

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

№ 4 (2023)

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/PWGH3542>

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);
Богомоллов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

Зарубежные члены редакционной коллегии:

Vaigang 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

© Торайгыров университет

**Д. А. Есенгалиев¹, *Б. С. Келаманов², А. А. Абілберікова³,
А. А. Муканова⁴, А. А. Нуржанов⁵**

^{1,2,3,4,5}Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті,

Қазақстан Республикасы, Ақтөбе қ.

*e-mail: kelamanov-b@mail.ru

«ҮШҚАТЫН III» КЕН ОРНЫНЫНДАҒЫ ЖОҒАРЫ НЕГІЗДІ МАРГАНЕЦ КЕНІН ПЕТРОГРАФИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

Осы мақалада металлургиялық өндіріске қажет «Үшқатын III» кен орнының жоғары негізді марганец кендерінің петрографиялық және термографиялық зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей осы кен орнындағы марганец кені құрамында зиянды қоспа фосфордың аз болуы және кальций тотығы мөлшерінің жоғары болуы бұл кен орнын марганец қорытпаларын балқытуға оңтайлы шикізат ретінде қарастыруға болады. Осыған байланысты жоғары негізді марганец кенінің металлургиялық өндіріске қажеттілігін анықтау үшін оны рентгенофазалық, минералогиялық және термографиялық зерттеулері жүргізілді. Сәйкесінше, ДРОН-2,0 рентген аппарат нәтижесі бойынша, кеннің құрамында келесі минералдар табылды: браунит ($Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$), биксбиит ($(Mn, Fe)_2O_3$), кальцит ($CaCO_3$), гематит ($\alpha-Fe_2O_3$). Минералдық-петрографиялық талдау «NYMCS-605» моделінің портативті металлургиялық микроскопының көмегімен жүргізілді. Микроскопиялық зерттеулер көрсеткендей, жоғары негізді марганец кенінде жылтыр қара жолақты құрылымға ие гаусманит (Mn_3O_4) және ашық түске ие бос жыныстардан, яғни карбонат негізіндегі аз мөлшерде халцедон (SiO_2), кристалды тефроит (Mn_2SiO_4) барекені анықталды. Карбонат ұсақ кристалды кальциттен құрамында родохрозит ($MnCO_3$), кей жерлерде барит ($BaCO_3$) пен тефроиттен тұрады. Сонымен қатар жоғары негізді марганец кенін термографиялық талдауы жасалды. Дифференциалдық-термографиялық талдауды F. Paulik, J. Paulik, L. Erdei дериватографта $Q=1000$ $10^\circ C/мин$ қыздыру қадамымен $25-1000^\circ C$ температура диапазонында зерттеу жүргізілді. «Үшқатын III» кен орнының жоғары негізді марганец кенінің микроқұрылымын петрографиялық, термографиялық талдау нәтижелері бойынша оны марганец негізіндегі ферроқорытпа балқыту технологиясына қолдану мүмкіндігі дәлелденді.

Кілтті сөздер: марганец кені, ферромарганец, негізділік, минералогиялық-петрографиялық талдау, рентгенофазалық талдау, термографиялық талдау.

Кіріспе

Марганец негізіндегі ферроқорытпаларды балқыту бай марганец концентраттарына негізделген. Өнеркәсіптің марганецке бай концентраттарына деген қажеттілігі қазірдің өзінде қиындықпен қамтамасыз етілуде [1–3]. Марганец кендеріне өсіп келе жатқан қажеттілікті қанағаттандыру үшін, ферроқорытпа өндірісіне кедей кендер мен жаңадан ашылған кен орындарының кендерін тарту қажет. Марганец кендерінің сапасы жағынан бірегей «Үшқатын III» (Қарағанды облысы) кен орны үлкен қызығушылық тудырады. Оның химиялық құрамы төмен фосфор концентрациясымен және жоғары негізділікпен ($\text{CaO/SiO}_2 = 1,69$) түсіндіріледі. Марганец қорытпа-ларын балқыту кезінде қождама ретінде әк (әктас) қолдануын ескерсек, осы кенді таптырмас шикізат көзі ретінде бағалауға мүмкіндік береді [4–7].

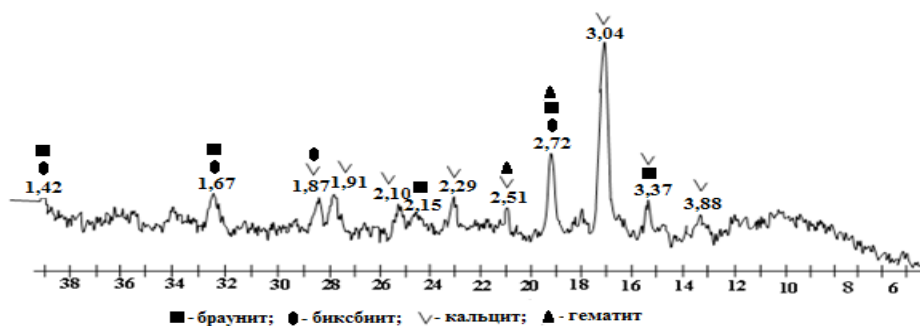
Жұмыстың мақсаты – «Үшқатын III» кен орнының жоғары негізді марганец кенінің металлургиялық өңдеуге жарамдылығын анықтау мақсатында, рентгенограмма, петрографиялық және термографиялық зерттеулер жүргізу.

Материалдар мен әдістер

Жоғары негізді марганец кеннің технологиялық тұрғыдан минералогиялық, фазалық, температура әсерінен болатын өзгерістерді анықтау үшін кешенді зерттеулер жүргізілді, олар: рентгенографиялық, минералогиялық және термографиялық талдаулар [8–10].

Жоғары негізді марганец кенінің толық зерттеуін жүргізу үшін, одан алдына сынама-лар дайындалды.

Сонымен, «Үшқатын III» кен орнының жоғары негізді марганец кеніндегі сынаманы ДРОН-2,0 рентген аппаратында жүргізілген фазалық талдауы негізінде құрамында келесі минералдар анықталды: браунит ($\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnSiO}_3$), биксбиит ($(\text{Mn,Fe})_2\text{O}_3$), кальцит (CaCO_3), гематит ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Рентгенограмма нәтижесі сурет 1-де келтірілген.

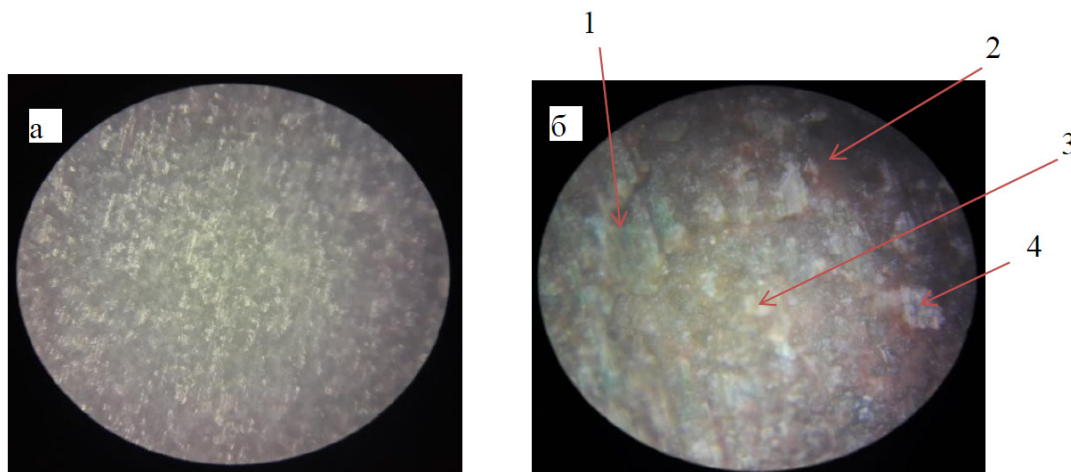


Сурет 1 – Жоғары негізді марганец кенінің рентгенограмма нәтижесі

Жұмыс барысында кенді және кенді емес (бос жыныс) компоненттердің минералогиялық құрамының текстуралық-құрылымдық ерекшеліктері

зерттелді. Минералдық-петрографиялық талдауды «NYMCS-605» моделіндегі металлургиялық микроскоп көмегімен жүргізілді.

Зерттелетін марганец кенін микроскопиялық талдау нәтижесінде сынама көлемі 5,0 мм өткір бұрышты сынықтардан тұратыны анықталды. Сынықтың текстурасы жағынан да, құрылымы жағынан да біркелкі емес. Кейбір сынықтар жіңішке, ырғақты қабаттану бар, сонымен қоса күйе тектес және колломорфты құрылымды аймақтар бар екені байқалды. Кейбір бөліктерінде кальцитпен толықтырылған күйіндегі кірінділер бар. Кен сынығының түсі біркелкі емес, қара-қоңырдан қараға дейін өзгереді. Негізінде текстура массивке жақын. Сурет 2-де жоғары негізді марганец сынамасының микроқұрылымы келтірілген.



а – 100 есе ұлғайтылған, б – 500 есе ұлғайтын

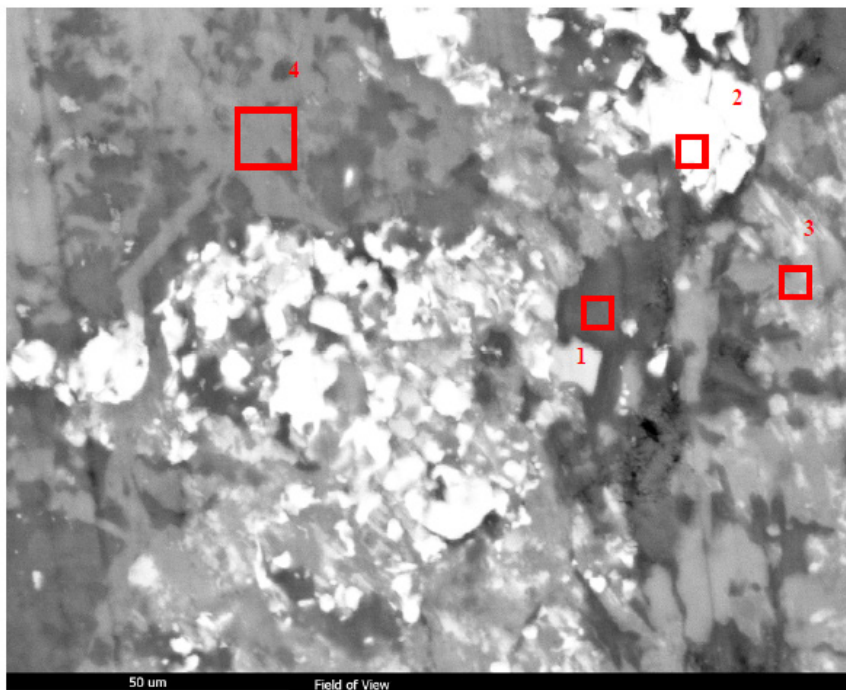
1 – гаусманит; 2 – родохрозит; 3 – браунит; 4 – кальцит;

Сурет 2 – Жоғары негізді марганец сынамасының микроқұрылымы

Микроскопиялық зерттеулер көрсеткендей, жоғары негізді марганец кенінде тығыз орналасқан гаусманит (Mn_3O_4) және ашық түске ие бос жыныстардан, яғни карбонат негізіндегі аз мөлшерде халцедон (SiO_2), кристалды тефроит (Mn_2SiO_4) бар екені анықталды.

Карбонат ұсақкристалды кальциттен құрамында родохрозит ($MnCO_3$), кей жерлерде барит ($BaCO_3$) пен тефроиттен тұрады. Кеннің кейбір бөліктерінде гаусманит дала шпаты жыныстарымен байланысқан. Ал браунит шлифте ұсақкристалды кірінді түрінде кальцитпен жанасып, карбонатты жыныс түзілген [11].

Үлгіні егжей-тегжейлі зерттеу үшін Philips XL 20 энергодисперсиялық детекторымен (ESD) жүргізілген сандық талдауға зерттеулер жүргізілді. Процестің мәні келесідей болды: бірнеше нүктелер (немесе аймақтар) орнатылды, біздің жағдайда зерттеу үшін сурет 2-ге сәйкес 4 аймақ таңдалды, содан кейін бағдарлама әртүрлі аймақтардан спектрлер жинай бастады. Барлық терілген спектрлер автоматты түрде сақталады және элементтерді тексергеннен кейін әр таңдалған нүктеде сандық құрамдар анықталатын болды (1-ші кесте). Нәтижелер көрсеткендей, негізгі элементтер мыналардан тұрады: Mn, Ca, O, Fe.



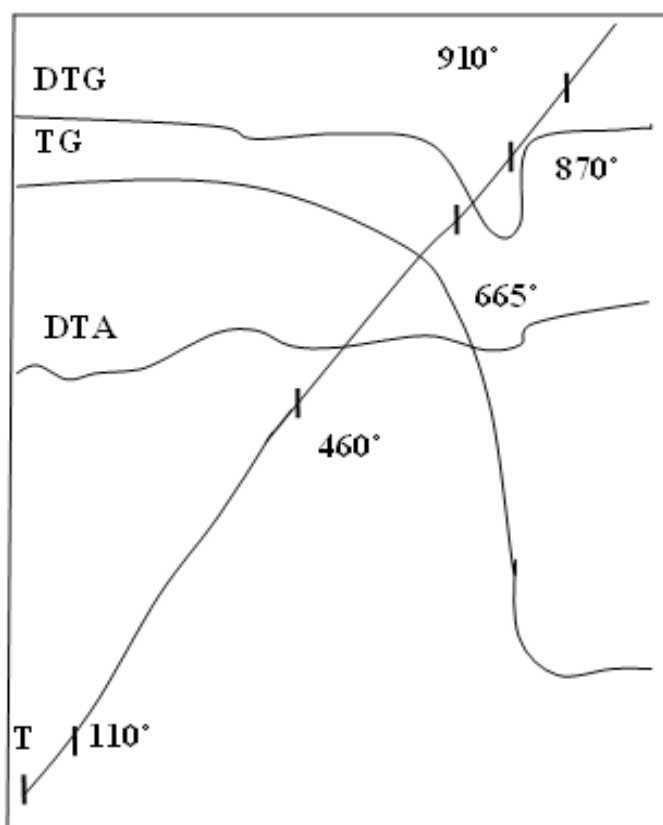
Сурет 3 – Энергодисперсионды талдаудан кейінгі сынама фрагменті

Кесте 1 – Үлгі аймақтарының сандық құрамы

Аймақ	Құрамы	Элементтер, %								
		C	O	Na	Mg	Al	Si	Ca	Mn	Fe
Аймақ 1	Массалық үлесі	0	37,2	3,4	12,6	11,9	15,8	0	19,1	0
	Атомдық массасы	0	53,5	3,4	12,0	10,2	12,9	0	8,0	0
Аймақ 2	Массалық үлесі	1,4	21,5	0	0	0	0,5	1,1	29,7	45,8
	Атомдық массасы	4,0	46,9	0	0	0	0,6	0,9	18,8	28,6
Аймақ 3	Массалық үлесі	2,7	33,4	1,5	1,5	1,4	16,0	3,1	40,3	0
	Атомдық массасы	5,8	53,8	1,7	1,5	1,4	14,7	1,9	18,9	0
Аймақ 4	Массалық үлесі	8,5	36,8	5,6	0	0	1,5	15	32,5	0
	Атомдық массасы	16,5	53,4	5,7	0	0	1,3	8,7	13,8	0

Сонымен қатар, «Үшқатын III» кен орнының жоғары негізді марганец кеніне термографиялық зерттеулер F. Paulik, J. Paulik, L. Erdei Derivatograph дериватограф жүйесінде $Q=1000$ $T=25-1000$ °C температура диапазонында 10 °C/мин қыздыру қадамымен жүргізілді. Температура платина-платина-родий терморпаралар көмегімен өлшенді. Зерттеулер тотықтырғыш атмосферада жүргізілді.

Термографилық қисықтар нәтижесінен көріп тұрғанымыздай, (сурет 4) $T = 107\text{--}120\text{ }^{\circ}\text{C}$ аралығында әлсіз эндотермиялық әсер байқалғанын көруге болады, оны адсорбцияланған ылғалдың бөлінуіне байланысты түсіндіруге болады. $T = 435\text{--}460\text{ }^{\circ}\text{C}$ температурадан бастап DTA (дифференциалды-термиялық талдау) қисықтарында тағы да эндотермиялық әсерді көруге болады, оны родохрозиттің ыдырауы арқылы MnO , Mn_3O_4 марганец тотықтарының түзілуімен түсіндіріледі. Одан кейін $T = 730\text{--}765\text{ }^{\circ}\text{C}$ температура аралығында аз ғана экзотермиялық әсер байқалады, ол β -курнакитке дейін ($\beta\text{-Mn}_3\text{O}_4$) түзілген тотықтардың нәтижесі. $T = 770\text{ }^{\circ}\text{C}$ температурада дифференциалдық қисық сызығында айқын эндотермиялық әсер пайда болды, ол кальций карбонатының диссоциациялануы нәтижесінде CaO түзілуімен дәлелденді.



Сурет 4 – Марганец концентратының дериватограммасы

$T = 930\text{--}950\text{ }^{\circ}\text{C}$ температура диапазонында үлгіде елеусіз әсердің байқалғанын көреміз, ол бұрын түзілген β -курнакиттің ыдырауы нәтижесінде β -гаусманит түзілуі әсерінен болды. Температураның $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейін одан әрі жоғарылауы 40 мг салмақ жоғалтуға әкеледі.

Нәтижелер және талқылау

Жүргізілген зерттеуден келесі нәтижелерді алуға болады:

Рентгендік-фазалық сынама талдау, темір (Fe), бірнеше минералды көздер: браунит ($Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$), биксбиит $(Mn,Fe)_2O_3$, кальцит ($CaCO_3$), гематит ($\alpha-Fe_2O_3$) комбинациясын қолдана отырып, ДРОН-2,0 визуалды дифрактометрде жүргізілді. Минералдардың талшықтарынан химиялық кенде марганец пен темір оксидтері, сондай-ақ кальцит бар екенін білуге болады.

Зерттелетін марганец кенін минералдық-петрографиялық талдауы «NYMCS-605» моделінің портативті металлургиялық микроскопының көмегімен жүргізілді. Бұл талдау кенді және кенді емес компоненттердің минералогиялық құрамының текстуралық-құрылымдық ерекшеліктерін зерттеуге мүмкіндік береді. Микроскопиялық талдау нәтижелері марганец кенінің сынамасы 5,0 мм өткір бұрышты сынықтармен ұсынылғанын көрсетті. Бұл сынықтардың құрылымы да, құрамы да біркелкі емес.

Дифференциалды-термиялық талдау нәтижесі бойынша марганец кенінің фазалық ауысуларын ДТА қисық сызықтар арқылы дәлелденді. ДТА қисық сызықтардың температуралық максимумдарын сараптай келе, пеш жағдайында жоғары негізді марганец кенінің тотықсыздандырғыштармен толық байланысқа түсетіні анықталды.

Қорытынды

«Үшқатын-III» кен орнының жоғары негізді марганец кенінің петрографиялық құрамы зерттелді, ол тығыз ұсақ кристалды гаусманиттің жылтыр қара қабаттарының кезектесуіне байланысты жолақты құрылымның гаусманит кенін білдіреді, және кеуекті емес жолақтар, аз мөлшерде халцедон және кристалды тефроит бар карбонаттан тұрады.

Осылайша, «Үшқатын III» кен орнының бастапқы марганец кендерінің микроқұрылымын петрографиялық, термографиялық талдау нәтижелері одан әрі ферромарганецтің орташа және төмен көміртекті сорттарына қайта өңдеудің орындылығын көрсетеді.

Алынған термографиялық мәліметтер марганец шикізатын пирометаллургиялық өңдеу процестерін зерттеуде пайдаланылуы мүмкін.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Manganese, The Global Picture – A Socio Economic Assessment : report. International Manganese Institute. – London, 2015. – 58 p.

2 **Байсанов, С. О., Байсанов, А. С., Исагулов, А. З., Есенғалиев, Д. А., Оспанов, Н. И.** Разработка технологии выплавки рафинированного ферромарганца с применением специальных комплексных восстановителей [Текст] // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2018. – Том 61. – № 9. – С. 689–694.

3 **Жучков, В. И., Смирнов, Л. А., Зайко, В. П., Воронов, Ю. И.** Технология марганцевых ферросплавов [Текст]. Ч.2. – Екатеринбург : УрОРАН, 2008. – 442 с.

4 **Букетов, Е. А., Габдуллин, Т. Г., Такенов, Т. Д.** Metallurgicheskaya pererabotka margantsevykh rud Central'nogo Kazakhstana [Text]. – Alma-Ata. : Nauka, 1979. – 184 s.

5 **Гасик, М. И., Лякишев, Н. П.** Теория и технология электрометаллургии ферросплавов [Text]. – М. : Интермет, Инжиниринг, 1999. – 764 с.

6 **Григорьев, В. М., Борисенко, Л. Ф., Кравченко, Г. Г. и др.** Справочник по рудам чёрных металлов для геологов. [Text] – М. : Недра. – 1985. – 287 с.

7 **Александров, А. А., Дашевский, В. Я., Леонтьев, Л. И.** Доизвлечение марганца из шлака процесса выплавки рафинированного марганцевых ферросплавов [Text] // Сталь. – 2013. – № 10. – С. 66–70.

8 **Ожогина, Е. Г.** Минералогические исследования как основа априорной оценки технологических свойств марганцевых руд и оптимизации разрабатываемых технологических схем [Text] // Материалы IV конгресса обогатителей стран СНГ. – М., 2003. – Том I. – С. 57–58.

9 **Ожогина, Е. Г.** Технологическая минералогия карбонатных марганцевых руд [Text] // Обогащение руд. – 2004. – № 1. – С. 38–42.

10 **Есенгалиев, Д. А., Байсанов, С. О., Исагулов, А. З., Байсанов, А. С.** Петрографическое исследование первичных марганцевых руд месторождения «Ушкатын III» [Text] // Вестник ПГУ, Энергетическая серия. – 2019. – № 2. – Б. 122–127.

11 **Zhabanov, E. Zh., Baisanov, A. S., Toleukadyr, R. T., Inkarbekova, I. S.** Study of phase transformations during heating of briquetted mono-charge from chromium-containing materials and carbon reducing agents [Text] // CIS Iron and Steel Review. – 2023. – Vol. 25. – P. 26–30.

REFERENCES

1 Manganese, The Global Picture – A Socio Economic Assessment: report. London : International Manganese Institute, 2015. – 58 p.

2 **Bajsanov, S. O., Bajsanov, A. S., Isagulov, A. Z., Esengaliev, D. A., Ospanov, N. I.** Razrabotka tekhnologii vyplavki rafinirovannogo ferromarganca s primeneniem special'nykh kompleksnykh vosstanovitelej [Development of technology for smelting refined ferromanganese using special complex reducing agents] [Text] // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Chernaya metallurgiya. – 2018. – № 9. – Т. 61 – P. 689–694.

3 **Zhuchkov, V. I., Smirnov, L. A., Zajko, V. P., Voronov, Yu. I.** Tekhnologiya margancevykh ferrosplavov [Technology of manganese ferroalloys] [Text] Ch.2. Ekaterinburg : UrORAN, 2008. – 442 p.

4 **Buketov, E. A., Gabdullin, T. G., Takenov, T. D.** Metallurgicheskaya pererabotka margantsevykh rud Central'nogo Kazakhstana [Metallurgical processing of manganese ores of Central Kazakhstan] [Text]. – Alma-Ata : Nauka, 1979. – 184 p.

5 **Gasik, M. I., Lyakishev, N. P.** Teoriya i tekhnologiya elektrometallurgii ferrosplavov [Theory and technology of electrometallurgy of ferroalloys] [Text]. – Moscow : Internet, Inzhiniring, 1999. – 764 p.

6 **Grigor'ev, V. M., Borisenko, L. F., Kravchenko, G. G. i dr.** Spravochnik po rudam chyornyh metallov dlya geologov [Handbook of Ferrous metal ores for geologists] [Text]. – Moscow : Nedra, 1985. – 287 p.

7 **Aleksandrov, A. A., Dashevskij, V. YA., Leont'ev, L. I.** Doizvlechenie marganca iz shlaka processa vyplavki rafinirovannogo margancevyh ferrosplavov [Additional extraction of manganese from the slag of the smelting process of refined manganese ferroalloys] [Text] // Stal'. – 2013. – № 10. – P. 66–70.

8 **Ozhogina, E. G.** Mineralogicheskie issledovaniya kak osnova apriornoj ocenki tekhnologicheskikh svojstv margancevyh rud i optimizacii razrabatyvaemyh tekhnologicheskikh skhem // Materialy IV kongressa obogatitelej stran SNG [Mineralogical studies as a basis for a priori assessment of the technological properties of manganese ores and optimization of the technological schemes being developed // Materials of the IV CONGRESS of concentrators of the CIS countries] [Text]. – M., 2003. – tom I. – P. 57–58.

9 **Ozhogina, E. G.** Tekhnologicheskaya mineralogiya karbonatnyh margancevyh rud [Technological mineralogy of carbonate manganese ores] [Text] // Obogashchenie rud. – 2004. – № 1. – P. 38–42.

10 **Esengaliyev, D. A., Bajsanov, S. O., Isagulov, A. Z., Bajsanov, A. S.** Petrograficheskoe issledovanie pervichnyh margancevyh rud mestorozhdeniya «Ushkatyn III». [Petrographic exploration of the first manganese ore settlement «Ushkatyn III»] [Text] // Vestnik PGU, Energeticheskaya seriya. – 2019. – № 2. – P. 122–127.

11 **Zhabanov E. Zh., Baisanov A. S., Toleukadyr R. T., Inkarbekova I. S.** Study of phase transformations during heating of briquetted mono-charge from chromium-containing materials and carbon reducing agents [Text] // CIS Iron and Steel Review. – 2023. – Vol. 25. – P. 26–30.

Басып шығаруға 29.11.23 қабылданды.

*Д. А. Есенғалиев¹, *Б. С. Келаманов², А. А. Абілберікова³,
А. А. Муканова⁴, А. А. Нуржанов⁵*

^{1,2,3,4,5}Ақтөбінский региональный университет имени К. Жубанова,
Республика Казахстан, г. Ақтобе.

Принято к изданию 29.11.23.

**ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ И ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ
АНАЛИЗ ВЫСОКООСНОВНЫХ МАРГАНЦЕВЫХ
РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «УШКАТЫН III»**

В данной статье представлены результаты петрографических и термографических исследований высокоосновных марганцевых руд месторождения «Ушкатын III». Высокоосновные марганцевые руды месторождения «Ушкатын III» характеризуются низким содержанием фосфора при одновременном высоким содержанием окиси кальция в руде. Поэтому данную руду можно рассматривать как комплексное сырье для производства марганецсодержащих сплавов. Для получения объективной картины применимости высокоосновных марганцевых руд для металлургического передела были проведены рентгенофазный, минерало-петрографический и термографический анализ. В результате рентгенофазового анализа выяснилось, что основная фаза представлена кальцитом (CaCO_3), браунитом ($\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnSiO}_3$) и биксбиитом ($\text{Mn,Fe}_2\text{O}_3$), а также присутствует в небольшом количестве гематитовая фаза (Fe_2O_3). В том числе в ходе работ были изучены текстурно-структурные особенности минералогического состава рудных и нерудных составляющих. Микроскопическими исследованиями установлено, что пробы высокоосновных марганцевых руд представляют гаусманитовую руду (Mn_3O_4) полосчатого строения благодаря чередованию блестящих тёмных прослоев плотного мелко-кристаллического гаусманита и более светлых нерудных полос, состоящих из карбоната с небольшим количеством хальцедона (SiO_2) и местами кристаллическим тефроитом (Mn_2SiO_4). Далее дифференциально-термическим анализом были определены фазовые превращения высокоосновной марганцевой руды в виде кривых линий. По результатам комплексного анализа высокоосновных марганцевых руд месторождения «Ушкатын III» доказана возможность применения как сырья для выплавки марганецсодержащих ферросплавов.

Ключевые слова: марганцевая руда, ферромарганец, основность, минерало-петрографический анализ, рентгенофазовый анализ, термографический анализ.

D. Yessengaliyev¹, *B. Kelamanov², A. Abilberikova³,

A. Mukanova⁴, A. Nurzhanov⁵

^{1,2,3,4,5}К. Zhubanov Aktobe regional university, Republic Kazakhstan, Aktobe

Accepted for publication 29.11.23.

PETROGRAPHIC AND THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF HIGH-BASE MANGANESE ORE DEPOSIT «USHKATYN III»

This article presents the results of petrographic and thermographic studies of high-base manganese ores of the «Ushkatyn III» deposit, necessary for metallurgical production. The research results have shown that the manganese ore at this deposit has a low phosphorus content in harmful impurities and a high content of calcium oxide. This deposit can be considered as the optimal raw material for melting manganese alloys.. In this regard, radiophasic phase and mineral-petrographic, thermographic analysis of concentrates was carried out to obtain the quantitative mineralogical and chemical composition of the primary manganese ores of the deposit. A selective sample of the manganese ore of the deposit was carried out on

an X-ray diffractometer DRON-2.0. In connection with the radiophasic analysis, the following minerals were found in the ore: brownite ($Mn_2O_3 \cdot MnSiO_3$), bixbyite ($(Mn,Fe)_2O_3$), calcite ($CaCO_3$), hematite ($\alpha-Fe_2O_3$). Mineralogical and petrographic analysis was carried out using a portable metallurgical microscope model «NYMCS-605». Microscopic studies have established that the samples of primary manganese ores represent gausmanite ore (Mn_3O_4) of a banded structure due to the alternation of shiny dark interlayers of dense fine-crystalline gausmanite and lighter non-metallic bands consisting of carbonate with a small amount of chalcedony (SiO_2) and in places crystalline tephroite (Mn_2SiO_4). In the thermographic analysis of manganese ore F. Paulik, J. Paulik, L. Erdei Derivatograph $Q = 1000$, the study was carried out in the temperature range of 25–1000 °C with a heating step of 10 °C/min. According to thermographic calculations, in the temperature ranges of 930–950 °C, an insignificant endothermic effect of the decay of the previously formed β -kurnakite with the formation of β -gausmanite in the sample was observed. According to the results of petrographic, thermographic analysis of the microstructure of high-base manganese ores of the «Ushkatyn III» deposit, the possibility of its application on manganese ferroalloys has been proved.

Keywords: manganese ore, ferromanganese, basicity, mineralogical and petrographic analysis, X-ray phase analysis, thermographic analysis.

Теруге 08.12.23 ж. жіберілді. Басуға 29.12.23 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Mb RAM

Шартты баспа табағы 17,26 Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4166

«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

nitk.tou.edu.kz