

Новое эффективное дробильно-измельчительное оборудование в рамках импортозамещения

А.И. Матвеев, В.Р. Винокуров ✉

Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск,
Российская Федерация
✉ vaviro@mail.ru

Резюме: Работа посвящена вопросу реализации проектов по разработке горного обогатительного оборудования, связанных с проблемой импортозамещения, вызванной санкциями стран Запада и уходом наиболее популярных в горнодобывающей отрасли брендов оборудования. Производство горно-обогатительного оборудования является капиталоемким, металлоемким, сложным в исполнении и наукоемким, при этом для получения конкурентоспособного образца оборудования требуется существенное увеличение финансовых ресурсов на субсидирование научных разработок на проведение НИОКР, создание лабораторных и испытательных стендов, опытных образцов, являющихся неотъемлемыми этапами на пути внедрения их в промышленность. Приведены последние разработки высокоэффективного дробильно-измельчительного оборудования Института горного дела Севера им. Н.В. Черского СО РАН (роторная дробилка многократного ударного действия РД-МДВ-900; вертикальный центробежный измельчитель ВЦИ-12; мельница-дробилка роторная МДР), которые находятся на стадии опытно-конструкторских работ и испытаний для внедрения их в серийное производство. Для эффективного решения проблемы импортозамещения в жизненно важной для страны горнодобывающей отрасли необходимо разработать условия и механизмы для разработки и внедрения отечественного инновационного оборудования.

Ключевые слова: горно-обогатительное оборудование, дробильно-измельчительное оборудование, рудоподготовка, дезинтеграция рудного материала

Благодарности: Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 0297-2021-0022, ЕГИСУ НИОКТР № 122011800089-2).

Для цитирования: Матвеев А.И., Винокуров В.Р. Новое эффективное дробильно-измельчительное оборудование в рамках импортозамещения. *Горная промышленность*. 2025;(4S):45–48. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-4S-45-48>

New efficient crushing and grinding equipment with in the framework of import substitution

A.I. Matveev, V.R. Vinokurov ✉

N.V. Chersky Mining Institute of the North of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation
✉ vaviro@mail.ru

Abstract: This work discusses the issue of implementing projects for the development of mining and processing equipment related to the challenges of import substitution caused by the sanctions from Western countries and the departure of the most popular brands of mining equipment from the Russian market. Manufacturing of the mining and processing equipment is highly intensive in terms of capital investments, metals used, and research required as well as complex to execute. On top of this, obtaining a competitive sample of equipment requires a significant increase in financial resources to subsidize research and development activities, creation of laboratory and test benches, prototypes, which are integral stages of the equipment implementation in the industry. The paper presents the latest developments in highly efficient crushing and grinding equipment at the N.V. Chersky Mining Institute of the North of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (RD-MDV-900 Continuous Impact Rotary Crusher; VCI-12 Vertical Vapart Mill; MDR Rotary Crusher and Mill), which are at the experimental development stage for their implementation in mass production. In order to efficiently solve the problem of import substitution in the country's vital mining industry, it is necessary to develop conditions and mechanisms for the development and implementation of domestic innovative equipment.

Keywords: mining and mineral processing equipment, crushing and grinding equipment, ore concentration, disintegration of ore material

Acknowledgments: The study was carried out within the State Assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Topic No. 0297-2021-0022, EGISU NIOCTR No. 122011800089-2).

For citation: Matveev A.I., Vinokurov V.R. New efficient crushing and grinding equipment within the framework of import substitution. *Russian Mining Industry*. 2025;(4S):45–48. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2025-4S-45-48>

Введение

В настоящее время поставки импортного горного обогатительного оборудования стали огромной проблемой для российских горно-перерабатывающих компаний, связанной с санкциями. По некоторым данным импортозависимость компаний в среднем составляет около 50% [1], это относится и к парку используемого дробильно-измельчительного оборудования. Процесс импортозамещения стал жизненно важной вынужденной мерой, обеспечивающей экономический и технологический суверенитет страны [2–4]. Наиболее популярные в горнодобывающей отрасли России бренды оборудования прекратили поставки. Это европейские и американские Metso, Sandvik, Thyssen Krupp, Trio, Terex, Telsmith, DSP Prerov, Kleemann и др. На данный момент проблема импортозамещения частично компенсируется за счет производственной базы российского горного машиностроения и поставок оборудования из «дружественных» стран (Китай, Индия, ЮАР, Иран, Белоруссия и др.).

Вместе с тем, стоит отметить, что имеется ряд отечественных производителей, достаточно успешно занимающихся импортозамещением горного обогатительного оборудования, таких как НПО «СОМЭКС»; АО «НПО «РИВС» ООО «Майнинг Элемент» (бренд Element®), группа «КАНЕКС» и т.д. [5; 6].

Особенность и сложность создания нового дробильно-измельчительного оборудования заключается в сложности методов моделирования [7; 8] и в необходимости изготовления опытных образцов в натуральную величину [9; 10], что связано с большими затратами и высокими рисками для изготовителя.

При этом на создание оборудования накладывается целый ряд отдельных элементов технологической цепи (проектирование, инженеринговые услуги, доступность комплектующих, опытно-промышленное производство, согласование разрешительных документов на эксплуатацию, сертификация).

Методы

На основе методов анализа, сравнения и обобщения приводится оценка эффективности предлагаемого инновационного отечественного дробильно-измельчительного оборудования по известным показателям (степень дробления, выход контролируемых классов крупности, удельная энергоёмкость и т.д.), получаемым при обработке горных пород с разными физико-механическими свойствами.

Результаты и их обсуждение

В лаборатории обогащения полезных ископаемых ИГДС СО РАН многие годы ведутся исследования по разработке горно-обогатительного оборудования [11–13], всего запатентовано более 80 изобретений. В последнее время в ИГДС СО РАН разработаны, изготовлены и проходят испытания полупромышленные образцы нового дробильно-измельчительного оборудования: роторная дробилка многократного ударного воздействия РД-МДВ-900, мельница-дробилка роторная МДР, вертикальный центробежный измельчитель ВЦИ-12.

На рис. 1 представлен опытно-промышленный образец роторной дробилки многократного ударного действия РД-МДВ-900. Способ дробления, реализованный в данной дробилке, позволяет достичь высокой степени дробления, а также совместить в себе несколько операций, таких как крупное, среднее и мелкое дробление, и таким образом



Параметры	Показатели
Производительность, т	До 120
Диаметр рабочего органа, мм	1000
Крупность питания, мм	450
Мощность двигателя, кВт	150
Крупность готового продукта, мм	–20
Масса дробилки, т	12

Рис. 1
Общий вид и основные конструктивные параметры опытного образца роторной дробилки многократного ударного действия РД-МДВ-900

Fig. 1
A general view and the key specifications of a prototype preproduction sample of the RD-MDV-900 Continuous Impact Rotary Crusher



Параметры	Показатели
Производительность, кг/ч	До 200
Крупность материала, мм	До 20
Диаметр барабана, мм	470
Ширина барабана, мм	264
Диаметр ротора, мм	320
Мощность ротора, кВт	3,0
Мощность барабана, кВт	2,2
Масса без эл/дв и редуктора, кг	937,7

Рис. 2
Общий вид и основные конструктивные параметры опытного образца мельницы роторной МДР

Fig. 2
A general view and the key specifications of a prototype preproduction sample of the MDR Rotary Crusher and Mill

исключить из процесса рудоподготовки многостадийную схему дробления.

На рис. 2 представлен изготовленный опытно-промыш-



Параметры	Показатели
Крупность питания, мм	5–20
Диаметр внутреннего диска, мм	1200
Размеры приемного отверстия, мм	280 x 160
Размеры выпускного лотка, мм	210 x 220
Число оборотов внутреннего диска, об/мин	760
Потребляемая мощность, кВт	30
Производительность, т/ч	До 12
Масса, кг	6662,5
Масса без эл/дв, кг	6512,5

Рис. 3
Общий вид и основные конструктивные параметры опытного образца вертикального центробежного измельчителя ВЦИ-12

Fig. 3
A general view and the key specifications of a prototype preproduction sample of the VCI-12 Vertical Vapart Mill

ленный образец мельницы роторной МДР. Способ дезинтеграции рудного материала, реализованный в данной мельнице, позволяет повысить эффективность измельчения рудных материалов, а также за счет укрупненного исходного питания совместить в одном аппарате процессы дробления и измельчения, и таким образом сократить количество стадий дробления и измельчения.

Вертикальный центробежный измельчитель ВЦИ-12 (рис. 3) предназначен для измельчения твердых рудных материалов. Конструктивно измельчитель представляет собой симметрично расположенные камеры (на одном валу), включающие подвижный и неподвижный рабочие органы, в которых измельчение материала происходит за счет организации многократных ударных и истирающих нагрузок. Аппарат позволяет совмещать процессы мелкого дробления и измельчения.

Измельчитель имеет возможность регулировки угла сегмента разгрузочного отверстия относительно вертикальной оси корпуса, что позволяет управлять эффективностью измельчения.

Заключение

Благодаря поддержке государственных грантов разработан, изготовлен и готов к испытанию ряд новых промышленных образцов нового дробильно-измельчительного оборудования: высокопроизводительная роторная дробилка многократного ударного действия РД-МДВ-900; вертикальный центробежный измельчитель ВЦИ-12; роторная мельница МДР. Опыт работы по разработке и реализации нового инновационного дробильно-измельчительного оборудования показывает необходимость существенного увеличения финансовых ресурсов на субсидирование научных разработок, на проведение НИОКР, создание лабораторных и испытательных стендов, опытных образцов и внедрение в промышленность. Это связано со спецификой разработки и создания опытного дробильно-измельчительного оборудования, которое невозможно полностью моделировать, вследствие чего происходит увеличение расходов.

Таким образом, для получения полноценного конкурентоспособного образца требуются затратные и продолжительные научно-исследовательские, научно-конструкторские работы, испытания, которые возможно реализовать в тесной кооперации разработчика, производителя с долгосрочными инвестициями.

Список литературы / References

1. Казаченко С. Горное машиностроение в России: еще есть шансы на возрождение. *Промышленник Сибири*. 13 июля 2022. Режим доступа: <https://prom-siberia.ru/industry/engineering/gornoe-mashinostroenie-v-rossii-esche-est-shansy-na-vozhrozhdenie/> (дата обращения 11.01.2025).
2. Иванова Н.И., Мамедьяров З.А. Наука и инновации: конкуренция нарастает. *Мировая экономика и международные отношения*. 2019;63(5):47–56. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2019-63-5-47-56>
Ivanova N.I., Mamedyarov Z.A. R&D and Innovation: Competition is Growing. *World Economy and International Relations*. 2019;63(5):47–56. (In Russ.) <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2019-63-5-47-56>
3. Сорокина А.И., Можарова Е.И., Бордова А.А. Импортзамещение в современных условиях. *Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета*. 2022;(19):360–367. <https://doi.org/10.36629/2686-7788-2022-1-360-367>
Sorokina A.I., Mozharova E.I., Bordova A.A. Import substitution in modern conditions. *Scientific Papers Collection of the Angarsk State Technical University*. 2022;(19):360–367. (In Russ.) <https://doi.org/10.36629/2686-7788-2022-1-360-367>

4. Калмыков Ю.П., Абдикеев Н.М., Богачев Ю.С., Трифонов П.В. Направления совершенствования промышленной политики России. *Вестник машиностроения*. 2021;(9):82–88. <https://doi.org/10.36652/0042-4633-2021-9-82-88>
Kalmikov Yu.P., Abdikeev N.M., Bogachev Yu.S., Trifonov P.V. Directions of improving industrial policy in Russia. *Vestnik Mashinostroeniya*. 2021;(9):82–88. (In Russ.) <https://doi.org/10.36652/0042-4633-2021-9-82-88>
5. Земсков А.Н., Иванов А.В. Современные тенденции развития отечественного горного машиностроения. *Горная промышленность*. 2018;(3):50–54.
Zemskov A.N., Ivanov A.V. Current trends of the national mining machinery manufacture development. *Russian Mining Industry*. 2018;(3):50–54. (In Russ.)
6. Кислицына А. Импортозамещение: стратегии, перспективы, возможности. *Глобус*. 2022;(5):14–25. Режим доступа: <https://www.vnedra.ru/tehnika/importozameshhenie-strategii-perspektivy-vozmozhnosti-20390> (дата обращения 11.01.2025).
Kislitsyna A. Import substitution: strategies, prospects, opportunities. *Globus*. 2022;(5):14–25. (In Russ.) Available at: <https://www.vnedra.ru/tehnika/importozameshhenie-strategii-perspektivy-vozmozhnosti-20390> (accessed 11.01.2025).
7. Oliveira A.L.R., Rodriguez V.A., de Carvalho R.M., Powell M.S., Tavares L.M. Mechanistic modeling and simulation of a batch vertical stirred mill. *Minerals Engineering*. 2020;156:106487. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106487>
8. Wu S., Wang S., Li X., Ye L., Shi P., Guo J. et al. Performance analysis of an experimental laboratory-scale eccentric roll crusher and a preliminary DEM-MBD coupled simulation method validation. *Minerals Engineering*. 2025;231:109465. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2025.109465>
9. Thivierge A., Bouchard, J., Desbiens A. A steady-state model of the high-pressure grinding rolls. *IFAC-PapersOnLine*. 2020;53(2):11830–11835, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.694>
10. Chelgani S.C., Neisiani A.A. Grinding. In: *Dry Mineral Processing*. Cham: Springer; 2022, pp. 1–27. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93750-8_1
11. Lvov E.S. Investigation into the release of gravity-recoverable gold particles in products of a dynamic-impact mill. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;773:012074. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/773/1/012074>
12. Матвеев А.И., Лебедев И.Ф., Винокуров В.Р., Львов Е.С. Научно-экспериментальные основы сухого обогащения руд полезных ископаемых. *Записки Горного института*. 2022;256:613–622. <https://doi.org/10.31897/PMI.2022.90>
Matveev A.I., Lebedev I.F., Vinokurov V.R., Lvov E.S. Scientific experimental bases for dry beneficiation of mineral ores. *Journal of Mining Institute*. 2022;256:613–622. <https://doi.org/10.31897/PMI.2022.90>
13. Матвеев А.И., Винокуров В.Р. Исследование особенностей дезинтеграции рудных материалов при сухом измельчении в центробежном аппарате новой конструкции. *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. 2023;(4):160–167. <https://doi.org/10.15372/FTPRI20230417>
Matveev A.I., Vinokurov V.R. Features of ore disintegration in dry-milling centrifugal breaking machine of a new design. *Fiziko-Tekhnicheskiye Problemy Razrabotki Poleznykh Iskopaemykh*. 2023;(4):160–167. (In Russ.) <https://doi.org/10.15372/FTPRI20230417>

Информация об авторах

Матвеев Андрей Иннокентьевич – доктор технических наук, главный научный сотрудник, лаборатория обогащения полезных ископаемых, Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-4298-5990>

Винокуров Василий Романович – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, лаборатория обогащения полезных ископаемых, Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск, Российская Федерация; e-mail: vaviro@mail.ru

Information about the authors

Andrey I. Matveev – Dr. Sci. (Eng.), Chief Researcher, Mineral Processing Laboratory, N.V. Chersky Mining Institute of the North of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-4298-5990>

Vasily R. Vinokurov – Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher, Mineral Processing Laboratory, N.V. Chersky Mining Institute of the North of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation; e-mail: vaviro@mail.ru

Article info

Received: 24.06.2025

Revised: 07.08.2025

Accepted: 18.08.2025

Информация о статье

Поступила в редакцию: 24.06.2025

Поступила после рецензирования: 07.08.2025

Принята к публикации: 18.08.2025