

ферросплавных печей для производства электроэнергии;

Предприятие по производству металлопродукции из металлосодержащих материалов и отходов по предлагаемой концепции будет иметь высокую социально-экономическую эффективность и позволит решить следующие задачи:

- снизить энерго- и материалоёмкость производства сортового проката;
- повысить комплексность и глубину переработки сырья, сократить отходы производства;
- обеспечить гибкость производства, сократить производственный цикл;
- закрепить конкурентные позиции отечественных товаропроизводителей инновационной продукции и высоких технологий на внутреннем и внешнем рынках;
- привести к замещению импортной продукции и переходу на этой основе в стадию стабильного роста инновационно активного промышленного производства.

#### Библиографический список

1. Шакуров, А.Г. Охлаждение и кристаллизация шлакового расплава в межпаровом пространстве /Шакуров А. Г., Школьник Я. Ш., Паршин В. М., Чертов А. Д., Журавлев В. В. // Сталь. – 2012. - №5. – С. 19-23.
2. Хеннинг Шлипхаке, Эффективная утилизация вторичного тепла сталеплавильных печей /Хеннинг Шлипхаке, Карстен Борн, Ральф Грандерат, Франческо Мемоли, Джим Симмонс //Инженерные решения. – 2012. - №1 (01). – С. 32-35.
3. Пат 2497764 Российская Федерация. МПК С04В 5/00. Устройство для переработки жидких шлаков / В.М. Паршин, Ю.К. Рубанов, Е.И. Евтушенко, Ю.Е. Токач, А.Г. Шакуров; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. - № 2012109023; заявл. 11.03.2012; опубл. 10.11.2013. Бюл. № 31.

УДК658.567.1

Черкашин Д.А., студ.,  
Тихомирова Т.И., доц., канд. техн. наук,  
(БГТУ им.В.Г.Шухова, г.Белгород, Россия)

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CO<sub>2</sub> КОТЕЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛИЦАХ

*В данной статье показано, что одним из эффективных способов решения экологических проблем, в частности загрязнение окружающей среды, является утилизация из котельных выбросов CO<sub>2</sub>.*

*Ключевые слова :выброс CO<sub>2</sub>, использование дымовых газов, меры по снижению выбросов, подкормка растений, повышение КПД.*

Перенасыщение атмосферы углекислым газом—одна из центральных и наиболее важных проблем при оценке естественного цикла CO<sub>2</sub> в условиях антропогенного воздействия. Экологи сообщают о том, что климатическая система Земли, несомненно, нагревается, и приходят к выводу, что ускоренное потепление в прошедшие 50...60 лет, с вероятностью более чем на 90 процентов [1] – это вклад человека. Глобальная температура, по мере увеличения уровней содержания углекислого газа (CO<sub>2</sub>) и других парниковых газов в атмосфере Земли, возрастает.

Роль углекислого газа в жизнедеятельности биосферы состоит, прежде всего, в поддержании фотосинтеза, который осуществляется растениями. Являясь парниковым газом, углекислый газ в воздухе влияет на теплообмен планеты с окружающим пространством, блокируя переизлучаемое тепло на различных частотах, и таким образом участвует в формировании климата планеты. Это, несомненно, приводит к существенным изменениям времени и продолжительности сезонов, а также количеству и частоте осадения. Изменение климата оказывает влияние на повышение уровня моря, наводнения, засухи или целый ряд других изменений экосистемы, которые влияют на жизнь на Земле.

Существует три антропогенных источника парниковых газов:

1. Примерно 60% парниковых газов выбрасывается в атмосферу при сжигании ископаемых видов топлива (в процессе промышленного производства, в транспорте и в энергетике).

2. Около 35% всех мировых выбросов парниковых газов приходится на сельское и лесное хозяйство – это вырубка леса, осушение болот, выделение метана в животноводстве, при использовании в земледелии сельскохозяйственных удобрений– выделение закиси азота.

3. Остальные 5% выбросов, такие как углекислый газ, метан, закись азота и другие, приходится, в основном, на процессы промышленного производства [2].

Загрязнение окружающей среды и выбросы парниковых газов часто имеют один и тот же источник, например и то, и другое происходит при сжигании ископаемого топлива. В силу этого сокращение выбросов парниковых газов нередко дает дополнительный эффект в виде уменьшения выбросов других вредных веществ, таких как оксиды азота (приводящие к формированию смога), диоксиды серы (являющиеся причиной кислотных дождей), твердые частицы и тяжелые металлы.

Существует несколько рентабельных мер по снижению выбросов и повышению энергоэффективности процессов и оборудования в теплоэнергетике:

1) Наиболее весомый эффект окажут меры по улучшению тепловой изоляции объектов и теплосетей. Улучшение теплоизоляции с применением инновационных материалов (например полиуретановая изоляция) позволит сократить потери. Так же, путем использования более энергоэффективной электроники, потребление энергии можно сократить в разы.

2) Повышение эффективности эксплуатации обслуживания газопроводов. Уменьшение количества утечек, повышение эффективности эксплуатации и обслуживания газопроводов и газового оборудования.

3) К числу дополнительных рентабельных мер относится ряд возможностей, от использования современного котельного оборудования с экономичными показателями работы до более широкого применения комбинированного получения электроэнергии и тепла [3].

Одним из таких способов уменьшения выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу, который можно выгодно реализовать на промышленных теплицах, это использование углекислого газа для «подкормки» растений.

В настоящее время применяются три группы промышленных технологий подкормки растений в остеклённых и плёночных теплицах, использующие технический источник углекислого газа: прямая газация при помощи газогенераторов, подача чистого углекислого газа и нагнетание отходящих газов котельной.

В ООО «Разуменское» на отделении №1, для обогрева теплиц используются котельным комплексом, в состав которого входит 2 жаротрубных водогрейных котла фирмы F&H Crone типа GOST. Эти котлы позволяют получать высокое КПД горения с одновременно низким выбросом газов  $\text{NO}_x$ , а также большим процентом выхода  $\text{CO}_2$  [0]. Последний факт позволяет успешно использовать углекислый газ из дымовых газов от данных котлов для подкормки растений. Для повышения КПД горения и для возможности отбора  $\text{CO}_2$  котлы оборудованы конденсаторами отходящих газов (экономайзер). В конденсаторе отходящие газы охлаждаются с  $185^\circ\text{C}$  до  $60^\circ\text{C}$ , нагревая при этом «обратку» поступающую в котлы [4].

Охлаждённые таким образом газы очищают с помощью палладиевых катализаторов или водяных скрубберов. Затем, после измерения уровня  $\text{CO}_2$  в теплице, с помощью нагнетательного вентилятора подают в теплицу по распределительным газопроводам, часто, многократно разбавляя атмосферным воздухом. [0] К растениям газы поступают через перфорированные полимерные рукава

небольшого диаметра, которые отходят от распределительного газопровода внутри теплицы.

Без применения такой технологии в тепличном воздухе на площади в один гектар находится около двадцати килограмм  $\text{CO}_2$ , этого объёма будет явно не достаточно, так как типичная сельскохозяйственная культура летом потребляет до пятидесяти килограмм в час углекислого газа.

Также известны возможные направления совершенствования технологии:

а) заимствование из химической промышленности современных систем очистки отходящих газов от фитотоксичных примесей при различных режимах работы горелок тепловых котлов, и следовательно отказ от палладиевых катализаторов;

б) отбор  $\text{CO}_2$  из отходящих газов и подача очищенной концентрированной газовой смеси в теплицу;

в) полное осушение отходящих газов в мембранных осушителях или конденсационных утилизаторах.

Таким образом, подкормка растений углекислым газом восполняет его недостаток в атмосфере теплицы и даёт им возможность нормально расти и развиваться. Использование  $\text{CO}_2$  для подкормки растений даёт до 15% прибавки урожайности [5].

С другой стороны использование  $\text{CO}_2$  котельных выбросов повышает энергоэффективность котлов, и самое главное, уменьшает загрязнение окружающей среды.

#### Библиографический список

1. Энергоэффективная Россия / McKinsey & Company [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://solex-un.ru/sites/default/files/energo\\_files/co2\\_russia\\_rus\\_final.pdf](https://solex-un.ru/sites/default/files/energo_files/co2_russia_rus_final.pdf) Дата обращения: 11.10.19.
2. Сибикин, Ю.Д. Технология энергосбережения / Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. - 2006–351с.
3. Вершилович В.А. Газовое хозяйство котельных / В.А. Вершилович. – 2-е изд. перераб. и доп. – Санкт-Петербург: ДЕАН. 2013. - 219 с.
4. В.В. Юренко Теплотехнические испытания котлов, работающих на газовом топливе / Юренко, В.В - Л.: Недра, 1987–185с.
5. Сергеев А.В. Справочное учебное пособие для персонала котельных. Тепломеханическое оборудование котельных/ А.В. Сергеев. – 4-е изд. перераб. и доп. – Санкт-Петербург: ДЕАН. 2012. - 255 с.
6. Подкормка растений углекислым газом в защищённом грунте [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://zavodagt.ru/stati/podkormka-rastenij-uglekislym-gazom-v-zashchishchjonnom-grunte> Дата обращения: 11.10.19.