

Мониторинг рынка и перспективы производства прецизионных деталей горно-металлургического оборудования в РК

¹**ИСАГУЛОВ Аристотель Зейнуллинович**, д.т.н., профессор, aristotel@kstu.kz,

¹**КВОН Светлана Сергеевна**, к.т.н., профессор, svetlana.1311@mail.ru,

¹**КУЛИКОВ Виталий Юрьевич**, к.т.н., профессор, mlpikm@mail.ru,

¹***АРИНОВА Сания Каскатаевна**, PhD, преподаватель, sanya_kazah@mail.ru,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», пр. Н. Назарбаева, 56, Караганда, Казахстан,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Проведен сравнительный анализ номенклатуры выпускаемой продукции, сроков эксплуатации и распространенности различных деталей горно-металлургического оборудования. На основании информационного и регионального мониторинга определен перечень наиболее распространенных прецизионных деталей горно-металлургического оборудования. Выявлена частота выхода из строя сменных деталей. Показано, что несмотря на тот факт, что детали изготовлены из качественных легированных марок сталей, срок их эксплуатации весьма ограничен. Установлены современные тренды совершенствования свойств материалов. Повышение срока эксплуатации деталей путем применения современных трендов совершенствования материалов позволит сократить число простоев и повысить производительность прецизионных отливок.

Ключевые слова: горно-металлургическое оборудование, прецизионные отливки, крупногабаритные детали, выход из строя, стоимость.

Введение

В настоящее время горно-металлургическая отрасль является лидирующей в экономике нашей страны. Metallургия обеспечивает 21,4% от суммарного объема продукции обрабатывающей и добывающей промышленности и порядка 43,6% от выпуска продукции, получаемой обрабатывающей промышленностью [1]. В основном металлургическая промышленность расположена в трех областях – Карагандинской, Павлодарской и Восточно-Казахстанской (в них сосредоточены две трети всех металлургических предприятий страны).

Карагандинская область традиционно является центром горно-металлургического сектора РК. Оборудование горно-металлургического сектора работает в крайне тяжелых условиях: подвергается ударным, истирающим нагрузкам, смене температурного цикла и агрессивной среде. Большая часть оборудования представляют собой крупногабаритные детали, такие как коуш, струбцина, кронштейны и пр. Основные материалы, идущие на их производство, – это

углеродистые и низколегированные стали и чугуны [2]. Однако при этом часть деталей изготавливается из высоколегированных сталей, причем при их изготовлении используются высокоточные методы литья.

Цель данного исследования – определить номенклатуру прецизионных деталей, чей срок эксплуатации не удовлетворяет потребителей, несмотря на их достаточно высокую стоимость, обусловленную ценой исходных материалов (высоколегированные стали) и способом изготовления.

Исследовательская часть и обсуждение результатов

На основе анализа литературных данных [3-5] и проведенного мониторинга составлена номенклатура выпускаемой или используемой продукции заводов Карагандинской области, включая ТОО «КМЗ им. Пархоменко», ТОО «Карагандинский литейно-машиностроительный завод», ТОО «Казахстан ДетальПром», ТОО НКМЗ Центр КЗ, ТОО «Профиль-М», «АрселорМиталлТемиртау» и др. В результате проведенного исследования

выявлен перечень наиболее распространенных литых изделий горно-металлургического оборудования (коуш, колесо, шнеки, детали, работающие в условиях трения и т.д.) и материалов для их изготовления.

Как видно из диаграммы (рисунок 1), большая часть материалов, используемых при изготовлении крупногабаритных деталей, приходится на чугуны, углеродистые и низколегированные стали типа 20ХЛ, 35ХС и др.

Доля высоколегированных сталей и чугунов составляет около 15%, так же как и доля цветных сплавов. Высоколегированные стали (типа Х12М, 1Х18Н9Т, 40Х20Н2С и др.) и чугуны (ИЧХ28, ЧХ28Д2, ЧС15М4 и др.) идут на изготовление деталей, рабо-

тающих в условиях повышенного износа, в агрессивных средах, при повышенных знакопеременных нагрузках и пр.

Меньше всего приходится на цветные сплавы (бронзы, алюминиевые сплавы), которые идут, в основном, на изготовление элементов охлаждающих систем, деталей вентиляции и пр. Надо отметить, что распределение материалов хотя и является достаточно условным, тем не менее отражает общую картину, характерную для горно-металлургического оборудования в целом.

Однако если посмотреть на диаграмму, приведенную на рисунке 2, где показана средняя стоимость материала за тонну (цены взяты из источников [5-7]), то можно сделать вывод, что вклад высоколегирован-

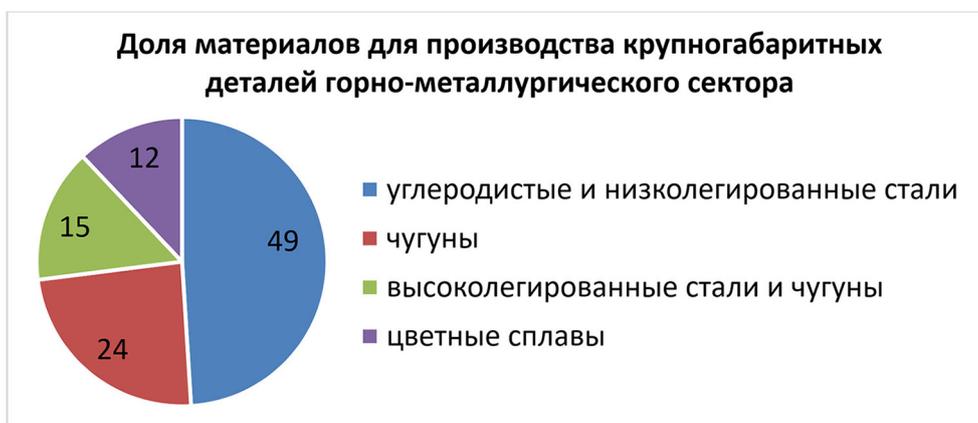


Рисунок 1 – Распределение материалов, идущих на изготовление крупногабаритных деталей горно-металлургического оборудования

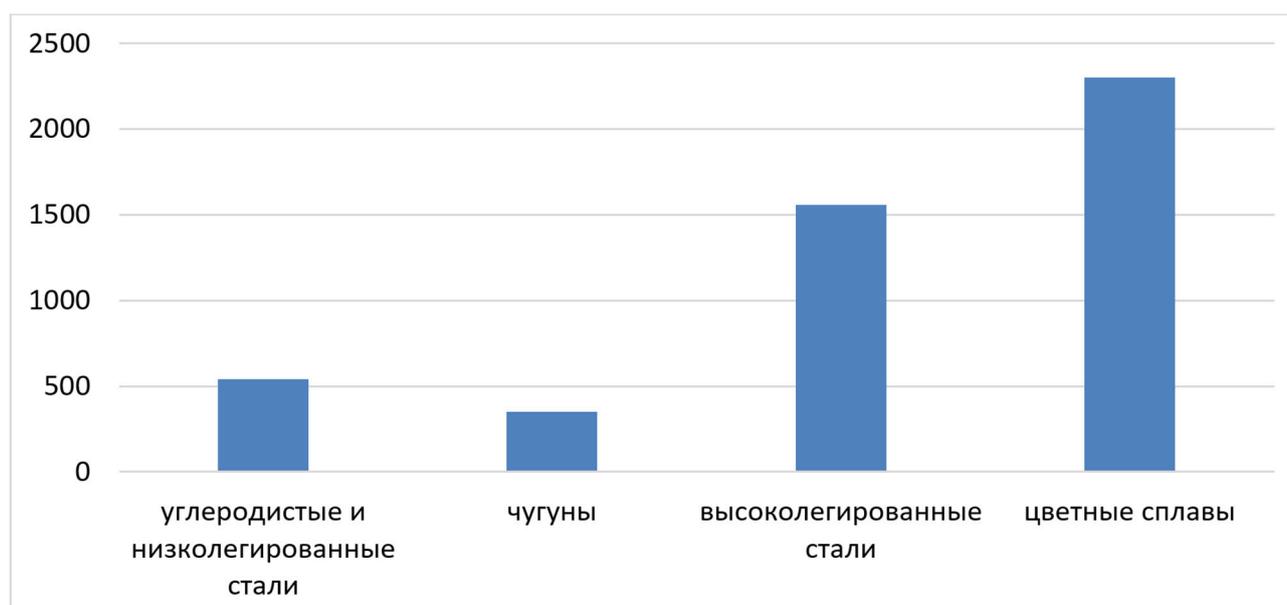


Рисунок 2 – Средняя стоимость материала по группам за тонну, тыс. тенге

ных сплавов в ценовую политику оборудования превышает вклад других материалов (исключая цветные сплавы) более чем в 3 раза. Иными словами, даже с учетом больших объемов продукции, изготавливаемых из углеродистых и низколегированных сталей и чугунов, их вклад в стоимость оборудования будет ниже, чем деталей, производимых из высоколегированных сплавов.

С учетом приведенных данных можно утверждать, что стоимость значительной части горно-металлургического оборудования, таких как печи, мельницы, комбайны дробильное оборудование, будет определяться, в основном, стоимостью деталей, изготавливаемых из высоколегированных сплавов.

Очевидно, что высоколегированные материалы ввиду их высокой стоимости используются для изготовления прецизионных деталей, например, вальдолеты, элементы запорно-регулирующей арматуры: фланцевые краны, дисковые затворы, (X2CrNiMoN22-стали класса Duplex S32304), упорные кольца клапанов горячего дутья,

элементы дроссельных групп (жаропрочные и жаростойкие стали 20X25H19C2Л, 12X18H9Т, 35X18H24C2), элементы дробильных мельниц (износостойкие стали 110Г13Х2, 45Х6НМФ), змеевики печей пиролиза (X10NiCrAlTi 32-20), жаропрочная оснастка для промышленных термических печей и др.

Проведенный в рамках реализации мониторинг (в опросе приняли участие 5 ведущих предприятий области, связанных с эксплуатацией горно-металлургического оборудования) включал следующие вопросы: перечень литых деталей, изготовленных из высоколегированных сталей, чаще всего выходящих из строя; средний срок эксплуатации этих деталей; марки сталей, идущих на их изготовление; поставщики данных деталей;

Результаты проведенного мониторинга отражены в таблице.

Как видно из таблицы, замена сменных деталей происходит достаточно часто, в среднем каждые 3-6 месяцев в качестве

Результаты проведенного мониторинга				
№ п/п	Наименование	Срок эксплуатации	Марка стали	Поставщик
1	Упорные кольца клапанов горячего дутья	3-4 месяца	20X25H19C2Л	Россия
2	Элементы ЗРА	2-6 месяцев	X2CrNiMoN2	Россия, Китай
3	Печные конвейеры, шнеки, крепежные детали	6-8 месяцев	35X18H24C2Л	Россия
4	Короба, подовые плиты термических печей	1 год	45X17Г13Н3ЮЛ	Россия
5	Нагревательные элементы печей, камеры сгорания	6-8 месяцев	15X23H18Л	Россия, собственное производство, замена марки
7	Детали печной арматуры, коллекторы, ящики и крышки травильных корзин, горловины шахтных реторт	8-9 месяцев	12X18H9ТЛ	Россия, собственное производство, замена марки
8	Змеевики печей	4-9 месяцев	X10NiCrAlTi	Россия, Китай
9	Приводные барабаны, валы для конвейерных агрегатов	1-2 года	20X23H18	Россия, Китай
10	Муфты, втулки, крепежная арматура	3-4 месяца	20X23H1, ст70, 38ХГС	Россия, Китай
11	Звенья цепей конвейерных лент	3-4 месяца	110Г13Х2	Россия, собственное производство, замена марки
13	Направляющие, ролики, роликовые пути	до 6 месяцев	40X14PMB2M	Россия, собственное производство, замена марки
14	Садочные приспособления для термообработки (корзины, этажерки, стапели и пр.)	до 6 месяцев	20X25H19C2Л	Россия, собственное производство, замена марки

текущего или профилактического ремонта. Более крупные детали меняются реже (1 раз в год) или по необходимости. Большая часть деталей поставляется из-за рубежа, при собственном производстве происходит замена марки на более простую и, следовательно, с более низким уровнем свойств.

Надо подчеркнуть, что несмотря на тот факт, что указанные детали были изготовлены из высоколегированных марок сталей, срок их эксплуатации весьма ограничен. Это обстоятельство связано с чрезвычайно сложными условиями работы: высокое знакопеременное нагружение, агрессивная среда и перепады температурного режима. Такие условия эксплуатации требуют более высоких показателей конструктивной прочности: сочетание высокой прочности и пластичности, коррозионностойкость, сопротивление ползучести, высокая термостойкость и т.д.

Очевидно, что замена сменных деталей приводит к вынужденному простоям оборудования, снижению его производительности, что в конечном итоге сказывается на себестоимости детали.

Анализ данных таблицы показывает, что высоколегированные стали, несмотря на их состав и высокую стоимость, не обеспечивают достаточно длительные сроки эксплуатации. Механические свойства, состав и области применения высоколегированных сталей регулируются ГОСТ 5632-72.

Основными механизмами упрочнения высоколегированных сталей являются дисперсионное упрочнение, упрочнение за счет старения. Упрочнение за счет легирования твердых растворов и зернограничное упрочнение также имеют место, но по оценкам [6] их вклад значительно ниже. Совершенствование свойств достигается за счет дополнительного легирования, режимов обработки и пр.

В настоящее время резерв указанных материалов в этом направлении фактически исчерпан, в связи с чем требуется поиск других более совершенных материалов, разработанных на принципах, отличных от классического легирования.

Современными трендами в этом направлении являются:

- совершенствование структуры путем наномодифицирования (DH-стали, ODS-стали);
- внепечная обработка (обработка магнитным полем, вибрацией, ультразвуком); др.);
- получение сталей нетрадиционными

методами (порошковая металлургия, распыление);

- получение отливок методом плазменного спекания;
- создание альтернативных композитных материалов на базе тугоплавких оксидов;
- создание сплавов на основе новых термодинамических подходов (высокоэнтропийные и квазивысокоэнтропийные сплавы).

Очевидно, что себестоимость материалов и деталей, полученных перечисленными способами, будет достаточно высокой. Поэтому их себестоимость должна компенсироваться высоким уровнем свойств и сроков эксплуатации.

Также надо отметить, что практически все прецизионные детали поставляются из-за рубежа, что ставит в прямую зависимость от поставок. По итогам 2022 года общий импорт деталей горно-металлургического машиностроения достиг 506 млрд тг, потребность по отдельным номенклатурным позициям только на ТОО «Корпорация Казахмыс» сформирована в пределах 1,5 млрд тг – 5,6 млрд тг [7].

Заключение

Таким образом, проведенный мониторинг позволил определить номенклатуру прецизионных деталей, чей срок эксплуатации не удовлетворяет потребителей, несмотря на их достаточно высокую стоимость. Выбор данных деталей обусловлен тем, что они имеют широкое распространение на всех предприятиях металлургического производства независимо от его направленности, т.к. обеспечивают работы систем водоохлаждения плавильных и нагревательных печей, газоснабжение и др.

В настоящее время эти детали импортируются, по итогам прошлого года общий импорт деталей горно-металлургического машиностроения достиг 506 млрд тг. Такая ситуация подчеркивает необходимость собственного производства прецизионных отливок и поиск новых материалов для их изготовления в соответствии с современными трендами создания новых сплавов.

Данные исследования проведены в рамках реализации программы Комитета науки МОН РК BR21882240 «Создание квазивысокоэнтропийного сплава с использованием казахстанского сырья и технологии производства прецизионных деталей на его основе».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://factories.kz/>
2. <https://on-v.com.ua/novosti/tehnologii-i-nauka/konstrukcionnye-legirovannye-stali-dlya-otlivok/>
3. Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др. Машины и агрегаты металлургических заводов: учебник для студентов металлургических и машиностроительных специальностей вузов: В 3 т. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Альянс, 2018.
4. Пилипенко С.С. Механическое оборудование металлургических цехов. 2009, 200 с.
5. Механическое оборудование металлургических заводов / Международный сборник научных трудов // Под ред. Корчунова А.Г. Магнитогорск, 2013.
6. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали. – М.: Изд-во Metallургия, 2009. 320 с.
7. <https://kase.kz/files/emitters/КМСР>

ҚР-да тау-кен-металлургиялық жабдықтың дәлме-дәл бөлшектерін өндіру нарығының мониторингі және перспективалары

¹**ИСАГУЛОВ Аристотель Зейнуллинович**, т.ғ.д., профессор, aristotel@kstu.kz,

¹**КВОН Светлана Сергеевна**, т.ғ.к., профессор, svetlana.1311@mail.ru,

¹**КУЛИКОВ Виталий Юрьевич**, т.ғ.к., профессор, mlpikm@mail.ru,

¹***АРИНОВА Сания Қасқатайқызы**, PhD, оқытушы, sanya_kazah@mail.ru,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Н. Назарбаев даңғылы, 56, Қарағанды, Қазақстан,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Шығарылатын өнімнің номенклатурасына, пайдалану мерзіміне және тау-кен металлургиялық жабдықтың әртүрлі бөлшектерінің таралуына салыстырмалы талдау жүргізілді. Ақпараттық және өңірлік мониторинг негізінде тау-кен-металлургиялық жабдықтардың неғұрлым кең таралған дәлме-дәл бөлшектерінің тізбесі айқындалды. Олардың ауыстырылатын бөлшектердің істен шығу жиілігі анықталды. Бөлшектер жоғары сапалы легирленген болат маркаларынан жасалғанына қарамастан, олардың қызмет ету мерзімі өте шектеулі екендігі көрсетілген. Материалдардың қасиеттерін жетілдірудің заманауи трендтері белгіленді. Материалдарды жетілдірудің заманауи трендтерін қолдану арқылы бөлшектердің қызмет ету мерзімін арттыру тоқтап қалу санын азайтуға және дәл құймалардың өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: тау-кен металлургиялық жабдықтар, дәл құймалар, ірі габаритті бөлшектер, істен шығу, құны.

Monitoring of the Market and Prospects for the Production of Precision Parts of Mining and Metallurgical Equipment in the Republic of Kazakhstan

¹**ISAGULOV Aristotle**, Dr. of Tech. Sci., Professor, aristotel@kstu.kz,

¹**KVON Svetlana**, Cand. of Tech. Sci., Professor, svetlana.1311@mail.ru,

¹**KULIKOV Vitaly**, Cand. of Tech. Sci., Professor, mlpikm@mail.ru,

¹***ARINOVA Saniya**, PhD, Lecturer, sanya_kazah@mail.ru,

¹NPJSC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», N. Nazarbayev Avenue, 56, Karaganda, Kazakhstan,

*corresponding author.

Abstract. A comparative analysis of the product range, service life and prevalence of various parts of mining and metallurgical equipment has been carried out. Based on information and

regional monitoring, a list of the most common precision parts of mining and metallurgical equipment has been determined. The frequency of failure of their replacement parts has been revealed. It is shown that despite the fact that the parts are made of high-quality alloy steels, their service life is very limited. Modern trends in improving the properties of materials have been established. Increasing the service life of parts by applying modern trends in material improvement will reduce the number of downtime and increase the productivity of precision castings.

Keywords: *mining and metallurgical equipment, precision castings, large-sized parts, failure, cost.*

REFERENCES

1. <https://factories.kz/>
2. <https://on-v.com.ua/novosti/tehnologii-i-nauka/konstrukcionnye-legirovannye-stali-dlya-otlivok/>
3. Celikov A.I., Poluhin P.I., Grebenik V.M. i dr. Mashiny i agregaty metallurgicheskikh zavodov: uchebnik dlja studentov metallurgicheskikh i mashinostroitel'nyh special'nostej vuzov: v 3 t. – 2-e izd., pererab. i dop. Moscow: Al'jans, 2018.
4. Pilipenko S.S. Mehanicheskoe oborudovanie metallurgicheskikh cehov // 2009, 200 p.
5. Mehanicheskoe oborudovanie metallurgicheskikh zavodov / Mezhdunarodnyj sbornik nauchnyh trudov pod red. Korchunova A.G. // Magnitogorsk, 2013.
6. Gol'dshtejn M.I., Grachev S.V., Veksler Ju.G. Special'nye stali. Moscow: Publ. Metallurgija, 2009. 320 p.
7. <https://kase.kz/files/emitters/KMCP>