

МРНТИ 53.31.21

ОПТИМИЗАЦИЯ УЗЛА ДРОБЛЕНИЯ ПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА №4 АКТЮБИНСКОГО ЗАВОДА ФЕРРОСПЛАВОВ

Б.Ж. САЛКЫНБАЕВ^{1[0000-0002-0907-4116],*}, **Н.А. УЛМАГАНБЕТОВ**^{1[0000-0003-4747-9381]},
М.С. ДОСЕКЕНОВ^{1[0000-0003-2483-8118]}, **С.А. ЛАЙХАН**^{1[0000-0001-6847-4075]}

¹Научно исследовательский-инжиниринговый центр ERG, Актобе, Казахстан

*Bekarys.salkynbayev@erg.kz

Аннотация. В статье исследуется оптимизация узла дробления плавильного цеха №4 с помощью изменения размера зазора разгрузочной щели щековой дробилки СМД-111, а также в данной статье рассматривается динамика изменения размера зазора разгрузочной щели щековой дробилки. Статья посвящена оптимизации узла дробления в плавильном цехе №4, повышению эффективности и качества фракционирования ферросплавов. Изучено принцип работы, особенность и конструкция щековых дробилок. Осуществлен анализ технических характеристик используемых щековых дробилок. Приведена технологическая схема дробления высокоуглеродистого феррохрома плавильного цеха №4. Проведена процедура первичного дробления мобильным гидромолотом и очистка дробильно-сортировочной линии от остатков предыдущих партии ферросплавов. В статье анализируется метод исследования опытно-промышленных испытаний оптимизации узла дробления в плавильном цехе №4. Проведены опытно-промышленные испытания для определения оптимального размера зазора разгрузочной щели дробилки СМД-111. Произведена оценка к влиянию изменения зазора СМД-111 на стойкость дробильных плит. Проведен анализ результатов с выдачей рекомендацией и сделан вывод по результатам опытно-промышленных испытаний. Подтверждено проведением опытно-промышленных испытаний технологическую возможность снижения выхода отсевов высокоуглеродистого феррохрома путем изменения крупности исходного материала.

Ключевые слова: высокоуглеродистый феррохром, дробление, щековая дробилка, фракционирование, слиток, бункер.

Производство ферросплавов состоит из нескольких основных этапов: подготовка исходной шихты, процесс выплавки, а также дробления и фракционирования готовых сплавов. Товарный продукт должен соответствовать требованиям по химическому и гранулометрическому составу (по требованию заказчиков). На Актобинском заводе ферросплавов (далее – АктЗФ) основную долю фракционированных ферросплавов получают путем дробления слитков в щековых дробилках с последующим их рассевом на виброгрохотах.

По завершению процесса выплавки высокоуглеродистого феррохрома (далее – ВУФХ) осуществляется его выпуск на разливочный полигон в заранее сформированные «лунки» размерностью 1,0×2,0×0,3 м из отсевов феррохрома. По истечении 20-30 минут

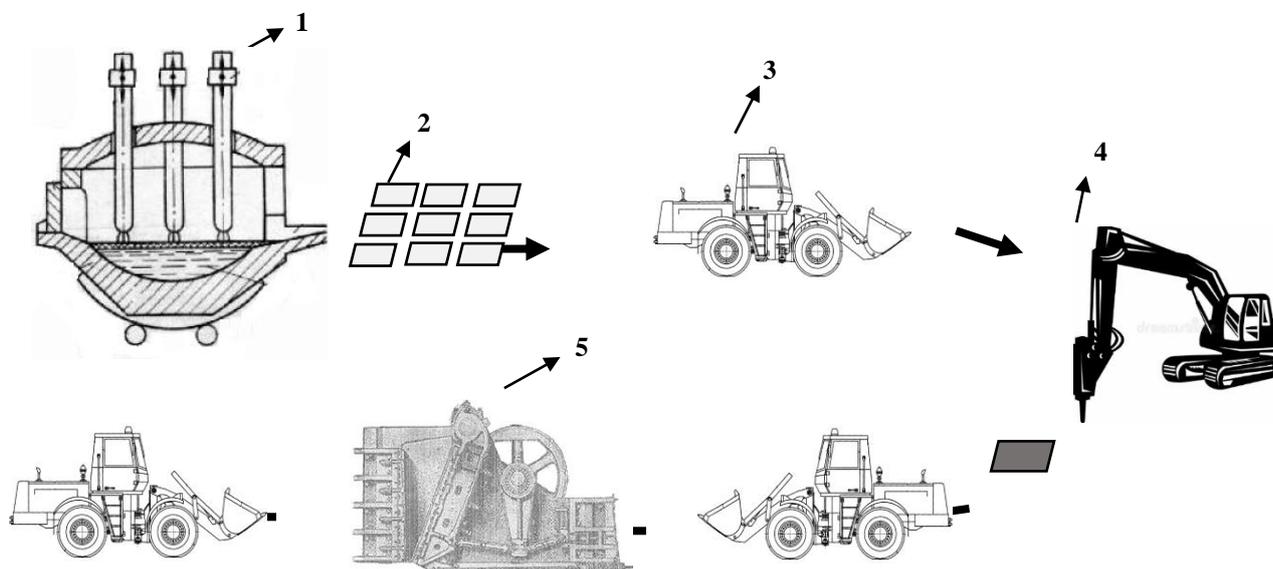
феррохром «послиточно» собирается специальным погрузчиком и укладывается в закрома для дальнейшего остывания. Слитки укладываются друг на друга. После остывания слитков производится первичное дробление мобильным гидромолотом до фракции крупностью 600 мм (рисунок 1). Далее дробленный металл с помощью ковшевого погрузчика транспортируется в приемный бункер с пластинчатым питателем и начинается процесс промежуточного дробления на щековых дробилках.



Рисунок 1 – Процесс первичного дробления гидромолотом

Процесс довольно простой и высокопроизводительный, но обладает рядом недостатков. Основной недостаток этого способа – образование большого количества некондиционного по фракционному составу металла (отсевы). На настоящий момент известно, что определенную роль в механизме образования отсевов играет крупность исходных кусков феррохрома, подаваемых в дробилку.

На рисунке 2 приведена технологическая схема дробления и фракционирования феррохрома плавильного цеха №4 АктЗФ.



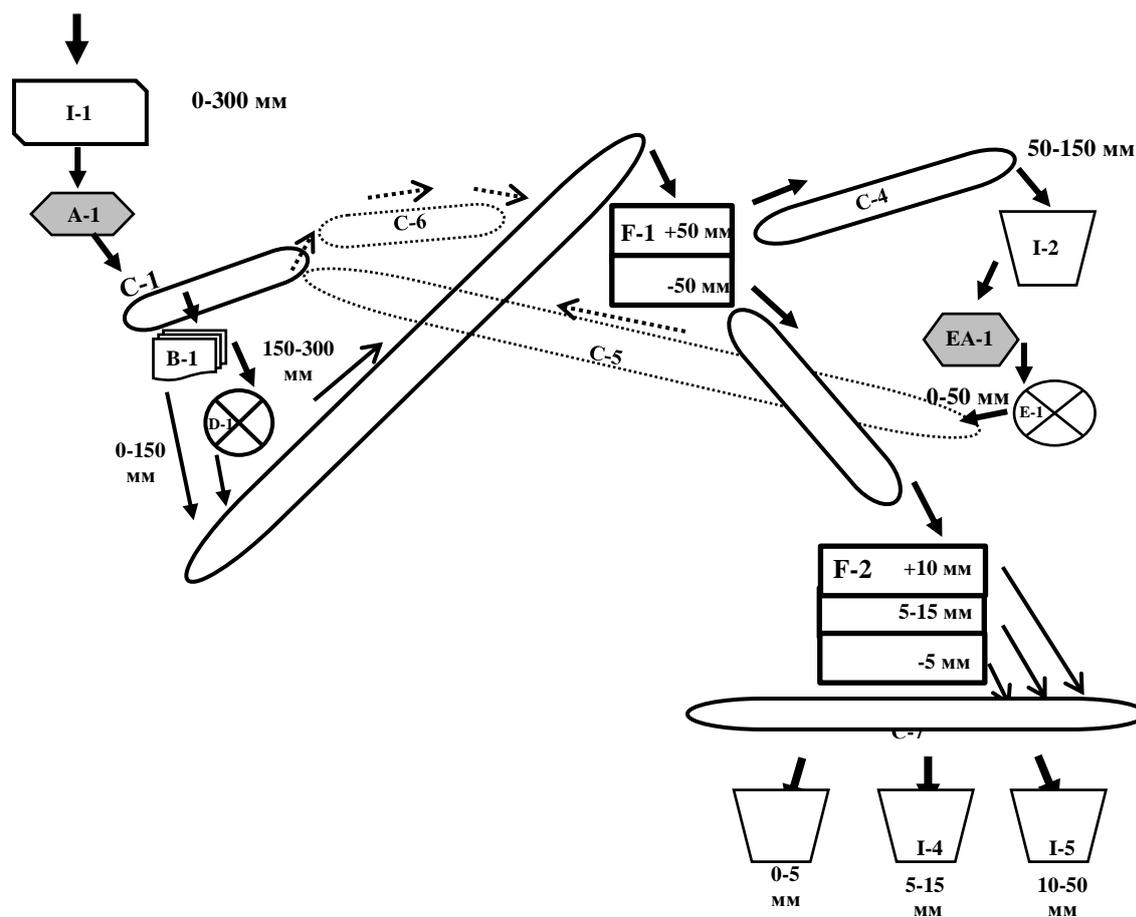


Рисунок 2 – Технологическая схема дробления и фракционирования феррохрома плавильного цеха №4 АктЗФ:

1 – дуговая печь постоянного тока; 2 – слитки ВУФХ; 3 – погрузчик; 4 – гидромолот; 5 – щековая дробилка СМД-111; I-1, I-2 – приемочные бункера; A-1, EA-1 – пластинчатые питатели; C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 – ленточные конвейеры; B-1 – колосниковый вибропитатель; D-1, E-1 – эксцентриковые дробилки; F-1, F-2 – грохот; I-3, I-4, I-5 – буферные бункера.

Принцип работы щековой дробилки построен на раздавливании материала рабочими поверхностями (щеками). В месте соприкосновения возникает повышенное усилие сжатия и частично сдвига, что и приводит к дроблению материала. В процессе одна щека закреплена неподвижно. Вторая же закреплена на валу и приводится в действие возвратно-поступательным механизмом, который и обеспечивает ее качание. В рабочем процессе участвуют только щеки, боковые стенки дробильной камеры выполняют исключительно функцию ограничителя. Привод шатуна соединяется с двигателем через клиноременную передачу. Оператор может выполнять регулировку положения нижнего края подвижной

щеки по горизонтали при помощи механического или гидравлического привода. В результате задается требуемый размер выходной щели и размер готового продукта [1]. Целью данной работы является уменьшение выхода мелкой фракции 0-10 мм за счет регулирования разгрузочной щели щековой дробилки СМД-111.

Отличительными особенностями щековых дробилок, имеющих широкое распространение на предприятиях металлургической промышленности, являются характер движения неподвижной щеки (простое, сложное) и расположение оси подвеса подвижной щеки (верхнее, нижнее).

Вместе с тем, во всех конструкциях дробилок используется один и тот же принцип дробления – раздавливание исходного материала в пространстве между подвижной и неподвижной щеками (Рисунок 3). Собственно, процесс дробления происходит во время сближения подвижной щеки и неподвижной (рабочий ход), выгрузка полученного материала – при удалении подвижной щеки от неподвижной (холостой ход). [3].

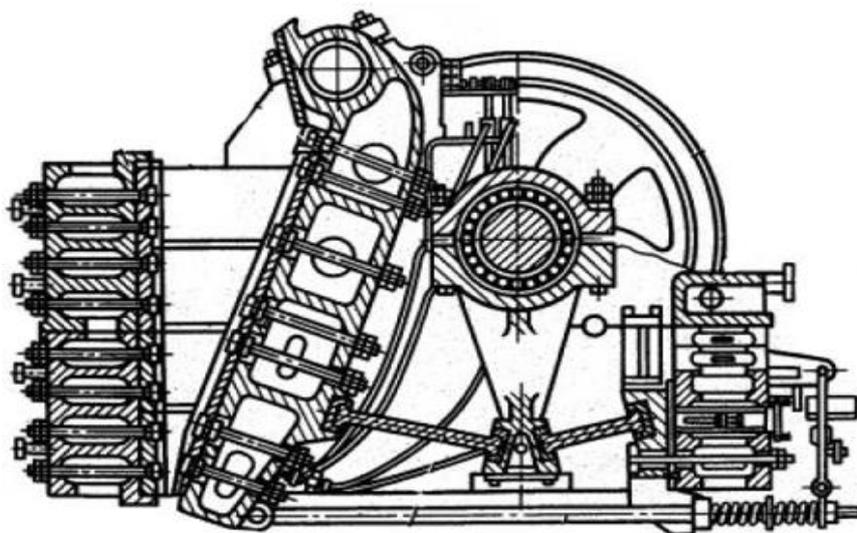


Рисунок 3 – Конструкция щековой дробилки СМД-111 [4]

Методы

Перед началом опытно-промышленных испытаний (далее – ОПИ) проведено накопление феррохрома в объеме 1000 тонн марки ФХ-900. Накопление металла осуществлялось на промежуточном складе плавильного цеха №4.

По мере остывания слитков произведена первичная обработка мобильным гидромолотом до получения фракции 0-600мм согласно существующего технологического регламента. Перед началом работы была проведена очистка всей цепочки дробильно-сортировочной линии №1 (далее – ДСЛ-1) от остатков металла предыдущих партий ВУФХ.

После завершения процедур первичного дробления (гидроломотом) начался этап регулировки разгрузочной щели дробилки СМД-111.

Первый этап ОПИ проводился с установкой зазора разгрузочной щели СМД-111 на уровне 150 мм (Рисунок 4). После регулировки зазора с закрома временного хранения логистики №2, заранее обработанный мобильным гидроломотом ВУФХ (крупностью до 600 мм) с помощью ковшевого погрузчика загружался в приемный бункер дробилки СМД-111.



Рисунок 4 – Процесс регулировки зазора СМД-111

После включения пластинчатого питателя оператором пульта управления выполнена подача ВУФХ определенными порциями в зев дробилки СМД-111 (Рисунок 5). С дробилки СМД-111 дробленый феррохром фракции от 0 до 150 мм по наклонному конвейеру транспортировался на грохот ГИТ-42, с последующим распределением по закромам (по классу крупности 0-10 мм, 10-50 мм, 50-150 мм). По мере накопления в закроме ВУФХ фракции 50-150 мм ковшевой погрузчик перевозил его на заранее подготовленную площадку, до момента накопления необходимого объема металла. Также в процессе дробления через каждые 50 тонн дробимого металла производили проверку зазора разгрузочной щели СМД-111 на соответствие выставленному параметру крупности.



Рисунок 5 – ВУФХ перед погрузкой в бункер дробилки СМД-111

После того как было накоплено необходимое количество металла (в объеме не менее 200 тонн) осуществлялась проверка зазоров дробилок основной ДСЛ №2. На дробилке крупного дробления D-1 разгрузочная щель была установлена на уровне 100 мм, на малых дробилках E-1 размер выходной щели составлял 50 мм. Затем с помощью ковшевого погрузчика осуществлена подача феррохрома (необходимой фракции) в приемный бункер основной линии отделения переработки продукции. Далее с приемного бункера металл поступал непосредственно на дробильно-фракционирующее оборудование ДСЛ-2 с осуществлением дробления и отсева. Конечные продукты поступали в накопительные бункера готовой фракции. С накопительных бункеров металл фракции 0-5 мм, 5-15 мм и 10-50 мм подавался через ленточные конвейеры на участок упаковки и отгрузки готовой продукции. Металл каждой фракции выгружался отдельно в автосамосвал, после чего взвешивался.

На этапе №2 ширина разгрузочной щели СМД-111 была выставлена на уровне 170 мм. Разгрузочная щель на этапе №3 устанавливалась на уровне 190 мм. В обоих этапах порядок проведения работ был абсолютно идентичен этапу №1, в том числе и в части дробления на основной линии ДСЛ-2. По завершению ОПИ отдельно проведено дробление по базовому варианту, где ширина разгрузочной щели дробилки СМД-111 составляет 220мм. Результаты ОПИ были внесены в таблицу 1.

Результаты

Данные по результатам опытного дробления ВУФХ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты ОПИ с регулировкой крупности питания основных ДСЛ

Зазор СМД-111,мм	Общий вес готовых фракций, тонн	Фракция, мм					
		0-5		5-15		15-50	
		т	%	т	%	т	%
150	202,2	54,51	26,96	26,89	13,30	120,79	59,74
170	209,1	51,25	24,51	24,28	11,61	133,57	63,88
190	204,0	47,21	23,14	20,60	10,1	136,19	66,76
220 (базовый)	201,1	52,83	26,27	21,84	10,86	126,43	62,87

В процессе проведения работ получены следующие результаты:

– при зазоре 150 мм выход отсевов (0-5мм) составил 26,96%, что превышает показатели базового дробления на 0,69%. При базовом дроблении количество отсевов было на уровне 26,27%;

– при зазоре 170 мм выход отсевов составил 24,51%, что ниже на 1,76% в сравнении с показателями базового дробления;

– при зазоре 190 мм выход отсевов составил 23,14%, что также ниже на 3,13% показателей базового варианта.

Изменена крупность первичного дробления на дробильно-сортировочной линии (далее – ДСЛ) ПЦ-4 в меньшую сторону путем уменьшения зазора разгрузочной щели дробилки СМД-111. Это позволило уменьшить эффект «пережёвывания» крупных кусков на дробилках основной ДСЛ за счет соблюдения соотношения между зазором разгрузочной щели дробилки и крупностью питания и соответственно снижению образования отсевов.

Мониторинг состояния дробящих плит СМД-111 в течение 14 суток (при зазоре 190 мм) не выявил преждевременного их износа, а также каких-либо отклонений/затруднении технологического процесса дробления и фракционирования ВУФХ;

Заключение

С учетом полученных результатов, рекомендуется на основную линию ДСЛ-2 осуществлять подачу ВУФХ крупностью на уровне 50-190 мм. Зазор разгрузочной щели дробилки СМД-111 держать на уровне 190 мм.

Список литературы

1. А.Н. Петухов, П.С. Желобков. Увеличение эффективности дробления исходного сырья в щековых дробилках. 2009г. 37с.

2. Андреев С.Г., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение, грохочение полезных ископаемых. - М.: Недра. 1980г. 178с.

3. Кузбаков Ж.И. Учет переходных процессов в щековой дробилке при измельчении ферроматериалов. Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. 214. №3. 2с.

4. Динамика крупных машин. Соколовский В.И., Казак С.А., Кирпичников Б.М., Составов М.И. М.: Машиностроение, 1969. 512с.

References

1. A.N. Petuhov, P.S. Zhelobkov. Uvelichenie jeffektivnosti droblenija ishodnogo syr'ja v shhekovyh drobilkah [Increasing the efficiency of crushing feedstock in jaw crushers]. 2009g. 37s [in Russian].

2. Andreev S.G., Perov V.A., Zverevich V.V. Droblenie, izmel'chenie, grohochenie poleznyh iskopaemyh [Crushing, grinding, screening of minerals]. - М.: Nedra. 1980g. 178s [in Russian].

3. Kuzbakov Zh.I. Uchet perehodnyh processov v shhekovoj drobilke pri izmel'chenii ferromaterialov [Consideration of transients in the jaw crusher when grinding ferromaterials]. Vestnik MGTU im. G. I. Nosova. 214. №3. 2s [in Russian].

4. Dinamika krupnyh mashin [Dynamics of large machines]. Sokolovskij V.I., Kazak S.A., Kirpichnikov B.M., Sostavov M.I. М.: Mashinostroenie, 1969. 512s [in Russian].

АҚТӨБЕ ФЕРРОҚОРЫТПА ЗАУЫТЫНЫҢ № 4 БАЛҚЫТУ ЦЕХЫНЫҢ ҰСАҚТАУ ТОРАБЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

**Б.Ж. САЛҚЫНБАЕВ^{1,*}, Н.А. УЛМАҒАНБЕТОВ¹,
М.С. ДОСЕКЕНОВ¹, С.А. ЛАЙХАН¹**

¹ERG-дің ғылыми-зерттеу және инжиниринг орталығы, Ақтөбе, Қазақстан
^{*}Bekarys.salkynbayev@erg.kz

Аңдатпа. Мақалада №4 балқыту цехының ұсақтау жинағын СМД-111 жақ ұсатқышының түсіру саңылауының өлшемін өзгерту арқылы оңтайландыру зерттеледі, сондай-ақ осы мақалада жақ ұсатқыштың түсіру саңылауының өлшемін өзгерту динамикасы қарастырылады. Мақала №4 балқыту цехындағы ұсақтау түйінін оңтайландыруға, ферроқорытпаларды фракциялаудың тиімділігі мен сапасын арттыруға арналған. Жақ ұсатқыштардың жұмыс принципі, ерекшелігі және дизайны зерттелді. Қолданылатын жақ ұсатқыштардың техникалық сипаттамаларына талдау жасалды. №4 балқыту цехының жоғары көміртекті феррохромын ұсақтаудың технологиялық схемасы келтірілген. Жылжымалы гидравликалық балғамен бастапқы ұсақтау процедурасы және ферроқорытпалардың алдыңғы партиясының қалдықтарынан ұсақтау-сұрыптау желісін

тазарту жүргізілді. Мақалада №4 балқыту цехындағы ұсақтау түйінін оңтайландырудың тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтарын зерттеу әдісі талданады. СМД-111 ұсатқыштың түсіру саңылауының оңтайлы мөлшерін анықтау үшін тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтар жүргізілді. СМД-111 саңылауының өзгеруінің ұсақтау тақталарының тұрақтылығына әсері бағаланды. Ұсыным бере отырып, нәтижелерге талдау жүргізілді және тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтардың нәтижелері бойынша қорытынды жасалды. Бастапқы материалдың көлемін өзгерту арқылы жоғары көміртекті феррохромның шығуын төмендетудің технологиялық мүмкіндігі тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтардың жүргізілуімен расталды.

Түйін сөздер: жоғары көміртекті феррохром, ұсақтау, щек ұсатқыш, фракциялау, құйма, бункер.

OPTIMIZATION OF THE CRUSHING UNIT OF THE MELTING SHOP NO. 4 OF THE AKTOBE FERROALLOY PLANT

B.Z. SALKYNBAYEV^{1,*}, N.A. ULMAGANBETOV¹, M.S. DOSSEKENOV¹, S.A. LAIKHAN¹

¹ERG Research and engineering centre, Aktobe, Kazakhstan

*bekarys.salkynbayev@erg.kz

Abstract: The article investigates the optimization of the crushing unit of the smelter No. 4 by changing the size of the gap of the discharge slot of the jaw crusher SMD-111, and also this article discusses the dynamics of changing the size of the gap of the discharge slot of the jaw crusher. The article is devoted to the optimization of the crushing unit in the melting shop No. 4, improving the efficiency and quality of fractionation of ferroalloys. The principle of operation, feature and design of jaw crushers have been studied. The analysis of technical characteristics of the used jaw crushers is carried out. The technological scheme of crushing of high-carbon ferrochrome of melting shop No. 4 is given. The procedure of primary crushing with a mobile hydraulic hammer and cleaning of the crushing and sorting line from the remnants of the previous batch of ferroalloys was carried out. The article analyzes the method of research of pilot tests of optimization of the crushing unit in the melting shop No. 4. Pilot tests were carried out to determine the optimal size of the discharge gap of the SMD-111 crusher. An assessment was made to the effect of the change in the gap of SMD-111 on the durability of crushing plates. The analysis of the results with the issuance of a recommendation was carried out and a conclusion was made based on the results of pilot tests. The technological possibility of reducing the dropout yield of high-carbon ferrochrome by changing the size of the starting material has been confirmed by conducting pilot tests.

Keywords: high-carbon ferrochrome, crushing, jaw crusher, fractionation, ingot, hopper.