

DOI: 10.26794/2408-9303-2018-5-4-30-39

УДК 675(045)

JEL C50

Рециклинг – стратегическое направление повышения эффективности металлургии в Российской Федерации

В.В. Смирнов,

Финансовый университет,

Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-5280-5244>

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается проблема повышения эффективности российской металлургической отрасли в рамках соблюдения требований концепции устойчивого развития. Для решения поставленной проблемы автором была проанализирована практика сбора и переработки лома на ведущих предприятиях Северной Америки, Европы, прогноз развития рециклинга металла в мировой экономике до 2050 г. В этой части исследований было выявлено, что технологии переработки металлического лома и других промышленных отходов позволяют говорить о значительной экономии различных видов ресурсов. Существенным преимуществом использования предприятиями по производству стали и других металлов в Соединенных Штатах и Европейского союза технологий переработки металлического лома является создание дополнительных рабочих мест, а также улучшение экологической обстановки. В связи с описанными преимуществами использования технологий рециклинга в металлургическом производстве был проведен анализ прогнозной информации, на основе чего отмечалось, что дальнейшее развитие металлургического производства может привести к увеличению собираемости и переработки металлического лома к середине XXI в. более чем в два раза по сравнению с текущей ситуацией. В региональной структуре потребления металлического лома будут превалировать предприятия Китайской Народной Республики, стран объединения НАФТА и Японии. Также было определено, что в Российской Федерации систему сбора и переработки металлического лома придется восстанавливать на качественно новой основе. Важнейшим отличием складывающейся системы от существовавшей является то, что прежде все предприятия, ранее занимающиеся сбором металлического лома, входили в единый концерн и они функционировали в качестве подотрасли металлургии. Сегодня в российской экономике происходит формирование самостоятельного отраслевого направления. В связи с этим в Российской Федерации остро стоит задача воссоздания институциональных основ сбора и переработки металлолома, а также создания механизмов эффективного управления этой отраслью, что, в свою очередь, потребует разработки нормативно-правового, организационно-экономического, научного обеспечения.

Ключевые слова: нормативно-правовое обеспечение металлургии; переработка отходов; перспективы развития металлургии; повышение эффективности металлургии; производство стали; рециклинг; устойчивое развитие; стратегия повышения эффективности; структура потребления металлического лома; управление рециклингом

Для цитирования: Смирнов В.В. Рециклинг – стратегическое направление повышения эффективности металлургии в Российской Федерации. *Учет. Анализ. Аудит = Accounting. Analysis. Auditing.* 2018;5(4):30-39. DOI: 10.26794/2408-9303-2018-5-4-30-39

DOI: 10.26794/2408-9303-2018-5-4-30-39
UDC 675(045)
JEL C50

Recycling as a Strategic Direction to Improve Efficiency of Steel Industry in the Russian Federation

V.V. Smirnov,

Financial University,

Moscow, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-5280-5244>

ABSTRACT

The article discusses the issue of increasing the efficiency of the Russian steel industry taking into consideration the requirements of the concept of sustainable development. To solve this problem the author reviews the practices of metal scrap collection and recycling at the leading enterprises of the North America, Europe and the forecast of metal recycling development in the world economy up to the year 2050. This part of the survey shows that technologies of metal scrap and other types of industrial waste recycling could result in considerable economy of different types of resources. The great benefit of using metal scrap recycling technologies by the companies in the United States and the European Union is new jobs creation and improvement of environmental conditions. Taking into account the mentioned benefits of using recycling technologies in steel industry the author analyzes the forecast information and concludes that the further development of steel industry may lead to two times increase in metal scrap collection and recycling by the middle of the XXI century. Companies of the Chinese People Republic, countries members of NAFTA and Japan will prevail in the regional structure of metal scrap consumption. The article also states that the system of metal scrap collection and recycling in the Russian Federation will have to be recreated on the qualitatively new foundation. The most important distinctive feature of a new system still under creation from the former one is that before all the enterprises engaged into metal scrap collection had made part of a single concern and operated as a branch of steel industry. In this regard the Russian Federation faces the problem of re-creation of institutional foundation of metal scrap collection and recycling as well as creation of mechanisms to manage this industry efficiently. This in turn will require the development of legal, regulatory, organizational, economic and scientific support.

Keywords: legal and regulatory support of steel industry; recycling of waste; prospects of steel industry development; improved efficiency of steel industry; steel production; recycling; sustainable development; a strategy to improve efficiency; a structure of metal scrap consumption; recycling management

For citation: Smirnov V.V. Recycling as a strategic direction to improve efficiency of steel industry in the Russian Federation. *Uchet. Analiz. Audit = Accounting. Analysis. Auditing*. 2018;5(4):30-39. DOI: 10.26794/2408-9303-2018-5-4-30-39

ВВЕДЕНИЕ

В связи с истощением невозобновляемых природных ресурсов на планете переработка металлолома (рециклинг металла) является необходимой составляющей современного устойчивого развития любой крупной, высокотехнологичной экономики. Кроме того, в Российской Федерации ежегодно вновь образуются свыше 3,5 млрд т произ-

водственных отходов и отходов потребления, при этом уже накопленный их общий объем достигает 85 млрд т [1, с. 28]. Существенная часть отходов является токсичной.

В Российской Федерации коэффициент использования отходов в качестве вторичного сырья в 2–2,5 раза ниже, чем аналогичные показатели, рассчитываемые для развитых стран [2, с. 83]. Поэтому

разработка и внедрение технологий переработки металлического лома должны рассматриваться как важнейшие составляющие государственной стратегии развития черной и цветной металлургии в стране.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Данная гипотеза подтверждается фактами развития рециклинга металлических отходов и лома в мире. Так, 45% мирового производства стали в 2016 г. основывалось на использовании в различной степени переработанного лома черных металлов¹. При этом в 2016 г. для производства 1,63 млрд т стали использовалось 2,0 млрд т железной руды, 1,0 млрд т угля, применяемого в металлургическом производстве, и 560 млн т лома черных металлов².

Тенденция, проявившая себя в современности, в части использования металлолома в черной металлургии при производстве стали, представлена данными, приведенными на *рис. 1*.

Из данных *рис. 1* следует, что потребление металлолома в исследуемом периоде при производстве стали возрастало с 2005 по 2007 г., т.е. до момента начала мирового промышленного кризиса. В дальнейшем этот процесс приостановился, но по мере восстановления промышленного производства рост потребления металлического лома продолжился — потребление лома возросло с 440 млн т в 2009 г. до 585 млн т в 2014 г., или более чем на 24%.

Косвенным свидетельством положительно опыта использования металлического лома в производстве стали является одновременный рост импорта лома черных металлов странами — производителями стали, который за период с 2010–2014 гг. возрос с 340 до 378 млн т, или более чем на 11%³.

После 2014 г. наблюдался спад в производстве стали и снижение потребления металлолома до

555 млн т, но в дальнейшем по мере восстановления производства стали увеличивалось и потребление металлолома (см. *рис. 1*).

Технологии переработки металлического лома и других промышленных отходов позволяют говорить о существенной экономии различных видов ресурсов, которые используются в том числе в металлургическом производстве (см. *таблицу* на примере США). На предприятиях Северной Америки также на 40% снижается потребление пресной воды, на 97% — отходы шахтных производств⁴.

Существенным преимуществом использования предприятий по производству стали и других металлов в Соединенных Штатах с применением технологий переработки металлического лома является создание дополнительных рабочих мест. По данным за 2016 г. в США на рассматриваемых производствах трудились 534,5 тыс. человек с годовым суммарным фондом оплаты труда в размере 34 310 379 тыс. долл. США⁵.

Если рассматривать опыт наиболее эффективных металлургических предприятий, локализованных в странах G20, то они в среднем экономят до 60% расходов на потребление энергии по сравнению с уровнем ее использования в 1960 г. на производство одной тонны стали. Также существенно снижаются другие затраты — если в производстве используется лом черных металлов, то сегодня в европейских странах в среднем на одну тонну продукции экономится 1115 кг железной руды, 625 кг угля, 53 кг известняка⁶.

Преимуществом использования лома металлов в металлургии является значительное снижение выбросов CO₂ в атмосферу. По данным Евросоюза, за счет применения технологий с использованием металлического лома в металлургии сокращение выбросов CO₂ в атмосферу достигает 200 млн т ежегодно. В зависимости от подотрасли металлургии и выбранной технологии рециклинга могут до 100% снижаться загрязнения отдельными токсичными

¹ Why recycling metal is important? Recon Metal. 2017. URL: <http://www.reconmetal.com/corporate-responsibility/recycling-facts.html> (дата обращения: 23.05.2018).

² World steel recycling in figures 2010–2014, report, Bureau of International Recycling, Ferrous Division. URL: http://www.bdsv.org/downloads/weltstatistik_2010_2014.pdf (дата обращения: 29.05.2018).

³ World steel recycling in figures 2010–2014, report, Bureau of International Recycling, Ferrous Division. URL: http://www.bdsv.org/downloads/weltstatistik_2010_2014.pdf (дата обращения: 29.05.2018).

⁴ Environmental Benefits of Recycling Scrap Metal & Electronic Waste. URL: <http://www.hcmetals.com/environmental-benefits/> (дата обращения: 30.05.2018).

⁵ What is economic impact in your area? Institute of Scrap Recycling Industries, 2016. URL: <http://www.isri.org/policy-regulations/economy#.WdpgXlJ7EdV> (дата обращения: 21.05.2018).

⁶ Environmental Benefits of Recycling Scrap Metal & Electronic Waste. URL: <http://www.hcmetals.com/environmental-benefits/> (дата обращения: 30.05.2018).

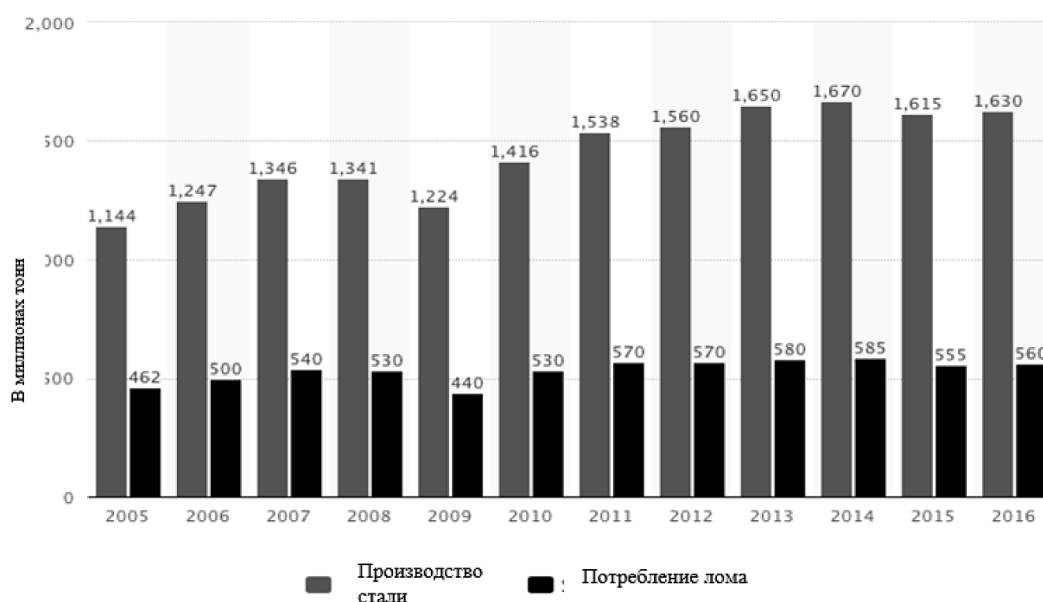


Рис. 1 / Fig. 1. Использование металлолома в мировом производстве стали в 2010–2016 гг., млн т. / Use of scrap metal in world steel production in 2010–2016, mln t.

Источник / Source: World steel production and scrap consumption. URL: <https://www.statista.com/statistics/270835/world-steel-production-and-scrap-consumption/> (дата обращения: accessed: 26.05.2018).

отходами и затраты на защиту окружающей среды от них [3].

Статистика исследований Международного бюро переработки за период с 2013 по 2016 г. свидетельствует, что применение передовых технологий переработки черных и цветных металлов (наиболее инновационные сегодня основаны на применение биотехнологий) [4] с последующим их использованием в мировом производстве черных металлов позволяет получать следующие результаты:

- экономию энергетических затрат в размере до 75%;
- экономию потребления сырья — до 90%;
- снижение вредных выбросов углекислого газа в атмосферу — до 58%;
- снижение прочих вредных выбросов в атмосферу — до 86%;
- снижение потребления воды в производственном процессе при добыче сырья — на 40%;
- снижение загрязнения водных ресурсов при добыче полезных ископаемых — на 76%;
- снижение отходов предприятий добывающих отраслей на 97%⁷.

⁷ Institute of Scrap Recycling Industries, 2016. URL: <http://www.isri.org/policy-regulations/environment#.WdpgKIJ7EdU> (дата обращения: 21.05.2018).

В цветной металлургии существенной статьёй расходов являются энергетические затраты. При использовании металлолома цветных металлов в алюминиевой промышленности экономится до 95% затрат на энергию, в производстве меди — до 85%, свинца — 65%, цинка — 60% и т.д.

И в черной, и в цветной металлургии существенными затратами в себестоимости продукции являются затраты на разработку новых месторождений, а также на их закрытие после окончания эксплуатации, что иногда бывает более дорогостоящими мероприятиями чем сама разработка. В условиях применения технологий использования металлолома эти затраты могут полностью отсутствовать.

Кроме того, металлический лом может подвергаться многократной переработке с целью производства новых видов продукции, и он может достаточно долго храниться без дополнительных с этим связанных расходов, а также производства, основанные на переработке металлического лома, имеют более совершенную структуру производственного цикла по сравнению с «традиционными» технологиями [5].

В связи с описанными технологическими преимуществами использования металлического лома в металлургическом производстве экспертами Ме-

Таблица 1 / Table 1

Показатели промышленной переработки отходов / Indicators of industrial recycling of waste

| | |
|---|--|
| Две трети железа и стали, произведенных в США, произведены из лома черных металлов. | Более 36% сырья для производства бумаги – уже переработанная бумага. |
| Переработка 1 тонны стали экономит 2500 фунтов железной руды, 1400 фунтов угля и 120 фунтов известняка. | Переработка 1 тонны бумаги экономит 3,3 кубических ярда площади свалки. |
| Переработка 1 тонны алюминия экономит до 5 метрических тонн бокситовой руды и 14 мегаватт/час электричества. | Экономия энергии за счет использования переработанного материала по сравнению с исходными материалами составляет: |
| В 2015 году в США алюминиевая продукция производилась больше из лома, чем из первичной руды. | <ul style="list-style-type: none"> • 92% для алюминия • 90% для меди • 87% для пластика • 56% для железа и стали • 68% для бумаги |
| За 2014 год 103 миллиона шин были переработаны для использования в различных отраслях. | |

Источник / Source: Institute of Scrap Recycling Industries, 2016. URL: <http://www.isri.org/policy-regulations/environment#.WdpgKU7EdU> (дата обращения / accessed 17.05.2018).

ждународной ассоциации производителей стали прогнозируются следующие показатели сбора и потребления металлолома до 2050 г. (рис. 2).

На рис. 2 видно, что при дальнейшем развитии металлургического производства к 2020 г. собираться и потребляться будет около 700 млн т лома в год, к 2030 г. размер сбора и потребления металлического лома достигнет 1 млрд т за тот же период и к 2050 г. аналогичные показатели достигнут величины в 1300 млн т.

При этом структура источников получения и использования металлолома, по мнению вышеназванных экспертов, в разрезе стран и видов лома будет такой, как это представлено на рис. 3–4.

Важно отметить, что, по прогнозам экспертов, в ближайшие 20–30 лет основным потребителем металлического лома станет КНР, к 2050 г. потребление металлического лома в этой стране возрастет с 50 тыс. т в год в настоящее время до 450–500 тыс. т в год. В 2050 г. основными источниками металлолома для производства стали станут: сбор и утили-

зация отслуживших свой срок изделий — свыше 70–75% промышленно используемого металлического лома, 15–20% — отходы различного вида промышленной и бытовой деятельности человека и 10–15% — отходы непосредственно черной металлургии.

Справедливости ради необходимо отметить, что все вышесказанное в отношении развития переработки металлического лома и перспектив использования технологий рециклинга в настоящее время не отменяет возможного абсолютного роста объемов производства металла на основе традиционных технологий в отдельных регионах и странах [6]. Вопрос о том, какие технологии производства металла должны применяться, может решаться в зависимости от региональных особенностей и особенностей существующих рыночных ниш [7].

Переработка, или рециклинг, металлического лома в Российской Федерации также является важнейшей составляющей эффективного развития экономики в целом — внедрение в российскую



Рис. 2 / Fig. 2. Прогноз сбора и потребления металлолома до 2050 г., млн т. / Forecast of metal scrap collection and consumption up to 2050, mln t.

Источник / Source: Мировая черная металлургия: обзор, проблемы и возможности. Всемирная сталелитейная ассоциация, 2016, С. 18–19 / Global steel industry: outlook, challenges and opportunities. World Steel Association, 2016 p. 18–19.

практику социально ориентированной, инновационной модели эффективного развития экономики возможно только при условии технологического совершенствования базовых отраслей страны.

Важным внутренним резервом повышения эффективности такой российской отрасли, как черная металлургия, является, как мы видим из практики мирового опыта, применение рециклинга, переработки вторичного сырья, что позволяет одновременно решить три основные задачи парадигмы устойчивого развития — обеспечить снижение совокупных производственных затрат, повысить защиту окружающей среды, гарантировать экономию природных невозобновляемых ресурсов в Российской Федерации.

В соответствии со статистикой ЮНЕСКО ежегодно в мире извлекаются из недр не многим более 120 млрд т горючих ископаемых, руд и другого сырья. Россия обладает 3% населения земного шара, 1/8 поверхности суши, от 10 до 30% мировых запасов различных видов природных ресурсов. Эти показатели определяют роль страны в международном экономическом процессе, в том числе ставя ее в один ряд со странами, являющимися основными источниками формирования твердых, промышленных отходов [8, с. 120].

Справедливости ради необходимо отметить, что до 90-х гг. прошлого века в СССР существовала

одна из самых технически и организационно совершенных систем утилизации металлического лома. Так, с 1950 по 1960 г. в стране была создана система сбора вторичного сырья: макулатуры, металлолома, стеклотары, текстильных отходов, пищевых отходов. В Ленинграде в 1971 г. был введен в эксплуатацию первый в мировой практике завод по переработке бытовых отходов механическим способом [9, с. 44], были сделаны другие новации. В дальнейшем эта система подверглась существенной трансформации и практически перестала существовать.

Сегодня сбор металлического лома осуществляется под эгидой НП НСРО «РУСЛОМ.КОМ» — некоммерческой организации (партнерства) «Национальная саморегулируемая организация переработчиков лома и отходов черных и цветных металлов, утилизации транспортных средств».

Важнейшим отличием складывающейся системы от существовавшей ранее является то, что ранее все предприятия, занимающиеся сбором металлического лома, входили в концерн «Союзтормет» и они функционировали в качестве подотрасли металлургии. В настоящее время в российской экономике происходит формирование самостоятельного отраслевого направления.

В связи с этим в Российской Федерации остро стоит задача воссоздания институциональных основ сбора и переработки металлолома, а также

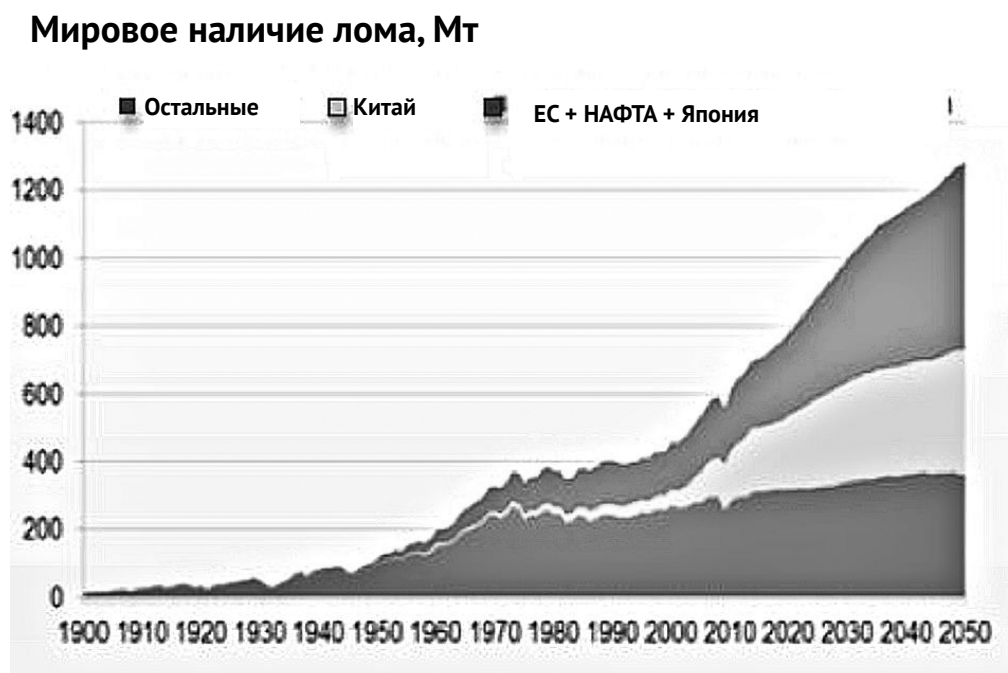


Рис. 3 / Fig. 3. Структура источников получения металлолома в разрезе стран, млн т. /
The structure of sources to get metal scrap broken down by countries, mln t.

Источник / Source: *Мировая черная металлургия: обзор, проблемы и возможности*. 2016, с. 20. / *Global steel industry: outlook, challenges and opportunities*. World Steel Association. 2016, p. 20.

создания механизмов эффективного управления этой отраслью [10, с. 69], что, в свою очередь, потребует разработки нормативно-правового, организационно-экономического, научного обеспечения.

При этом нужно иметь в виду, что сегодня государственные органы при разработке различных документов сталкиваются с ситуацией информационного недостатка, так как государственная статистика не формирует в настоящий момент времени достаточного объема сведений для понимания объективной ситуации с ломом, в том числе черных металлов.

Несмотря на то что в 2003 г. была введена ежегодная статистическая отчетность [форма № 14-мет (лом)], которая начиная с 2005 г. стала еженедельной, информационная недостаточность сохраняется, поскольку эти формы составляются только юридическими лицами, которые обладают соответствующими лицензиями.

По мнению экспертов, статучет по данным формы № 14-мет (лом) ведется крайне неэффективно. Государственные органы при принятии решений используют данные отраслевых корпораций и объ-

единений, к которым относятся металлургические компании, ломозаготовители и группы. Эти данные часто носят субъективный характер и противоречат друг другу [11].

Чтобы улучшить ситуацию с организацией в области сбора и переработки металлического лома в Российской Федерации до уровня лучших мировых показателей, необходимо понимание основных отличий, которые имеют место в организации его сбора и переработки в стране и за рубежом.

Металлолом в российской хозяйственной практике — в широком смысле разнообразный металлический мусор, в более узком — специально собираемый металлический мусор в строго отведенных местах с целью последующей утилизации или переработки.

Металлолом в российской промышленности классифицируют по многим признакам, что делается для повышения эффективности его использования в хозяйственной деятельности. Основная классификация металлолома связана с признаком содержания металла определенного вида, прежде всего который преимущественно в процентном отношении содержится в металлоломе, что име-

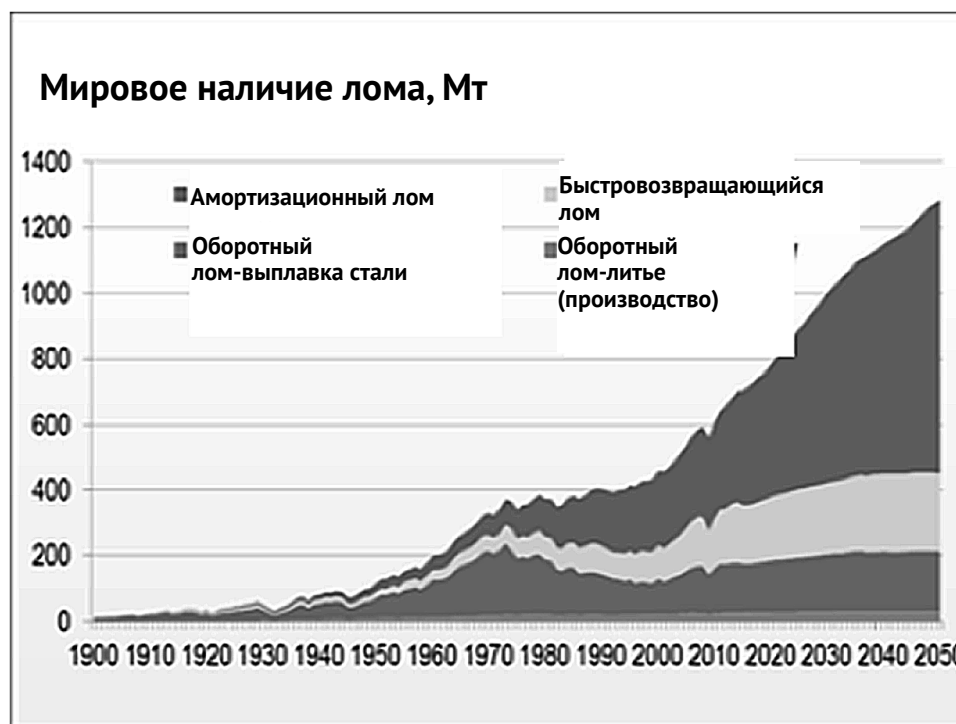


Рис. 4 / Fig. 4. Структура источников получения металлолома в разрезе источников его получения, млн т. / The structure of sources to get metal scrap broken down by its sources, mln t.

Источник / Source: Мирская черная металлургия: обзор, проблемы и возможности. 2016, с. 21. / Global steel industry: outlook, challenges and opportunities. World Steel Association. 2016, p. 21.

ет первостепенное значение при дальнейшей его переработке.

Также металлолом черных, цветных металлов и их сплавы классифицируют по физическим признакам (выделяют классы), химическому составу (подразделяя на марки и группы сплавов), по качеству (выделяются различные сорта).

Черные металлы (вторичные) классифицируются по содержанию углерода (выделяется два класса), наличию легирующих добавок (подразделяются на две категории и шестьдесят семь групп), качественным характеристикам (обычно выделяют 28 их видов).

В промышленности и промышленной торговле еще со времен СССР широко используются буквенные обозначения таких видов и групп металлического лома, как лом черных металлов, железный лом (включает стружку, окалину, отработавшие свой срок изделия, отходы литья), чугунный лом (отходы литья, стружка и т.д.), нержавеющий лом (отходы металлообработки, бывшие в употреблении изделия), лом цветных металлов (медный лом, в том числе отходы металлообработки и прочие отходы), лом медных сплавов, включая отходы из сплавов,

содержащих медь, в том числе бронза, латунь, том-пак, алюминиевый лом, содержащий различные виды лома из алюминия, а также его сплавов, магниевый лом — самолетный металлолом, титановый лом — корабельный и самолетный лом, содержащий титановые сплавы, свинцовый лом — кабельный и аккумуляторный лом, редкометальный лом — отходы технологичных производств и сложные сплавы, полупроводниковый лом, содержащий отходы изделий электроники, лом драгметаллов, в том числе золотой лом — лом ювелирных изделий из сплавов золота, катализаторы, спецоборудование, серебряный лом — отслужившие свой срок ювелирные изделия, катализаторы, серебряно-цинковые аккумуляторы и пр., лом платиновых металлов — отслужившие ювелирные изделия, тигли, химическая аппаратура, катализаторы, электрические нагреватели и т.д.

В международной практике металлолом определяется как металлические отходы. В основе он классифицируется как лом черных металлов, лом цветных металлов и лом драгметаллов.

В дальнейшем металлолом подразделяется на типы, классы, по химическому составу металлов.

Также в международной практике для дальнейшей переработки и перепродажи металлолома большое значение имеет его классификация по источникам образования, где выделяют промышленный, военный, корабельный, бытовой и бесхозный лом.

Таким образом, мы видим, что классификации, используемые в международной практике в большей степени, чем в российской, ориентированы на его использование в рыночном хозяйстве, т.е. для целей определения цены с учетом его качественных характеристик, источников образования, применения технологий дальнейшей переработки.

Основное назначение металлолома — производство металла. Часто металлолом получают как отходы одной или нескольких отраслей, а в дальнейшем в ходе его переработки металл перераспределяется в другие отрасли экономики.

Важной особенностью промышленной переработки металлолома является то, что вновь произведенный металл и изделия из него по своему качеству не уступают аналогам, произведенным из руды.

При переработке металлолома в металле меняется состав технологических операций. Сегодня он состоит из следующих основных переделов или процессов. Вначале металлолом собирается в специально оборудованных местах и сортируется. Прежде всего на этой стадии происходит отделение неметаллических составляющих и мусора. Потом он проходит первичную сортировку по габаритам и химическому составу с помощью магнитных сепараторов и вибрационных конвейеров. Завершающим этапом на этой стадии является отделение металлолома черных и цвет-

ных металлов. Как правило, данная операция производится вручную.

На следующем процессе осуществляется дальнейшая сортировка на размерный лом, лом малых размеров и легковесный. Последний брикетируется в специальную упаковку, содержащую не менее 40 кг металлического лома.

При сортировке лома крайне важно делать это с учетом действующих стандартов и норм для упрощения процесса дальнейшего определения назначения и переработки. Лом черных металлов в зависимости от целей переработки подвергается дополнительной сортировке с учетом содержания ртути и углерода.

Для российской практики технологическими проблемами является то, что часто металлолом не утилизируется и не сортируется должным образом, а в больших объемах вместе с мусором направляется на свалки. Не очень хорошая сортировка также связана с тем, что применяемая в стране классификация металлического лома используется длительное время без существенных изменений и не ориентирована на реалии рыночного хозяйства.

ВЫВОДЫ

Для создания новой отрасли, сбора и переработки всевозможных в том числе металлических отходов (рециклинга), необходимо в первую очередь разработать их соответствующую классификацию, на основе которой можно было бы создать современное методологическое и нормативное обеспечение деятельности предприятий отрасли, а также сформировать технологически эффективные процессы сбора и переработки отходов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шегельман И. Р., Васильев А. С., Шукин П. О., Галактионов О. Н., Суханов Ю. В. Рециклинг отходов: актуальность возрастает. *Инженерный вестник Дона*. 2014;30(3):28–37.
2. Липунов И. Н., Николаев И. В., Кудрявский Ю. П. Композиционный материал конструкционного назначения из промышленных отходов. *Экология и промышленность России*. 2010;(8):83–85.
3. Koracek P., Shala M., Ismaili K., Sylaj F. Research and Education with Scrap. *IFAC Proceedings Volumes*. 2013;46(8):16–20.
4. Pollmann K., Kutschke S., Matysa S., Raffb J., Hlawacek G., Lederera F. L. Bio-recycling of metals: Recycling of technical products using biological applications. *Biotechnology Advances*. 2018;6(4):1048–1062.
5. Wen-Na Ma, Dah-Chuan Gong, Gary C. Lin. An optimal common production cycle time for imperfect production processes with scrap. *Mathematical and Computer Modelling*. 2010;52:724–737.
6. Johansson N., Krook J., Eklund M. Institutional conditions for Swedish metal production: A comparison of subsidies to metal mining and metal recycling. *Resources Policy*. 2014;41:72–82.

7. Horbach J. Empirical determinants of eco-innovation in European countries using the community innovation survey. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. 2016;19:1–14. URL: www.elsevier.com/locate/eist.
8. Немчинова Н.В., Шумилова Л.В., Салхофер, С.П., Размахнин К.К., Чернова О.А. Количественная характеристика металлургических отходов. Комплексное устойчивое управление отходами. Металлургическая промышленность: учеб. пособие. М.: ИД «Академия Естествознания». 2016:108–141.
9. Цуцкарева Г.И. Рециклинг — первый шаг к экодемократии. *Панорама Евразии*. 2012;1(9):42–48.
10. Деревягин А.А., Ковшевский В.В., Писарева О.М. К вопросу разработки стратегии развития отрасли утилизации и переработки ломов и отходов металлов. Стратегическое планирование и развитие предприятий. Материалы Пятнадцатого всероссийского симпозиума. Клейнер Г.Б., ред. 2014:69–71.
11. Коротаева Д.В. Анализ рынка металлолома и особенности ценообразования с оценкой факторов, оказывающих на него влияние на примере дирекции по ремонту пути. Корпоративное управление экономической и финансовой деятельностью на железнодорожном транспорте. Сборник трудов по результатам Международной научно-практической конференции. Люльчева К.М., Шкуриной Л.В., ред. 2017:158–165.

REFERENCES

1. Shegelman I.R., Vasileva A.S., Schukin P.O., Galaktionov O.N., Sukhanov U.V. Waste recycling: the relevance is increasing. *The engineer's messenger of the Don*. 2014;30(3):28–37.
2. Lipunov I.N., Nikolaev I.V., Kudravskiy U.P. Composite material for structural purposes from industrial waste. *Ecology and industry of Russia*. 2010;(8):83–85.
3. Kopacek P., Shala M., Ismaili K., Sylaj F. Research and Education with Scrap. *IFAC Proceedings Volumes*. 2013;46(8):16–20.
4. Pollmann K., Kutschke S., Matysa S., Raffb J., Hlawacek G., Lederera F.L. Bio-recycling of metals: Recycling of technical products using biological applications. *Biotechnology Advances*. 2018;6(4):1048–1062.
5. Wen-Na Ma, Dah-Chuan Gong, Gary C. Lin. An optimal common production cycle time for imperfect production processes with scrap. *Mathematical and Computer Modelling*. 2010;52:724–737.
6. Johansson N., Krook J., Eklund M. Institutional conditions for Swedish metal production: A comparison of subsidies to metal mining and metal recycling. *Resources Policy*. 2014;41:72–82.
7. Horbach J. Empirical determinants of eco-innovation in European countries using the community innovation survey. *Environmental Innovation and Societal Transitions*. 2016;19:1–14. URL: www.elsevier.com/locate/eist.
8. Nemchinova N.V., Shumilova L.V., Salhover S.P., Razmakhnin K.K., Chernova O.A. Quantitative characteristics of metallurgical wastes. In the book: Integrated Sustainable Waste Management. *Metallurgical industry study guide*. Moscow: ID Academy of Natural History. 2016:108–141.
9. Tsukareva G.I. Recycling is the first step towards eco-democracy. *Panorama of Eurasia*. 2012;1(9):42–48.
10. Derevygin A.A., Kovshevny V.V., Pisareva O.M. On the issue of developing a strategy for the development of the industry for the utilization and processing of metal scrap and waste. In the collection: Strategic Planning and Enterprise Development. Materials of the Fifteenth All-Russian Symposium. Kleiner. G.B., ed. 2014:69–71.
11. Korotaeva D.V. Analysis of the market of scrap metal and features of pricing with an assessment of the factors influencing it on the example of the Directorate for repair of the track. In the collection: Corporate management of economic and financial activities in railway transport. Collection of works on the results of the International Scientific and Practical Conference. Lyulchev K.M., Shkurina L.V., eds. 2017:158–165.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Валерий Валерьевич Смирнов — кандидат экономических наук, доцент, Финансовый университет, Москва, Россия
vaallera@rambler.ru

ABOUT THE AUTHOR

Valeriy V. Smirnov — Cand. Sci. (Econ.), Assistant Professor, Financial University, Moscow, Russia
vaallera@rambler.ru