

УДК: 332.13; 338.45; 504.05; 669
JEL L61; Q53

С. П. Петров

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН,
Новосибирск, Россия

**Взаимосвязь технологической структуры и воздействия
предприятий черной металлургии на окружающую среду
в разрезе федеральных округов России**

Аннотация. Черная металлургия относится к углеродоемким отраслям, функционирование которой связано со значительным негативным воздействием на окружающую среду. В совокупности с сформировавшейся в современном обществе повесткой устойчивого развития экономики это привело к возникновению необходимости обозначить пути снижения такого воздействия производства черных металлов. Для обозначения путей необходимо раскрыть взаимосвязь воздействия на окружающую среду и применяемых на существующих предприятиях технологических схем производства, обозначить отраслевые особенности таких взаимосвязей. При этом важное значение играют пространственные аспекты размещения предприятий, поскольку при организации производственных мощностей того или иного металлургического предприятия учитывалось наличие источников сырья, энергии, топлива, рынков сбыта, транспортная доступность и т.д. Для выявления таких особенностей по федеральным округам Российской Федерации на основе методики, разработанной Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК), проведена оценка выбросов диоксида углерода, являющегося основным загрязняющим парниковым газом в результате деятельности металлургических предприятий. Далее на основе разбивки по федеральным округам и анализа применяемых технологических схем производства на отдельных предприятиях, размещенных в конкретных округах, выявлена взаимосвязь технологической структуры производства черных металлов и воздействия предприятий черной металлургии России на окружающую среду.

Ключевые слова: черная металлургия, технологическая структура, федеральные округа России, воздействие на окружающую среду.

S. P. Petrov

Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS (Novosibirsk, Russia)

**The relationship between the technological structure
and the ferrous metallurgy enterprises impact on the environment
in the context of the federal districts of Russia**

Abstract. Ferrous metallurgy is a carbon-intensive industry, the functioning of which is associated with a significant negative impact on the environment. Together with the agenda of sustainable economic development that has been formed in modern society, this has led to the need to identify ways to reduce such an impact of ferrous metals production. To identify these ways, it is neces-

sary to reveal the relationship between the environmental impact and the technological schemes of production used at existing enterprises and identify the industrial features of such relationships. At the same time, the placement of enterprises play an important role, since the availability of raw materials, energy, fuel, sales markets, transport accessibility, etc. were taken into account when organizing the production capacities of a metallurgical enterprise. To identify such features, based on the methodology developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), an assessment of carbon dioxide emissions, which is the main polluting greenhouse gas as a result of the activities of metallurgical enterprises, was carried out in the federal districts of the Russian Federation. Further, based on a breakdown by federal districts and an analysis of the applied technological schemes of production at individual enterprises located in specific districts, it was revealed the relationship between the technological structure of ferrous metals production and the impact of Russian ferrous metallurgy enterprises on the environment.

Keywords: ferrous metallurgy, technological structure, federal districts of Russia, impact on environment.

Черная металлургия является одной из крупнейших отраслей России и представлена всеми переделами от добычи сырья до готовой продукции. Масштабы отрасли определили и масштабы ее влияния на экологию страны. В совокупности выбросы вредных загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями черной металлургии составляют 5–6% от общего объема по стране [Gordon et al., 2015]. В связи с неоднородностью развития черной металлургии в разных районах России для получения достоверной картины ее воздействия на окружающую среду необходимо оценить выбросы с учетом пространственной структуры размещения предприятий. Для выявления причин различий полученные оценки необходимо сопоставить с технологическими схемами производства, применяемыми в соответствующих регионах.

Основными источниками выбросов в черной металлургии являются стадии производства до получения стальной заготовки включительно. Выбросы при производстве проката и трубной продукции незначительны, поскольку связаны с разогревом металла, резкой, зачисткой заготовок и т.д. [Декарбонизация..., 2021]. Поэтому оценка выбросом в черной металлургии по федеральным округам России проведена для производства до стадии получения стали включительно путем определения эмиссии от производства агломерата, окатышей, прямовосстановленного железа, чугуна и стали. В качестве основы исследования использована методология Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) для оценки выбросов парниковых газов в черной металлургии, представленная в [Глава 4..., 2006]. Поскольку информационной базой исследования выступают объемы производства указанных типов продукции по федеральным округам, представленные Росстатом [Единая межведомственная...], для оценки выбросов выбран метод уровня 1 указанной методологии, основанный на применении показателей объемов производства и коэффициентов удельных выбросов от производства определенного типа продукции. Полученные оценки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Оценки выбросов CO₂ в черной металлургии России по федеральным округам в 2019–2021 гг., млн тонн

Федеральный округ	2019	2020	2021
Центральный	28,73	30,76	29,87
Северо-Западный	17,12	17,13	17,51
Южный	0,34	0,34	0,37
Приволжский	1,76	1,75	1,81
Уральский	33,45	32,19	32,72
Сибирский	11,78	11,87	11,18
Дальневосточный	0,08	0,06	0,07
Северо-Кавказский	0,00	0,00	0,00
Российская Федерация	93,25	94,10	93,52

Источник: рассчитано автором по данным [Единая межведомственная...; Глава 4..., 2006].

Основные объемы выбросов генерируются в Уральском, Центральном и Северо-Западном федеральном округах. Важнейшим фактором размещения производств является структура промышленного производства регионов, определяющая наличие спроса со стороны основных потребителей, среди которых предприятия машиностроения и строительства. Ведущую роль в выпуске машиностроительной продукции занимают Центральный, Северо-Западный, Приволжский и Уральский федеральные округа [Пацала, Горошко, 2021]. В строительстве лидирующие позиции по объему введенных зданий занимают Центральный и Приволжский федеральные округа. Не меньшее значение имеет близость экспортных рынков. Наибольший экспорт черных металлов приходится на Центральный, Приволжский и Уральский федеральные округа. Кроме того, фактором, определяющим объем выбросов, является состав железорудной части шихты, используемой при производстве стали, особенно в электродуговых печах, что имеет региональные особенности, связанные с обеспеченностью железорудным сырьем и применяемыми технологическими схемами производства.

Что касается структуры выбросов по технологическим схемам производства, то основное отличие регионов заключается в обеспеченности сырьем и технологических способах производства. Структура производства железорудного сырья в совокупности с размещением центров потребления металлопродукции, определило то, что в Центральном металлургическом районе получило развитие электросталеплавильное производство на основе шихты, состоящей из лома и прямовосстановленного железа. В Дальневосточном федеральном округе производство стали также основывается на использовании электродуговых печей с загрузкой шихты из лома черных металлов. В целом же основным технологическим способом производства в России остается интегрированное кислородно-конвертерное производство стали с использованием чугуна в качестве основного компонента шихты и кокса как основного топлива при производстве чугуна. Поэтому исходя из технологической структуры основные выбросы приходится на производство в кислородных конвертерах как из-за доминирующего объема выпуска стали данным способом производства, так и из-за наибольшего объема удельных сквозных выбросов, т.е. с учетом выбросов от производства чугуна в доменных печах, что подробно раскрыто в работе [Лисиенко и др., 2015]. В пространственном аспекте это означает наибольшие выбросы в тех регионах, где доминирующая роль в металлургическом производстве принадлежит металлургическим комбинатам. Кроме того, на многих таких комбинатах имеется электросталеплавильное производство, в шихте которого также используется чугун. Отметим, что в связи с выводом из использования мартеновских печей, их воздействие значительно снизилось и к 2020 году достигло минимального значения при увеличении вклада электросталеплавильного производства, прирост которого оказался больше по сравнению с приростом вклада в выбросы парниковых газов конвертерного производства.

Кроме применяемых технологий производства, фактором, определяющим объем выбросов, является состав железорудной части шихты, используемой при производстве стали, особенно в электродуговых печах, что имеет региональные особенности, связанные с обеспеченностью железорудным сырьем и применяемыми технологическими схемами производства. В Уральском федеральном округе выбросы выше как за счет большего количества комбинатов полного цикла, выплавляющих сталь преимущественно в кислородных конвертерах, так и за счет использования чугуна в шихте при электросталеплавильном производстве. Наличие более богатой железной руды Курской магнитной аномалии в сочетании с большим объемом ломозаготовительных работ обеспечило меньшие суммарные выбросы при электросталеплавильном производстве Центрального и Северо-Западного федеральных округов, благодаря возможности использовать в меньших объемах шихту, железорудная часть которой включает чугун.

Таким образом, размещение производств черных металлов и применяемые технологические схемы производства определили воздействие черной металлургии России в разрезе федеральных округов. Основные объемы выбросов генерируются в Уральском федеральном округе, за ним следуют Центральный и Северо-Западный федеральные округа. Ключевым

фактором распределения выбросов можно назвать применяемые технологии производства, а также сочетание наличия источников сырья и размещения центров потребления черных металлов, что привело к размещению предприятий черной металлургии.

Работа подготовлена по результатам исследования «Обеспечение учета региональных особенностей Российской Федерации в методике разработки сценариев декарбонизации мировой и российской экономики, включая ключевые отрасли» (№ 122120500012-2).

ЛИТЕРАТУРА

Глава 4 «Выбросы металлургической промышленности», Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 / IPCC, 2006. URL: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/pdf/3_Volume3/V3_4_Ch4_Metal_Industry.pdf (дата обращения 26.01.2023).

Декарбонизация в горно-металлургическом секторе: возможные решения для компаний в СНГ / Ernst & Young, 2021. URL: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/ru_kz/topics/climate-change/ey-metals-mining-decarbonization-v2-kfs.pdf (дата обращения 02.10.2022).

Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://fedstat.ru/> (дата обращения 05.11.2022).

Лисиенко В.Г., Лаптева А.В., Чесноков Ю.Н., Луговкин В.В. Сравнительная эмиссия парникового газа CO₂ в пределах черной металлургии // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2015. – Т. 58. – № 9. – С. 625-629. DOI: 10.17073/0368-0797-2015-9-625-629

Пацала С.В., Горошко Н.В. Современная пространственная структура машиностроения России // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2021. – № 56. – С. 37-49. DOI: 10.17223/19988648/56/3

Gordon Y., Kumar S., Freislich M., Yaroshenko Y. The Modern Technology of Iron and Steel Production and Possible Ways of Their Development // Izvestiya VUZov. Chernaya Metallurgiya = Izvestiya. Ferrous Metallurgy. 2015. Vol. 58, No. 9, pp. 630–637.

Сведения об авторах:

Петров Сергей Павлович, кандидат экономических наук, доцент, заведующий отделом, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск, Россия.

Petrov Sergey P., Candidate of Economic Science, Associate Professor, Head of Department, Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS, Novosibirsk, Russia.