**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**

**«МЕТАЛЛУРГИЯ» КАФЕДРАСЫНЫҢ
40-ЖЫЛДЫҒЫНА ОРАЙ ӨТЕТІН
«МЕТАЛЛУРГИЯ САЛАСЫНЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН
ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ: ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ПРАКТИКА»
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
МАТЕРИАЛДАРЫ**

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
ПОСВЯЩЕННОЙ 40-ЛЕТИЮ
ОБРАЗОВАНИЯ КАФЕДРЫ «МЕТАЛЛУРГИЯ»
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ
ОТРАСЛИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»**

**ПАВЛОДАР
2023**

ӘОЖ 669
КБЖ 34.3
П78

Редакция алқасының бас редакторы:

Садықов Е. Т., э.ғ.д., профессор, «Торайғыров университеті» КЕАҚ
Басқарма Төрағасы – Ректор

Жауапты редактор:

Ержанов Н. Т., б.ғ.д., профессор, «Торайғыров университеті» КЕАҚ
ғылыми жұмыс және халықаралық ынтымақтастық жөніндегі Басқарма
мүшесі-проректоры

Редакция алқасының мүшелері:

Абишев К. К., Жунусов А. К., Қрыкбаева М. С., Исенова Б. К., Омарова
А. Р., Ибраева А. Д.

Жауапты хатшылар:

Қуандықов А. Б.

А66 «Металлургия саласының мәселелері мен перспективалары: теория
және практика»: Халықаралық ғылыми конференциясының
материалдары. – Павлодар : Toraighyrov University, 2023. – 352 б.

ISBN 978-601-345-365-1

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ. 2023 ж. 31 мамырында
«Металлургия» кафедрасының 40-жылдығына орай өткен «Металлургия
саласының мәселелері мен перспективалары: теория және практика»
атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы жинағында
келесі ғылыми бағыттар бойынша ұсынылған мақалалар енгізілген: Қара
және түсті металдар өндірісінің ғылыми негіздері мен технологиялары,
металлургиялық процестер және қайта өңдеу, Инженериядағы заманауи
технологиялар.

Жинақ көпшілік оқырманға арналады.
Мақала мазмұнына автор жауапты.

ӘОЖ 669
КБЖ 34.3

ISBN 978-601-345-365-1

© Торайғыров университеті, 2023

**«ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ
БАСҚАРМА ТӨРАҒАСЫ-РЕКТОР
Е. Т. САДЫҚОВТЫҢ АЛҒЫ СӨЗІ**

Сәлеметсіздер ме құрметті қатысушылар!

Құрметті конференцияға қатысушылар: қонақтар,
профессорлық-оқытушылық құрам, студенттер, магистранттар,
сіздерді «МЕТАЛЛУРГИЯ САЛАСЫНЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН
ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ: ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ПРАКТИКА» атты
Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында қарсы
алуға қуаныштымын! Біздің конференцияға назар аударып,
қызығушылық танытқандарыңызға рахмет. Конференция аралас
форматта өтеді. Қатыса алмайтын қатысушылар онлайн түрде
қатыса алады. Бұл формат Қазақстанның әр өңірінен және
көршілес елдерден қатысушыларды біріктіреді. Конференцияға
деген дәстүрлі жоғары қызығушылық бұл шараның маңыздылығы
мен өзектілігін көрсетеді. Біздің университетіміз дәстүрлі түрде
ғылым және зерттеу орталығы болып табылады. Бүгін біздің алаңда
жетекші қазақстандық және шетелдік білім беретін жоғары оқу
орындарының, ғылыми орталықтардың ғалымдары осы салалардағы
аса маңызды мәселелерді талқылау бойынша диалог жүргізу үшін
ғалымдар мен өнекәсіп маманалары практиктер жиналды.

Уважаемые гости, коллеги и участники конференции
международной научно-практической конференции «Проблемы
и перспективы металлургической отрасли: теория и практика»,
посвященной 40 – летию образования кафедры «Металлургия» в
нашем университете!

Сегодня на конференции присутствуют гости из России
(УрО РАН), Химико-металлургического института (г. Караганда),
Карагандинского технического университета (г. Караганда),
Карагандинского индустриального университета (г. Темиртау),
Восточно-Казахстанского технического университета (г. Усть-
Каменогорск), Актюбинского регионального университета (г.
Актобе), наших предприятий-партнеров: ТОО «KSP Steel»,
ТОО «Casting», Группы ERG, АО «Алюминий Казахстана»,
АО «Казахстанский электролизный завод», Аксусский завод
ферросплавов, ТОО «Павлодарский трубопрокатный завод», ТОО
«Анисимов ключ» и других.

Горно-металлургический комплекс Республики Казахстан является второй по значимости отраслью экономики после нефтегазовой.

По данным Бюро национальной статистики в Казахстане насчитывается:

- 1601 предприятие в сфере ГМК;
- задействовано более 200 тысяч работников;
- доля в ВВП РК составляет 13 %.

Как известно, ГМК РК сконцентрирован в четырех основных регионах, где выплавляется большая часть базовых металлов – Карагандинской, Восточно-Казахстанской, Павлодарской и Актюбинской областях.

В экономике Павлодарской области ГМК является ведущей с удельным весом в общем объеме промышленности - 39,3 %, удельный вес металлургической отрасли в обрабатывающей промышленности составляет 70,4 %.

Данная отрасль представлена следующими крупными предприятиями: АО «Алюминий Казахстана» (глинозем) и АО «Казахстанский электролизный завод» (алюминий в чушках), Аксуским заводом ферросплавов – филиала АО ТНК «Казхром» (ферросплавы), ТОО «KSP Steel» (стальные бесшовные трубы), ПФ ТОО «Кастинг» (стальное литье, прокат), ТОО «Проммашкомплект» (производство заготовок ж/д колес), ТОО «ERG Service» (производство литых изделий).

Средние и мелкие металлургические предприятия представлены: ТОО «GissenHaus», ТОО «Вектор Павлодар», АО «Казэнергокабель» (производство легированного алюминия, алюминиевых автомобильных колесных дисков, литье алюминиевой катанки); ТОО «Павлодарский трубопрокатный завод» (производство стальных сварных труб для ЖКХ); ТОО «Format Mash Company», ТОО «СНН», ТОО «Технологические линии», ИП «Пархоменко» и др. (производство стального, чугунного литья).

При всей успешности развития металлургии в Казахстане есть большие вызовы на пути ее дальнейшего развития. В первую очередь это такие проблемы, как:

1) Истощение запасов сырья. По данным, озвученным Министерства Экологии РК, коэффициент выполняемости запасов по твердым полезным ископаемым составляет 0,13.

2) Введение норм углеродного регулирования в странах – импортерах казахстанского металла, и в целом проблема экологии и переработки образующихся отходов.

3) Необходимость дальнейшей цифровизации металлургического производства;

4) Углубление переработки базовых металлов, получаемых на предприятиях Казахстана.

Уверен, что наша конференция позволит раскрыть пути решения данных проблем!

Всем желаю плодотворной работы на конференции!

до температуры цеха (20-30 °С) напряжения оказываются упругими и не вызывают остаточной деформации уголка.

Результаты измерения стрел прогиба уголков 50x50x5 мм длиной 7м после регулируемого охлаждения в сравнении с их величиной при охлаждении по старой технологии (горячекатаное состояние) показывает уменьшение стрелы прогиба в несколько раз. Так, стрела прогиба указанных уголков длиной 7 м не превышает 0,4 % от их длины, что отвечает требованиям ГОСТ 8509-96 по прямолинейности (4 мм на погонный метр). Следует также отметить, что для стабильного поддержания режимов регулируемого охлаждения необходимо, кроме вентилей общего и струйного (секционного) охлаждения, и коллекторное регулирование давления и расхода воды.

Выводы.

В процессе охлаждения коробление уголков закономерно происходит в сторону более интенсивного охлаждения; при значительном переохлаждении вершины уголка относительно полук прогиб концов полос на холодильнике происходит книзу.

Для обеспечения равномерного охлаждения и предотвращения коробления уголков соотношение расходов воды на единицу поверхности уголка сверху и снизу для полук должно быть 1.0: 1.0., а для вершины уголка 1.0: 1.5.

Для двухстадийного избирательного охлаждения уголков рекомендуется струйная система, обеспечивающая дифференцированное коллекторное регулирование расхода и давления охлаждающей воды.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Минаев А.А. Совмещенные металлургические процессы. Донецк, УНИТЕХ, 2008.-552 с.
- 2 Kanaev, A.T., Bogomolov, A.V. Formation of a Gradient-Layered Structure during Thermal Deformation Treatment of Reinforced Steel / Steel in Translation, 2020, 50(7), pp. 509–513.
- 3 Жанабаева Г.М., Сержанов Р.И. Перспективы производства углового проката в Павлодарской области // Материалы международной научной конференции «IX Сатпаевские чтения» - Павлодар, 2009.- т.6, часть 1, с. 52-57.
- 4 Способ регулируемого охлаждения фасонных профилей сортового проката. Инновационный патент РК на изобретение №28708, опублик.15.07.2014, бюл. № 7.

5 Kanayev A.T., Bogomolov A.V., Zhidkova A. I., Tugumov K. Strengthening of the transfer of angular profiles in the stream brake machine / Austrian Journal of Technical and Natural Sciences // 2014, #1, pp. 26-31.

6 Воронцов А.Л. Теория и расчеты процессов обработки металлов давлением: в 2 т. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2014. Т.2, 441с.

7 Канаев А.Т. Повышение качества сортового проката совмещенной деформационно-термической обработкой. Павлодар: Арман-ПВ, 2009, 180 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОМОЛЬНЫХ ШАРОВ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

БЫКОВ П. О.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

В Казахстане, в связи с освоением новых месторождений меди таких как Актогайское месторождение и месторождение Бозшаколь, возросла потребность в помольных шарах большого диаметра для первичной переработки руды [1–3].

Помольные шары нормальной и повышенной твердости обычно используются в шаровых мельницах при помоле относительно мягких материалов (руда, уголь и некоторые строительные материалы) [4, 5]. В процессе эксплуатации стальные мелющие шары испытывают периодические ударные нагрузки, которые могут привести к их разрушению. В связи с этим они должны обладать следующими свойствами: высокая твердость и прочность, повышенная стойкость к истиранию и коррозии, сохранение формы металлического шара при его равномерном износе, устойчивость к растрескиванию и окрашиванию, плотная структура шара без дефектов металлургического характера.

Основной проблемой при эксплуатации помольных шаров большого диаметра является склонность мелющих тел к разрушению [6-8]. Причинами развития трещин в помольных шарах большого диаметра, являются дефекты металлургического происхождения в непрерывнолитых заготовках небольшого сечения (усадочная и газовая пористость), которые полностью устраняются в процессе

прокатки из-за малой степени обжатия и проработки структуры [9–20].

Таким образом, решение вопроса снижения степени развития усадочной и газовой пористости в стальных непрерывнолитых заготовках небольшого сечения позволит повысить качество катанных помольных шаров большого диаметра.

Автором работы исследована макроструктура стальных квадратных непрерывнолитых заготовок (НЛЗ) сечением 150×150 мм для прокатки шаров диаметром 125 мм. Требования к химическому составу стали приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к химическому составу стали, %

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
min	0,57	0,25	0,75	-	-	0,20	-	-
max	0,63	0,32	0,90	0,025	0,025	0,30	0,2	0,2

Выплавка стали для получения НЛЗ осуществлялась в дуговых сталеплавильных печах (ДСП) объемом 60 тонн одношлаковым процессом, с дальнейшей обработкой на агрегате ковш-печь алюминием или силикокальцием с дальнейшей дегазацией в ковшевом вакууматоре при остаточном давлении 1,33 мбар. Разливка стали осуществлялась на радиальной машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) радиусом 10 метров под уровень или открытой струей в кристаллизаторе.

Темплеты непрерывнолитых заготовок для макроструктурного анализа отбирали с каждого ручья МНЛЗ в середине каждой плавки на определение дефектов макроструктуры по требованиям СТО 002-2014.

Макроструктура заготовки должна соответствовать следующим требованиям:

- центральная пористость (ЦП) – не более 3 балла;
- осевая химическая неоднородность (ОХН) – не более 3 балла;
- ликвационные полосы и трещины (ЛПТ) – не более 2 балла;
- краевое точечное загрязнение (КТЗ) – не более 2 балла;
- подкорковый газовый пузырь (ПП) – не допускается.

В работе был проведен статистический анализ причин образования дефекта «газовый пузырь».

Выборка производилась по 50 плавкам, включающая плавки с дефектом «газовый пузырь» и плавки без данного дефекта. Были рассмотрены следующие технологические факторы:

- тепловые и энергетические показатели (общий, удельный);
- химический состав плавки (C, S, P, Cu);
- параметры разливки на машине непрерывного литья заготовок;
- температурный режим разливки стали;
- технологические режимы производства подката (обжатия НЛЗ).

Анализируя технологические факторы по выплавке и разливке НЛЗ, макроструктуру НЛЗ можно сделать следующие выводы:

1) При выплавке стали для разливки закрытой струей на машине непрерывного литья заготовок с раскислением стали присадками алюминия и дегазацией в ковшевом вакууматоре для более полного удаления кислорода из расплава обеспечивается соответствие макроструктуры заготовок по центральной пористости, осевой химической неоднородности, ликвационным полоскам и трещинам, краевому точечному загрязнению и отсутствие подкорковых газовых пузырей.

При этом скорость литья должна выдерживаться по нижнему пределу, установленному в технологической карте производства для данной марки стали.

2) При выплавке стали для разливки открытой струей на машине непрерывного литья заготовок с раскислением стали силикокальцием вместо алюминия и дегазацией в ковшевом вакууматоре для более полного удаления кислорода в целом обеспечивает соответствие макроструктуры заготовок по центральной пористости, осевой химической неоднородности, ликвационным полоскам и трещинам, краевому точечному загрязнению при наличии подкорковых газовых пузырей в 68,71 % исследованных заготовок.

Выводы:

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что оптимальной схемой производства стали для производства катанных шаров большого диаметра (125 мм) из непрерывнолитых заготовок сечением 150×150 мм является: внепечная обработка на агрегате ковш-печь с раскислением алюминием и последующей дегазацией в ковшевом вакууматоре и дальнейшей разливкой закрытой струей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Shen P., Pan H., Seitmuratova E., Yuan F., Jakupova S. A Cambrian intra-oceanic subduction system in the Bozshakol area, Kazakhstan // *Lithos*, Volume 224 – 225, May 01, 2015, Pages 61 – 77.
2. Rakishev B. R. New large open pit copper mines in Kazakhstan // *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2018(4), Pages: 5-14.
3. Rakishev B. R. Development of the Bozshakol and Aktogay copper ore deposits in Kazakhstan // *Gornyi Zhurnal*, (1), 2019, Pages: 89-92.
4. Wentao Z., Yuexin H., Yanjun L., Shaojian M., Yongsheng S. Research on prediction model of ore grinding particle size distribution // *Journal of Dispersion Science and Technology*, 41(4), 2020, Pages: 537-546.
5. Abazarpoor A., Hejazi R., Saghaeian M., Sheikhzadeh V. Ball mill and HPGR effect on the particle size, shape and specific surface area of pellet feed // *IMPC 2018 - 29th International Mineral Processing Congress*, 2019, Pages: 390-399.
6. Shaburova N.A. Studying the peculiarities of steel grinding balls structuring // *Solid State Phenomena*, 284 SSP, 2018, Pages: 685-689.
7. Shvedov K.N., Galim'yanov I.K., Kazakovtsev M.A. Production of Grinding Balls of High Surface and Normalized Volume Hardness // *Metallurgist*, 64(5-6), 2020, Pages: 499-507
8. Stalinskii D.V., Rudyuk A.S., Solenyi V.K. Grinding Balls for the First Stage of Iron Raw Grinding in Tumbling Mills // *Steel in Translation*, 50(2), 2020, Pages: 116-127
9. Spanov S.S., Zhunusov A.K., Tolymbekova L.B. Pilot Plant Melting of Steel Using Ferro-Silico-Aluminum at KSP Steel // *Metallurgist*, 2017, 60(11-12), Pages: 1149-1154
10. Kanaev A. T., Bykov P. O., Bogomolov A. V., Reshotkina E. N. Reducing the Central Porosity of Continuous-Cast Billet by Modification of the Solidification Process. // *Steel in Translation*. – 2012. – №. 8. – Vol. 42 – Pages: 643–645.
11. Smirnov E.N., Smirnov A.N., Sklyar V.A., Belevitin V.A., Kuberskii S.V. Technical Feasibility Assessment for Roll Pass Designs in Three-High Shape-Mill Stands in Modern Mini-Mills // *Metallurgist*, 63(11-12), 2020, Pages: 1294-1302.
12. Pyszko R., Prihoda M., Machu M., Franek Z. Data processing of measured surface temperatures of continuously cast billets and blooms to verify the numerical solidification model // *METAL 2020 - 29th*

International Conference on Metallurgy and Materials, Conference Proceedings, 2020, Pages: 80-85.

13. Naumenko V.V., Muntin A.V., Danilenko A.V., Baranova O.A. Study of the Surface Defect Nature of Hot-Rolled Products in the Edge Zone // *Steel in Translation*, 50(1), 2020, Pages: 46-52.

14. Solanki V., Mukhopadhyay G. Metallurgical analysis of transverse crack of rebars // *Engineering Failure Analysis*, 104, 2019, Pages: 1143-1156.

15. Vdovin K.N., Tochilkin V.V., Filatova O.A., Tochilkin V.V. Analysis of the Process of Casting of the Metal by an Open Stream and the Design of the Equipment of Receiving Chambers of the Tundish of CCM // *Refractories and Industrial Ceramics*, 60(1), 2019, Pages: 6-9.

16. Chubukov M.Y., Rutskiy D.V., Uskov D.P. Analyzing the features of non-metallic inclusion distribution in Ø410 mm continuously cast billets of low carbon steel grades // *Materials Science Forum*, 973 MSF, 2019, Pages: 21-25.

17. Umanskii A.A., Dumova L.V. Influence of Electrosmelting Conditions on Rail Quality and Production Costs // *Steel in Translation*, 48(11), 2018, Pages: 712-717.

18. Sviželová J., Tkadlečková M., Michalek K., Strouhalová M. Influence of casting speed on centerline porosity formation in continuously cast round steel billets // *METAL 2017 - 26th International Conference on Metallurgy and Materials, Conference Proceedings*, 2017-January, Pages: 235-240.

19. Clitan I., Abrudean M., Muresan V., Sas D. Optimizing the casting length of single diameter steel billets based on minimum cost // *2016 20th International Conference on System Theory, Control and Computing, ICSTCC 2016 - Joint Conference of SINTES 20, SACCS 16, SIMSIS 20 – Proceedings*, 7790643, Pages: 73-78

20. Smyrnov Y.N., Skliar V.A., Belevitin V.A., Shmyglya R.A., Smyrnov O.Y. Defect healing in the axial zone of continuous-cast billet // *Steel in Translation*, 46(5), 2016, Pages: 325-328.

**«МЕТАЛЛУРГИЯ» КАФЕДРАСЫНЫҢ
40-ЖЫЛДЫҒЫНА ОРАЙ ӨТЕТІН
«МЕТАЛЛУРГИЯ САЛАСЫНЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН
ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ: ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ПРАКТИКА»
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
МАТЕРИАЛДАРЫ**

Техникалық редактор: А. Р. Омарова
Корректор: Д. А. Кожас
Компьютерде беттеген: З. С. Исакова, З. Ж. Шоқубаева
Басуға 31.05.2023 ж.
Әріп түрі Times.
Пішім $29,7 \times 42 \frac{1}{4}$. Офсеттік қағаз.
Шартты баспа табағы 20,25. Таралымы 500 дана.
Тапсырыс № 4097

«Toraighyrov University» баспасы
«Торайғыров университеті» КЕ АҚ
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64.