

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ КМД-2200 ПАО «ГАЙСКИЙ ГОК»

А. В. Нефедов¹, Р. А. Самылин¹, Н. А. Чиченев²

¹ Новотроицкий филиал ФГБОУ ВО НИТУ «МИСиС» (г. Новотроицк Россия),

² ФГБОУ ВО НИТУ «МИСиС» (г. Москва, Россия)

Анализ работы дробильного отделения показал, что одной из причин снижения эффективности эксплуатации дробилки мелкого дробления является попадание в зону дробления вместе с рудой недробимых материалов (зубья ковшей, болты, гайки и др.). Предложено установить для конусной дробилки КМД-2200 стационарную гидростанцию, способную обеспечить быструю и эффективную регулировку зазора между дробящими бронями, а в качестве рабочих органов, обеспечивающих регулировку зазора, применить шесть гидроцилиндров, установленных на металлоконструкцию корпуса дробилки. Разработана принципиальная гидравлическая схема механизмов регулировки зазора между дробящими бронями конусной дробилки мелкого дробления КМД-2200 с расчетом и выбором гидравлической аппаратуры. Предложенные мероприятия позволят сократить простои в работе дробилки, обеспечив более эффективную эксплуатацию оборудования и рост годового объема производства (на 8 %), и снизить себестоимость продукции (на 6 %). Срок окупаемости предложенных проектных решений не превышает полгода.

Ключевые слова: обогатительная фабрика; обогащение руды, дробление, конусная дробилка, гидроцилиндр; гидравлическая схема.

Развитие экономики России требует наращивания объема производства металлов при одновременном улучшении их качества. Успешное решение этой проблемы во многом зависит от эффективных технологий металлургического производства и применяемого для их осуществления механического оборудования. Подготовка шихтовых материалов относится к первому основному переделу металлургического производства и характеризуется широким разнообразием технологических операций и значительными объемами перерабатываемого сырья, что обусловлено низкой долей полезных элементов в добываемой руде [1 – 6]. Увеличение производительности и более комфортные условия труда во многом зависят от своевременной модернизации технологического оборудования [7 – 14].

В статье рассмотрена модернизация конусной дробилки КМД-2200 мелкого дробления, разработанной на одном из ведущих предприятий тяжелого машиностроения России по производству современного металлургического и дробильно-размольного оборудования АО «МК ОРМЕТО-ЮУМЗ» (г. Орск) [15, 16]. Данная дробилка установлена в комплексе среднего и мелкого дробления Гайской обогатительной фабрики (ГАО), которая входит в состав ПАО «Гайский ГОК». Основные виды товарной продукции обогатительной фабрики – медный и цинковый концентраты [17].

На ГАО руда из медных и пиритных руд перерабатывается в медный и цинковый концентраты. Перед отправкой измельченной руды в отдел флотации главного корпуса она подвергается трем этапам дробления и измельчения. Сначала дробление руды происходит в отдельном стоящем здании комплекса крупного дробления при помощи щековой дробилки, после чего руда транспортируется конвейерами в здание комплекса среднего и мелкого дробления, где осуществляется

дробление в более мелкую фракцию при помощи конусных дробилок. Далее руда доставляется в главный корпус, где проходит стадии измельчения шаровыми и стержневыми мельницами. Готовая к обогащению руда проходит этап флотации, который осуществляется флотационными машинами пневматического и механического типа.

Участок дробления ГАО состоит из двух независимых потоков, имеющих одинаковую технологическую схему. Это позволяет одновременно работать одному или двум параллельным потокам в зависимости от объема перерабатываемой руды. Благодаря независимости потоков можно одновременно принимать и дробить два типа руды.

Подготовка руды к обогащению осуществляется в дробильном отделении и в отделении измельчения главного корпуса фабрики. Руда проходит трехстадийный цикл дробления в щековой и конусных дробилках и трехстадийный цикл измельчения в стержневых и шаровых мельницах [18]. Подготовленная к обогащению руда проходит цикл флотационного обогащения в главном корпусе фабрики с получением двух концентратов: медного и цинкового. Полученные методом флотационного обогащения концентраты подвергаются операциям обезвоживания сначала в сгустителях, затем в дисковых вакуум-фильтрах и в сушильных барабанах, оборудованных газоздушными калориферами. Обезвоженные концентраты подаются на склады готовой продукции.

Процесс дробления заключается в разрушении кусков твердого материала путем раздавливания, раскалывания, излома, ударов и истирания. Обычно эти процессы разрушения происходят одновременно [19, 20]. Наибольшее применение в современном производстве находят механические способы, которые осуществляются в несколько стадий. Классификация

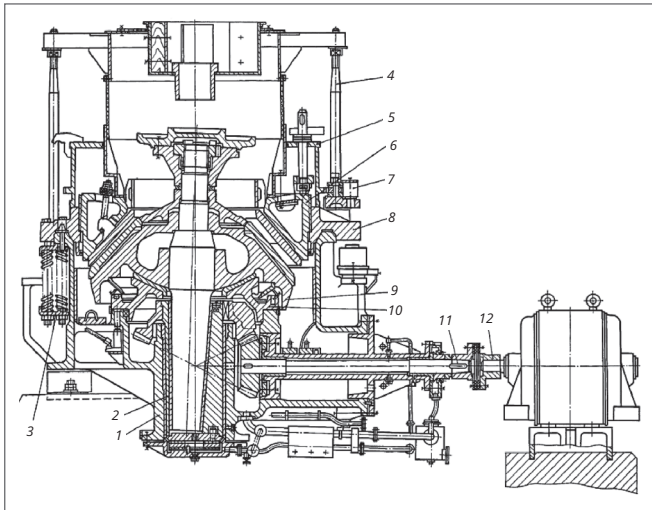


Рис. 1. Конструкция дробилки КМД-2200: 1 – корпус; 2 – эксцентрик; 3 – пакет пружин; 4 – загрузочное устройство в сборе; 5 – кожу; 6 – регулирующее кольцо; 7 – механизм поворота; 8 – опорное кольцо; 9 – дробящий конус; 10 – опорная чаша; 11 – приводной вал; 12 – муфта

дробления в зависимости от конечной крупности кусков (исходные куски имеют размеры 500-1500 мм): крупное дробление: куски 100-350 мм; среднее дробление: куски 20-100 мм; мелкое дробление: куски 5-20 мм. Для второй и третьей стадий дробления руды используют конусные дробилки среднего и мелкого дробления соответственно (рис. 1).

Дробление в конусных дробилках осуществляется сжатием материала в дробящем пространстве, образованном неподвижной броней регулирующего кольца и подвижной броней дробящего конуса. Корпусом дробилки служит литая или сварная станина, имеющая два цилиндрических элемента: горизонтальный – для установки приводного вала и вертикальный – для установки вала-эксцентрика.

Анализ работы дробильного отделения показал, что одной из причин снижения эффективности эксплуатации дробилки мелкого дробления является попадание в зону дробления вместе с рудой, предназначенной для измельчения, недробимых материалов (зубья ковшей, болты, гайки и др.). Это происходит вследствие неоднородности поступающего на дробление материала. При этом для извлечения недробимых тел необходимо останавливать весь цикл дробления и извлекать эти тела посредством разборки металлоконструкций дробилки, что является весьма трудоемким процессом, который в значительной степени снижает эффективность всего процесса, а также уменьшает производительность дробилки в целом.

С целью устранения данного недостатка предлагается разработать механизм, способный приподнимать опорное кольцо дробилки для возможности увеличения зазора между дробящими бронями. В этом случае недробимые тела будут свободно выпадать из зоны дробления, что исключит необходимость остановки процесса для извлечения этих тел из дробилки. В данном проекте предложено установить для конусной дробилки КМД-2200 стационарную гидростанцию,

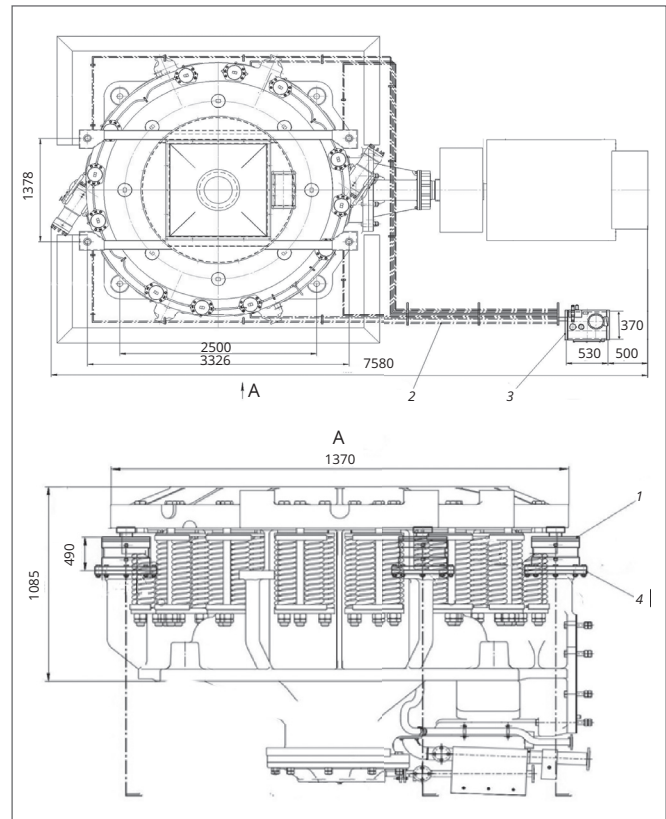


Рис. 2. Схема установки гидростанции механизма подъема опорного кольца дробилки: 1 – гидроцилиндр; 2 – трубопроводы; 3 – гидростанция; 4 – присоединительный фланец

способную обеспечить быструю и эффективную регулировку зазора между дробящими бронями, а в качестве рабочих органов, обеспечивающих регулировку зазора, применить шесть гидроцилиндров, установленных на металлоконструкцию корпуса дробилки (рис. 2). Предложенные мероприятия позволят в значительной степени сократить простои в работе дробилки, обеспечив более эффективную эксплуатацию оборудования и, как следствие, повысят выпуск производимой продукции.

Принципиальная гидравлическая схема механизмов регулировки зазора между дробящими бронями конусной дробилки мелкого дробления КМД-2200 приведена на рис. 3. Расчет и выбор гидравлической аппаратуры выполнены по известным методикам [21, 22].

В качестве стационарной гидростанции выбрана маслостанция типа НЭР-5,4 И63Т1, которая предназначена для создания гидравлической энергии и включения одного или нескольких исполнительных гидроустройств, применяемых при проведении монтажно-демонтажных и ремонтных работ в промышленности и строительстве. Она имеет следующие технические характеристики [23, 24]: номинальное давление – 70 МПа; подача масла при номинальной частоте вращения вала приводного электродвигателя – 5,4 л/мин; объем маслобака – 63 л; электродвигатель типа АИР112 мощностью 7,5 кВт с частотой вращения 3000 мин⁻¹; шестеренный насос типа 1PF2G2 с максимальным давлением на выходе 71,5 МПа.

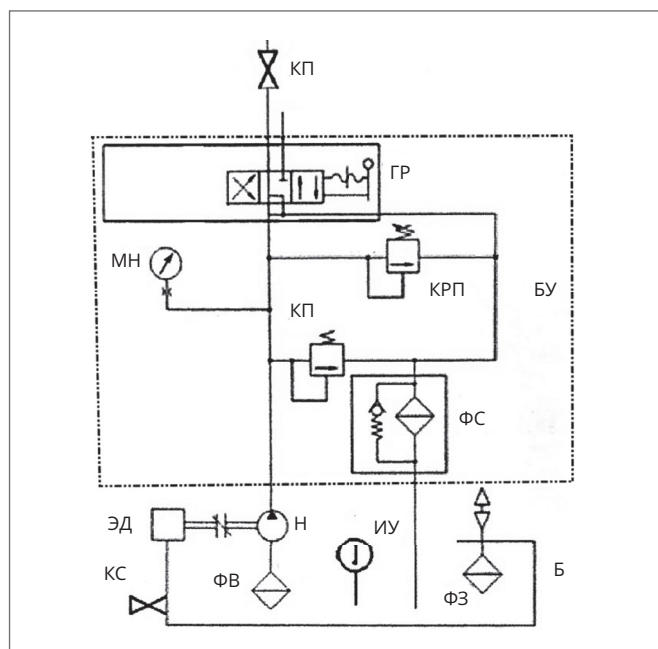


Рис. 3. Принципиальная гидравлическая схема гидростанции механизма регулировки зазора между дробящими бронями конусной дробилки мелкого дробления КМД-2200: Б – бак; БУ – блок управления; ГР – гидрораспределитель; КП – клапан предохранительный; КРП – клапан регулировочно-предохранительный; КС – кран сливной; МН – манометр; Н – насос; ФВ – фильтр всасывающий; ФЗ – фильтр заливной; ФС – фильтр сливной; ЭД – электродвигатель

Непосредственное управление электродвигателем проводится кнопками «пуск» и «стоп». Электрический двигатель ЭД приводит в действие насос Н, в результате чего гидравлическая жидкость из бака Б через всасывающий фильтр ФВ поступает в гидроблок и далее через трехпозиционный гидрораспределитель ГР и рукава высокого давления в рабочую полость гидроцилиндра. Для управления работой гидроцилиндра предназначен трехпозиционный гидрораспределитель ГР. На выходе гидрораспределителя, соединенного с рабочей полостью гидроцилиндра (обычно поршневой), смонтирован предохранительный кран КП, который используется для регулировки потока гидравлической жидкости. Рабочее давление настраивается регулировочно-предохранительным клапаном РПК по манометру МН (0-100 МПа). Предохранительный клапан КП настраивается на давление открытия $p = 70$ МПа и пломбируется. Масляный фильтр ФС установлен на сливной линии, при этом разница давления между рабочей жидкостью до и после фильтра не должна превышать 0,5 МПа. Перепад давления, превышающий допустимый, приведет к выходу фильтра из строя. Рабочая жидкость поступает в бак через заливной фильтр ФЗ и контролируется индикатором уровня ИУ, а сливается через сливной кран КС.

Расчеты показывают, что данная модернизация требует сравнительно небольших капитальных затрат на изготовление и монтаж новых узлов и оборудования (около 3 млн руб.), а экономическая эффективность проектных решений заключается в увеличении годового объема производства (на 8 %) и снижении

себестоимости продукции (на 6 %). Срок окупаемости предложенных проектных решений не превышает полгода. Таким образом, предложенная модернизация является экономически целесообразной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными видами товарной продукции Гайской обогатительной фабрики (ГАО), которая входит в состав ПАО «Гайский ГОК», являются медный и цинковый концентраты. Рассмотрен принцип работы конусной дробилки мелкого дробления КМД-2200. Анализ работы дробильного отделения показал, что одной из основных причин снижения эффективности эксплуатации дробилки мелкого дробления является попадание в зону дробления вместе с рудой, предназначенной для измельчения, недробимых материалов (зубья ковшей, болты, гайки и др.). С целью устранения данного недостатка предложена конструкция механизма, способного приподнимать опорное кольцо дробилки для возможности увеличения зазора между дробящими бронями. В этом случае недробимые тела могут свободно выпадать из зоны дробления на грохот, что исключит необходимость остановки процесса дробления для извлечения этих тел из дробилки. Разработана принципиальная гидравлическая схема механизмов регулировки зазора между дробящими бронями конусной дробилки мелкого дробления КМД-2200 и приведены расчет и выбор гидравлической аппаратуры. Предлагаемая модернизация предполагает установку стационарной гидростанции, способную обеспечить быструю и эффективную регулировку зазора между дробящими бронями, и применить в качестве рабочих органов гидроцилиндры, установленные на металлоконструкцию станины. Экономический расчет подтверждает целесообразность проводимых мероприятий по модернизации конусной дробилки КМД-2200 комплекса мелкого дробления в условиях ПАО «Гайский ГОК» с целью повышения ее производительности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чантурия В.А. Состояние и перспективы развития обогащения в России // Цветные металлы. 2002. № 2. С. 13 – 21.
2. Вайсберг Л.А., Демидов И.В., Иванов К.С. Механика сыпучих сред при вибрационных воздействиях: методы описания и математического моделирования // Обогащение руд. 2015. № 4. С. 21 – 31.
3. Wills B.A., Finch J. Wills' Mineral Processing Technology. An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery. – Amsterdam : Elsevier, 2015. – 498 p.
4. Courtney A. Young. SME Mineral Processing and Extractive Metallurgy Handbook / Society for Mining, Metallurgy & Exploration. 2019. – 2203 p.
5. Habashi F. Extractive Metallurgy Today. Progress and problems // Minerals Engineering. 2000. Vol. 13. Iss. 10 – 11. P. 1191.
6. Guyot O., Monredon T., LaRosa D., Broussaud A. Visiorock, an integrated vision technology for advanced control of comminution circuits // Minerals Engineering. 2012. Vol. 17. P. 1227 – 1235.

7. **Нефедов А.В., Китанов А.А., Чиченев Н.А.** Реинжиниринг роликовой закалочной машины листопрокатного цеха АО «Уральская Сталь» // Черные металлы. 2022. № 3. С. 22 – 26.
8. **Горбатук С.М., Морозова И.Г., Наумова М.Г.** Разработка рабочей модели процесса реиндустриализации производства термической обработки штамповых сталей // Изв. вузов. Черная металлургия. 2017. Т. 60. № 5. С. 410 – 415.
9. **Chichenev N.A.** Reengineering of the Slab-Centering Unit of a Roughing Mill Stand // Metallurgist. 2018. 62 (7 – 8). P. 701 – 706.
10. **Ефремов Д.Б., Степанов В.М., Чиченева О.Н.** Модернизация механизма быстрого отжима валков прокатной клетки дуо стана 2800 АО «Уральская Сталь» // Сталь. 2020. № 8. С. 44 – 47.
11. **Gorbatyuk S.M., Zarapin A.Y., Chichenev N.A.** Retrofit of vibrating screen of Catoca mining company (Angola) // Mining Informational and Analytical Bulletin. 2018 (1). P. 143 – 149.
12. **Gorbatyuk S.M., Zarapin A.Y., Chichenev N.A.** Reengineering of spiral classifier of Catoca mining company (Angola) // Mining Informational and Analytical Bulletin. 2018 (2). P. 215 – 221.
13. **Nefedov A.V., Svichkar V.V., Chicheneva O.N.** Re-engineering of Equipment to Feed the Melting Furnace with Aluminum Charge // Lecture Notes in Mechanical Engineering. 2021. P. 1198 – 1204.
14. **Нефедов А.В., Танчук А.В., Чиченев Н.А.** Модернизация привода опрокидывателя рудных вагонеток Донского ГОК АО ТНК Казхром // Горный журнал. 2022. № 8. С. 52 – 56.
15. Официальный сайт АО «МК ОРМЕТО-ЮУМЗ». – <http://www.ormeto-yumz.ru/> (Дата обращения 20.10.2022).
16. Конусная дробилка ЮУМЗ КМД-2200Т1-Д. <https://www.gudmet.ru/news/5140/> (Дата обращения 20.10.2022).
17. Официальный сайт ОАО «Гайский горно-обогатительный комбинат» (ОАО «Гайский ГОК»). <https://ibprom.ru/gayskiy-gok>. (Дата обращения 20.10.2022).
18. **Федотов К.В., Никольская Н.И.** Проектирование обогатительных фабрик : учебник для вузов. – М. : изд-во «Горная книга», 2012. – 536 с.
19. **Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Музеймиев Ю.А.** Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации : учеб. пособ. – М. : Машиностроение, 1990. – 320 с.
20. **Борщев В.Я. Гусев Ю.И., Промтов М.А., Тимонин А.С.** Оборудование для переработки сыпучих материалов : учеб. пособ. – М. : Машиностроение-1, 2006. – 149 с.
21. **Чиченев Н.А., Точилкин В.В., Нефедов А.В., Басков С.Н.** Гидравлический привод и средства автоматизации металлургических машин: учебник. – Новотроицк : НФ НИТУ «МИСиС», 2017. – 198 с.
22. **Наземцев А.С., Рыбальченко Д.Е.** Пневматические и гидравлические приводы и системы. В 2-х ч. Ч. 2. Гидравлические приводы и системы. – М. : Форум, 2007. – 304 с.
23. Установка насосная с электроприводом (станция насосная). Модель НЭР-5,4И63Т1. Паспорт (ПС) и руководство по эксплуатации (РЭ). – Санкт-Петербург, 2019. – 13 с.
24. Насосные станции с электроприводом, ручным управлением и одноступенчатой подачей НЭР. <https://www.eneprom.ru/prod/146> (Дата обращения 20.10.2022).

Статья поступила 14.12.2022