ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

С.П. Петров

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ АЗИАТСКОЙ РОССИИ ВО ВТОРОМ И ТРЕТЬЕМ ДЕСЯТИЛЕТИЯХ XXI ВЕКА

Новосибирск
2023

УДК 338.45
ББК 65.9(2Р)304.12
П 305
DOI 10.36264/978-5-89665-373-8-2023-009-240

Рецензенты:

д.э.н. Буданов И.А., д.э.н. Гильмундинов В.М.,
к.э.н. Ягольницер М.А.

П 305 *Петров С.П.* **Черная металлургия Азиатской России во втором и третьем десятилетиях XXI века. –** Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2023. – 240 с.

ISBN 978-5-89665-373-8

В монографии раскрывается пространственная, организационная, производственная, технологическая структура черной металлургии России и Азиатской части страны. Уделено внимание раскрытию сущности цепей поставок, выстроенных вокруг предприятий черной металлургии, описанию вариантов их организации в зависимости от структуры предприятий, что позволило отразить формы вертикального взаимодействия участников таких цепей. Более пристально раскрыто состояние черной металлургии Азиатской России, обозначены перспективы ее развития в сложившихся в третьем десятилетии XXI века условиях. При этом черная металлургия Азиатской России рассматривается как часть металлургического комплекса страны. Для выявления перспектив отрасли проведен анализ технологических тенденций в мировой черной металлургии, а также сделан обзор прогнозов ее развития. В связи с акцентом на необходимость формирования в Азиатской России производства различных марок стали, отдельное внимание уделено состоянию и возможностям развития ферросплавной промышленности.

Монография подготовлена по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект 5.6.1.5. (0260-2021-0002) «Интеграция и взаимодействие мезоэкономических систем и рынков в России и ее восточных регионах: методология, анализ, прогнозирование», № 121040100284-9.

УДК 338.45
ББК 65.9(2Р)304.12

ISBN 978-5-89665-373-8

©ИЭОПП СО РАН, 2023.
© Петров С.П., 2023.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4
Раздел 1. Черная металлургия России 9
1.1. Металлургические районы России и их характеристики 10
1.2. Общее состояние черной металлургии России в 2010–2021 гг. 19
1.3. Финансово-экономические показатели предприятий черной металлургии России 44
1.4. Организация цепей поставок вокруг предприятий черной металлургии России 52
1.5. Влияние геополитических событий на состояние черной металлургии России в 2022 г. 61
Выводы к разделу 1 72
Список использованных источников 76
Раздел 2. Черная металлургия Азиатской России 81
2.1. История развития черной металлургии Азиатской России 82
2.2. Характеристика черной металлургии Азиатской России 104
2.3. Динамика развития черной металлургии Азиатской России в 2010–2021 гг. 121
2.4. Взаимосвязь технологической структуры и воздействия предприятий черной металлургии на окружающую среду в России и ее Азиатской части 137
Выводы к разделу 2 153
Приложение. Сравнение оценок сквозной интегральной эмиссии CO_2 от производства стали и оценок CO_2-эквивалента выбросов парниковых газов от производства окатышей, чугуна, стали и железа прямого восстановления 158
Список использованных источников 161
Раздел 3. Технологические тенденции и направления развития черной металлургии Азиатской России в третьем десятилетии XXI века 168
3.1. Технологические тенденции и прогнозы развития черной металлургии 169
3.2. Перспективные проекты развития черной металлургии Азиатской России 185
3.3. Направления развития черной металлургии Азиатской России в период до 2030 г. 200
3.4. Направления развития ферросплавной промышленности Азиатской России 208
Выводы к разделу 3 224
Список использованных источников 227
Заключение 234
Список сокращений 239

ВВЕДЕНИЕ

Среди материалов, обеспечивающих деятельность человека и поддерживающих его развитие, железо относится к одному из ведущих как в историческом контексте, так и в XXI веке. По распространенности в земной коре оно находится на четвертом месте, а на долю черных металлов, включающих такой материал как сталь, приходится основная часть объема производства всех металлов. Несмотря на развитие различных конструкционных материалов, расширения сфер их применения, сталь все еще остается основой, благодаря своим свойствам, среди которых прочность, пластичность и возможность переработки для повторного применения без потери свойств. Важность стали в деятельности человека определила высокую значимость черной металлургии в экономике мира, России и в отдельных ее регионах, включая Азиатскую часть страны[1]. При этом существующие межотраслевые связи обеспечивают развитие других отраслей промышленности, а размещение входящих в их состав предприятий в разных регионах страны формирует пространственную кооперацию. Для примера, являясь поставщиком необходимых материалов и металлоизделий для машиностроения и энергетики, металлургия сама нуждается в поставках машин и оборудования, а в энергетике производители черных металлов являются одними из основных потребителей углеводородов и электроэнергии. Деятельность металлургических предприятий формирует значимые эффекты для регионов своего размещения, предоставляя большое количество рабочих мест, предъявляя спрос на развитие образования и науки в сфере металлургии, химии, машиностроения и др., поддерживая деятельность крупных, средних и малых предприятий за счет необходимости обеспечения металлургического производства различным сырьем, материалами, транспортом, производственными и финансовыми услугами и т.д.

Одним из ключевых аспектов функционирования черной металлургии как отрасли является то, что в ней производится промежуточная продукция для других отраслей экономики и ее продукция в основном направляется на нужды производственного потребления. Значительную часть металла потребляют промышленные предприятия, специализи-

[1] Под Азиатской Россией в монографии понимается географическая территория, включающая в свой состав Сибирский и Дальневосточный федеральные округа, а также Тюменскую область с входящими в ее состав автономными округами.

рующиеся на создании средств производства[1]. Следовательно, спрос на продукцию черной металлургии является производным от спроса на продукцию предприятий других отраслей и в первую очередь машиностроения и строительства. Важным компонентом совокупного спроса на черные металлы, производимые в России, является экспорт. В свою очередь возможность удовлетворения спроса на металлопродукцию зависит от поставок необходимого сырья и материалов, оборудования, производственных, финансовых и иных услуг предприятиям черной металлургии. Связка поставщиков, производителей и потребителей формирует цепи поставок, которые выстраиваются вокруг предприятий черной металлургии. При этом результативность функционирования цепей зависит от работы каждого их звена. Характеристики субъектов на каждом звене цепей и необходимость в обеспечении надежных связей между ними обосновывает формы вертикального взаимодействия между субъектами цепей поставок, которые отличаются в черной металлургии в зависимости от технологической схемы и производственной структуры металлургических предприятий, формирующих эти цепи.

Необходимость понимания технологической, организационной и производственной структуры черной металлургии России и ее Азиатской части лежит в основе формирования ответов на вызовы, возникшие перед отраслью. К ним можно отнести как объективно сформированные, в частности в сфере воздействия на окружающую среду, так и возникшие в результате целенаправленных действий ряда государств, включая применение протекционистских мер на мировом рынке и введение санкций в ситуации ухудшения геополитической обстановки. Все это привело к тому, что в России происходят кардинальные изменения в цепях поставок, выстроенных вокруг предприятий черной металлургии. Изменяется не суть цепей, а их структура. Особенно ярко проявляется переформатирование рынков сбыта в связи с ограничениями на экспорт в западные страны, возникшими на основе введенных против России санкций. Как следствие изменившегося спроса на различных переделах происходит перераспределение материальных и финансовых потоков в черной металлургии России. Обостряются проблемы, которые ранее решались за счет импортных поставок, и в первую очередь, это касается горнорудного и металлургического оборудования, поставок ряда ферросплавов и сырья для их производства. Смягчающим фактором выступает проведенная в металлургии модернизация производств, что в условиях запрета поставок оборудования иностранного производства в Россию позволяет с меньшими рисками постепенно реали-

[1] Денисенко И.М. Межотраслевые связи и структура черной металлургии. – М.: Металлургия, 1969. – С. 28.

зовать процессы импортозамещения. Можно сказать, что проведенная модернизация металлургических производств создала основу функционирования отрасли, которая позволяет уверенно работать над расширением металлургического машиностроения. Одновременно высокая зависимость отрасли от импортных поставок оборудования станет главным ограничивающим фактором, если в стране не будут решены вопросы развития тяжелого машиностроения, разработки отечественного оборудования, выстраивания процессов внедрения отечественных разработок в деятельность предприятий.

По причине изменения спроса одновременно с перестроением цепей поставок в черной металлургии происходят процессы технологических изменений, связанные со стремлением предприятий снизить углеродный след их деятельности. В современном обществе возрастает роль защиты окружающей среды, что изменяет предпочтения конечных потребителей и систему их ценностей, которую они отражают в формируемом ими спросе. По связям между субъектами цепей поставок данный эффект распространяется на всех его участников, поэтому в металлургии, как одной из энерго- и углеродоемких отраслей, технологическое развитие рассматривается с учетом необходимости снижения негативного воздействия производства черных металлов на окружающую среду.

Переориентация экономики России на восточное направление поднимает вопрос относительно развития экономики Азиатской России в целом и ее черной металлургии в частности. И это касается не только вопросов экспорта, но и обеспечения отраслей потребителей металлопродукции Сибири и Дальнего Востока, что связано с необходимостью удовлетворения их потребностей в разнообразных стальных изделиях с минимально возможными затратами. В совокупности с рядом факторов таким образом оказывается воздействие на уровень их конкурентоспособности с другими производителями России и зарубежья. Черная металлургия, сохраняя свои позиции как одной из основных фондообразующих отраслей, в условиях формирующегося интереса к развитию Сибири и Дальнего Востока может стать одним из драйверов социально-экономического роста данных регионов. Важным условием формирования современного металлургического комплекса Азиатской России является наличие спроса на ее продукцию. В случае Сибири спрос формируется за счет потребностей как территории самого макрорегиона, так и других регионов России и зарубежья. На Дальнем Востоке развитие машиностроения, и в первую очередь судостроения, наличие ряда проектов по освоению нефти и газа северных территорий, инфраструктурных проектов, в том числе связанных с развитием Северного морского пути, сформировали предпосылки со стороны спроса для развития

металлургического района. При этом совокупный спрос на продукцию черной металлургии в Азиатской России диверсифицирован и включает спрос как на рядовые марки стали, так и на специальные, что актуализирует необходимость развития ферросплавной промышленности.

С учетом масштабов черной металлургии как отрасли, большим количеством потребителей ее продукции, ролью как производителя материалов для дальнейшего производства в работе сделаны акценты на ключевые сегменты цепей поставок. Укрупненно их можно обозначить как создание первичного, промежуточного и конечного продукта. При этом конечным продуктом для черной металлургии являются прокат и трубная продукция, которые выступают промежуточным потреблением для других отраслей. Поскольку выстроенные вокруг предприятий черной металлургии цепи поставок имеют пространственное распределение по всей стране, и черная металлургия Азиатской России не может рассматриваться вне контекста отрасли всей страны, в первом разделе приведена характеристика черной металлургии России. Отражение влияния тесной взаимосвязи и взаимозависимости Азиатской России со страной в целом сохраняется в разделах, посвященных характеристике черной металлургии Азиатской России и возможным направлениям ее развития в условиях, сложившихся в начале третьего десятилетия XXI века.

Предлагаемая вниманию читателей монография направлена на раскрытие следующих вопросов:

- характеристика организационной, пространственной, производственной, технологической структуры и состояния черной металлургии России и отдельно ее Азиатской части в 2010–2021 гг. с выделением акцентов негативного воздействия отрасли на окружающую среду;
- описание сложившихся схем организации цепей поставок, выстроенных вокруг предприятий черной металлургии России, выявление характеристик вертикального взаимодействия субъектов данных цепей и факторов, обуславливающих их структуру;
- анализ последствий изменения мировой геополитической ситуации и введения санкций против экономики России в 2022 г. на состояние черной металлургии страны и сформированные в отрасли цепи поставок;
- определение потенциала развития черной металлургии Азиатской России путем выделения направлений такого развития на основе сложившихся условий функционирования отрасли в начале 30-х годов XXI века, технологических тенденций,

прогнозов развития отрасли, условий формирующегося спроса в рассматриваемом пространстве и изменений в цепях поставок, а также с учетом необходимости минимизации негативного воздействия деятельности металлургического комплекса на окружающую среду.

В ходе подготовки материалов, которые легли в основу монографии, а также в процессе ее написания автора всесторонне поддерживали и помогали родные, за что он им выражает свою глубокую благодарность. Кроме того, автор благодарен коллегам из Института экономики и организации промышленного производства СО РАН, которые формулировали заставляющие задуматься вопросы, давали важные замечания, выражали свое мнение и живо интересовались материалами, излагаемыми на проводимых в Институте семинарах с докладами автора монографии. Особую благодарность хочется выразить профессору РАН, д.э.н. Вадиму Манавировичу Гильмундинову за терпеливую и вдумчивую работу, связанную с консультированием, выражением конструктивной критики и оказанием методологического сопровождения проводимых автором исследований в сфере черной металлургии и изучения цепей поставок.

Раздел 1
ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ РОССИИ

Черная металлургия является одной из ведущих отраслей российской экономики. Доля отрасли в промышленном производстве страны составляет 5,7%, в грузовых железнодорожных перевозках 16,7%, в потреблении природного газа и электроэнергии 17,3% и 11,5% соответственно. Экспорт черных металлов составляет около 5% от общего экспорта России, импорт около 2%. Черная металлургия России представлена всеми стадиями цепи поставок от добычи сырья до потребления конечной продукции во всех макрорегионах страны. При этом важными звеньями таких цепей являются поставщики ресурсов, товаров и услуг, транспорт. Металлургическое производство является потребителем, зачастую крупнейшим, практически всех видов топлива, а также электрической энергии, отходов производства и потребления. Доля предприятий черной металлургии в потреблении энергии составляет около 30% [Жук и др., 2021, с. 5]. Основными же потребителями черных металлов выступают предприятия машиностроения и строительной отрасли. Несмотря на бурное развитие неметаллических и композитных материалов, сложность их производства, дороговизна, а также свойства стали позволяют оставаться последней основным конструкционным материалом. Более того, сортамент марок стали и продукции из нее продолжает расширяться. Важным условием развития черной металлургии России в таком ракурсе выступает такое важное звено металлургического комплекса, как ферросплавная промышленность, производящая сплавы и лигатуры, обеспечивающие раскисление и легирование жидкой стали, повышение физико-механических свойств и функциональных характеристик металлопродукции.

1.1. Металлургические районы России и их характеристики

Производственная база черной металлургии России включает три сформировавшихся металлургических района и один формирующийся (рис. 1.1). Крупнейшим является Центральный металлургический район, включающий европейскую часть России. В данном районе в 2020 году было выплавлено 48,65% чугуна, 47,33% стали, 50,41% проката и 45,75% стальных труб от общероссийского уровня. Крупнейшими производителями чугуна, стали и проката в металлургическом районе являются в Центральном федеральном округе ПАО «Новолипецкий металлургический

Рис. 1.1. Металлургические районы России (1 – Центральный; 2 – Уральский; 3 – Сибирский; 4 – Дальневосточный)

Источник: Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС НДТ 27-2021 «Производство изделий дальнейшего передела черных металлов» / Бюро НДТ [Электронный ресурс]. URL: http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1679&etkstructure_id=1872 (дата обращения: 10.01.2022).

комбинат» (НЛМК), ПАО «Тулачермет» в составе Промышленно-металлургического холдинга (ПМХ), ПАО «Косогорский металлургический завод»; в Северо-Западном федеральном округе – ПАО «Северсталь», в частности Череповецкий металлургический

комбинат как одно из крупнейших производств черных металлов в стране. Технологическая схема указанных производителей основана на доменном производстве чугуна. Кроме того, крупным производителем стали и проката, но использующим технологическую схему производства на основе прямовосстановленного железа вместо чугуна, является АО «Оскольский электрометаллургический комбинат имени Алексея Алексеевича Угарова» (ОЭМК им. А.А. Угарова) в составе АО «ХК “Металлоинвест”». По форме организационной структуры указанные производители относятся к интегрированным компаниям.

В Центральном металлургическом районе находится Курская магнитная аномалия (КМА) – самый крупный на планете железорудный бассейн с достаточно богатой рудой, расположенный на территориях Курской, Белгородской и Орловской областей (рис. 1.2). Наличие КМА обеспечивает район рудой, а ее богатое содержание позволяет, в том числе, производить продукцию методом прямого восстановления железа. Согласно информационно-техническому справочнику по наилучшим доступным техно-

Рис. 1.2. Основные регионы и месторождения железных руд и распределение их по добыче в 2017 году, млн тонн

Источник: Железные руды России. 2017 год / Бизнес портал NEDRADV [Электронный ресурс]. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/resources?obj=ab05b068239ede80d3dd35cf40488eca (дата обращения: 21.07.2022).

логиям ИТС НДТ 25-2021 «Добыча и обогащение железных руд» [Информационно-технический справочник…, 2021] можно выделить следующие крупнейшие предприятия производителей железорудного сырья. На базе Курской магнитной аномалии функционируют Михайловский ГОК (Курская область) и Лебединский ГОК (Белгородская область) в составе АО «ХК «Металлоинвест», являющегося одним из крупнейших производителей железорудной и металлизованной продукции в мире. На мощностях Лебединского ГОКа расположено единственное в России и крупнейшее в мире производство горячебрикетированного железа (ГБЖ). На базе аномалии также функционирует Стойленский ГОК в составе НЛМК, обеспечивающий 18% производства железорудной продукции от общероссийского уровня [Стойленский ГОК (эл. ист. инф.)]. Ведущим производителем железорудной продукции в Северо-Западном федеральном округе, обеспечивающим около 20% производства окатышей в России, является АО «Карельский окатыш» в составе Северстали, работающий на базе Костомукшского и Корпангского железорудных месторождений (Республика Карелия) [Карельский окатыш (эл. ист. инф.)]. Мурманская область представлена АО «Ковдорский ГОК» в составе АО «МХК «ЕвроХим», на котором производится только концентрат для продажи потребителям [Железорудный концентрат (эл.ист. инф.)].

Еще одним важным компонентом производства черных металлов является кокс, используемый в основном в качестве топлива и восстановителя в доменном производстве. В Центральном металлургическом районе производится наименьшее количество кокса и полукокса из каменного угля с долей в 2020 г. 27,26% от общероссийского уровня на базе собственных месторождений коксующихся углей Печорского и Донецкого угольных бассейнов. Поскольку район занимает первое место по выплавке черных металлов, часть кокса завозится, в частности из Сибири. Крупнейшими производителями коксовой продукции в районе являются Северсталь и НЛМК, контролирующие комбинаты полного цикла с аглодоменным и коксохимическим производством в данном металлургическом районе.

Уральский металлургический район является вторым по величине производства черных металлов районом России с рядом крупных комбинатов. В 2020 г. в данном районе выплавлено

39,4% чугуна, 41,11% стали, 39,24% проката и 50,87% стальных труб от общероссийского уровня. Крупнейшими интегрированными предприятиями являются ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ММК), ПАО «Челябинский металлургический комбинат» (ЧМК) и АО «Белорецкий металлургический комбинат» в составе ПАО «Мечел», АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат» (ЕВРАЗ НТМК) в составе ЕВРАЗа, комбинат «Уральская сталь» до 2022 г. в составе АО «ХК "Металлоинвест"», а с 2022 г. в составе АО «Загорский трубный завод», ПАО «Ашинский металлургический завод», ПАО «Надеждинский металлургический завод» в составе ООО «УМК-Сталь» (до 2022 г. ООО «УГМК-Сталь»).

На текущий момент в районе достаточно низкие возможности по самостоятельному обеспечению сырьем. Железная руда завозится из Сибири, Курской магнитной аномалии, Карелии и Казахстана. Собственная сырьевая база представлена Качканарским ГОКом в составе ЕВРАЗа, работающим на базе Гусевогорского месторождения в Свердловской области. В месторождении содержатся ванадиево-титаномагнетитовые руды, концентраты которых в основном поставляются на НТМК, где технология доменного производства позволяет получать из них чугун. Выделенный на ГОКе ванадиевый концентрат поступает на АО «ЕВРАЗ Ванадий Тула».

В Уральском металлургическом районе в 2020 г. произведено 40,17% кокса и полукокса из каменного угля от общероссийского уровня. Особенностью района является то, что в нем сырьевая база основана на коксующихся углях, которые привозятся из Кузнецкого бассейна Сибири и Карагандинского бассейна Казахстана. Основная часть коксохимических предприятий Уральского металлургического района находится на площадках металлургических комбинатов. Крупнейшими производителями кокса можно назвать Магнитогорский металлургический комбинат, Нижнетагильский металлургический комбинат, Челябинский завод по производству коксохимической продукции (ООО «Мечел-Кокс»), Уральскую сталь.

Наименьшим по величине производства черных металлов сформированным металлургическим районом России является Сибирский. В 2020 г. на его долю от общероссийского уровня производства пришлось 11,94% чугуна, 10,58% стали, 9,23% проката и 3,38% стальных труб. В Сибири единственным интегрированным

производством, как и предприятием полного цикла, является АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» (ЕВРАЗ ЗСМК), созданный на основе объединения Новокузнецкого металлургического комбината и Западно-Сибирского металлургического комбината. На долю ЕВРАЗ ЗСМК приходится большая часть производства черных металлов в Сибири.

Важной характеристикой Сибирского металлургического района является достаточно хорошая обеспеченность топливом и частичная железорудным сырьем, основная база которого расположена в Кузбассе. Крупнейшими предприятиями, занимающимися добычей и обогащением руды, можно назвать, во-первых, в Кемеровской области Евразруда – горнорудный филиал ЕВРАЗ ЗСМК, работающий на базе Таштагольского, Казского, Горно-Шорского рудников, Гурьевского карьера по добыче известняка и Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики. Основным потребителем Евразруды является Западно-Сибирский металлургический комбинат. Во-вторых, в Иркутской области ПАО «Коршуновский ГОК», работающий на руде Коршуновского и Рудногорского месторождений и входящий в состав ПАО «Мечел». Продукция с Коршуновского ГОКа отправляется в основном на заводы Мечела на Урале и в первую очередь на Челябинский металлургический комбинат.

В Сибирском металлургическом районе в 2020 г. произведено 32,58% кокса и полукокса из каменного угля от общероссийского уровня. В районе действует три предприятия производителя кокса – в Алтайском крае АО «Алтай-кокс» в составе НЛМК, в Кемеровской области ПАО «Кокс» в составе Промышленно-металлургического холдинга и ЕВРАЗ ЗСМК. Все три предприятия работают на базе коксующихся углей Кузнецкого угольного бассейна.

Кроме указанных трех сформированных районов выделяется четвертый формирующийся металлургический район – Дальневосточный. На текущий момент в нем расположено предприятие, осуществляющее добычу и обогащение руды, а также производящее железорудное сырья. ООО «Кимкано-Сутарский ГОК» в составе ООО «Петропавловск – Черная Металлургия» расположен в Еврейской автономной области и работает на базе Кимканского и Сутарского месторождений. Продукция поставляется на Западно-Сибирский металлургический комбинат и на экспорт.

В Забайкальском крае функционирует Быстринский ГОК в составе ПАО «ГМК «Норильский никель», производящий железорудный, золотосодержащий и медный концентраты из полиметаллических руд Быстринского месторождения. Железорудный концентрат направляется на реализацию третьим лицам. В Хабаровском крае в Комсомольске-на-Амуре функционирует передельный металлургический завод ООО «Амурсталь». Доля Дальневосточного металлургического района в выпуске стали в 2020 г. составила 0,93%, проката – 0,06% от общероссийского уровня. В 2021 г. в Приморском крае началось строительство металлургического завода для производства листового и трубного проката. Доменное производство и производство кокса в металлургическом районе отсутствует.

Как можно заметить, черная металлургия России базируется на деятельности крупных интегрированных предприятий, которые входят в состав холдингов ЕВРАЗ, ММК, НЛМК, Северсталь, Мечел и Металлоинвест, обеспечивающих основную часть производства черных металлов в стране. В 2020 г. 94% выплавки чугуна, 77% стали и 80% проката обеспечили восемь крупнейших комбинатов страны. К ним относятся ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат, Магнитогорский металлургический комбинат, Нижнетагильский металлургический комбинат, Новолипецкий металлургический комбинат, Оскольский электрометаллургический комбинат, Череповецкий металлургический комбинат, Челябинский металлургический комбинат и «Уральская сталь» [Катутин и др., 2021, с. 369].

Для обеспечения требуемого сортамента стальной продукции необходимо наличие развитой ферросплавной промышленности, обеспечивающей металлургию применяемыми в процессах выплавки стали необходимыми сплавами и лигатурами. При этом ряд ферросплавов также применяется в цветной металлургии, химической промышленности и является сырьем для получения чистых металлов. Основным же потребителем ферросплавного производства, являющегося составной частью горно-металлургического комплекса, остается черная металлургия. Налицо яркая взаимосвязь звеньев цепи поставок. С одной стороны, спрос на ферросплавы, следовательно, и их производство зависят от сортамента выплавляемой стали. С другой стороны, развитие черной металлургии требует обеспечение необходимыми ферро-

сплавами исходя из потребностей отраслей потребителей определенного сортамента металлопродукции.

Ферросплавная промышленность России представлена рядом предприятий. Основные центры производства ферросплавов и лигатуры в России – Урал и Кемеровская область (рис. 1.3). Как на Урале, так и в России крупнейшим предприятием является АО «Челябинский электрометаллургический комбинат» (ЧЭМК), выпускающий ферросилиций, феррохром, ферросиликохром, силикокальций, силикомарганец, ферромарганец, а также электродную продукцию, необходимую в том числе для ферросплавной промышленности [Продукция Челябинского электрометаллургического комбината (эл. ист. инф.)]. Доля комбината в производстве ферросплавов составляет около 50% от общероссийского уровня. К крупным производствам также относятся АО «Кузнецкие ферросплавы», АО «Серовский завод ферросплавов», ПАО «Ключевской завод ферросплавов», АО «Саткинский чугуноплавильный завод», АО «ЕВРАЗ Ванадий Тула». Кроме того, ферросплавы выплавляются в цехах интегрированных металлургических комбинатов и заводов [Дашевский, 2021, с. 9].

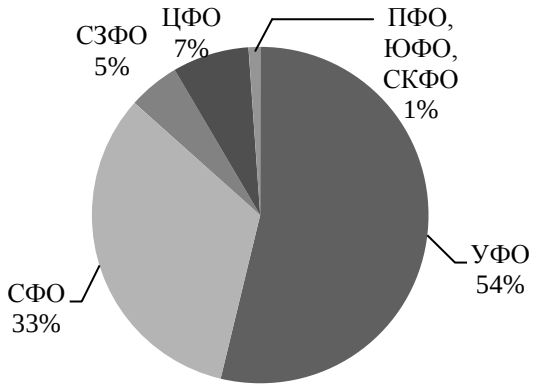


Рис. 1.3. Пространственная структура ферросплавной промышленности России в 2020 г.

Источник: Петров С.П. Современное состояние ферросплавной промышленности России и перспективы ее развития в Азиатской части страны // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2022. Т. 78. № 12. С. 1019–1030. DOI: 10.32339/0135-5910-2022-12-1019-1030.

Исторически сложилось, что Россия зависит от зарубежных поставок ферросплавов и сырья для их производства. Немногие виды сплавов выпускаются из собственного сырья [Жучков и др., 2020, с. 212]. Среди них можно назвать только ферросилиций и ванадиевые сплавы. Причиной тому является то, что собственные месторождения руд для производства ферросплавов и лигатур являются бедными по сравнению с зарубежными. Например, руды расположенного в Кемеровской области Усинского месторождения характеризуются средним содержанием марганца 19,72% при его содержании в рудах основных стран-производителей концентрата (Китай, ЮАР, Австралия, Габон) 40–45%. Кроме того, в отечественных рудах повышенное содержание вредных примесей [Дашевский и др., 2020, с. 579, 581].

Среди стран-поставщиков как ферросплавов, так и сырья для их производства в период 2010–2021 гг. можно назвать Украину, Казахстан, Бразилию, Китай, ЮАР, Габон. Однако события начала 2020-х годов могут привести к разрушению сформированных цепей поставок, выстроенных на основе существовавших со времен СССР связей [Украина в январе-апреле…, 2022]. По этой причине в 2010-х годах начались процессы формирования поставок из новых стран, к которым, например, относятся ЮАР и Габон. Кроме того, исследователи специализированных институтов России на протяжении ряда лет проводят разработки для обеспечения возможности использования сырья с российских месторождений.

Основными потребителями ферросплавов в России выступают крупные металлургические холдинги, потребляющие более 70% ферросплавов (табл. 1.1). Оставшийся объем потребления приходится на крупные трубные компании и другие предприятия.

Развитие металлургии зависит от наличия и возможности обеспечения развития машин и оборудования, применяемых на всех стадиях производства. Металлургическое машиностроение является одним из направлений тяжелого машиностроения, которое пережило существенное падение после распада СССР.

Причинами огромного сокращения выпуска оборудования для металлургического производства, по мнению д.э.н. Гирша Ицыковича Ханина, являются «отчаянное финансовое положение потребителей продукции и избыток соответствующего обо-

Таблица 1.1

Крупнейшие потребители ферросплавов в России в 2018 г.

Предприятие	ЕВРАЗ	ММК	Северсталь	НЛМК	Металлоинвест	Мечел	ТМК	ЧТПЗ	ОМК	Другие
Доля, %	17,13	14,40	8,96	11,77	9,80	9,89	4,83	2,07	1,68	19,47

Примечание: ТМК – Трубная металлургическая компания; ЧТПЗ – Челябинский трубопрокатный завод; ОМК – Объединенная металлургическая компания.

Источник: Павлов А.В., Островский Д.Я., Аксенова В.В., Бишенов С.А. Текущее состояние производства ферросплавов в России и странах СНГ / Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Т. 63. № 8. – С. 601. DOI: 10.17073/0368-0797-2020-8-600-605

рудования даже в советское время, значительно усилившийся после уменьшения загрузки производственных мощностей (металлургических предприятий – прим. автора) в 1990-е годы» [Ханин, 2014, с. 411]. Обновление черной металлургии России в 2000-е годы, расширение и создание новых производств базировалось в первую очередь на импортном оборудовании, что поставило Россию на достаточно высокий уровень зависимости от поставок оборудования из зарубежных стран. В 2010 г. доля импортной продукции на рынке горно-обогатительного оборудования составила почти 63%, в 2021 г. по большинству позиций увеличилась до 80–90%. На рынке металлургического оборудования по ряду важнейших позиций, среди которых в частности машины непрерывного литья заготовок и запчасти к ним, прокатное оборудование, трубопрокатные станы, в 2021 г. доля импортной продукции составила 70% [Ульянов Н., 2023]. На первых местах по объемам поставок оборудования для российской металлургии в рассматриваемый период находятся Danieli из Италии и SMS Group из Германии, а также производители из Китая. Существенными можно назвать поставки от мирового лидера в области металлургических технологий из Великобритании – Primetals Technologies [Минпромторг рассказал…, 2022]. Согласно интервью генерального директора ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» к.э.н. Виктора Владимировича Семенова работа металлургов России с иностранными компаниями привела к сокращению российских предприятий металлургического машиностроения. При этом вопрос

локализации изготовления оборудования стал крайне актуальным уже в 2005–2010 гг. [Семенов, 2022]. Старший научный сотрудник ИНП РАН к.э.н. Василий Сергеевич Устинов отмечает, что основной причиной приоритета зарубежных поставщиков оборудования по сравнению с отечественными производителями в системе принятия решений российских металлургических компаний является их структура производства и несоответствие выпускаемого в России металлургического оборудования современным требованиям, предъявляемым к его качеству [Устинов, 2011, с. 288].

1.2. Общее состояние черной металлургии России в 2010–2021 гг.

Общий подъем в экономике России после 1998 г. положительно сказался на состоянии российской черной металлургии. Важным элементом развития стало активное обновление металлургических производств в 2000-е годы, что позволило предприятиям расширить сортамент стальной продукции, в том числе производство товаров с высокой добавленной стоимостью. Немаловажным стало и снижение уровня зависимости от импортных поставок. Например, до 2005 г. российские предприятия импортировали трубы большого диаметра, но в 2005–2015 гг. металлургические и трубопрокатные фирмы освоили их выпуск, были созданы новые производства, включая запуск трех станов 5000 на Ижорском трубном заводе (Северсталь), Магнитогорском металлургическом комбинате и Выксунском металлургическом заводе (ОМК) для производства толстолистового широкоформатного проката.

По основным типам сырья черная металлургия России является самообеспеченной (рис. 1.4). В 2021 г. произведено 100,6 млн тонн концентрата железорудного, 58,4 млн тонн агломерата железорудного, 54,2 млн тонн окатышей окисленных и 7,9 млн тонн железа прямого восстановления. Прирост производства по сравнению с 2010 г. составил по концентрату 4,94%, агломерату 2,19%, окатышам 44,93% и железу прямого восстановления 68,93%. Из данной динамики видно, что развитие производства железорудного сырья было направлено в первую очередь на повышение его качества за счет увеличения выпуска ока-

тышей и прямовосстановленного железа. При этом внутри структуры выпуска окатышей также более быстрыми темпами росло производство окатышей железорудных офлюсованных, доля которых в общем выпуске окатышей железорудных увеличилась с 7,78% в 2017 г. до 11,28% в 2021 г.

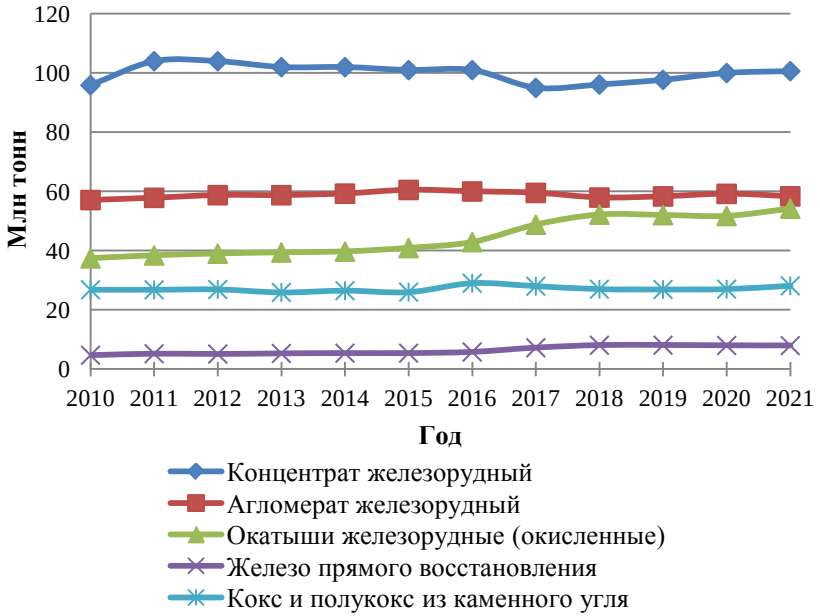


Рис. 1.4. Производство металлургического сырья в России в 2010–2021 годах

Источники: Составлено на основе: Промышленное производство в России / Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13225 (дата обращения: 07.10.2022); Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/ (дата обращения: 26.07.2022).

Производство основного топлива черной металлургии кокса и полукокса из каменного угля составило в 2021 г. 28,1 млн тонн, увеличившись на 4,97% по сравнению с производством в 2010 г. Более низкая динамика расширения выпуска кокса по сравнению с увеличением выпуска железорудного сырья связана с тремя причинами. Во-первых, основной прирост выплавки стали

в стране был связан с расширением использования бездоменного производства, в котором кокс не требуется в качестве топлива, а используется в малых объемах как науглероживатель. Во-вторых, на ряде производств при капитальном ремонте доменных печей внедрено использование пылеугольного топлива, что позволило сократить применение кокса, хотя его ведущее значение как топлива для доменных печей сохранилось. В-третьих, основная часть расширения производства кокса была направлена на увеличение его экспорта.

Отметим, что, несмотря на зависимость некоторых предприятий от зарубежных поставок, изменения 2022 г. подтверждают возможность работы отрасли на собственном сырье. Например, Магнитогорский металлургический комбинат перешел на поставки железорудного сырья холдингом Металлоинвест взамен поставщиков Казахстана, поскольку последние, опасаясь косвенных санкций со стороны стран, которые ввели и поддержали санкции против России, отказались от поставок сырья российским покупателям [После отказа…, 2022].

Россия является одним из крупнейших производителей черных металлов. Нужно понимать, что от цветных металлов они отличаются условиями производства и использования, поэтому черная металлургия является отдельной отраслью, входящей состав металлургического комплекса. В 2021 г. объем производства чугуна составил 53,8 млн тонн, увеличившись на 12,03% по сравнению с 2010 г. (рис. 1.5). При этом 99,72% от общего объема выпуска составляет чугун передельный, направляемый для дальнейшей переплавки в сталь. Литейный чугун в стране производится в крайне малом объеме, при этом его производство снизилось практически в три раза по сравнениюс 2010 г.

Объем производства стали в 2021 г. составил 77,8 млн тонн, увеличившись на 16,42% по сравнению с 2010 г. Около 80% выплавляемой стали является нелегированной (углеродистой). Критической является ситуация с выплавкой нержавеющей стали, доля которой составляет 0,28% или 204,26 тыс. тонн. Остальная часть приходится на легированную сталь. Отметим, что на протяжении 2016–2021 гг. структура выплавки стали по представленным укрупненным категориям не менялась, увеличились только объемы.

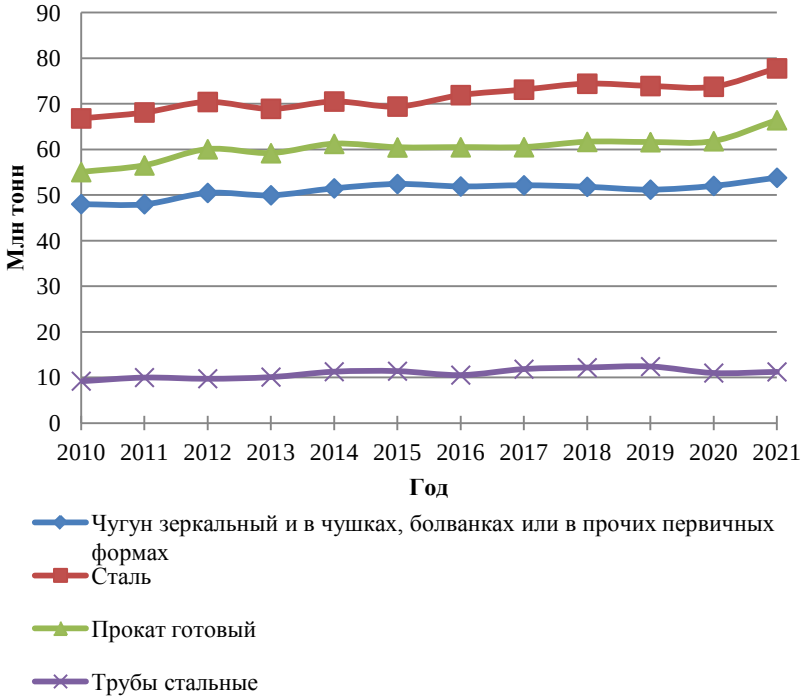


Рис. 1.5. Производство промежуточной и конечной продукции черной металлургии России в 2010–2021 годах

Источники: Составлено на основе Промышленное производство в России / Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13225 (дата обращения: 07.10.2022); Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/ (дата обращения: 26.07.2022).

Что касается технологии выплавки стали, основной прирост пришелся на увеличение использования электродуговых печей (рис. 1.6). В технологической структуре производства за рассматриваемый временной промежуток можно выделить три периода. Первый, включающий 2010–2012 гг., характеризуется сохранением достаточно важной роли мартеновского производства и наименьшим значением за весь промежуток доли электросталеплавильного

Рис. 1.6. Технологическая структура производства стали в России в 2010–2021 годах

Источник: World Steel in Figures / World Steel Association. URL: https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/World-Steel-in-Figures.html (дата обращения: 11.08.2021).

производства. Во втором периоде, начиная с 2013 г., существенно снижается доля мартеновского производства в первую очередь за счет вывода мартеновских печей как устаревшей технологии. Последнее крупное мартеновское производство было остановлено в России в 2018 г. на Выксунском металлургическом заводе [В России остановили…, 2018]. Основное расширения производства произошло за счет увеличения количества используемых электродуговых печей, что увеличило долю электросталеплавильного производства на 19,33% в 2020 г. по сравнению с 2010 г. Для сравнения кислородно-конвертерное производство увеличилось лишь на 3,94%. Третий период, включивший в себя только 2021 г., характеризуется снижением доли использования кислородных конвертеров и увеличением доли электросталеплавильного производства до 39%,

что составило увеличение на 12,1 п.п. по сравнению с 2010 г. и 6,9 п.п. по сравнению с 2020 г. При этом около 60% цепного прироста доли электросталеплавильного производства в 2021 г. приходится на увеличение общего выпуска стали, а оставшаяся часть – за счет снижения производства стали на кислородных конвертерах.

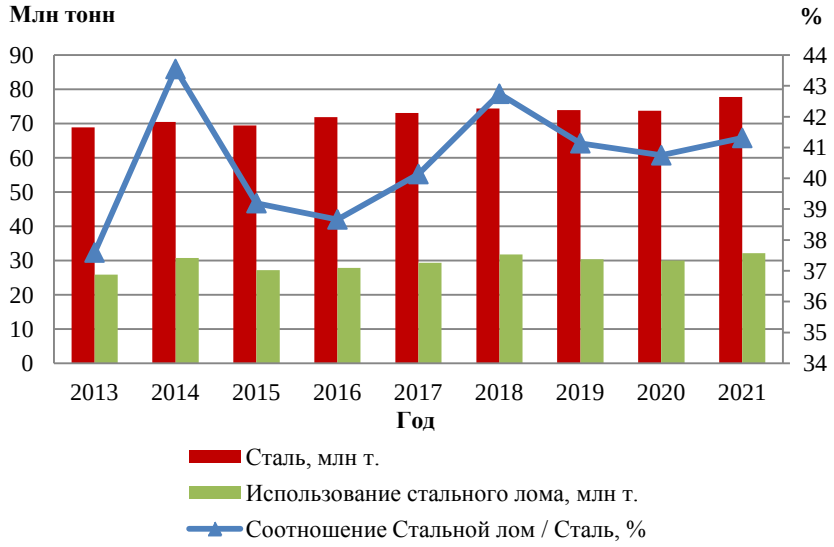


Рис. 1.7. Применение лома черных металлов при производстве стали в России

Источник: Составлено на основе World Steel Recycling in Figures / Bureau of International Recycling, Ferrous Division. URL: https://www.bir.org/publications/facts-figures (дата обращения: 22.08.2022).

Не менее важным является изменение структуры сырья для получения стали. Постепенное изменение технологии выплавки стали в совокупности с изменением используемых технологий производства обеспечило положительный тренд применения лома черных металлов в 2013–2021 гг. (рис. 1.7). Соотношение стального лома и стали увеличилось с 37,6% до 41,3%. Это свидетельствует об увеличении применения стального лома для выплавки стали в России и согласуется с тенденцией увеличения электросталеплавильного производства. Однако более низкие темпы роста данного соотношения по сравнению с увеличением

доли электросталеплавильного производства в 2021 г. по сравнению с 2013 г. (9,9% и 29,2% соответственно) свидетельствует о большем использовании в качестве железорудной части шихты других типов сырья, например, чугуна. Такой состав шихты применяется на металлургических комбинатах, которые, имея доменное производство, используют в электродуговых печах чугун. В случае создания или расширения производства на электросталеплавильных заводах основой железорудной части шихты чаще выступает стальной лом.

Железорудное сырье является первичным продуктом черной металлургии, а сталь и заготовки из нее промежуточными продуктами, которые по большей части потребляются самими металлургическими предприятиями. Это определяет то, что для черной металлургии как отрасли характерна достаточно высокая доля внутриотраслевого потребления произведенной продукции наравне с потреблением за пределами отрасли [Денисенко, 1969, с. 35–36]. Конечным продуктом для черной металлургии можно назвать прокат, трубную продукцию и метизы, которые в основном формируют промежуточное потребление других отраслей экономики. В целом выпуск проката увеличился в 2021 г. по сравнению с 2010 г. на 20,66% и составил 66,4 млн тонн (см. рис. 1.5). Основное производство приходится на прокат листовой горячекатаный без покрытия с долей в 31% в 2021 г. Наименьшая доля у проката листового с покрытием или из быстрорежущей и электротехнической стали с долей в 9,22%. Что обращает на себя внимание, так это крайне низкое значение производства продукции из нержавеющей стали, включая профили и проволоку, доля которой на протяжении рассматриваемого периода составляла менее одного процента.

Производство труб стальных в 2021 г. составило 11,2 млн тонн, увеличившись на 22,08% по сравнению с 2010 г. Существенно изменилась структура выпускаемой трубной продукции. Если в 2010 г. производство сварных труб в общем объеме производства трубной продукции превышало производство бесшовных труб почти в два раза, то к 2021 г. доля бесшовных труб на 9,8% превысила долю сварных. Одной из причин стало сокращение производства труб для нефте- и газопроводов сварных, наружным диаметром более 406,4 мм вследствие завершения ряда проектов строительства трубопроводов в том числе зарубежных.

В целом в России можно отметить рост выпуска большинства продуктов черной металлургии. Увеличилось производство сырьевой основы, в первую очередь окатышей железорудных и железа прямого восстановления, которые являются продукцией с более высокой добавленной стоимостью. Кроме указанных изменений существенным является и изменение структуры производства в более высоких переделах. Все большую роль играет электросталеплавильное производство, которое позволяет получать специальные марки стали требуемых объемов и отражает переход черной металлургии России от массового производства рядовых марок стали, к выпуску сортамента под конкретные заказы потребителей. Отказ же от использования мартеновского производства и внедрение передовых технологий в других способах производства свидетельствуют о техническом перевооружении металлургических заводов, в том числе, с ориентацией на снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Продукция черной металлургии является важной статьей внешнеэкономической деятельности страны. Россия входит в число лидеров по экспорту черных металлов, при этом к 2021 г. экспорт приходился в основном на страны дальнего зарубежья. Импорт же принял более скромные масштабы, особенно по продуктам первых переделов. Наибольший оборот по экспорту и импорту приходится на черные металлы кроме чугуна, ферросплавов, отходов и лома (табл. 1.2).

Как видно из таблицы 1.2 существенных изменений в структуре экспорта, рассчитанной на основе стоимостных показателей экспорта продукции черной металлургии, за рассматриваемый период не наблюдается. Незначительно снизилась доля экспорта железорудного сырья и увеличилась доля черных металлов более высоких переделов. В импорте же можно наблюдать серьезное снижение доли стальных труб, что связано с описанными выше процессами расширения сортамента выпускаемой продукции производителями труб в России, в том числе и освоением производства труб большого диаметра. Более чем в два раза увеличилась доля импорта железорудного сырья, что в основном обусловлено ростом цен. В натуральном выражении доля импорта железорудного сырья увеличилась менее чем на 10 п.п.

Таблица 1.2

Структура экспорта и импорта продукции черной металлургии России, рассчитанная на основе стоимостных показателей в 2010–2021 гг., %

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Экспорт											
Руды и концентраты железные	12,39	9,73	10,41	8,53	6,11	5,28	7,58	6,23	10,01	10,71	11,25
Кокс и полукокс	2,10	2,26	2,21	1,80	2,16	1,73	2,83	2,65	3,12	2,64	3,16
Черные металлы	85,51	88,01	87,38	89,68	91,73	92,99	89,59	91,13	86,87	86,65	85,59
В том числе											
чугун	7,79	6,69	6,99	7,40	8,32	7,72	7,78	8,40	6,90	7,07	5,91
ферросплавы	6,61	8,06	8,26	8,59	7,69	8,01	6,25	5,31	5,87	4,80	4,37
отходы и лом	8,81	8,28	9,10	10,44	10,20	9,66	9,43	10,43	10,71	11,90	10,01
Черные металлы кроме чугуна, ферросплавов, отходов и лома	62,29	64,99	63,04	63,25	65,52	67,60	66,13	66,99	63,39	62,88	65,29
В том числе											
полуфабрикаты из железа и нелегированной стали*	30,04	30,68	28,22	28,78	27,95	29,44	28,80	31,03	29,17	26,24	27,19
прокат плоский из железа и нелегированной стали *	18,99	18,37	18,84	19,39	20,02	21,81	21,77	19,62	18,12	19,74	21,81

Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Импорт											
Руды и концентраты железные	-	-	-	-	-	-	-	6,23	8,38	11,03	13,96
Черные металлы	70,99	81,34	78,81	82,66	83,27	80,41	82,20	70,87	63,84	63,49	67,95
Черные металлы кроме чугуна, ферросплавов, отходов и лома	66,43	74,42	71,52	68,77	70,53	69,81	71,39	60,29	55,03	55,61	58,65
Трубы стальные	29,01	18,66	21,19	17,34	16,73	19,59	17,80	14,06	17,43	13,66	8,93
Металлоконструкции из черных металлов	-	-	-	-	-	-	-	8,84	10,35	11,82	9,16

Примечание: * – до 2015 г. обозначались как «полуфабрикаты из углеродистой стали» и «прокат плоский из углеродистой стали».

Источник: Рассчитано на основе Экспорт и импорт Российской Федерации по товарам / Сайт Федеральной таможенной службы [Электронный ресурс]. URL: https://customs.gov.ru/folder/502 (дата обращения: 10.03.2022).

Сравнение структуры экспорта и импорта продукции черной металлургии, рассчитанной на основе стоимостных показателей и натуральных показателей, позволяет выявить потери, возникающие из-за ориентации отрасли на экспорт низких переделов и импорт высоких. Из рисунка 1.8 видно, что доля экспорта железорудного сырья в натуральном выражении превышает долю в стоимостном выражении почти в 4 раза, что связано с низкой ценой железорудного сырья по сравнению с ценами на продукцию более высоких переделов. Обратная ситуация наблюдается с высокими переделами. Например, доля черных металлов кроме чугуна, ферросплавов, отходов и лома в стоимостном выражении превышает долю в натуральном выражении в 1,56 раза. Наибольшее же превышение доли в стоимостном выражении над долей в натуральном выражении наблюдается по ферросплавам – в 5,37 раз. Это обосновывает стремление ряда металлургических предприятий к развитию в сторону экспорта продукции высоких переделов. Важным фактором, обосновывающим сложившуюся структуру внешней торговли черной металлургии России, является проводимая рядом государств политика защиты местных производителей, что выразилось в протекционистских мерах поддержки производства продукции высоких переделов и обеспечении благоприятных условий для импорта сырья и полуфабрикатов. Например, в 2010-х годах в ЕС были введены квоты на импорт продукции черной металлургии, а в США «стальные» тарифы.

Если рассмотреть внешнюю торговлю российской черной металлургии продукцией в стальном эквиваленте, то во внешней торговле сталью Россия имеет положительный чистый экспорт, который увеличился на 24,32% за рассматриваемый период (табл. 1.3). Если рассмотреть непрямой экспорт и импорт, то Россия имеет положительный чистый непрямой импорт, который в 2019 г. составил 6,3 млн тонн, что свидетельствует о том, что с учетом стального эквивалента металлосодержащей продукции всех переделов Россия больше потребляет, чем продает продукции более высоких переделов.

На протяжении рассматриваемого периода произошло увеличение потребления стали в России (рис. 1.9). В 2021 г. по сравнению с 2010 г. видимое потребление стали, учитывающее наравне с производством результаты внешней торговли стальной

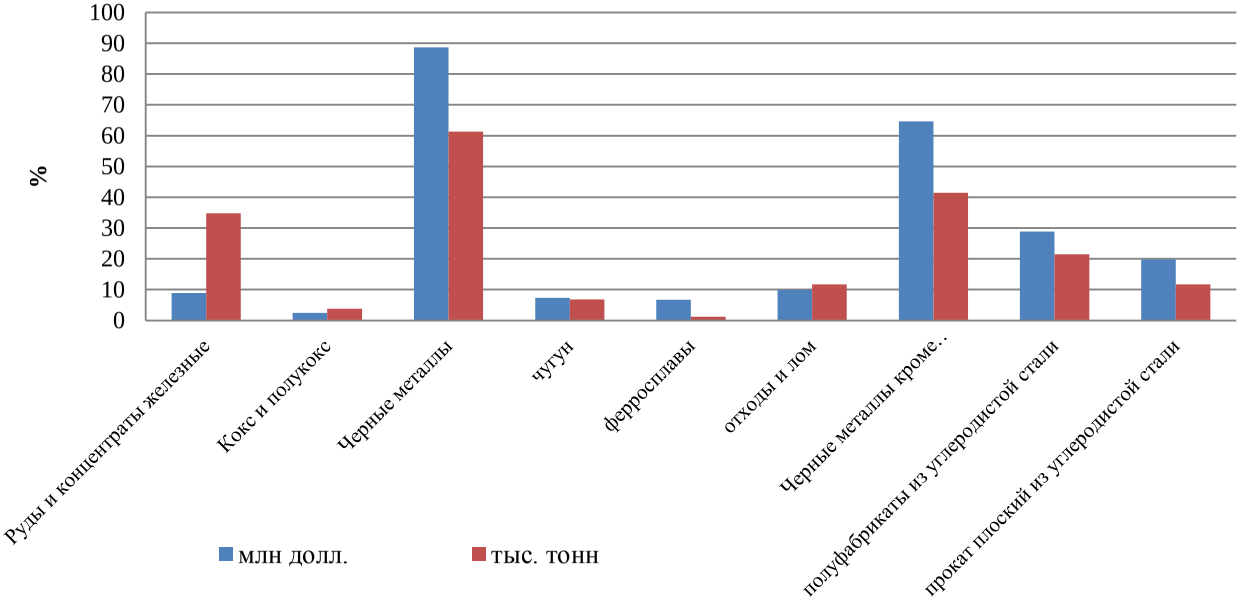


Рис. 1.8. Соотношение структуры экспорта продукции черной металлургии, рассчитанной на основе стоимостных показателей (млн долл.) и натуральных показателей (тыс. тонн)

Источник: Рассчитано на основе Экспорт и импорт Российской Федерации по товарам / Сайт Федеральной таможенной службы [Электронный ресурс]. URL: https://customs.gov.ru/folder/502 (дата обращения: 10.03.2022).

Таблица 1.3

Экспорт и импорт стали России в 2010–2021 гг., млн т

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Экспорт	27,40	24,70	26,70	23,60	27,00	29,70	31,20	31,10	33,30	29,50	31,50	32,60
Импорт	5,20	7,20	6,90	6,50	5,70	4,40	4,30	6,20	6,30	6,80	5,10	5,00
Чистый экспорт	22,20	17,50	19,80	17,10	21,30	25,30	26,90	24,90	27,00	22,70	26,40	27,60
Непрямой экспорт	1,30	1,17	2,04	2,06	1,93	2,23	1,86	2,04	2,42	2,50	-	-
Непрямой импорт	7,33	10,22	11,63	11,00	9,39	6,19	6,59	8,20	8,19	8,80	-	-
Чистый непрямой импорт	6,03	9,05	9,59	8,94	7,46	3,96	4,73	6,16	5,76	6,30	-	-

Источники: Составлено на основе: World Steel in Figures / World Steel Association. URL: https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/World-Steel-in-Figures.html (last accessed: 11.08.2022); Steel Statistical Yearbook / World Steel Association. URL: https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/steel-statistical-yearbook.html (дата обращения: 11.08.2022).

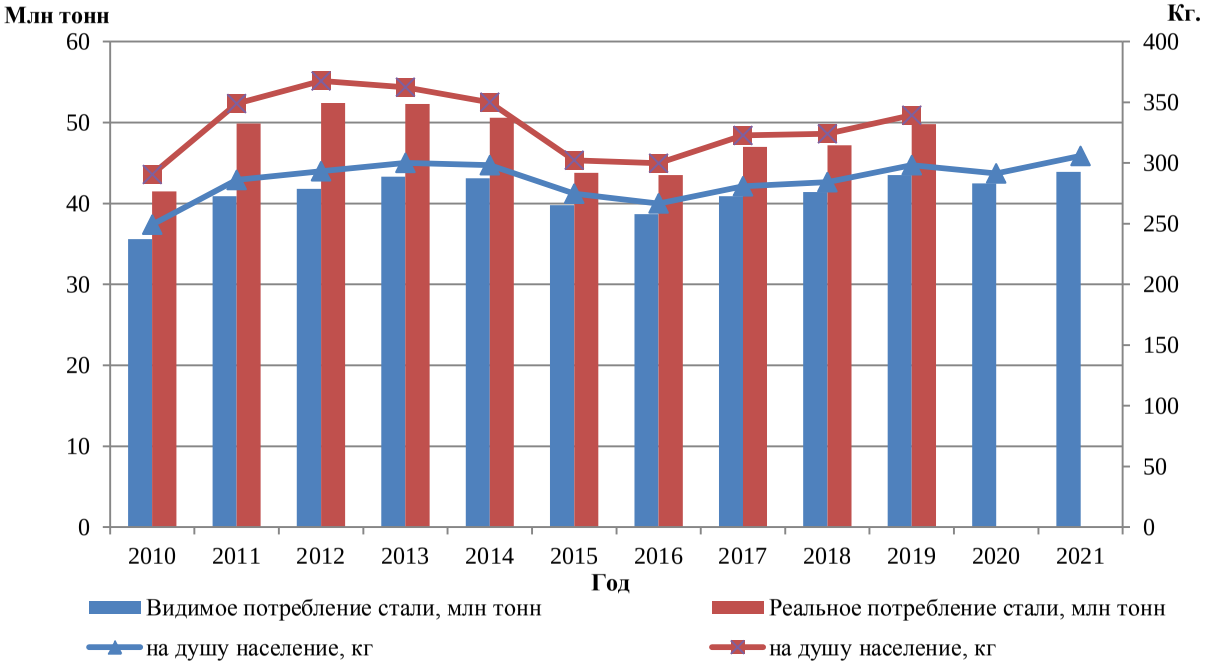


Рис. 1.9. Потребление стали (эквивалент готовой стальной продукции) в России в 2010–2021 гг.

Источник: World Steel in Figures / World Steel Association. URL: https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/World-Steel-in-Figures.html (дата обращения: 11.08.2022).

металлопродукцией (производство плюс чистый импорт), увеличилось на 23,31%, а на душу населения на 22,71%. Реальное потребление, равное видимому потреблению стали, увеличенному на сумму чистого импорта металлосодержащей продукции в стальном эквиваленте, выросло на 20%, на душу населения на 16,8%, что означает рост спроса на импортную продукцию более высоких переделов внутри страны. Однако в результате более быстрого роста видимого потребления стали можно говорить о снижении разрыва между видимым и реальным потреблением с 16,57% в 2010 г. до 14,48% в 2019 г., что может говорить о более быстром росте спроса на металлосодержащую продукцию отечественного производства.

Из рисунка 1.5 и рисунка 1.9 видно превышение производства стали в стране над внутренним потреблением. В 2021 г. видимое потребление составило 77% от производства стали. Как отмечает В.С. Устинов, с одной стороны это говорит об экспортной специализации черной металлургии России. С другой стороны, Россия обладает значительными потенциальными ресурсами металла, которые можно использовать на цели инвестиционного развития страны в случае перенаправления экспортных потоков на внутренний рынок [Устинов, 2020, с. 331].

Несмотря на экономические санкции со стороны ряда стран в первую очередь стран Европейского союза и Соединенных Штатов Америки, которые начали вводить с 2014 г., Россия является одним из основных игроков на рынке продукции черной металлургии в мире, входя в пятерку лидеров по производству стали (табл. 1.4). Россия относится к группе стран, которые за 2010-е годы увеличила объем выпуска стали. В данную группу также входят развивающиеся экономики таких стран, как Китай, Индия, Турция, Бразилия и Иран, а также некоторые развитые, например, Германия и Южная Корея. Основная часть развитых стран вошла в группу со снижающимся объемом выпуска среди которых в первую очередь следует выделить страны, относящиеся к мировым лидерам – Японию и США.

По экспорту стали Россия также входит в пятерку лидеров, увеличив экспорт с 27,4 млн тонн в 2010 г. до 32,6 млн тонн в 2021 г. Как можно заметить, из таблицы 1.5 следует, что структура экспорта стали по странам не является устойчивой. Сохраняется

Таблица 1.4

Лидеры по производству стали в мире в 2010–2021 гг.

Страна	2010		2015		2020		2021	
	Ранг	Млн т	Ранг	Млн т	Ранг	Млн т	Ранг	Млн т
Китай	1	637,4	1	803,8	1	1064,8	1	1032,8
Индия	4	68,3	3	89,4	2	100,3	2	118,2
Япония	2	109,6	2	105,2	3	83,2	3	96,3
США	3	86,4	4	78,8	4	72,7	4	85,8
Россия	5	66,9	5	70,9	5	71,6	5	75,6
Южная Корея	6	58,9	6	69,7	6	67,1	6	70,4
Германия	7	43,8	7	42,7	8	35,7	8	40,1
Турция	10	29,1	9	31,5	7	35,8	7	40,4
Бразилия	9	32,9	8	33,3	9	31	9	36,2
Иран	17	12	14	16,1	10	29	10	28,5
Мир	-	1433	-	1621	-	1877,5	-	1951,2

Источник: Составлено на основе World Steel in Figures / World Steel Association. URL: https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/World-Steel-in-Figures.html (дата обращения: 11.08.2022).

Таблица 1.5

Лидеры по экспорту стали в мире в 2010–2021 гг.

Страна	2010		2015		2020		2021	
	Ранг	Млн т	Ранг	Млн т	Ранг	Млн т	Ранг	Млн т
Китай	2	41,6	1	111,6	1	51,4	1	66,2
Япония	1	42,7	2	40,8	3	29,8	2	33,8
Южная Корея	7	24,6	4	31,2	4	27,6	4	26,8
Россия	4	27,4	5	29,7	2	31,5	3	32,6
ЕС (28 стран)	3	-	3	33,8	5	22,6	5	26
Германия	5	25,4	6	25,1	6	21,2	6	23,9
Турция	8	16,2	10	15	7	18,5	7	22,1
Италия	9	15,3	8	16,5	10	14,9	9	17,2
Бельгия	10	15,2	9	15,2	11	12,9	11	15,5
Украина	6	25,2	7	17,7	9	15,2	10	15,7
Мир	-	392,7	-	467,4	-	400,7	-	460,3

Примечание: Показатели ЕС (28 стран) приведены без учета внутренних перетоков между 28 странами-членами ЕС.

Источники: Составлено на основе: World Steel in Figures / World Steel Association. URL: https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/World-Steel-in-Figures.html (last accessed: 11.08.2022); Steel Statistical Yearbook / World Steel Association. URL: https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/steel-statistical-yearbook.html (дата обращения: 11.08.2022).

общая тенденция лидерства Китая, который с 2011 г. занимает первое место. Россия по итогам 2021 г. заняла третье место, в то время как в 2010 г. занимала четвертое. Что касается импорта, Россия не входила за рассматриваемый период даже в двадцатку лидеров по импорту стали. Это еще раз говорит об ориентации страны на экспорт железорудного сырья и черных металлов, и на импорт металлосодержащей продукции.

По видимому потреблению стали Россия входит в десятку лидеров, сохраняя шестую позицию с 2011 г. (табл. 1.6.). Показательным является сравнение доли видимого потребления в общем выпуске стали, что позволяет сделать некоторые выводы об отраслевой структуре экономики страны и ее текущем состоянии. Из рисунка 1.10 видно, что среди представленных стран лидеров по видимому потреблению стали у России данное соотношение на протяжении рассматриваемого периода является наименьшим и в среднем составляет 60% при среднем значении по миру 93%. Это говорит о том, что Россия значительную часть получаемых черных металлов направляет на экспорт. В то же время, к примеру, в Германии в среднем данная величина составляет около 90%, что отражает ориентацию экономики на использование черных металлов внутри страны в частности для производства продукции машиностроения, которая является одной из основных строк экспорта страны. Одновременно можно заметить, что в некоторых странах за рассматриваемый период значительно выросло данное соотношение в пользу видимого потребления. Например, в США отношение видимого потребления стали к ее производству с 2010 г. увеличилось в 1,4 раза, составив в 2021 г. более 100% против 72,9%, что, на наш взгляд, свидетельствует о восстановлении экономики страны после кризиса 2008 г. и, как следствие, о росте спроса на металлопродукцию в результате роста инвестиционного и потребительского спроса в стране.

Для итогового отражения роли России в мировой черной металлургии можно привести показатели ее вклада в мировое производство, торговлю и потребление стали (табл. 1.7). В 2021 г. российскими предприятиями черной металлургии произведено 3,87% мирового выпуска стали, при этом доля снизилась на 0,8 п.п. по сравнению с 2010 г. Доля России в экспорте составила 7,08% в 2021 г., увеличившись на 1 п.п. по сравнению с 2010 г.

Таблица 1.6

Лидеры по видимому потреблению стали в мире в 2010–2021 гг.

Страна	2010		2015		2020		2021	
	Ранг	Млн т	Ранг	Млн т	Ранг	Млн т	Ранг	Млн т
Китай	1	587,6	1	672,3	1	995	1	952
Индия	3	64,9	3	80,2	2	88,5	2	106,1
США	2	79,9	2	96,1	3	80	3	97,1
Япония	4	63,6	4	63	4	52,6	4	57,5
Южная Корея	5	52,4	5	55,8	5	49	5	55,6
Россия	7	35,6	6	39,8	6	42,5	6	43,9
Германия	6	36,2	7	39,1	7	31,1	7	35,2
Турция	10	23,6	8	34,4	8	29,5	8	33,4
Италия	9	25,7	10	24,5	10	19,9	9	25,9
Мексика	13	17,2	9	24,9	9	21,7	10	25,3
Мир	-	1300,1	-	1505,8	-	1771,8	-	1833,7

Источник: Составлено на основе: World Steel in Figures / World Steel Association. URL: https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/World-Steel-in-Figures.html (дата обращения: 11.08.2022).

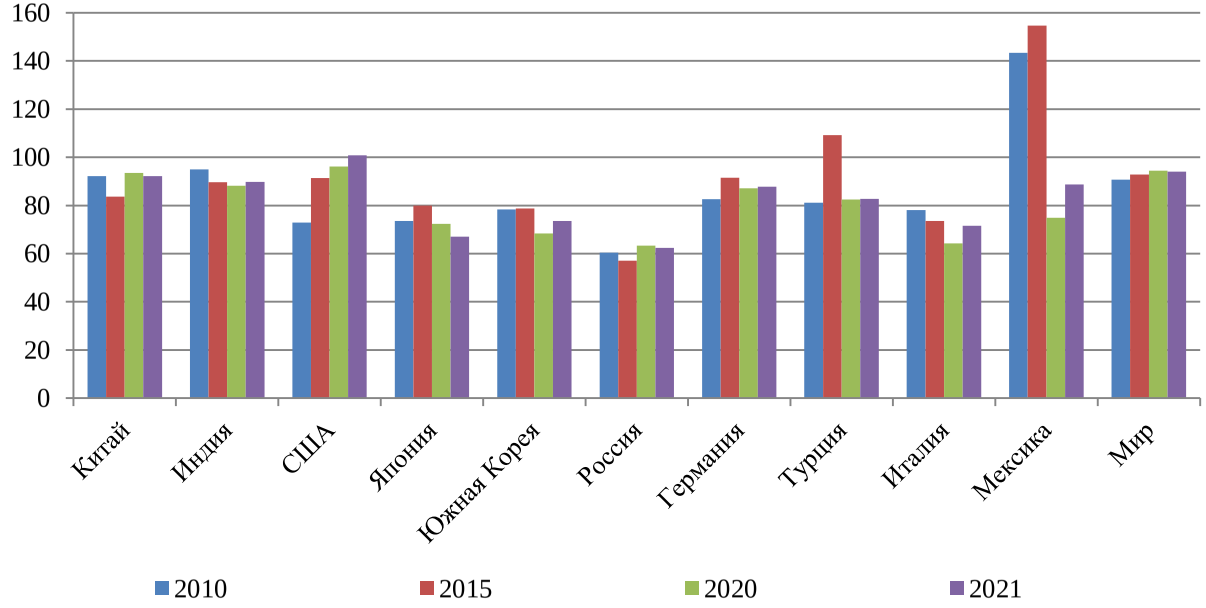


Рис. 1.10. Соотношение видимого потребления и производства стали по странам лидерам и в среднем по миру, процентов

Источник: Составлено на основе таблиц 1.4 и 1.6.

Таблица 1.7

Положение России на мировом рынке стали в 2010–2021 гг.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Доля России в производстве стали, %	4,67	4,48	4,51	4,16	4,28	4,37	4,33	4,12	3,97	3,85	3,81	3,87
Ранг производство стали	5	5	5	5	6	5	5	5	6	5	5	5
Доля России в экспорте стали, %	6,98	5,90	6,42	5,72	5,90	6,35	6,54	6,72	7,29	6,74	7,86	7,08
Ранг экспорт стали	4	7	5	7	5	5	3	4	3	4	2	3
Доля России в видимом потреблении стали, %	2,74	2,93	2,96	2,80	2,78	2,64	2,55	2,50	2,42	2,46	2,40	2,39
Ранг видимое потребление стали	7	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6

Источник: World Steel in Figures / World Steel Association. URL: https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/World-Steel-in-Figures.html (дата обращения: 11.08.2022).

Видимое потребление в 2021 г. составило 2,39% от мирового показателя. При этом доля России уменьшилась на 0,35 п.п. по сравнению с 2010 г. Если снижение доли России в мировом производстве стали можно объяснить существенно более быстрым ростом выпуска Китая и Индии по сравнению с Россией (см. табл. 1.4), то снижение доли России в видимом потреблении полностью объясняется устойчивой тенденцией на увеличение экспорта. В качестве основных причин можно назвать низкие темпы роста отраслей потребителей черных металлов внутри страны [Соколов, Бажанов, 2022] и рост стоимости черных металлов, как и сырья для их производства на мировом рынке.

Производственные мощности ферросплавной промышленности России обеспечивают выпуск в объеме около 2 млн тонн сплавов и лигатур в год (табл. 1.8). Основное производство приходится на группу больших ферросплавов, к которой относятся кремниевые, марганцевые и хромовые сплавы. При этом производство марганцевых сплавов к 2021 г. существенно увеличилось. Производство остальных типов сплавов составляет менее 100 тыс. тонн в год, а по ряду ферросплавов около ноля. В качестве причин сложившейся структуры производства можно обозначить, во-первых, высокую степень зависимости России от поставок рудного сырья для производства ферросплавов. [Жучков и др., 2020, с. 212]. Во-вторых, сложившаяся структура потребления стали в России неблагоприятна для развития ферросплавного производства, поскольку в большей степени ориентирована на массовый выпуск рядовых марок стали [Павлов и др., 2020, с. 602].

Что касается структуры потребления, то по состоянию на 2018 г. большая часть приходится на сплавы марганца и кремния (рис. 1.11.). Несмотря на достаточно большие объемы выпуска сплавов хрома, потребление углеродистого и низкоуглеродистого феррохрома достаточно низкое, например, в 2018 г. составив 39,36 тыс. тонн и 25,4 тыс. тонн соответственно. Это свидетельствует о низком объеме производства нержавеющей стали в России, доля которой в общем объеме производства стали составила 0,26%.

Таблица 1.8

Производство ферросплавов в России в 2010–2021 гг., тыс. тонн

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ферросплавы	1 909,45	1 957,40	1 779,89	2 118,80	2 392,00	2 134,20	2 075,40	2 093,00
Ферросилиций	898,84	1 057,91	935,91	840,35	928,80	845,80	880,40	882,25
Силикокальций	9,35	0,95	0,68	0,08	0,17	0,33	0,41	0,02
Силикомарганец	156,10	188,90	203,22	286,90	305,10	369,80	384,70	426,90
Ферровольфрам	0,07	0,02	0,06	-	-	0,06	0,20	0,26
Ферромолибден	7,80	6,60	7,03	5,05	3,07	4,65	3,94	3,92
Феррованадий	7,20	12,28	12,39	12,59	11,38	10,93	9,08	7,75
Пятиокись ванадия	40,41	50,25	51,10	56,92	53,74	58,22	62,34	49,07
Ферониобий	0,13	0,05	-	0,001	-	-	-	0,01
Ферротитан	26,24	9,96	10,74	10,20	9,00	10,90	9,60	10,40
Ферробор	0,08	0,19	0,07	0,12	0,01	0,01	0,20	0,35
Феррохром	526,63	363,29	268,45	434,45	332,26	384,26	342,62	288,89
Ферросиликохром	54,77	102,02	71,27	80,90	90,00	79,10	59,66	53,67
Ферромарганец	174,90	155,70	145,92	252,60	280,90	272,80	238,40	273,40
Ферросплавы и лигатуры прочие	6,95	9,29	73,05	70,20	306,10	87,80	68,70	60,00

Источник: Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/ (дата обращения: 8.06.2022).

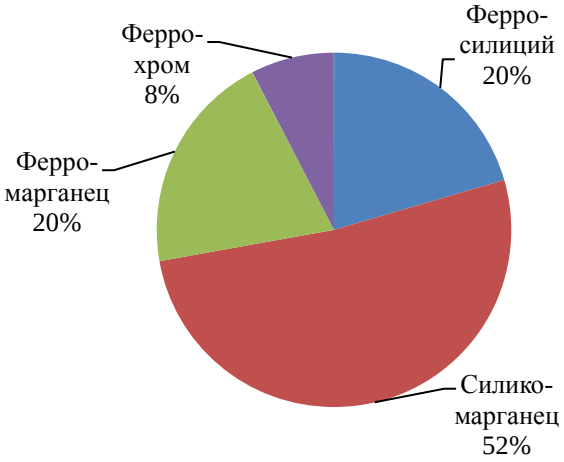


Рис. 1.11. Структура потребления ферросплавов российскими предприятиями в 2018 г.

Источник: Павлов А.В., Островский Д.Я., Аксенова В.В., Бишенов С.А. Текущее состояние производства ферросплавов в России и странах СНГ // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2020. Т. 63. № 8. С. 601. DOI: 10.17073/0368-0797-2020-8-600-605

Видимое потребление ферросплавов в России находится на уровне 1,5–1,9 млн тонн в год (рис. 1.12). Основная часть обеспечивается за счет отечественного производства. На экспорт в 2015–2021 гг. ежегодно отправлялось в среднем 37,93% от произведенного в России объема. По объемам экспорта на первом месте находится ферросилиций, по которому Россия является мировым лидером. Ферросплавы, содержащие марганец и хром, идут преимущественно на внутреннее потребление [Гагарский и др., 2018, с. 20–21].

Доля импорта в видимом потреблении ферросплавов к 2021 г. составила 18,22%. В страну импортируются сплавы, которые либо не производятся в достаточном объеме в стране, либо не производятся вовсе. Например, в России из-за истощения запасов кондиционных руд сокращена выплавка ферросплавов молибдена, а также прекращено производство ферросплавов никеля из окисленных никелевых руд. В промышленных масштабах не производится металлический марганец, возникший спрос

во второй половине 2010-х годов на который удовлетворялся за счет импорта из Китая. При этом также необходимо учитывать, что внутри страны существенная часть ферросплавов производится из импортного сырья. В частности, высока зависимость от импорта марганцевых и хромовых руд – из используемого в производстве объема импортируется 100% марганцевых руд и около 90% хромовых руд [Боярко, Хатьков, 2018, с. 62, 68].

Рис. 1.12. Видимое потребление и импорт ферросплавов в России

Источник: Петров С.П. Современное состояние ферросплавной промышленности России и перспективы ее развития в Азиатской части страны // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2022. Т. 78, № 12. С. 1019–1030. DOI: 10.32339/0135-5910-2022-12-1019-1030.

Из рисунка 1.12 видно, что доля импорта в целом сохраняется в диапазоне 15–21%, при росте видимого потребление ферросплавов. Это может быть объяснено мероприятиями по расширению сортамента выплавляемой стали и номенклатуры производимой продукции высоких переделов, реализованных металлургическими предприятиями в 2010-х годах. В результате формируется спрос на более широкую номенклатуру ферросплавов, что расширяет как их производство, так и поставки из-за границы.

1.3. Финансово-экономические показатели предприятий черной металлургии России

Положительная динамика развития черной металлургии России в первых двух десятилетиях XXI века сказалась на финансово-экономических показателях данной отрасли. Металлургические предприятия за счет своей сбытовой деятельности достигают высоких финансовых показателей, что в совокупности с их положением на рынке позволило им вывести свои акции на биржевые рынки. Не малую роль в этом играет и направленность собственников на их развитие, в первую очередь за счет модернизации производства, что позволяет снижать как производственные затраты, так и некоторые издержки, связанные, например, с негативным воздействием на окружающую среду. Однако ресурсоемкость продукции, формирующая базовые условия функционирования отрасли, отражается на величине и структуре данных затрат. При этом каждая стадия цепи поставок имеет собственную структуру.

Существенных изменений в структуре затрат предприятий разных переделов за рассматриваемый период не отмечается. Из важного можно отметить снижение долей топлива и энергии в затратах ГОКов и металлургических комбинатов в 2020 г. по сравнению с 2015 г., что может быть связано с переходом на более эффективное топливо, например, замещение использования кокса пылеугольным топливом в доменном производстве. При этом у трубных заводов данные показатели слегка возросли, что может быть связано с расширением сортамента выпускаемой продукции. В таблице 1.9 приведена усредненная структура затрат для предприятий четырех типов, а именно горно-обогатительного комбината, металлургического комбината, трубного завода и электрометаллургического завода. Металлургический комбинат как вертикально-интегрированное предприятие полного цикла включает в себя стадии агломерации и коксохимического производства, производство чугуна (доменное производство), сталелитейное производство, производство проката. Данные подготовлены по ведущим предприятиям соответствующего уровня. Например, категория металлургические комбинаты включает в себя такие предприятия как ЕВРАЗ ЗСМК, НТМК, ММК, НЛМК, ОЭМК, «Уральская сталь», ЧелМК, ЧерМК. Усредненные

значения показателей, кроме электрометаллургического завода, представлены на основе данных за 2019–2020 гг. из Бюллетеня научно-технической и экономической информации «Черная металлургия». Для определения структуры себестоимости на электрометаллургическом заводе, т.е. на предприятии с бездоменной технологией производства стали и получения готовой продукции использована отчетность Оскольского электрометаллургического комбината за 2012–2014 гг.

Таблица 1.9

Усредненная структура затрат в черной металлургии России по стадиям передела, %

Показатель	ГОК	МК	Трубный завод	ЭМЗ
1	2	3	4	5
Сырье и материалы	22,80	66,30	69,40	53,41
Топливо	7,25	7,50	1,15	9,29
Энергия	11,45	2,15	4,30	14,85
Затраты на оплату труда	12,60	5,40	7,25	8,42
Отчисления на социальные нужды	4,05	1,65	2,60	2,59
Амортизация основных средств	8,10	3,85	4,05	3,58
Работы и услуги производственного характера, выполненные сторонними организациями, и приобретенные комплектующие изделия	14,00	7,10	6,15	6,21
Прочие затраты	19,75	6,05	5,10	1,64

Примечание: ГОК – горно-обогатительный комбинат; МК – металлургический комбинат; ЭМЗ – электрометаллургический завод.

Источники: Катунин В.В., Зиновьева Н.Г., Иванова И.М., Петракова Т.М.. Основные показатели работы черной металлургии России в 2019 г. / Бюллетень «Черная металлургия». – 2020. – Т. 76, № 4. – С. 319–320. DOI: 10.32339/0135-5910-2020-4-309-334; Катунин В.В., Зиновьева Н.Г., Иванова И.М., Петракова Т.М. Основные показатели работы черной металлургии России в 2020 г. / Бюллетень «Черная металлургия». – 2021. – Т. 77, № 4. – С. 377. DOI: 10.32339/0135-5910-2021-4-367-392; Годовые отчеты АО «Оскольский электрометаллургический комбинат» за 2012–2014 гг. / Интерфакс – Сервер раскрытия корпоративной информации [Электронный ресурс]. URL: https://e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=3818&type=2 (дата обращения: 12.08.2022).

Как видно, основные отличия в структуре затрат по типам предприятий связаны с долей затрат по категориям «Сырье и материалы», «Топливо» и «Энергия». Поскольку горно-обогатительные комбинаты находятся в начале производственного процесса и вне зависимости от используемой технологии на металлургическом предприятии поставляют сырье для них, сырье и материалы потребляются в относительно меньшем количестве и занимают существенно более низкую долю в структуре затрат ГОКов. В случае металлургического комбината и электрометаллургического завода высоки затраты на приобретение железорудного сырья для производства, в случае трубных заводов – стальной заготовки. Высокая доля затрат на сырье и материалы в структуре затрат определила совпадение динамики изменения цен на сырье и величины затрат в одном рубле произведенной продукции.

Основным отличием бездоменного производства от схемы производства с наличием аглодоменной стадии, что видно из сравнения структуры затрат электрометаллургического завода и металлургического комбината, является существенная доля затрат на энергию за счет высокой потребности в электроэнергии. В таблице 1.10 видно, что основными потребителями электроэнергии при производстве одной тонны продукции выступают

Таблица 1.10

Оценки удельных затрат топливно-энергетических ресурсов на предприятиях черной металлургии России в 2020 г.

Показатель	Агломерат	Чугун	Сталь КК	Сталь ЭДП
1	2	3	4	5
Потребление электроэнергии, кВт·ч/т	101,20	15,05	67,00	740,00
Топливо – природный газ, $м^3$/т	5,90	52,90	4,85	18,90
Технологические газы (кислород), $м^3$/т	-	82,75	56,80	42,30
Уголь, кг/т	-	40,00	7,00	-
Кокс, кг/т	-	439,40	1,04	5,80

Примечание: КК – производство в кислородном конвертере; ЭДП – электродуговое производство.

Источник: ИТС 26-2021 Производство чугуна, стали и ферросплавов: Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. М.: Бюро НДТ. – 2021. – 575 с.

ГОКи и электрометаллургические заводы. Основным потребителем топлива являются комбинаты, поскольку они расходуют природный газ и кокс как топливо при производстве чугуна, а также природный газ при производстве стали. Кокс в производстве стали потребляется в небольших объемах, выполняя функцию восстановителя.

Обновление и модернизация производств в черной металлургии России в 2000-х годах привели к росту производительности труда в отрасли. В 2020 г. производительность труда на металлургических комбинатах выросла в 1,9 раза по сравнению с 2011 г. На трубных заводах в 2020 г. производительность труда выросла в 1,6 раза по сравнению с 2013 г. При этом в черной металлургии производительность труда, исчисленная в рублях на одного человека, превышает средний уровень производительности труда в российской экономике. Что обращает на себя внимание, это схожесть на рассматриваемом промежутке времени динамики изменения производительности труда в черной металлургии и экономике России с лагом в один год (рис. 1.13). Снижение производительности труда в черной металлургии предшествует снижению производительности труда в экономике России, и наоборот. На металлургических производствах основной причиной изменения производительности труда является изменение объема производства, которое колеблется из года в год, поскольку количество рабочих не изменяется достаточно быстро. Несмотря на то что производительность труда в экономике России зависит не только от одной ее отрасли, можно предположить, что при прочих равных условиях изменение объемов выпуска металлургическими комбинатами приводит к изменению как производительности труда, так и уровня потребления стали. В работе Устинова В.С. [Устинов, 2020, с. 341–342] показано, что между валовым накоплением основного капитала и реальным потреблением стали имеется положительная связь, что приводит к изменению валового внутреннего продукта страны в том же направлении, что и изменение производительности труда в металлургии, следовательно, в том же направлении изменяется производительность труда в экономике страны. Поскольку преобразование стальной продукции в основной капитал требует определенного време-

ни, например, для строительства или выпуска продукции машиностроения, возникает лаг между рассматриваемыми показателями.

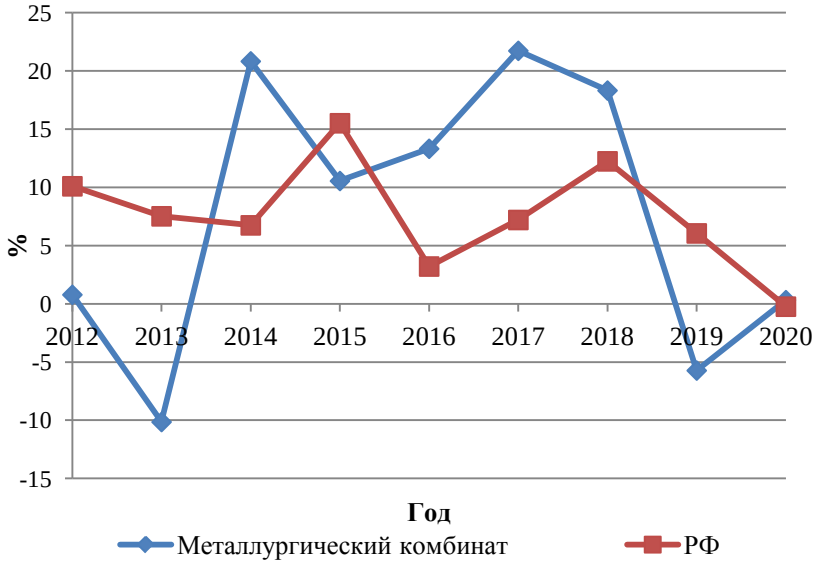


Рис. 1.13. Динамика изменения производительности труда в черной металлургии и экономике России

Источники: Рассчитано на основе серии статей «Основные показатели работы черной металлургии России», опубликованные в журнале «Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации» за 2015–2021 гг.; Российский статистический ежегодник / Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994 (дата обращения: 20.07.2022).

Следствием развития черной металлургии России, включая освоение новых типов продукции и повышение производительности труда, можно назвать улучшение финансовых показателей металлургических предприятий. На рисунке 1.14 видна сложившаяся тенденция снижения затрат на один рубль реализованной продукции. Это в свою очередь обеспечило положительную тенденцию изменения рентабельности продукции и ее рост с 8,8%

в 2011 г. до уровня 18,7% в 2020 г. Снижение затрат на один рубль реализованной продукции может быть объяснено ростом цен на различные типы продукции черной металлургии и увеличением объема продаж. Хотя в структуре затрат производства черных металлов основную долю занимают затраты на сырье и материалы, существенный объем продукции выпускается на интегрированных предприятиях с наличием возможности самостоятельной

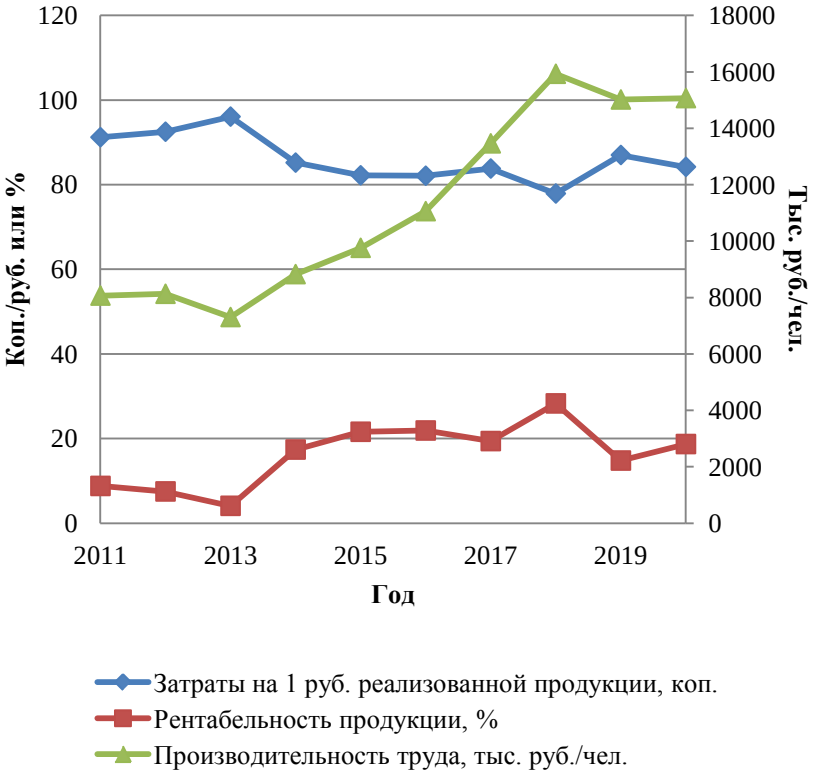


Рис. 1.14. Экономические показатели деятельности предприятий черной металлургии России

Источник: Составлено на основе серии статей «Основные показатели работы черной металлургии России», опубликованные в журнале «Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации» за 2015–2021 гг.

подготовки сырья для своих производств. Несмотря на рост цен на железорудное сырье в рассматриваемом периоде интеграция производства вдоль цепей поставок обеспечила более низкий уровень затрат на сырье по сравнению с закупкой на рынке. Кроме того, в реализации продукции существенной статьей затрат в условиях России являются транспортные затраты, доля которых в среднем составляет 20–30% от цены металла [Протасов, Сивак, 2019, с. 968]. Тарифы на железнодорожный грузовой транспорт, являющийся основным перевозчиком продукции черной металлургии, росли более низкими темпами (выросли менее чем на 50% в рассматриваемом периоде) по сравнению с ценами на черные металлы (по ряду товаров выросли в 2 раза за рассматриваемый период) [Цены в России (эл. ист. инф.)], что также обусловило снижение затрат на один рубль реализованной продукции и рост рентабельности.

Высокая прибыль и рентабельность металлургического производства обеспечили возможность выплаты высоких дивидендов акционерам и реализации ряда инвестиционных проектов за счет собственных средств. Металлургический и горнодобывающий секторы в списке отраслей по убыванию величины выплачиваемых дивидендов расположились на второй позиции после нефтегазовой отрасли. Например, в 2016 г. металлургический и горнодобывающий секторы выплатили 453 млрд рублей дивидендов, что больше на 37% величины выплат в 2015 г. и является наибольшим ростом среди всех отраслей. Для сравнения в лидирующей нефтегазовой отрасли выплачено 574 млрд рублей, что на 15% меньше уровня 2015 г. При этом в нефтегазовой отрасли выплачено 40% от суммы всех дивидендов в стране, а металлургическом и горнодобывающем секторах выплачен 31% [Металлургические и горнодобывающие компании…, 2017].

Инвестиционная деятельность предприятий черной металлургии России в 2010–2021 гг. была направлена на реконструкцию производства и реализацию программ стратегического развития с целью повышения конкурентоспособности продукции, снижения издержек, улучшения сортамента, энергосбережения и сокращения вредных выбросов в окружающую среду (табл. 1.11). Также значительные средства инвестировались в смежные производства (металлосервисные сети, штамповочные производства, метизное

производство, создание крупных ломозаготовительных структур), в инфраструктурные объекты в области энергетики, железнодорожного транспорта и портовой инфраструктуры. Начиная с 2018 г. более ярко стал проявляться тренд на цифровизацию металлургического производства, направленный на оптимизацию управления производственными процессами, промышленной безопасности, финансовыми потоками, открытие цифровых площадок и т.п. Некоторое влияние на инвестиционные программы оказала пандемия коронавируса, начавшаяся в 2020 г., при этом не только в плане снижения вложений из-за сокращения спроса на продукцию, но и необходимости реорганизации деятельности предприятий, связанной с переводом части сотрудников на дистанционный формат работы. Это также оказало влияние на ускорение некоторых процессов цифровизации.

Таблица 1.11

Количество реализованных инвестиционных проектов в черной металлургии России в 2014–2020 гг. по категориям

Расширение сортамента	89
Энергоэффективность	9
Реконструкция оборудования, в том числе	86
модернизация доменных печей	15
модернизация кислородных конвертеров	10
автоматизация процессов	5
Экология	34
Капитальный ремонт доменных печей	9
Капитальный ремонт кислородных конвертеров	7
Капитальный ремонт электродуговых печей	1
Капитальный ремонт в прокатном производстве	9
Ввод нового оборудования и комплексов	79
Цифровизация	12

Источник: Составлено на основе серии статей «Основные показатели работы черной металлургии России», опубликованные в журнале «Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации» за 2015–2021 гг.

Из таблицы 1.11 видно, что основная часть инвестиций в рассматриваемом периоде направлялась на реализацию проектов, связанных с расширением сортамента производимой продукции, включая импортозамещение, а также на реконструкцию оборудования и ввод нового оборудования и комплексов. Последнее тесно связано с расширением сортамента продукции и другими направлениями, такими как проекты повышения энергоэффективности и проекты, связанные с экологией. На решение вопросов экологии, энергоэффективности, а также снижения затрат на производство направлены инвестиционные проекты по капитальному ремонту и модернизации. Например, в ходе капитального ремонта доменных печей широко внедряется применение пылеугольного топлива, что позволяет снизить затраты на топливо для выплавки чугуна, а также выбросы вредных веществ. Реализация ряда указанных проектов, а также проектов, направленных непосредственно на цифровизацию производства и деятельности предприятий черной металлургии, привели к значимым результатам, о чем свидетельствуют исследования Deloitte, которые поставили черную металлургию на второе место в России по уровню цифровизации [Обзор рынка…, 2019].

1.4. Организация цепей поставок вокруг предприятий черной металлургии России

Результат функционирования предприятий той или иной отрасли зависит не только от самого предприятия, но и от других субъектов, причастных в итоге к удовлетворению потребностей конечных потребителей. Среди основных таких участников можно выделить поставщиков сырья и материалов, поставщиков оборудования, сбытовые фирмы, финансовые организации и т.д. При этом потребители также являются важными участниками выстраиваемых вокруг рассматриваемых предприятий цепей, поскольку являются источником необходимой для повышения конкурентоспособности фирм информации. Все данные субъекты объединены между собой едиными материальными, финансовыми и информационными потоками в формируемой вокруг фокусной фирмы цепи поставок. Организация данных потоков соответствует целям либо фокусной

фирмы, либо совокупности участников цепи поставок, что определяет форму вертикального взаимодействия субъектов в рамках данной цепи.

Цепь поставок представляет собой последовательность действий, связанных с планированием, координацией и контролем потока как ресурсов, так и готовой продукции от поставщиков к потребителям [Stevens, 1989, с. 3]. Она связана с выполнением основных бизнес-функций и бизнес-процессов внутри и между фирмами в единой структуре. При этом ведущее значение имеет организация движения товаров и услуг. Немаловажным является и функционирование иных потоков внутри цепи поставок, среди которых выделяются информационный и ресурсный (рис. 1.15). Движущей силой взаимодействия субъектов цепи поставок выступает стремление к контролю и координации операций внутри цепи, что позволяет через изменение механизма контроля снизить издержки деятельности и взаимодействия участников цепи, получить положительные синергетические эффекты функционирования цепи в целом.

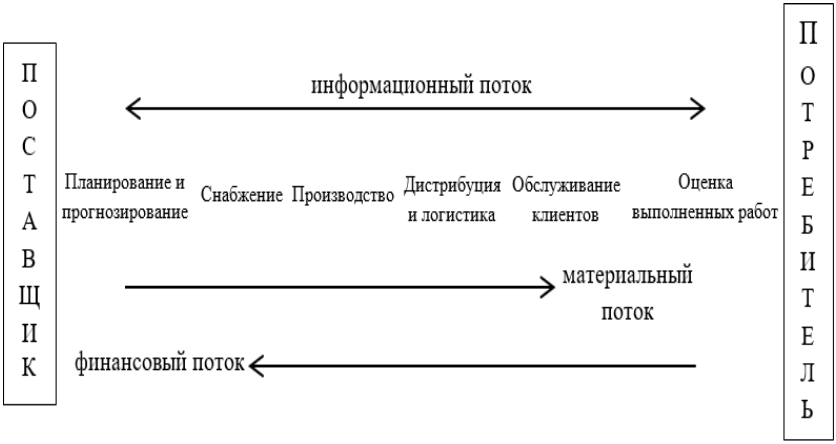


Рис. 1.15. Компоненты и потоки цепи поставок производственной фирмы

Источник: Spekman R.E., Kamauff Jr.J.W. and Myhr N. (1998). An empirical investigation into supply chain management. A perspective on partnerships // International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 28(8), P. 632. DOI: 10.1108/13598549810215379

Развитие экономических отношений между потребителями, производителями и поставщиками приводит к возникновению различных форм вертикального взаимодействия субъектов цепей поставок. Трансформация потребительского поведения вынуждает организации выстраивать более тесное взаимодействие со своими клиентами в связи с возрастающими требованиями к выпускаемой продукции или оказываемым услугам. Это в свою очередь повышает требования к поставляемым ресурсам, что изменяет взаимоотношения между производителями и поставщиками. Возрастает взаимозависимость между различными субъектами цепи поставок [Фетюхина, 2007, с. 306–307], что отражается в принимаемой форме вертикального взаимодействия. Постепенное осознание такого взаимовлияния приводит к переосмыслению целей деятельности организаций. В ряде случаев в конце XX века и в XXI веке максимизация прибыли отдельной фирмы уступила место стремлению максимизации суммарных выгод, генерируемых всеми субъектами цепи поставок [Chopra and Meindl, 2013, с. 116]. Последнее, как известно из ряда экономических моделей, в частности описывающих поведение фирм в условиях олигополии, позволяет получить большие выгоды, в том числе в расчете на одного субъекта.

В качестве форм вертикального взаимодействия в цепях поставок можно выделить вертикальную интеграцию, вертикальные ограничивающие соглашения, интеграцию цепей поставок и рыночное взаимодействие [Петров, Гильмундинов, 2022]. Вертикальная интеграция подразумевает объединение разных звеньев цепи поставок в рамках единой фирмы и отражает данную фирму как организационную структуру, основанную на координации единым центром. Противоположностью является полная обособленность и самостоятельность фирм на разных звеньях цепи поставок, т.е. случай рыночного взаимодействия, который представляет собой организационную структуру, основанную на обмене за счет ценового механизма. Между данными крайними случаями можно выделить формы гибридной контрактации, к которым относятся вертикальные ограничивающие соглашения и интеграция цепи поставок. Вертикальные ограничивающие соглашения предполагают при сохранении независимости субъектов взаимодействия ограничение хозяйственной

самостоятельности одной из сторон в результате перераспределения прав принятия решений в пользу другой [Антимонопольная политика… (ред.), 2018, с. 172]. Интеграцию цепи поставок можно определить, как объединение основных функций и процессов внутри и между фирмами в единую и высокоэффективную бизнес-модель [Chen et al., 2009, с. 27] при сохранении у участников взаимодействия как независимости, так и контроля за принятием решений. В отличие от вертикальной интеграции и вертикальных ограничивающих соглашений при интеграции цепи поставок не организуется контроль цепи единым центром, а ее участники объединяются в рамках общего управления различными потоками на основе получаемых выгод вследствие синергетического эффекта реализации согласованных между ними решений.

Цепи поставок, выстроенные вокруг предприятий черной металлургии начинаются с различного типа поставщиков. К ним относятся не только поставщики сырья, но также энергии, оборудования, запасных частей, различного типа услуг и т.п. Наиболее значимыми являются поставщики сырья. Поскольку основными предприятиями черной металлургии являются предприятия полного цикла, а основными потребителями крупные фирмы, преимущественно происходят прямые поставки от производителя потребителю. Однако в случае неинтегрированных предприятий, производитель может не взаимодействовать напрямую с потребителями металлопродукции. Поэтому после основного производства выделяется этап дальнейшей металообработки и дистрибуции. Если абстрагироваться от типа предприятия, производящего черные металлы, то цепи поставок, выстроенные вокруг предприятий черной металлургии, в обобщенном виде могут быть представлены несколькими блоками, показанными на рисунке 1.16.

Форма организации цепи поставок отличается от отрасли к отрасли. Кроме того, по определенной форме может быть организована не только вся цепь в целом, но и совокупность отдельных ее звеньев. В черной металлургии России преимущественно сформировалось две схемы организации вертикального взаимодействия внутри цепей поставок. Первая схема, преобладающая в российской черной металлургии, относится к цепям поставок, выстроенным вокруг крупных комбинатов, являющихся фокус

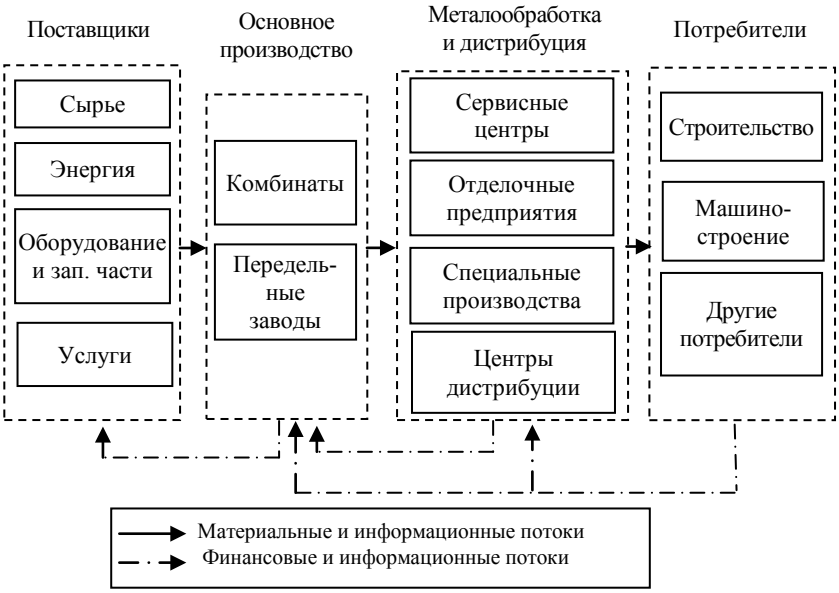


Рис. 1.16. Обобщенная схема цепей поставок, выстроенных вокруг предприятий черной металлургии

Источник: Составлена на основе Солодовников В. В. Эволюция цепей поставок предприятий черной металлургии / РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2017. – № 2. – С. 60.

ными фирмами (рис. 1.17). Организация взаимодействия комбинатов с поставщиками приняла форму вертикальной интеграции. Формирование вертикально-интегрированных фирм является следствием высокого уровня риска потери поставщиков при недостаточном уровне доверия рынку и контрагентам в части надежности цепей поставок. Это связано с ограниченным числом поставщиков, концентрированными рынками ряда ресурсов, необходимых для металлургических комбинатов, что приводит к высоким трансакционным издержкам при рыночной форме взаимодействия. Для снижения уровня риска и трансакционных издержек крупные металлургические предприятия выстраивают взаимодействие с поставщиками ресурсов на основе вертикальной интеграции.

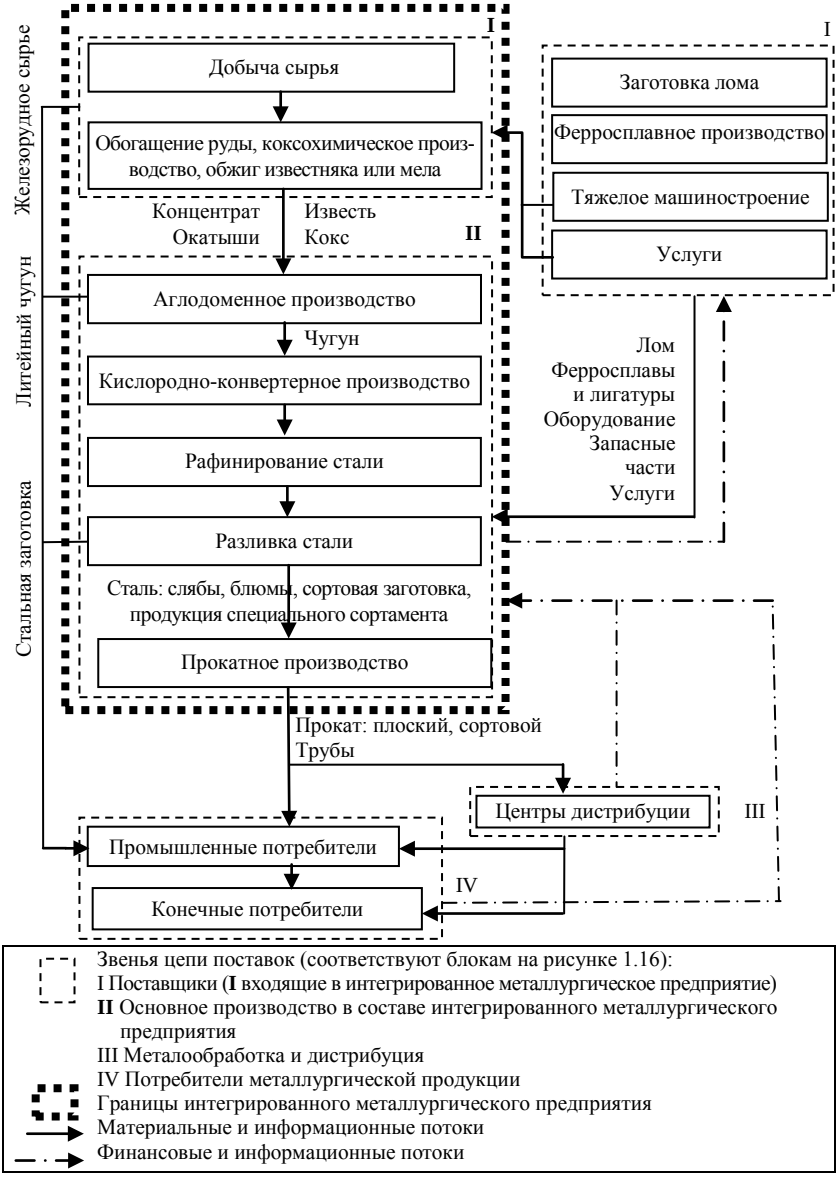


Рис. 1.17. Преимущественная схема организации цепи поставок интегрированного металлургического предприятия в России

Источник: Составлено автором.

В организации взаимодействия интегрированных металлургических производителей с потребителями, основными из которых являются предприятия машиностроения и строительства, произошло широкое распространение процесса интеграции цепей поставок. На это повлияли такие факторы, как значительные колебания спроса, риски по стоимости сырья и ценам на продукцию, расширение сортамента продукции и др. Ярко это проявилось во взаимодействии с автопроизводителями в связи с серьезными изменениями требований к их продукции со стороны конечных потребителей, что формирует спрос на новые марки стали. Распространенной практикой интеграции цепи стала стратегия «Управления запасами поставщиком», когда поставщик контролирует запасы своей готовой продукции на складах покупателя [Солодовников, 2017, с. 15, 18].

В результате, неоднородность формирования вертикального взаимодействия на разных звеньях цепей поставок, выстроенных преимущественно вокруг металлургических комбинатов, объясняется, с одной стороны, высоким риском потери поставщиков, низким уровнем доверия рынку ресурсов и контрагентам на них вследствие небольшого числа последних, что дает им возможность влиять на производителей черных металлов и готовой продукции, и объясняет формирование вертикально-интегрированных фирм. С другой стороны, большое число потребителей продукции черной металлургии при наличии у них рыночной власти, изменение структуры спроса со стороны конечных потребителей и их роли в цепях поставок приводят к формированию интегрированной цепи в условиях совпадения целей ее участников.

Вторая схема организации вертикального взаимодействия в цепях поставок характерна для цепей, выстроенных вокруг электросталеплавильных заводов (рис. 1.18). Данные предприятия существенно меньше металлургических комбинатов и зачастую не имеют собственной ресурсной базы. По большей части взаимодействие металлургического производителя с контрагентами стремится к рыночной форме. В случае взаимодействия с потребителями форма организации и причины ее выбора такие же, как при схеме организации цепей поставок вокруг металлургических комбинатов, т.е. интеграция цепей поставок. Основное отличие данной схемы состоит в форме организации взаимодействия с поставщиками.

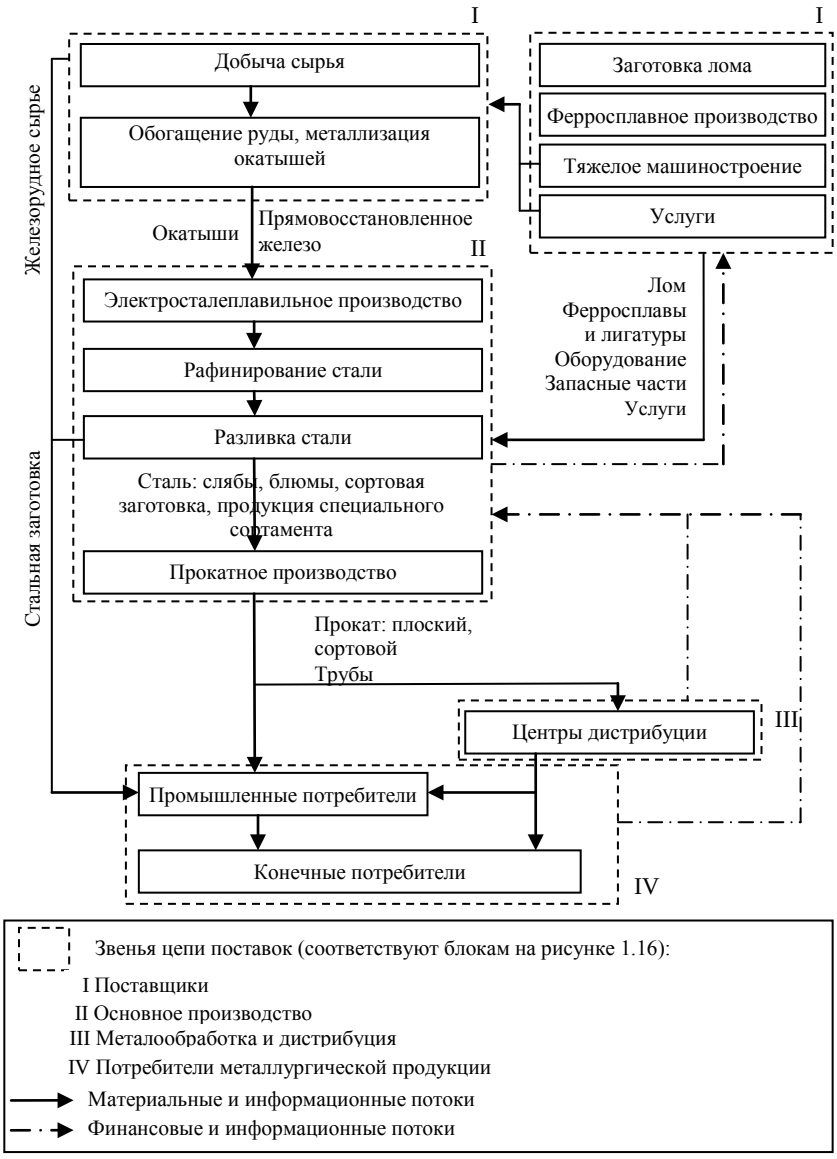


Рис. 1.18. Преимущественная схема организации цепи поставок вокруг электросталеплавильного завода в России

Источник: Составлено автором.

В основном вертикальное взаимодействие электросталеплавильных заводов и поставщиков строится на основе рыночного взаимодействия. При этом поставщиками сырья зачастую выступают крупные интегрированные металлургические холдинги. В качестве одной из основных причин такой формы взаимодействия, на наш взгляд, выступает совокупность факторов величины спроса и технологической схемы производства. В основном электрометаллургические предприятия относятся к типу мини-заводов, удовлетворяющих потребности в металлопродукции регионов их размещения. Малые объемы производства под конкретные заказы характерны для электросталеплавильного производства, но не для крупных металлургических комбинатов. Ориентация комбинатов на выпуск крупных партий определенных марок стали ограничивает их интерес к источникам небольшого спроса. Одновременно по некоторому типу сырья ряд металлургических холдингов России самообеспечены более чем на 100%, что позволяет им продавать часть железорудного сырья другим предприятиям.

Таким образом, черная металлургия России является неоднородной отраслью с точки зрения организации вертикального взаимодействия в цепях поставок, выстроенных вокруг предприятий данной отрасли. Несмотря на то что основная часть черных металлов производится на крупных интегрированных металлургических предприятиях, границами их интеграции выступает стадия получения металлопродукции, которая является промежуточным продуктом во всей цепи. Продукция, относящаяся к конечной, производится иными предприятиями, являющимися потребителями для предприятий черной металлургии. Среди основных потребителей можно выделить предприятия машиностроения и строительства. Потребности со стороны основных потребителей в больших объемах продукции, сложившаяся технологическая схема организации производства, включающая аглодоменное производство, в совокупности с получением стали в кислородных конвертерах, что обосновывает действие существенного положительного эффекта масштаба в отрасли, и ряд других факторов, в том числе обоснованных действием рынка, определили масштаб ведущих предприятий черной металлургии и организацию вертикального взаимодействия на основе вертикальной нтеграции с поставщиками и интеграции цепей поставки с ос-

новными потребителями. Одновременно необходимость в удовлетворении потребностей небольших местных потребителей дало основание для развитие электросталеплавильных заводов, небольших в сравнении с масштабами комбинатов, но более гибких в вопросе выпуска требуемого сортамента продукции. В таком случае большее проявление имеют близкие к рыночным формы взаимодействия в цепях поставок.

1.5. Влияние геополитических событий на состояние черной металлургии России в 2022 г.

Устойчивое развитие предприятия в современной экономике определяется цепями поставок, в которые встроена его деятельность вне зависимости от того является ли оно простым субъектом цепи или же субъектом, называемым фокусной фирмой, вокруг которой выстроена цепь. Форма взаимодействия субъектов внутри цепи поставок, ее пространственная и отраслевая структура определяют результативность цепи, составляющих на разных ее звеньях отраслевых рынков и их участников. Различные внутренние и внешние шоки могут привести к изменению или даже разрушению всей цепи. Ситуация перестройки и по сути проверки на способность фокусных фирм подстраивать свои цепи поставок под изменяющиеся реалии сложилась в российской экономике в связи с геополитическими событиями 2022 г., которые привели к введению санкций против России рядом стран мира, среди которых Соединенные Штаты Америки, страны Европейского союза и их союзники. Серьезным вызовам подверглась черная металлургия России, которая столкнулась с введением санкций как против конкретных лиц, имеющих важное значение для отрасли, так и против предприятий и отрасли в целом. Все это привело к перестроению цепей поставок, что в первую очередь выразилось в изменении пространственной направленности их функционирования. При этом при схожести динамики производства у разных холдингов российской черной металлургии глубина изменений имела существенные различия, что можно объяснить в том числе структурой выстроенных ими цепей.

Начиная с февраля 2022 г. США и страны ЕС начали вводить санкции, направленные против российской экономики. Параллельно вводились санкции против Белоруссии, как союзного для России государства. Основным предлогом стало заявление, что участвующие в санкционном давлении страны стремятся парализовать возможность финансирования российским государством армии, экономически и политически наказать ответственных за начало на Украине специальной военной операции лиц, ослабить экономическую базу страны. Кроме того, не менее важной целью было заявлено ослабление технологического потенциала России путем ограничения доступа к важным и передовым техническим достижениям на мировом рынке [Санкции ЕС… (эл. ист. инф.)]. Инструментами достижения целей проводимой политики санкций против России и Белоруссии стали введение запретов и ограничений против физических лиц, организаций и целых отраслей экономики. Как следствие одной из отраслей, подвергшейся серьезному давлению и запретам, стала черная металлургия России. Выбор данной отрасли для проведения ограничительной политики, с одной стороны, не вызывает удивления, поскольку в 2000-х и 2010-х годах государство и предприятия проводили целенаправленную политику по развитию черной металлургии с ориента-цией на экспорт, что, как было показано ранее, обеспечило российской черной металлургии ведущие позиции по экспорту на мировом рынке черных металлов. С другой стороны, удивление вызывает тот факт, что европейские производители широкой номенклатуры изделий из черных металлов имеют высокую степень зависимости от российских поставок, в первую очередь полуфабрикатов в виде заготовок и проката, а российские предприятия закупали широкую номенклатуру товаров и услуг для черной металлургии, в результате чего нарушение цепей поставок привело к негативным последствиям для европейской экономики.

В марте 2022 г. Европейский союз ввел санкции против российских сталеваров, ограничив импорт некоторых видов стальной продукции из России, среди которых непокрытый горячекатаный и холоднокатаный стальной прокат, белая жесть, нержавеющий горячекатаный и холоднокатаный стальной лист, арматура, катанка, стальной уголок, железнодорожная продукция и ряд видов

бесшовных и сварных труб. В октябре 2022 г. странами ЕС был принят очередной пакет санкций против России, который включает, в том числе, меры по сдерживанию деятельности черной металлургии страны. Последние направлены на ограничение поставок заготовок из черных металлов, но имеют интересную особенность. Санкции, введенные в октябре в рамках восьмого пакета и направленные на ограничение поставок слябов, устроены таким образом, что до 2024 г. не скажутся на российском импорте. Квоты предусматривают, что с 7 октября 2022 г. до 30 сентября 2023 г. России разрешено экспортировать 3,75 млн тонн указанной продукции. Аналогичный объем предусмотрен с 1 октября 2023 г. по 30 сентября 2024 г. Объем в 3,7 млн тонн соответствует уровню поставок из России на европейские рынки 2021 г. Объяснение принятому решению со стороны Европейской комиссии в рамках восьмого пакета санкций заключается в том, что запрет российских полуфабрикатов привел бы к убыткам европейских металлургических заводов, поскольку по заявлению ряда европейских компаний 80% импорта полуфабрикатов приходилось на Россию и Украину. После остановки украинских заводов альтернативы поставкам из России фактически нет [Зайнуллин, 2022а].

16 декабря 2022 г. был принят девятый пакет санкций, который затронул среди прочего горнодобывающую отрасль. Был введен запрет на новые вложения в горнодобывающую отрасль России, включая выделение кредитов на данные цели. Однако указан ряд исключений, связанных с критически важными для Европы видами сырья. Новые инвестиции для европейцев остались возможными в проекты, направленные на добычу или производство бокситов и алюминия, хрома, кобальта, меди, минеральных удобрений (включая фосфоритную руду и калий), молибдена, никеля, палладия, родия, скандия, титана, ванадия и редкоземельных элементов, а также железной руды. Отметим, что к указанной дате принятия девятого пакета железная руда уже была исключена из-под действия импортных и транспортных санкций [Девятый пакет…, 2022].

В результате принятые ЕС санкционные меры против российской черной металлургии по оценкам Минпромторга России затронули экспорт 3,9 млн тонн готового металлопроката,

0,2 млн тонн трубной продукции и 0,7 млн тонн стальной заготовки, что в стоимостном выражении с учетом средних экспортных цен на указанную продукцию в 2021 г. составило 3,7 млрд долларов [Зайнуллин, 2022в]. Введенные ограничения привели к тому, что в марте 2022 г. произошел резкий рост цен на основные виды металлопродукции, при этом в начале года цены также росли по причине восстановления спроса после пандемии коронавируса в условиях не поспевающего за ним ввода мощностей. После начала ввода санкций и резкого увеличения курса доллара к рублю на внутреннем рынке рост цен, привязанных к мировым посредством Лондонской биржи металлов, колебался от 6% до 40%, составив в среднем 9%, на экспортируемую металлопродукцию – от 10% до 87%, составив в среднем рост экспортных цен на 35–40% в зависимости от типа продукции. Наименьшие различия внутренних и экспортных цен были характерны для стальных труб в пределах 6–9% как на внутреннем рынке, так и экспорта. В качестве ответной меры со стороны российского государства, направленной на защиту отечественной экономики и производителей черных металлов, внутренние цены на металлопродукцию в России были отвязаны от котировок Лондонской биржи металлов и переведены на расчет в рублях по решению, принятому в конце марта 2022 г. Министерством промышленности и торговли Российской Федерации в согласованности с представителями металлургической промышленности страны [Романова, Сиротин, 2022, с. 135].

С одной стороны, введенные против российской экономики санкции привели к снижению производства в ряде отраслей, которые являются потребителями продукции черной металлургии. Наиболее значимая из них – машиностроение. За девять месяцев 2022 г. российские машиностроительные заводы снизили потребление стали на 21% до 3,4 млн тонн, в том числе на 39% до 579 тыс. тонн снизились поставки металлопроката российскому автопрому. Основными причинами снижения спроса являются разрыв цепей поставок и, как следствие, дефицит комплектующих. Например, вследствие отсутствия кассетных подшипников сократился выпуск железнодорожных вагонов, поскольку при их производстве в России использовались импортные компоненты,

поставка которых была прекращена. Кроме того, отрицательно сказались уход зарубежных производителей из России и ограничение возможностей экспорта продукции. Так, страну покинули такие автомобильные гиганты, имевшие производственные мощности на территории страны, как Renault, Nissan, Toyota, Ford, Mercedes-Benz и др. Кроме того укрепившийся рубль снизил конкурентоспособность отечественных машиностроителей по сравнению с импортом изделий из Китая и Турции.

С другой стороны, есть отрасли, спрос в которых на металлопродукцию увеличился, особенно в третьем квартале 2022 г., что позволило поддержать отечественных металлургов. В энергетическом секторе спрос на сталь и в первую очередь на трубы увеличился на 36% до 4,2 млн тонн. Причиной увеличения спроса стали начало реализации крупнейших инвестиционных программ Газпрома, строительство северных портов для перевозки СПГ газовозами, а также программа модернизации ЖКХ. Как уже отмечалось ранее, второй отраслью, являющейся крупнейшим потребителем для производителей черных металлов, является строительный сектор, в котором также в целом произошел рост потребления стали в рассматриваемый период. Во втором квартале продажи металлопродукции для строительных предприятий снизились, однако в третьем произошел рост на фоне отложенного спроса, мер государственной поддержки и перераспределения потоков инвестиционной активности и доходов населения. За девять месяцев 2022 г. спрос на сталь в строительстве увеличился на 1,2% до 25,2 млн тонн. Это обеспечило долю строительного сектора в более чем 50% от внутреннего спроса на продукцию металлургии [Синцова, 2022; Федорова, Синцова, 2022; Кобиц, 2022].

В результате частичного восстановления внутреннего спроса были улучшены прогнозы международной ассоциацией производителей стали World Steel Association (WSA) относительно спроса на металлопродукцию в России в 2022 г. В апреле ассоциация прогнозировала падение потребления стали в России в 2022 г. на 20% до 35,1 млн тонн при нулевой динамике в 2023 г. По результатам работы отрасли в третьем квартале прогноз на 2022 г. был улучшен и составил снижение спроса на 6% до 41,3 млн тонн. В качестве причин улучшения прогноза в WSA назвали высокие цены на нефть и меры государственной под-

держки строительства. При этом прогноз на 2023 г. был пересмотрен в сторону ухудшения и составил падение спроса на 10% до 37,2 млн тонн вследствие ужесточения санкций со временем и тяжелой ситуацией в машиностроительном секторе экономики России, связанной с высокой зависимостью от импортных запчастей и комплектующих [Зайнуллин, 2022д].

Существенно ограничили санкции и второе по важности после продаж на внутреннем рынке направление сбыта металлопродукции – экспорт в европейские страны. Критическим аспектом является то, что для российских компаний стали закрыты высокомаржинальные рынки с дефицитом продукции. Наибольшие потери среди отечественных производителей понесла «Северсталь», поскольку на европейские рынки приходилось 34% выручки компании [«Северсталь» прекратила…, 2022]. Если по Северстали удар был нанесен ограничениями, введенными в рамках третьего пакета, то восьмой сильнее всех затрагивает НЛМК, поскольку она является крупнейшим поставщиком слябов в Европу как на собственные европейские заводы, так и сторонним производителям. Поставки слябов с липецкой площадки только на европейские активы НЛМК составляют 2,4 млн тонн в год, из которых производится прокат, продаваемый на европейском рынке [Зайнуллин, 2022а].

Вследствие закрытия европейских рынков предприятия черной металлургии России стали переключать свои поставки на внутренний рынок и на другие страны, такие как Турция, Иран, Китай, Индия, страны Северной и Западной Африки, страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Однако данные рынки являются профицитными, поскольку на них приходится более 70% мировых сталелитейных мощностей, что приводит к необходимости поставок металлопродукции с большим дисконтом. Кроме того, экспортные поставки пострадали от укрепления рубля. Но ключевым ограничением новых экспортных направлений стала транспортная составляющая. В 2022 г. произошла двухразовая индексация железнодорожных тарифов, что привело к тому, что на сентябрь при отгрузке на Дальний Восток транспортная составляющая в конечной стоимости металлопродукции составляла до 30%, при поставках через Азово-Черноморский бассейн – 20%. При этом по оценкам экспертов для прибыльной поставки про-

дукции черной металлургии на экспорт транспортная составляющая в цене должна составлять 5–7%. В результате рост транспортной составляющей в стоимости продукции, укрепление рубля, снижение цен на металлопродукцию и введение ограничений на экспорт «недружественными» странами привели к тому, что рентабельность экспорта у большинства производителей стала либо нулевой, либо отрицательной [Итоги года:…, 2022; Будрис, 2022; Скорлыгина, Зайнуллин, 2022].

Как результат снижения внутреннего спроса и экспортных возможностей черной металлургии России произошло падение загрузки производственных мощностей. По данным Минпромторга России снижение загрузки мощностей в среднем по отрасли в июне и июле 2022 г. составило с 93% до 80%, у наиболее пострадавших от кризиса комбинатов загрузка опустилась до 62%. Однако уже в августе в результате увеличения внутреннего спроса со стороны ряда отраслей экономики, государственных мер поддержки, переориентации экспорта на новые рынки загрузка производственных мощностей увеличилась в среднем на 3%, а у наиболее пострадавших производителей поднялась до 80% [Ульянов, 2022]. По словам вице-премьера – главы Минпромторга России Дениса Валентиновича Мантурова к концу 2022 г. средний уровень загрузки производственных мощностей составил 85% [Уровень загрузки…, 2022]. Дополнительным фактором увеличения загрузки производственных мощностей стало ослабление рубля и увеличение мировых цен в конце года, что стимулировало расширение экспорта. Например, крупнейшим новым рынком стала Индия, что объясняется более коротким транспортным плечом и меньшими трансакционными издержками поиска партнеров по сравнению с Китаем. Наиболее активно на индийском направлении действует Северсталь, переориентируя потоки, ранее направляемые на европейские рынки. Отметим, что до марта 2022 г. стальной прокат российскими компаниями практически не поставлялся на индийский рынок [Зайнуллин, 2022г].

Необходимо обратить внимание, что на фоне сохранения загрузки производственных мощностей предприятиями черной металлургии в 2022 г. произошло снижение их маржинальности. В качестве причин можно выделить не только нулевую рентабельность экспорта, но и внутренние факторы, например,

снижение внутреннего спроса по сравнению с 2021 г., рост цен на металлолом. На состоянии отрасли негативно сказались и высокие цены на коксующийся уголь, который активно поставлялся на электростанции из-за повышенного спроса на угольную генерацию на фоне подорожания газа [Зайнуллин, 2022б; Зайнуллин, 2022в].

Запрет на взаимодействие с российскими предприятиями, введенный «недружественными» странами, углубил проблемы некоторых сфер металлургической промышленности, которые обеспечивают развитие отрасли. Особо опасными угрозами развития отечественной черной металлургии, как отметили сотрудники Института экономики Уральского отделения РАН д.э.н. Ольга Александровна Романова и к.э.н. Дмитрий Владимирович Сиротин, могут оказаться угрозы, связанные со слабым развитием в России рынка сервисных услуг, к которому относятся оказание инжиниринговых услуг, проведение научных исследований и разработок, и др. В 2020 г. было заключено 364 соглашения в области услуг, импортируемых металлургическими компаниями России, в то время как экспортных соглашений было реализовано всего 43 единицы, что свидетельствует о низкой востребованности отечественных сервисных услуг в металлургической отрасли. Непосредственно в металлургическом производстве преобладает импорт инжиниринговых услуг в то время как в производстве металлических изделий – импорт услуг в области научных исследований и разработок. Основными же странами импортерами являлись Германия, США, Украина, Великобритания, Италия и некоторые другие страны ЕС, что в условиях санкций означает прекращение импорта соответствующих услуг в Россию. Небольшую часть сервисных услуг могут обеспечить Китай, Беларусь, Казахстан, которые также импортировали их ранее [Романова, Сиротин, 2022, с. 137]. Вышеизложенное свидетельствует об увеличении значимости поддержки и развития отечественных профильных научно-исследовательских институтов, инжиниринговых центров и других организаций на рынке сервисных услуг в металлургической сфере.

Одним из результатов введения санкций против российской экономики в 2022 г. стало нарушение функционирования выстро-

енных вокруг предприятий черной металлургии цепей поставок. Это касается не только санкций, связанных непосредственно с черной металлургией, но и введенных против других отраслей экономики страны. По воздействию на цепи поставок в черной металлургии санкции условно можно разделить на два типа. Первый тип включает санкции, которые связаны в основном с отраслями, потребляющими черные металлы, они оказали влияние на внутренний спрос. Санкции, которые направлены на ограничение деятельности различных отраслей экономики России, и в первую очередь машиностроения, выражаются в ограничении поставок комплектующих, технологий, оборудования, что ограничивает производственные возможности данных отраслей. Это в свою очередь привело к сокращению спроса на металлопродукцию, что на внутреннем рынке, во-первых, дестабилизировало уже выстроенные связи в цепях поставок, во-вторых, ограничило возможности построить новые связи производителей металлов с внутренними потребителями для замещения выбывшего экспорта. Основной альтернативой, доступной непосредственно металлургическим предприятиям, стал поиск новых экспортных рынков.

Для решения возникших сложностей государством также были предприняты меры поддержки отрасли. В частности, в условиях резкого падения доходов металлургических предприятий были пересмотрены условия уплаты акциза на жидкую сталь, введенного на фоне полученных металлургами сверхдоходов из-за высоких цен на продукцию черной металлургии в 2021 г. По согласованию с металлургическими предприятиями в качестве порогового значения была установлена цена в 30 тыс. рублей за тонну вместо 300 долларов (около 18 тыс. рублей по курсу на момент корректировки в сентябре 2022 г.), принятой изначально. Ставка акциза сохранилась на уровне 2,7% от среднемесячной экспортной цены сляба в морских портах юга России. Кроме того, в течение года Минпромторг России освободил от уплаты акциза на жидкую сталь 16 предприятий [Итоги года…, 2022]. Что касается поддержки внутреннего спроса на черные металлы, то государство увидело два основных пути выхода из кризиса: закупки в госрезерв и расширение применения металлоконструкций в строительстве. Касательно последнего была рассмотрена возможность изменить строительные

и пожарные нормы для расширения строительства объектов на стальном каркасе, включая жилые дома, производственные здания, объекты социальной инфраструктуры, быстровозводимые здания и сооружения для применения МЧС России, что позволит увеличить потребление листового и сортового проката, а также труб [Федорова, Синцова, 2022]. Кроме того, во второй половине 2022 г. выросли расходы на оборонно-промышленный комплекс, что также поддержало спрос в металлургической отрасли [Bloomberg:…, 2023].

Введение санкций повлекло изменение цепей поставок и выразилось в сужении материальных потоков в направлении от основного производства к потребителям и финансовых потоков в обратном направлении по связям внутри цепей, показанным на рисунке 1.16. Что касается основного производства, то и здесь произошло изменение объемов потоков по связям между поставщиками и производителями. Однако в данном случае изменения приняли различную форму в зависимости от того, произошли они в рамках интегрированного предприятия, объединяющего данные стадии (см. рис. 1.17), или при взаимодействии разных предприятий, являющихся независимыми субъектами цепи поставок (см. рис. 1.18). В частности, при неинтегрированной форме взаимодействия повысился риск разрушения цепей поставок вследствие увеличения вероятности банкротства фокусной фирмы, поскольку рентабельность таких предприятий в несколько раз ниже интегрированных предприятий черной металлургии, и падение доходов как последствие введенных санкций сильнее сказывается на финансовой устойчивости неинтегрированных предприятий. Это в свою очередь привело к необходимости расширенного к ним внимания при применении государством инструментов поддержки, что, например, проявилось в вопросе деятельности электросталеплавильных мощностей предприятий машиностроения, производителей специальных сталей и трубных заводов [Минпромторг предложил…, 2022].

Особо отметим второй тип санкций, которые связаны непосредственно с черной металлургией и повлияли на ее экспортные возможности. В данном случае в цепях поставок произошло разрушение связей по направлению от основного производства в сторону потребителей вне России. В качестве ответных мер ме-

таллургические холдинги начали формировать новые связи с потребителями из дружественных стран. Однако необходимость предоставления дисконта на поставки продукции черной металлургии на новые рынки, которые являются менее маржинальными по сравнению с потерянными, привело к значительному снижению объемов финансовых потоков в цепях поставок. Можно было ожидать, что в результате закрытия европейских рынков произойдет изменение информационных потоков в части влияния введения Европейским союзом углеродного налога, но страны, расширившие импорт российской стали или начавшие ее импортировать, связаны с европейскими рынками экспортными каналами как металлопродукции, так и изделий с более высокой добавленной стоимостью, например, продукции машиностроения. Это обуславливает сохранение требования обеспечения низкого углеродного следа для снижения базы расчета углеродного налога и повестки устойчивого развития в части экологии при развитии отечественной черной металлургии. Например, ранее осуществлявшийся непосредственно в ЕС экспорт сырья и полуфабрикатов теперь частично проходит через Турцию, где перерабатывается и экспортируется в страны Европы [Кобиц, 2022]. Кроме того, были сформированы новые или расширены существующие потоки на внутреннем рынке взамен некоторых выбывших экспортных поставок. Например, группа Северсталь активно выходит на рынок Индии, а также начала производство кузовов для карьерных самосвалов с целью заменить импортируемые на внутреннем рынке [Северсталь продолжит…, 2023] и включилась в проект по строительству пилотной многоэтажки на стальном каркасе в Московской области [Группа «Самолет»…, 2023].

Дополнительным фактором изменения цепей поставок стало возникновение возможности наложения США и странами ЕС косвенных санкций на иностранных поставщиков российских предприятий. По этой причине некоторые поставщики стали отказываться от продажи сырья, полуфабрикатов и комплектующих на российском рынке. На уровне черной металлургии данная проблема проявила себя в форме отказа в 2022 г. Соколовско-Сарбайским горно-обогатительным производственным объединением, поставщиком из Казахстана, поставлять железорудное сырье на Магнитогорский металлургический комбинат. На поставки

из Казахстана приходилось около 70% потребностей комбината. ММК перешел на закупку дополнительных объемов сырья у российских производителей, включая Металлоинвест, которому выгодно переориентировать свои поставки на внутренний рынок из-за нехватки сухогрузов для вывоза сырья из российских портов [После отказа…, 2022].

Выводы к разделу 1

Производственная база черной металлургии России включает три сформировавшихся металлургических района: Центральный, Уральский и Сибирский. Крупнейшим из них является Центральный металлургический район. В данном районе находится Курская магнитная аномалия, которая является самым крупным на Земле железорудным бассейном с достаточно богатой рудой, расположенным на территориях Курской, Белгородской и Орловской областей. Наличие КМА приводит к обеспеченности района рудой, а ее богатое содержание позволяет, в том числе, производить продукцию методом прямого восстановления железа. Недостаток кокса компенсируется поставками из Сибири. Уральский металлургический район выделяется концентрацией крупных металлургических комбинатов. Железная руда завозится из Сибири, Казахстана и с Курской магнитной аномалии, коксующиеся угли – из Сибири и Казахстана. Сибирский металлургический район является наименьшим по величине производства черных металлов в России с единственным металлургическим комбинатом. Район достаточно хорошо обеспечен сырьем, основная база которого расположена в Кузбассе. Кроме указанных трех районов можно выделить четвертый формирующийся металлургический район – Дальневосточный. На текущий момент в нем расположены предприятия по добыче руды, производству железорудного сырья и электрометаллургический завод. Стадия доменного производства и производство кокса в районе отсутствуют.

Черная металлургия России базируется на деятельности крупных интегрированных предприятий, которые входят в состав холдингов ЕВРАЗ, ММК, НЛМК, Северсталь, Мечел и Металлоинвест, обеспечивающих подавляющую часть производства черных металлов в стране. Данным предприятиям присуща основная

схема организации цепей поставок, выстроенных вокруг предприятий черной металлургии России. В ее основе лежит вертикальная интеграция как форма вертикального взаимодействия металлургического производителя с основными поставщиками при интеграции цепей поставок, как формы вертикального взаимодействия с потребителями продукции. Неоднородность формирования вертикального взаимодействия на разных звеньях цепей поставок, выстроенных преимущественно вокруг металлургических комбинатов, объясняется, с одной стороны, высоким риском потери поставщиков, низким уровнем доверия рынку ресурсов и контрагентам на них вследствие небольшого числа последних, с другой стороны, большим числом потребителей продукции черной металлургии при наличии у них рыночной власти, изменением структуры спроса со стороны конечных потребителей и их роли в цепях поставок. Кроме указанной схемы распространение получило взаимодействие субъектов цепей поставок на основе форм, близких к рыночным формам вертикального взаимодействия, что в частности характерно для цепей, выстроенных вокруг электросталеплавильных заводов.

В 2000-е годы предприятиями черной металлургии началось проведение масштабной модернизации и развития производств, что позволило расширить сортамент стальной продукции, в том числе производство товаров с высокой добавленной стоимостью. Развитие производства железорудного сырья привело к изменению структуры его выпуска в сторону увеличения доли качественной продукции, включая увеличение выпуска окатышей и прямовосстановленного железа. Основной прирост выплавки стали в стране был связан с расширением использования бездоменного производства на основе применения электродуговых печей при одновременном выводе из эксплуатации мартеновской технологии. Расширение производства стали в совокупности с перевооружением производства привело к расширению выпуска конечной продукции черной металлургии, а именно проката, труб и метизов. При этом сортамент выпускаемой продукции увеличился, например, за счет освоения производства труб большого диаметра. Однако по ряду позиций сохраняются низкие объемы производства, например, нержавеющей стали и продукции из нее, что обосновывает зависимость России

от импортных поставок некоторых типов металлопродукции. Структура производства определила структуру экспорта и импорта продукции черной металлургии, в которой проявляется ориентация отрасли на экспорт низких переделов и импорт высоких. При этом Россия входит в число лидеров по экспорту черных металлов, а импорт принял скромные масштабы.

Для обеспечения требуемого сортамента стальной продукции необходимо наличие развитой ферросплавной промышленности, обеспечивающей металлургию применяемыми в процессах выплавки стали необходимыми сплавами и лигатурами. Ферросплавная промышленность России представлена рядом предприятий с основными центрами производства ферросплавов и лигатур в России на Урале и в Кемеровской области. При этом Россия зависит от зарубежных поставок ферросплавов и сырья для их производства. Только ферросилиций и ванадиевые сплавы выпускаются из собственного сырья. Причинами сложившейся ситуации являются бедность по сравнению с зарубежными собственных месторождений руд для производства ферросплавов и лигатур, а также сохранение сложившихся еще в советский период технологических схем производства и схем поставок сырья из бывших союзных республик на российские заводы.

Форма организации цепей поставок вокруг предприятий черной металлургии оказала влияние на последствия введения санкций в 2022 г. со стороны США, стран ЕС и их союзников, направленных на снижение результативности российской экономики. По степени влияния санкций на черную металлургию их можно разделить на два типа. Первый тип включает санкции, которые связаны в основном с отраслями, потребляющими черные металлы, и оказывающими влияние на внутренний спрос. Это в свою очередь привело к сокращению спроса на металлопродукцию, что на внутреннем рынке, во-первых, дестабилизировало уже выстроенные связи в цепях поставок, во-вторых, ограничило возможности построить новые связи производителей металлов с внутренними потребителями для замещения выбывшего экспорта. Второй тип включает санкции, которые связаны непосредственно с черной металлургией и в первую очередь влияющими на экспортные возможности отечественных металлургов. В качестве одного из направлений стабилизации ситуации в черной ме-

таллургии России выступила переориентация экспортных потоков в такие страны, как Турция, Иран, Китай, Индия, страны Северной и Западной Африки, страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Критическим аспектом такого развития событий является то, что для российских компаний стали закрыты европейские высокомаржинальные рынки с дефицитом продукции, в то время как страны, куда перенаправили часть экспорта, являются профицитными, что вынуждает продавать металлопродукцию с высоким дисконтом. Дополнительными факторами снижения рентабельности экспортных продаж выступили укрепление российского рубля и увеличение железнодорожных тарифов на перевозку. В результате рентабельность экспорта у большинства производителей стала либо нулевой, либо отрицательной. Переориентация экспорта на новые рынки в совокупности с ростом спроса на черные металлы в некоторых отраслях экономики России, включая строительство, энергетику и военно-промышленный комплекс, позволили предотвратить значимое снижение загрузки производственных мощностей. Однако на фоне сохранения загрузки производственных мощностей предприятий черной металлургии в 2022 г. произошло снижение их маржинальности.

Вследствие событий 2022 г. начался процесс перестроения цепей поставок, выстроенных вокруг предприятий черной металлургии. Наиболее существенные изменения коснулись материальных и финансовых потоков в связях между основным (металлургическим) производством и потребителями. Можно было ожидать, что в результате закрытия европейских рынков произойдет изменение информационных потоков в части влияния введения Европейским союзом углеродного налога, но страны, расширившие импорт российской стали или начавшие ее импортировать, связаны с европейскими рынками каналами экспорта металлопродукции, что обуславливает сохранение требования обеспечения низкого углеродного следа для снижения базы расчета углеродного налога и повестки устойчивого развития в части экологии при развитии отечественной черной металлургии. В результате сужения основного производства произошло изменение объемов потоков и по связям между поставщиками и производителями. Однако в данном случае изменения сильнее коснулись цепей поставок, выстроенных вокруг неинтегрированных предприятий черной металлургии.

В частности, повысился риск разрушения цепей поставок вследствие увеличения вероятности банкротства фокусной фирмы, поскольку рентабельность неинтегрированных предприятий черной металлургии в несколько раз ниже интегрированных и падение доходов как последствие введенных санкций сильнее сказывается на финансовой устойчивости неинтегрированных предприятий.

Список использованных источников

Антимонопольная политика на связанных рынках: теория и практика / Авдашева С.Б., Шаститко А.Е. (ред.). – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС. – 2018. – 440 с.

Боярко Г.Ю., Хатьков В.Ю. Товарные потоки ферросплавов в России // Черные металлы. – 2018. – № 3. – С. 60–69.

Будрис А. Восстановится ли черная металлургия под санкциями за счет внутреннего рынка / Forbes [Электронный ресурс], 2022. URL: https://www.forbes.ru/biznes/481988-vosstanovitsa-li-cernaa-metallurgia-pod-sankciami-za-scet-vnutrennego-rynka (дата обращения: 28.01.2023).

В России остановили последнюю крупнейшую мартеновскую печь / РБК [Электронный ресурс], 2018. URL: https://www.rbc.ru/business/23/03/2018/5ab4e28c9a7947f5e7442491 (дата обращения: 15.08.2022).

Гагарский Э.А., Козлов С.Г., Кириченко И.С. Тенденции российского экспорта ферросплавов и проблемы контейнеризации грузопотока // Бюллетень транспортной информации. – 2018. – № 2 (272). – С. 18–23.

Годовые отчеты АО «Оскольский электрометаллургический комбинат» за 2012–2014 гг. / Интерфакс – Сервер раскрытия корпоративной информации [Электронный ресурс]. URL: https://e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=3818&type=2 (дата обращения: 12.08.2022).

Группа «Самолет» и Северсталь построят первую многоэтажку на стальном каркасе / Металлоснабжение и сбыт [Электронный ресурс], 2023. URL: https://www.metalinfo.ru/ru/news/144437 (дата обращения: 08.02.2023).

Дашевский В.Я. Ферросплавы: теория и технологии / В.Я. Дашевский. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 288 с.

Дашевский В.Я., Александров А.А., Жучков В.И., Леонтьев Л.И. Проблема марганца в российской металлургии // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Том 63, № 8. – С. 579 – 590. DOI: 10.17073/0368-0797-2020-8-579-590

Девятый пакет санкций Евросоюза. Что важно знать / РБК [Электронный ресурс], 2022. URL: https://www.rbc.ru/economics/18/12/2022/639e21ba9a79472670331892 (дата обращения: 31.01.2023).

Денисенко И.М. Межотраслевые связи и структура черной металлургии. – М.: Металлургия, 1969. – 344 с.

Железорудный концентрат / ЕвроХим [Электронный ресурс]. https://industrial.eurochemgroup.com/product/железорудный-концентрат/ (дата обращения: 20.07.2022).

Жук В.Л, Заика В.И., Тупилко И.В. Оптимизация энергозатрат в металлургических технологиях / Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 212 с.

*Жучков В.И., Леонтьев Л.И., Заякин О.*В. Использование российского рудного сырья для производства ферросплавов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Т. 63, № 3–4. – С. 211 – 217. DOI: 10.17073/0368-0797-2020-3-4-211-217

Зайнуллин Е. Европа сжалилась над своей сталью / Коммерсантъ [Электронный ресурс], 2022а. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5606244 (дата обращения: 12.01.2023).

Зайнуллин Е. Металл нашел себе место / Коммерсантъ [Электронный ресурс], 2022б. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5619938 (дата обращения: 12.01.2023).

Зайнуллин Е. Металлу отливается крепкий рубль Коммерсантъ [Электронный ресурс], 2022в. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5653030 (дата обращения: 12.01.2023).

Зайнуллин Е. Сталь закрепляется в Индии / Коммерсантъ [Электронный ресурс], 2022г. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5735782 (дата обращения: 12.01.2023).

Зайнуллин Е. Сталь обманула ожидания / Коммерсантъ [Электронный ресурс], 2022д. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5621362 (дата обращения: 12.01.2023).

Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС НДТ 25-2021 «Добыча и обогащение железных руд» / Бюро НДТ [Электронный ресурс], 2021. URL: http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1675&etkstructure_id=1872 (дата обращения: 10.01.2022).

Итоги года: российская металлургия испытала культурный шок от новых рынков / РИА Новости [Электронный ресурс], 2022. URL: https://ria.ru/20221228/metallurgiya-1841850987.html (дата обращения: 12.01.2023).

Карельский окатыш / Северсталь [Электронный ресурс]. URL: https://karelskyokatysh.severstal.com/ (дата обращения: 20.07.2022).

Катунин В.В., Зиновьева Н.Г., Иванова И.М., Петракова Т.М. Основные показатели работы черной металлургии России в 2020 г. // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической

информации. – 2021. – Т. 77, №4. – С. 367–392. DOI: 10.32339/0135-5910-2021-4-367-392

Кобиц Е. Металлурги открывают новые горизонты / Эксперт [Электронный ресурс], 2022. URL: https://expert.ru/2022/10/14/metallurgi-otkryvayut-novyye-gorizonty/ (дата обращения: 12.01.2023).

Металлургические и горнодобывающие компании стали лидерами по росту дивидендов в 2016 году / Ведомости [Электронный ресурс], 2017. URL: https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/07/20/724758-metallurgicheskie-kompanii (дата обращения: 28.09.2022).

Минпромторг предложил освободить от акциза на жидкую сталь больше компаний / Прайм [Электронный ресурс], 2022. URL: https://1prime.ru/state_regulation/20221007/838388634.html (дата обращения: 08.02.2023).

Минпромторг рассказал о замене иностранных комплектующих в металлургии / РИА Новости [Электронный ресурс], 2022. URL: https://ria.ru/20220809/metallurgiya-1808401132.html (дата обращения: 09.08.2022).

Обзор рынка черной металлургии (второе полугодие 2019) / Deloitte [Электронный ресурс], 2019. URL: https://www2.deloitte.com/kz/ru/pages/energy-and-resources/topics/mining-and-metals.html?icid=top_mining-and-metals (дата обращения: 05.06.2020).

Павлов А.В., Островский Д.Я., Аксенова В.В., Бишенов С.А. Текущее состояние производства ферросплавов в России и странах СНГ // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Т. 63. № 8. – С. 600 – 605. DOI: 10.17073/0368-0797-2020-8-600-605

Петров С.П. Современное состояние ферросплавной промышленности России и перспективы ее развития в Азиатской части страны // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2022. – Т. 78. № 12. – С. 1019–1030. DOI: 10.32339/0135-5910-2022-12-1019-1030

Петров С.П., Гильмундинов В.М. Интеграция цепочек поставок как форма вертикального взаимодействия в теории фирмы // Вопросы экономики. – 2022. – № 3. – С. 147–160. DOI: 10.32609/0042-8736-2022-3-147-160

После отказа Казахстана от поставок в Россию ММК перешел на руду «Металлоинвеста» / Ведомости [Электронный ресурс], 2022. URL: https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/05/17/922281-posle-otkaza-kazahstana-metalloinvesta (дата обращения: 31.05.2022).

Продукция Челябинского электрометаллургического комбината / ЧЭМК [Электронный ресурс]. URL: https://www.chemk.ru/products (дата обращения: 09.06.2022).

Промышленное производство в России / Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13225 (дата обращения: 07.10.2022).

Протасов А.В., Сивак Б.А. Эволюция электро-металлургических мини-заводов – М.: Типография «Ваш формат», 2019. – 1044 с.

Романова О.А., Сиротин Д.В. Стратегический вектор развития металлургии России в условиях новой реальности // Известия УГГУ. – 2022. – Вып. 3 (67). – С. 133–145. DOI 10.21440/2307-2091-2022-3-133-145

Российский статистический ежегодник / Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994 (дата обращения: 20.07.2022).

Санкции ЕС против России вследствие вторжения в Украину / Европейская комиссия [Электронный ресурс]. URL: https://eu-solidarity-ukraine.ec.europa.eu/eu-sanctions-against-russia-following-invasion-ukraine_ru (дата обращения: 30.01.2023).

«Северсталь» прекратила экспорт металла в Европу из-за санкций / Газета.ру [Электронный ресурс], 2022. URL: https://www.gazeta.ru/business/news/2022/03/02/17367235.shtml (дата обращения: 05.05.2022).

Северсталь продолжит программу по импортозамещению кузовов для карьерных самосвалов / Металлоснабжение и сбыт [Электронный ресурс], 2023. URL: https://www.metalinfo.ru/ru/news/144392 (дата обращения: 01.02.2023).

Семенов В. Выход есть: будем развивать российское металлургическое машиностроение / АГНЦ «Наука», 2022 [Электронный ресурс]. URL: http://agnc.ru/publication/15168 (дата обращения: 23.07.2022).

Синцова Н. Машиностроительные заводы снизили закупки стали на 21% / РБК [Электронный ресурс], 2022. URL: https://www.rbc.ru/business/07/11/2022/6368d6119a7947d61de34096 (дата обращения: 12.01.2023).

Скорлыгина Н., Зайнуллин Е. Сталь уже не вывозит / Коммерсантъ [Электронный ресурс], 2022. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5619907 (дата обращения: 12.01.2023).

Соколов А.В., Бажанов В.А. Машиностроение Азиатской части России: состояние, перспективы // Экономика. Профессия. Бизнес. – 2022. – № 2. – С. 86–97. DOI 10.14258/epb202226

Солодовников В.В. Методология интегрированного планирования цепей поставок промышленных предприятий (на примере комплексов черной металлургии). М.: ОАО «ИТКОР», 2017. – 334 с.

Стойленский ГОК / НЛМК [Электронный ресурс]. URL: https://sgok.nlmk.com/ru/about/key-factors/ (дата обращения: 20.10.2021).

Украина в январе-апреле сократила экспорт ферросплавов на 89% / GMK center, 2022. URL: https://gmk.center/news/ukraina-v-yanvare-aprele-sokratila-eksport-ferrosplavov-na-89/ (дата обращения: 08.06.2022).

Ульянов Н. Сталь мобилизуется по месту прописки / Эксперт [Электронный ресурс], 2022. URL: https://expert.ru/expert/2022/41/stal-mobilizuyetsya-po-mestu-propiski/ (дата обращения: 12.01.2023).

Ульянов Н. Тяжелому машиностроению легче не стало / Эксперт [Электронный ресурс], 2023. URL: https://expert.ru/expert/2023/12/tyazhelomu-mashinostroyeniyu-legche-ne-stalo/ (дата обращения: 20.03.2023).

Уровень загрузки металлургических предприятий России составляет около 85% / ТАСС [Электронный ресурс], 2022. URL: https://tass.ru/ekonomika/16701133 (дата обращения: 12.01.2023).

Устинов В.С. Перспективы развития российской металлургии на отечественной машиностроительной базе // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2011. – С. 278–295.

Устинов В.С. Потребление стали и структурные изменения в системе оборота металла // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2020. – С. 327–347. DOI: 10.47711/2076-318-2020-327-347

Федорова Н., Синцова Н. Власти предложили строить дома и школы по технологии «сталинок» / РБК [Электронный ресурс], 2022. URL: https://www.rbc.ru/business/03/06/2022/62972a299a79471b1c7b30fc?from=article_body (дата обращения: 12.01.2023).

Фетюхина О.Н. Концепция и маркетинг глобальной цепи поставок продукции // Экономический вестник Ростовского государственного университета. – 2007. – 5(3).– С. 306–312.

Ханин Г.И. Экономическая история России в новейшее время. Российская экономика в 1992–1998 годы: монография / Г.И. Ханин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 712 с.

Цены в России / Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13239 (дата обращения: 26.09.2022).

Bloomberg: рост военного производства компенсирует ущерб от санкций для российской промышленности / Коммерсантъ [Электронный ресурс], 2023. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5798015 (дата обращения: 08.02.2023).

Chen H., Daugherty P.J. and Landry T.D. (2009). Supply chain process integration: A theoretical framework // Journal of Business Logistics, 30(2). – pp. 27–46. DOI: 10.1002/j.2158-1592.2009.tb00110.x

Chopra S. and Meindl P. (2013). Supply chain management. Strategy, planning and operation. Pearson Education, Inc. – 529 pp.

Stevens G.C. (1989), «Integrating the supply chain» // International Journal of Physical Distribution and Materials Management, 19(8). – pp. 3–8. DOI: 10.1108/EUM0000000000329

Раздел 2
ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Азиатская Россия представляет собой географическую территорию, включающую в себя Сибирский и Дальневосточный федеральные округа, а также Тюменскую область с входящими в ее состав автономными округами. Азиатская часть страны занимает бóльшую часть территории России, которая является малоосвоенной, и обладает большими запасами природно-географических ресурсов, в ней проживает около 20% населения и производится более четверти всей добавленной стоимости страны. На районы Азиатской России приходится немалая часть запасов металлов страны [Крюков и др., 2021]. Черная металлургия в регионе является важной отраслью экономики, но уступает по масштабам топливно-энергетическому комплексу и цветной металлургии. При этом в Азиатской России расположен один из центров ферросплавной промышленности России. Особенностью черной металлургии Азиатской России можно назвать ярко выраженную территориальную концентрацию, поскольку субъектом Федерации, где размещены основные предприятия отрасли, является Кемеровская область. В остальных субъектах расположены или горнорудные предприятия, или передельные заводы. Сложившаяся пространственная структура была определена при создании территориально-производственных комплексов в СССР в первую очередь размещением центров потребления металлопродукции и месторождений сырья. Несмотря на существенное падение производства после смены экономической парадигмы в стране, в XXI веке черная металлургия Азиатской России представляет собой современное производство, отвечающее мировым трендам развития данной отрасли, и имеет новые заводы и производственные мощности. Поэтому относясь к фондообразующей отрасли промышленности, обеспечивающей мультипликативное развитие экономики, черная металлургия, как поставщик металлопродукции и крупный потребитель энергии и продукции машиностроения, является отраслью, которая может выступить одним из источников импульса комплексного развития Азиатской России.

2.1. История развития черной металлургии Азиатской России

Черная металлургия на территориях, которые относятся к Азиатской части современной России, начала формироваться с древнейших времен. Жившие еще до освоения русскими на данной территории народы и племена использовали различные способы производства для получения предметов из железа. Однако и после присоединения Сибири к России в реалиях Российской Империи черная металлургия на Азиатской части страны не имела комплексного характера и была представлена возникающими в различных регионах и губерниях заводами, которые не имели стабильной работы. Как часть единого комплекса страны с современным составом предприятий и используемых технологических схем производства черная металлургия Азиатской России была сформирована в советский период истории России во второй половине XX века. Современные формы собственности, правовая основа и институциональная структура в целом были сформированы уже после распада СССР, перехода к рыночной экономике, проведения приватизации, процессов консолидации и т.п. Поэтому, на наш взгляд, можно выделить три периода в развитии черной металлургии Азиатской России:

1. Зарождение черной металлургии на территории современной Азиатской России (с древнейших времен до начала XX века). Основной результат: обнаружены некоторые месторождения железной руды, которые стали базой для формирования полноценной черной металлургии Азиатской России в советский период.
2. Формирование черной металлургии Азиатской России в Советский период (с 1930-х годов до 1991 г.). Основной результат: построены ключевые предприятия черной металлургии Азиатской России, сформирована технологическая и территориально-производственная база для ее расширения и развития.
3. Современная черная металлургия Азиатской России (с 1991 г. по настоящее время). Основной результат: сформирована современная черная металлургия Азиатской России в технологической и институциональной среде экономики.

Изготовление металлических орудий труда и предметов быта племена Сибири начали за несколько столетий до прихода русских. Для этого использовались легкоплавкие железные руды, залегающие вблизи поверхности. Основной технологией производства было восстановление железа из оксидов железа в примитивных (сыродутных) горнах древесным углем. Воздух в горны нагнетали кожаными мехами через глиняные сопла. В результате плавки получали комья сварившихся между собой зерен металла – крицу с прожилками шлака. Далее кузнецами железо обрабатывалось и из него производили оружие, хозяйственный инвентарь, металлические украшения. Однако после освоения Сибири русскими местное примитивное железоделательное производство не смогло удовлетворить быстро растущие потребности в металлических изделиях прибывающего в Сибирь промыслового, служилого и крестьянского населения. Завоз железа с Урала также не мог исправить положение из-за дальности расстояний и дороговизны транспортировки [Суходолов, 2015, с. 6; Колесников и др., 2020, с. 15]. По сути, в данный период черная металлургия на современной территории Азиатской России представляла собой небольшие местные производства по большей части для удовлетворения собственных потребностей в металлических изделиях, что нельзя назвать даже начальным этапом формирования полноценной отрасли. Ситуация стала изменяться в XVIII веке, когда появились первые чугуноплавильные и железоделательные заводы в Сибири.

История развития черной металлургии Азиатской России в период с XVIII века по начало XX века приведена в первую очередь на основе работы сотрудника Института экономики и организации промышленного производства СО РАН кандидата экономических наук Цимдиной Зинаиды Рихардовны [Цимдина, 2009б]. Первые металлургические заводы в Сибири относились к предприятиям мануфактурного типа – Тамгинский в Якутии, Иркинский в Забайкалье и Томский в селе Томское. На них применялись простейшие металлургические технологии предприятий XVIII века на основе отделения железа от пустой породы и изготовления конечной продукции с использованием лишь горна и молота, характеризующихся низкой производительностью от 4,9 до 410–570 тонн в год. Возникли в данный период и заводы более высокого уровня, включающие в свой состав одновременно чугунопла-

вильные и железоделательные производства. К ним относились Агинский и Александровский в Иркутской губернии, Ирбинский и Езагашский в Енисейской губернии и Петровский в Забайкалье (в советский период переименован в Петровск-Забайкальский металлургический завод [Петровск-Забайкальский…]). В своем составе каждый имел одну доменную печь, молотовую фабрику с горнами и молотами, производящими полосовое и прочее железо, фабрику для производства заводских инструментов и кузнечных изделий. Вне зависимости от типа завода все они характеризовались повышенными затратами труда и топлива. Особенностью данного периода в истории черной металлургии Азиатской России является неустойчивость работы заводов. Главными причинами сложившейся тенденции являются ухудшение качества добываемой руды и исчерпание пригодных для легкодоступной открытой добычи запасов. В итоге в 1750-е годы работали только четыре завода, производящие 4,9–6,1 тыс. тонн чугуна в год. В 1770-х и 1780-х годах работали только Ирбинский и Езагашский заводы. К XIX веку продолжил работу только Петровский завод, построенный в Забайкалье в 1789–1790 гг. Остальные заводы были закрыты и больше не возобновляли работу.

Важной особенностью развития черной металлургии Сибири в XIX веке стало расширение сортамента производимой продукции и переход от производства простейших изделий к производству машин, в частности паровых. Площадкой для разработки и производства паровых машин, применяемых в металлургии, в начале XIX века выступил Петровский железоделательный и чугунолитейный завод. При этом на самом заводе паровая машина для использования в производственном процессе была построена в 1803 г. Это при том что паровые машины в этот период в основном использовались на рудниках, поскольку доменные и молотовые заводы были хорошо обеспечены водной энергией, а первые паровые машины были дорогими и ненадежными, а также требовали много дров как топлива [Струмилин, 1954, с. 401–402]. В 1816 г. начал работу Гурьевский металлургический завод (изначально производил серебряный концентрат, с 1826 г. начал производить железные изделия [История Гурьевского…]), построенный в Алтайском горном округе (в современной России завод находится на территории Кемеровской области), в 1847 г.

(строительство закончено в 1854 г. [Николаевский железоделательный завод]) – Николаевский чугунолитейный и железоделательный завод (рис. 2.1), построенный недалеко от Братска в Иркутской губернии, в 1867 г. – Абаканский металлургический завод в Минусинском уезде Енисейской губернии (в современной России завод находился на территории Хакасии). Новые заводы имели в своем составе чугуноплавильные и железоделательные производства. К концу XIX века суммарно четыре действовавших завода выпускали 12612 тонн чугуна в год, что обеспечило долю Сибири в общероссийском производстве чугуна в 0,56%. Отметим, что половину от указанного объема производимого чугуна Сибири составляли производственные мощности Николаевского завода. В его составе также было машиностроительное производство, где по заказам производили паровые машины, котлы и пароходы.

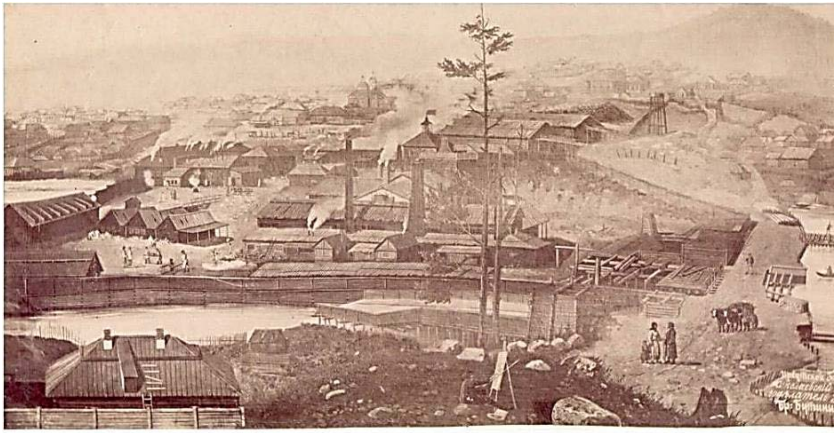


Рис. 2.1. Николаевский чугунолитейный и железоделательный завод, XIX век

Источник: Андреева Л.В. О Николаевском заводе / Старый Братск [Электронный ресурс], 2017. URL: http://bratsk-starina.ru/андреева-л-в-о-николаевском-заводе/ (дата обращения: 27.01.2023).

В конце XIX – начале XX века сибирские заводы остановили производство по ряду причин, среди которых в первую очередь – недостаток квалифицированных кадров и постройка Транссибирской железнодорожной магистрали. Последнее связано с усилени-

ем конкуренции со стороны уральских заводов, которые технически были более развиты, что в условиях снижения стоимости транспортировки благодаря железной дороге обеспечило возможность продажи в Сибири и на Дальнем Востоке более дешевой продукции. Николаевский завод был остановлен в 1899 г., Абаканский – в 1907 г., Петровский и Гурьевский – в 1908 г. Возобновлено регулярное производство было только на Петровском заводе в период Первой мировой войны из-за прекращения поставок железа с Урала. Абаканский завод периодически возобновлял работу до осени 1917 г., а в годы Гражданской войны был остановлен окончательно. В 1922 г. на Гурьевском металлургическом заводе восстановлена домна и получен первый в России чугун, выплавленный исключительно на каменном угле. В 1924 г. построена 5-тонная мартеновская печь, получена первая в Сибири мартеновская сталь. В 1925 г. на Гурьевском заводе получен первый прокат, что позволило обеспечить полностью замкнутый металлургический цикл на предприятии. В 1931 г. построена вторая мартеновская печь. В 1933 г. начат выпуск одного из основных видов продукции завода и по сей день – стальных мелющих шаров, которые применяются горно-обогатительными, цементными и другими предприятиями промышленности в шаровых мельницах [История Гурьевского…].

В 1930-е годы началось строительство первого в Сибири металлургического комбината – Кузнецкого металлургического комбината (КМК, с 2003 г. – Новокузнецкий металлургический комбинат (НКМК)) в Кузбассе, ставшего основным металлургическим предприятием Сибири в 1930–1950-х годах. При строительстве комбината основным поставщиком металлических изделий выступил Гурьевский металлургический завод. Проектировался и строился комбинат в 1929–1932 гг. в рамках реализации Урало-Кузбасской программы. Еще в июне 1918 г. уральская комиссия при горно-металлургическом отделе Высшего совета народного хозяйства (ВСНХ) предложила создать промышленный комплекс на основе соединения рудных богатств Урала и каменного угля Западной Сибири. В 1921 г. были предложены два проекта Урала-Кузбасса, один – сибирскими учеными во главе с Николаем Владимировичем Гутовским (г. Томск) и второй – уральскими учеными во главе с Владимиром Ефимовичем Грум-Гржимайло (г. Екате-

ринбург). Госплан одобрил сибирский проект. В рамках проекта предполагалось создать Урало-Кузбасский комбинат на базе четырех крупных металлургических заводов производительностью по 50 млн тонн чугуна в год – на Урале это заводы у горы Магнитной, в районе Алапаевска и Бакала, а в Сибири – Кузнецкий металлургический комбинат.

Воплощение проекта началось в 1929 г. с принятием первого пятилетнего плана развития народного хозяйства СССР, исходившего из необходимости создания на востоке страны второй угольно-металлургической базы, которая в отличие от первой на Донбассе, называемой южной угольно-металлургической базой, находилась в глубине страны далеко от границ. При этом огромное значение для создания сибирской и модернизации уральской металлургии имела постройка в Свердловске в годы первых пятилеток Уральского завода тяжелого машиностроения имени Серго Орджоникидзе (УЗТМ, Уралмаш), специально задуманного для производства оборудования для металлургической и горной промышленности Урала и Сибири. Сооружение завода началось в 1929 г., а официально в строй он вступил в 1931 г. [Алексеев, Гаврилов, 2008, с. 542, 550–551, 570]. Отметим, что в данный период времени основная роль Сибири в черной металлургии страны заключалась в снабжении кузнецким коксом уральских заводов, что позволило перевести основную часть черной металлургии Урала с древесно-угольного топлива на минеральное топливо. Однако разделение на первоначальном этапе реализации проекта ролей между Сибирью и Уралом отвечало задаче формирования в СССР второй угольно-металлургической базы с позиций принятого направления на комплексное развитие народного хозяйства и отвержения двух альтернативных точек зрения на развитие восточных регионов. Первая была связана с исключительно сырьевой специализацией производства в Сибири, вторая – превращением Сибири в самостоятельный индустриальный центр. Комплексное развитие позволяло реализовать озвученные председателем Государственной плановой комиссии при Совете народных комиссаров СССР Валерианом Владимировичем Куйбышевым цели формирования второй угольно-металлургической базы в стране, которые касались снабжения страны качественной сталью и чугуном, создания основной базы по снабжению цветными металлами, базы

химизации страны, крупной базы по снабжению машинами и оборудованием советского Востока, части Поволжья и других районов Союза [Бабун, 1987, с. 7–8].

Кузнецкий металлургический комбинат (рис. 2.2) был запущен в апреле 1932 г., когда был дан первый чугун, а уже в декабре комбинат произвел первые рельсы. В 1937 г. КМК вышел на проектную мощность. На комбинате были установлены: крупнейший на тот период в Европе блюминг производительностью 1,2 млн тонн и рельсобалочный стан. В 1930–1950-е годы наращивалась мощность Кузнецкого металлургического комбината. Особенно ускорился данный процесс в период Великой Отечественной войны, когда была потеряна южная угольно-металлургическая база. С начала войны комбинатом было освоено производство броневой стали для танковых заводов. К концу войны 80% всей продукции являлись новыми для предприятия марками стали и профилями проката. В 1945 г. доля КМК в общем выпуске проката в СССР составила 25% при увеличении производительности комбината за период Великой Отечественной войны на 20–22% [Цимдина, 2009б].

Рис. 2.2. Кузнецкий металлургический комбинат им. И.В. Сталина в конце 1930-х годов

Источник: Кузнецкий металлургический комбинат / Фотохронограф [Электронный ресурс], 2014. URL: https://photochronograph.ru/2014/07/19/kuzneckij-metallurgicheskij-kombinat/ (дата обращения: 27.01.2023).

В 1940–1950-е годы в Сибири строились передельные заводы, не включавшие аглодоменное производство и выпускающие сталь и прокат. Было возобновлено производство на Петровск-Забайкальском металлургическом заводе, который являлся приемником Петровского завода в Царской России. Получил развитие Гурьевский металлургический завод. В годы войны Гурьевский завод выпускал сложнейшие виды фасонного проката для авиационной промышленности, отливал металл для оружия, делал корпуса мин, окопные печи, армейские кровати. В 1945–1965 гг. на заводе проведена механизация трудоемких процессов, в 1965–1966 гг. осуществлена первая реконструкция мартенов-ского цеха, в 1970–1978 гг. – прокатного цеха [История Гурьевского…].

В 1939 г. был заложен прокатный завод комбината «Сибкомбайн» (позже переименованный в «Сибсельмаш») в городе Новосибирске. К осени 1941 г. завод выделен в самостоятельное предприятие – Новосибирский металлургический завод – и начал выпускать остродефицитный тонкий листовой прокат, который перестали выпускать после демонтажа и эвакуации «Запорожстали», электрическое, крановое, станочное и лабораторное оборудование которого стало основой нового завода. Технологическое оборудование на новый завод было поставлено из Америки. Первые тонны тонкой листовой стали были получены в мае 1942 г., в декабре начался выпуск горячекатаной стальной полосы. К концу войны на заводе было освоено 40 марок малоуглеродистой, среднеуглеродистой, высокоуглеродистой, инструментальной и специальной легированной стали. После войны освоено производство проката из нержавеющих марок стали, штрипсов для производства карданных валов, горячекатаного нормализованного листа для лонжеронов грузовых автомобилей, холоднокатаной трансформаторной стали, освоена технология холоднокатаной ленты для пил хлопкоочистительных машин, холоднокатаного подката из сплавов специального назначения. В 1959 г. был построен цех для отделки горячекатаного листа. С 1960 г. на заводе организовано производство трубной продукции, которая в последующем станет основным видом производимой продукции на заводе. В восьмидесятых годах Новосибирский металлургический завод являлся одним из ведущих производителей качественного и специального листового проката,

ленты, полос, труб из более чем 100 марок стали. С 1954 г. Новосибирский металлургический завод носит имя первого директора, организатора металлургического производства, министра металлургической промышленности СССР в 1949–1950 гг., министра черной металлургии СССР в 1954 г. Анатолия Николаевича Кузьмина [История Новосибирского…].

В 1930-е годы на Дальнем Востоке началось возведение города Комсомольска-на-Амуре благодаря строительству Судостроительного завода. В связи с этим центр дальневосточного судостроения не мог обойтись без собственного металлургического производства, что дало начало проектированию завода «Амурсталь». По проекту завод должен был работать на местном сырье и быть организован по классической схеме комбината с коксохимическим, доменным, мартеновским и прокатным цехами. Однако после начала войны работы по первому переделу были свернуты и ускорено строительство мартенов и прокатного стана. В 1942 г. началась мартеновская плавка и производство листового проката (рис. 2.3). Со временем предприятие стало основным производителем сортового и листового проката на Дальнем Востоке. В 1967 г. начал работу электросталеплавильный цех № 1. К 1973 г. мартены выплавляли 1 млн тонн стали в год. В 1981 г. Совет министров СССР утвердил решение о создании Дальневосточного передельного металлургического завода со специализацией на производстве специальных сталей. В 1985 г. на предприятии начался выпуск стали, в 1987 г. заработал прокатный передел. В этом же году Дальневосточный передельный металлургический завод был включен в состав Амурстали [Металлургический завод Амурсталь (эл. ист. инф.); История Амурсталь (эл. ист. инф.)].

Кроме заводов, деятельность которых направлена непосредственно на производство стали и стальной продукции в Сибири в Советский период также был построен завод, который относился к опытно-промышленным. «Опытно-промышленный завод черной металлургии», впоследствии переименованный в «Сибэлектросталь», начали строить в 1951 г. в городе Красноярске. Изначально предприятие строилось для производства стали методом прямого восстановления железа из руды. Данная технологическая схема в отличие от классического способа производства, включающего получение на первой стадии производства чугуна

Рис. 2.3. Мартеновский цех завода «Амурсталь» в 1940-х годах

Источник: История завода «Амурсталь» [Электронный ресурс]. URL: https://amurstal.ru/ (дата обращения: 27.01.2023).

в доменных печах, была на тот момент времени новинкой. Технология, которую предполагалось использовать на предприятии, была разработана в Сибирском металлургическом институте кандидатом технических наук Владимиром Петровичем Реминым. Выбор размещения производства был определен близостью Коршуновского месторождения руд с большим содержанием железа, а также Ирша-Бородинского разреза бурого угля, необходимого для получения железа способом Ремина. В 1952 г. заработала опытно-плавильная печь, и было получено 4000 тонн стали в виде слитков. Однако выяснилось, что технология нуждается в серьезных доработках и ее использование экономически нецелесооб-

разно. Опытно-промышленные пробы по данной технологии ставились до 1954 г., после чего прекратились, но сформировался профиль завода как опытно-промышленной базы черной металлургии Урала, Сибири и Дальнего Востока. Завод обслуживал рудодобывающую промышленность, работал над внедрением новых технологий в производство. Важным направлением деятельности предприятия были работы над технологиями обогащения вновь открываемых месторождений руд. Отметим, что наработки Сибэлектростали по бескоксовой технологии производства стали, полученный его специалистами опыт были применены при строительстве Оскольского электрометаллургического комбината в Старом Осколе Белгородской области, который и по сей день работает на основе технологии прямого восстановления железа [Кучумова, 2016].

До 1960-х годов Кузнецкий металлургический комбинат оставался единственным предприятием полного цикла и ведущим заводом черной металлургии Азиатской России. Несмотря на это в период с 1940 г. по 1960 г. в Сибирском регионе выплавка стали увеличилась с 1,9 млн тонн до 5 млн тонн в год. Однако опережающий рост развития сибирской экономики относительно экономики РСФСР обусловил высокую потребность в конструкционных материалах, и достигнутых сибирской металлургией результатов не хватало, чтобы обеспечить высокие темпы прироста потребления готового проката, в том числе в машиностроении и капитальном строительстве. Поэтому в 1960–1970-е годы велось строительство второго гиганта черной металлургии Азиатской России – Западно-Сибирского металлургического комбината. В 1956 г. на XX съезде КПСС было принято решение о строительстве Западно-Сибирского металлургического завода, а в 1957 г. Совет министров СССР утвердил проектное задание на строительство. Завод было решено так же, как и Кузнецкий металлургический комбинат построить в городе Новокузнецке. Потребности экономики Сибири в металлопродукции определили мощность нового завода и его специализацию – высококачественный строительный и машиностроительный прокат, в том числе высокопрочный для применения в условиях Севера. Деятельность завода началась с производства кокса. Первая коксовая батарея была заложена в 1961 г., а в 1963 г. получен первый кокс. В 1964 г. был осуществ-

лен пуск первой доменной печи завода и получен первый чугун. Далее каждый год вводились новые агрегаты, что позволило сформировать на заводе полный технологический цикл производства по классической технологической схеме, включающей аглодоменное производство, производство стали в кислородных конвертерах, непрерывную прокатку изделий. Полный металлургический цикл был замкнут в 1970 г., когда был сдан в эксплуатацию непрерывно-заготовочный стан, а до этого в 1968 г. получена первая в Сибири конвертерная сталь, и в 1969 г. запущен блюминг. Изначально на заводе не была предусмотрена непрерывная разливка стали. Кроме того, в данный период одной из основных проблем завода стал дисбаланс между переделами. В 1983 г. с учетом сложной структуры и комбинированного характера производства завод преобразован в комбинат. В 1980-е годы на Западно-Сибирском металлургическом комбинате производилось 7,4–8 млн тонн стали, 4,4–4,9 млн тонн горячекатаного проката в год [Цимдина, 2009а; Белый и др., 1989].

Таким образом, в Советский период истории России была сформирована черная металлургия Азиатской части страны. Благодаря постройке Западно-Сибирского металлургического завода, стабильному развитию Кузнецкого металлургического комбината и расширению деятельности передельных заводов черной металлургии к 1980 г. в Сибири был достигнут уровень производства 13,2 млн тонн стали в год, увеличившись с 1961 г. более чем в 2,6 раза. Крупнейшим передельным заводом стал Новосибирский металлургический завод имени Кузьмина, производивший 1 млн тонн продукции в год и занявший третье место среди металлургических производств Сибири после Западно-Сибирского и Кузнецкого металлургических комбинатов. Максимальный уровень производства сибирская металлургия достигла в 1988 г., дав стране 14,2 млн тонн стали. Важной вехой развития экономики Азиатской России стало создание единственного на Дальнем Востоке металлургического завода «Амурсталь» в Комсомольске-на-Амуре. Параллельно с созданием доменного и сталеплавильного производства формировалась железорудная база черной металлургии в Сибири. С 1930-х годов ставилась задача обеспечить производство чугуна на сибирских комбинатах, что успешно выполнялось до 1970-х годов. Были построены рудники на месторождениях

Горной Шории, Хакасии, юга Красноярского края, в Иркутской области построен Коршуновский горно-обогатительный комбинат (рис. 2.4). К 1965 г. производство товарной железной руды составило 8,2 млн тонн, в 1980-х годах увеличилось до 17,5–18,3 млн тонн. Однако с запуском Западно-Сибирского металлургического комбината железорудного сырья стало не хватать, поэтому дефицит в 25–28% покрывали за счет горнорудных предприятий Казахстана и Белгородской области.

Рис. 2.4. Добыча железной руды на Коршуновском месторождении в 1960-х годах

Источник: История Железногорска-Илимского / Прибайкалье [Электронный ресурс]. URL: https://www.pribaikal.ru/istoria.html (дата обращения: 27.01.2023).

1990-е годы стали для российской экономики тяжелейшим временем. Глубокие экономический, технологический, социально-политический, идеологический, культурный, бюджетно-финансовый кризисы вызвали резкий спад производства, снижение уровня жизни населения. Кризис советской экономики 1980-х годов с проведением перестройки и рыночных реформ только

углубился, перейдя в 1990-х годах в острую фазу. Как пишет д.э.н. Гирш Ицыкович Ханин, больше всего в результате экономического кризиса 1990-х годов пострадала промышленность. Отрицательными факторами для тяжелой промышленности стали резкое сокращение военных расходов и капитальных вложений, а также для части ее отраслей сокращение доходов населения. Последнее существенно ударило и по легкой промышленности страны. Важным негативным событием для всей экономики стали разрыв или сокращение экономических связей с бывшими социалистическими странами и республиками бывшего СССР, что означало распад территориально-производственных комплексов, которые являлись основой советской экономики. Сокращение производства в отраслях промышленности, производящих конечный продукт, отрицательно сказывалось на деятельности предприятий сырьевых отраслей и производителей полуфабрикатов, а открытие рынков для иностранных производителей подавляло многие малоконкуретноспособные отрасли промышленности. Колоссальное снижение НИОКР и капитальных вложений не позволяли повышать конкурентоспособность отечественных предприятий. Некоторые отрасли спасал заниженный курс рубля в первой половине 1990-х годов, который позволял экспортировать сырье и продукты низкого передела [Ханин, 2014, с. 397–398, 408]. В числе таких отраслей можно назвать и черную металлургию России.

Металлургическая промышленность России не была готова к переходу на рыночные отношения. Потеря предприятиями государственного финансирования и заказов, разрушение системы снабжения и сбыта продукции плановой экономики, разрыв внутриотраслевых и межотраслевых производственных связей, резкое повышение цен на сырье, электроэнергию, топливо, транспортные услуги, резкий спад спроса на продукцию отрасли привели к существенному сокращению производства черных металлов и металлопродукции. В качестве одной из важнейших причин спада в металлургии России необходимо выделить катастрофическое падение производства в основных металлопотребляющих отраслях – машиностроении и строительстве [Алексеев, Гаврилов, 2008, с. 740]. Спад черной металлургии Азиатской части страны оказался еще более глубоким. На Западно-Сибирском металлургическом

комбинате производство стали к 1998 г. по сравнению с 1990 г. снизилось в 2,8 раза, на Кузнецком металлургическом комбинате – в 2,3 раза. На передельных заводах спад оказался в разы сильнее. На Новосибирском металлургическом заводе имени Кузьмина производство сократилось в 36,4 раза, на Петровск-Забайкальском – в 11 раз, на «Сибэлектростали» – в 3,4 раза. Относительные масштабы спада объясняются ограниченностью возможностей передельных заводов по сравнению с гигантами отрасли по выходу на внешний рынок, что связано с гораздо более скромным сортаментом продукции при предъявлении спроса на мировом рынке на продукцию низких переделов отечественных заводов. Наименьший спад производства наблюдался на Гурьевском металлургическом заводе – всего в 1,7 раза. С середины 1995 г. и до августа 1998 г. кризис черной металлургии Азиатской России достиг своей наивысшей точки. Введенный Центральным банком России валютный коридор сделал неэффективным экспорт большинства видов металлопродукции с низкой добавленной стоимостью, что сократило возможности внешнеэкономической деятельности и сибирских комбинатов. Как результат почти все предприятия металлургического комплекса Азиатской России оказались убыточными. Существенно сократилась железорудная промышленность Сибири. Без возмещения выбыла треть производственных мощностей по добыче руды [Цимдина, 2009б].

В 1990-х годах произошло кардинальное изменение институциональных условий функционирования черной металлургии страны. Первым важнейшим процессом явилась программа массовой приватизации и акционирования предприятий, которая в основном была реализована в 1992–1994 гг. Приватизация рассматривалась как ключевой фактор оздоровления экономики при формировании рыночных отношений, поскольку вместо обезличенного государственного собственника с низким уровнем экономических стимулов должен был появиться экономически ответственный частный собственник. К сожалению, проводилась она поспешно, необдуманно, что в частности выразилось в продаже государством предприятий новым собственникам по крайне заниженным ценам [Ханин, 2014, с. 31–44]. Отметим, что поскольку при приватизации предприятий в их уставный капитал входило все находившееся на балансе имущество, после приватизации

собственники начинали процессы ликвидации непрофильных активов и избыточных мощностей для повышения эффективности производственных структур и сокращения издержек предприятий. Несмотря на скорее негативные результаты, приватизация стала основой для проведения в конце 1990-х и начале 2000-х годов дальнейших институциональных преобразований в отрасли, что позволило не только сохранить черную металлургию России и ее Азиатской части как одну из лидирующих отраслей страны, но и добиться некоторого в ней развития.

В конце 1990-х годов и в 2000-х годах главной тенденцией в развитии российской черной металлургии стали интеграционные процессы, что привело к созданию крупных вертикально-интегрированных организаций с холдинговой структурой, замыкающих на себе весь технологический металлургический цикл. Кроме того, металлургические компании стали приобретать энергетические активы для снижения высокой энергоемкости производства металлопродукции. Как отмечает заведующий лабораторией прогнозирования производства и использования конструкционных материалов Института народнохозяйственного прогнозирования РАН д.э.н. Игорь Анатольевич Буданов, с целью снижения трансакционных издержек на рынке металла в стране на основе совершенствования внутриотраслевых связей были созданы крупные управляющие компании. Они объединили около 80% производства чугуна, стали и других видов металла в Российской Федерации, и стали регулировать основные технологические процессы в металлургии, закупку ресурсов и реализацию продукции [Буданов, 2015, с. 109]. Развертывание процессов слияний и поглощений в черной металлургии России, происходивших в данный период времени, имеет множество причин, которые сотрудники Института экономики и организации промышленного производства СО РАН к.э.н. Мария Михайловна Мусатова и к.э.н. Зинаида Рихардовна Цимдина разделили на четыре группы, представленные на рисунке 2.5. При этом одновременно с ними проходили процессы, направленные на ликвидацию в рамках холдинговых структур непрофильных активов, а также низкоэффективных производственных звеньев, модернизация или перестройка которых требовала значительных вложений.

Ведущую роль в Азиатской России стал играть холдинг «Евраз-Групп», объединивший Западно-Сибирский металлургический комбинат, Кузнецкий металлургический комбинат, шахты Распадская и Южный Кузбасс, порт Находка. Кроме того, в холдинг вошли предприятия Урала – Нижнетагильский металлургический комбинат, Качканарский и Высокогорский ГОКи.

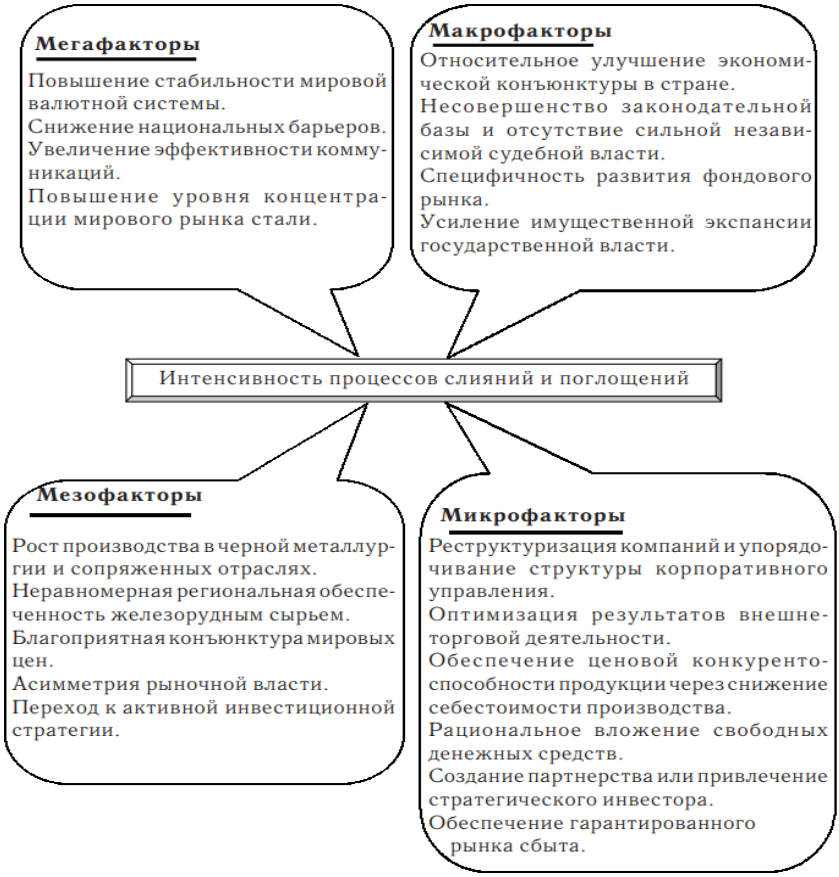


Рис. 2.5. Группы факторов, влияющих на активность процессов слияний и поглощений в черной металлургии России в конце 1990-х и начале 2000-х годов

Источник: Мусатова М.М., Цимдина З.Р. Слияния и поглощения в черной металлургии (1999–2004 гг.) // ЭКО. – 2004. – № 11. – С. 24.

В результате холдинг не только включил в свой состав производителей черных металлов и изделий из них, но и установил контроль над предприятиями, занимающимися добычей железной руды и коксующихся углей, производящими необходимые для металлургии сырье и материалы, а также путями транспортировки. ЕВРАЗ смог сконцентрировать в своих руках основную часть черной металлургии Сибири и Азиатской России. Как показала Зинаида Рихардовна Цимдина, концентрация управления в соче-тании с благоприятной конъюнктурой мирового рынка в 2000-х годах привели к повышению прибыльности производств, что позво-лило создать условия для разработки программ реконструкции и модернизации на основных ведущих предприятиях черной металлургии Азиатской России. Отметим, что в 2007 г. ЕВРАЗ начал проводить свое расширение за счет покупки заграничных активов, что в целом соответствовало общей тенденции развития структуры металлургических предприятий России.

Важной чертой российской черной металлургии в XXI веке стало отсутствие инвестиционного развития иностранных компаний в отличие от других отраслей российской экономики, среди которых торговля, строительство, легкая промышленность и другие отрасли [Буданов, 2022, с. 47]. Основными источниками финансирования модернизации предприятий черной металлургии выступили собственные средства организаций, относительно дешевые кредитные ресурсы на зарубежных финансовых рынках, доступные отечественным холдингам благодаря транснациональной форме ведения бизнеса, мерам поддержки со стороны государства, выраженным, например, в форме налоговых послаблений, контроля тарифов, переноса исполнения непроизводственных обязательств предприятий. При этом большие возможности модернизации сложились для металлургических комбинатов по сравнению с трубными заводами и производителями специальной стали. Это можно объяснить показанной в работе [Авдашева и др., 2005, с. 366–368] разницей в уровне добавленной стоимости между основными производителями. Так производители массового проката имели значительно большие прибыли в расчете на одного работника, чем производители высококачественной продукции и труб при относительно небольшом разрыве в уровне заработной платы с начислениями в расчете на одного работника.

Широкая модернизация как самого производства, так и его организации произошла на Западно-Сибирском металлургическом комбинате и Кузнецком металлургическом комбинате, который в 2003 г. был переименован в Новокузнецкий металлургический комбинат. Группой ЕВРАЗ были вложены значительные средства в модернизацию доменных печей и кислородных конвертеров на ЗСМК, в процессе которых внедрялись новые технологии, позволяющие расширить автоматизацию производства, снизить уровень ресурсоемкости производства чугуна и стали, увеличить производительность труда, снизить воздействие производства на окружающую среду и т.д. Например, в рамках капитального ремонта доменных печей их переводили на использование пылеугольного топлива, позволяющего снизить затраты кокса, внедряли технологию рециклинга доменного и коксового газа, что в совокупности привело к снижению выбросов углекислого газа. На Новокузнецком металлургическом комбинате основные процессы модернизации происходили в электросталеплавильном и прокатном цехах. В итоге в 2010 г. на комбинате было ликвидировано доменное производство. В 2011 г. Западно-Сибирский и Новокузнецкий металлургические комбинаты были объединены в единое предприятие – ОАО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат». В рамках новой организационной структуры Новокузнецкий металлургический комбинат сформировал промышленную площадку рельсового проката ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» и, по сути, перестал существовать как комбинат.

Модернизация производств проводилась и на других заводах Азиатской России. Основное направление модернизации Гурьевского металлургического завода связано с шаропрокатным производством. В 1993 г. был построен новый шаропрокатный цех, а с 1997 г. по 2004 г. проведена реконструкция мартеновского цеха. В 2005–2007 гг. отработана технология выплавки хромистых и низколегированных марок стали, а также технология для производства шаров повышенной твердости. В 2008–2009 гг. проведена модернизация мартеновской печи №1, что позволило увеличить производство жидкой стали в год. В этот же период запущена отпускная печь, налажен выпуск шаров стальных мелющих повышенной объемной твердости. В 2010–2011 гг. проведены реконструкции шаропрокатных комплексов, что позволило увеличить вы-

пуск шаров стальных мелющих [История Гурьевского… (эл. ист. инф.)]. В отличие от Гурьевского металлургического завода мартеновское производство на заводе Амурсталь было полностью ликвидировано в 1996 г. В 1997 г. название завода было изменено на Амурметалл, в состав которого вошли электросталеплавильные цеха и прокатное производство. В 2001–2010 гг. предприятие прошло коренную реконструкцию сталеплавильного производства с установкой 125-тонной ДСП от швейцарской фирмы Concast, двух агрегатов «ковш-печь», слябовой машины непрерывного литья заготовок, модернизацией существующих мощностей по выплавке и разливке стали. С 2008 г. завод несколько раз признавался банкротом, однако к 2020 г. положение предприятия улучшилось. В 2017 г. завод приобрела компания «ТОРЭКС-ХАБА-РОВСК», после чего в 2020 г. ему было возвращено историческое название – «Амурсталь» [Металлургический завод Амурсталь; История Амурсталь (эл. ист. инф.)]. В результате модернизации производства Новосибирского металлургического завода имени Кузьмина предприятие сосредоточило свою деятельность на выпуске трубной продукции. Кроме модернизации трубопрокатного производства важнейшей вехой в стабилизации работы предприятия стал запуск в 2012 г. линии продольной резки рулонов, что позволило расширить географию возможных поставщиков стальных рулонов и избавиться от зависимости от Западно-Сибирского металлургического комбината. Последнее было связано с размерами стана горячей прокатки на заводе, который требует достаточно узкий прокат, производившийся только ЗСМК [Завод имени Кузьмина… (эл. ист. инф.)].

В 2000-х и 2010-х годах можно выделить реализованные проекты по созданию новых мощностей в черной металлургии Азиатской России. В Тюменской области в 2013 г. запущен завод «МЗ «Электросталь Тюмени», входящий в состав ООО «УМК-Сталь» (до 2022 г. ООО «УГМК-Сталь»). В 2005 г. организация заключила договор с администрацией Тюменской области о сотрудничестве при реализации проекта строительства металлургического завода. Предпосылками для создания «Электростали Тюмени» стало наличие рынка сбыта, поскольку в регионе на тот момент отсутствовали крупные производители проката, соответствующего запросам назначения. Основное строительство завода на-

чалось в 2008 г. Электросталеплавильный цех начал выпуск стали в 2013 г., официальный запуск завода состоялся в 2014 г. В первый год работы металлургический завод «Электросталь Тюмени» освоил производство арматурной стали гладкого и периодического профиля, а также проката сортового круглого. В 2017 г. завод вышел на рынок конструкционного проката [Металлургический завод «Электросталь Тюмени» (эл. ист. инф.)].

В 2001 г. группа компаний Петропавловск (в то время – Peter Hambro Mining) приобрела лицензию на освоение Куранахского железорудного месторождения, расположенного на северо-западе Амурской области. В 2003 г. образована дочерняя компания ООО «Ариком» с целью разработки Куранахского месторождения, а также оценки и реализации новых перспективных проектов на Дальнем Востоке России. В 2007 г. компания приобрела лицензии на разработку месторождений Кимканское и Сутарское в Еврейской автономной области, а также Гаринского месторождения в Амурской области. В 2008 г. приобретена лицензия на Костеньгинское месторождение в Еврейской автономной области. В 2010 г. заключен контракт с компанией China National Electric Engineering Corporation на проектирование и строительство Кимкано-Сутарского горно-обогатительного комбината. В 2012 г. ООО «Ариком» переименована в ООО «Петропавловск – Черная Металлургия». С 2015 г. начался процесс ввода в эксплуатацию Кимкано-Сутарского ГОКа (рис. 2.6), который в 2019 г. вышел на проектную мощность [История ООО «Петропавловск – Чёрная Металлургия» (эл. ист. инф.)].

Таким образом, к 2020-м годам в Азиатской России сформированы современные предприятия черной металлургии. При этом присутствуют производства всех основных переделов. В исторической ретроспективе основным периодом формирования черной металлургии Азиатской России можно назвать Советский период истории страны. Именно во времена СССР были созданы крупные комбинаты полного цикла, горнорудная промышленность, добыча коксующихся углей и производство кокса, а также предприятия, обеспечивающие металлургическое производство остальным необходимым сырьем и материалами. В период перехода российской экономики от плановой к рыночной произошло ухудшение

Рис. 2.6. Кимкано-Сутарский горно-обогатительный комбинат

Источник: Развитие Кимкано-Сутарского ГОКа позволит запустить производство горячебрикетированного железа / Межрегиональная ассоциация «Дальний Восток и Забайкалье» [Электронный ресурс], 2020. URL: http://assoc.khv.gov.ru/news/4057 (дата обращения: 27.01.2023).

состояния и драматическое падение производства черной металлургии Азиатской России, которое по своим масштабам превысило падение металлургии России в целом. Однако благодаря институциональным преобразованиям отрасли в виде консолидации предприятий в крупные холдинги, которые выбрали курс на повышение производственной эффективности путем объединения всей технологической цепочки в рамках вертикально-интегрированных структур и их оптимизации, черная металлургия Азиатской России сохранилась и в XXI веке прошла этап крупной модернизации, что было характерно и для металлургия России в целом. На текущий момент модернизация и совершенствование производств продолжается, а на одно из ведущих направлений развития и инвестирования в отрасли вышли вопросы экологии и устойчивого развития. Однако прослеживается тенденция сохранения территориальной

концентрации, заложенной еще в советское время, когда больше 90% производств черных металлов и металлопродукции сосредоточено в Кемеровской области. Черной металлургии Азиатской России присуще также некоторая разрозненность организации переделов, отсутствие единого металлургического комплекса от сырья до производства готовой продукции в Азиатской России вне АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат». Последнее объясняется сложившейся структурой собственности и управления, поскольку многие предприятия, обеспечивающие производителей черных металлов и металлопродукции необходимым сырьем и материалами, входят в состав холдингов и направляют свою продукцию преимущественно предприятиям из их состава или на экспорт. Это также обосновывает то, что присущая черной металлургии комплексность хозяйственных, технологических и производственных связей, сформированных ранее в территориально-производственных комплексах, а ныне в вертикально-интегрированных структурах, обусловливает невозможность рассматривать черную металлургию Азиатской России в отрыве от всей отрасли страны.

2.2. Характеристика черной металлургии Азиатской России

Современная черная металлургия Азиатской России представлена всеми этапами цепи поставок, от горнорудного производства до получения конечной продукции (рис. 2.7, табл. 2.1). Основой черной металлургии Азиатской России является Сибирский металлургическим район, ключевая производственная база которого расположена в Кузбассе. Размещение производств в Кемеровской области объясняется наличием источников сырья как железорудного, так и коксующихся углей, и известняка. Как следствие, в Кемеровской области находится единственный за Уралом комбинат – АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» (ЕВРАЗ ЗСМК), с 2011 г. включающий в свой состав Новокузнецкий металлургический комбинат (НКМК) и Западно-Сибирский металлургический комбинат (ЗСМК). Кроме сформировавшегося района в Азиатской России можно выделить Дальневосточный, как новый формирующийся металлургический район. На текущий момент

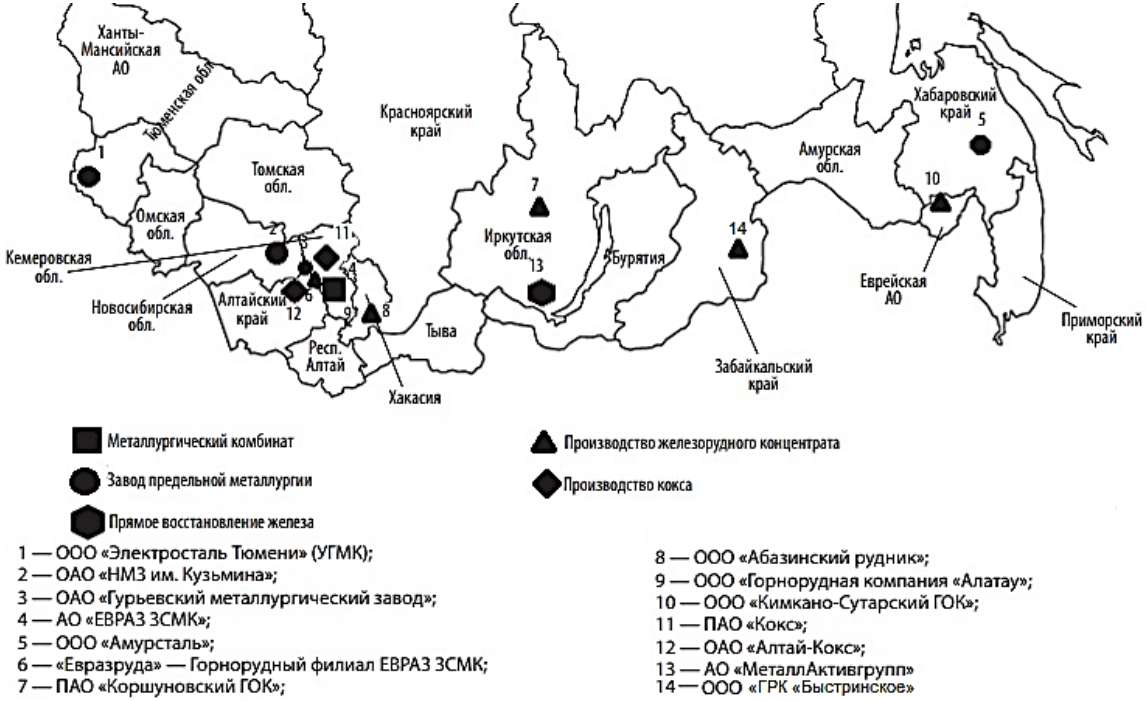


Рис. 2.7. Размещение предприятий черной металлургии в Азиатской России

Источник: Петров С.П. Технологические тенденции и направления развития черной металлургии Азиатской России. // Черные металлы. – 2022. – № 8. – С. 77. DOI: 10.17580/chm.2022.08.13

в нем расположены предприятия по добыче руды, производству железорудного сырья, стали и проката. Стадии доменного производства и производства кокса в районе отсутствуют.

Таблица 2.1

Регионы размещения и наименования предприятий черной металлургии в Азиатской России с разбивкой по переделам

Регион	Наименование предприятия
1	2
Железорудный концентрат	
1. Сибирский федеральный округ	
Кемеровская область	Горнорудный филиал ЕВРАЗ ЗСМК – Евразруда (до 2018 г. ОАО «Евразруда)
Иркутская область	ПАО «Коршуновский ГОК» (Мечел)
Республика Хакасия	ООО «Абазинский рудник»
	ООО «Горнорудная компания «Алатау» (до 2020 года ООО «Тёйский рудник»)
2. Дальневосточный федеральный округ	
Еврейская автономная область	ООО «Кимкано-Сутарский ГОК»
Забайкальский край	ООО «ГРК «Быстринское»
Кокс 6% влажности	
1. Сибирский федеральный округ	
Кемеровская область	АО «ЕВРАЗ ЗСМК»
	ПАО «Кокс» (УК «Промышленно-металлургический холдинг»)
Алтайский край	АО «Алтай-Кокс» (группа НЛМК)
Чугун	
1. Сибирский федеральный округ	
Кемеровская область	АО «ЕВРАЗ ЗСМК»
Сталь	
1. Тюменская область	ООО «Завод УГМК Электросталь Тюмени»
2. Сибирский федеральный округ	
Кемеровская область	АО «ЕВРАЗ ЗСМК»
	ОАО «Гурьевский металлургический завод»

Окончание таблицы 2.1

1	2
3. Дальневосточный федеральный округ	
Хабаровский край	ООО «Амурсталь» (в 2004–2017 годах – ОАО «Амурметалл»)
Готовый прокат	
1. Тюменская область	ООО «Завод УГМК Электросталь Тюмени»
2. Сибирский федеральный округ	
Кемеровская область	АО «ЕВРАЗ ЗСМК»
	ОАО «Гурьевский металлургический завод»
Новосибирская область	ОАО «Новосибирский металлургический завод имени Кузьмина» (ОАО «НМЗ им. Кузьмина»)
3. Дальневосточный федеральный округ	
Хабаровский край	ООО «Амурсталь» (в 2004–2017 годах – ОАО «Амурметалл»)

Источник: Составлено на основе: Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям: Производство чугуна, стали и ферросплавов / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, М.: Бюро НДТ, 2017. – С. 3–8; Криштопа О.А. Состояние железорудного рынка России / Разведка и охрана недр, № 7, 2017. – С. 13.

Крупнейшим производителем железорудного концентрата в Азиатской России является ПАО «Коршуновский ГОК», входящий в состав ПАО «Мечел». Руда на ГОК поступает с Коршуновского (43,7 млн тонн руды при среднем содержании железа 24,3%) и Рудногорского (189 млн тонн руды при среднем содержании железа 31,39%) месторождений в Иркутской области. Производимый концентрат имеет низкое шлакообразование, легко плавится, не содержит вредных примесей, а все добавки, необходимые для использования в металлургическом процессе, присутствуют по природно-химическому составу [Годовой отчет публичного…]. Доля Коршуновского ГОКа в добыче железной руды на территории Сибирского федерального округа составляет 46,5%. В 2020 г. пред-

приятие извлекло 6,26 млн тонн железной руды и произвело 2,147 млн тонн концентрата с содержанием железа 62–63%. Продукция ГОКа идет в основном на Челябинский металлургический комбинат и в небольшом количестве на Западно-Сибирский металлургический комбинат [Железные руды России].

Вторым крупным производителем концентрата в Азиатской России является Горнорудный филиал ЕВРАЗ ЗСМК – Евразруда, включающий в себя Абагурскую обогатительно-агломерационную фабрику и объединяющий Таштагольскую (Таштагольское железорудное месторождение – 8,9 млн тонн руды при среднем содержании железа 42%), Горно-Шорскую (Шерегешское железорудное месторождение – 122,2 млн тонн руды при среднем содержании железа 36,05%), Казскую (Казское железорудное месторождение – 32,5 млн тонн руды при среднем содержании железа 43,47%) шахты и Гурьевский карьер по добыче известняка. Железорудное сырье после добычи проходит первичную переработку непосредственно на предприятиях месторождений, и далее первичный концентрат отправляется на Абагурскую обогатительную фабрику для производства вторичного концентрата. Вся продукция идет на потребление Западно-Сибирского металлургического комбината. В 2018 г. произошло слияние АО «ЕВРАЗ ЗСМК» и ОАО «Евраз-руда» в одно юридическое лицо АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский Металлургический комбинат» [Горнорудный филиал ЕВРАЗ ЗСМК (эл. ист. инф.)]. Доля АО «ЕВРАЗ ЗСМК» в добыче железной руды на территории Сибирского федерального округа составляет 42,3%. В 2020 г. предприятие извлекло 5,69 млн тонн железной руды и произвело 4,82 млн тонн первичного железорудного продукта с содержанием железа 40–42% [Железные руды России (эл. ист. инф.)].

Другие предприятия Сибири расположены в республике Хакасия и включают ООО «Абазинский рудник» и ООО «Горнорудная компания «Алатау», работа которой при поддержке АО «ЕВРАЗ» возобновлена в июле 2020 г. после процедуры банкротства с 2016 г. [Тёйский рудник…, 2020]. Основной продукцией ООО «Абазинский рудник» является концентрат железорудный с массовой долей железа 42–44%, получаемый методом сухой магнитной сепарации [Концентрат железорудный… (эл. ист. инф.)]. Основной продукцией ООО «Горнорудная компания «Алатау» является концентрат

железорудный с массовой долей железа 40–43%, получаемый методом сухой магнитной сепарации из руды Изых-Гольского месторождения. Объем добычи и производства концентрата в месяц составляет более 50 тыс. тонн [Тёйское месторождение… (эл. ист. инф.)]. Первичный концентрат из Хакасии идет на Западно-Сибирский металлургический комбинат.

На Дальнем Востоке концентрат выпускает ООО «Кимкано-Сутарский ГОК», входящий в группу компаний ООО «Петропавловск – Черная металлургия» (IRC Ltd). Горно-обогатительный комбинат действует на базе Кимканского (134,3 млн тонн руды при среднем содержании железа 32,4%) и Сутарского (491,2 млн тонн руды при среднем содержании железа 32,4%) железорудных месторождений в Еврейской автономной области. Производственная мощность ГОКа составляет 10 млн тонн по руде и 3,2 млн тонн в год высококачественного железорудного концентрата с содержанием железа 65%. В группу компаний также входят с перспективой освоения Костенгинское железорудное месторождение (163,9 млн тонн руды при среднем содержании железа 29,9%) в Еврейской автономной области и Гаринское железорудное месторождение (380 млн тонн руды при среднем содержании железа 34,7%) в Амурской области. В производстве концентрата задействована технология сухой и мокрой магнитной сепарации. Основными потребителями продукции Кимкано-Сутарского ГОКа являются китайские компании. На долю российских предприятий приходится около 35% продукции [Инвестпроект…].

Железорудный концентрат на Дальнем Востоке также производится в Забайкальском крае предприятием ООО «ГРК “Быстринское”», входящим в состав ПАО «ГМК “Норильский никель”». Быстринский ГОК разрабатывает на территории Забайкальского края Быстринское полиметаллическое месторождение (340 млн тонн руды, которая содержит 2,3 млн тонн меди, 9,5 млн тройских унций золота и 73,5 млн тонн железа). Освоение месторождения ведётся открытым способом на двух карьерах – «Верхне-Ильдиканский» и «Быстринский-2». В 2020 г. было извлечено 12,11 млн тонн руды, переработка составила 9,8 млн тонн руды, производство железорудного продукта составило 2,05 млн тонн с содержанием железа 66%. Весь полученный продукт отправляется на экспорт в Китай [Железные руды России].

В Азиатской России производство кокса сосредоточено в Сибирском федеральном округе и осуществляется на 3 заводах. Крупнейшим является расположенный в Алтайском крае АО «Алтай-Кокс», входящий в группу ПАО НЛМК. Доля предприятия составляет 13% от общероссийского объема выпуска кокса (около 3,6 млн тонн в год) и более 20% в общем объеме российского экспорта кокса. Для производства используются коксующиеся угли Кузнецкого угольного бассейна, где добывают 80% коксующегося угля в России. Производство включает пять коксовых батарей производственной мощностью 4,4 млн тонн кокса в сухом весе в год. Основной объем продукции (около 80%) поставляется на Новолипецкий металлургический комбинат [Сайт АО «Алтай-Кокс»].

В Кемеровской области действуют два предприятия по выпуску кокса. Одно входит в состав АО «ЕВРАЗ ЗСМК» и включает пять коксовых батарей с производственной мощностью 3,5 млн тонн кокса в год. Уголь для производства поставляется предприятиями холдинга ЕВРАЗ, а именно ПАО «Распадская» (Кемеровская область) и ООО «УК «Межегейуголь» (Республика Тыва). Продукция в основном потребляется доменным цехом Западно-Сибирского металлургического комбината [Годовой отчет 2021 ЕВРАЗ (эл. ист. инф.)]. Второе предприятие – ПАО «Кокс», входящее в состав управляющей компании «Промышленно-металлургический холдинг», является одним из крупнейших в России производителей и экспортеров металлургического кокса с производственной мощностью 3 млн тонн кокса в год. Основные производственные мощности предприятия представлены углеподготовительным цехом, коксовым цехом с четырьмя коксовыми батареями и двумя цехами по улавливанию химических продуктов коксования. На заводе действуют замкнутый водооборотный цикл, установка беспылевой выдачи кокса, конденсационная электростанция и закрытая факельная установка [Сайт ПАО «КОКС»]. В 2021 г. выпуск кокса составил 2,76 млн тонн против 2,7 млн тонн в 2020 г. Снижение производства связано с изменением режима работы батарей с целью повышения качества кокса, отгружаемого в адрес АО «Тулачермет», основного потребителя предприятия на российском рынке, и других потребителей, среди которых предприятия основных рынков сбыта в странах СНГ и Юго-Восточной Азии [Годовой отчет ПАО «Кокс» за 2021 г. (эл. ист. инф.)].

Производство полного цикла от чугуна до готовой металлопродукции представлено на единственном комбинате Азиатской России в Кемеровской области в городе Новокузнецке предприятием АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» (АО «ЕВРАЗ ЗСМК»). Комбинат входит в пятерку крупнейших в России по выплавке стали и в пятерку крупнейших в мире по производству железнодорожных рельсов. В производстве освоен выпуск более 400 марок стали и более 200 разновидностей металлопроката по профилеразмеру и классу прочности. ЕВРАЗ ЗСМК является первым в России и третьим в мире комбинатом, производящим дифференцированно-термоупрочненные рельсы длиной до 100 метров [ЕВРАЗ Объединенный…]. Численность персонала комбината составляет около 22 тысяч человек. Предприятие включает две производственные площадки:

Рис. 2.8. Вид на ЕВРАЗ ЗСМК со свечи кислородно-конвертерного цеха

Источник: «Hot Metall» / Urban3p [Электронный ресурс], 2017. URL: https://urban3p.ru/blogs/42090 (дата обращения: 07.02.2023).

1. Площадка строительного проката (рис. 2.8), включающая в свой состав коксоаглодоменное производство, сталеплавильное производство, прокатное производство, сталепрокатное произ-

водство, вспомогательные, сервисные и логистические подразделения. Площадка организована на базе бывшего Западно-Сибирского металлургического комбината, где реализована классическая схема комбината с полным металлургическим циклом. Производственная мощность составляет 8 млн тонн стали в год.

2. Площадка железнодорожного проката, включающая в свой состав рельсобалочный цех и электросталеплавильный цех. Площадка организована на базе бывшего Новокузнецкого металлургического комбината. Производственная мощность составляет 1,5 млн тонн стали и 1,3 млн тонн рельсового проката в год.

ЕВРАЗ ЗСМК находится рядом с крупными залежами коксующихся углей и железной руды Кузбасского бассейна. Железные руды комбинат получает из Кузбасского бассейна, большую часть с Таштагольской шахты и Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики Горнорудного филиала ЕВРАЗ ЗСМК – Евразруда, а также Рудногорского и Коршуновского месторождений, принадлежащих Коршуновскому ГОКу (Мечел) в Иркутской области. Часть потребностей в железной руде покрывает Высокогорский ГОК, находящийся в Свердловской области, а в железорудных окатышах покрывает ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат (ЕВРАЗ КГОК, Свердловская область). Коксующийся уголь поступает из Кузбасского бассейна, известняк – из Гурьевского карьера Горнорудного филиала ЕВРАЗ ЗСМК (Кемеровская область).

Производственная мощность агломерационного производства ЕВРАЗ ЗСМК составляет 7 млн тонн железорудного сырья для доменного цеха. В состав подразделения входит цех обжига извести для применения в сталеплавильном переделе. Доменный цех комбината включает три доменные печи. Производственная мощность ДП-1 составляет 2,1 млн тонн чугуна в год, ДП-2 – 1,17 млн тонн и ДП-3 – 2,14 млн тонн. Основным продуктом является передельный чугун. Жидкий чугун в чугуновозных ковшах направляется на производство стали в конвертерный цех, твердый (чушковой) чугун направляется в электросталеплавильный цех. Конвертерное производство включает два конвертерных цеха суммарной производственной мощностью 8 млн тонн стали в год. Кислородно-конвертерный цех ККЦ-1 включает 3 кислородных

конвертера садкой[1] по 160 тонн. Сталь в цехе разливают в изложницы. Далее слитки отправляются на блюминг, где их прокатывают до размеров заготовки, отправляемой на прокатные станы среднесортного или сортопрокатного цехов. Полученный товарный металлопрокат отправляют потребителям. Кислородно-конвертерный цех ККЦ-2 включает 2 кислородных конвертера садкой по 300 тонн, двухпозиционную установку «ковш-печь», двухручьевую слябовую МНЛЗ производственной мощностью 2,4 млн тонн и восьмиручьевую сортовую МНЛЗ производственной мощностью 2,4 млн тонн. Часть стали разливают в изложницы, но основной объем идет на слябовую и сортовую МНЛЗ. Прокатное производство площадки строительного проката включает пять цехов, производящих арматуру, сортовой и фасонные профили, метизы [Западно-Сибирский металлургический комбинат].

Электросталеплавильный цех площадки железнодорожного проката АО «ЕВРАЗ ЗСМК» включает две дуговые сталеплавильные печи садкой по 100 тонн, две установки ковш-печь, камерный вакууматор и две блюмовые машины непрерывного литья заготовок для получения заготовки сечением 300х360 мм. В шихте для электросталеплавильного цеха используется лом черных металлов, смешанный с чугуном. Поскольку в 2010 г. на Новокузнецком металлургическом комбинате было закрыто собственное доменное производство, от использования жидкого чугуна в шихте дуговой сталеплавильной печи перешли к использованию твердого чугуна [Уманский и др., 2017, с. 25]. Электросталеплавильный цех обеспечивает заготовкой рельсобалочный и шаропрокатные станы. В состав рельсобалочного цеха входят стан и установка дифференцированной закалки, позволяющие производить рельсы, фасонные и сортовые профили. Отметим, что ЕВРАЗ ЗСМК является единственным в России комбинатом, где рельсы производятся не из конвертерной стали, а из рельсовых марок стали, выплавленных в дуговых сталеплавильных печах.

Специализацией АО «ЕВРАЗ ЗСМК» при производстве проката является выпуск сортового проката, строительного и фасонного проката (двутавр, швеллер, уголок), арматуры, проволоки,

[1] Садка – масса металлошихты, загружаемой в конвертер или металлургическую печь [Принципиальная схема…].

электродов, сетки, шаров и рельсов всех типов. Крупнейшими потребителями являются предприятия отраслей строительства, машиностроения, нефтепереработки. Производимые комбинатом мелющие шары поставляются на горно-обогатительные комбинаты и на экспорт. Арматура и другой строительный и фасонный прокат поставляются на внутреннем рынке, а также экспортируются в страны СНГ, Европы и Азиатско-Тихоокеанского региона. ЕВРАЗ ЗСМК является крупнейшим производителем рельсового проката, единственным производителем трамвайных рельсов в России. Рельсы метро поставляются для метрополитенов России, Южной Кореи (производятся по южнокорейскому стандарту) и ряда других стран. Помимо рельсов площадка железнодорожного проката ЕВРАЗ ЗСМК производит более 13 видов транспортного проката. Кроме того комбинат является одним из ключевых игроков на рынке метизной продукции СНГ. В сортамент продукции входит выпуск проволоки стальной, сетки, в том числе с покрытием, крепежных изделий. Проволока используется для производства канатов, различного крепежа, гвоздей, сетки, электродов и т. п. [Информационно-технический справочник ИТС 27-2021, с. 13–17; ЕВРАЗ Объединенный…].

Как одно из крупнейших предприятий черной металлургии России АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» имеет цепь поставок, выстроенную вокруг комбината по схеме, представленной на рисунке 1.17. Как было показано выше, основные поставщики железорудного сырья и коксующихся углей интегрированы в предприятие и входят в состав холдинга ЕВРАЗ. Поскольку ЕВРАЗ обеспечен коксующимися углями на 236%, а железорудным сырьем лишь на 68% [Петров, 2022, с. 131], частично руда закупается у сторонних поставщиков, например, Коршуновского ГОКа в составе ПАО Мечел. Остальные материалы, необходимые для деятельности комбината, а также оборудование и услуги приобретаются у внешних поставщиков. При этом основными потребителями продукции комбината являются крупные предприятия, например, ОАО «Российские железные дороги». В целом схема организации и взаимодействия субъектов внутри цепи поставок, выстроенной вокруг Западно-Сибирского металлургического комбината, соответствует цепи поставок группы ЕВРАЗ, представленной на рисунке 2.9. Стоит

обратить внимание на формируемые в группе информационные потоки по направлениям «Поставщики» и «Потребители». В деятельность холдинга широко интегрированы не только вопросы поставок, производства и сбыта. Важным аспектом стало обеспечение внедрения принципов устойчивого развития в общую схему деятельности партнеров, созданную ЕВРАЗом.

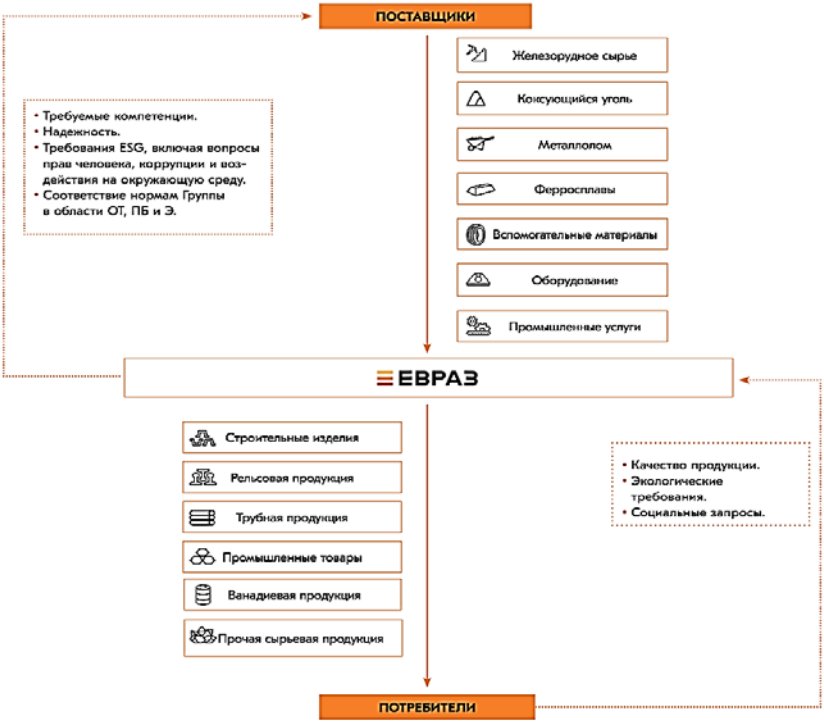


Рис. 2.9. Цепь поставок ЕВРАЗа

Примечание: ОТ – охрана труда; ПБ – производственная безопасность; Э – экология.

Источник: Цепочка поставок группы / ЕВРАЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.evraz.com/ru/sustainability/supply-chain/ (дата обращения: 15.06.2022).

Остальные заводы Азиатской России являются передельными и выпускают сталь, прокат, готовую продукцию. В городе Гурьевск Кемеровской области расположено старейшее металлургическое предприятие Сибири – Гурьевский металлургический завод.

Продукция ОАО «Гурьевский металлургический завод» включает горячекатаный сортовой прокат, изделия фасонного проката массового и специального назначения, шары стальные [Продукция ОАО «Гурьевский…]. Основные поставщики сырья расположены в непосредственной близости от завода в Кузбассе. Сталеплавильное производство представлено двумя мартеновскими печами, мощность которых позволяет выпускать до 210 тысяч тонн стали в год. Сортопрокатное производство оснащено обжимной клетью «700» и станом «500/400», расположенным в две линии. Шаропрокатное производство оборудовано двумя шаропрокатными комплексами общей производительностью 200 тыс. тонн в год. В 2016 г. предприятие признано банкротом и в 2021 г. завод был выставлен на продажу [Гурьевский металлургический…, 2021].

В Новосибирске расположено предприятие АО «Новосибирский металлургический завод им. Кузьмина», являющееся основным производителем труб в Азиатской России. Предприятие ориентировано на внутренний рынок России, при этом 97% выпускаемой продукции составляют трубы [Годовой отчет ОАО «НМЗ им. Кузьмина» за 2019 г.]. Трубный сектор завода может обеспечиваться штрипсовой заготовкой из покупных рулонов. Роспуск рулонов на штрипсовую заготовку производится на агрегатах продольной резки мощностью более 540 тыс. тонн в год. В состав режущих агрегатов входят две линии поперечной резки для производства листового проката под просечно-вытяжной лист и полосы в отрезках. Для производства листа используется линия поперечной резки металла, которая позволяет производить тонколистовой и толстолистовой прокат из углеродистой стали, качественной и обычного качества. Производственная мощность линии составляет 350 тыс. тонн листового проката в год. Основой трубного производства на заводе является технология индукционной сварки труб. Общая производственная мощность трубного сектора составляет 400 тыс. тонн труб в год. Трубная продукция производится из холоднокатаного и горячекатаного проката, а также из оцинкованного или алюминизированного штрипса. Имеется установка для нанесения цинкового покрытия на сварочный шов. Вся продукция хранится в крытых помещениях, как в местах производства, так и в специально предназначенных складских комплексах. Возможности по одновременному хранению труб-

ной продукции в складских помещениях предприятия превышают 70 тыс. тонн. Отгрузка готовой продукции потребителям производится автомобильным и железнодорожным транспортом, как от мест производства (из цехов), так и от мест хранения [Технологии и оборудование].

Кроме электросталеплавильного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК» в Азиатской России расположены два завода, производящие сталь с использованием дуговых сталеплавильных печей. В Тюменской области единственным металлургическим заводом является ООО «Завод УГМК Электросталь Тюмени» (г. Тюмень). Основным сырьем для предприятия служит стальной лом, собираемый, в том числе, на территории Тюменской области, Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов. Объем переработки металлолома составляет 600 тыс. тонн в год. Завод имеет в своем составе два передела – электросталеплавильный и прокатный. Принцип работы завода основан на быстром цикле расплава лома черных металлов и получения из него товарной металлопродукции. Основное технологическое оборудование электросталеплавильного цеха включает дуговую сталеплавильную электропечь емкостью 70 тонн, агрегат внепечной обработки «ковш-печь», двухпозиционный вакууматор, четырехручьевую радиальную машину непрерывного литья заготовок для получения сортовой заготовки, линию отделки поверхности непрерывнолитой заготовки. Прокатный цех включает среднесортный прокатный стан 370 и линию финишной отделки проката. Производственная мощность завода составляет 550 тыс. тонн металлопроката. Основной продукцией предприятия являются производимые из высоколегированных и углеродистых сталей сортовой конструкционный горячекатаный прокат различных марок, арматурный горячекатаный и термоупрочненный прокат, круглый обточенный прокат и сталь со специальной отделкой поверхности. Завод ориентирован на запросы строительной отрасли, а также на высокомаржинальный сегмент машиностроительного проката [Филиал ООО «УГМК-Сталь»…; Металлургический завод…].

Единственный металлургический завод Дальнего Востока расположен в Комсомольске-на-Амуре Хабаровского края. ООО «Амурсталь» производит сталь для армирования железобетонных конструкций, прокат угловой и круглый, катанку, проволо-

ку и сортовую заготовку. Основным направлением сбыта для предприятия является поставка полуфабрикатов (квадратной заготовки) на экспорт. Производственная мощность завода составляет 1,1 млн тонн стали в год. Основным сырьем для предприятия служит стальной лом, собираемый на территории Дальнего Востока. В связи с высокими ценами и существующим дефицитом лома, который в среднем составил 15% от требуемого заводу объема, с апреля 2020 г. Амурсталь стала применять в шихте горячебрикетированное железо, производимое Лебединским ГОКом в Белгородской области [Газ в дело…, 2020]. Технологическая схема производства предприятия состоит из стадий от подготовки сырья до производства готовой металлопродукции. Электросталеплавильный цех включает дуговую электросталеплавильную печь емкостью 125 тонн, агрегат «ковш-печь», сортовую шестиструйную машину непрерывного литья заготовок. Производимая непрерывнолитая квадратная заготовка отправляется для дальнейшего передела в сортопрокатный цех, где выпускается широкий ассортимент металлопродукции. Производственная мощность цеха составляет 500 тыс. тонн продукции в год. Кроме того, в составе завода имеется литейный цех, производящий до 500 тонн в месяц стального и чугунного литья, а также поковочные слитки из углеродистых марок сталей. Производимая в цехе продукция предназначена для работы золотодобывающего оборудования и дорожно-строительной техники. В состав предприятия входят обслуживающие цеха, включающие кислородно-газовый, ремонтно-механический, энергетический, контрольно-измерительных приборов и автоматики, железнодорожный, а также центральная заводская лаборатория [О Компании ООО «Амурсталь»].

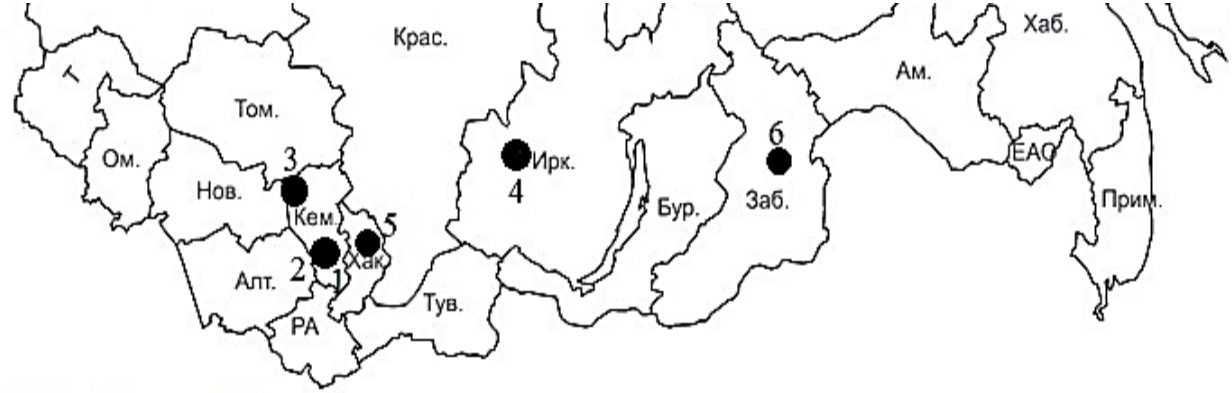
В Иркутской области расположено единственное в Азиатской России производство методом прямого восстановления железа. Предприятие АО «МеталлАктивгрупп» производит металлизированные окатыши по технологии прямого восстановления железа DRI (Direct Reduced Iron) с использованием твердого топлива (уголь). Качество выпускаемой продукции позволяет использовать ее как альтернативу металлическому лому в электросталеплавильном производстве. Массовая доля железа металлического в готовом продукте достигает 85%, степень металлизации – до 92%. Также компанией освоен выпуск металлизованной кусko-

вой руды. Проектная мощность завода составляет 390 тыс. тонн прямовосстановленного железа в год. Сырьем выступает кусковая руда, поступающая с месторождения Синий Байц Черемховского района Иркутской области от поставщика ООО «САХА-РУДА» [АО «МеталлАктивгрупп»].

Кроме непосредственно самих предприятий черной металлургии в Азиатской России присутствует производство такой важной для современной металлургии продукции, как ферросплавы. В Азиатской России расположен один из центров отечественной ферросплавной промышленности, который по состоянию на 2021 г. представлен шестью предприятиями, с суммарным объемом выпуска 630–680 тыс. тонн в год, что в среднем составляет 30% от общероссийского уровня. Пространственное размещение ограничено Сибирским федеральным округом, в Дальневосточном федеральном округе ферросплавное производство практически не представлено.

Основным регионом размещения ферросплавной промышленности Азиатской России является Кемеровская область (рис. 2.10), в которой функционирует три предприятия – АО «Кузнецкие ферросплавы», входящее в его состав ОСП «Юргинский ферросплавный завод» и ООО «Западно-Сибирский электрометаллургический завод», который входит в состав Сибирской горно-металлургической компании (СГМК). Основная продукция первых двух предприятий – ферросилиций. При этом АО «Кузнецкие ферросплавы» является крупнейшим производителем ферросилиция в России с производственными мощностями около 580 тыс. тонн ферросилиция и 43 тыс. тонн микрокремнезема в год [Годовой отчет по результатам работы за 2014 г. ОАО «Кузнецкие ферросплавы»]. Доля предприятия составляет 54% от объёма производства ферросилиция внутри России. Около 25% произведенной продукции поставляется на экспорт [Рябов, Столбова, 2017, с. 43].

Производственные мощности Западно-Сибирского электрометаллургического завода составляют 53 тыс. тонн в год высококачественного ферросиликомарганца с низким содержанием фосфора (до 0,15%). Кроме того, выпускается ферросилиций, комплексные ферросплавы на основе кремния и марганца. Доля в общем объёме производства ферросплавов в России составляет 2,8%. В основе



1. АО «Кузнецкие ферросплавы»
2. ООО «Западно-Сибирский электрометаллургический завод»
3. ОСП «Юргинский ферросплавный завод»
4. ООО «Братский завод ферросплавов»
5. ООО «Сорский ферромолибденовый завод»
6. ООО «Жирекенский ферромолибденовый завод»

Рис. 2.10. Размещение предприятий ферросплавной промышленности в Азиатской России

Источник: Составлено на основе: Петров С.П. Современное состояние ферросплавной промышленности России и перспективы ее развития в Азиатской части страны // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2022. Т. 78. № 12. С. 1019–1030. DOI: 10.32339/0135-5910-2022-12-1019-1030.

производства лежит технология выплавки сплава с восстановлением окислов углеродом. На предприятии работают четыре рудотермические печи открытого типа марок РКО-9МВА и РКО-8,5МВА с низким зонтом. Основным потребителем продукции с долей 75% от общего объема производства является АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» [Западно-Сибирский электрометаллургический завод].

ООО «Братский завод ферросплавов» расположен в Иркутской области, входит в состав ПАО «Мечел». На заводе выплавляется высокопроцентный ферросилиций с содержанием кремния 65% и 75% (марки ФС65 и ФС75). Объемы производства в 2015–2020 гг. составили от 66,7 до 76,1 тыс. тонн в год. Доля завода от общероссийского уровня производства ферросилиция составляет 8%. Плавильное производство включает четыре рудотермические печи. Предприятие осуществляет поэтапный переход на выплавку металла из кварцитов собственного Уватского месторождения кварцитовых руд (разведанные оценочные запасы составляют около 7 млн тонн). Первая поставка сырья с месторождения была произведена в марте 2013 г. Благодаря запуску данного месторождения предприятие полностью обеспечено собственной рудой для производства высококачественного ферросилиция. Продукция предприятия поставляется на заводы Группы «Мечел», на другие российские предприятия, а также на экспорт. Около 80% ферросилиция марки ФС75 отправляется на внешние рынки [Годовой отчет ПАО «Мечел»…, 2020].

Также в Азиатской России представлено два предприятия, производящих ферромолибден. ООО «Сорский ферромолибденовый завод» находится в Республике Хакасия и работает на базе Сорского ГОКа, перерабатывающего руду Сорского месторождения в объеме 10 млн тонн в год. ООО «Жирекенский ферромолибденовый завод» находится в Забайкальском крае и работает на базе Жирекенского ГОКа, перерабатывающего руду Жирекенского молибденового месторождения в объеме 4 млн тонн в год.

2.3. Динамика развития черной металлургии Азиатской России в 2010–2021 гг.

Черная металлургия Азиатской России представлена развитым производством. Благодаря номенклатуре выпускаемой продукции на АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» по ряду позиций, например, железнодорожным рельсам, Азиатская Россия является лидером в России. Однако, несмотря на достижения в производственной деятельности и на то, что в Азиатской России расположено два

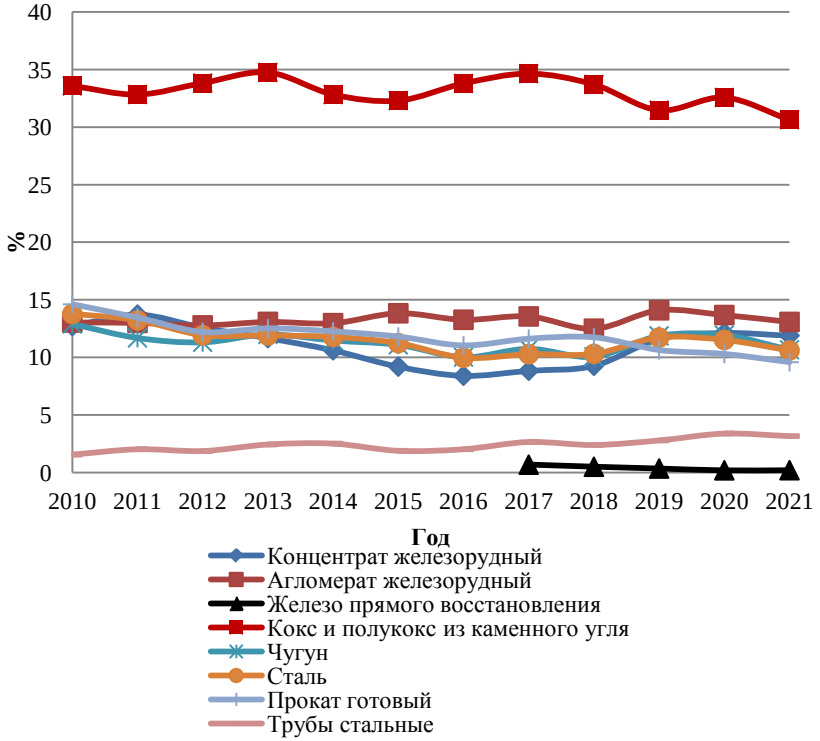


Рис. 2.11. Доля Азиатской России в черной металлургии России

Источники: Рассчитано на основе: Промышленное производство в России / Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13225 (дата обращения: 07.10.2022); Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/ (дата обращения: 26.07.2022).

Из рисунка 2.11 видно, что доля черной металлургии Азиатской России в общероссийском выпуске черных металлов и сырья для их производства снизилась практически по всем видам продукции. Так производство концентрата железорудного снизилось на 0,83 п.п., чугуна – 2,23 п.п., стали – 3,17 п.п., проката готового – 5,03 п.п. Выросло только производство агломерата железорудного на 0,04 п.п. и стальных труб на 1,61 п.п. В качестве ключевой причины снижения доли по черным металлам можно назвать расширение черной металлургии в Центральном металлургическом районе на базе руд Курской магнитной аномалии. При этом расширение произошло в основном за счет развития заводов в сторону увеличения номенклатуры продукции с высокой добавленной стоимостью, поскольку имеется спрос со стороны расположенных в охватываемых округах предприятий машиностроения, а также создания новых заводов на базе электросталеплавильного производства, что объясняет более быстрые темпы снижения доли Азиатской России по выпуску стали и готового проката. Например, только в Центральном федеральном округе выплавка стали увеличилась с 12,9 млн тонн в 2010 г. до 20 млн тонн в 2021 г., что позволило увеличить выпуск проката с 12,3 млн тонн до 18,5 млн тонн соответственно.

Несмотря на снижение доли черной металлургии Азиатской России в общероссийских объемах производства, выпуск практически по всем категориям продукции варьируется вокруг определенного уровня, что говорит об отсутствии экстенсивного роста производства черных металлов в Сибирском и Дальневосточном металлургических районах. Отметим, что в приведенных данных отсутствует информация относительно выпуска продукции на ООО «Завод УГМК Электросталь Тюмени», поскольку выпуск стали и готового проката включается в показатели Уральского федерального округа, а информация об объемах производства самого предприятия в открытом доступе отсутствует. Из таблицы 2.2 видно, что по сравнению с 2010 г. к 2021 г. на 1 млн тонн в год снизился объем производства стали, на 2 млн тонн в год снизилось производство готового проката. При этом в 2015–2018 гг. видно падение производства по всем типам продукции кроме кокса и труб стальных. В качестве причин снижения выпуска продукции можно выделить, во-первых, сокращение емкости внутреннего рынка,

Таблица 2.2

Объемы производства в черной металлургии Азиатской России в 2010–2021 гг., млн тонн

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Концентрат железорудный	12,2	14,2	13,1	11,9	10,8	9,3	8,5	8,4	8,9	11,3	12,1	12,0
Агломерат железорудный	7,4	7,5	7,5	7,7	7,7	8,4	8,0	8,07	7,24	8,22	8,10	7,63
ПВЖ*	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02
Кокс**	9,0	8,8	9,1	9,0	8,7	8,4	9,8	9,7	9,1	8,5	8,8	8,6
Чугун***	6,2	5,6	5,7	6,0	5,9	5,8	5,4	5,6	5,2	6,1	6,2	5,7
Сталь	9,2	9,0	8,4	8,2	8,3	7,8	7,2	7,5	7,7	8,7	8,5	8,2
Прокат готовый	8,4	8,2	7,3	7,4	7,5	7,1	6,7	7,0	7,2	6,6	6,5	6,4
Трубы стальные	0,14	0,20	0,18	0,25	0,28	0,22	0,21	0,31	0,29	0,35	0,37	0,36

Примечание: * – железо прямого восстановления; ** – кокс и полукокс из каменного угля; *** – чугун зеркальный и в чушках, болванках или в прочих первичных формах.

Источники: Промышленное производство в России / Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13225 (дата обращения: 07.10.2022); Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/ (дата обращения: 26.07.2022).

вызванного кризисными явлениями после мировых событий 2014 г., в основных металлопотребляющих отраслях – машиностроении и строительной индустрии. Во-вторых, ограничение в металлургии экспорта в связи с усилением ограничительных мер нетарифного регулирования со стороны основных стран-импортеров. В-третьих, значимым является ценовой фактор. В 2014–2016 гг. наблюдалось значительное падение мировых цен по всем категориям продукции черной металлургии с их восстановлением в 2017–2018 гг. и падением в 2020 г. из-за снижения спроса вследствие ограничительных мер, введенных на фоне пандемии коронавируса.

На основе отчетности компаний и показателей производственных мощностей металлургических предприятий приведем оценку технологической структуры производства стали в Азиатской России. Как было показано выше производство стали в Азиатской части осуществляется по технологическим схемам, включающим кислородно-конвертерное производство, мартеновское производство и электросталеплавильное производство. Из таблицы 2.3 видно, что основной объем стали производится в кислородных конвертерах на Западно-Сибирском металлургическом комбинате. Уже к 2010 г. практически перестали использоваться мартеновские печи, как устаревшая технология, уступающая кислородным конвертерам и электродуговым печам по производительности, уровню затрат сырья и материалов, по экологическим показателям и т.п. В рассматриваемом периоде второй важной технологией производства стали является электросталеплавильное производство, по своим масштабам уступающее в Азиатской России кислородно-конвертерному производству примерно в 3,5 раза. Отметим, что в составе шихты электродуговых печей может использоваться как только лом или прямовосстановленное железо, так и лом или прямовосстановленное железо в примеси с чугуном. Оценочно к 2021 г. 48,41% стали, полученной в электросталеплавильном производстве Азиатской России, производилось из лома, остальная часть – из смеси лома с чугуном. Прямовосстановленное железо в рассматриваемый период в электродуговых печах Азиатской России практически не применялось.

Таблица 2.3

Выплавка стали в Азиатской России по технологическим схемам производства в 2010–2021 гг., млн тонн

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Сталь	9,20	9,00	8,40	8,20	8,30	7,80	7,17	7,52	7,69	8,66	8,49	8,25
В том числе												
кислородно-конвертерное производство	7,01	6,85	6,40	6,25	6,32	5,94	5,46	5,72	5,85	6,60	6,47	6,28
мартеновское производство	0,21	0,21	0,19	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17	0,18	0,20	0,20	0,19
электросталеплавильное производство	1,98	1,94	1,81	1,77	1,79	1,68	1,54	1,62	1,65	1,87	1,83	1,78

Источник: Оценки автора на основе данных Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) и отчетности предприятий черной металлургии Азиатской России.

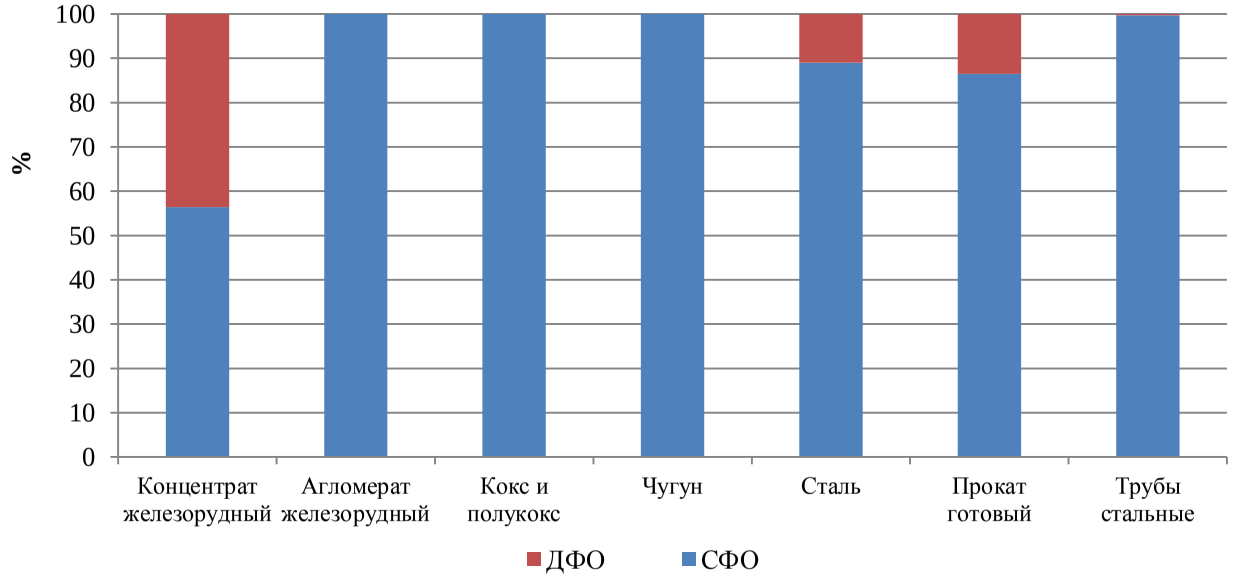


Рис. 2.12. Доли Сибирского и Дальневосточного федеральных округов в черной металлургии Азиатской России по переделам в 2021 году

Источники: Рассчитано на основе: Промышленное производство в России / Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13225 (дата обращения: 07.10.2022); Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/ (дата обращения: 26.07.2022).

Размещение производств в Азиатской России определило то, что основная часть выпуска приходится на Сибирский федеральный округ (рис. 2.12). По ряду типов продукции доля СФО составляет 100% от уровня производства в черной металлургии Азиатской России, а именно агломерат железорудный, кокс и полукокс из каменного угля, чугун, трубы стальные. Существенно сократилась доля Сибирского федерального округа по концентрату железорудному, стабильно снижающаяся с 2016 г. и достигшая уровня 56,41% в 2021 г. по сравнению с 98,36% в 2010 г. Это связано с запуском Кимкано-Сутарского ГОКа в Еврейской автономной области, который в 2019 г. вышел на проектную мощность в 3,2 млн тонн в год [Кимкано-Сутарский ГОК]. Благодаря наличию металлургического завода «Амурсталь» в Комсомольске-на-Амуре, выпускающего сталь и прокат, доля Сибирского федерального округа составила в 2021 г. по стали 89%, по прокату готовому – 86,48%. При этом в отличие от устойчивой динамики производства концентрата железорудного из года в год доля СФО по стали и готовому прокату не стабильна и изменялась в диапазоне от 88,88% (2019 г.) до 97,88% (2017 г.). В качестве основной причины такой динамики можно назвать неустойчивые показатели деятельности завода ООО «Амурсталь» на Дальнем Востоке, что в первую очередь связано с нестабильным спросом на его продукцию в рассматриваемом периоде.

Бóльшая часть продукции черной металлургии Азиатской России потребляется на внутреннем рынке. Основным потребителем железорудного сырья Евразруда является АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Продукция ПАО «Коршуновский ГОК» идет в основном на Урал и в небольшом количестве на Западно-Сибирский металлургический комбинат. Другие предприятия Сибири ООО «Абазинский рудник» и ООО «Горнорудная компания «Алатау» выпускают первичный концентрат, их продукция также идет на Западно-Сибирский металлургический комбинат. Экспорт руды и железорудного концентрата составил в 2021 г. 15,54% от общего выпуска в Азиатской России (табл. 2.4), существенно превысив значения предыдущих лет. В общей стоимости экспорта из Азиатской России экспорт данной категории продукции не превышал одного процента (табл. 2.5). При этом руды и концентраты желез-

ные поставляются в дальнее зарубежье. Отметим, что по сравнению с периодом до 2020 г. экспорт руд после указанного периода существенно вырос. Если в 2019 г. на экспорт из Азиатской России отправлено 2,2 млн тонн руды и концентрата, то в 2021 г. 4,52 млн тонн. Немаловажной причиной этому стал рост цен в 2020–2021 гг. почти в два раза.

Таблица 2.4

Доля экспорта в общем выпуске соответствующей продукции черной металлургии Азиатской России в 2015–2021 гг., %

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Руды и концентраты железные	6,26	2,11	4,75	5,58	7,74	12,64	15,54
Кокс и полукокс	11,67	-	22,42	18,22	19,64	15,69	18,36
Черные металлы	30,81	37,27	40,07	42,06	45,59	48,99	44,56

Источники: Рассчитано на основе: Промышленное производство в России / Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13225 (дата обращения: 07.10.2022); Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/ (дата обращения: 26.07.2022); Сайт Федеральной таможенной службы [Электронный ресурс]. URL: https://customs.gov.ru (дата обращения: 09.08.2021).

Таблица 2.5

Доля экспорта продукции черной металлургии в общем экспорте Азиатской России в 2015–2021 гг., %

Показатель	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Руды и концентраты железные	0,17	0,05	0,15	0,14	0,24	0,57	0,95
Кокс и полукокс	0,34	-	0,79	0,62	0,62	0,51	0,81
Черные металлы	3,23	3,81	3,86	4,04	4,12	4,40	5,05
Изделия из черных металлов	0,20	0,41	0,30	0,29	0,25	0,02	0,02

Источник: Рассчитано на основе: Сайт Федеральной таможенной службы [Электронный ресурс]. URL: https://customs.gov.ru (дата обращения: 03.01.2023).

Большая часть производимого кокса используется внутри корпоративных сегментов. Так АО «Алтай-Кокс», входящий в группу НЛМК, основную часть произведенного кокса реализовывает внутри группы. Основным потребителем ПАО «Кокс» выступает ПАО «Тулачермет» [Годовой отчет ПАО «Кокс» за 2020 г.], оба предприятия входят в состав Промышленно-металлургического холдинга. Таким образом, в основном кокс вывозится в Центральный и Уральский металлургические районы. Основными рынками экспорта выступают страны СНГ и Юго-Восточной Азии. Доля экспорта в общем объеме выпуска кокса и полукокса в Азиатской России варьируется по годам. В 2021 г. она составила 18,36%, максимальная величина достигнута в 2017 г. – 22,42% (см. табл. 2.4). В общей стоимости экспорта из Азиатской России кокс и полукокс занимают менее 1% (см. табл. 2.5). Варьирование доли кокса и полукокса в экспорте из Азиатской России зависит от изменения физического объема, отправляемого на экспорт.

Черные металлы, производимые в Азиатской России, более чем на 50% потребляются на внутреннем рынке. Произведенный на АО «ЕВРАЗ ЗСМК» чугун в основном потребляется самим комбинатом, частично поставляется в Свердловскую область, Новосибирскую область и Алтайский край. Прокат из Кемеровской области вывозится во все субъекты РФ кроме Мурманской области, Новгородской области, Псковской области, Республики Крым, Республики Алтай, Республики Тыва, Магаданской области и Еврейского автономного округа. Остальные производители проката в Азиатской России поставляют его в Сибирь или на Дальний Восток. Существенная доля черных металлов идет на экспорт, что, с учетом ориентации импорта на изделия из черных металлов, отражает ориентированность поставщиков из Азиатской России на продукцию более низких переделов. Данная доля в 2021 г. составила 44,56% в экспорте черной металлургии (см. табл. 2.4), и 5,05% в общей стоимости экспорта из Азиатской России (см. табл. 2.5).

Основной объем сбыта изделий из черных металлов, произведенных предприятиями Азиатской России, ориентирован на внутренний рынок. В частности, АО «ЕВРАЗ ЗСМК» является основным поставщиком рельсов для метрополитенов России и единственным производителем трамвайных рельсов в стране.

Экспорт изделий из черных металлов низкий и ежегодно составляет менее 0,5%, а в 2020–2021 гг. составил 0,02% от общей стоимости экспорта из Азиатской России. Наибольшие поставки составляют различные типы труб. Существенны поставки и рельсов, поскольку АО «ЕВРАЗ ЗСМК» является основным поставщиком данной продукции в СНГ, а также поставляет продукцию в страны дальнего зарубежья.

Структура внешнеторговой деятельности черной металлургии Азиатской России имеет ярко выраженную ориентацию на экспорт продукции по сравнению с импортом. При этом доминирует экспорт более низких переделов и импорт высоких. Из таблицы 2.6 видно, что основная часть экспорта приходится на руды и концентраты железные, кокс и полукокс из каменного угля, а также черные металлы. При этом доминирующей позицией в экспорте черных металлов является экспорт полуфабрикатов из железа или нелегированной стали, занявший долю в 2021 г. в 67,66% от общего экспорта черных металлов. Существенной статьей экспорта черных металлов также являются ферросплавы, отходы и лом черных металлов. Для сравнения полуфабрикаты из железа или нелегированной стали, а также отходы и лом черных металлов вообще не импортируются в Азиатскую Россию. Основную часть импорта черных металлов, которые также являются доминирующими в импорте, как и в экспорте, составляют: прокат плоский из железа или нелегированной стали шириной 600 мм или более горячекатаный, прокат плоский из железа или нелегированной стали шириной 600 мм или более плакированный, а также прутки из железа или нелегированной стали без дальнейшей обработки, суммарно составившие в 2021 г. 72,79% от импорта черных металлов. Это говорит о том, что даже в такой категории, как черные металлы, черная металлургия Азиатской России в основном продает сырье и полуфабрикаты. Что касается внешней торговли изделиями из черных металлов, то импорт превышает экспорт в разы, хотя назвать существенными их нельзя. Основной импорт изделий составляют металлоконструкции из черных металлов и их части, трубы, трубки и профили полые, бесшовные, из черных металлов (кроме чугунного литья), а также винты, болты, гайки, заклепки, шайбы и аналогичные изделия из черных металлов.

Таблица 2.6

Экспорт и импорт продукции черной металлургии Азиатской России в 2015–2021 гг., млн тонн

Показатель	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Экспорт							
Руды и концентраты железные	1,718	0,568	1,217	1,365	2,181	3,824	4,524
Кокс и полукокс из каменного угля	0,981	-	2,174	1,658	1,673	1,386	1,583
Черные металлы	3,985	4,499	5,064	5,235	5,801	6,205	5,420
Изделия из черных металлов	0,053	0,064	0,059	0,049	0,023	0,009	0,005
Импорт							
Руды и концентраты железные	-	-	-	-	-	0,00002	0,785
Кокс и полукокс из каменного угля	0,003	-	0,001	-	-	-	0,001
Черные металлы	0,093	0,112	0,160	0,125	0,158	0,792	1,056
Изделия из черных металлов	0,181	0,144	0,154	0,175	0,185	0,130	0,144

Источник: Сайт Федеральной таможенной службы [Электронный ресурс]. URL: https://customs.gov.ru (дата обращения: 03.01.2023).

Из-за структуры экспорта и импорта для внешней торговли черной металлургии Азиатской России, как и России в целом характерны финансовые потери. Из таблицы 2.7 видно, что превышение экспорта над импортом в натуральном выражение в разы выше превышения экспорта над импортом в стоимостном выражении, что говорит о высокой стоимости импортируемой продукции высоких переделов и экспорте продукции с низкой стоимостью. Отметим, что такая тенденция сохранялась на протяжении ряда лет, но к 2021 г. разрыв существенно сократился с 9,5 раз в 2015 г. до 2,58 раз в 2021 г. Однако это может быть связано не с изменением структуры экспорта и импорта, а со снижением спроса на продукцию черной металлургии в связи с мерами и ограничениями, принятыми разными странами для борьбы с пандемией коронавируса.

Таблица 2.7

Соотношение экспорта и импорта продукции черной металлургии Азиатской России, рассчитанной на основе натуральных показателей (млн тонн) и стоимостных показателей (млн долл.) в 2015–2021 гг.

Показатель	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Превышение экспорта над импортом, млн тонн	24,37	20,09	27,10	27,66	28,22	12,39	9,61
Превышение экспорта над импортом, млн долл.	2,57	2,13	2,75	2,91	2,05	3,78	3,72
Соотношение	9,50	9,45	9,84	9,51	13,76	3,28	2,58

Источник: Рассчитано на основе: Сайт Федеральной таможенной службы [Электронный ресурс]. URL: https://customs.gov.ru (дата обращения: 03.01.2023).

В отличие от производителей черных металлов Центрального и Уральского металлургических районов, экспорт продукции черной металлургии Азиатской России в основном ориентирован на азиатские страны. По результатам 2021 г. среди основных стран, куда экспортировались черные металлы, произведенные в Азиатской России, лидерами выступили Тайвань, Казахстан, Япония, Республика Корея и Нидерланды. При этом стоимость экспорта черных металлов в Тайвань составила 1399,6 млн долларов. Для сравнения в Нидерланды стоимость экспорта черных металлов составила 119 млн долларов. Основными странами экспортерами изделий из черных металлов, произведенных предприятиями черной металлургии Азиатской России, выступили Филиппины, Казахстан, Бразилия и Индия.

В Азиатской России расположен один из центров отечественной ферросплавной промышленности, представленный шестью предприятиями, с суммарным объемом выпуска 630–680 тыс. тонн в год, что составляет более 30% от общероссийского уровня. Однако номенклатура выпускаемых ферросплавов и лигатур ограничена. Из таблицы 2.8 видно, что доля производства ферросплавов в Азиатской России обеспечена не разнообразием типов получаемых сплавов, а высоким значением выпуска ферросилиция и ферромолибдена от общероссийского производства на уровне свыше 60 %. Кроме указанных ферросплавов

Таблица 2.8

Объемы производства ферросплавной промышленности Азиатской России и ее доля от общероссийского уровня в 2010–2021 гг.

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Тыс. тонн								
Ферросплавы	593,09	654,26	630,23	630,2	681,4	666	681,1	678,3
Ферросилиций	586,37	609,48	589,64	578,86	633,2	616,8	628,37	632,646
Силикомарганец	-	40,12	35,72	44,92	43,33	44,4	48,7	41,9
Ферромолибден	6,72	4,66	4,88	4,73	3,03	2,86	2,46	2,418
Процент от общероссийского уровня								
Ферросплавы	31,06	33,42	35,41	29,74	28,49	31,21	32,82	32,41
Ферросилиций	65,24	57,61	63	68,88	68,17	72,92	71,37	71,71
Силикомарганец	-	21,24	17,57	15,66	14,2	12,01	12,66	9,81
Ферромолибден	86,20	70,62	69,42	93,66	98,79	61,37	62,43	61,67

Источник: Петров С.П. Современное состояние ферросплавной промышленности России и перспективы ее развития в Азиатской части страны // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2022. – Т. 78. № 12. – С. 1024. DOI: 10.32339/0135-5910-2022-12-1019-1030.

также производится силикомарганец. Его доля производства стабильно снижалась за рассматриваемый период и составила 9,81% в 2021 г., снизившись с 21,24% в 2015 г. Если доля Азиатской России в силикомарганце снижалась за счет увеличения его производства в Уральском федеральном округе, то при производстве ферромолибдена произошло снижение выпуска самого сплава. При этом был увеличен выпуск ферросилиция с 593,09 тыс. тонн в 2010 г., до 678,3 тыс. тонн в 2021 г. Объемы производства двух других сплавов в десятки раз ниже.

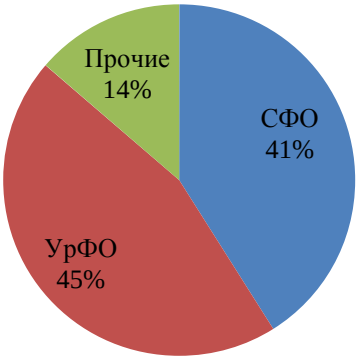


Рис. 2.13. Доли Уральского, Сибирского и прочих федеральных округов в экспорте ферросплавов России

Источник: Петров С. П. Современное состояние ферросплавной промышленности России и перспективы ее развития в Азиатской части страны // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2022. Т. 78. № 12. С. 1024. DOI: 10.32339/0135-5910-2022-12-1019-1030.

Доля поставок на экспорт произведенных в Азиатской России ферросплавов в 2015–2021 гг. в среднем составила 48,93%. Среди центров производства в ферросплавной промышленности Азиатская Россия занимает второе место по экспорту после Урала с долей 41% от общероссийского уровня (рис. 2.13). При этом она выше доли производства ферросплавной промышленности Азиатской России в общероссийском уровне, которая в среднем за указанный период составила 31,76%. Такое расхождение можно объяснить меньшим количеством в Азиатской России центров потребления ферросплавов. На Азиатскую Россию в производстве стали

приходится лишь 12%, в то время как на Центральный металлургический район приходится около 47,33% и на Уральский – 41,11%. В совокупности с узкой номенклатурой выпускаемой продукции производителями ферросплавной промышленности Азиатской России это обеспечивает возможность реализации производимой продукции на экспорт в больших объемах.

Ограниченная номенклатура производимых ферросплавов и низкая обеспеченность собственным сырьем приводят к необходимости импорта некоторых марок ферросплавов в Азиатской России. В 2020 г. суммарный объем импорта составил 2,94 тыс. тонн ферросплавов, в 2021 г. – 2,41 тыс. тонн. В частности, за счет импорта покрываются потребности в феррованадии, необходимом для получения хладостойких конструкционных и рельсовых сталей, и феррохроме, необходимом для улучшения антикоррозийных свойств стали. Высока зависимость и от импорта руды, поскольку собственным сырьем обеспечено только производство кремниевых сплавов. Остальные марки сплавов выплавляются из импортного сырья. Например, силикомарганец выплавляется из сырья, поставляемого ЮАР, Казахстаном и Габоном [Жучков и др., 2020, с. 212].

Как можно заметить, ни объемы выплавки ферросплавов, ни пространственное распределение их производства существенно не изменяются. На наш взгляд, это свидетельствует об отсутствии значимого развития ферросплавной промышленности России и ее Азиатской части. Одной из основных причин этого можно назвать устоявшийся консервативный подход к технологии выплавки ферросплавов с применением однотипного рудного сырья и получением стандартизированной гостированной продукции. Это же лежит и в основе зависимости российской ферросплавной промышленности от импортного рудного сырья. Такой консервативный подход не позволяет задействовать в производстве бедную отечественную руду [Жучков и др., 2020, с. 212]. В текущих же условиях критического изменения цепей поставок, включая их разрушение, возникает необходимость проработки вопроса замены сложившихся технологических процессов с целью снижения зависимости отечественной металлургии от импорта. Для этого необходимо внедрение результатов исследований как технологических процессов, так и возможности использования в металлургическом производстве нестандартных

по элементам ферросплавов, проводимых профильными организациями, среди которых, например, Институт металлургии УрО РАН, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Сибирский государственный индустриальный университет, что позволит организовать производство ферросплавов и лигатур на отечественном рудном сырье.

2.4. Взаимосвязь технологической структуры и воздействия предприятий черной металлургии на окружающую среду в России и ее Азиатской части[1]

Черная металлургия является одной из крупнейших отраслей России как по производству, так и по экспорту. Как было показано ранее, Россия в 2021 г. заняла 5 место в мире по объемам выплавки стали и 3 место по экспорту. Масштабы отрасли определили и масштабы ее влияния на экологию страны. В совокупности доля металлургического производства в общероссийском уровне выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составляет в среднем свыше 20% (рис. 2.14). Выбросы вредных загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями черной металлургии составляют 5–6% от общего объема по стране. Высокое воздействие на окружающую среду в совокупности со значительной интеграцией производителей металлов и металлургической продукции в мировой рынок определило то, что основной проблемой современного металлургического производства стало изменение климата, в связи с чем возникли новые риски для энерго- и углеродоемких отраслей, к которым относится и черная металлургия [Gordon et al., 2015, с. 636]. При этом данные риски включают в себя как правовые, например, введение углеродного налога, так и репутационные, связанные с изменением спроса вдоль цепей поставок в результате изменения предпочтений конечных потребителей и общества в целом в сторону увеличения роли неэкономических общественных потребностей, в том числе в сфере экологии.

[1] Подраздел 2.4 подготовлен с применением результатов, полученных в рамках исследования «Обеспечение учета региональных особенностей Российской Федерации в методике разработки сценариев декарбонизации мировой и российской экономики, включая ключевые отрасли» (№ 122120500012-2).

В связи с неоднородностью развития черной металлургии в разных районах России для получения достоверной картины ее воздействия на окружающую среду необходимо оценить выбросы по металлургическим районам и входящим в их состав федеральным округам. Для выявления причин различий полученные оценки необходимо сопоставить с технологическими схемами производства, применяемыми в соответствующих регионах.

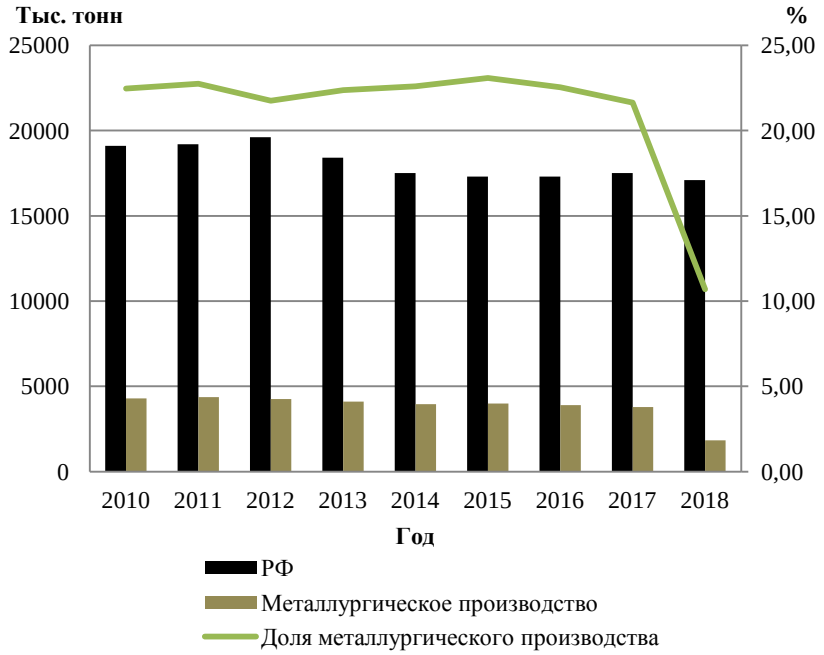


Рис. 2.14. Выбросы загрязняющих атмосферу веществ в России

Источник: Составлено на основе Охрана окружающей среды в России / Росстат [Электронный ресурс] URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13209 (дата обращения: 15.06.2021).

Для оценки воздействия черной металлургии России на окружающую среду на первоначальном этапе обобщена информация относительно регионов размещения предприятий отрасли. Разбивка предприятий по регионам проведена с учетом их типов, а именно комбинат, электросталеплавильный завод, метал-

лургический завод, трубный завод. Для каждого предприятия выделены применяемые технологические схемы производства, включающие кислородно-конвертерное производство, мартеновское производство, электросталеплавильное производство стали. Далее на основе данных по отчетности предприятий проведена разбивка производств по составу применяемой в электросталеплавильном производстве шихты на три группы. В первую группу выделены производства с использованием в шихте чугуна и лома черных металлов в соотношении 30% чугун и 70% лом, во вторую группу с использованием только лома черных металлов, в третью группу с использованием прямовосстановленного железа, произведенного по технологии Midrex. В связи с отсутствием точной информации относительно состава шихты, применяемого на каждом предприятии, соотношение компонентов применяемой шихты внутри групп не изменяется вне зависимости от предприятия.

Как было показано в разделе 1.1 черная металлургия России представлена тремя металлургическими районами, включающими в себя регионы размещения производителей сырья, черных металлов, готовой продукции. Наиболее крупным является Центральный металлургический район, который включает в себя предприятия Центрального, Северо-Западного и Южного федеральных округов. Уральский металлургический район включает в себя предприятия Уральского и Приволжского федеральных округов, Сибирский металлургический район – Сибирского федерального округа. В Дальневосточном федеральном округе формируется четвертый металлургический район. Кроме того, в оставшихся федеральных округах представлены небольшие металлургические предприятия.

В России черная металлургия представлена всеми необходимыми переделами от добычи сырья до готовой продукции. Основное отличие регионов заключается в обеспеченности сырьем и технологических способах производства, что лежит в основе и различий в воздействии черной металлургии на окружающую среду. Крупнейшая база железорудного сырья расположена в Центральном федеральном округе, входящем в состав Центрального металлургического района, на Курской магнитной аномалии (рис. 2.15). При этом богатая руда позволяет производить основную в России часть

железорудного сырья более высокого передела – около 67% окатышей, практически 100% прямовосстановленного железа, в том числе 100% горячебрикетированного железа (табл. 2.9).

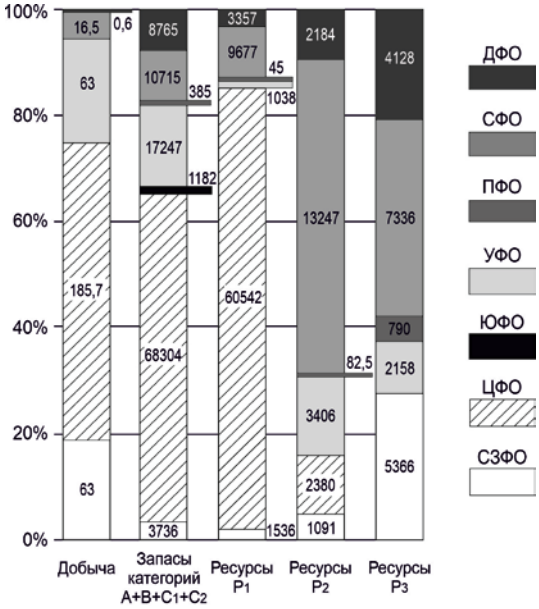


Рис. 2.15. Распределение прогнозных ресурсов, запасов и добычи железных руд по федеральным округам по состоянию на 01.01.2017, млн тонн

Источник: Железные руды России. 2017 год / NEDRADV [Электронный ресурс]. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/resources?obj=ab05b068239ede80d3dd35cf40488eca (дата обращения: 05.11.2022).

Таблица 2.9

Производство металлургического сырья в металлургических районах России в 2021 г., млн тонн

Показатель	ЦМР	УМР	СМР	ДМР
1	2	3	4	5
Руда железная сырая	222,70	72,70	16,90	0,20
Концентрат железорудный	74,80	13,90	6,80	5,20
Агломерат железорудный	27,20	23,60	7,60	-
Окатыши железорудные (окисленные)	47,70	6,50	-	-

Окончание таблицы 2.9

1	2	3	4	5
Прямовосстановленное железо	7,90	-	0,02	-
Кокс и полукокс из каменного угля	7,80	11,60	8,60	-

Источник: Рассчитано на основе: Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/ (дата обращения: 25.10.2022).

Примечание: ЦМР – Центральный металлургический район; УМР – Уральский металлургический район; СМР – Сибирский металлургический район; ДМР – Дальневосточный металлургический район.

Структура производства железорудного сырья в совокупности с размещением центров потребления металлопродукции, что обеспечивает объемы заготовки лома черных металлов, определило то, что в Центральном металлургическом районе получило развитие электросталеплавильное производство на основе шихты, состоящей из лома и прямовосстановленного железа. Отметим, что в Дальневосточном федеральном округе производство стали также основывается на использовании электродуговых печей с загрузкой шихты, на 100% состоящей 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 (табл. 2.10). Кроме того на многих металлургических комбинатах, обеспечивающих основную часть производства стальной продукции, имеется электросталеплавильное производство, на котором также используется чугун в составе шихты, смешанный с ломом и скрапом черных металлов.

Таблица 2.10

Производство стали в металлургических районах России в 2010–2021 гг., включая оценку по технологическим схемам производства, млн тонн

	2010	2015	2019	2020	2021
1	2	3	4	5	6
ЦМР	27,50	32,60	33,35	34,90	36,38
УМР	30,10	29,00	31,74	30,31	33,09

Окончание таблицы 2.10

1	2	3	4	5	6
СМР	8,50	7,30	7,70	7,80	7,34
Другие	0,70	0,50	1,09	0,76	0,96
Кислородно-конвертерное производство					
ЦМР	18,76	22,78	22,09	23,73	22,47
УМР	20,15	19,53	19,72	19,07	18,19
СМР	6,60	6,15	6,47	6,62	6,10
Другие	-	-	-	-	-
Мартеновское производство					
ЦМР	1,59	0,39	0,37	0,33	0,33
УМР	0,78	0,19	0,18	0,16	0,16
СМР	0,95	0,23	0,22	0,19	0,19
Другие	-	-	-	-	-
Электросталеплавильное производство					
ЦМР	7,14	9,43	10,89	10,84	13,58
УМР	9,17	9,28	11,84	11,08	14,74
СМР	0,95	0,92	1,01	0,98	1,05
Другие	0,70	0,50	1,09	0,76	0,96

Источник: Рассчитано на основе: Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/ (дата обращения: 25.10.2022); показатели по кислородно-конвертерному, мартеновскому и электросталеплавильном производствам – оценки автора на основе годовых отчетов предприятий ЕВРАЗ, ММК, НЛМК, Северсталь, Мечел, Металлоинвест, УМК-Сталь, ОМК, ТМК, ЗТЗ и др.

Примечание: ЦМР – Центральный металлургический район; УМР – Уральский металлургический район; СМР – Сибирский металлургический район; Другие – федеральные округа, не вошедшие в сформированные металлургические районы.

В производстве готовой продукции основная часть от общероссийского уровня приходится на Центральный, Северо-Западный федеральные округа, входящие в состав Центрального металлургического района, и Уральский федеральный округ, входящий в состав Уральского металлургического района. Они обеспе-

чивают свыше 76% от общероссийского уровня производства проката. В производстве труб основные регионы размещения производства это – Уральский, Приволжский федеральные округа из состава Уральского металлургического района, а также Южный федеральный округ, входящий в состав Центрального металлургического района, обеспечивающие свыше 72% от общероссийского уровня. В Сибирском металлургическом районе основная готовая продукция это – прокат, трубное производство существенно ниже остальных регионов (табл. 2.11).

Таблица 2.11

Производство готовой продукции черной металлургии в металлургических районах России в 2021 г., млн тонн

Показатель	ЦМР	УМР	СМР	Другие
Готовый прокат черных металлов	32,80	27,80	5,60	0,94
Трубы стальные	4,60	6,20	0,35	0,03

Источник: Рассчитано на основе: Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/ (дата обращения: 25.10.2022).

Отметим, что 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 сопровождающими операциями в процессе производства, среди которых разогрев металла, резка, зачистка заготовок и др. При использовании природного газа для данных процессов воздух практически не загрязняется. Согласно существующим оценкам выбросы в прокатном производстве составляют менее 0,1 тонн CO_2 на тонну продукции [Декарбонизация в горно-металлургическом секторе:…, 2021]. Поэтому оценка выбросов в черной металлургии по регионам России проведена для производства стали на основе подхода, представленного в работе Лисиенко В.Г., Лаптевой А.В., Чеснокова Ю.Н. и Луговкина В.В. [Лисиенко и др., 2015]. Согласно их подходу в качестве категории углеродного следа в черной металлургии может выступать интегральная сквозная эмиссия диоксида углерода, которая является суммой

эмиссий CO_2, последовательно возникающих во всех процессах технологической цепи, начиная с добычи сырья и кончая тем продуктом, для которого эта эмиссия определяется. Парниковый газ CO_2 образуется во всех технологических процессах черной металлургии при сжигании органического топлива, выгорании углерода из полуфабриката, разложении составляющих флюсов. Другой парниковый газ – метан – входит в состав вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) и сгорает до диоксида углерода в процессе использования таких ресурсов.

Для определения интегральной сквозной эмиссии по различным переделам в работе Лисиенко В.Г., Лаптевой А.В., Чеснокова Ю.Н. и Луговкина В.В. масса CO_2, образованная в доменном, коксохимическом, электродуговом процессах, определена с учетом дожигания CO по суммарной массе углерода, содержащегося в используемых топливах. Иными словами интегральная эмиссия диоксида углерода определяется количеством углерода, поступившего с углем и природным газом, а также количеством разложившегося известняка в агломерационном процессе. Также предполагается, что все вторичные энергетические ресурсы сгорают прямо или косвенно в процессах соответствующего передела.

На основе представленного подхода определения сквозной интегральной эмиссии после получения оценок объемов выпуска стали по регионам с учетом технологической схемы производства и состава применяемой шихты проводится оценка сквозной интегральной эмиссии CO_2 в черной металлургии России. Для этого использованы удельные показатели сквозной интегральной эмиссии CO_2 с разбивкой по категориям сочетания переделов производства стали (табл. 2.12):

1. ДП + КК: Выбросы CO_2 при производстве стали в кислородных конвертерах на основе выпуска чугуна в аглодоменном производстве.
2. ЭДП Лом: Выбросы CO_2 при производстве стали в электродуговых печах с использованием лома черных металлов.
3. ДП + ЭДП: Выбросы CO_2 при производстве стали в электродуговых печах с использованием лома черных металлов и чугуна, произведенного в аглодоменном производстве.

4. Midrex + ЭДП: Выбросы CO_2 при производстве стали в электродуговых печах с использованием прямовосстановленного железа.
5. Мартен: Выбросы CO_2 при производстве стали в мартеновских печах.

Таблица 2.12

Сквозная эмиссия CO_2 при производстве одной тонны стали, тонн

ДП + КК	ЭДП Лом	ДП + ЭДП	Midrex + ЭДП	Мартен
2,120	1,005	1,401	1,224	1,265

Источники: Лисиенко В.Г., Лаптева А.В., Чесноков Ю.Н., Луговкин В.В. Сравнительная эмиссия парникового газа CO_2 в переделах черной металлургии / Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2015. – Т. 58. – № 9. – С. 625–629. DOI: 10.17073/0368-0797-2015-9-625-629; Казаков Р.А. Исследование возможности повышения энергетической эффективности и сокращения выбросов парниковых газов на предприятиях черной металлургии России / Диссер. на соискание уч. степени канд. техн. наук по спец. 05.16.07 – Металлургия техногенных и вторичных ресурсов, 2013. – 189 с.

Отметим, что в представленных удельных показателях выбросов на тонну стали и полученных оценках по металлургическим районам и федеральным округам учтены только прямые выбросы деятельности предприятий черной металлургии России, т.е. не учитываются выбросы, формируемые, например, при выработке потребляемой заводами покупной у сторонних поставщиков электроэнергии. При этом оценки сквозной интегральной эмиссии включают выбросы CO_2 на всех стадиях производства от добычи сырья до получения стали.

Оценки сквозной интегральной эмиссии CO_2 от производств черной металлургии России по металлургическим районам представлены в таблице 2.13. В оценках по электросталеплавильному производству (в таблице 2.13 строки «ЭДП») оценка выбросов произведена с учетом состава шихты для выплавки стали, поскольку в зависимости от состава изменяются удельные показатели выбросов на тонну стали. В строках «ЭДП» приведены суммарные значения выбросов по технологическим схемам производства в электродуговых печах.

Отметим, что полученные оценки выбросов парниковых газов от деятельности предприятий черной металлургии отличаются от оценок, представленных в Национальном докладе о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбации поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, разрабатываемом под организационным руководством Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Российской Федерации. Сравнение оценок, а также объяснение причин расхождения представлены в Приложении к текущему разделу.

Таблица 2.13

Оценки сквозной интегральной эмиссии CO_2 в черной металлургии России по металлургическим районам с учетом технологических процессов производства в 2010–2021 гг., млн тонн

Показатель	ЦМР	УМР	СМР	Другие
1	2	3	4	5
2010				
Всего	50,15	54,48	16,53	0,70
КК	39,78	42,72	14,00	-
Мартен	2,01	0,98	1,20	-
ЭДП	8,35	10,78	1,33	0,70
2015				
Всего	59,89	52,65	14,62	0,50
КК	48,30	41,40	13,04	-
Мартен	0,49	0,24	0,29	-
ЭДП	11,10	11,01	1,29	0,50
2019				
Всего	60,11	56,09	15,41	1,10
КК	46,83	41,81	13,72	-
Мартен	0,47	0,23	0,28	-
ЭДП	12,80	14,05	1,41	1,10
2020				
Всего	63,45	53,74	15,66	0,76
КК	50,30	40,43	14,04	-
Мартен	0,41	0,20	0,24	-
ЭДП	12,74	13,10	1,38	0,76

Окончание таблицы 2.13

1	2	3	4	5
2021				
Всего	64,16	56,32	14,64	0,96
КК	47,64	38,57	12,93	-
Мартен	0,41	0,20	0,24	-
ЭДП	16,11	17,55	1,47	0,96

Источник: Оценки автора на основе таблицы 2.10 и таблицы 2.12.

Примечание: ЦМР – Центральный металлургический район; УМР – Уральский металлургический район; СМР – Сибирский металлургический район; Другие – федеральные округи, не вошедшие в сформированные металлургические районы; КК – кислородно-конвертерное производство стали; Мартен – производство стали в мартеновских печах; ЭДП – производство стали в электродуговых печах (электросталеплавильное производство).

Из таблицы 2.10 и таблицы 2.13 видно, что размещение производств черных металлов определило и воздействие черной металлургии в разрезе металлургических районов. Наибольшие объемы выбросов генерируются в Центральном металлургическом районе. При этом до 2013 г. лидером был Уральский металлургический район. Отметим, что если рассмотреть по федеральным округам, то Центральный металлургический район занимает первое место по суммарным выбросам. Однако основные объемы выбросов генерируются в Уральском федеральном округе, а за ним следуют Центральный и Северо-Западный федеральные округа. Что касается структуры выбросов по технологическим схемам производства, то основные выбросы приходятся на производство в кислородных конвертерах как из-за основного объема выпуска стали данным способом производства, так и из-за наибольшего объема удельных сквозных интегральных выбросов. В связи с выводом из использования мартеновских печей, их воздействие значительно снизилось и к 2020 г. достигло минимального значения. Увеличился вклад электросталеплавильного производства. Однако прирост доли производства стали в электродуговых печах в 2021 г. по сравнению с 2010 г. составил 12,1 п.п. при увеличении доли в выбросах черной металлургии на 9,15 п.п. При этом доля производства стали в кислородных конвертерах снизилась в 2021 г. по сравнению с 2010 г. на 4,4 п.п., что дало снижение доли в выбросах на 6,33 п.п.

Важнейшим фактором размещения предприятий черной металлургии 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, доля которых в 2020 г. составила 36,4% и 17,77% от общероссийского объема соответственно[1]. Не меньшее значение имеет близость экспортных рынков. Наибольшие доли экспорта черных металлов приходятся на Центральный и Уральский металлургические районы (табл. 2.14). При этом наибольшая доля приходится на Центральный федеральный округ с экспортом в страны Европы.

Таблица 2.14

Региональная структура экспорта черных металлов России в 2015–2021 гг., процентов от общероссийского уровня

Показатель	2015	2019	2020	2021
ЦМР	67,47	63,93	62,37	64,37
УМР	22,05	21,54	22,09	23,16
СМР	7,53	11,17	12,92	9,33
Другие	2,95	3,36	2,62	3,15

Источник: Рассчитано на основе Сайт Федеральной таможенной службы [Электронный ресурс]. URL: https://customs.gov.ru (дата обращения: 01.09.2022).

Примечание: ЦМР – Центральный металлургический район; УМР – Уральский металлургический район; СМР – Сибирский металлургический район; Другие – федеральные округа, не вошедшие в сформированные металлургические районы.

Кроме концентрации производства по регионам, 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

[1] Рассчитано на основе [Единая межведомственная…].

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 бóльшим объемом ломозаготовительных работ обеспечило меньшие суммарные выбросы при электросталеплавильном производстве Центрального и Северо-Западного федеральных округов, входящих в состав Центрального металлургического района, благодаря возможности использовать в меньших объемах шихту, железорудная часть которой включает чугун. Совокупная обеспеченность Центрального и Северо-Западного федеральных округов ломом на 2018 г. составила 35%. Совокупная обеспеченность Уральского и Приволжского федеральных округов составила 28% [Справка по рынку…, 2019]. В руде Курской магнитной аномалии (ЦФО) среднее содержание железа составляет 39% и не требует сложных схем обогащения. Пятая часть запасов имеет высокую концентрацию железа около 60%, однако они сложны в освоении из-за гидро- и горно-геологических условий. Наличие такой руды вблизи центров металлургического производства позволяет снизить транспортные затраты, а также производить окатыши и прямовосстановленное железо с высокой степенью металлизации, из которых уже можно выплавлять сталь без стадии доменного производства. Запасы руд Северо-Западного федерального округа по объемам незначительны, однако содержание железа в них составляет 26–32%. Уральские руды характеризуются содержанием железа 14–16,55% [Железные руды России. 2017 г.].

Немаловажным фактором структуры производства по регионам выступают цены на различные переделы железорудного сырья. В декабре 2020 г. цена на руду железную составила 2995 рублей за тонну, на концентрат – 6305 рублей за тонну, окатыши – 7770 рублей за тонну [Катунин и др., 2021, с. 376]. Низкая цена руды по сравнению с другими видами сырья, необходимость ее транспортировки до мест потребления в совокупности со сложившейся технологической структурой производства обеспечивают более выгодное использование имеющегося в Уральском и Сибирском федеральном округах агломерационного производства комбинатов для выпуска чугуна по сравнению со строитель-

ством новых мощностей для производства сырья более высоких переделов и использованием концентратов и окатышей, которые могут обеспечить основу для применения технологических схем с меньшими объемами выбросов.

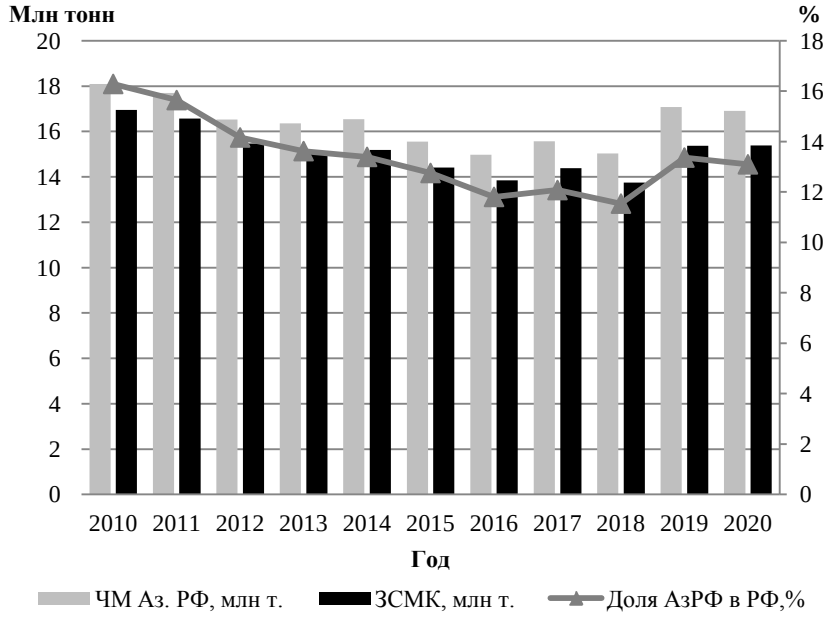


Рис. 2.16. Оценка сквозной интегральной эмиссии CO_2 черной металлургией Азиатской России

Источники: Рассчитано на основе: Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/ (дата обращения: 25.07.2021); Операционные показатели – Ключевые показатели /дата-банк / Сайт ЕВРАЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.evraz.com/ru/investors/reports-and-results/highlights/#tabs-trading-update (дата обращения: 15.11. 2021); Лисиенко В.Г., Лаптева А.В., Чесноков Ю.Н., Луговкин В.В. Сравнительная эмиссия парникового газа CO2 в переделах черной металлургии // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2015. – Т. 58. №9. – С. 625–629. DOI: 10.17073/0368-0797-2015-9-625-629.

Что касается Азиатской России, несмотря на то что в ней производится только около 12% стали от общероссийского уровня, выбросы CO_2 существенны (рис. 2.16), и их доля от общероссийского уровня находится в диапазоне от 12% до 18% в разные годы.

Превышение доли выбросов над долей производства связано с тем, что 89% стали в Азиатской России производится на единственном за Уралом металлургическом комбинате – АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат». Доминирование в выпуске стали АО «ЕВРАЗ ЗСМК» сформировало технологическую структуру черной металлургии Азиатской России, где основная часть выплавки базируется на аглодоменном производстве, дающем наибольшие выбросы в атмосферу. При этом получаемый чугун входит в состав шихты не только при выплавке стали в кислородных конвертерах комбината, но и в электродуговых печах, что является дополнительным источником выбросов вредных веществ в атмосферу по сравнению с другими электросталеплавильными заводами.

Из рисунка 2.16 видно, что прослеживается тенденция снижения общего объема выбросов в черной металлургии Азиатской России. Одна из причин заключается в технологических изменениях и новшествах, внедряемых в черной металлургии, в том числе в Азиатской России. Отход от мартеновского производства позволил существенно снизить выбросы загрязняющих веществ и повысить энергоэффективность производства. Мартеновская технология в Азиатской России замещается электросталеплавильным способом выплавки стали. При этом ускоренное внедрение электродуговых печей приводит к возможности увеличения использования лома черных металлов вплоть до 100% в металлошихте, перехода на использование прямовосстановленного железа, что позволяет сократить долю чугуна при производстве стали и уменьшить количество используемого железорудного концентрата и кокса, следовательно, ограничить выбросы вредных веществ. Как было показано выше, в Азиатской России единственным оставшимся предприятием, использующим мартеновское производство, является ОАО «Гурьевский металлургический завод», а использование прямовосстановленного железа в металлошихте уже внедрено на заводе ООО «Амурсталь». Переход площадки железнодорожного проката ЕВРАЗ ЗСМК с мартена на электродуговые печи хотя и не привел к полному отказу от чугуна в шихте, однако уже позволил сократить выбросы вредных веществ благодаря снижению доли чугуна за счет замещения использованием лома черных металлов.

Постепенная модернизация производства, направленная на внедрение современного оборудования, позволила использовать и другие технологии, позволившие снизить негативное воздействие на окружающую среду. В частности, к ним относится внедрение машин непрерывного литья заготовок, применение совмещенных процессов выплавки и прокатки металлов, постепенный переход к использованию системы замкнутого цикла водооборота. Внедрение первых двух из указанных технологий позволило сократить время производства продукции, а также исключить некоторые стадии разогрева металла. В вопросе использования водных ресурсов уже к 2016 г. сброс загрязненных вод в водоемы составил менее 3%, что, по мнению экспертов Министерства природных ресурсов и экологии РФ, не наносит значительного ущерба водной среде. В частности, такой результат обусловлен высоким значением использования оборотного водоснабжения в металлургическом производстве на уровне 93% [Государственный доклад…, 2017, с. 263].

ЕВРАЗ с целью снижения выбросов Западно-Сибирского металлургического комбината каждый год на тех или иных агрегатах проводит технологическую модернизацию. В доменном производстве расширяется применение технологий пылеугольного топлива, рециклинга доменного и коксового газов, например, внедрено использование вторичных газов на котле № 9 Западно-Сибирской ТЭЦ – филиала ЕВРАЗ ЗСМК [Отчет о климатических изменениях 2020, 2020]. Однако указанные мероприятия не позволяют кардинально снизить негативное воздействие комбината на окружающую среду в связи с сохранением доминирующей роли традиционной доменно-конвертерной технологии производства стали. В данном вопросе наиболее перспективной технологической схемой, связанной со снижением негативного воздействия на окружающую среду, считается формирование бездоменного производства на основе электродуговых печей с использованием в качестве шихты прямовосстановленного железа и лома черных металлов. Исключение аглодоменного производства из производственной цепочки, включающей стадии от добычи руды и заканчивая выплавкой стали, позволяет снизить почти в 2 раза выбросы CO_2. В Азиатской России в 2010-х годах расширены мощности электросталеплавильного производства.

В 2014 г. запущен завод УГМК Электросталь Тюмени, в 2015 г. на ЕВРАЗ ЗСМК завершен переход на производство рельсов из стали, выплавленной в дуговых сталеплавильных печах, на Дальнем Востоке функционирует ООО «Амурсталь». На Западно-Сибирском металлургическом комбинате в качестве сырья используются чугун и лом. На заводах УГМК Электросталь Тюмени и Амурсталь в качестве сырья используется лом черных металлов. Однако Сибирский и Дальневосточный федеральные округа являются дефицитными по лому черных металлов, что ставит вопрос развития производства прямовосстановленного железа. С проблемой недостатка лома уже столкнулся завод Амурсталь, что привело к проработке с 2020 г. варианта частичной его замены на горячебрикетированное железо, поставляемое из Белгородской области с Лебединского ГОКа [Завод «Амурсталь»…, 2020].

Выводы к разделу 2

Краткий экскурс в историю формирования и развития черной металлургии Азиатской России показывает, что создание комплексного крупного производства черных металлов и металлоизделий из них в Сибири и на Дальнем Востоке по сути не рассматривалось и не получило реализации. Сибирская металлургическая база всегда уступала по своим масштабам и приоритету развития другим районам страны, сперва южным (Донбасс) и уральским регионам, затем уральским и центральным. При этом если уральская и донбасская металлургии были сформированы еще при Российской империи, создание сибирской, хотя и в гораздо меньших масштабах, было осуществлено благодаря советской власти. При реализации первого пятилетнего плана развития народного хозяйства СССР развитие Кузбасса скорее было направлено на обеспечение перехода уральской металлургии с древесно-угольного на минеральное топливо за счет кузбасских коксующихся углей в рамках программы создания Урало-Кузбасского комбината. Конечно, в данный период было начато строительство одного из крупнейших на то время металлургических производств – Кузнецкого металлургического комбината. Однако количество и масштабы проектов создания и развития металлургических производств на Урале и в Кузбассе явно не

в пользу последнего. Для сравнения в Сибири был запланирован Кузнецкий металлургический комбинат, на Урале кроме реконструкции ряда действующих было запланировано строительство трех гигантов – Магнитогорского, Новотагильского, Челябинского (Бакальского) заводов, на Украине – Запарожстали, Криворожстали, Азовстали. В дальнейшем продолжалось постепенное и поступательное развитие черной металлургии Сибири, создание металлургии на Дальнем Востоке. Обращает внимание разнообразие специализации производств, которое было присуще формирующимся новым предприятиям. После распада СССР черная металлургия Азиатской России в основном модернизировалась без существенного создания новых производств. Основное развитие получило производство Центрального металлургического района, что можно объяснить наличием центров потребления черных металлов в лице предприятий машиностроения и строительства, близостью высокодоходных европейских экспортных рынков, а также сосредоточением богатых источников железорудного сырья на Курской магнитной аномалии.

Современная черная металлургия Азиатской России представлена всеми этапами цепи поставок, от горнорудного производства до получения конечной продукции. Основой черной металлургии Азиатской России является Сибирский металлургический район, ключевая производственная база которого расположена в Кузбассе. В регионе размещены ряд производителей основных видов сырья для черной металлургии – железорудного сырья, коксующихся углей, извести. В Сибири расположен один из центров ферросплавной промышленности России, являющийся лидером в стране по производству ферросилиция и ферромолибдена. Кроме Сибирского металлургического района в составе Азиатской России находится Дальневосточный, как новый формирующийся металлургический район. На текущий момент в нем расположены предприятия по добыче руды, производству железорудного сырья, стали, проката и в небольших количествах ферромолибдена. Стадия доменного производства в районе отсутствует. Единственным предприятием полного цикла в Азиатской России является АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат», который выпускает больше 90% черных металлов региона. Остальные заводы Азиатской России

являются передельными и выпускают сталь, прокат, готовую продукцию. В итоге можно сказать, что особенностью черной металлургии Азиатской России является ярко выраженная территориальная концентрация цепей поставок, поскольку субъектом федерации, где размещены основные предприятия отрасли, является Кемеровская область.

Первые десятилетия XXI века для черной металлургии Азиатской России, как и России в целом, отметились широкими программами модернизации производств. При этом они были направлены не только на обновление основных фондов предприятий, но и внедрение передовых технологий, в том числе направленных на снижение негативного воздействия деятельности производств на окружающую среду. Одним из ключевых направлений стало выведение из использования мартеновской технологии производства стали и расширение применения электросталеплавильного производства. В частности полностью на него перешло производство на площадке железнодорожного проката АО «ЕВРАЗ ЗСМК», которая в прошлом являлась Кузнецким металлургическим комбинатом. Полный переход с мартена на дуговые сталеплавильные печи произвело и предприятие Амурсталь еще в 90-х годах XX века. Кроме того, открылся и новый электросталеплавильный завод в городе Тюмени – ООО «Завод УГМК Электросталь Тюмени». К началу 2020-х годов мартеновское производство осталось только на Гурьевском металлургическом заводе. Параллельно малыми шагами, но уже началось освоение производства прямовосстановленного железа благодаря созданию предприятия АО «МеталлАктивгрупп» в Иркутской области и планам его организации на мощностях Кимкано-Сутарского ГОКа в Еврейской автономной области. Предприятием Амурсталь запущено производство стали на основе прямовосстановленного железа. Это в будущем позволит сформировать базис для перехода на выпуск стали полного цикла по технологии бездоменного производства с достаточным количеством железорудного сырья в условиях дефицита лома черных металлов.

Отсутствие крупных программ расширения производственных мощностей черной металлургии Азиатской России стало причиной того, что, несмотря на сформированное современное производство и наличие в Азиатской России двух металлургических районов,

ее доля в выпуске стали от общероссийского уровня существенно уступает Центральному и Уральскому металлургическим районам. В основном сохраняется сырьевая ориентированность отрасли в Сибири и на Дальнем Востоке. На протяжении рассматриваемого периода наибольшая доля Азиатской России достигнута по производству кокса и полукокса из каменного угля, объясняемая наличием богатых месторождений коксующихся углей Кузнецкого угольного бассейна. При этом в 2010-х годах доля черной металлургии Азиатской России в общероссийском выпуске черных металлов и сырья для их производства снизилась практически по всем видам продукции. Выросло только производство агломерата железорудного и стальных труб при незначительных объемах производства последних по сравнению с общероссийским уровнем производства. В качестве ключевой причины снижения доли по черным металлам можно назвать расширение черной металлургии в Центральном металлургическом районе на базе руд Курской магнитной аномалии со значительными запасами богатых руд. При этом расширение произошло в основном за счет развития заводов в сторону увеличения номенклатуры продукции с высокой добавленной стоимостью, а также создания новых заводов на базе электросталеплавильного производства. В качестве базовой причины сложившейся динамики, на наш взгляд, выступает меньшая величина спроса на продукцию предприятий черной металлургии в Азиатской России, поскольку основные машиностроительные предприятия России, а также наибольшие объемы строительства приходятся на европейскую часть страны. Это определило и структуру внешнеторговой деятельности черной металлургии Азиатской России, где ярко выражена ориентация на экспорт продукции по сравнению с импортом. При этом доминирует экспорт более низких переделов и импорт высоких.

Преобладающая роль АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат», деятельность которого базируется на традиционном интегрированном доменном производстве с получением стали в кислородных конвертерах, привела к тому, что доля выбросов вредных веществ в атмосферу черной металлургией Азиатской России от общероссийского уровня выбросов больше, чем доля производства. При этом получаемый на комбинате чугун входит в состав шихты не только при выплавке

стали в кислородных конвертерах комбината, но и в электродуговых печах, что является дополнительным источников выбросов вредных веществ в атмосферу по сравнению с другими электросталеплавильными заводами. В абсолютном выражении выбросов загрязняющих веществ размещение производств черных металлов определило воздействие черной металлургии в разрезе металлургических районов. Наибольшие объемы выбросов генерируются в Центральном металлургическом районе, который обошел Уральский металлургический район в 2013 г. Особенностью пространственного распределения выбросов в черной металлургии России является не только обозначенная выше несбалансированность долей Азиатской России, но и доминирование Центрального металлургического района только в случае определения суммарных выбросов. Последнее раскрывается, если рассмотреть выбросы по федеральным округам, входящим в состав металлургических районов. В таком случае основные объемы выбросов генерируются в Уральском федеральном округе, а за ним следуют Центральный и Северо-Западный федеральные округа. Основным фактором распределения выбросов можно назвать сочетание наличия источников сырья и размещения центров потребления черных металлов, что приводит и к размещению предприятий черной металлургии. При этом в XXI веке данный фактор стал играть еще большую роль в связи с ростом значимости экологической повестки, что определило необходимость изменения цепей поставок, выстроенных вокруг предприятий черной металлургии. Поскольку возрос запрос со стороны конечных потребителей на продукцию, произведенную с минимальным отрицательным воздействием на окружающую среду, предприятия вдоль всей цепи поставок вынуждены учитывать изменение интересов общества. Это в свою очередь обуславливает развитие технологий, снижающих негативное воздействие, и рост значимости источников сырья, которые позволяют внедрять такие технологии, например в черной металлургии – это производство прямовосстановленного железа. Поэтому высокое воздействие на окружающую среду в совокупности со значительной интеграцией производителей металлов и металлургической продукции в мировой рынок определило то, что основной проблемой современного металлургического производства стало изменение климата, в связи с чем возникли новые риски для энерго- и углеродоемких

отраслей, к которым относится и черная металлургия. При этом данные риски включают в себя как правовые, например, введение углеродного налога, так и репутационные, связанные с изменением спроса вдоль цепей поставок в результате изменения предпочтений конечных потребителей и общества в целом в сторону увеличения роли неэкономических общественных потребностей, в том числе в сфере экологии.

Приложение. Сравнение оценок сквозной интегральной эмиссии CO_2 от производства стали и оценок CO_2-эквивалента выбросов парниковых газов от производства окатышей, чугуна, стали и железа прямого восстановления

Представленные в данной работе значения выбросов парниковых газов являются авторскими оценками. В качестве основного документа, отражающего выбросы в российской экономике, принято использовать «Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбации поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом» (далее по тексту – Кадастр парниковых газов РФ), разрабатываемый в соответствии с обязательствами Российской Федерации по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и Киотскому протоколу к Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. Организационное руководство разработкой доклада осуществляется Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Методическое руководство, оценки выбросов и абсорбции парниковых газов, подготовка и редактирование доклада выполняются Федеральным государственным бюджетным учреждением «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля (ФГБУ «ИГКЭ») [Национальный доклад…, 2022].

Для сравнения полученных результатов с официально принятыми рассмотрим оценки, приведенные в Кадастре парниковых газов РФ от 2022 г., где расчеты проведены для периода 1990–2020 гг. В разделе 4.4 «Металлургия» Кадастра приведены оценки по черной металлургии России выбросов CO_2-эквивалента таких парниковых газов, как углекислый газ (CO_2) и метан (CH_4). Кроме того, приведены оценки и по некоторым другим парниковым

газам, образующимся в результате деятельности предприятий цветной металлургии, что не относится к объекту рассмотрения данной работы. Отметим, что оценки приведены по России в целом без разбивки по металлургическим районам, федеральным округам или субъектам Федерации. Оценка выбросов CO_2 для формирования Кадастра парниковых газов РФ проводилась в соответствии с методикой Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК, IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change), представленной в главе 4 «Выбросы металлургической промышленности» Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК от 2006 г. [Глава 4…, 2006].

В таблице 2.15 приведены оценки выбросов парниковых газов в черной металлургии России, полученные в данной работе как сквозная интегральная эмиссия CO_2, а также представленные в Кадастре парниковых газов РФ как CO_2-эквивалент выбросов парниковых газов от производства окатышей, чугуна, стали и железа прямого восстановления. Как видно полученные оценки расходятся в среднем в 1,37 раза. Такое расхождение обусловлено отличием подходов к расчету оценок, однако оба они соответствуют методике МГЭИК.

Таблица 2.15

Оценки эмиссии парниковых газов в черной металлургии России в 2010–2020 гг., млн тонн

Показатель	2010	2015	2019	2020
Сквозная интегральная эмиссия CO_2*	121,86	127,67	132,71	133,62
Выбросы парниковых газов от производства окатышей, чугуна, стали и железа прямого восстановления, CO_2-экв**	91,34	95,86	94,11	96,03

Источники: * – рассчитано как сумма строк «Всего» по металлургическим районам в таблице 2.13; ** – рассчитано как сумма строк «Выбросы CO_2 от производства окатышей, чугуна, стали и железа прямого восстановления» и «Выбросы CH_4 от производства чугуна, стали и железа прямого восстановления» в таблице 4.37 Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбации поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2020 гг. / ФГБУ «ИГКЭ» [Электронный ресурс]. URL: http://www.igce.ru/performance/publishing/reports/ (дата обращения: 23.11.2022).

Согласно методике МГЭИК, представленной в [Глава 4…, 2006], выделяется три уровня метода оценки выбросов в зависимости от доступной информации. Проведенная оценка сквозной интегральной эмиссии CO_2 соответствует методу уровня 1, согласно которому выбросы от производства чугуна и стали определяются путём умножения коэффициентов выбросов по умолчанию на национальные данные о производстве. Отличием от методики МГЭИК стало использование коэффициентов сквозной эмиссии CO_2 при производстве одной тонны стали, представленных в работе [Лисиенко и др., 2015] вместо коэффициентов выбросов CO_2 для производства кокса, чугуна и стали – уровень 1, представленных в методике МГЭИК. На наш взгляд, коэффициенты сквозной эмиссии CO_2 при производстве одной тонны стали позволяют получить более полные значения выбросов парниковых газов от деятельности металлургических предприятий, поскольку являются сквозными и учитывают выбросы от добычи сырья до производства стали в отличие от коэффициентов выбросов CO_2 для производства кокса, чугуна и стали – уровень 1, которые соответствуют определенным процессам в металлургии. Поэтому выбор при проведении расчетов был сделан в пользу сквозных коэффициентов.

В Институте глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля при расчете выбросов от производства чугуна и стали используется метод уровня 2, основанный на национальных данных об использовании материалов в процессе производства чугуна и стали, агломерата, окатышей и прямовосстановленного железа. Такие данные могут быть получены от государственных ведомств, ответственных за производственную или энергетическую статистику, от торгово-промышленных организаций или от компаний по производству чугуна и стали. При этом оценки, полученные методом уровня 2, являются более точными, чем методом уровня 1. Для оценки выбросов CO_2 при производстве железа прямого восстановления использовался метод уровня 3, основанный на использовании заводских данных о выбросах CO_2, либо заводских данных о деятельности для конкретных восстановителей, отработанных газов и других технологических материалов и продуктов, что дает еще более точную оценку по сравнению с методами уровня 1 и 2. Выбросы CO_2 от производства окатышей,

а также выбросы CH_4 от производства агломерата и железа прямого восстановления рассчитывались по методу уровня 1.

Выбор использования метода уровня 1 при определении сквозной интегральной эмиссии CO_2 обусловлен тем, что расчеты были проведены для металлургических районов. В Кадастре парниковых газов РФ расчет выбросов CO_2 от производства агломерата, чугуна и стали выполнялся на основании публикуемых в бюллетене «Черная металлургия» [Черная металлургия. Бюллетень…] отраслевых данных об удельном использовании сырья и топливно-энергетических ресурсов в черной металлургии. Однако эти данные приведены по России и не применимы для расчета выбросов по металлургическим районам, что обусловило использование данных Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС) [Единая межведомственная…] по объемам производства в федеральных округах для оценки выбросов по металлургическим районам.

Таким образом, расхождение полученных оценок связано как с использованием разных подходов и уровней оценки при определении выбросов CO_2, так и с разным способом подсчета коэффициентов выбросов при расчете сквозных выбросов и расчете по определенным процессам. Отметим, что в работе Лисиенко В.Г., Лаптевой А.В., Чеснокова Ю.Н. и Луговкина В.В. приведены значения выбросов и по определенным процессам, на основе которых с учетом весов, равных расходу того или иного ресурса по переделам, проведены расчеты коэффициентов сквозной эмиссии. Представленные в двух работах коэффициенты по процессам отличаются, но не имеют существенных расхождений по величине.

Список использованных источников

Авдашева С.Б., Буданов И.А., Голикова В.В., Яковлев А.А. Модернизация российских предприятий в цепочках создания стоимости (на примере трубной и мебельной промышленности России) // Экономический журнал Высшей школы экономики. – 2005. – Т. 9. – № 3. – С. 361–377.

Алексеев В.В., Гаврилов Д.В. Металлургия Урала с древнейших времен до наших дней / М.: Наука, 2008. – 886 с.

Бабун Р.В. Развитие черной металлургии Сибири и Дальнего Востока: народнохозяйственный аспект / отв. ред. А.Г. Гранберг, З.Р. Цимдина. – Новосибирск: Наука, 1987. – 136 с.

АО «МеталлАктивгрупп» [Электронный ресурс]. URL: металлактивгрупп.рф (дата обращения: 12.08.2021).

Белый И.Г., Карцева М.И., Ябров А.С. Здравствуй, Запсиб! / Кемерово, 1989. – 340 с.

Буданов И.А. Влияние макроэкономических изменений на динамику производства металла в России // Проблемы прогнозирования. – 2015. – № 6. – С. 108–123.

Буданов И.А. Роль общественных условий в формировании динамики металлургического производства // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2022. – С. 41–68. DOI: 10.47711/2076-318-2022-41-68

Газ в дело. Завод «Амурсталь» / Газпром газораспределение Дальний Восток [Электронный ресурс], 2020. URL: https://gazdv.ru/mass_media/smi-o-nas/2020-3-komsomolsk-gas_usage_in_metalworking_amurstal# (дата обращения: 21.04.2022).

Глава 4 «Выбросы металлургической промышленности», Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 / IPCC [Электронный ресурс], 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).

Годовой отчет 2021 ЕВРАЗ / ЕВРАЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.evraz.com/upload/iblock/5c5/EVRAZ_Annual_Report_2021.pdf (дата обращения: 11.12.2022).

Годовой отчет ОАО «НМЗ им. Кузьмина» за 2019 г. [Электронный ресурс]. URL: https://e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=1175&type=2 (дата обращения: 25.11.2020).

Годовой отчет ПАО «Кокс» за 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: http://www.kemkoks.ru/upload/iblock/59e/Koks-Godovoy-otchet-za-2020-god-dlya-raskrytiya.pdf (дата обращения: 12.08.2021).

Годовой отчет ПАО «Кокс» за 2021 г. / ПАО «Кокс» [Электронный ресурс]. URL: http://www.kemkoks.ru/upload/iblock/be2/Koks-Godovoy-otchet-za-2021-god.pdf (дата обращения: 11.12.2022).

Годовой отчет ПАО «Мечел» по итогам работы за 2020 г. / ООО «Интерфакс-ЦРКИ» [Электронный ресурс], 2020. URL: https://e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=1942&type=2 (дата обращения: 16.06.2022).

Годовой отчет по результатам работы за 2014 год ОАО «Кузнецкие ферросплавы» / ООО «Интерфакс-ЦРКИ» [Электронный ресурс], 2017. URL: https://e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=1120&type=2 (дата обращения: 21.04.2022).

Годовой отчет публичного акционерного общества «Коршуновский горно-обогатительный комбинат» за 2021 год / Интерфакс – Сервер рас-

крытия информации [Электронный ресурс], 2022. URL: https://e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=3552&type=2 (дата обращения: 10.12.2022).

Горнорудный филиал ЕВРАЗ ЗСМК / ЕВРАЗ [Электронный ресурс]. URL: https://www.evraz.com/ru/company/assets/evraz-zsmk/#accordion-ruda (дата обращения: 10.12.2022).

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году» / М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2017. – 760 с.

Гурьевский металлургический завод в Кузбассе выставлен на продажу за 3,7 млрд рублей / Коммерсантъ [Электронный ресурс], 2021. URL: https://www.kommersant.ru/doc/4848011 (дата обращения: 17.12.2022).

Декарбонизация в горно-металлургическом секторе: возможные решения для компаний в СНГ / Ernst & Young [Электронный ресурс], 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).

ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат (ЕВРАЗ ЗСМК) / Сайт ЕВРАЗ [Электронный ресурс]. URL: http://russia.evraz.com/enterprise/steel/zsmk/production/ (дата обращения 28.11.2020).

Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: https://fedstat.ru/ (дата обращения: 05.11.2022).

Железные руды России / Бизнес-портал NEDRADV [Электронный ресурс]. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/ratings?rubric=b8ce6228fc2b2cdbdf8b61cdf5d9dd97 (дата обращения: 10.12.2022).

Железные руды России. 2017 год / Бизнес-портал NEDRADV [Электронный ресурс]. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/resources?obj=ab05b068239ede80d3dd35cf40488eca (дата обращения: 05.11.2022).

Жучков В.И., Леонтьев Л.И., Заякин О.В. Использование российского рудного сырья для производства ферросплавов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Т. 63, № 3–4. – С. 211 – 217. DOI: 10.17073/0368-0797-2020-3-4-211-217

Завод «Амурсталь» произвел серию опытных плавок с использованием ГБЖ / Сайт ООО «Амурсталь» [Электронный ресурс], 2020. URL: https://www.amurstal.com/about-us/press-center/arkhiv-novostej/139-zavod-amurstal-proizvel-seriyu-opytnykh-plavok-s-ispolzovaniem-gbzh.html (дата обращения: 31.05.2022).

Завод имени Кузьмина закупил нового оборудования на сто миллионов рублей / Вести Новосибирск [Электронный ресурс], 2012. URL: https://www.nsktv.ru/news/city/zavod_imeni_kuzmina_zakupil_novogo_oborudovaniya_na_sto_millionov_rubley/ (дата обращения: 25.01.2023).

Западно-Сибирский металлургический комбинат / Металлобазы.ру [Электронный ресурс]. URL: https://metallobazy.ru/factory/15 (дата обращения: 07.02.2022).

Западно-Сибирский электрометаллургический завод / Сайт СГМК [Электронный ресурс]. URL: http://www.sgmkgroup.ru/making/industrial/sgmkf/about/ (дата обращения: 12.06.2022).

Инвестпроект «Кимканское и Сутарское месторождения» / Бизнес-портал NEDRADV [Электронный ресурс]. URL: https://nedradv.ru/nedradv/invetsp?obj=8cfab8ca24e0d950ab29a01d55fbc09d (дата обращения: 07.12.2022).

Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 27-2021 Производство изделий дальнейшего передела черных металлов / М.: Бюро НДТ, 2021. – 436 с.

История Амурсталь [Электронный ресурс]. URL: https://www.amurstal.com/about/history/ (дата обращения: 19.01.2023).

История Гурьевского металлургического завода / ОАО «Гурьевский металлургический завод» [Электронный ресурс]. URL: https://gurmz.com/istoriya.html (дата обращения: 18.01.2023).

История Новосибирского металлургического завода имени Кузьмина / АО «Новосибирский металлургический завод им. Кузьмина» [Электронный ресурс]. URL: https://www.nmz-k.ru/%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F/ (дата обращения: 18.01.2023).

История ООО «Петропавловск – Чёрная Металлургия» [Электронный ресурс]. URL: https://www.petropavlovsk-io.ru/rus/ind/istoriya (дата обращения 12.08.2021).

Карпипец А.Ю., Тимошенко А.И., Цимдина З.Р. Новокузнецкий металлургический комбинат // Историческая энциклопедия Сибири: в 3-х т. Т. 2: К-Р / Ин-т истории СО РАН. – Новосибирск: Историческое наследие Сибири, 2009. – С. 491–492.

Катунин В.В., Зиновьева Н.Г., Иванова И.М., Петракова Т.М. Основные показатели работы черной металлургии России в 2020 г. // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2021. – Т. 77, № 4. – С. 367–392. DOI: 10.32339/0135-5910-2021-4-367-392

Кимкано-Сутарский ГОК / Сайт ООО «Петропавловск – Чёрная Металлургия» [Электронный ресурс]. URL: https://www.petropavlovsk-io.ru/rus/projects/ks/ (дата обращения: 12.08.2021).

Колесников Ю.А., Буданов Б.А., Столяров А.М. Металлургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе / Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. – 380 с.

Концентрат железорудный товарный Абазинского рудника / Абазинский рудник [Электронный ресурс]. URL: https://rudnikabaza.ru/железорудный-концентрат/ (дата обращения: 10.12.2022).

Крюков В.А., Суслов Н.И., Ягольницер М.А. Подход к формированию концепции комплексного развития Азиатской России: от проблем к проектам, от проектов к сценариям // Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2021: сборник материалов в 8 т. Т.3: Международная научная конференция «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». Новосибирск: СГУГиТ, 2021. – №1. – С. 3–15. DOI: 10.33764/2618-981X-2021-3-1-3-15

Кучумова А. Впереди времени // Промышленные страницы Сибири. – 2016. – № 3 (107). – С. 66–69.

Лисиенко В.Г., Лаптева А.В., Чесноков Ю.Н., Луговкин В.В. Сравнительная эмиссия парникового газа CO_2 в переделах черной металлургии // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2015. – Т.58. – № 9. – С. 625–629. DOI: 10.17073/0368-0797-2015-9-625-629

Металлургический завод «Электросталь Тюмени» / Металлобазы.ру [Электронный ресурс]. URL: https://metallobazy.ru/factory/16 (дата обращения: 19.12.2022).

Металлургический завод Амурсталь / Металлобазы.ру [Электронный ресурс]. URL: https://metallobazy.ru/factory/33 (дата обращения: 19.01.2023).

Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбации поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2020 гг. / ФГБУ «ИГКЭ» [Электронный ресурс], 2022. URL: http://www.igce.ru/performance/publishing/reports/ (дата обращения: 23.11.2022).

Николаевский железоделательный завод / ИРКИПЕДИЯRU [Электронный ресурс]. URL: http://irkipedia.ru/content/nikolaevskiy_zhelezodelatelnyy_zavod (дата обращения: 06.01.2023).

О Компании ООО «Амурсталь» [Электронный ресурс]. URL: https://www.amurstal.com/about/ (дата обращения: 17.12.2022).

Отчет о климатических изменениях 2020 / ЕВРАЗ [Электронный ресурс], 2020. URL: https://www.evraz.com/files/ru/sustainability/evraz-climate-change-report-2020-rus.pdf (дата обращения: 11.01.2021).

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

Петров С.П. Перспективы участия Республики Тыва в развитии черной металлургии Азиатской России // Азиатские исследования: история и современность. – 2022. – №1. – С. 125–131. – DOI: 10.24412/2782-6139-2022-1-125-131

Петров С.П. Современное состояние ферросплавной промышленности России и перспективы ее развития в Азиатской части страны // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2022. – Т.78. – №12. – С. 1019–1030. DOI: 10.32339/0135-5910-2022-12-1019-1030

Петровск-Забайкальский металлургический завод / Энциклопедия Забайкалья [Электронный ресурс]. URL: http://ez.chita.ru/encycl/concepts/?id=4457 (дата обращения: 16.01.2023).

Принципиальная схема кислородного конвертера [Электронный ресурс]. URL: https://metal-archive.ru/konverternye-processy/509-principialnaya-shema-kislorodnogo-konvertera.html (дата обращения: 12.12.2022).

Продукция ОАО «Гурьевский металлургический завод [Электронный ресурс]. URL: http://gmzkem.net/?page_id=38 (дата обращения: 28.11.2020).

Рябов В.А., Столбова О.Б. Современный промышленный комплекс Кемеровской области // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. – 2017. – № 3. – С. 41–46. DOI: 10.21603/2542-2448-2017-3-41-46

Сайт АО «Алтай-Кокс» [Электронный ресурс]. URL: https://altai.nlmk.com/ru/about/key-facts/ (дата обращения: 11.12.2022).

Сайт ПАО «КОКС» [Электронный ресурс]. URL: http://www.metholding.ru/business/facility/oao-koks/ (дата обращения: 30.11.2020).

Справка по рынку лома 2018 / НСРО «РУСЛОМ.КОМ» [Электронный ресурс], 2019. URL: https://ruslom.com/wp-content/uploads/2019/02/spravka-po-rynku-loma-2018.pdf (дата обращения: 2.12.2020).

Струмилин С.Г. История черной металлургии в СССР. Том 1 / отв. ред. акад. И.П. Бардин. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1954. – 533 с.

Суходолов А.И. Предпосылки и перспективы формирования комплекса черной металлургии в Восточной Сибири и Иркутской области // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2015. – Т.25. – № 1. – С. 5–12. DOI: 10.17150/1993-3541.2015.25(1).5-12

Тёйский рудник Хакасии начал работу после многолетнего перерыва / Хакасия Информ [Электронный ресурс], 2020. URL: https://xakac.info/news/91058 (дата обращения 28.11.2020).

Тёйское месторождение: история / Горнорудная компания «Алатау» [Электронный ресурс]. URL: https://mc-alatau.ru/o-kompanii/ (дата обращения: 10.12.2022).

Технологии и оборудование / Сайт ОАО «НМЗ им. Кузьмина» [Электронный ресурс]. URL: https://www.nmz-k.ru/Технологии/ (дата обращения: 10.12.2020).

Уманский А.А., Козырев Н.А., Думова Л.В. Анализ взаимосвязи состава металлошихты электроплавки с основными технико-экономическими показателями выплавки рельсовой стали // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2017. – № 3. – С. 24–28.

Филиал ООО «УГМК-Сталь» в г. Тюмени «МЗ «Электросталь Тюмени» / Деловой портал Правительства Тюменской области [Электронный ресурс]. URL: https://www.tyumen-region.ru/support/industry/enterprises/8279/ (дата обращения: 19.12.2022).

Ханин Г.И. Экономическая история России в новейшее время. Российская экономика в 1992–1998 годы / Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 712 с.

Цимдина З.Р. Западно-Сибирский металлургический комбинат // Историческая энциклопедия Сибири: в 3-х т. Т. 1: А-И / Ин-т истории СО РАН. – Новосибирск: Историческое наследие Сибири, 2009а. – С. 581–582.

Цимдина З.Р. Металлургия черная // Историческая энциклопедия Сибири: в 3-х т. Т. 2: К-Р / Ин-т истории СО РАН. – Новосибирск: Историческое наследие Сибири, 2009б. – С. 354–356.

Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации [Электронный ресурс]. URL: https://chermetinfo.elpub.ru/jour (дата обращения: 10.02.2023).

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. – P. 630–637.

Раздел 3
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ АЗИАТСКОЙ РОССИИ В ТРЕТЬЕМ ДЕСЯТИЛЕТИИ XXI ВЕКА

Несмотря на сложности, которые пережила черная металлургия России с 2022 г., она сохраняет свои позиции одного из «локомотивов» отечественной экономики. Изменяются цепи поставок, выстроенные вокруг предприятий черной металлургии, не столько по своей сути, сколько по своей структуре. Особенно ярко проявляется переформатирование рынков сбыта в связи с ограничениями на экспорт, введенными санкциями против отраслей основных потребителей черных металлов в России. В свою очередь главным ограничивающим фактором, на наш взгляд, препятствующим реализации проектов развития черной металлургии России в целом и Азиатской части страны в частности, может стать высокая зависимость отрасли от импортных поставок оборудования. Проведенная модернизация производств в 2000-х годах создала основу функционирования отрасли, которая позволяет на текущем этапе уверенно работать над расширением металлургического машиностроения. При этом ориентация при формировании проектов развития черной металлургии должна проявляться в сторону современных технологий, учитывающих не только необходимость сохранения текущих производственных возможностей российской металлургии, но и позволяющих дать ответ современным мировым вызовам, включая вопрос снижения негативного воздействия на окружающую среду и формирования базиса устойчивого развития отрасли.

Сложившаяся в 2022 г. геополитическая ситуация обуславливает переориентацию политических, экономических, транспортных и иных связей от Запада на Восток. Касается это не только вопроса экспорта, что обусловлено санкционным давлением западных стран, но и сформированными программами развития Дальнего Востока, а также роста внимания со стороны государства

с 2021 г. к развитию Сибири. Благодаря возросшей значимости вопроса развития Азиатской России увеличился запрос на обеспеченность продукцией черной металлургии, особенно выделяется судостроение на Дальнем Востоке и развитие инфраструктурных проектов в Азиатской части страны в первую очередь связанных с постройкой магистральных трубопроводов и портовой инфраструктуры Северного морского пути. В связи с этим актуализируется развитие черной металлургии в Азиатской России, поскольку обеспечение металлургической продукцией Сибири и Дальнего Востока за счет имеющихся производственных мощностей Центрального и Уральского металлургических районов связано с большим транспортным плечом, следовательно, и с высокими транспортными издержками. Кроме того, как отмечалось ранее, в 2022 г. обозначились и значительные сложности с перевозкой металлургической продукции как в плане тарифов, так и в плане пропускной способности существующей транспортной системы. Переориентация экспортных потоков на Восток, рост спроса на металлопродукцию вследствие развития отраслей потребителей в Сибири и на Дальнем Востоке в совокупности обуславливают значимость проработки определяющих направлений и проектов развития черной металлургии Азиатской России с обязательным учетом сложившихся технологических тенденций и прогнозов развития в мировой и российской черной металлургии.

3.1. Технологические тенденции и прогнозы развития черной металлургии

В современной черной металлургии используются две основные технологические схемы производства стали (рис. 3.1). Первая схема включает в себя производство стали в кислородных конвертерах с использованием чугуна в качестве основного компонента металлической части шихты. Вторая схема включает в себя использование дуговых сталеплавильных печей с гибкими возможностями варьирования состава металлической части шихты от использования чугуна до полной загрузки печи только ломом черных металлов или прямовосстановленным железом, а также возможностью различной комбинации указанного сырья в составе шихты. Используемая технологическая схема соответственно

влияет и на результативность работы завода в плане технико-экономических показателей производства, гибкости производства, получаемого сортамента продукции, затрат, воздействия на окружающую среду. Использование схемы на основе кислородных конвертеров широко применяется на комбинатах при массовом производстве в первую очередь рядовых марок стали. Электродуговое производство является более гибким и позволяет производить требуемый сортамент марок стали, включая специальные стали, в необходимых объемах и с возможностью в отличие от кислородно-конвертерного производства быстрого изменения состава шихты для следующей плавки при необходимости получения отличной от предыдущей плавки марки стали.

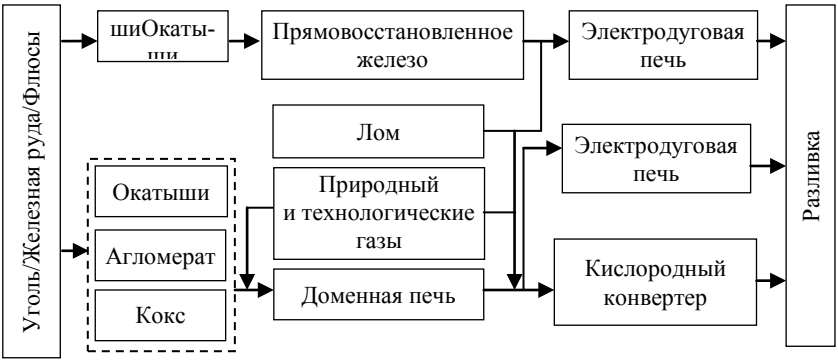


Рис. 3.1. Действующие в первых десятилетиях XXI века технологии производства стали в черной металлургии

Источники: Составлено на основе 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, p. 635; ИТС 26-2021 Производство чугуна, стали и ферросплавов: Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. М.: Бюро НДТ. – 2021. – 575 с.

В 2020-х годах основным технологическим процессом в черной металлургии остается традиционное интегрированное доменное производство с получением стали в кислородных конвертерах (рис. 3.2). В отличие от альтернативных технологий она является сформировавшейся с долгой историей развития. Такой процесс включает в себя стадии производства Руда – Чугун – Сталь – Прокат.

Однако, как было отмечено в разделе 2.4, основной проблемой современного металлургического производства стала необходимость снижения негативного воздействия на окружающую среду. Именно аглодоменное производство является основным эмитентом вредных веществ. На рисунке 3.2 с использованием методики оценки сквозной интегральной эмиссии CO_2 из работы [Лисиенко и др., 2015] показаны выбросы, формируемые по процессам, обеспечивающим производство чугуна. Как можно заметить, наибольшая эмиссия выбросов вредных веществ происходит во время получения чугуна в доменной печи. Однако получение агломерата и кокса также сопровождается существенными выбросами углекислого газа в атмосферу. При этом эмиссия CO_2 процесса при продувке металла в конвертере составляет 144 кг на тонну стали, что с учетом коэффициента расхода чугуна для получения тонны стали в конвертере, равном 0,88, и расходом других требуемых материалов (например, извести, плавикового шпата, лома) обеспечивает значение сквозной эмиссии CO_2 на тонну кислородно-конвертерной стали 2035 кг.

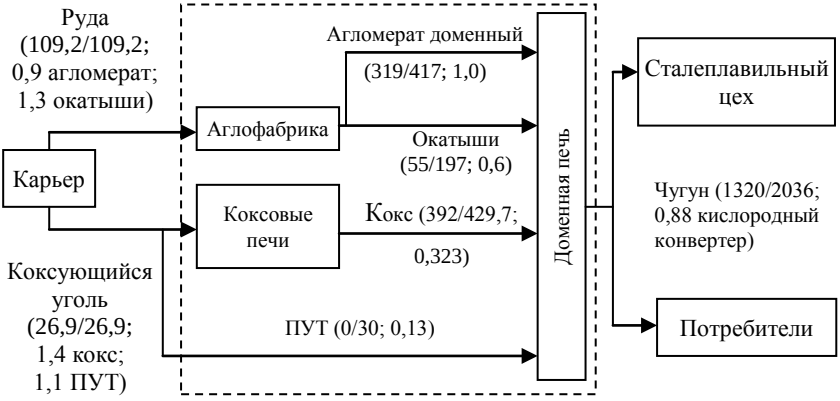


Рис. 3.2. Схема аглодоменного производства с выбросами CO_2 по стадиям, килограмм на тонну продукта (эмиссия процесса/сквозная эмиссия; расход ресурса в тоннах на одну тонну продукта на следующем этапе производства)

Источник: Составлено на основе Лисиенко В.Г., Лаптева А.В., Чесноков Ю.Н., Луговкин В.В. Сравнительная эмиссия парникового газа CO_2 в переделах черной металлургии / Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2015. – Т. 58. – № 9. – С. 625–629. DOI: 10.17073/0368-0797-2015-9-625-629

Для сравнения сквозная интегральная эмиссия при применении дуговых сталеплавильных печей с использованием в шихте прямовосстановленного железа, произведенного по технологии Midrex, составляет 1224 килограмма на одну тонну стали, поскольку из производства исключается стадия получения чугуна, а также некоторых типов сырья, например, кокса. Поэтому все большее использование получает процесс бездоменного производства на основе использования электросталеплавильных печей.

В связи с ростом значимости экологической повестки в системе интересов общества, оказываемым черной металлургией воздействием на окружающую среду и отсутствием альтернативных технологий производства, выделился ряд основных направлений в текущем развитии технологий в черной металлургии:

1. Снижение энергопотребления, в том числе существующих технологических процессов.

2. Экологизация производства и в первую очередь снижение выбросов в атмосферу вредных веществ.

3. Развитие совмещенных процессов выплавки и прокатки стали, позволяющие исключить некоторые этапы производства.

4. Новые типы продукции, позволяющие снизить углеродный след конечной продукции как за счет меньшего объема выбросов при их производстве, так и за счет увеличения срока эксплуатации металлоизделий.

5. Цифровизация производства, позволяющая оптимизировать производственные процессы.

Существует ряд проектов по развитию технологий в направлениях борьбы с воздействием на окружающую среду. При этом они преследуют схожие цели при разных подходах, что позволяет дать их группировку, приведенную в таблице 3.1. К 2020-м годам широкое внедрение из приведенных технологий получили рекуперация тепла и энергии из твердых и газовых потоков, повышение доли переработки лома черных металлов, расширение применения электролиза в первую очередь за счет использования железа прямого восстановления. Отметим, что данные технологии следует рассматривать в совокупности, поскольку зачастую они являются взаимосвязанными. Например, разработка сталей нового поколения связана с их производством для нужд

конкретных потребителей, что подстегивает расширение применения электролиза на основе повышения в переработке доли лома черных металлов.

Таблица 3.1

Основные направления по снижению энергопотребления и экологизации производства в черной металлургии

Снижение энергопотребления	Экологизация производства
– рекуперация тепла и энергии из твердых и газовых потоков (включая использование в электроэнергетике) – использование когенерационных установок – повышение эффективности использования материалов – повышение доли переработки лома черных металлов – разработка сталей нового поколения – оптимизация процессов технического обслуживания сталеплавильных заводов	– улавливание и хранение углерода (Carbon Capture and Storage (CCS) – модернизация сталелитейных заводов для использования технологии улавливания, развитие транспортных сетей и доступа к местам хранения) – улавливание и утилизация углерода (Carbon Capture and Utilization (CCU) – использование компонентов сопутствующих газов для производства топлива или использования как сырья в химической промышленности) – частичная замена угля биотопливом (например, древесным углем) – расширение применения электролиза (сокращения использования железной руды) – повышение доли переработки лома черных металлов – использование водорода вместо угля при агломерации (в процессе восстановления железа) – использование водорода как топлива в процессах производства металлов

Источники: Составлено на основе 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, p. 630; Fact Sheet: Climate Change Mitigation / WorldSteel Association [Электронный ресурс]. URL: https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:0191b72f-987c-4057-a104-6c06af8fbc2b/fact%2520sheet_climate%2520mitigation_2019_vfinal.pdf (дата обращения: 26.01.2021).

Внедрение указанных технологий определило перспективные направления развития черной металлургии на основе формирования бездоменного производства (рис. 3.3). В краткосрочном периоде можно ожидать расширения применения электросталеплавильного производства. Далее произойдет дальнейшее развитие на основе наиболее перспективной на текущий момент технологической

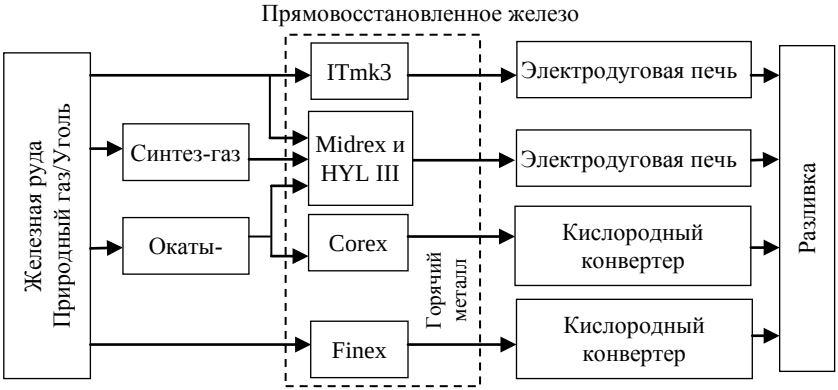


Рис. 3.3. Перспективные технологии производства в черной металлургии

Источник: Петров С.П. Технологические тенденции и направления развития черной металлургии Азиатской России // Черные металлы. – 2022. – № 8. – С. 78. DOI: 10.17580/chm.2022.08.13

схемы с расширением производства и внедрением применения прямовосстановленного железа. При этом различные виды способов его получения позволяют развивать не только электросталеплавильное производство, но и кислородно-конвертерное. Использование шахтной печи позволяет осуществлять плавку и обжиг кусковых материалов с применением газов. Наиболее распространенным способом производства прямовосстановленного железа в шахтной печи является технология Midrex, с долей в мировом производстве ПВЖ около 70% [Колесников и др., 2020, с. 148]. Она является способом получения железа прямого восстановления за счёт прямого восстановления природным газом (металлизации) окатышей или кусковой руды. Также возможно в качестве восстановителя использовать синтез-газ, полученный из угля в отдельном газогенераторе. На втором месте по объемам производства прямовосстановленного железа находятся процессы HYL I и HYL III, занимая около 25% общего объема выпуска ПВЖ в мире. При способе HYL III в шахтной печи можно перерабатывать в качестве железосодержащего материала окатыши разного сорта и смеси окатышей с кусковой рудой. Для получения газа-восстановителя на установках HYL III применяется способ

реформирования газа и пара. Очищенный и пропущенный через слой оксида цинка (ZnO) для удаления серы природный газ подается вместе с водяным паром [Процесс ХиЛ-III].

Нестабильность ситуации на мировом рынке нефти и газа, а также прогнозы по истощению запасов этих энергоносителей при наличии значительных запасов каменных и бурых углей повысили интерес к технологиям получения ПВЖ с использованием угля в качестве восстановителя. Одной из таких технологий является ITmk3, в которой в качестве восстановителя используется измельченный уголь, а продуктом является гранулированный чугун, направляемый в электродуговые печи. При этом в отличие от технологий, использующих синтез-газ, исключается стадия его производства. Как отмечают эксперты, реализация подобной технологии перспективна в регионах, обладающих значительными запасами угля и собственным металлургическим комплексом. Недостатком данной технологии выступает низкая производительность на единицу площади вращающегося пода кольцевой печи, что подразумевает необходимость использования печей большого диаметра [Бирюков, Сафьянц, 2016, с. 21–22, 25–26].

Перспективными выступают и технологии получения жидкого чугуна путем прямого восстановления. Технология производства Corex является жидкофазным способом восстановления железа, позволяющим производить чугун из железной руды и угля, качеством не хуже чем в доменных печах. При этом в отличие от доменного производства исключаются стадии производства кокса и агломерата. Выбросы установки Corex содержат лишь незначительные объемы NO_x, SO_2, пыли, фенолов, сульфидов и аммиака, при меньшем значении объемов отработанных вод [Corex – …]. Отметим, что данный процесс был единственным с 1988 года реализованным способом выплавки чугуна без использования кокса [Колесников и др., 2020, с. 150]. Однако с 2014 г. внедрена технология Finex, которая позволяет получить чугун на основе прямого использования рудной мелочи и некоксующихся углей по качеству эквивалентный чугуну, произведенному в доменной печи или установке Corex [Finex – …]. В дальнейшем из полученного чугуна производится сталь в кислородных конвертерах.

В отдаленной перспективе ожидается активное внедрение водородных технологий. Большие надежды на снижение негативного воздействия черной металлургии на окружающую среду связаны с развитием технологий, позволяющих использовать водород в отрасли. При этом при производстве самого водорода важно применение технологий, позволяющих получать низкоуглеродный водород, а в идеале «зеленый» водород. Использование водорода, как заменителя углерода, в черной металлургии возможно по трем направлениям [Алабушев и др., 2021, с. 926]:

1) в качестве восстановителя оксидов железа;

2) в качестве топлива и источника тепла;

3) в качестве одного из компонентов при получении интерметаллидов или при сварке.

Из представленных трех направлений использования водорода в черной металлургии с существенным снижением использования углерода, следовательно, и выбросов углекислого газа в атмосферу, связаны только использование водорода как восстановителя железа и топлива, поскольку данные области характеризуются значительным масштабом потребления ресурсов. На текущий момент водород используют при производстве железа прямого восстановления. Поскольку оксиды железа, а также меди, никеля, кобальта, молибдена и вольфрама обладают сравнительно небольшой термодинамической прочностью, вполне приемлемым восстановителем для этих оксидов является водород [Гиршов и др., 2010, с. 46]. В основном водород используется в качестве восстановителя в технологии, основанной на использовании шахтных печей и продуктов конверсии природного газа, а поскольку восстановление оксидов железа – довольно дорогой процесс, поэтому он в основном используется при получении железного порошка высокой чистоты. При этом водород используется не только для первичного восстановления, но и для восстановительного отжига материалов, полученных более дешевыми способами путем восстановления углеродом.

Водород становится сильным восстановителем оксидов железа при температуре реакции выше 810°C, поскольку при данной температуре обладает бóльшим сродством к кислороду, чем оксид углерода [Процессы восстановления…]. Конечным продуктом восстановления является железо и вода. Последнюю можно снова

использовать для получения водорода и кислорода, что позволяет сформировать замкнутый цикл восстановления железа водородом [Боранбаева и др., 2020, с. 27]. Двумя внедренными в промышленности технологическими процессами производства прямовосстановленного железа с применением водорода в качестве восстановителя являются технологии «Финмет» (Венесуэла, Австралия) и «Циркоред» (Тринидад и Тобаго). В процессе «Финмет» в реакторах «кипящего слоя» используется железорудная мелочь, восстанавливаемая водородом, полученным при конверсии природного газа. В процессе «Циркоред» на основе принципа «кипящего слоя» используется мелкая руда, восстанавливаемая водородом, полученным в результате риформинга природного газа. Восстановление в кипящем слое позволяет использовать мелочь руды без ее окомкования. Конечным продуктом является губчатое железо, имеющее низкую концентрацию углерода, которое на выходе брикетируется [Бигеев и др., 2020, с. 93].

В качестве топлива водород в черной металлургии на текущий момент не применяется. Причины носят как экономический, так и технологический характер. Экономические причины заключаются в высокой цене водорода. На 2021 г. цена «зеленого» водорода составила 5–7 долларов за килограмм и для предотвращения существенного роста цен на сталь она должна снизиться до 1,5 долларов [«Новатэк» и «Северсталь»…, 2021]. Bloomberg оценил затраты на производство стали с использованием водорода на 20–30% выше по сравнению с использованием ископаемого топлива [Водородная металлургия…, 2019].

Причины технологического характера заключаются в том, что технологии металлургического производства на основе водорода сегодня находятся на стадии разработок. Например, итальянский производитель металлургического оборудования компания Tenova заключила соглашение о сотрудничестве с оператором итальянской газотранспортной системы Snam, направленное на проведение стратегических исследований и рыночного анализа по вопросам внедрения технологий, основанных на использовании «зеленого» водорода в металлургической промышленности. Tenova намерена приспособить оборудование, поставляемое металлургам, для использования газовых смесей с содержанием водорода вплоть до 100% [Итальянская Tenova..., 2022]. Проведение подоб-

ных разработок ведущими поставщиками металлургического оборудования может говорить о том, что металлургические печи будут переведены на использование водорода как топлива вместо природного газа. Однако в ближайшее десятилетие это маловероятно и реализуемо только при запуске новых мощностей и при условии успешности внедрения инновационных технологий. Проблема отсутствия освоенного оборудования для водородной металлургии объясняется рядом причин. Во-первых, изменятся требования к конструкции горелок и помещений, где они размещаются. Это связано с тем, что теплотворная способность водорода в 3,5 раза выше, чем у природного газа, водород вызывает специфическую коррозию металла горелок, трубопроводов и арматуры, а также имеет взрывоопасную концентрацию с воздухом в 2 раза ниже по сравнению со смесью метана с воздухом. Во-вторых, при переходе на водород меняется баланс тепла и газовых потоков. Газообразный водород требует для горения в 4 раза меньше воздуха и формирует, соответственно, меньше продуктов сгорания. Уменьшение количества газообразного теплоносителя изменяет условия теплообмена конвекцией в сторону снижения интенсивности, что особенно важно в агрегатах слоевого и противоточного типа (шахтные печи, проходные печи и др.). В-третьих, при переходе на водород повысится содержание паров воды в дымовых газах. Это будет способствовать росту теплоемкости газов, увеличивать окислительный потенциал печных газов, менять условия теплообмена и, как следствие, требовать дополнительной настройки теплового режима работы печи.

Таким образом, в сфере применения водорода в черной металлургии можно ожидать расширения его использования в качестве восстановителя железа при модернизации существующих мощностей или введении новых. Внедрение применения водорода в качестве топлива в третьем десятилетии XXI века маловероятно вследствие длительного срока между капитальными ремонтами металлургических печей, высоких затрат на строительство новых мощностей, а также необходимости разработки печей, способных работать на водородном топливе. Более вероятным является переход на использование электроэнергии, полученной с применением водорода при генерации, что зависит от распространения бездоменной технологии получения стали.

В вопросах организации производства тенденцией в мировой черной металлургии стало развитие совмещенных процессов выплавки и прокатки стали. Распространение получили литейно-прокатные модули (агрегаты), в которых из конвертера или электропечи происходит непрерывная разливка стали на машину непрерывного литья заготовок, откуда застывшие горячие слябы, блюмы или заготовки отправляются на прокатку. На некоторых таких модулях после горячей прокатки сразу же идет холодная прокатка. Данная технология позволяет получить экономию площадей, сокращение логистических издержек и времени выполнения заказа, а также снизить затраты энергии вследствие, например, исключения необходимости разогрева стали перед разливкой и/или заготовки перед прокаткой [Современные технологии…, 2020].

Среди важнейших тенденций в черной металлургии также необходимо обозначить то, что с учетом изменения спроса на сталь производители черных металлов активно занимаются созданием новых сплавов в первую очередь в сторону получения высокопрочных марок стали. В частности, это связано с формирующимся мировым энергопереходом и вопросами снижения негативного воздействия деятельности человека на окружающую среду. Новые потребности «зеленой» экономики связаны с модернизацией промышленной, транспортной, энергетической и коммунальной инфраструктуры. Это в перспективе не только поддерживает спрос на сталь, но и обеспечивает требование к бóльшей диверсификации продуктовой линейки, разработке продукции с заданными качествами, новых сплавов, новых покрытий и т. п. [Рушайло, 2022]. Использование высокопрочных сталей предотвращает выбросы CO_2 в процессе эксплуатации произведенных из них изделий за счет повышенного срока службы в объемах, превышающих в 6 раз выбросы при их производстве. Кроме того, по сравнению с такими материалами, как алюминий или углеродное волокно, сталь может перерабатываться и повторно использоваться без потери своих свойств [Steel's Contribution to…, 2020].

Широкое распространение, в том числе с целью снижения негативного воздействия производств на окружающую среду, получило развитие черной металлургии в сторону цифровизации производственных процессов. Цифровизация обеспечивает для

металлургических предприятий большую гибкость цепей поставок, глубокое понимание внутренних для цепей в целом и составляющих их отдельных предприятий бизнес-процессов, позволяет лучше понимать запросы клиентов и благодаря этому расширять сортамент востребованной продукции, что формирует базу для разработки стратегий фирм и повышения их конкурентных преимуществ. По этим причинам металлургические предприятия активно оцифровывают основные функции внутри цепей поставок и интегрируют свои информационные системы с партнерами как вниз по цепям, так и вверх [Попова, Аксенова, 2022, с. 237]. При этом развитие металлургии связано не только с информатизацией производства, но и с масштабной роботизацией различных производственных процессов, применением технологий создания цифровых двойников, виртуальной и дополненной реальности, машинного обучения, Интернета вещей, аддитивными технологиями. Наиболее успешно внедрение цифровых технологий проявляется в операционной деятельности производителей черных металлов, т.е. в материальные и информационные потоки цепей, что повышает обоснованность принимаемых управленческих решений. Это позволяет переформатировать цепи поставок, выстроенные вокруг предприятий черной металлургии, в целостную систему удовлетворения потребностей экономики в металлопродукции благодаря более четкому реагированию на изменение запросов потребителей, повышению точности и соблюдению сроков выполнения заказов, снижению затрат производства, негативного воздействия на окружающую среду и т.д. Поскольку внедрение цифровых технологий связано со значительными затратами, лидерами в направлении цифровизации, как отмечают сотрудники Института экономики УрО РАН Ольга Александровна Романова и Дмитрий Владимирович Сиротин, выступают крупные металлургические предприятия. Например, НЛМК и Северсталь ввели в использование центры обработки данных (ЦОД), которые на основе «цифровых двойников» производственных мощностей получают большой массив данных и направляют его на хранение в «озеро данных» («Data Lake»), из которого по специальным запросам ЦОД предоставляет их для обработки в различных математических моделях на основе машинного обучения [Романова, Сиротин, 2021, с. 137–139].

Описанные технологические тенденции, динамика производства мировой металлургии и спроса на черные металлы в первую очередь в Китае, располагающем половиной производственных мощностей и потребления черных металлов в мире, события 2022 г. и их последствия определили прогнозы развития черной металлургии в том числе и российской. При этом прогнозы варьируются в зависимости от акцента в них на технологическое развитие, развитие спроса, динамики производства и другие аспекты деятельности отрасли, что формирует горизонт прогнозирования. Британская консалтинговая компания Wood Mackenzie представила прогноз развития черной металлургии до 2050 г. [Металлургам придется…, 2021]. По ее оценкам мировое потребление стали по сравнению с 2020 г. увеличится на 23% до 2,3 млрд тонн в год. При этом произойдет изменение состава стран, обеспечивающих наибольший спрос. По прогнозу компании, наибольшее увеличение спроса дадут Индия, страны Юго-Восточной Азии и Южной Америки, тогда как Китай сократит его, пройдя через пик в третьем десятилетии XXI века. Схожие тенденции обозначаются в прогнозе World Steel Association до 2030 г., согласно которому объем строительной продукции в мире будет увеличиваться в среднем на 2,3% в год при изменяющейся пространственной структуре строительного рынка с увеличением доли таких стран, как Индия, Индонезия, Бразилия. В Африке вследствие расширения строительства новых железнодорожных магистралей ожидается рост спроса на рельсовую продукцию. Вследствие этого и изменений в других металлопотребляющих отраслях мировой экономики, в том числе автомобилестроении и производстве промышленного оборудования, произойдут пространственные изменения спроса на сталь. Влияние окажут такие страны, как Индия, Иран и страны Африки. При этом первые две проводят активную политику по расширению производственных мощностей в черной металлургии. Ожидается, что за третье десятилетие XXI века выпуск стали будет увеличиваться от 0,4% до 1,6% в год благодаря экономической активности развивающихся стран.

Основным вопросом, решаемым производителями черных металлов станет снижение негативного воздействия на окружающую среду. Ожидается, что в западных странах фирмы будут проводить декарбонизацию производства за счет внедрения водородной ме-

таллургии, однако в других регионах она не получит широкого распространения вследствие развития бездоменной металлургии на основе применения электросталеплавильных печей. Благодаря таким тенденциям, во-первых, вырастет потребление металлолома, и в первую очередь в Индии и Китае. Увеличение объема переработки и потребления металлолома на 23% к 2025 г. прогнозируется и Китайской Национальной комиссией по развитию и реформам (NDRC) в период 2021–2025 гг. (14-я Пятилетка), что будет связано со стремлением страны снизить зависимость металлургии от импорта железорудного сырья, сократить собственную добычу низкокачественной руды, убавить выбросы углекислого газа [Китай увеличит потребление…, 2021]. Во-вторых, спрос на прямовосстановленное железо вырастет в три раза. Крупнейшими его импортерами будут Китай и европейские страны. Это в свою очередь подтолкнет рост рынка высококачественного сырья – окатышей на 35% при одновременном сокращении рынка железорудного сырья на 24% по сравнению с 2020 г. Не менее важным будет увеличение использования возобновляемой энергии и повышение энергоэффективности. Несмотря на прогнозируемое снижение производства чугуна на 45%, потребление угля отраслью будет достаточно высоким. Это обосновывает актуальность технологии улавливания и хранения углерода (CCS).

Что касается более краткосрочных прогнозов, то согласно World Steel Association основной прирост потребления стальной продукции будет обеспечен за счет увеличения спроса в европейских странах, Северной и Южной Америке, а также Африки [Short Range Outlook…, 2021]. Похожие оценки по Европе приведены и в прогнозе Европейской металлургической ассоциации Eurofer, обусловленные улучшением в начале 2020-х годов обстановки в промышленности и строительстве [Economic and steel market…, 2021]. При этом существенного снижения стоимости стальной продукции не ожидается в связи с продлением квот на импорт в страны Европейского Союза до 2024 г. при запрете поставки российской продукции и сохранением стальных тарифов в США при введении заградительных пошлин на металл из России [США ввели…, 2023].

28 декабря 2022 г. распоряжением Правительства РФ № 4260-р была утверждена Стратегия развития металлургической промыш-

ленности РФ на период до 2030 г. (далее по тексту Стратегия). В ней обозначены прогнозы развития черной и цветной металлургии, барьеры развития в указанный период, заданы плановые показатели и направления развития металлургии, а также выделены факторы, лежащие в основе успешной реализации указанной стратегии. Ожидается, что развитие черной металлургии России за указанный период пройдет два этапа. Первый этап, называемый адаптационным, пройдет до 2025 г. Связан он с адаптацией отрасли к изменениям 2022 г., вызванным санкционным давлением на экономику России. Согласно Стратегии произойдет «реализация мер противодействия санкционному давлению, уточнение экономических параметров отрасли, интенсификация вывода неэффективных и избыточных мощностей, наработка и начало реализации в том числе новых проектов, стимулирующих металлопотребление в стране, прежде всего в строительной и энергетической отраслях экономики, начнется формирование новых логистических схем с ожидаемым приоритетом на южном и восточном направлениях, уточнение потребности в металлопродукции, необходимой для восстановления объектов, разрушенных во вновь признанных республиках» [Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2022 г…, 2023].

Второй этап, называемый восстановительным, относится к периоду до 2030 г. На данном этапе «следует ожидать начала реализации новых проектов по развитию инфраструктуры, в том числе по транспортировке энергоресурсов, сырьевых ресурсов и готовой металлопродукции, по созданию транспортных коридоров Запад–Восток, Север–Юг, которые должны повысить спрос на металлопродукцию. Сформируются новые логистические цепи, стабилизируется доходность металлургической отрасли».

В рамках Стратегии введены два сценария развития черной металлургии России до 2030 г. с учетом новых субъектов Федерации:

1. При базовом сценарии выплавка стали в России к 2030 г. может составить 90,4 млн тонн (увеличение на 16,2% к 2021 г.), выпуск готового проката – 82,6 млн тонн (увеличение на 25,34% к 2021 г.), стальных труб – 14,3 млн тонн (увеличение на 34,91% к 2021 г.). По сравнению с 2021 г. к 2030 г. ожидается увеличение внутреннего потребления на 42,16% и экспорта на 0,68%

по готовому прокату, внутреннего потребления на 36,96% и экспорта на 11,11% по стальным трубам, при увеличении импорта готового проката на 16,67% и сокращении импорта стальных труб на 25%. При этом особый акцент делается на изменения в производстве и потреблении проката и труб из нержавеющей стали. Так, прирост производства проката к 2030 г. составит 315,37%, при увеличении внутреннего потребления на 15,36%, экспорта на 572,22% и сокращении импорта на 52,48%. Производство труб из нержавеющей стали увеличится на 81,16%, внутреннее потребление на 22,12%, при сокращении экспорта на 25%, а импорта на 87,18%.

2. При консервативном сценарии выплавка стали в России к 2030 г. может составить 75,7 млн тонн (сокращение на 2,7% к 2021 г.), выпуск готового проката – 66,4 млн тонн (увеличение на 0,76% к 2021 г.), стальных труб – 13,3 млн тонн (увеличение на 25,47% к 2021 г.). По сравнению с 2021 г. к 2030 г. ожидается сокращение внутреннего потребления на 5,64% при увеличение экспорта на 10,92% и импорта на 9,52% по готовому прокату. По стальным трубам увеличение внутреннего потребления на 28,26% при неизменном экспорте и сокращении импорта на 25%. При этом прирост производства проката из нержавеющей стали к 2030 г. составит 139,9%, при сокращении внутреннего потребления на 11,61%, увеличении экспорта на 288,89% и сокращении импорта на 45,15%. Прирост производства труб из нержавеющей стали составит 33,33%, при сокращении внутреннего потребления на 3,85%, экспорта на 50%, а импорта на 74,36%.

Из представленных сценариев развития черной металлургии России до 2030 г. можно заметить, что главным поддерживающим развитие отрасли направлением должно стать расширение внутреннего потребления. Ожидания основываются на развитии потребляющих металлопродукцию отраслей промышленности, в первую очередь жилищного и инфраструктурного строительства, транспортного машиностроения, производства машин и оборудования, химической промышленности, оборонно-промышленного комплекса, производства посуды, бытовой техники и медицинских изделий. В свою очередь инфраструктурные проекты и проекты в нефтяной и газовой отраслях обосновывают

развитие трубного производства. Согласно прогнозам заместителя генерального директора ПАО «Трубная металлургическая компания» по научно-техническому развитию и техническим продажам д.т.н. Сергея Геннадьевича Чикалова к 2035 г. в России могут быть построены более десяти новых заводов сжиженного природного газа, реализованы около 15 проектов в отрасли по производству метанола, осуществлен ряд проектов в нефтехимии. Это ставит определенные вызовы к качеству выпускаемых труб. Но более высокие требования формируют снижение углеродного следа и развитие водородной энергетики. По оценкам эксперта к 2030 г. на долю водорода в энергобалансе страны будет приходиться 10–15%. Для получения водорода из природного газа и метана потребуются трубы, выдерживающие высокие температуры и стойкие к охрупчиванию под напряжением, для транспортировки – произведенные из низкоуглеродистой и нержавеющей стали, для утилизации получаемого в процессе производства водорода углекислого газа необходимы стойкие к агрессивной углекислотной коррозии трубы [Трубы будущего, 2021].

3.2. Перспективные проекты развития черной металлургии Азиатской России[1]

Изменения в направлениях развития экономики России в сложившихся в 2022 г. политических и экономических реалиях, перестроение цепей поставок и их переориентация на внутреннее потребление, а в вопросах экспорта на Восток, усиливают значимость развития регионов Азиатской России, что повышает требования к их обеспеченности продукцией черной металлургии. При этом стремление сформировать в них устойчивый рост актуализирует потребность в самообеспеченности металлопродукцией. Поскольку черная металлургия выступает отраслью, одно-

[1] Подраздел 3.2 подготовлен с применением результатов, полученных в рамках исследования, проведенного при финансовой поддержке Российской Федерации в лице Министерства науки и высшего образования России в рамках крупного научного проекта «Социально-экономическое развитие Азиатской России на основе синергии транспортной доступности, системных знаний о природно-ресурсном потенциале, расширяющегося пространства межрегиональных взаимодействий», Соглашение № 075-15-2020-804 от 02.10.2020 г. (грант № 13.1902.21.0016).

временно предъявляющей спрос на широкий спектр ресурсов и обеспечивающей удовлетворение промежуточного спроса производителей продукции дальнейших переделов, а, в конечном счете, играющей важнейшую роль в удовлетворении конечного спроса, немаловажным является ее взаимосвязь с другими отраслями, находящимися на разных звеньях цепи поставок. С учетом существующих пространственных и межотраслевых взаимосвязей развитие металлургии станет одним из источников импульса комплексного развития регионов Азиатской России, что создаст синергетические эффекты для их социально-экономического роста в 30-х годах XXI века. Поэтому необходимо рассмотреть возможные проекты развития черной металлургии Азиатской России исходя из фактического и потенциального спроса на ее продукцию как внутри страны, так и в рамках экспортных возможностей. При анализе проектов целесообразно сделать акценты на, во-первых, учете имеющихся запасов требуемых полезных ископаемых исходя из современных технологических тенденций развития отрасли, во-вторых, определении оптимальности размещения производственных мощностей с учетом пространственной и межотраслевой кооперации и, в-третьих, оценке влияния на другие отрасли экономики России и социально-экономическое развитие регионов размещения.

Развитие черной металлургии Азиатской России в рассматриваемом периоде связано в первую очередь с машиностроением, а также добычей и переработкой нефти и газа. Это обусловлено ростом потенциала в Сибири и на Дальнем Востоке машиностроения, которое является одним из основных потребителей продукции черной металлургии, и необходимостью развития инфраструктуры для реализации проектов по добыче и переработке нефти и газа. Реализация ряда проектов в машиностроении позволит сформировать спрос на определенные марки стали. При этом это могут быть как рядовые марки, так и специальные. В первую очередь в Азиатской России развитие взаимосвязи черной металлургии и машиностроения видится в сфере судостроения, что обусловлено наличием большого числа проектов на Дальнем Востоке по развитию судостроения и постройки судов и кораблей. В сфере связей черной металлургии Азиатской России с проектами добычи и переработки газа и нефти преиму-

щественно следует ожидать формирования таковых по проектам в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. Проекты в Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах менее перспективны в плане формирования спроса на продукцию черной металлургии Азиатской России по причине близости Уральского металлургического района в случае поставок металлопродукции, поскольку он обладает собственной мощной металлургической базой. В случае поставок труб следует ожидать поток продукции из Центрального и Уральского металлургических районов, поскольку они являются основными металлургическими районами расположения трубопрокатных заводов. Основной спрос на металлопродукцию в Сибири и на Дальнем Востоке может быть обеспечен за счет реализации проектов строительства трубопроводов, а также портовой инфраструктуры для обеспечения газовых и нефтяных проектов. При этом формируется спрос на хладостойкие марки стали, поскольку осуществляется реализация проектов в условиях низких температур северных широт. Кроме того, в свете реализации инфраструктурных проектов и программ социально-экономического развития регионов в Азиатской России существует тесная связь черной металлургии со строительством, как отраслью, которая в общем случае является вторым основным потребителем стальной продукции.

Как результат связь черной металлургии с проектами в указанных отраслях экономики позволяет обеспечить условия для формирования производства определенного сортамента стали и стальной продукции. Он включает выпуск рядовых марок стали, в первую очередь на мощностях Сибирского металлургического района, и специальных марок стали. В зависимости от проектов, которые реализуются при развитии черной металлургии Азиатской России, они могут дать импульс развитию угольной, газовой отраслей, машиностроению, в том числе по направлениям приборостроение и производство оборудования для металлургической отрасли, транспортной инфраструктуры, проектов в социально-экономической сфере.

Представленный во втором разделе обзор организационной, пространственной, технологической и продуктовой структуры черной металлургии Азиатской России позволяет сформировать представление о ее текущем состоянии, выявить ее

роль в черной металлургии России на основе сравнения с обзором, представленным в первом разделе. Сопоставление текущего состояния с технологическими тенденциями и прогнозами развития черной металлургии, представленными в разделе 3.1, а также обозначенные источники формирования спроса на металлопродукцию, позволяют выделить основные стартовые условия развития черной металлургии Азиатской России на основе SWOT-анализа (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Результаты SWOT-анализа черной металлургии Азиатской России

Сильные стороны	**Слабые стороны**
– Наличие балансовых запасов топливных и металлорудных минеральных ресурсов. – Формирование нового металлургического района на Дальнем Востоке (возможность формирования требуемой технологической среды). – Наличие центров подготовки специалистов (например, Сибирский государственный индустриальный университет в г. Новокузнецке, Учебный центр ООО «КС ГОК» Петропавловск – Черная металлургия, Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема в г. Биробиджан).	– Труднодоступность ресурсов при реализации новых проектов (природные условия, слабая развитость инфраструктуры, неосвоенность территорий). – Отсутствие сильной базы в производстве металлургического оборудования. – Отсутствие специалистов на местах.
Возможности	**Угрозы**
– Расширение спроса на металлопродукцию (развитие судостроения на Дальнем Востоке, машиностроения в Азиатской России, инфраструктурные проекты). – Внимание государства к развитию Дальнего Востока, рост в 2021 г. внимания к Сибири. – Близость к рынкам Азиатско-Тихоокеанского региона.	– Зависимость от мировых цен. – Зависимость от иностранных поставок оборудования.

Источник: Петров С.П. Технологические тенденции и направления развития черной металлургии Азиатской России // Черные металлы. – 2022. – № 8. – С. 77. DOI: 10.17580/chm.2022.08.13

К основным преимуществам черной металлургии Азиатской России можно отнести наличие запасов как топливных, так и металлорудных ресурсов. Однако зачастую они находятся на территориях либо с неразвитой инфраструктурой, включая низкую транспортную доступность и отсутствие энергии, либо в труднодоступных местах. Среди возможностей можно выделить формирование спроса со стороны отдельных отраслей, а также при реализации инфраструктурных проектов, которые заложены в государственных программах. В Дальневосточном федеральном округе на текущий момент сформировались предпосылки со стороны спроса в машиностроении и при реализации инфраструктурных проектов для развития металлургического района, выпускающего, в том числе, готовый прокат и трубную продукцию. При этом требуется развитие производства особых марок стали, относящихся к хладостойким и обладающих высоким уровнем коррозионной стойкости, необходимых для реализации проектов на Севере, которые в частности связаны с развитием производства и логистики сжиженного природного газа. Необходимость получения как рядовых, так и особых марок стали обосновывает актуальность развития производства ферросплавов и лигатур. Дополнительным фактором развития черной металлургии Азиатской России служит близость рынков Азиатско-Тихоокеанского региона, что тесно связано с наличием запасов ресурсов, поскольку основной спрос стра́ны данного региона формируют на импорт сырья и продукции низких переделов. Основными угрозами для реализации проектов развития черной металлургии Азиатской России выступают зависимость от мировых цен и зависимость от иностранных поставок оборудования. Например, существенный рост цен на сырье в 2020–2021 гг. привел к росту рентабельности проектов освоения месторождений железной руды Якутии, и как результат ЕВРАЗ и Мечел вернулись к вопросу реализации таких проектов [Рудно быть ГОКом, 2021; «Мечел» разморозил…, 2021]. Снижение же цен на железорудное сырье снова сделает проекты освоения якутских месторождений нерентабельными. Зависимость отечественной металлургии от поставок иностранного оборудования ограничивает возможности развития отрасли, а в ряде сфер делает его невозможным по причине запрета поставок оборудования в Россию в рамках введенных Европейским союзом санкций.

Выявленные сильные и слабые стороны, возможности и угрозы развития черной металлургии Азиатской России, сложившиеся условия развития регионов и формирующийся спрос на металлопродукцию в Сибири и на Дальнем Востоке позволяют рассмотреть ряд проектов развития отрасли в Азиатской России.

Формирование производства железорудного сырья в Якутии на базе проекта Тимир. Горно-металлургический комплекс «Тимир» являлся совместным предприятием ЕВРАЗ и АК «Алроса». ЕВРАЗ владеет контрольным пакетом акций, Алроса – 49% минус 1 акция и ВЭБ владеет 1 акцией. В состав ЗАО «ГМК “Тимир”» включены четыре лицензии на добычу железной руды в Республике Саха (Якутия) с суммарными запасами около 5 млрд тонн. Проект включает 4 месторождения: Горкитское, Тарыннахское, Десовское и Таежное (рис. 3.4).

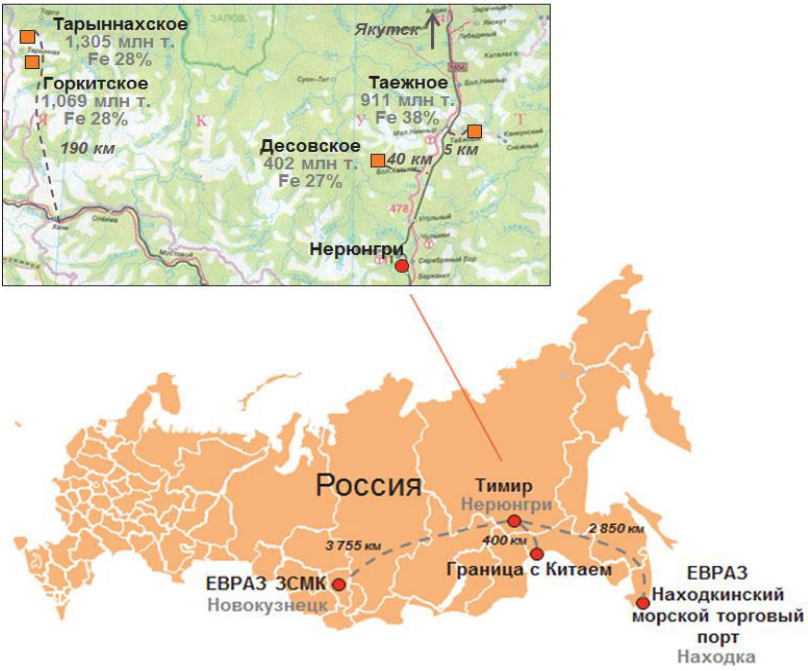


Рис. 3.4. Месторождения и рынки сбыта ЗАО «ГМК “Тимир”»

Источник: ЗАО «ГМК «Тимир» [Электронный ресурс]. URL: http://timir.ru/index.html (дата обращения: 19.08.2021).

Реализация проекта началась в 2013 г. На первом этапе реализации предполагалось строительство Таежного ГОКа с производственной мощностью 3 млн тонн железной руды в год с датой запуска в 2017 г. и поставкой продукции на АО «ЕВРАЗ ЗСМК». На втором этапе с датой реализации в 2021 г. – расширение производственных мощностей ГОКа до объемов переработки 6 млн тонн руды в год и включение в рынки сбыта Китая и стран Юго-Восточной Азии. На третьем этапе с датой реализации в 2024 г. предполагалось начало производства горячебрикетированного железа в объеме 1,5 млн тонн в год. На четвертом этапе предполагалось включение трех остальных месторождений и расширение производственных мощностей до 10–30 млн тонн руды в год. Требуемый объем инвестиций по проекту составил 1,5 млрд долларов.

С 2016 г. проект был поставлен на паузу, а инвестиционная программа развития проекта так и не была определена. Кроме того в 2020 г. Алроса объявила о намерении выйти из проекта в рамках программы отказа от непрофильных активов [«Алроса» выйдет…, 2020]. 5 августа 2021 г. Интерфакс опубликовал сообщение о том, что ЕВРАЗ вернулся к проекту Тимир. Планируется начать подготовку строительной площадки. Полученную продукцию планируется поставлять на АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» в рамках программы увеличения самообеспеченности производства сырьем в связи с ростом цен на него [Evraz вернулся…, 2021]. В вопросе формирования пространственной кооперации, на наш взгляд, возможно развитие поставок сырья в Иркутскую область для расширения производства прямовосстановленного железа на предприятии АО «МеталлАктивгрупп», а также на Дальний Восток в случае запуска производства горячебрикетированного железа на Кимкано-Сутарском ГОКе.

Производство горячебрикетированного железа на Кимкано-Сутарском ГОКе в Еврейской автономной области. Развитие Кимкано-Сутарского ГОКа предусмотрено владельцем – ООО «Петропавловск-Черная Металлургия». Предполагается поэтапное освоение Сутарского месторождения, в дальнейшем Костенгинского месторождения (рис. 3.5), что позволит расширить объемы производства железорудного концентрата с содержанием железа 65% с 3,2 млн тонн до 3,5–4 млн тонн в год.

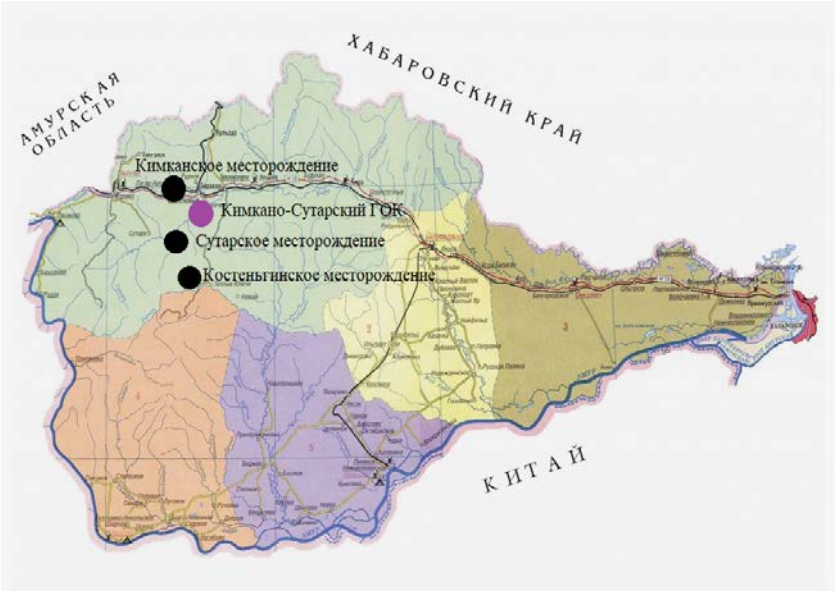


Рис. 3.5. Кимкано-Сутарский ГОК

Источники: Составлено на основе: Состояние и использование минерально-сырьевой базы Еврейской автономной области на 15.06.2020 г. / Федеральное агентство по недропользованию [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202011/77ec6f569f400316109f2e531efdd3aa.pdf (дата обращения: 20.06.2021); Кимканское месторождение / Бизнес-портал NEDRADV [Электронный ресурс]. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/find_place?obj=f2f5e2370b07304ef3b5b8e49141f662 (дата обращения: 20.06.2021).

В дальнейшем на ГОКе возможно начало производства горячебрикетированного железа в объеме 2,5 млн тонн в год с содержанием железа более 90%. Важными условиями реализации являются газификация Еврейской автономной области и строительство железнодорожной линии Шимановская – Гарь – Февральск. Реализация проекта позволит расширить состав и число потребителей. По состоянию на начало 2020-х годов 60% продукции ГОКа поставлялось на АО «ЕВРАЗ ЗСМК», 40% – на экспорт. По планам ООО «Петропавловск – Черная Металлургия» производство горячебрикетированного железа позволит осуществлять поставки на судостроительную верфь «Звезда» в городе Большой Камень Приморского края [Развитие Кимкано-Сутарского

ГОКа…, 2020; Компания «Петропавловск – Черная металлургия»…, 2021]. Кроме ССК «Звезда» возможны поставки продукции Кимкано-Сутарского ГОКа на заводы ПАО «Амурский судостроительный завод» (г. Комсомольск-на-Амуре) и АО «Хабаровский судостроительный завод» (г. Хабаровск).

Развитие производства ООО «Амурсталь» (Хабаровский край). Перспективным проектом при реализации производства горячебрикетированного железа на Кимкано-Сутар-ском ГОКе представляется развитие производства высокопрочной стали, специальных марок стали и иных типов продукции, требующих качественного сырья, на мощностях электросталеплавильного завода ООО «Амурсталь». Как было отмечено в разделе 2.2, предприятие уже использует горячебрикетированное железо, поставляемое из Белгородской области с Лебединского ГОКа. Использование горячебрикетированного железа, произведенного на мощностях Кимкано-Сутарского ГОКа, позволит существенно сократить транспортные затраты в связи с сокращением транспортного плеча поставок, расширить возможности по использованию ГБЖ как заменителя дефицитного лома черных металлов, сформировать пространственную кооперацию производителей Дальнего Востока в рамках формирования цепи поставок вокруг Амурстали. Потребителями продукции металлургического завода могут стать предприятия машиностроения Дальнего Востока, заграничные потребители.

Приморский металлургический завод. В конце ноября 2020 г. глава ПАО «НК “РОСНЕФТЬ”» Игорь Иванович Сечин заявил о намерениях строительства металлургического завода в бухте Суходол Приморского края (рис. 3.6), и 30 декабря было учреждено ООО «Приморский металлургический завод». В июле 2021 г. председателем правительства РФ Михаилом Владимировичем Мишустиным было подписано постановление о расширении границ территории опережающего развития «Большой Камень» для строительства завода, которое началось в декабре 2021 г. Основная задача проекта заключается в обеспечении судоверфи «Звезда» в Большом Камне крупноформатным стальным листом.

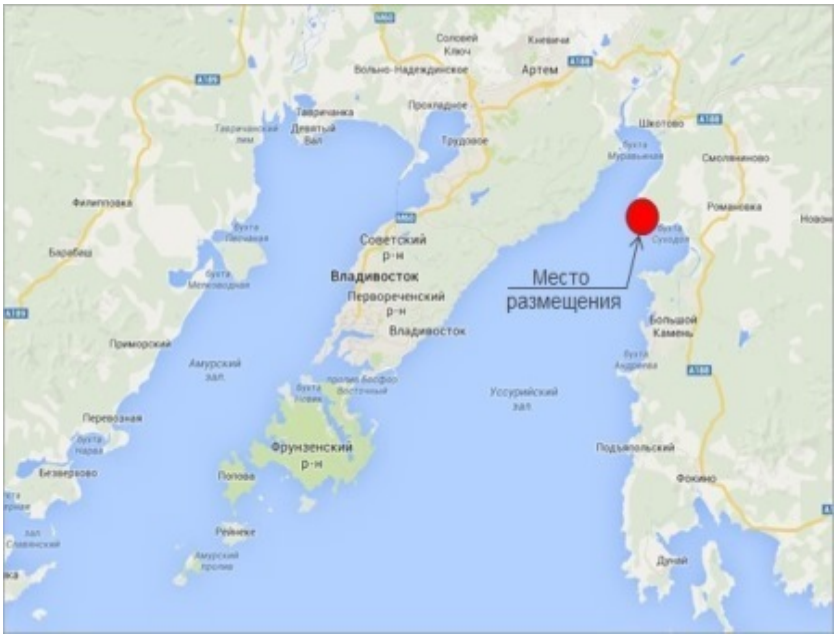


Рис. 3.6. Размещение Приморского металлургического завода

Источник: Экологи Приморья предупреждают о негативном влиянии на качество жизни дальневосточников нового планируемого угольного терминала [Электронный ресурс], 2020. URL: http://to-ros.info/?p=97959 (дата обращения: 23.08.2021).

Предполагаемая дата ввода предприятия в эксплуатацию приходится на 2025 г. Проектная мощность завода 1,5 млн тонн стальной и 250 тыс. тонн трубной продукции в год с использованием прокатного стана 5000, позволяющего производить лист шириной до 5 метров и длинной до 36 метров. Основным потребителем продукции должна выступить ССК «Звезда», которой необходимо 330–350 тыс. тонн стали в год. К 2030 г. предполагается расширить потребление стального листа судостроительной компанией до 500 тыс. тонн в год. Остальная часть продукции металлургического завода должна поступать иным потребителям на Дальнем Востоке. Оцениваемая стоимость проекта составляет 2,2 млрд долл. Его реализация позволит создать 1,5 тыс. рабочих мест. Кроме строительства самого завода для его функционирова-

ния необходимо расширение энергомощностей в регионе и обеспечение поставок газа в объеме 0,5 млрд $м^3$/год [Границы ТОР «Большой Камень»…, 2021; «Роснефть» инвестирует…, 2021].

Чинейское месторождение титаномагнетитовых ванадийсодержащих руд (Забайкальский край). На 1 января 2017 г. балансовые запасы железа на Чинейском месторождении категорий A+B+C1 составили 464 млн тонн, категории C2 – 472 млн тонн, общие прогнозные по категориям P1+P2 – 30 млрд тонн. Данные запасы обуславливают возможность добычи руды, обогащения комплексных руд с выделением отдельных продуктов (железорудный концентрат, ильменитовый концентрат), производство железорудных окатышей. Основными потребителями могут стать металлургические комбинаты и заводы Сибири и Дальнего Востока. Близость Байкало-Амурской магистрали обеспечивает транспортную доступность производства при учете необходимости восстановления железнодорожной ветки Новая Чара – Чина (рис. 3.7)[1]. Немаловажным является развитие энергосетевой инфраструктуры, строительство ТЭЦ и Мокского гидроузла со строительством Мокской ГЭС на границе Забайкальского края и Республики Бурятия. Отметим, что реконструкция указанной железнодорожной ветки предусмотрена Стратегией развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 г., в том числе в условиях реализации минимального варианта развития, с целью освоения Чинейского месторождения ванадийсодержащих титаномагнетитовых руд [Стратегия развития железнодорожного транспорта…, 2008]. Само же освоение минерально-сырьевых ресурсов Северного региона Забайкалья в зоне Байкало-Амурской магистрали, как отмечает заведующий лабораторией геологии рудных месторождений имени академика А.Г. Бетехтина ИГЕМ РАН, член-корреспондент РАН д.г.-м.н. Александр Владимирович Волков, даст мощный стимул для социально-экономического развития региона и выведет его из дотационного в донорский, позволит улучшить внешнеэкономические связи с соседними субъектами РФ и со странами Азиатско-Тихоокеанского региона.

[1] Оценки перспектив реализации Чинейского проекта выполнены ведущим научным сотрудником ИЭОПП СО РАН к.э.н. Мироном Аркадьевичем Ягольницером.

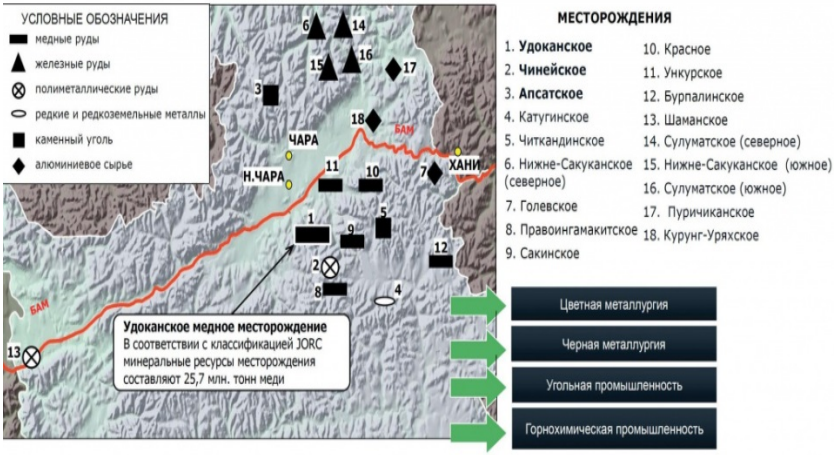


Рис. 3.7. Природно-ресурсные запасы Северного Забайкалья

Источник: Волков А.В. Основные тенденции развития МСК в зоне БАМ (Северное Забайкалье) [Электронный ресурс], 2020. URL: https://zolteh.ru/regions/osnovnye_tendentsii_razvitiya_msk_v_zone_bam_severnoe_zabaykale/ (дата обращения: 29.06.2021).

Поскольку в данной местности находится Читкандинское каменноугольное месторождение с прогнозными ресурсами метана в угольных пластах 18 млрд куб. метров, а также Апсатское каменноугольное месторождение с запасами газа в угольных пластах 55 млрд куб. метров [Плакиткина, 2015], это позволяет рассматривать в качестве возможного также проект по производству прямовосстановленного железа. Дальнейшим развитием может стать строительство электрометаллургического завода для производства высококачественных марок стали, что также подчеркивает важность развития электроэнергетики региона. Это в свою очередь позволит расширить список потребителей, включив в него предприятия машиностроения и электротехнической промышленности. Не исключено и развитие импорта железорудного сырья и продукции электрометаллургии.

Развитие производства прямовосстановленного железа в Иркутской области. Завод АО «МеталлАктивгрупп» производит металлизированные окатыши по технологии прямого восстановления железа из магнетитовых руд с использованием угля, а также

металлизованную кусковую руду. С учетом наметившихся технологических тенденций по переходу к бездоменному производству с использованием прямовосстановленного железа в качестве сырья, перспективным выглядит проект развития его производства в Иркутской области. Расширение производства возможно за счет организации поставок руды с месторождений Якутии и Забайкальского края. В Иркутской области расширение поставок возможно и за счет местных месторождений, которых на 15.03.2021 насчитывается 12 с запасами по категориям А+В+С1+С2 2,033 млрд тонн [Справка о состоянии…, 2021]. В первую очередь привлекательны месторождения Ангаро-Катской группы с суммарными прогнозными ресурсами в 1 млрд тонн, которая включает два крупнейших неосваиваемых месторождения области – Нерюндинское и Копаевское, находящиеся недалеко от Усть-Илимска на севере центральной части Иркутской области. Отметим, что для руд Ангарской провинции свойственно низкое содержание железа (30% на Нерюндинском месторождении и 31% на Капаевском) при малом количестве вредных примесей [Минерально-сырьевой сектор Азиатской России:…, 2015, с. 220–221]. В настоящее время основными потребителями металлизованных окатышей и железа прямого восстановления из магнетитовой руды являются ГМК «Норильский никель», «УГМК – сталь», «Волжский трубный завод», АО «Кузнецкие ферросплавы», ООО «Торэкс» [Модернизация линии производства…]. Расширение выпуска прямовосстановленного железа позволит рассмотреть возможность включения в список потребителей АО «ЕВРАЗ ЗСМК», ООО «Завод УГМК Электросталь Тюмени», ООО «Амурсталь», предприятия машиностроения Азиатской России, отправлять продукцию на экспорт.

В совокупности представленные проекты развития черной металлургии Азиатской России окажут положительное воздействие на социально экономическое развитие регионов размещения. Но кроме этого стоит ожидать, что по межотраслевым и межрегиональным связям они дадут развитие и другим отраслям и регионам Азиатской России (табл. 3.3). Развитие Кимкано-Сутарского ГОКа и строительство Приморского металлургического завода окажут положительное воздействие на машиностроение Дальнего Востока. В частности они позволят заменить импортируемые сырье и материалы, используемые в судостроении,

например, на ССК «Звезда» используются стальные листы, импортируемые из Южной Кореи и Китая [У «Звезды»…, 2020]. Большая часть проектов будет драйвером развития топливно-энергетического комплекса, что связано как с необходимостью обеспечения энергией для производства железорудного сырья и черных металлов, например, в Якутии, Забайкальском крае и Еврейской автономной области, так и обеспеченностью материалами для реализации энергетических проектов, например, в Амурской области. Реализация проектов в Южной Якутии, Забайкальском крае и Иркутской области поможет обеспечить АО «ЕВРАЗ ЗСМК» необходимым сырьем. Основная роль в данном вопросе принадлежит проекту в Южной Якутии, о чем свидетельствует и заинтересованность ЕВРАЗа в обеспеченности комбината собственным сырьем, и его возвращение к проекту «Тимир» [Evraz вернулся…, 2021].

Таблица 3.3

Проекты развития черной металлургии Азиатской России в контексте пространственной и межотраслевой взаимосвязи

Проект	Местоположение	Продукция	Связь с отраслями
1	2	3	4
Таежный ГОК (ТИМИР)	Якутия	ЖРС	Кемеровская область: черная металлургия
			Иркутская область: производство ПВЖ
			Якутия: ТЭК
Кимкано-Сутарский ГОК	ЕАО	ЖРС, ПВЖ	Хабаровский край: черная металлургия, машиностроение, энергетика
			Амурская область: машиностроение, газо-химический комплекс
			Приморский край: машиностроение
ООО «Амурсталь»	Хабаровский край	Сталь, прокат	Хабаровский край: машиностроение
			Приморский край: черная металлургия, машиностроение

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4
Приморский металлургический завод	Приморский край	Стальной и трубный прокат	Приморский край: машиностроение
			Амурская область: машиностроение, газохимический комплекс
Чинейское месторождение (Участок Магнитный)	Забайкальский край	ЖРС, ПВЖ, ильменитовый концентрат, титан, ванадий	Кемеровская область: черная металлургия, ферросплавы
			Иркутская область: производство ПВЖ
			Хабаровский край: металлургия, машиностроение
			Забайкальский край: черная металлургия, цветная металлургия
			Свердловская область: титановая продукция
АО «Металл-Активгрупп»	Иркутская область	ПВЖ	Кемеровская область: черная металлургия
			Тюменская область: черная металлургия
			Хабаровский край: черная металлургия, машиностроение
			Алтайский край: машиностроение

Источник: Петров С.П. Пилотный проект «Металлургия плюс» // Новый импульс Азиатской России / под ред. В.А. Крюкова, Н.И. Суслова; Сибирское отделение Российской академии наук, Институт экономики и организации промышленного производства. – Новосибирск: Изд-во СО РАН: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2022. С. 144.

Таким образом, в сложившихся в 2022 г. условиях функционирования российской черной металлургии существует необходимость развития Азиатской части страны, поскольку происхо-

дит перестроение цепей поставок и переориентация потоков на восточное направление. Обеспечение развития регионов Азиатской России зависит от развития черной металлургии как в плане самообеспечения металлопродукцией, так и формирования импульса развития по межотраслевым связям. При развитии черной металлургии следует опираться на основные технологические тенденции и общественные вызовы, что повышает предпочтительность развития бездоменной металлургии, в том числе полного цикла, на основе производства и применения прямовосстановленного железа. В условиях отсутствия прорывных технологий в базовых технологических процессах черной металлургии, основное внедрение и развитие должны получить технологии, направленные, в том числе, на снижение энергопотребления и экологизацию производства. С учетом текущего состояния черной металлургии Азиатской России проекты развития лежат в сфере обеспечения существующего производства в Сибири в лице Западно-Сибирского металлургического комбината и формирования Дальневосточного металлургического района. Обусловлено это двумя крупными центрами потребления продукции представленных проектов – производственной базой Сибири и Дальнего Востока, включая перспективы развития машиностроения и нефтегазового комплекса.

3.3. Направления развития черной металлургии Азиатской России в период до 2030 г.[1]

Проекты развития черной металлургии Азиатской России, представленные выше, охватывают разные стадии цепей поставок и пространственно размещены в различных субъектах Федерации. В 2020-х годах в России как в научной среде, так и на государст-

[1] Подраздел 3.3 подготовлен с применением результатов, полученных в рамках исследования, проведенного при финансовой поддержке Российской Федерации в лице Министерства науки и высшего образования России в рамках крупного научного проекта «Социально-экономическое развитие Азиатской России на основе синергии транспортной доступности, системных знаний о природно-ресурсном потенциале, расширяющегося пространства межрегиональных взаимодействий», Соглашение № 075-15-2020-804 от 02.10.2020 г. (грант № 13.1902.21.0016).

венном уровне началось акцентирование внимания на необходимости формирования межрегиональной и межотраслевой кооперации, в том числе на проектном уровне. Свое отражение такое представление о развитии в частности нашло в Стратегии развития металлургической промышленности РФ до 2030 г. В ней сказано, что для ряда предприятий характерен низкий уровень кооперационных связей, в том числе с потребителями. Особенно такая черта характерна для производителей специальных марок стали. Отсутствие кооперационных связей приводит к тому, что некоторые предприятия не встроены в цепи поставок на постоянной основе, что является причиной колебаний в их производственной деятельности, ее неустойчивости в разные периоды времени. Возникающие у таких предприятий кассовые разрывы приводят к непропорционально высокой доле постоянных издержек, поскольку металлургия является капиталоемкой отраслью, что осложняет возможность конкуренции как с отечественными предприятиями и в первую очередь с металлургическими холдингами, так и иностранными производителями. При этом выстраивание долгосрочных кооперационных связей позволяет не только самому предприятию получать выгоды, но и создает синергетические эффекты благодаря развитию смежных отраслей, повышению уровня занятости, предъявлению требований к уровню квалификации, следовательно, образованию работников, а также стимулированию проведения и внедрения научных разработок. Это обуславливает необходимость рассматривать не столько сами проекты развития черной металлургии Азиатской России, сколько обозначить пути их взаимосвязанности между собой на основе выделения возможных направлений развития. Приведенные в разделе 3.2 проекты развития черной металлургии Азиатской России можно с учетом текущего состоянии отрасли, тенденций и прогнозов ее развития объединить в два направления, которые отражены на рисунке 3.8.

Первое направление связано с поддержанием уже сформировавшегося Сибирского металлургического района. Нестабильность цен на сырье и низкая обеспеченность Западно-Сибирского металлургического комбината собственным сырьем подталкивает ЕВРАЗ развивать производство железорудного сырья в Якутии

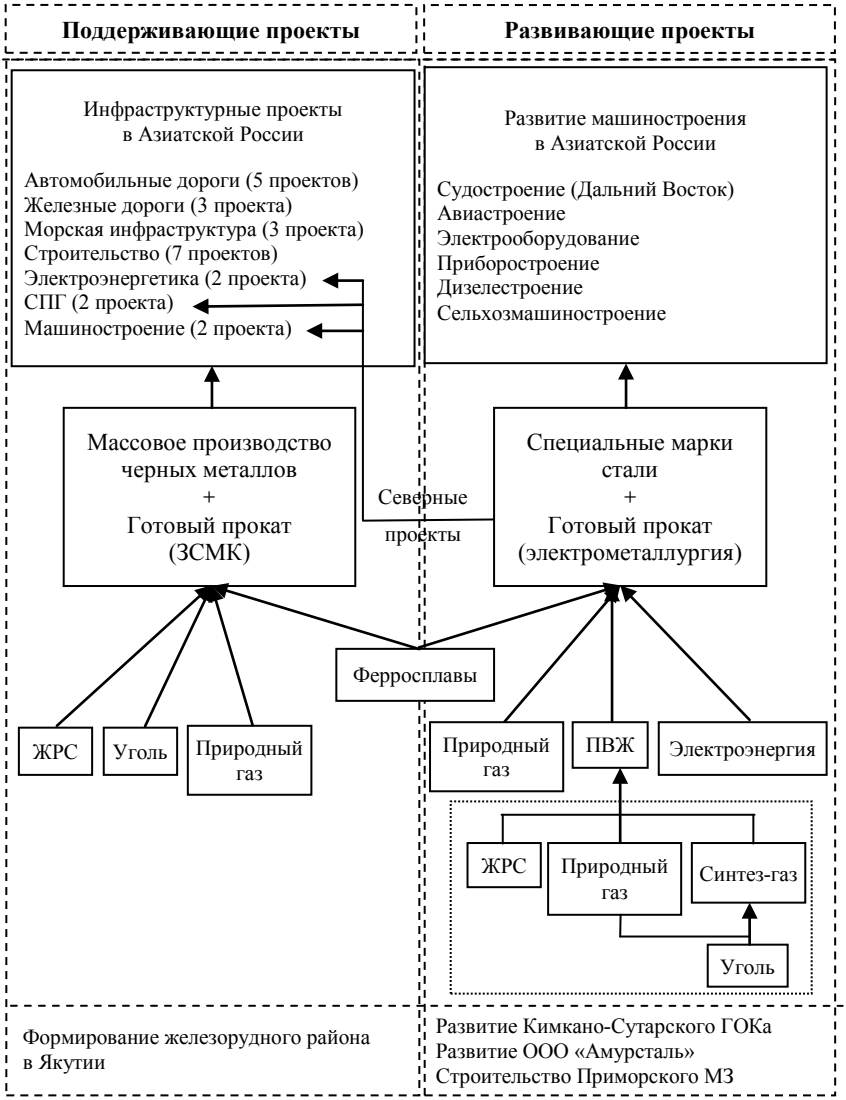


Рис. 3.8. Направления развития черной металлургии Азиатской России

Источник: Петров С.П. Технологические тенденции и направления развития черной металлургии Азиатской России. // Черные металлы. – 2022. – № 8. – С. 79. DOI: 10.17580/chm.2022.08.13

на базе проекта «Тимир». Суть направления заключается в том, что для большого числа инфраструктурных проектов и производств в ряде отраслей необходим стандартный сортамент стальной продукции, произведенный из рядовых марок стали. В этом случае требуется поддержание имеющихся производственных мощностей за счет обеспечения поставок железорудного сырья, угля, природного газа, ферросплавов. Рост цен на основное сырье и в первую очередь железорудное приводит к росту затрат производства. Это в свою очередь снижает конкурентоспособность продукции АО «ЕВРАЗ ЗСМК», одновременно подрывая возможность выполнения инфраструктурных проектов. Поскольку Западно-Сибирский металлургический комбинат обеспечен на половину собственным железорудным сырьем, а остальное является покупным, остро встает вопрос о необходимости развития проектов, дающих возможность обеспечить комбинат требуемыми ресурсами, на что уже отреагировал и сам ЕВРАЗ [Рудно быть ГОКом, 2021]. Из представленных в таблице 3.3 проектов наиболее перспективным в поддерживающем направлении, на наш взгляд, является проект по строительству Таежного ГОКа на базе Таежного и Десовского месторождений. По оценкам экспертов себестоимость производства железорудного концентрата в Якутии может составить 18–20 долларов за тонну при рыночной цене в 2021 г. в среднем около 200 долларов. В случае реализации проекта предполагаемые мощности составят 15 млн тонн в год сырой руды и 6–7 млн тонн в год железорудного сырья [Evraz вернулся…, 2021]. Возможно в дальнейшем расширение производственных мощностей за счет освоения Тарыннахского месторождения. Основной проблемой в таком случае выступит логистическая составляющая, а именно необходимость строительства железнодорожной ветки к месторождению.

Второе направление объединяет в себе развивающие проекты, поскольку связано с укреплением производственной базы для реализующихся проектов в машиностроении в первую очередь на Дальнем Востоке, а также инфраструктурных проектов на Севере страны. В данном случае требуется обеспечение производства сортамента специальных марок стали под конкретные заказы. С учетом того, что на Дальнем Востоке пока не сформирован металлургический район, то возможно его развитие под требуемое

производство. Наиболее перспективным в таком случае выглядит развитие электросталеплавильного производства на основе переработки лома и использования прямовосстановленного железа в связке Кимкано-Сутарский ГОК (горячебрикетированное железо) – ООО «Амурсталь» (специальные марки стали, прокат) – Приморский МЗ (прокат, трубы большого диаметра). Географическая близость указанных предприятий (рис. 3.9) при должном развитии транспортной инфраструктуры позволит сформировать производство полного цикла на основе межрегиональной кооперации и обеспечить выпуск продукции с меньшими затратами по сравнению с поставками от других производителей или из-за границы.

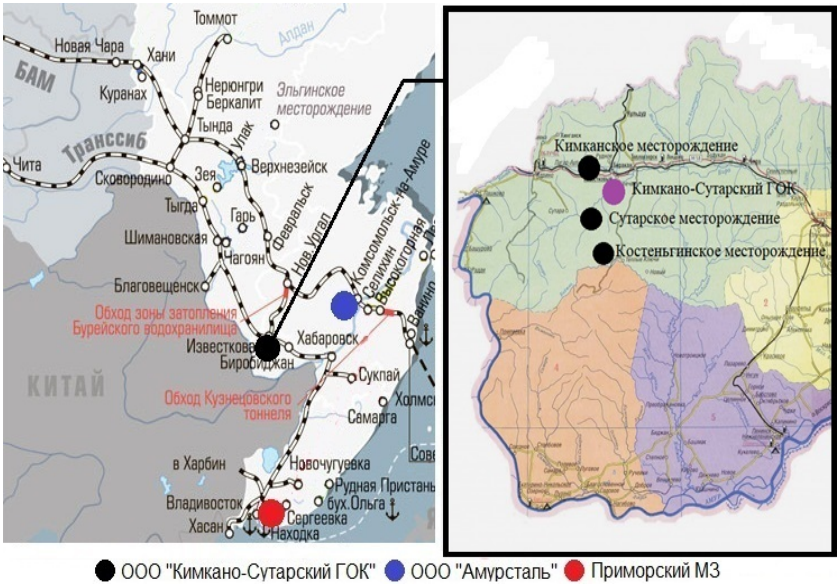


Рис. 3.9. Географическое размещение развивающих проектов черной металлургии Азиатской России

Источник: Петров С.П. Развитие черной металлургии Азиатской России в контексте пространственного взаимодействия и воздействия на окружающую среду / Экономическая политика России в межотраслевом и пространственном измерении : материалы 4-ой конференции ИНП РАН и ИЭОПП СО РАН по межотраслевому и региональному анализу и прогнозированию (Россия, г. Белокуриха, 24–25 марта 2022 г.). Том 4 – Новосибирск : Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2022. – С. 98. – DOI: 10.36264/978-5-89665-367-7-2022-005/19-180

Запуск Приморского металлургического завода потребует поставки природного газа, электроэнергии и стальной заготовки для обеспечения выпуска 1,5 млн тонн стальной продукции и 250 тыс. тонн труб большого диаметра в год. По оценкам на заводе будет создано 1500 рабочих мест, объем инвестиций составит 158,3 млрд рублей (рис. 3.10). Поскольку основным потребителем продукции завода должен стать ССК «Звезда», а в перспективе поставки могут быть обеспечены на ПАО «Амурский судостроительный завод» (г. Комсомольск-на-Амуре) и АО «Хабаровский судостроительный завод» (г. Хабаровск), а также завод будет обеспечивать трубами инфраструктурные проекты на Севере, требуются поставки специальных марок стали.

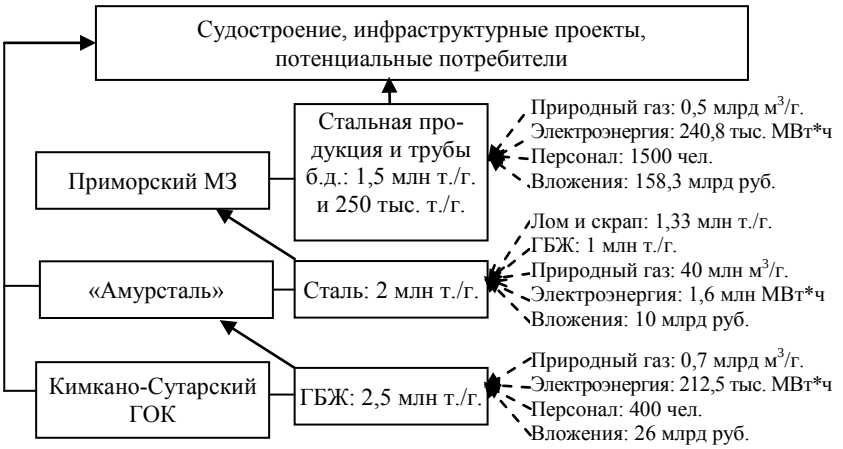


Рис. 3.10. Схема технологической связки и оценка ресурсных потребностей развивающих проектов в черной металлургии Азиатской России

Источник: Петров С.П. Технологические тенденции и направления развития черной металлургии Азиатской России // Черные металлы. – 2022. – № 8. – С. 80. DOI: 10.17580/chm.2022.08.13

Выстраивание связки Приморского металлургического завода и ООО «Амурстали», как поставщика первого, подталкивает развитие производства на заводе Амурсталь в сторону производства высокопрочной стали, специальных марок стали и иных типов продукции, требующих качественного сырья. Кроме Приморского

металлургического завода потребителями такой продукции могут стать предприятия машиностроения Азиатской России, в первую очередь Дальнего Востока, заграничные потребители. При сохранении потребления лома и скрапа на уровне 1,33 млн тонн в год для выпуска 1,15 млн тонн стали развитие производства возможно за счет поставок горячебрикетированного железа в объеме 1 млн тонн в год для увеличения производства на 0,85 млн тонн стали в год, что потребует расширения производственных мощностей завода до 2 млн тонн в год. Однако с учетом перспектив потребления продукции ООО «Амурсталь» не только Приморским металлургическим заводом, требуется предусмотреть расширение производства свыше 2 млн тонн в год. В таком случае потребуется строительство дополнительных производственных мощностей, поскольку действующая на предприятии дуговая сталеплавильная печь ДСП-125 фирмы Concast может обеспечить только 1,15 млн тонн стали в год.

Поставки горячебрикетированного железа для расширения выпуска стали ООО «Амурсталь» возможны в первую очередь при реализации проекта организации его производства на мощностях Кимкано-Сутарского ГОКа. При этом, с учетом планируемого объема выпуска горячебрикетированного железа, видится более выгодным применение технологий с использованием природного газа или синтез-газа в качестве восстановителя, поскольку планируются достаточно большие объемы выпуска и такая технология, как ITmk3, основывающаяся на использовании угля в качестве восстановителя, будет иметь более высокие капитальные затраты и себестоимость производства [Роменец и др., 2013]. Оценочно формирование производства горячебрикетированного железа в объеме 2,5 млн тонн в год на мощностях Кимкано-Сутарского ГОКа требует поставок в год природного газа в объеме 0,7 млрд $м^3$, электроэнергии в объеме 212,5 тыс МВт*ч (см. рис. 3.10). Поскольку это новый тип производства для данного ГОКа, то будут сформированы рабочие места для 400 человек. Оценочный объем вложений для организации производства горячебрикетированного железа на Кимкано-Сутарском ГОКе составляет 26 млрд рублей.

Как было отмечено в разделе 2.4, основной проблемой современной металлургии является ее негативное воздействие на окру-

жающую среду, а основной тенденцией развития – снижение такого воздействия за счет соответствующих технологических решений, что показано в разделе 3.1. Реализация предлагаемых направлений развития черной металлургии Азиатской России ставит вопрос о влиянии проектов на экологическую обстановку в регионах размещения производств. При реализации первого направления, включающего поддерживающий проект по обеспечению железорудным сырьем Сибирского металлургического района, технологическая среда является сформированной. В таком случае необходимо проводить постепенную модернизацию имеющихся производственных мощностей с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду. Меры по снижению такого воздействия должны быть связаны с переориентацией производства по возможности на использование источников энергии с меньшими выбросами, например, пылеугольного топлива, с внедрением энергосберегающих технологий, рециклинга тепла и газов, технологий улавливания и хранения углерода и т.п.

В случае реализации развивающих проектов в рамках формирования Дальневосточного металлургического района не удастся избежать негативного воздействия на окружающую среду, однако предлагаемые к внедрению технологии в рамках второго направления позволят обеспечить формирование металлургического района с наименьшим воздействием. Оценочные выбросы CO_2 при создании предлагаемой цепи поставок в рамках второго направления составят 2,2 млн тонн в год при расширении производства стали на предприятии Амурсталь за счет использования горячебрикетированного железа и сохранении использования лома и скрапа для выпуска на существующих мощностях. Однако в условиях дефицита лома возможен переход имеющихся мощностей завода так же на применение горячебрикетированного железа, что приводит к увеличению оценочного объема выбросов до уровня 2,45 млн тонн в год [Петров, 2022, с. 80]. Для сравнения: при организации доменного производства с выплавкой стали в кислородных конвертерах в объеме 2 млн тонн в год оценка сквозной интегральной эмиссии CO_2 составляет 4,24 млн тонн в год.

Необходимо отметить, что, несмотря на направленность указанных проектов на производство железорудного сырья и продукции низких переделов, их реализация позволит сформировать

основу для развития современных производств. В первую очередь это касается выпуска прямовосстановленного железа, которое позволит развивать электросталеплавильное производство, в том числе на основе строительства мини-заводов. Немаловажным аспектом реализации представленных проектов по предлагаемым направлениям является их ориентация на формирование пространственной и межотраслевой кооперации в Азиатской России, поскольку это позволит сформировать современное металлургическое производство полного цикла и даст толчок развитию других отраслей и регионов Азиатской России. Основой станут потребности в поставках топлива, сырья, развитии транспортной инфраструктуры, обеспечении рабочей силой соответствующей квалификации, развитии науки и образования по направлениям, связанным с металлургией, и т.д. В совокупности представленные проекты позволят реализовать потенциал производства черных металлов в Азиатской России, политику импортозамещения и программы развития регионов, включая инфраструктурные, позволят металлургам Азиатской России перейти от массовой продукции к выпуску конкретных марок стали и изделий с заданными характеристиками, требуемых конкретным потребителям. Дальнейшим развитием может стать создание производств порошковой металлургии. Однако технологические особенности производства изделий из металлических порошков, а именно необходимость спекания в защитной атмосфере, высокие требования к чистоте порошков, следовательно, металлов, из которых их производят и т.д., приводят к высокой стоимости таких изделий. Поэтому требуется отдельное тщательное изучение спроса на металлические порошки и изделия из них как на территории Азиатской России, так и за ее пределами, включая возможность экспорта.

3.4. Направления развития ферросплавной промышленности Азиатской России

В черной металлургии применение ферросплавов и лигатур является важным элементом производственного процесса, позволяющим получать сплавы с требуемыми свойствами. Снижение импортных возможностей по поставкам как самих ферросплавов, так и руд для их получения актуализирует поиск решения про-

блем, возникших в ферросплавной промышленности России. Недаром в Стратегии развития металлургической промышленности РФ на период до 2030 г. сделан акцент на необходимости реализации комплексных проектов по добыче и переработке сырья на территории Российской Федерации. При этом было отмечено существование ряда проблем, препятствующих реализации проектов в сфере развития ферросплавной промышленности страны, подчеркнута необходимость их решения. Особенно выделена проблема зависимости отечественной металлургии от импортных поставок ряда ферросплавов и сырья для их производства. В разделе «VI. Механизмы реализации Стратегии» в качестве одного из направлений обозначена необходимость «снижения зависимости металлургических предприятий России от импорта ферросплавов, сырья и материалов» [Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2022 г…, 2023].

Необходимость развития ферросплавной промышленности на территории Азиатской России имеет в своем основании две причины. Первая заключается в том, что развитие машиностроения, в частности судостроения, реализация инфраструктурных проектов в том числе на Севере, и ряд других проектов, предъявляющих спрос на продукцию черной металлургии, ставит вопрос о необходимости получения стали с определенными свойствами. Необходимо развитие производства особых марок стали, в том числе хладостойких для реализации проектов на Севере, связанных, например, с развитием выпуска и логистики сжиженного природного газа. Это в свою очередь зависит от применяемых ферросплавов и лигатур, позволяющих получить соответствующие свойства, например, для указанных хладостойких сталей необходим феррованадий, для повышения антикоррозийных свойств стали – феррохром. Вторая причина необходимости развития ферросплавной промышленности Азиатской России заключается в потенциале, имеющемся на территории Сибири и Дальнего Востока. Имеющиеся запасы ряда сырьевых ресурсов могут обеспечить развитие центра ферросплавной промышленности в Азиатской России и диверсификации производимых ферросплавов на ее территории. Однако необходимо учитывать распределение центров потребления ферросплавов и лигатур по всей территории России в плане транспортной составляющей, что влияет

на стоимость их применения при выплавке стали. В качестве смягчающего фактора в данном вопросе следует рассмотреть переориентацию экспортных потоков страны в целом и черной металлургии в частности на восточное направление, что потенциально обеспечивает дополнительный рынок сбыта в случае низкого внутреннего спроса.

Представленные причины и факторы, актуализирующие развитие ферросплавной промышленности на территории России и ее Азиатской части, позволяют говорить о возможности реализации ряда проектов. Однако для лучшего понимания направлений развития, прежде всего, необходимо рассмотреть основные проблемы, которые присущи ферросплавной промышленности Азиатской России. Можно выделить три группы:

1. Зависимость от импортных поставок. Исторически сложилось, что как Азиатская Россия, так и Россия в целом зависят от зарубежных поставок ферросплавов и сырья для их производства. Среди стран поставщиков в период 2010–2021 гг. можно назвать Украину, Казахстан, Бразилию, Китай, ЮАР, Габон. Однако события начала 2020-х годов привели к изменению сформированных цепей поставок из-за возможной или фактической потери связей с некоторыми центрами поставок. В основе зависимости от импорта лежат две причины, объясняющие низкую степень промышленного освоения российской минерально-сырьевой базы ферросплавной промышленности. Разработке ряда месторождений руд препятствует географическое расположение, поскольку они находятся в труднодоступных местах в условиях отсутствия необходимой инфраструктуры. Кроме того, существенная часть месторождений представлена бедными труднообогатимыми рудами, переработка которых по традиционным технологиям нерентабельна, что отражает вторую проблему развития отрасли.

2. Устоявшийся консервативный подход к технологии выплавки ферросплавов с применением однотипного рудного сырья и получением стандартизированной гостированной продукции. Такой консервативный подход не позволяет задействовать в производстве бедную отечественную руду [Жучков и др., 2020, с. 212]. В геополитических условиях, сложившихся в 2022 г., которые привели к критическому изменению цепей

поставок, включая их разрушение, возникает необходимость проработки вопроса замены сложившихся технологических процессов с целью снижения зависимости отечественной металлургии от импорта. Для этого необходимо внедрение результатов исследований как технологических процессов, так и возможности использования в металлургическом производстве нестандартных по элементам ферросплавов, проводимых профильными организациями, среди которых, например, Институт металлургии УрО РАН, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Сибирский государственный индустриальный университет, что позволит организовать производство ферросплавов на отечественном рудном сырье.

3. Неравномерность распределения центров потребления продукции ферросплавной промышленности. Несовпадение географического расположения источников сырья с такими центрами обуславливает экономическую нецелесообразность использования отечественных руд. При схеме организации, когда производство продукции более высоких переделов пространственно удалено от месторождений, содержащих бедные руды, создание новых или извлечение запасов при истощении богатых источников уже действующих горно-обогатительных комбинатов нерентабельно.

На наш взгляд, основной проблемой ферросплавной промышленности России и ее Азиатской части в сложившихся в 2022 г. условиях является обеспеченность сырьем за счет импортных поставок, а не использования отечественных руд. По сути, она лежит в основе двух других. Бедность руд обуславливает необходимость поиска способов отхода от консервативного подхода к технологии выплавки ферросплавов. Труднодоступность месторождений с их бедностью в совокупности приводят к высокой стоимости обогащения и экономической нецелесообразности использования отечественных руд при удовлетворении спроса основных центров потребления. Высокая зависимость от импортной руды в условиях изменения и разрушения цепей поставок приводит к необходимости рассмотреть наличие месторождений руд, других источников сырья и возможности их разработки при анализе перспектив развития ферросплавной промышленности в рамках обеспечения развития черной металлургии Азиатской России и страны в целом.

Предложенное на рисунке 3.8 направление развития черной металлургии Азиатской России, включающее в себя развивающие проекты, в совокупности с необходимостью обеспечения легирующими элементами существующего производства в рамках поддерживающих проектов, позволяет выделить основные элементы, которыми должна быть обеспечена черная металлургия. Из таблицы 3.4 видно, что основные потребности в обеспечении легирующими элементами включают в себя кремний, марганец, хром, ванадий, ниобий и никель. Отметим, что это не означает, что не нужно уделять внимания разработке проектов по обеспеченности другими элементами, поскольку стоит вопрос об импортозамещении в России в целом, а не только в Азиатской части страны.

Таблица 3.4

Требуемые легирующие элементы для обеспечения развития черной металлургии Азиатской России

Направление	Марки стали	Основные легирующие элементы
Изделия для использования в агрессивных средах	Коррозионностойкие сплавы	Марганец Хром Никель
Северные проекты	Хладостойкие стали	Ванадий Ниобий
Железные дороги	Сталь конструкционная низколегированная Рельсовые стали	Марганец (повышенное содержание) Кремний Ванадий (микролегирование)
Судостроение	Сталь для судостроения	Марганец Кремний Никель

Источники: Составлено на основе Петров С.П. Технологические тенденции и направления развития черной металлургии Азиатской России // Черные металлы. – 2022. – № 8. – С. 79. DOI: 10.17580/chm.2022.08.13; Марки стали и сплавы / Центральный металлический портал [Электронный ресурс]. URL: https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/ (дата обращения: 02.03.2023).

Перечисленные проблемы, присущие ферросплавной промышленности Азиатской России, имеют разную степень проявления в указанных требуемых основных легирующих элементах.

По состоянию на начало 2020-х годов их можно разделить на ферросплавы и лигатуры, имеющие достаточное производство в России из собственного сырья и сплавы, производство которых связанно с существенными сложностями. Как было показано в разделе 2.3, Азиатская Россия обеспечена кремниевыми сплавами, отсутствует дефицит сырья для их производства. В условиях вводимых санкций рост спроса на данные сплавы может быть обеспечен за счет переориентации части экспортных потоков на внутреннее потребление. Центром производства ванадия в России является Урал. При этом уровень его потребления составляет 30% от годовой добычи основного источника – Гусевогорского месторождения титаномагнетитовых руд с содержанием пентаоксида ванадия (V_2O_5) 0,08–0,17%. На базе руд месторождения работает Качканарский горно-обогатительный комбинат, входящий в состав группы «ЕВРАЗ» (АО «ЕВРАЗ КГОК»). Выделенный на ГОКе ванадиевый концентрат поступает на АО «ЕВРАЗ Ванадий Тула». В Азиатской России в Забайкальском крае имеется Чинейское месторождение титаномагнетитовых руд с содержанием ванадия в руде 0,52%, что формирует базу для возможного в будущем расширения производства ванадиевых сплавов. По состоянию на начало 2020-х годов проект освоения Чинейского месторождения не является перспективным, поскольку по технологическим причинам титаномагнетитовое сырье не востребовано, а производство ванадия может быть увеличено из нижнетагильского сырья разрабатываемого Гусевогорского месторождения. Кроме того, дополнительным источником ванадия выступают твердые битумы и тяжелая нефть Урала [Быховский, Тигунов, 2009, с. 26].

В черной металлургии никель применяется для производства нержавеющей, коррозионностойкой стали. Добавление никеля в качестве легирующего элемента придает стали усиленную коррозионную устойчивость, жаропрочность, свариваемость, пластичность и устойчивость в агрессивных средах. При этом в мире производство нержавеющей стали является основной сферой применения никеля, на которую приходится около 70% от общего объема потребления данного металла [Годовой отчет за 2021 г., 2022, с. 44–45]. Для легирования стали никель может применяться как чистый металл, так и в форме ферроникеля. Поскольку

никель является дорогим металлом, преимуществом последнего является более низкая стоимость. Кроме того, из-за высокой стоимости никеля его стремятся заменять в производстве более дешевыми легирующими элементами. Основным производителем никеля в России является ПАО «ГМК “Норильский никель”» (Норникель), отправляющий основную долю своей продукции на экспорт. Спрос же в России на никель как необходимый элемент при производстве нержавеющей стали очень низкий, поскольку доля ее производства в общем объеме выпуска стали составляет менее 0,3%. В основном продукция из нержавеющей стали импортируется. В качестве первого возможного направления увеличения обеспечения черной металлургии никелем при расширении спроса на него можно обозначить увеличение поставок на внутренний рынок за счет переориентации экспортных потоков. В качестве второго возможного направления, который кроме прочего связан с обеспечением более низкой себестоимости производства нержавеющей стали, является расширение производства дефицитного в России ферроникеля. Например, по мнению экспертов Магнитогорского государственного технического университета, дополнительным источником для увеличения производства ферроникеля могут служить железохромоникелевые руды Халиловского месторождения в Оренбургской области, для переработки руд которых необходима проработка технологических аспектов [Бигеев и др., 2021, с. 4].

Существенные сложности в Азиатской России могут возникнуть со сплавами на основе марганца, хрома и ниобия, поскольку на начало 2020-х годов либо существенная доля их производства опирается на импортное сырье, либо сплавы на основе данных элементов сами по себе или в составе металлопродукции импортируются из-за границы. При этом как и другие из вышеперечисленных элементов они необходимы для успешного развития черной металлургии Азиатской России, поскольку являются требуемой добавкой для производства коррозионностойкой стали, высокоуглеродистой стали, низколегированной стали, в том числе повышенной прочности, хладостойкой стали и т.д. Марки указанных видов стали требуются для инфраструктурных проектов, в том числе в условиях Севера, развития машиностроения, судостроения, нефтегазовой отрасли и строительства.

В Азиатской России существуют условия для формирования марганцеворудной базы страны (рис. 3.11). Здесь разведано два крупных месторождения – Усинское в Кемеровской области и Порожинское в Красноярском крае. Важность формирования рудной базы марганца и развития его производства в России связана с тем, что без марганца не выплавляется практически ни одна марка стали. В среднем на 1 тонну стали расходуется 9–10 кг марганца и это определило то, что в мире объем производства марганца составляет 1% от объема выпуска стали. В Азиатской России к началу 2020-х годов реализуется проект китайской компанией ООО «Хэмэн Дальний Восток» по подготовке к освоению Южно-Хинганского месторождения в Еврейской автономной области, имеющего достаточно богатые оксидные руды в объеме 8 млн тонн, содержащие 1,6 млн тонн стопроцентного марганца. Планируемые объемы годовой добычи марганцевой руды составляют до 300 тыс. тонн. Однако проект освоения данного месторождения марганцевой руды ориентирован на экспорт в Китай, что можно объяснить удаленностью центров потребления в России получаемой продукции. При этом если в 2010-х годах речь шла о российских инвестициях в зарубежные марганцедобывающие и ферросплавные предприятия [Боярко, Хатьков, 2020, с. 38, 46], то в условиях, сложившихся для России в 2022 г., акцент смещается в сторону внутреннего производства, включая самообеспеченность сырьем, о чем в частности подчеркнуто в Стратегии развития металлургической промышленности РФ на период до 2030 г.

Необходимость обеспеченности внутренних потребностей отечественным сырьем может быть покрыта за счет менее богатых по сравнению с оксидными карбонатных руд Сибири. В Кемеровской области содержатся марганцевые руды в объеме 132 млн тонн общих разведанных запасов и более 17 млн тонн прогнозных ресурсов. В Кузбассе находится крупнейшее в стране Усинское месторождение, запасы марганцевых руд которого составляют 98,5 млн тонн или 64,2% от общероссийского уровня. Кроме Усинского в Кемеровской области находятся Кайгадатское с запасами 32,7 млн тонн, Дурновское – 300 тыс. тонн, а также Селезеньское месторождения и участок Чумай [Нохрина и др., 2020, с. 344–345]. В Красноярском крае находится крупное Порожин-

Рис. 3.11. Распределение по регионам запасов и ресурсов категории P_1 марганцевых руд с указанием основных месторождений в России

Источник: Марганцевые руды России. 2017 год / Бизнес портал NEDRADV [Электронный ресурс]. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/resources?obj=ab05b068239ede80d3dd35cf404917b4 (дата обращения: 21.07.2022).

ское месторождение оксидных руд. Запасы месторождения оценены в 29,5 млн тонн марганцевой руды со средним содержанием 18,85% марганца и 95 млн тонн прогнозных ресурсов категории Р1, включая 50 млн тонн карбонатных и 45 млн тонн окисленных марганцевых руд с содержанием марганца 17–19%. Однако его освоение осложнено отсутствием доступной транспортной инфраструктуры. Кроме Кемеровской области хорошие предпосылки для расширения геологоразведочных работ на марганцевые руды имеются в Иркутской области, Алтайском и Хабаровском краях, Республике Хакасия и Еврейской автономной области [Гальянов, Яковлев, 2022, с. 245].

Сложность формирования производства марганцевого концентрата в Азиатской России состоит в бедности российских марганцевых руд. Как отмечается в работе [Соколова и др., 2009], переработка российских руд по технологическим схемам действующих обогатительных фабрик не обеспечивает получения марганцевых концентратов, отвечающих требованиям ферросплавного и химического производств. Руды Усинского месторождения характеризуются средним содержанием марганца 19,72% при его содержании в рудах основных стран-производителей концентрата (Китай, ЮАР, Австралия, Габон) 40–45%. Кроме того, в отечественных рудах повышенное содержание вредных примесей, например, в рудах Усинского месторождения содержание фосфора составляет в среднем 0,15% [Дашевский и др., 2020, с. 579, 581]. Единственным путем получения высококачественных марганцевых концентратов из отечественного сырья является использование рентгенорадиометрических и химико-металлургических методов. Для решения данной проблемы необходимо применение новых технологий получения марганцевых концентратов. Например, предлагаемой специалистами Сибирского государственного индустриального университета технологии кальций-хлоридного обогащения, которая по утверждению авторов применима для карбонатных, в том числе высокофосфористых руд, включая руды Усинского месторождения. Согласно исследованиям технология позволяет получить высококачественный марганцевый концентрат с содержанием марганца на уровне 58–64%, фосфора менее 0,01% [Нохрина и др., 2020, с. 347–348]. На основе полученного концентрата возможно

замещение импортного сырья в производстве, например, Западно-Сибирского электрометаллургического завода, с перспективой его расширения.

Отметим, что по оценкам, представленным в [Боярко, Хатьков, 2020, с. 48], ввод в эксплуатацию Усинского месторождения не позволит полностью обеспечить сырьем российское производство марганцевых ферросплавов. Порожинское месторождение в ближайшее время не может быть введено в разработку из-за отсутствия транспортной доступности, при этом необходимость создания соответствующей инфраструктуры к 2020-м годам назрела. Краткосрочным решением вопроса обеспечения российской ферросплавной промышленности марганцевым сырьем и концентратом остается поддержание имеющихся импортных потоков из Казахстана и укрепление новых потоков из ЮАР и Габона. В долгосрочной перспективе необходимо проводить научные изыскания, направленные на обнаружение новых месторождений марганцевых руд и разработку технологий конкретных месторождений и производить из их руд концентрат, а также развивать требуемую инфраструктуру для обеспечения независимости страны в марганцевом сырье. Первоочередные поиски новых месторождений марганца предпочтительно организовывать на недостаточно исследованных территориях вдоль новых железнодорожных магистралей – Байкало-Амурской и Амуро-Якутской [Гальянов, Яковлев, 2022, с. 245].

Кроме марганцевых руд особенно остро в России ощущается дефицит хромовых руд. При этом в отличие от марганцевых сплавов Россия полностью обеспечивает себя хромовыми ферросплавами, производимыми в основном из импортного сырья. В России добывается 400 тыс. тонн руды при величине импорта концентрата до 1,1 млн тонн с долей Казахстана в 94%. Добыча ведется на территории Урала (рис. 3.12). Особенностью большей части российских месторождений является более бедное содержание оксида хрома (Cr_2O_3) на уровне 38–39% при значении более чем в 45% в импортных рудах [Жучков и др., 2020, с. 212].

В рамках Азиатской России добыча имеется только в Ямало-Ненецком автономном округе на Центральном месторождении хромитоносного массива Рай-Из. При этом рудопроявления на терри то рии Азиатской части страны обеспечивают долю в 13,67%

Рис. 3.12. Распределение по регионам запасов и ресурсов категории P_1 хромовых руд с указанием основных месторождений в России

Источник: Самойлик В.Г., Корчевский А.Н. Обогащение руд черных металлов – Донецк: ДОННГТУ, 2021. – С. 30.

от общероссийского уровня прогнозных запасов хромовых руд. Наиболее перспективным является массив Рай-Из, относящийся к восточному склону Полярного Урала и который включает в себя три разведанных месторождения – Центральное, Западное и 214, с содержанием Cr_2O_3 в диапазоне 40–50%. Район обеспечен энергетическими ресурсами, имеются источники воды, которая пригодна для питьевого и технического водоснабжения. Однако в нем сложные климатические условия. Основными потребителями расширенной добычи хромовой руды в Ямало-Ненецком автономном округе в первую очередь станут производители хромовых ферросплавов Урала [Гальянов, Яковлев, 2022, с. 251, 259–260, 267]. Это связано как с близостью предприятий Урала к источнику сырья, так и отсутствием производства хромовых ферросплавов в Азиатской России. Поскольку, во-первых, производство феррохрома является капиталоемким, во-вторых, в структуре себестоимости выплавки феррохрома более 60% составляют затраты, связанные с рудой [Павлов и др., 2020, с. 603], организация производства в Азиатской России выглядит менее привлекательной, чем поставки сплавов с Урала. При этом ферросплавные заводы России производят феррохрома в 2–3 раза больше национальных потребностей [Боярко, Хатьков, 2018, с. 64], поэтому в условиях введения санкций, как и с кремниевыми сплавами, возможен вариант переориентации части экспортных потоков на внутреннее потребление в случае роста спроса.

Имея мощную сырьевую базу, Россия практически не располагает собственным ниобиевым производством и импортирует ниобий в различной ниобиевой продукции, в первую очередь в ферониобии и ниобийсодержащей стали для производства труб большого диаметра для трубопроводов. Основные месторождения ниобия России сосредоточены в Восточной Сибири, доля которой составляет около 60% от общероссийского уровня, при этом ниобиевые руды отличаются высоким содержанием фосфора, что снижает их качество. Зиминский рудный район, расположенный в Иркутской области, является крупнейшим районом месторождений ниобия и включает территориально сближенные ниобиевые и комплексные ниобийсодержащие месторождения, среди которых Белозиминское, Большетагнинское и Среднезиминское. Крупнейшим является Белозиминское апатит-редкометальное месторождение, содержащее 40% запасов ниобия

от общероссийского уровня и большие запасы фосфора. Месторождение находится в Тулунском районе Иркутской области, в 160 км к юго-западу от Восточно-Сибирской железнодорожной магистрали. Запасы месторождения составляют до 90 млн тонн, запасы оксида ниобия (Nb_2O_5) – от 380 до 500 тыс. тонн, что позволяет получать высококачественный ниобиевый концентрат (40–44% Nb_2O_5) для производства феррониобия. Средним по масштабу запасов является Большетагнинское месторождение. При этом простое геологическое строение, благоприятные горно-геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия позволяют вести его разработку открытым способом. Разработка данных месторождений позволит также получать высококачественный апатитовый концентрат, пригодный для производства дефицитных в Азиатской России фосфатных удобрений [Пикалов, 2017, с. 6–7, 90; Редкоземельные металлы России. 2017 год; Машковец и др., 2013].

Кроме того, открыты месторождения ниобия в Иркутской области вне Зиминского рудного района (Зашихинское), а также в Красноярском крае (Чуктуконское) и на Дальнем Востоке в Забайкальском крае (Катугинское). Все месторождения отличаются вещественным составом и требуют проработки технологических аспектов, включая разработку процессов получения ниобиевых ферросплавов, приемлемых для сталеплавильного производства [Жучков и др., 2020, с. 212–213]. Перспективность освоения производства сплавов на основе ниобия связана с тем, что они применяются при производстве труб для нефте- и газопроводов, необходимых для реализации проектов в Азиатской России.

Отметим, что необходимость обеспечения отечественной черной металлургии ниобием актуализирует наращивание мощностей по добыче редкоземельных металлов на таких месторождениях, как Томторское, Зашихинское, Катугинское и др. [Волков и др., 2020, с. 408]. Высоким потенциалом для развития отечественной редкоземельной промышленности может стать ниобий-редкоземельное месторождение Томтор в Республике Саха (Якутия). Компания «ТриАрк Майнинг», являющаяся недропользователем месторождения, планирует разместить химикометаллургическое производство для переработки томторских руд на территории Приаргунского производственного горно-химического

объединения в городе Краснокаменск Забайкальского края [Яценко, Лебедева, 2021, с. 140]. Также планируется ввод в эксплуатацию участка Буранный с запуском в 2024 г. гидрометаллургического комбината. Планируемая мощность добычи сухой руды составляет 150 тыс. тонн с получением товарной продукции порядка 20 тыс. тонн, в том числе феррониобия [Яценко, Крюков, 2022, с. 71]. Сложностью получения ниобия для применения в черной металлургии таких месторождений является статус ниобия как попутного элемента в комплексных рудах данных месторождений, что связано с получением меньшего объема необходимого продукта при комплексной переработке, которая требуется для экономической целесообразности разработки самого месторождения. Поэтому, на наш взгляд, для развития ферросплавной промышленности Азиатской России более перспективными являются месторождения, где ниобий является одним из основных компонентов, например, в Иркутской области, в пользу разработки которых также выступает их доступность.

Наравне с разработкой новых месторождений перспективными источниками сырья для ферросплавной промышленности признаны техногенные отходы, поскольку их накопление на протяжении десятилетий привело к формированию техногенных минеральных образований с крупными запасами вторичного сырья. В работе [Дашевский и др., 2020, с. 587] отмечается, что при производстве марганцевых ферросплавов теряется около 50% марганца, который уходит в шламы обогащения и процесса выплавки - шлаки, отсевы, пыль и т.д. При этом, например, в отвальных шлаках содержится марганец с низким содержанием фосфора и других вредных примесей, следовательно, их можно применять как металлургическое сырье. В работе [Кожамуратова и др., 2017, с. 210] показано, что отвальные шлаки производства ферросилиция содержат корольков готового металла 30–50%, рафинированного феррохрома до 5% и 15% хрома в оксидной форме, силикомарганца до 20%. Существуют технологии, позволяющие доизвлекать полезные компоненты из отходов ферросплавного производства, среди которых, например, обратная флотация хвостов, магнитная сепарация, магнитно-флотационный способ, полиградиентная сепарация шламов, химические и гидрометаллургический способы. Кроме того, источником необходимых

элементов могут быть отходы не только предприятий, являющихся субъектами цепей поставок ферросплавного производства. Например, золы ГРЭС, работающих на жидком топливе, содержат 8–12% пентаоксида ванадия (V_2O_5) с возможностью обогащения до 14–16% [Быховский, Тигунов, 2009, с. 26].

Использование техногенных отходов может позволить поддержать технико-экономические показатели производства ферросплавов в условиях снижения качества природного минерального сырья. Например, в Азиатской России это актуально для добычи вольфрама, поскольку по состоянию на 2019 г. 65% его добычи приходится на Приморский край, а перерабатывается он в западной части России и на Урале. При такой схеме организации производства вольфрамовой продукции более высоких переделов рентабельно извлекаемые запасы действующих ГОКов истощены. Отметим, что добыча вольфрама из техногенных месторождений уже ведется в Забайкальском крае и Республике Бурятия [Государственный доклад…, 2021, с. 243–244, 246]. Кроме снижения потребностей в природном минеральном сырье в результате использования техногенных источников дополнительным эффектом, приводящим, в том числе, к снижению издержек производства и затрат на государственные природоохранные мероприятия, будет уменьшение загрязнения окружающей среды. Вовлечение техногенного сырья в производство позволит также окупить капитальные затраты на создание очистных сооружений, которые зачастую рассматриваются предприятиями в качестве бремени из-за их низкой окупаемости, что повысит экономическую целесообразность следования экологической повестке развития. Однако нужно помнить, что для каждого техногенного месторождения требуется проработка как технологических, так и экономических аспектов, поскольку, как отмечается в [Жданов и др., 2014, с. 92], их вовлечение в производство ферросплавов вызовет ухудшение металлургической ценности рудной составляющей шихты. При текущем уровне развития технологий получаемое техногенное сырье главным образом может использоваться в качестве добавки в процессе получения концентрата.

Выводы к разделу 3

Основным вызовом, который стоит в XXI веке перед мировой черной металлургией, является снижение воздействия деятельности предприятий отрасли на окружающую среду. Изменение интересов общества в сторону вопросов экологии обусловило возникновение рисков для углеродоемких отраслей, которые включают как правовые, так и репутационные. Высокое негативное воздействие черной металлургии на окружающую среду и неприятие современным обществом такого положения вещей в совокупности определило направления развития отрасли, включая вопросы технологий и перевооружения производств. Среди основных направлений в текущем развитии технологий в черной металлургии выделяется снижение энергопотребления, экологизация производства и в первую очередь снижение выбросов вредных веществ, развитие совмещенных процессов выплавки и прокатки стали, разработка новых типов продукции, обладающих меньшим углеродным следом при их производстве и/или большим сроком эксплуатации металлоизделий, а также цифровизация производства, позволяющая оптимизировать производственные процессы.

Высокий уровень негативного воздействия производства стали связано с преимущественным применением традиционной технологической схемы производства, включающей в свой состав аглодоменное, коксохимическое производство и выпуск стали в кислородных конвертерах. Именно производство агломерата, кокса и применение последнего в качестве основного топлива в доменном производстве определяют наибольшее негативное воздействие на экологию. Поэтому перспективным направлением развития черной металлургии стало формирование бездоменного производства на основе выплавки стали в электродуговых печах с применением в качестве железорудной части шихты лома черных металлов и прямовосстановленного железа. Организация производства полного цикла на основе указанной технологической схемы позволяет снизить выбросы вредных веществ в атмосферу почти в два раза по сравнению с традиционным интегрированным доменным производством с получением стали в кислородных конвертерах. Параллельно с расширением применения

электросталеплавильного производства активизировались работы по внедрению в металлургическое производство водородных технологий. Данное направление разработок нацелено на применение водорода для замещения углерода как восстановителя оксидов железа и в качестве топлива. Если использование водорода как восстановителя уже применяется при производстве прямовосстановленного железа, то переход на него в качестве топлива имеет существенные ограничения, носящие экономический и технологический характер. Поэтому как топливо водород в черной металлургии по состоянию на начало 2020-х годов не применяется. При этом прогнозируется, что именно за счет внедрения водородных технологий в долгосрочной перспективе будет проводиться декарбонизация черной металлургии странами Запада. Однако в других регионах водородная металлургия не получит широкого распространения вследствие развития бездоменной металлургии на основе применения электросталеплавильных печей. Можно сказать, что тенденция на формирование бездоменной металлургии заложена и в Стратегии развития металлургической промышленности РФ на период до 2030 г. в рамках развития производства железа прямого восстановления.

Сложившиеся тенденции в развитии машиностроения, строительства, а также добычи и переработки нефти и газа в Азиатской России, реализация в данных сферах ряда проектов в совокупности с перестроением цепей поставок, ростом значимости внутреннего рынка и переориентации экспорта на восточное направление актуализировали необходимость развития металлургии восточных регионов страны. При этом стоящие вызовы перед черной металлургией и технологические тенденции должны быть положены в основу развития отрасли в Азиатской России. В третьем десятилетии XXI века перспективным направлением представляется развитие металлургического производства на Дальнем Востоке на основе формирования бездоменного производства полного цикла с применением в качестве сырья для выплавки стали в электродуговых печах лома черных металлов и прямовосстановленного железа. Обусловлено это формирующимся крупным центром потребления стальной продукции – производственной базой Дальнего Востока на основе развития машиностроения. При этом поддержка деятельности Сибирского

металлургического район, а в первую очередь обеспечение и развитие производства на АО «ЕВРАЗ ЗСМК» в Кемеровской области, требует развития проектов по производству железорудного сырья. Но если в случае Дальнего Востока проекты сразу же могут основываться на технологиях, не приводящих к существенным негативным последствиям для экологии, то в Сибири требуется внедрение технологий, снижающих негативное воздействие, в процессе модернизации производства.

В совокупности представленные проекты развития черной металлургии Азиатской России окажут положительное воздействие на социально-экономическое развитие регионов размещения. Ориентация проектов на пространственную кооперацию создаст дополнительные синергетические эффекты благодаря необходимости поддержания транспортной связанности территорий и развития сопутствующих производств и оказания услуг, в том числе в рамках малых и средних предприятий. Стоит ожидать, что реализация представленных проектов позволит сформировать основу современного и экологичного производства продукции черной металлургии и по межотраслевым и межрегиональным связям это даст развитие другим отраслям и регионам Азиатской России.

Кроме того, представленные проекты развития черной металлургии позволят реализовать потенциал производства черных металлов в Азиатской России и перейти от массовой продукции к выпуску конкретных марок стали и изделий с заданными характеристиками, требуемых конкретным потребителям. Поскольку в черной металлургии выстроены сложные цепи поставок, необходимо учитывать ряд звеньев таких цепей, формирующих обеспечение необходимыми сырьем и материалами металлургические производства. Первоочередная ориентация на производство не столько рядовых марок стали, сколько на специализированные с возможностью выполнения конкретных заказов отдельных потребителей поднимает вопрос о необходимости развития ферросплавной промышленности России и ее Азиатской части. В данной сфере, проявляется три основные проблемы, а именно зависимость от импортных поставок ферросплавов и сырья для их производства, применение технологий производства, которые не позволяют задействовать бед-

ную отечественную руду, неравномерность распределения центров потребления продукции ферросплавной промышленности. Как и при развитии черной металлургии Азиатской России, можно выделить два направления в развитии ее ферросплавной промышленности. Первое связано с расширением собственной рудной базы. В данном аспекте Азиатская Россия обладает высоким потенциалом благодаря наличию больших запасов марганцевых и хромовых руд, а также руд других элементов, например, ванадия, ниобия, вольфрама. В качестве дополнительного источника сырья могут быть рассмотрены техногенные месторождения, накопившие значительные запасы за десятилетия работы металлургической отрасли страны. Второе направление, тесно связанное с первым, включает в себя разработку технологических процессов производства концентратов и ферросплавов из бедных отечественных руд, создание способов применения в металлургическом производстве нестандартных по элементам ферросплавов и лигатур.

Список использованных источников

«Алроса» выйдет из совместного с Evraz железорудного проекта в Якутии / Ведомости [Электронный ресурс], 2020. URL: https://www.vedomosti.ru/business/news/2020/06/17/832774-alrosa-viidet-iz-zhelezorudnogo-proekta-v-yakutii (дата обращения: 21.06.2021).

Алабушев Е.А., Берсенев И.С., Брагин В.В., Степанова А.А. Оценка рисков использования водорода взамен углеродсодержащих видов топлива в черной металлургии // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2021. – Т. 77. – № 8. – С. 925–930. DOI: 10.32339/0135-5910-2021-8-925-930

Бигеев В.А., Потапова М.В., Макарова И.В., Юдин Д.В. К вопросу получения ферроникеля селективным восстановлением бедных железохромоникелевых руд // Теория и технология металлургического производства. – 2021. – № 3 (38). – *С. 4–9.*

Бигеев В.А., Столяров А.М., Валиахметов А.Х. Металлургические технологии в высокопроизводительном электросталеплавильном цехе / М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. – 320 с

Бирюков А.Б., Сафьянц С.М. Анализ технологии производства железа прямого восстановления ITmk3 // Бюллетень «Черная металлургия». – 2016. – № 10. – С. 21–27.

Боранбаева Б.М., Мырзагулова А.Т., Тажиев Ш.Х., Майшина Ж.Г. Перспективный способ производства железосодержащих сплавов из рудного сырья // Наука и техника Казахстана. – 2020. – № 4. – С. 25–32. DOI: 10.48081/VTUX4454

Боярко Г.Ю., Хатьков В.Ю. Критические товарные потоки марганцевого сырья в России // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331, № 4. – С. 38–53. DOI 10.18799/24131830/2020/4/2592

Боярко Г.Ю., Хатьков В.Ю. Товарные потоки ферросплавов в России // Черные металлы. – 2018. – № 3. – С. 60–69.

Быховский Л.З., Тигунов Л.П. Состояние минерально-сырьевой базы добычи, потребления и импорта металлов, применяемых для производства ферросплавов // Бюллетень «Черная металлургия». – 2009. – № 4. – С. 25–29.

Водородная металлургия начнет окупаться не ранее 2030 года – Thyssenkrupp и ArcelorMittal / GMK Center [Электронный ресурс], 2019. – URL: https://gmk.center/news/vodorodnaya-metallurgiya-nachnet-okupatsya-ne-ranee-2030-goda-thyssenkrupp-i-arcelormittal/ (дата обращения: 30.01.2022).

Волков А.И., Стулов П.Е., Леонтьев Л.И., Углов В.А. Анализ использования редкоземельных металлов в черной металлургии России и мира // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Т. 63, № 6. – С. 408–418. DOI: 10.17073/0368-0797-2020-6-405-418

Гальянов А.В., Яковлев В.Л. Сырьевая база промышленного комплекса черной металлургии России / Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 340 с.

Гиршов В.Л., Котов С.А., Цеменко В.Н. Современные технологии в порошковой металлургии / СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010. – 385 с.

Годовой отчет за 2021 г. / Норникель [Электронный ресурс], 2022. URL: https://www.nornickel.ru/upload/iblock/53b/k7mqjhb1n9o0y8eieu0adzgn3b98z8xg/NN_AR_2021_Book_RUS_26.09.22.pdf (дата обращения: 15.03.2023).

Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2019 году» / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [Электронный ресурс], 2021. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/gosudarstvennyy_doklad_o_sostyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/ (дата обращения: 10.07.2022).

Границы ТОР «Большой Камень» расширили под строительство металлургического завода / PrimaMedia.ru [Электронный ресурс], 2021. URL: https://primamedia.ru/news/1131997/ (дата обращения: 20.07.2021).

Дашевский В.Я., Александров А.А., Жучков В.И., Леонтьев Л.И. Проблема марганца в российской металлургии // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Том 63, № 8. – С. 579 – 590. DOI: 10.17073/0368-0797-2020-8-579-590

Evraz вернулся к проекту «Тимир» / Интерфакс [Электронный ресурс], 2021. URL: https://www.interfax.ru/business/782731 (дата обращения: 19.08.2021).

Жданов А.В., Жучков В.И., Дашевский В.Я., Леонтьев Л.И. Использование отходов ферросплавного производства // Сталь. – 2014. – № 3. – С. 92–98.

Жучков В.И., Леонтьев Л.И., Заякин О.В. Использование российского рудного сырья для производства ферросплавов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Т. 63, № 3-4. – С. 211 – 217. DOI: 10.17073/0368-0797-2020-3-4-211-217

Итальянская Tenova будет разрабатывать готовые водородные решения для металлургии / Металлоснабжение и сбыт [Электронный ресурс], 2022. – URL: https://www.metalinfo.ru/ru/news/133224 (дата обращения: 28.01.2022).

Китай увеличит потребление металлолома / Металлоснабжение и сбыт [Электронный ресурс], 2021. URL: https://www.metalinfo.ru/ru/news/127628 (дата обращения: 23.08.2021).

Кожамуратов Р.У., Сафаров Р.З., Шоманова Ж.К., Носенко Ю.Г. Утилизация отходов ферросплавного производства // Материалы Международной научной конференции «Global Science and Innovations 2017» – Bursa: Eurasian Center of Innovative Development «DARA». – 2017. – С. 207–213.

Колесников Ю.А., Буданов Б.А., Столяров А.М. Металлургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе / Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. – 380 с.

Компания «Петропавловск – Черная металлургия» намерена развивать производство КСГОКа / Металлоснабжение и сбыт [Электронный ресурс], 2021. URL: https://www.metalinfo.ru/ru/news/123666 (дата обращения: 18.06.2021).

Лисиенко В.Г., Лаптева А.В., Чесноков Ю.Н., Луговкин В.В. Сравнительная эмиссия парникового газа CO_2 в переделах черной металлургии // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2015. – Т. 58, № 9. – С. 625–629. DOI: 10.17073/0368-0797-2015-9-625-629

Машковец Г.А., Быховский Л.З., Рогожин А.А., Темнов А.В. Великолепная восьмерка / Редкие земли [Электронный ресурс], 2013. URL: http://rareearth.ru/ru/pub/20130223/01539.html (дата обращения: 06.03.2023).

Металлургам придется осваивать технологии улавливания и захоронения углекислого газа / Металлоснабжение и сбыт [Электронный ресурс], 2021. URL: https://www.metalinfo.ru/ru/news/128613 (дата обращения: 11.08.2021).

«Мечел» разморозил железорудный проект в Якутии / Ведомости [Электронный ресурс], 2021. URL: https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/09/09/886046-mechel-yakutii (дата обращения: 16.09.2021).

Минерально-сырьевой сектор Азиатской России: как обеспечить социально-экономическую отдачу / В.А. Крюков, А.Е. Севастьянова, А.Н. Токарев и др.; отв. ред. В.В. Кулешов. – Новосибирск: ИЭОПП, 2015. – 351 с.

Модернизация линии производства металлизованных окатышей АО «МеталлАктивгрупп» / Фонд развития промышленности [Электронный ресурс]. URL: https://frprf.ru/klienty/43224/ (дата обращения: 21.06.2021).

«Новатэк» и «Северсталь» к 2023 г. запустят совместный водородный проект / Ведомости [Электронный ресурс], 2021. – URL: https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/06/03/872835-novatek-severstal (дата обращения: 4.06.2021).

Нохрина О.И., Рожихина И.Д., Едильбаев А.И., Едильбаев Б.А. Марганцевые руды Кемеровской области – Кузбасса и методы их обогащения // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Том 63, № 5. – С. 344 – 350. DOI: 10.17073/0368-0797-2020-5-344-350

Павлов А.В., Островский Д.Я., Аксенова В.В., Бишенов С.А. Текущее состояние производства ферросплавов в России и странах СНГ // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Т. 63. № 8. – С. 600 – 605. DOI: 10.17073/0368-0797-2020-8-600-605

Петров С.П. Пилотный проект «Металлургия плюс» // Новый импульс Азиатской России / под ред. В.А. Крюкова, Н.И. Суслова; Сибирское отделение Российской академии наук, Институт экономики и организации промышленного производства. – Новосибирск: Изд-во СО РАН: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2022. – С. 134–145.

Петров С.П. Развитие черной металлургии Азиатской России в контексте пространственного взаимодействия и воздействия на окружающую среду / Экономическая политика России в межотраслевом и пространственном измерении : материалы 4-й конференции ИНП РАН и ИЭОПП СО РАН по межотраслевому и региональному анализу и прогнозированию (Россия, г. Белокуриха, 24–25 марта 2022 г.). Том 4 – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2022. – С. 95–99. – DOI: 10.36264/978-5-89665-367-7-2022-005/19-180

Петров С.П. Технологические тенденции и направления развития черной металлургии Азиатской России. // Черные металлы. – 2022. – № 8. – С. 76–82. DOI: 10.17580/chm.2022.08.13

Пикалова В.С. Геолого-экономическая оценка нового потенциального-промышленного типа ниобиевых руд на примере Большетагнинского месторождения / Дисс. на соискание уч. степени канд. геолого-минерал. наук по спец. 25.00.11 – Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения, 2017. – 136 с.

Плакиткина Л.С. Анализ и перспективы развития добычи угля на период до 2035 года в Забайкальском крае / «Горная Промышленность». – 2015, № 6 (124) [Электронный ресурс]. URL: https://mining-media.ru/ru/article/ekonomic/9713-analiz-i-perspektivy-razvitiya-dobychi-uglya-na-period-do-2035-g-v-zabajkalskom-krae (дата обращения: 24.08.2021).

Попова А.А., Аксенова Е.А. Цифровизация работы предприятий металлургической отрасли как основа их финансовой результативности // Стратегии бизнеса. – 2022. – № 9. – С. 237–243. DOI: 10.17747/2311-7184-2022-9-237-243

Процесс ХиЛ-III [Электронный ресурс]. URL: https://metallolome.ru/proczess-hil-iii/ (дата обращения: 18.08.2021).

Процессы восстановления окислов железа [Электронный ресурс]. URL: http://elib.kstu.kz/fulltext/books/2017/NTM/Isin%20i%20dr/Teория/2%20ПРОЦЕССЫ%20ВОССТАНОВЛЕНИЯ%20ОКИСЛОВ%20ЖЕЛЕЗА.htm (дата обращения: 02.11.2022).

Развитие Кимкано-Сутарского ГОКа позволит запустить производство горячебрикетированного железа / Министерство Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики [Электронный ресурс], 2020. URL: https://minvr.gov.ru/press-center/news/26269/?view=desktop (дата обращения: 18.06.2021).

Распоряжение Правительства РФ от 28 декабря 2022 г. № 4260-р Об утверждении Стратегии развития металлургической промышленности РФ на период до 2030 г. / Гарант [Электронный ресурс], 2023. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405963845/ (дата обращения: 26.02.2023).

Редкоземельные металлы России. 2017 год / Бизнес портал NEDRADV [Электронный ресурс]. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/resources?obj=ab05b068239ede80d3dd35cf406b4000 (дата обращения: 06.03.2023).

Романова О.А., Сиротин Д.В. Цифровизация производственных процессов в металлургии: тенденции и методы измерения // Известия Уральского государственного горного университета. – 2021. – № 3 (63). – С. 136–148. DOI: 10.21440/2307-2091-2021-3-136-148

Роменец В.А., Галкин В.И., Федорова А.А., Валавин В.С., Похвинсев Ю.В., Макеев С.А. Сравнительная технико-экономическая оценка бескоксовых технологий производства первичного железа для минизаводов // Экономика в промышленности. – 2013. – № 3. – С. 38–44.

«Роснефть» инвестирует $2,2 млрд в строительство металлургического завода / Бизнес-портал NEDRADV [Электронный ресурс], 2021. URL: https://nedradv.ru/nedradv/ru/page_news?obj=c2f338cbad5a5de4469e3f03c804ba7b (дата обращения: 20.07.2021).

Рудно быть ГОКом / Коммерсантъ [Электронный ресурс], 2021. URL: https://www.kommersant.ru/doc/4929527 (дата обращения: 16.09.2021).

Рушайло П. Металлургия переходного периода / Коммерсантъ [Электронный ресурс], 2022. URL: https://www.kommersant.ru/doc/5446971 (дата обращения: 27.02.2023).

Современные технологии и мировые тенденции в металлургии / METINVEST [Электронный ресурс], 2020. URL: https://metinvestholding.com/ru/media/article/sovremennie-tehnologii-v-metallurgii-i-mirovie-tendencii (дата обращения: 15.01.2021)

Соколова В.Н., Лосев Ю.Н., Ануфриева С.И., Тигунов Л.П. Химико-металлургические технологии переработки марганцевого сырья различного минерального типа с получением высококачественной продукции // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2009. – № S15. – С. 333–350.

Справка о состоянии и перспективах использования МСБ Иркутской области (15.03.2021) / Роснедра [Электронный ресурс], 2021. URL: https://www.rosnedra.gov.ru/page/516.html (дата обращения: 25.08.2021).

Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года / Министерство транспорта Российской Федерации [Электронный ресурс], 2008. URL: https://mintrans.gov.ru/documents/3/1010?type= (дата обращения: 24.08.2021).

США ввели заградительные пошлины на российские металлы: насколько это чувствительно / Forbes [Электронный ресурс], 2023. URL: https://www.forbes.ru/biznes/486084-ssa-vveli-zagraditel-nye-poslliny-na-rossijskie-metally-naskol-ko-eto-cuvstvitel-no (дата обращения: 16.03.2023).

Трубы будущего / Российская газета [Электронный ресурс], 2021. URL: https://rg.ru/2021/07/15/reg-urfo/na-urale-metallurgi-predstavili-truby-dlia-vodorodnoj-energetiki.html (дата обращения: 21.07.2021).

У «Звезды» прокатил металл / Коммерсантъ [Электронный ресурс], 2020. URL: https://www.kommersant.ru/doc/4585695 (дата обращения: 23.08.2021).

Яценко В.А., Крюков Я.В. Фрагментация и консолидация производственных цепочек в мировой редкоземельной промышленности // Горная промышленность. – 2022. – № 1. – С. 66–74. DOI: 10.30686/1609-9192-2022-1-66-74

Яценко В.А., Лебедева М.Е. Прогноз динамики спроса на мировом рынке редкоземельных металлов // Мир экономики и управления. – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 124–145. DOI: 10.25205/2542-0429-2021-21-4-124-145

Corex – cost-efficient and environmentally friendly ironmaking / Primetals Technologies [Электронный ресурс]. URL: https://www.primetals.com/portfolio/ironmaking/corexr (дата обращения: 18.08.2021).

Economic and steel market outlook 2021–2022 / Eurofer [Электронный ресурс], 2021. URL: https://www.eurofer.eu/assets/publications/economic-market-outlook/economic-and-steel-market-outlook-2021-2022-third-quarter/20210813-Economic-and-Steel-Market-Outlook-Quarter-3-2021-final.pdf (дата обращения: 26.08.2021).

Finex – innovative and environmentally friendly ironmaking / Primetals Technologies [Электронный ресурс]. URL: https://www.primetals.com/ru/portfolio/chugun-i-pvzh/finexr (дата обращения: 18.08.2021)

Short Range Outlook April 2021 / World Steel Association [Электронный ресурс], 2021. URL: https://www.worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/short-range-outlook.html (дата обращения: 26.08.2021).

Steel's Contribution to a Low Carbon Future and Climate Resilient Societies. Worldsteel Position Paper / WorldSteel Association [Электронный ресурс], 2020. URL: ttps://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:7ec64bc1- c51c-439b-84b8-94496686b8c6/Position_paper_climate_2020_vfinal.pdf (дата обращения: 26.01.2021).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Появление на территории современной Азиатской России небольших производств металлов стало отражением стремления к развитию данного пространства. Углубление этих тенденций привело к попыткам создания металлургического производства и открытию отдельных производств. Однако истинное зарождение черной металлургии Азиатской России произошло в XX веке, что ознаменовало собой новую эпоху, связанную с осознанием значимости территорий Сибири и Дальнего Востока. Именно в Советской эпохе она стала частью единого комплекса страны со сложившимся составом предприятий и используемых технологических схем производства. Заложенный в данный период потенциал позволил пережить сложнейшие для нашей страны 1990-е годы, перейти к модернизации производств и проявить возможность продолжать работу в эпоху геополитического обострения и тяжелых ограничений на мировом рынке в XXI веке.

К третьему десятилетию черная металлургия Азиатской России подошла как современный комплекс производств, охватывающих все звенья цепи поставок. Основой отрасли стали богатые запасы топливного и железорудного сырья на территории Сибири и Дальнего Востока. Разрабатываемые месторождения Кузбасса обеспечили становление и формирование металлургического комплекса, имеющиеся запасы в других регионах, например, в Якутии, Забайкальском крае, Амурской области, позволяют говорить о возможности развития производств черных металлов. Если со стороны поставщиков в цепях поставок имеются широкие возможности, то ограничением на пути расширения черной металлургии Азиатской России в первую очередь могут стать меньшие возможности со стороны потребления получаемой продукции. Основное развитие машиностроения, строительства и других потребителей металлопродукции происходит в европейской части страны, что обеспечивает более активное развитие металлургии России в западных регионах. Такую тенденцию можно было наблюдать в XXI веке в период модернизации и расширения металлургического производства в стране, когда на ведущую роль по объемам производства, вне-

дрению передовых технологических схем, переходу на современные методы выпуска продукции с относительно низким углеродным следом вышел Центральный металлургический район. Роль Сибирского металлургического района при такой схеме организации металлургического комплекса по большей части сводится к обеспечению отрасли железорудным и топливным сырьем, о чем свидетельствует снижение доли района в выпуске черных металлов и сохранение высокой доли по сырью. Формирование Дальневосточного металлургического района приобрело тенденцию создания поставщика сырья для предприятий Китая.

Одним из последствий активного развития черной металлургии западной части страны при отсутствии такого развития в Азиатской России стало отставание от тенденций перехода к низкоуглеродному производству. Сохранение доминирующего положения сложившихся технологических схем производства в Сибирском металлургическом районе привело к тому, что в общероссийском уровне доля района в выпуске черных металлов ниже доли в выбросах от металлургического производства. Однако не стоит думать, что развитие металлургии Сибири и Дальнего Востока отсутствует. На предприятиях проводится модернизация, которая в случае сохранения сложившейся технологической схемы производства связана не только с обновлением имеющегося оборудования, но и внедрением в процессы его функционирования технологий, позволяющих снизить выбросы вредных веществ. Например, на Западно-Сибирском металлургическом комбинате, формирующем около 90% выпуска черных металлов в Азиатской России, в процессе модернизаций доменных печей внедряют применение пылеугольного топлива, рециклинга тепла и газов, энергосберегающих технологий. Произошло и изменение технологических схем производства, позволивших снизить негативное воздействие на окружающую среду. Например, в 1990-е годы Амурсталь полностью перешла на электросталеплавильное производство, отказавшись от мартена, на железнодорожной площадке АО «ЕВРАЗ ЗСМК» выведено доменное производство. И все же сохранение доминирующей роли производств с наиболее высокими выбросами говорит о необходимости присталь-

ного внимания к вопросу ограничения негативного воздействия на окружающую среду при разработке проектов развития черной металлургии Азиатской России.

Вследствие событий 2022 г. начался процесс перестроения цепей поставок, выстроенных вокруг предприятий черной металлургии. Основной тенденцией стала переориентация потоков от производителей к потребителям в восточном направлении. Закрытие основной части западных рынков для отечественных металлургов ознаменовало собой рост значимости развития внутреннего потребления и поиска новых экспортных рынков, что нашло отражение в принятой 28 декабря 2022 г. Стратегии развития металлургической промышленности РФ на период до 2030 г. Введенные Европейским союзом, Соединенными Штатами Америки и рядом других стран санкции на экономику России подталкивают развитие отечественного машиностроения, расширение инфраструктурных проектов и развитие других сфер, что в итоге приводит к расширению спроса на черные металлы и различную металлопродукцию.

Как результат сложившиеся тенденции в развитии машиностроения, строительства, расширение инфраструктурных программ, реализация в данных сферах ряда проектов в совокупности с перестроением цепей поставок в экономике России, рост значимости внутреннего рынка и переориентация экспорта на восточное направление актуализировали необходимость развития металлургии восточных регионов страны. С учетом необходимости обеспечения предприятий Азиатской России требуемой металлопродукцией с приемлемым уровнем затрат возросла роль самообеспеченности черными металлами в регионе за счет развития черной металлургии. При этом такое развитие должно опираться на современные технологические тенденции. В условиях роста значимости вопроса экологии в общественных интересах основными направлениями развития технологий в черной металлургии стали: снижение энергопотребления, экологизация производства, развитие совмещенных процессов выплавки и прокатки стали, разработка новых типов продукции и цифровизация производства. Ожидается, что в первой половине XXI века в западных странах произойдет внедрение водородной металлургии, в то время как в остальных странах основной технологической схемой

производства станет производство стали в электросталеплавильных печах с использованием в качестве сырья прямовосстановленного железа и лома черных металлов. Развитие технологий по указанным направлениям требует научно-технических изысканий и внедрения разработок не только непосредственно в производстве черных металлов и изделий из них, но и в обеспечивающих металлургический комплекс сопутствующими материалами и оборудованием отраслях, таких как ферросплавная промышленность и тяжелое машиностроение.

В Азиатской России в третьем десятилетии XXI века перспективным представляется расширение производства железорудного сырья на основе формирования производства прямовосстановленного железа. Обусловлено это двумя крупными центрами потребления – производственной базой Дальнего Востока, включая машиностроение и формирование четвертого металлургического района, и поддержанием деятельности Сибирского металлургического района, в первую очередь обеспечение и развитие производства на АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» в Кемеровской области. В Дальневосточном федеральном округе сформировались предпосылки со стороны спроса для развития металлургического района, выпускающего готовый прокат и трубную продукцию. На Западно-Сибирском металлургическом комбинате стоит вопрос о достаточной обеспеченности завода железорудным сырьем в условиях нестабильности цен на разные его виды и введенных посредством санкций ограничений на поставки в Россию. При этом развитие производств должно отвечать современным технологическим тенденциям, сложившимся в мировой черной металлургии. Поэтому в первую очередь необходимо развитие обработки металлолома, выпуска прямовосстановленного железа и электросталеплавильного производства в условиях их связанности, что позволит формировать производства полного цикла, например, в связке Кимкано-Сутарского ГОКа с Амурсталью и последнего с Приморским металлургическим заводом. Реализация представленных проектов по предлагаемым в монографии направлениям позволит сформировать основу для развития современных металлургических производств и даст толчок развитию других отраслей и регионов

Азиатской России. Основой станут потребности в поставках оборудования, топлива, сырья, развитии транспортной инфраструктуры, обеспечении рабочей силой, проведении научно-технических исследований и т.д. В совокупности это позволит реализовать потенциал производства черных металлов в Азиатской России, политику импортозамещения и программы развития регионов, включая инфраструктурные, сформирует возможность для производителей Азиатской России перейти от массовой продукции к выпуску конкретных марок стали и изделий с заданными характеристиками, требуемых конкретным потребителям.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АО – акционерное общество

АО «ЕВРАЗ ЗСМК» – акционерное общество «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат»

ВЭР – вторичные энергетические ресурсы

ГОК – горно-обогатительный комбинат

ИТС НДТ – информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям

КМА – Курская магнитная аномалия

КМК – Кузнецкий металлургический комбинат

Минпромторг России – Министерство промышленности и торговли Российской Федерации

ММК – Магнитогорский металлургический комбинат

МНЛЗ – машина непрерывного литья заготовок (также применялась аббревиатура УНРС – установка непрерывной разливки стали)

МЧС России – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки

НЛМК – Новолипецкий металлургический комбинат

ОМК – Объединённая металлургическая компания

ОСП – обособленное структурное подразделение

П.п. – процентных пунктов

ПАО – публичное акционерное общество

ССК – судостроительный комплекс

ТМК – Трубная металлургическая компания

ЦОД – центр обработки данных

ЧТПЗ – Челябинский трубопрокатный завод

ЧЭМК – Челябинский электрометаллургический комбинат

CCS (carbon capture and storage) – технология улавливания и хранения углерода

WSA (World Steel Association) – международная ассоциация производителей стали

План изданий ИЭОПП СО РАН, 2023 г.

Научное издание

Сергей Павлович Петров

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ АЗИАТСКОЙ РОССИИ ВО ВТОРОМ И ТРЕТЬЕМ ДЕСЯТИЛЕТИЯХ XXI ВЕКА

Оформление обложки
и компьютерная графика *А.С. Кузнецова*
(при оформлении обложки
использовалась фотография
Anthrax Urbex)
Компьютерная верстка *В.В. Лысенко, С.А. Дучкова*

Подписано в печать 26 мая 2023 г.Формат бумаги 60×84 $^{1}/_{16}$.
Гарнитура «Таймс». Объем п.л. 15. Уч.-изд.л. 14. Тираж 500 экз. Заказ № 48.

Издательство ИЭОПП СО РАН
Тел. (383) 330-17-95, e-mail: s.duchkova@ieie.nsc.ru
Участок оперативной полиграфии ИЭОПП СО РАН,
630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 17.