

**к.т.н. Куберский С. В.,
к.т.н. Дорофеев В. Н.,
Васильев Д. Б.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)**

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В ПЕЧАХ С ЖИДКОЙ ШЛАКОВОЙ ВАННОЙ

Розглянута можливість переробки відходів металургійного виробництва на ВАТ «Алчевський металургійний комбінат» за допомогою процесу «Ромелт». Запропоновані заходи щодо поліпшення техніко-економічних показників процесу «Ромелт» при переробці шламів.

Ключові слова: процес «Ромелт», вологість шламів, чавун, ступінь допалювання, основність шлаків.

Рассмотрена возможность переработки отходов металлургического производства на ОАО «Алчевский metallurgical комбинат» с помощью процесса «Ромелт». Предложены мероприятия по улучшению технико-экономических показателей процесса «Ромелт» при переработке шламов.

Ключевые слова: процесс «Ромелт», влажность шламов, чугун, степень дожигания, основность шлаков.

Опробованный на НЛМК в режиме опытной эксплуатации процесс РОМЕЛТ доказал свою состоятельность [1]. Опыт эксплуатации показал недостатки и преимущества нового процесса получения чугуна. Если рассматривать эффективность использования процесса РОМЕЛТ, то необходимо в первую очередь определить задачу, которая будет решаться с его помощью. На настоящий момент на ОАО «АМК», как и на других заводах Украины стоит проблема утилизации отходов производства. Это пыли и шламы, окалина и шлаки, в которых в значительном количестве содержаться оксиды железа, а порой даже оно присутствует в металлическом виде.

Утилизация техногенных отходов металлургического производства частично решается за счет их повторного использования в качестве добавок для процессов производства агломерата, чугуна и стали. Однако, такие добавки несут с собой примеси ухудшающие технологические

показатели производства отмеченной выше продукции. Часто приходится применять сложные технологии и механизмы для предотвращения попадания нежелательных компонентов в металлургические агрегаты. Мелкие пылевидные отходы уходят с водой в шламохранилища, где накапливаются в виде шламов. Так на ОАО «АМК» их количество составляет несколько миллионов тонн, и представляют собой угрозу экологии района. Загрязняется воздушный бассейн и подпочвенные воды. Ежегодно требует утилизации около 250 тыс. т. шламов.

Была рассмотрена возможность переработки шламов и пыли металлургического производства на ОАО «АМК» с помощью процесса «Ромелт». Указанный процесс позволяет использовать неокомкованные и даже пылеватые материалы, а низкая стоимость шламов и других отходов металлургического производства наряду с дешевыми низкосортными энергетическими углями создает предпосылку для экономически выгодного производства чугуна. Была проанализирована вся гамма отходов: колошниковая пыль, шламы агломерационного, доменного и сталеплавильного производства, металлические отходы обогащения шлаков сталеплавильного производства и т. д. Химический состав указанных отходов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав отходов металлургического производства ОАО «АМК»

Хим. состав	Шлам (общ.)	Шлам (аг-лоф.)	Шлам (до-мен.)	Шлам (мар-тен.)	МОС 1	Сва-рочн. шлак	Ока-лина	Ко-лошн. пыль
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fe_{Σ}	36,60	46,2	37,2	47,5	58,08	47,7	63,0	47,5
Mn	1,10	0,80	2,00	2,20	($Fe_{мет}$) 39,55	0,99	0,43	–
FeO	8,80	10,50	9,50	5,90	11,87	61,33	–	–
Fe_2O_3	42,40	54,30	32,40	61,50	13,28	–	90,0	–
SiO_2	12,60	9,30	13,80	5,30	9,02	33,82	7,25	10,00
CaO	8,90	9,60	9,90	6,20	9,62	0,36	0,20	5,00
MgO	1,70	1,20	1,20	10,40	5,90	0,23	–	–
Al_2O_3	3,00	1,10	2,80	1,00	–	1,59	1,17	2,00
MnO	1,40	–	–	–	–	0,99	0,43	–
$ППП$	18,90	8,40	24,00	4,60	–	–	–	7,50
C	12,60	2,70	12,90	0,80	–	–	–	–
S	0,49	0,30	0,40	0,20	–	0,6	0,2	–

Продолжение таблицы 1

<i>P</i>	0,03	0,03	0,04	0,04	—	0,11	0,35	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Zn</i>	—	0,05	0,14	0,003	—	—	—	—
<i>Ni</i>	—	0,008	0,006	0,040	—	—	—	—
<i>Pb</i>	—	0,010	0,020	0,180	—	—	—	—
<i>As</i>	—	0,002	0,002	0,004	—	—	—	—
<i>Cu</i>	—	0,008	0,010	0,070	—	—	—	—
<i>H₂O</i>	26,3	15,0	15,0	15,0	2,0	—	—	—

Расчет материального и теплового балансов плавки в печи РОМЕЛТ проводился по методике предложенной Вегманом Е. Ф. [2], с использованием разработанной для ЭВМ программы. При выполнении расчетов использовались данные опытных плавок на НЛМК (табл. 2) [1].

Анализ результатов проведенных расчетов показал, что при существующей политике цен на железорудное сырье переработка шламов является не только удачным решением экологической задачи утилизации пылеватых отходов, но и экономически выгодным процессом производства чугуна. Зависимость производственных затрат при выплавке чугуна в процессе «Ромелт» для различных железорудных материалов в зависимости от степени дожигания представлена на рисунке 1.

Таблица 2 – Коэффициенты распределения элементов между чугуном, шлаком и газом в печи Ромелт

Элементы	Коэффициенты распределения (доли единицы)			Примечания (для процесса РОМЕЛТ)
	η в чугун	μ в шлак	λ в газ	
<i>Fe</i>	0,98	0,02	—	<i>FeO</i> в шлаке 1,8 – 2,5%
<i>P</i>	0,50	0,40	0,10	—
<i>S</i>	0,03 0,08	— 0,15 0,08	— 0,80 0,90	—
<i>Mn</i>	0,005 0,100	— —	— —	Не больше 0,15% <i>Mn</i> в чугуне
<i>Si</i>	—	—	—	Не больше 0,15% <i>Si</i> в чугуне
<i>C</i>	—	—	—	4,0 – 4,8% <i>C</i> в чугуне

Анализ влияния степени дожигания показал, что наиболее эффективна и реальна работа при степени дожигания 0,95. На рисунке 2 показана зависимость производственных затрат от основности шлака. Столь

низкая основность шлака ($0,7 - 0,9$) вызывается особенностью процесса, когда основной нагрев шлака осуществляется в барботажных колонах, организация которых наиболее устойчива при шлаках основности ниже $1,0$ и выше $1,3$.

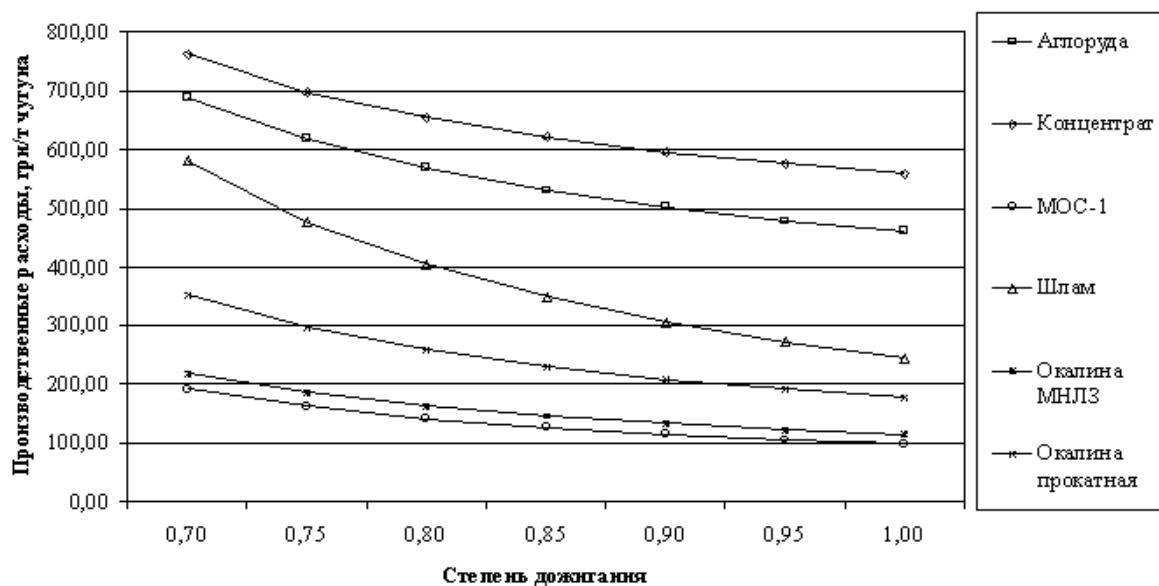


Рисунок 1 – Зависимость затрат на производство чугуна
от степени дожигания

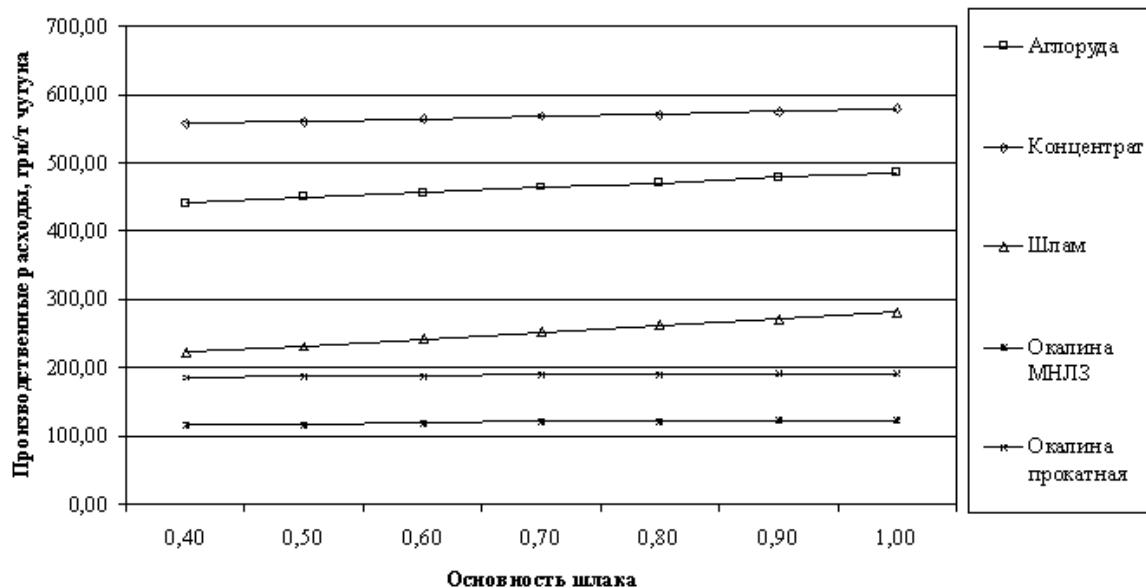


Рисунок 2 – Зависимость затрат на производство чугуна
от основности шлака

Снижение затрат на производство чугуна в процессе «Ромелт» может достигаться за счет использования горячих отходящих газов с температурой около 1700°C для производства пара с параметрами необходимыми для производства электроэнергии. Полученная электроэнергия окупает затраты на производство используемого в процессе технологического кислорода.

Переработка шлака процесса «Ромелт», имеющего основность около 0,7 – 0,9, на строительные материалы позволит еще более повысить экономическую эффективность процесса.

Одной из основных проблем технологического процесса жидкотвердого восстановления, является использование шламов с высокой влажностью (более 6-8 %) создающее значительные трудности при дозировании сырья в шихтовом отделении. Материал при высокой влажности зависает в бункерах, что приводило к колебанию состава шихты и как следствие к проблемам в регулировании теплового уровня хода плавки в агрегате «Ромелт». Используемые методы осушки шламов не позволяют достигнуть оптимальной влажности. Поэтому было предложено вести сушку шламов в два этапа. Первый этап осуществляется за счет складирования влажного шлама на дренажных площадках, где часть влаги уходила в дренажную систему. Второй этап предусматривает низкотемпературную сушку шлама в трубчатой печи, где влажность шлама доводится до 6 %. Сушка осуществляется за счет сжигания генераторного газа, получаемого из антрацита.

Сравнение затрат топлива на плавку при использовании шламов с повышенной влажностью (до 20 %) и затрат топлива на плавку при влажности шлама 6 % показало, что за счет сушки шлама имеется возможность сэкономить около 170 кг антрацита на тону чугуна.

Проведенный анализ показывает, что наиболее эффективен процесс «Ромелт» в условиях ОАО «АМК» при использовании смеси подсущенных шламов металлургического производства, сырого известняка и низкосортных энергетических углей.

Библиографический список

1. Процесс «Ромелт» / Под ред. В.А. Роменец. – М.: МИСиС, Издательский дом «Руда и металлы», 2005. – 400 с.
2. Вегман Е.Ф., Роменец В.А. Современное состояние и перспективы развития процессов жидкотвердого восстановления железа. Сталь №6, 1993, с. 10 – 13.

Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Петрушевым С.Н.