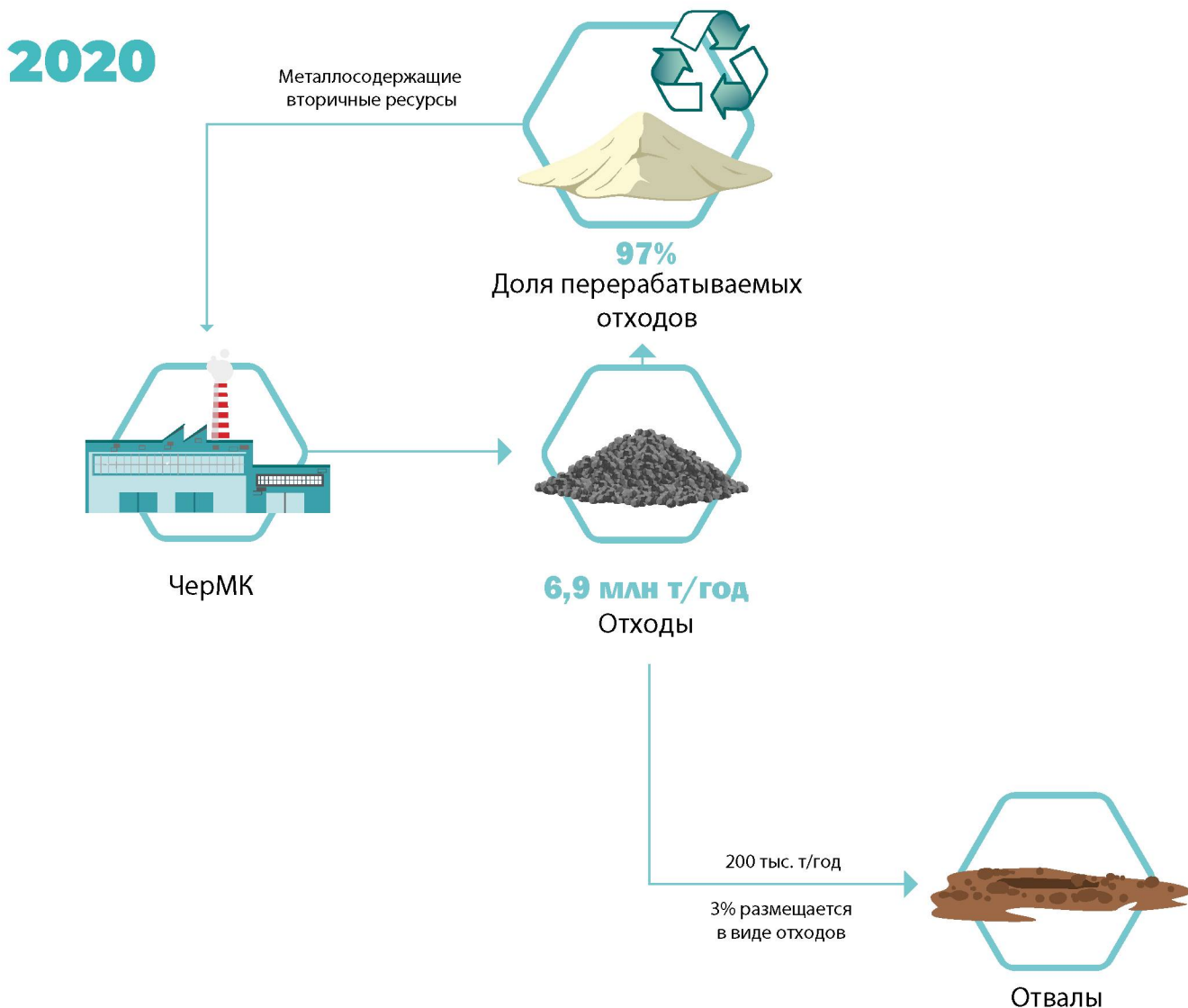


Череповецкий металлургический комбинат ПАО «Северсталь» (ЧерМК) находится в одноименном городе Вологодской области. Предприятие имеет полный металлургический цикл, включая коксохимическое, агломерационное, доменное, сталеплавильное и прокатное производства. Является вторым по величине сталелитейным комбинатом в России.

Первая плавка металла выдана предприятием в 1955 году. За все время работы было выплавлено более 400 млн т стали и произведено более 2,5 млн километров проката. Ежегодно на ЧерМК образуется

до 6,9 млн т различных отходов. В золоотвале накоплено 14 млн т золошлаковых отходов.

Комбинат является одним из лидеров отрасли в части переработки отходов производства. Сейчас показатель переработки составляет 97%, уровень лучших мировых практик — 98,5%. Рядом с промплощадкой реализуется пилотный проект создания завода по производству молотого доменного металлургического шлака с годовой мощностью 70 тыс. т (1-я очередь) и последующим расширением до 200 тыс. т.



Молотый шлак является микрозаполнителем, способствующим улучшению структуры бетона, улучшающим поверхность изделий и повышающим долговечность. Особо эффективен при сооружении ответственных фундаментов, поскольку снижает температурные напряжения при формировании бетона.

Замещение цемента молотым шлаком приводит к соразмерному снижению потребления цемента, а следовательно, и к соответствующему сокращению

выбросов цементных заводов, затрат энергии на производство цемента, к уменьшению негативного воздействия на окружающую среду при добыче сырья и энергоресурсов.

При производстве одной тонны цемента в атмосферу выбрасывается около одной тонны диоксида углерода (углекислого газа). В результате запуска производства молотого шлака может быть обеспечено до 30% достижения целей по декарбонизации, стоящих перед ЧерМК до 2023 года.



УДК 504.062.2

ПРОМЫШЛЕННЫЙ СИМБИОЗ ПРЕДПРИЯТИЙ Г. ЧЕРЕПОВЦА С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ



А. И. Калачев

генеральный директор ООО «ПЦВ», лидер консорциума «Феникс», эксперт комитета по энергетике Государственной Думы РФ, эксперт общественного совета Минприроды России, член НТС Росприроднадзора

А. В. Ефимов

коммерческий директор ООО «ПЦВ», эксперт комитета по энергетике Государственной Думы РФ

А. В. Уханов

главный технолог ООО «ПЦВ»

Д. Х. Михайлиди

научный сотрудник отдела методологии ресурсосбережения ФГАУ «НИИ «ЦЭПП», к. э. н.

ВВЕДЕНИЕ

Моногород Череповец является одним из крупнейших промышленных центров России. Основу промышленного сектора г. Череповца составляют Череповецкий металлургический комбинат ПАО «Северсталь» (ЧерМК), производящий сталь, сталепродукт, металлоконструкции и строительные материалы, и химическое производство предприятий «ФосАгро», выпускающее фосфатное сырье

и фосфорсодержащие удобрения, на долю которых приходится более 93% всего объема промышленного производства города.

Развитая промышленность не может не влиять на экологическую обстановку города. Череповец входит в десятку российских городов с самым загрязненным воздухом [1].

Экономика замкнутого цикла

Общемировой тренд перехода в экономическом развитии на принципы экономики замкнутого цикла предусматривает изменение традиционных подходов к ресурсопользованию, поиск возможностей использования отходов в качестве техногенных ресурсов. Экономика замкнутого цикла подразумевает рациональное использование природных ресурсов и снижение загрязнения окружающей среды.

В 2020 году в Череповце было сформировано около 7,0 млн т твердых производственных отходов [2], что составляет 98% от общей массы, ТКО составляют около 2%. Шламонакопители, хвостохранилища и отвалы являются крупными источниками

загрязнения окружающей среды, в том числе за счет пыления и эмиссии в окружающую среду широкого спектра загрязняющих веществ.

Ежегодно на ЧерМК ПАО «Северсталь» образуется до 6,9 млн т различных отходов, из которых 75% перерабатывается (шлаки, лом, отработанные масла и эмульсии), 21% возвращается в производственный цикл в качестве сырья (пыль, шлам), 1% передается сторонним организациям для обезвреживания или утилизации (ртутные лампы, аккумуляторы, совтоловые трансформаторы), 3% отходов размещается на полигоне промышленных отходов. Минимизация размещаемых отходов — приоритетная экологическая задача компании [3].



ЧерМК является одним из лидеров металлургической отрасли России в части переработки отходов производства. При этом остается потенциал для улучшения этого показателя к уровню мировых практик — 98,5% (сейчас у ЧерМК 97%). В фокусе

внимания специалистов в первую очередь отходы, представляющие наибольший объем в общей массе образования на ЧерМК и в ресурсных активах компании: шлаки, шламы, пыль, «хвосты» медно-никелевых руд [4].

Проект строительства завода по производству молотого доменного металлургического шлака в г. Череповце

В 2020 году ООО «ПЦВ» [5], лидер консорциума «Феникс» [6], приняло решение и реализует пилотный проект создания завода по производству молотого доменного металлургического шлака

в г. Череповце с годовой мощностью 70 тыс. т (1-я очередь) с целью обеспечения производителей товарного бетона Санкт-Петербурга и Ленинградской области, Вологодской области, Москвы

и Московской области эффективной минеральной добавкой по экономически приемлемой цене для снижения себестоимости и улучшения качества строительства.

ООО «ПЦВ» активно участвует в решении проблемы золошлаковых отходов угольных ТЭС в России, разработана Программа экологизации угольной генерации РФ, принципы новой экологической политики РФ. При авторстве ООО «ПЦВ» совместно с НИИЖБ им. А.А. Гвоздева актуализирован ГОСТ 25818-2017 «Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия». Компания является одним из ведущих поставщиков зол уноса в России.

Молотый шлак — продукт, получаемый путем тонкого измельчения гранулированного доменного шлака, применяется в качестве активной минеральной добавки для получения различных видов цемента, изготовления растворов и бетонов в различных видах строительства, ЖБИ, а также

для производства сухих строительных смесей. Является микрозаполнителем, способствующим улучшению структуры строительно-технических свойств бетонов, улучшающим поверхность изделий, а также повышает долговечность бетона в сульфатных средах. Особо эффективен при сооружении ответственных фундаментов, поскольку снижает температурные напряжения при формировании бетона, что уменьшает и ликвидирует трещинообразование в фундаменте. В частности, без применения молотого металлургического шлака в качестве активной минеральной добавки было бы невозможно построить самое высокое здание в Европе — Лахта Центр ПАО «Газпром» в Санкт-Петербурге.

Реализация проекта строительства завода с годовой мощностью переработки гранулированного доменного шлака 70 тыс. т в год (1-я очередь с возможностью расширения до 200 тыс. т) является хорошей возможностью увеличить долю



перерабатываемых отходов ЧерМК на 1–2% и довести данный показатель до целевого уровня 98–99%.

Тонкомолотый доменный гранулированный шлак является одним из самых эффективных материалов в части экономии цемента. Возможно замещение до 30% цемента в составе бетонной смеси без потери прочности, при этом достигается улучшение структуры строительно-технических свойств бетонов, улучшается поверхность изделий, а также повышается долговечность бетона в сульфатных средах. Данный материал достаточно хорошо изучен как активная минеральная добавка в цемент, кроме того, шлак является основным компонентом при получении шлакощелочных вяжущих и изделий на их основе.

В этом плане необходимо обратить внимание на то, что производство цемента — материалоемкий и энергоемкий процесс, для которого характерны значительные выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) и парниковых газов (ПГ). Замещение цемента молотым доменным металлургическим шлаком приводит к соразмерному снижению потребления цемента, а следовательно, и к соответствующему сокращению выбросов ЗВ и ПГ цементных заводов, затрат энергии на производство цемента и далее вниз по цепочке к сокращению негативного воздействия на окружающую среду при добыче сырья и энергоресурсов.

Известно, что при производстве одной тонны цемента с учетом обжига клинкера в атмосферу выбрасывается около одной тонны углекислого газа. Таким образом, замещение молотым шлаком одной тонны цемента в бетонных системах приводит к снижению на одну тонну выбросов парниковых газов.

Несмотря на технический прогресс, металлургическая отрасль является источником выбросов вредных веществ (на долю отрасли приходится от 7 до 9% мировых выбросов парниковых газов), а также крупным потребителем энергоресурсов. К наиболее важным показателям, применяемым для мониторинга эффективности климатической стратегии, относятся объем выбросов углекислого газа на тонну стальной продукции и суммарный объем выбросов парниковых газов.

Суммарные выбросы парниковых газов увеличились на 1% в результате увеличения объема производства и ввода в эксплуатацию коксовой батареи №11 и доменной печи №3.

Усилия «Северстали» направлены на декарбонизацию: поставлена цель к 2023 году сократить интенсивность выбросов углекислого газа на 3% от уровня 2020 года. В результате реализации проекта строительства завода молотого шлака в г. Череповце и применения его продукции

ЧерМК	Выбросы парниковых газов, млн т CO ₂ e*			
	2017	2018	2019	2020
Область охвата 1	21,2	21,2	21,6	21,5
Область охвата 2	0,6	0,6	0,8	0,8
Области охвата 1 и 2	21,8	21,8	22,4	22,3

* https://www.severstal.com/files/55799/Annual_Report_2020_RUS.pdf

в качестве замещающей цемент активной минеральной добавки может быть обеспечено от 10 до 30% достижения данной цели. Так, снижение

углеродного следа ЧерМК после запуска 1-й очереди на 70 тыс. т составит 0,3 и 0,9% при выходе завода на полную мощность 200 тыс. т в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере двух предприятий г. Череповца показана высокая эффективность промышленного симбиоза в рамках городской эколого-экономической системы, позволяющей металлургическому комбинату решить проблемы образующегося шлака, превратив побочные продукты металлургического предприятия в исходное сырье для производства активной минеральной добавки для

бетонов. А за счет замещения цемента в бетонной системе молотым доменным металлургическим шлаком косвенно снижаются выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов, которые произошли бы на цементных заводах при производстве цемента. Тем самым снижается углеродный след как производимой ЧерМК стали в частности, так и российской экономики в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. URL: <https://basetop.ru/top-12-samyh-gryaznyh-gorodov-rossii-itogi-2020-goda/>
2. URL: <https://st.cherinfo.ru/pages/2018/05/29/informaciao-sostoanii-okruzausej-sredy-i-prirodoohrannojdeatelnosti-v-cerepovce.pdf>
3. URL: <https://chermk.severstal.com/press-centr/news/cherepovetskiy-metkombinatuvelichivaet-peredachu-na-pererabotku-vtorsyrya-iotkhodov/>
4. URL: <https://chermk.severstal.com/press-centr/news/severstal-narashchivaet-kompetentsii-v-oblasti-pererabotki-otkhodov-i-sozdaniya-iz-nikh-novykh-produ/>
5. URL: <https://profcement.ru/>
6. URL: <http://ksfenix.org/>

Об авторах:

Андрей Иринеевич Калачев — генеральный директор ООО «ПЦВ», лидер консорциума «Феникс», эксперт комитета по энергетике Государственной Думы РФ, эксперт общественного совета Минприроды России, член НТС Росприроднадзора

Алексей Викторович Ефимов — коммерческий директор ООО «ПЦВ», эксперт комитета по энергетике Государственной Думы РФ

Александр Валерьевич Уханов — главный технолог ООО «ПЦВ»

Дмитрий Христофорович Михайлиди — научный сотрудник ФГАУ «НИИ «ЦЭПП»