне әсер етпейді – айырмашылық 0,3%-дан аз. Бұл ретте есептеу кезінде өнімнің пайдалану қасиеттерін арттыру нәтижесінде пайдалану мерзімін ұлғайту есебінен ауыстыру, тоқтап тұру және жөндеу шығындарының төмендеуі ескерілмеді.

Қорытынды. Бұрын жүргізілген зерттеулер негізінде БҰҚ әдісімен АЧС-3 маркалы шойыннан құю технологиясы жасалды. Жаңа технология қолданыстағымен салыстырғанда екі қосымша қадамды енгізумен ерекшеленеді: графит фазасының параметрлерін өзгерту үшін массасы бойынша 0,3% титан карбидімен шойын балқымасын өңдеу; құйма бетіндегі питтинг дақтардың алдын алу үшін қабықты графит ұнтағымен өңдеу. Ұсынылған технология қабықты қалыптастыру кезінде қазақстандық балшықты пайдалануды да көздейді. Ұсынылған технология «Пархоменко атындағы ҚМЗ» ЖШС өндірістік алаңында сыналды. Сынақ актісі алынды. Ұсынылған технология бұрынғы рентабельділікті сақтай отырып, пайдалану қасиеттері жоғары құймаларды алуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. R. Dryden; G.R. Purdy. The effect of graphite on the mechanical properties of cast irons // Data Acta Metallurgica, 2019, ISSN: 0001-6160, Vol: 37, Issue: 7, Page: 1999-2006.

2. K. Sertucha, J. Lacaze, J. Serrallach, J. Suarez, R. Osuna. Effect of alloying on mechanical properties of as cast ferritic nodular cast irons // Materials Science and Technology, 2012, vol. 28 (no. 2). Pp. 184-191. ISSN 0267-0836.
3. Рудницкий Ф.И., Куликов С.А. Модифицирование чугунов ультрадисперсными нанодобавками // Литье и металлургия. 2017. № 1 (86). С. 11-15.
4. Sv.S. Kvon, Zh.N. Atambayev, K.Yu. Okishev, N.B. Aitbayev. Studying titanium carbide effect on cast iron AChS-3 properties // METALURGIJA, 62 (2023) 2, pp. 265-267, ISSN 0543-5846.
5. Атамбаев Ж.Н., Квон Св.С. Исследование структуры чугуна АЧС-3, модифицированного карбидом титана // Литейное производство. Москва: Издательский дом «Литейное производство». – 2023. – № 4. – С. 6-9.

Разработка технологии производства отливок методом ЛВМ с использованием сырья казахстанского содержания

¹***АТАМБАЕВ Жасулан Нурбаевич**, докторант, старший преподаватель, atambaev.jasulan@mail.ru,

¹**КВОН Светлана Сергеевна**, к.т.н., профессор, svetlana.1311@mail.ru,

²**ОКИШЕВ Константин Юрьевич**, д.ф.-м.н., профессор, k.okishev@inbox.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», пр. Н. Назарбаева, 56, Караганда, Казахстан,

²Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, ул. Мира, 19, Екатеринбург, Россия,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Представлена разработанная технология производства отливок методом ЛВМ из антифрикционного чугуна марки АЧС-3. Отличие предлагаемой технологии заключается в обработке расплава чугуна карбидом титана в количестве 0,3% по массе, изготовлении оболочковой формы из глины казахстанского содержания и обсыпке готовой оболочки графитовым порошком для избежания питтинга на поверхности готовых отливок. Разработанная технология была испытана на производственной площадке, полученные отливки показали высокие эксплуатационные свойства. Изменения, внесенные в технологию получения отливок методом ЛВМ, практически не влияют на рентабельность по чистой прибыли, разница по производственной себестоимости составляет менее 0,3%. При внедрении новой технологии увеличиваются затраты времени на виброобработку и добавление модификатора к расплаву и нанесение графита на оболочку. В результате повышаются эксплуатационные свойства производимого слитка.

Ключевые слова: антифрикционный чугун, карбид титана, технология, графит, глина, оболочка, питтинг, свойства, себестоимость.

Development of Technology for the Production of Castings by Casting on Cast Models Using Raw Materials of Kazakhstani Content

¹***ATAMBAYEV Zhasulan**, Doctoral Student, Senior Lecturer, atambaev.jasulan@mail.ru,

¹**KVON Svetlana**, Cand. of Tech. Sci., Professor, svetlana.1311@mail.ru,

²**OKISHEV Konstantin**, Dr. of Phys. and Math. Sci., Professor, k.okishev@inbox.ru,

¹NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», N. Nazarbayev Avenue, 56, Karaganda, Kazakhstan,

²Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Mira Street, 19, Yekaterinburg, Russia,

*corresponding author.

Abstract. The developed technology for the production of castings by the LVM method from antifriction cast iron of the AChS-3 brand is presented. The difference of the proposed tech-

nology is the processing of molten cast iron with titanium carbide in an amount of 0,3% by weight, the manufacture of a shell mold from clay of Kazakhstani content and sprinkling the finished shell with graphite powder to avoid pitting on the surface of the finished castings. The developed technology was tested on the production site, the castings obtained showed high operational properties. The changes made to the technology of obtaining castings by the LVM method practically do not affect the net profit margin, the difference in production cost is less than 0,3%. With the introduction of a new technology, the time spent on vibration treatment and adding a converter to the melt and applying graphite to the shell increases. As a result, the operational properties of the produced ingot are increased.

Keywords: antifriction cast iron, titanium carbide, technology, graphite, clay, shell, petting, properties, cost.

REFERENCES

1. R. Dryden; G.R. Purdy. The effect of graphite on the mechanical properties of cast irons. Data Acta Metallurgica 2019, ISSN: 0001-6160, Vol: 37, Issue: 7, Page: 1999-2006.
2. K. Sertucha, J. Lacaze, J. Serrallach, J. Suarez, R. Osuna. Effect of alloying on mechanical properties of as cast ferritic nodular cast irons. Materials Science and Technology, 2012, vol. 28 (no. 2). Pp. 184-191 ISSN 0267-0836.
3. Rudnickij F.I., Kulikov S.A. Modificirovanie shugunov ul'tradispersnymi nanodobavkami. Lit'e i metallurgija. 2017. No. 1 (86). Pp. 11-15.
4. Sv.S. Kvon, Zh.N. Atambayev, K.Yu. Okishev, N.B. Aitbayev. Studying titanium carbide effect on cast iron AChS-3 properties. METALURGIJA, 62 (2023) 2, pp. 265-267, ISSN 0543-5846.
5. Atambaev Zh.N., Kvon Sv.S. Issledovanie struktury shuguna AChS-3, modificirovannogo karbidom titana. Litejnoe proizvodstvo. Moscow: Publishing House «Litejnoe proizvodstvo». – 2023. – No. 4. – Pp. 6-9.