

## **ВТОРИЧНЫЕ РЕСУРСЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ: КЛАССИФИКАЦИЯ И ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Перед металлургами России на ближайшие годы поставлена задача по существенному снижению энергоемкости и ресурсоемкости производимой продукции [1]. В решении этой задачи ведущая роль принадлежит вовлечению вторичных ресурсов в различные металлургические технологии. Значительный результат при этом будет получен, если отходы возвращать прежде всего в ту технологию, где они образовались. При невозможности такого решения следует отходы эффективно использовать в других целях на выгодных условиях.

Использование вторичных ресурсов в черной металлургии обеспечивает:

- уменьшение объемов извлекаемых из недр первичных ресурсов;
- снижение материальных ресурсов и затрат на изготовление продукции;
- снижение удельных расходов энергетических ресурсов;
- замещение в ряде случаев импортируемых материалов;
- улучшение состояния окружающей среды.

Для металлургических предприятий вторичные ресурсы подразделяют на энергетические (ВЭР) и на материальные (ВМР). Их более подробная классификация приведена в таблице.

### *Вторичные энергетические ресурсы.*

*Топливные ВЭР* на предприятиях черной металлургии представлены газовыми средами, образующимися при реализации различных металлургических технологий. Их тепловая ценность и выход на единицу продукции определяются составом исходной шихты, физико-химическими процессами, свойственными той или иной технологии. Общим для топливных ВЭР является наличие в газах горючих компонентов –  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_m\text{H}_n$  и др.

Доменный и коксовый газ среди топливных ресурсов по масштабам потребления занимает одно из первых мест. Эти газы широко применяют для отопления нагревательных печей, печей для термообработки металлопродукции, для сушки, для обжига сырья и других целей. Уровень использования этих газов достигает 90–100 %.

Конвертерный газ из-за значительных колебаний по выходу, а также в силу периодичности сталеплавильного процесса в конвертере для технологических целей не используется, несмотря на то, что существуют конструкторские решения по его применению для подогрева металлического лома, руды или окатышей, а также для обжига известняка. Технологический газ дуговых сталеплавильных печей используют для подогрева шихты.

Технологический газ ферросплавных печей применяют для сжигания в котельных завода, для получения перегретого пара с давлением 4,2 МПа. При использовании такого пара в связке «турбина-электрогенератор» удастся компенсировать до 20–25 % электрической энергии, подводимой к печи. Известны также случаи применения этого

Таблица 1

Вторичные ресурсы предприятий черной металлургии

	Вид ресурса	Вторичные ресурсы
ВЭР	Топливные	Коксовый газ, доменный газ, конвертерный газ, газ дуговых электросталеплавильных печей, газ ферросплавных печей
	Тепловые	Физическое тепло технологических газов металлургических агрегатов и печей, тепло горячего кокса, тепло горячего агломерата, тепло жидких шлаков, тепло металлопродукции, тепло охлаждающей воды
	Энергия повышенного давления	Энергия колошникового газа, энергия природного газа
ВМР	Твердые	Металлический лом, отвальные шлака, пыли газоочисток, огнеупорный лом
	Жидкие	Шлаки, шламы газоочисток, сточные воды, травильные растворы
	Газообразные	Азот, диоксид углерода, диоксид серы

газа в качестве топлива для обжига извести, для предварительного нагрева шихты во вращающихся трубчатых печах. Избыток газа используют для отопления гаражей, предназначенных для размораживания руд в железнодорожных вагонах [2].

Использование *тепловых* ВЭР позволяет получить экономию природного топлива, что в свою очередь не потребует его добычи и переработки. Для более полной утилизации физического тепла технологических газов металлургических печей необходимы более совершенные конструкции теплообменников и топливосожигающих устройств. Физическое тепло горячего кокса через промежуточный теплоноситель передается в котел-утилизатор с последующей выработкой электроэнергии. Тепло горячего агломерата отбирается воздухом и частично возвращается в технологический процесс. Тепло жидких шлаков практически не используется, несмотр-

ря на то, что теплосодержание 1 т жидкого шлака эквивалентно 60 кг условного топлива. Причиной такого положения является отсутствие достаточно эффективных способов и, главное, надежно работающего оборудования (теплообменников). Аналогичная обстановка сложилась и при попытках использования тепла металлопродукции. Системы пароиспарительного охлаждения эффективно работают в металлургии и их внедрение следует активизировать. Проблема утилизации тепла воды, охлаждающей элементы металлургических печей традиционными способами, может быть успешно решена с помощью тепловых насосов.

Перспективным видом ВЭР является *энергия избыточного давления газов* – колошникового газа доменных печей, природного газа на входе в газораспределительный пункт предприятия. Применение ГУБТ, снимая эту проблему, обеспечит предприятие дополнительной электроэнергией.

#### *Вторичные материальные ресурсы.*

Среди *твердых* ВМР основным вторичным ресурсом является металлический лом. Затраты на сбор, транспортировку, подготовку 1 т металлического лома, включая и внутренние ресурсы (отходы) предприятия, в 8 раз ниже, чем на выплавку 1 т чугуна. Выгода его утилизации очевидна. На территориях предприятий черной металлургии скопилось миллиарды тонн отвальных шлаков, экономически эффективная переработка которых ведется лишь на некоторых заводах, при этом получают абразивный продукт, удобрения, металлические отходы и др. Проблема отвальных шлаков – это распространение уже имеющегося опыта. Пыль газоочисток используется в технологиях подготовки железорудного сырья и производстве огнеупоров. Проблема использования железосодержащей пыли появляется, если эта пыль загрязнена оксидами цветных металлов. Технологии сбора и переработки огнеупорного лома хорошо известны. Увеличение доли вовлекаемого лома в производство огнеупоров может быть задачей ближайшего будущего.

Среди *жидких* ВМР наиболее полно в металлургии перерабатываются шлаки. В технологиях их переработки следует отдавать предпочтение припечным способам. Технологии использования шламов мокрой газоочистки и сточных вод хорошо известны и они могут быть улучшены за счет применения более эффективного оборудования. Отработанные травильные растворы регенерируют и используют вновь. При этом получают железный купорос, который является сырьем для лакокрасочной промышленности. Совершенствование технологии травления металлов может быть достигнуто применением бескислотного травления в нейтральном электролите.

*Газообразные* ВМР используются далеко не полностью. Азот как отход производства кислорода находит применение непосредственно на металлургическом предприятии. Диоксид углерода не улавливают, хотя этот вид отхода широко применяется в машиностроении, пищевой про-

мышленности и др. Существуют также проблемы утилизации диоксида серы из-за низкой его концентрации в технологических газах.

Вовлечение в хозяйственную деятельность предприятий черной металлургии вторичных ресурсов как энергетических, так и материальных, способно повысить конкурентноспособность металлопродукции [3], сохранить первичные топливные и минеральные ресурсы, а также, что не менее важно, уменьшить загрязнение окружающей природной среды выбросами, сбросами и отходами производства и потребления.

### **Список использованных источников**

1. Стратегия развития металлургической промышленности России на период до 2020 года : Приказ № 150 от 18 марта 2009 г. министра промышленности и торговли Российской Федерации.

2. *Гладких В.А.* Ферросплавные электропечи : учебник / В.А. Гладких, М.И. Гасик, А.Н. Овчарук, Ю.С. Пройдак. Днепропетровск: Системные технологии, 2007. 259 с.

3. *Лисин В.С.* Стратегические ориентиры экономического развития черной металлургии в современных условиях. М.: Экономика, 2005. 404 с.