

МОДЕРНИЗАЦИЯ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ НОВОТРОИЦКОГО ЗАВОДА ХРОМОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ НАДЕЖНОСТИ

Р. Э. Ишмухаметов¹, А. В. Нефедов¹,
Н. А. Чиченев², И. И. Басыров²

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

² НИТУ «МИСиС» (г. Москва, Россия)

Новотроицкий завод хромовых соединений специализируется на переработке хромитовых и доломитовых руд, которые поступают в первый цех размольного отделения, где подвергаются дроблению и измельчению. Опыт эксплуатации показал, что потеря работоспособности шаровой мельницы, установленной в данном цехе, из-за отказа элементов привода приводит к незапланированным простоям, которые составляют 11,3 % от номинального времени работы цеха. Для повышения надежности технологического оборудования предложена замена действующего электропривода, включающего электродвигатель устаревшей серии 4А и специальный редуктор, на современный мотор-редуктор типа R167DV280V4/BVG122, передающий вращение барабану мельницы через зубчатую муфту. В результате разработки нового привода удалось упростить его конструкцию и уменьшить трудоемкость технического обслуживания и ремонта. Данное техническое решение позволяет увеличить межремонтный период эксплуатации и тем самым снизить эксплуатационные расходы. Расчеты показывают, что реализация проектных решений приводит к снижению себестоимости одной тонны переработанной руды на 0,02 %, повышению рентабельности производства на 1,37 % и прибыли от реализации на 1,29 %. Дополнительные капитальные затраты не превышают 3,4 млн руб. и окупаются менее чем за 3 мес.

Ключевые слова: обогатительное производство; процессы дробления и измельчения; трубчатая шаровая мельница, электромеханический привод; мотор-редуктор.

На металлургических предприятиях под постоянным контролем модернизация существующего оборудования, внедрение новых передовых технологий, полная автоматизация управления металлургическими процессами с использованием высокопроизводительных компьютерных систем, совершенствование организации труда и повышение квалификации работающего персонала [1 – 6]. При этом значительное внимание уделяется выявлению узких мест в работе основного технологического оборудования и накоплению данных для разработки организационных и технических мероприятий по снижению внеплановых простоев оборудования [7 – 11]. Одна из важных проблем повышения надежности оборудования решается путем модернизации или замены устаревшего оборудования [12 – 16].

Проведенные исследования. В статье рассматриваются вопросы модернизации шаровой мельницы Новотроицкого завода химических соединений с целью повышения ее надежности и увеличения производительности действующего оборудования.

Новотроицкий завод хромовых соединений (НЗХС) – предприятие, специализирующееся на переработке хромовой руды [17]. Хромитовая и доломитовые руды поступают в первый цех размольного отделения НЗХС в открытых вагонах, которые перегружают грейфером на склад сырья, и затем сырье транспортируют в приемный бункер, который через лотковый питатель подает его в щековую дробилку. После дробления крупных кусков по конвейеру руда поступает в сушильный барабан и затем с

помощью элеватора попадает в промежуточный бункер, из которого она подается лотковым питателем в мельницу сухого помола, где происходит измельчение хромитовой и доломитовой руды (рис. 1). Из шаровой мельницы материал подается на следующий элеватор и, наконец, в бункер на участке подготовки шихты.

В настоящее время в размольном отделении эксплуатируется шаровая мельница СММ2061, имеющая следующие технические характеристики:

производительность	25 т/ч;
диаметр барабана (внутренний)	2600 мм;
рабочая длина барабана	13000 мм;
частота вращения барабана	20 мин ⁻¹ .

В приводе использован электродвигатель типа 4А200L8УЗ, который в настоящее время снят с производства, мощностью 22 кВт с частотой вращения 750 мин⁻¹ и специальный редуктор с передаточным числом 37,5. Физическое и моральное старение из-за отказа элементов привода приводит к незапланированным простоям, которые составляют 11,3 % от номинального времени работы цеха.

Общий вид трубной шаровой мельницы для помола хромита до реинжиниринга показан на рис. 2. Хромитовая руда непрерывно подается в коническую горловину загрузочной цапфы, при этом для создания направленного движения руды горловина имеет футеровку с внутренними спиралями. После загрузки руда перемещается в рабочую камеру барабана мельницы, где многократно подвергается воздействию мелющих тел (стальных шаров), в результате чего происходит

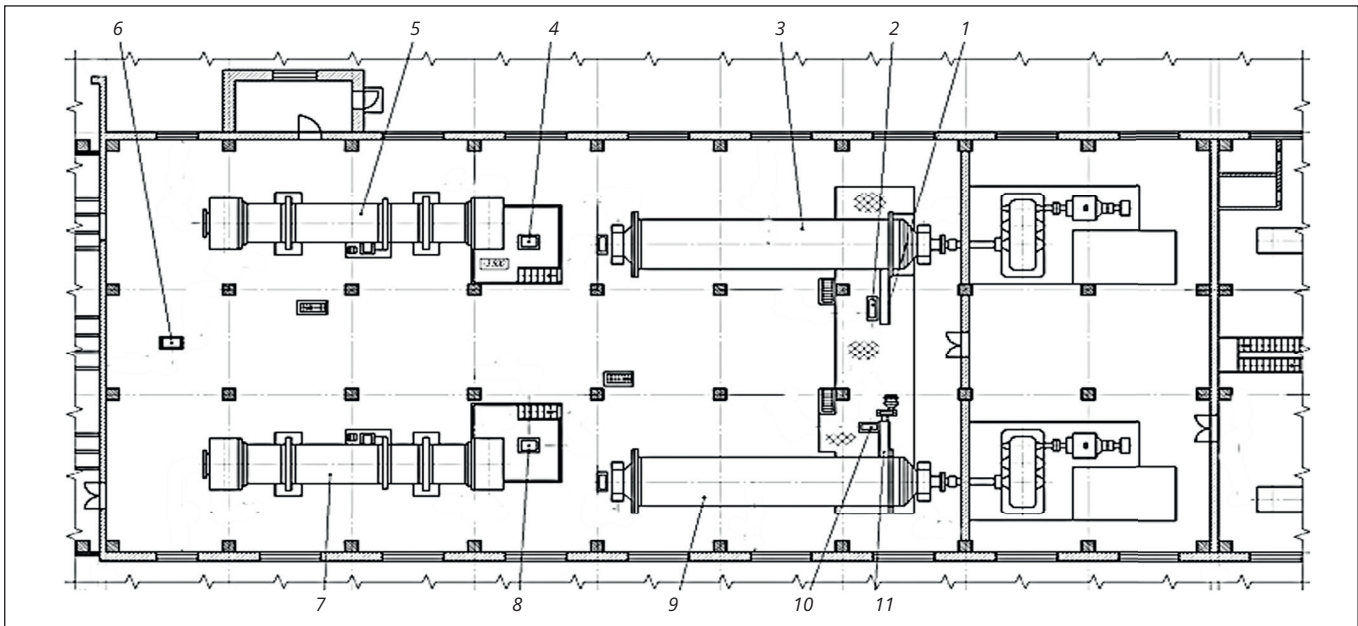


Рис. 1. Схема расположения оборудования: 1, 10 – шнеки; 2, 4, 6, 8, 11 – элеваторы; 3 – трубная шаровая мельница для помола хромита; 5, 7 – сушильные барабаны; 9 – трубная шаровая мельница для помола доломита

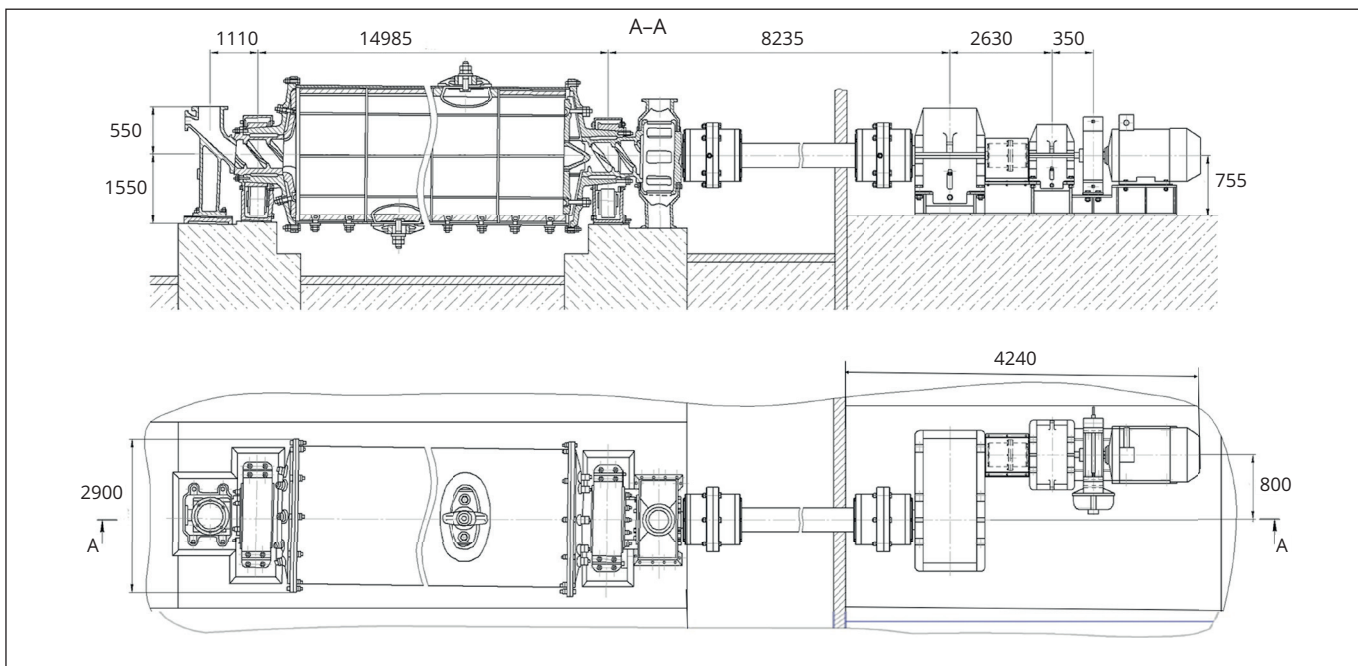


Рис. 2. Шаровая мельница до модернизации

измельчение. Продукт измельчения через полую цапфу поступает в воронку разгрузочного желоба. Кинематическая схема привода трубчатой шаровой мельницы приведена на рис. 3.

Полученные результаты. В связи с возросшими потребностями в продукции НЗХС возникла необходимость увеличения производительности технологического оборудования, в том числе повышения мощности электропривода и частоты вращения барабана шаровой мельницы. Как показывает опыт эксплуатации шаровых мельниц, увеличение производительности (без изменения конструкции барабана) возможно в пределах 10-15 %. Данное техническое решение позволит химико-металлургической компании

АО «НЗХС» увеличить производство монокромата натрия за счет увеличения количества твердой хромитовой и доломитовой руды, измельчаемой в дробильном отделении первого цеха, и тем самым снизить производственные затраты компании.

С этой целью предложена замена действующего электропривода, включающего электродвигатель устаревшей серии 4А и специальный редуктор, на современный мотор-редуктор типа R167DV280V4/BVG122, передающий вращение барабану мельницы через зубчатую муфту. Кинематическая схема предлагаемого привода трубчатой шаровой мельницы показана на рис. 4, а технические характеристики мотор-редуктора приведены в таблице [18, 19].

Технические характеристики мотор-редуктора R167DV200 L4

Характеристика	Значение
Мощность, кВт	30
Частота вращения на тихоходном валу, мин ⁻¹	22
Крутящий момент, Н · м	13100
Передаточное число редуктора	67,40
Диаметр выходного вала, мм	120

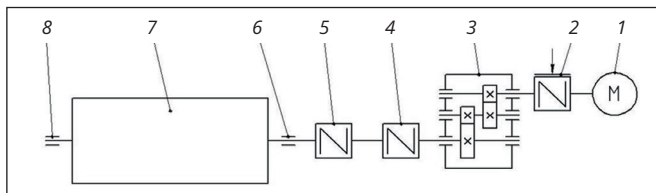


Рис. 3. Кинематическая схема шаровой мельницы СММ2061 до модернизации: 1 – электродвигатель; 2 – муфта с тормозом; 3 – редуктор; 4, 5 – муфты зубчатые; 6, 8 – подшипниковые узлы; 7 – мельница

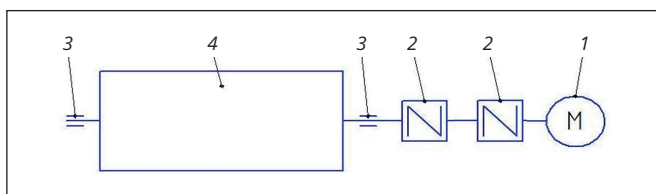


Рис. 4. Кинематическая схема привода шаровой мельницы после модернизации: 1 – мотор-редуктор; 2 – муфты зубчатые; 3 – подшипниковые узлы; 4 – мельница

Привод смонтирован на раме, представляющей собой сварную листовую металлоконструкцию. Общий вид приводной части трубчатой шаровой мельницы СММ2061 после модернизации показан на рис. 5. Для соединения трансмиссионного вала между выходным валом мотор-редуктора и приводным валом мельницы используется зубчатая муфта общемашиностроительного назначения.

Согласно ГОСТ Р 50895–96 зубчатую муфту выбирают по наибольшему диаметру концов соединяемых валов и затем проверяют прочность муфты [20]. По диаметру выходного вала мотор-редуктора $d_{\text{вых}} = 120$ мм (см. таблицу) выбираем зубчатую муфту типа 1 с номинальным крутящим моментом $T_{\text{кр}} = 16000$ кН · м, диаметром посадочных отверстий 120 мм, с втулками исполнения 1, климатического исполнения У, категории 2 «Муфта 1-16000-120-1У2 ГОСТ Р 50895–96». Наибольший на соединяемых валах крутящий момент, создаваемый мотор-редуктором, $T_{\text{раб}} = 13100$ Н · м, и поэтому прочность муфты обеспечена.

Для оценки экономической эффективности от внедрения модернизированного привода трубчатой шаровой мельницы составлена смета капитальных затрат, из которой следует, что сумма капитальных вложений с учетом дополнительных затрат на закупку и монтаж нового оборудования составляет около 3,4 млн руб. Экономический эффект, ожидаемый от внедрения нового привода, связан с сокращением

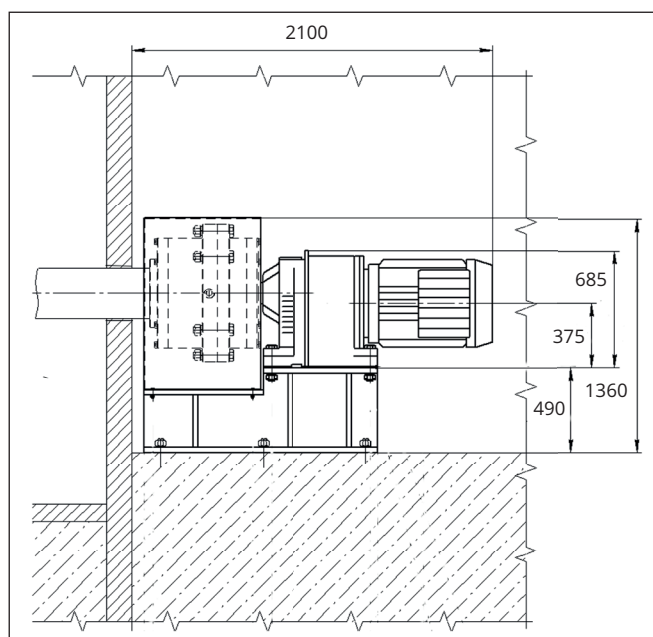


Рис. 5. Общий вид приводной части шаровой мельницы после модернизации

времени, необходимого на проведение капитальных и текущих ремонтов, что привело к увеличению производительности шаровой мельницы на 3 т/ч. Предлагаемое мероприятие по модернизации привода позволит снизить себестоимость одной тонны переработанной руды на 0,02 %, повысить рентабельность производства на 1,37 % и прибыль от реализации на 1,29 %, что при существующем объеме производства позволяет получить значительный экономический эффект. Затраты на внедрение предлагаемого устройства окупаются менее чем через 3 месяца с начала эксплуатации внедренного устройства. Данные показатели доказывают экономическую эффективность разработанного проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате модернизации привода трубчатой шаровой мельницы удалось упростить его конструкцию и уменьшить трудоемкость технического обслуживания и ремонта. Замена старого привода, включающего электродвигатель и редуктор, на новый привод, который состоит из мотор-редуктора и зубчатой муфты, позволяет увеличить межремонтный период эксплуатации и тем самым снизить эксплуатационные расходы. Расчеты показывают, что реализация проектных решений приводит к снижению себестоимости одной тонны переработанной руды на 0,02 %, повышению рентабельности производства на 1,37 % и прибыли от реализации на 1,29 %. Дополнительные капитальные затраты не превышают 3,4 млн руб. и окупаются менее чем за 3 месяца.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 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.

2. Нефедов А.В., Свичкар В.В., Чиченева О.Н. Реинжиниринг скипового подъемника для загрузки печи литейного отделения ЗАО «РИФАР» // Сталь. 2020. № 7. С. 50 – 53.
3. 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.
4. 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.
5. Bardovskiy A.D., Gorbatyuk S.M., Keropyan A.M., Bibikov P.Ya. Assessing Parameters of the Accelerator Disk of a Centrifugal Mill Taking into Account Features of Particle Motion on the Disk Surface // Journal of Friction and Wear. 2018. Vol. 39, Iss. 4. P. 326 – 329.
6. Bazhin V.Yu., Glazev M.V. Refractory materials of metallurgical furnaces with the addition of silicon production waste // Non-ferrous Metals. 2022. № 1. P. 32 – 39.
7. Yurshev V.I., Boyko S.V., Kirilenko A.S., Yurshev I.V. Optimization of VK10-NOM cemented carbide mixture pressing modes // Non-ferrous Metals. 2023. № 2. P. 57 – 65.
8. Горбатюк С.М., Зарапин А.Ю., Чиченев Н.А. Модернизация вибрационного грохота горнорудного общества «Катока» (Ангола) // ГИАБ. 2018. № 1. С. 143 – 149.
9. Горбатюк 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.
10. Zinyagin A.G. Use of machine learning methods for determination of the boundary conditions coefficients in a FEM task for the case of accelerated cooling of hot-rolled sheet metal // CIS Iron and Steel Review. Vol. 25 (2023). P. 58 – 66.
11. Нефедов А.В., Новикова Ю.В., Чиченева О.Н. Манипулятор для подачи короба с жидким раствором для ремонта чугуновозных ковшей в доменном цехе АО «Уральская Сталь» // Черные металлы. 2021. № 9. С. 4 – 9.
12. 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.
13. Чиченев Н.А. Реинжиниринг устройства для центрирования сляба в клетки обжимного стана // Металлург. 2018. № 7. С. 76 – 80.
14. Бардовский А.Д., Горбатюк С.М., Керопян А.М., Бибииков П.Я. Оценка параметров разгонных дисков центробежной мельницы с учетом характера движения частиц материала по их рабочим поверхностям // Трение и износ. 2018. Т. 39. № 4. С. 409 – 414.
15. Махкамбаев С.Б., Чиченев Н.А. Разработка гидравлического привода зажима рамного фильтр-пресса кадмиевого цеха АО АГМК // Горный журнал. 2021. № 8. С. 48 – 51.
16. Albagachiev A.Y., Keropyan A.M., Gerasimova A.A., Kobelev O.A. Determination of rational friction temperature in lengthwise rolling // CIS Iron and Steel Review. 2020. P. 33 – 36.
17. Акционерное общество «Новотроицкий завод хромовых соединений» <http://nzhs.ru/?ysclid=lvp97ws5ur662137367> (дата обращения 07.05.2024).
18. SEW-EURODRIVE. Техническое описание соосных цилиндрических мотор-редукторов серии R.DR/DT/DV. <https://sew-eurodrive.nt-rt.ru/images/manuals/soosmr.pdf?ysclid=lx04rf8koo881283223> (дата обращения 07.05.2024).
19. Цилиндрические плоские мотор-редукторы серии F. <https://spb-reduktor.artesk.ru/F.html> (дата обращения 07.05.2024).
20. ГОСТ Р 50895–96. Муфты зубчатые. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2010. – 19 с.

Статья поступила 19.07.2024