

Экспертное заключение

по вопросу использования древесного угля, полученного с применением электрофизического воздействия, в качестве сырья при производстве кремния (устройство ЭКОФОР).

Изучали три пробы древесного угля, полученные различными способами.

Образец N1 - представляет предмет изучения - получен на пиролизере "Российской углеродной компании" ~~с использованием~~ с использованием электрофизического воздействия.

Образец N2 - получен на серийном оборудовании - установке высокотемпературного пиролиза УВП-5.

Образец N3 - на пиролизере "Российской углеродной компании" без электрофизического воздействия.

Все пробы представляют собой кусковой материал крупностью до 100 мм. Технический анализ образцов (табл.1) выявил существенные отличия в их составе, особенно по величине выхода лету-

Таблица 1

N пробы	Содержание влаги Wp, %	Зольность A°, %	Выход летучих V°, %	Содержание нелегучего углерода Cпл, %
1	1.35	1.17	2.46	96.42
2	3.61	0.55	31.58	65.42
3	2.52	0.77	18.11	81.60

чих соединений. Ответственность за представительность проб несет заказчик.

Процесс карботермического восстановления кремния протекает в несколько стадий. На первом этапе при сравнительно невысоких температурах происходит образование газообразной монооксида кремния по реакции



Затем происходит образование промежуточного продукта - карбида кремния



и кристаллического кремния по реакции



При высоких температурах возможна также реакция термической диссоциации окиси кремния



Таким образом, в системе Si - O - C при высоких температурах обязательно присутствует газообразная моноокись кремния. Термодинамический анализ этой системы показывает, что образование кремния возможно только при парциальном давлении P_{SiO} близком к 1 атм. В связи с этим при производстве кремния неизбежны его потери в виде монооксида. Для повышения технологических показателей необходимо более полное улавливание монооксида кремния активными углеродистыми материалами в верхних зонах ванны печи. Поэтому основным критерием возможности использования углеродистого материала в качестве восстановителя при производстве кремния является степень улавливания монооксида с образованием SiC при температурах до 1700°C.

Соответствующими экспериментами данный параметр определен в представленных пробах (табл. 2). Активность экспериментальной пробы древесного угля в 1.12 - 1.32 раза превышает активность эталонных образцов, что обусловлено его повышенной пористостью по сравнению с эталонными образцами.

Таблица 2

NN	Параметр	Ед. измер.	Номер пробы		
			1	2	3
п/п					
1	Образование SiC при 1700°C	%	40.67	30.78	36.16
2	Истинная плотность	г/см ³	1.690	1.425	1.420
3	Кажущаяся плотность	г/см ³	0.420	0.401	0.425
4	Прочность на сжатие	кг/см ²			
	вдоль волокон		110	120	80
	поперек волокон		35	35	35
5	УЭС при 1600°C	Ом·см			
	вдоль волокон		0.41	0.75	0.57

Существенных различий в механической прочности и электросопротивлении исследуемых проб не обнаружено. Значения этих параметров находятся в пределах нормы.

Выводы.

1. Экспериментальная проба древесного угля (с электрофизическим воздействием) обладает повышенной химической активностью.

2. Использование указанного древесного угля должно благоприятно сказаться на ведении технологического процесса, привести к снижению потерь кремния (в виде SiO) и уменьшению удельного расхода сырья и электроэнергии. Снижение расхода электроэнергии (при расходе древесного угля 600 кг/т) ожидается в пределах от 0,5 до 1,0 МВтч на 1т кремния.

3. Древесный уголь, прошедший стадию электрофизического воздействия, рекомендуется к опытно-промышленной проверке.

Заведующий
лабораторией электротермии
АО ВАМИ, к. т. н.



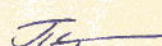
А. М. Варюшенков

Старший научный
сотрудник



А. М. Салтыков

Научный сотрудник



Г. Г. Пешкова

29 мая 1995г.

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер

И.И. ВАСИЛЬЕВ, д.т.н.

АО "ВАМИ" А.Я. Янко

г. Санкт-Петербург

1995г.

Экспертное заключение

по вопросу использования древесного угля, полученного с применением электрофизического воздействия (устройство ЭКОФОР), в качестве сырья при производстве кремния.

Изучены три пробы древесного угля, полученные различными способами.

Образец № 1 - представляет предмет изучения - получен на пиролизере "Российской углеродной компании" с использованием электрофизического воздействия (устройство ЭКОФОР).

Образец № 2 - получен на серийном оборудовании - установке УВП - 5Б.

Образец № 3 - получен на пиролизере "Российской углеродной компании" без электрофизического воздействия.

Все пробы представляют собой кусковой материал крупностью до 100 мм. Технический анализ образцов (табл. I) выявил существенные отличия в их составе, особенно по величине выхода летучих соединений.

Таблица I

№ пробы	Содержание влаги, %	Зольность, %	Выход летучих, %	Содержание нелетучего углерода, %
1	1,35	1,17	2,46	96,42
2	3,61	0,55	31,58	65,42
3	2,52	0,77	18,11	81,60

Ответственность за представительность проб несет "Российская углеродная компания".

При производстве кремния неизбежны его потери в виде монооксида. Для повышения технологических показателей необходимо более полное улавливание монооксида кремния активными углеродистыми материалами в верхних зонах ванны печи. Поэтому основным критерием возможности использования углеродистого материала в качестве восстановителя при производстве кремния является степень улавливания монооксида с образованием SiC при температурах около $1700^{\circ}C$.

Соответствующими экспериментами данный параметр определен в представленных пробах (табл.2). Активность экспериментальной пробы № 1 древесного угля в 1,12 - 1,32 раза превышает активность традиционных образцов, что обусловлено его повышенной пористостью.

Таблица 2

№№ п/п	Параметр	Ед. измер.	Номер пробы		
			1	2	3
1	Образование SiC при $1700^{\circ}C$	%	40,67	30,78	36,16
2	Истинная плот- ность	г/см ³	1,690	1,425	1,420
3	Кажущаяся плот- ность	г/см ³	0,420	0,401	0,425
4	Прочность на сжатие вдоль во- локон поперек волокон	кг/см ²	100 35	120 35	80 35
5	УЭС при $1600^{\circ}C$ вдоль волокон	Ом . см	0,41	0,75	0,57

Существенных различий в механической прочности и электро-сопротивлении исследуемых проб не обнаружено. Значения этих параметров находятся в пределах нормы.

ВЫВОДЫ.

1. Экспериментальная проба древесного угля (с электрофизическим воздействием) обладает повышенной химической активностью.

2. Использование указанного древесного угля должно благоприятно сказаться на ведении технологического процесса.

При этом ожидается:

- повышение извлечения кремния из сырья
- снижение удельного расхода сырьевых материалов и электроэнергии
- улучшение экологической обстановки за счет сокращения количества кремнеземистой пыли.

3. Древесный уголь, прошедший стадию электрофизического воздействия, рекомендуется к опытно-промышленной проверке.

Заведующий
лабораторией электротермии
АО ВАМИ, к.т.н.



А.М.Варюшенков

29 мая 1995г.