



ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. Ж. АБИШЕВА

Тема доклада:

««ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЯ В ФЕРРОСПЛАВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ВМЕСТО КОКСА»»

Докладчик:

с.н.с. лаб. Ферросплавов и
процессов восстановления,
к.т.н.,

Ахметов Аманкельды
Серикбаевич



Астана, 2024

ВВЕДЕНИЕ – ПРИМЕНЕНИЕ АЛЮМИНИЯ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ



Основной источник – глинозем Al_2O_3 :

Традиционное сырье: бокситы, $\text{Al}_2\text{O}_3 \sim 40 - 60 \%$

Предлагаемое сырье: **высокозольный уголь**, $\text{Al}_2\text{O}_3 \leq 22 \%$

ПРЕИМУЩЕСТВА ВЫСОКОЗОЛЬНЫХ УГЛЕЙ

Преимущества в
сравнении с коксом



Запасов высокозольных углей в разы больше, чем коксующихся. Потому отсутствуют издержки на импорт и/или транспортировку из больших расстояний. Отсутствуют операции обогащения и коксования. В сумме эти преимущества **снижают углеродный след продукции, получаемой с применением высокозольных углей.**

Сравнительные характеристики химического состава высокозольных углей различных месторождений

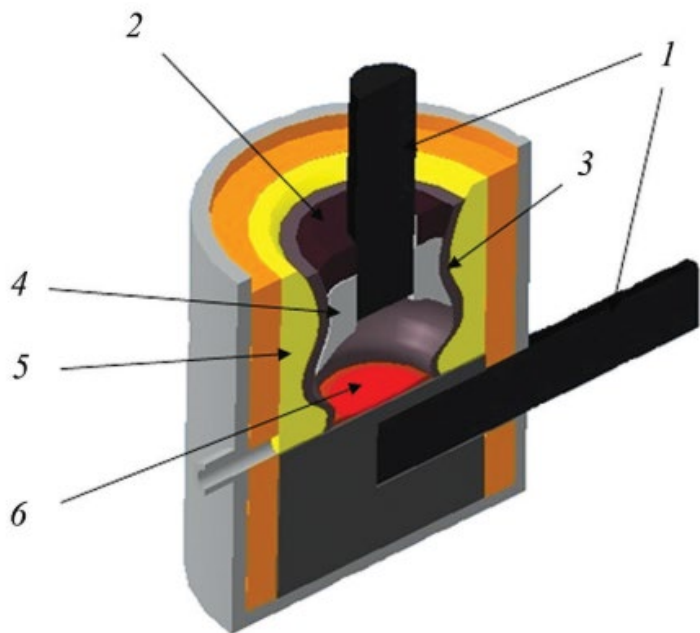
Таблица 1 – Технический анализ и химический состав золы высокозольных углей

Угольный разрез	A ^c , %	V ^c , %	S, %	Химический состав золы, %						
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	TiO ₂
Экибастузский угольный бассейн										
«Богатырь»	54-58	16-18	0,8	57-62	33-36	3,5-8	3-5	0,5	0,04	1,0-1,3
«Экибастузский»	54-59	17-22	0,8	54-58	33-42	3,5-5,0	3-5	0,5	0,07	0,7-1,2
Карагандинский угольный бассейн										
«Борлы»	57-65	15-18	0,5	60-65	30-34	0,45-1,2	0,35-1,5	0,2-0,3	0,01	0,8-1,4
Тениз-Коржункольский угольный бассейн										
«Сарыадыр»	53-66	20-25	0,6	60-64	33-35	0,6-0,9	0,9-1,4	0,1 -0,2	0,04	0,9

Таблица 2 – Физические свойства высокозольных углей

Угольный разрез	Температура начала размягчения, °C	Температура плавления, °C	Объемный и удельный вес материалов, г/см ³		Пористость, %
			кажущийся	истинный	
«Богатырь» (A = 54-63%)	>1450	>1550	1,7	1,8	6
«Богатырь» (A = 63-75%)	>1400	>1500	1,95	2,3	15
«Борлы» (A = 58-65%)	>1500	>1650	2,1	2,3	9
«Сарыадыр» (A = 50-63%)	>1500	>1650	1,4	1,8	22

«АЛЮМОСИЛИКОМАРГАНЕЦ»



1 – электроды; 2 – исходная шихта; 3 – зона размягченной шихты; 4 – переходная зона;

5 – пристенный гарнисаж; 6 – расплав

Строение ванны руднотермической печи с мощностью трансформатора 200 кВ·А

Сырье	Технологический процесс получения сплава
Отходы угольной промышленности и бедные марганцевые руды	Одностадийный, беспшлаковый
Применение	
Восстановитель для рафинированных марок ферромарганца и комплексный раскислитель при производстве стали	

Химический состав сплава, %:

Si 32-53; **Al** 15-25; **Mn** 12-32; **Fe** 8-20;
P 0,02-0,05; **C** 0,1-0,5.



ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. Ж. АБИШЕВА

КОМПЛЕКСНЫЙ СПЛАВ ФСА «ФЕРРОСИЛИКОАЛЮМИНИЙ»

Выплавляется в руднотермических печах с мощностью до 25 МВА
непрерывным способом с периодичной загрузкой шихтовых материалов

Сырье:

Углеотходы Экибастузского и
Карагандинского бассейнов

Применение:

Комплексный раскислитель
при производстве стали и
специальных сплавов

Преимущества технологии:

Извлечение ведущих элементов Si
и Al в сплав (%)
94 и 85, соответственно

Таблица 3 – Марочный состав ферросиликоалюминия, %

Марки	Si	Al	S	P	C
	не менее		не более		
ФС65A10	60	8-12	0,02	0,07	0,1
ФС65A15	60	12-17	0,02	0,07	0,1
ФС65A20	60	17-22	0,02	0,07	0,1
ФС55A10	50	8-12	0,02	0,07	0,1
ФС55A15	50	12-17	0,02	0,07	0,1
ФС55A20	50	17-22	0,02	0,07	0,1
ФС55A25	50	22-27	0,02	0,07	0,1
ФС45A10	40	7-12	0,02	0,07	0,1
ФС45A15	40	12-17	0,02	0,07	0,1
ФС45A20	40	17-22	0,02	0,07	0,1

Сокращение неметаллических
включений, горячих трещин на
слитках

Снижение себестоимости
раскисляемой стали



*Остальное Fe



ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. Ж. АБИШЕВА

КОМПЛЕКСНЫЙ СПЛАВ ФАСХ

«АЛЮМОСИЛИКОХРОМ»



Характеристика	Выплавлен в однофазной электропечи с мощностью трансформатора 200 кВ·А
Шихтовые материалы	1) Высокозольный уголь 2) Кварцит 3) Отсевы высокоуглеродистого феррохрома (ВФХ)
Технология получения сплава	Бесшлаковая
Извлечение основных элементов, %	Cr 89,8; Si 85,0; Al 90,3; Fe 98,0
Особенность технологии	1.Использование дешевых некондиционных углей (обеспечивает низкую себестоимость сплава) 2.Достаточное количество углерода в алюмосиликохроме позволяет исключить применение кокса.
Применение	Восстановитель при выплавке рафинированных марок феррохрома и комплексный раскислитель при производстве стали
Состав, %	Si 45-60; Al 10-15; Cr 10-25; C 0,6-0,8; ост. Fe

Шихтовые материалы для получения ФАСМ, ФСА и ФАСХ

ФАСМ



Высокозольный уголь



Марганцевая руда

ФСА



Высокозольный уголь



Кварцит

ФАСХ



*Высокозольный
уголь*



Кварцит



*Отсевы
высокоуглеродистого
феррохрома (в/у ФХ)*

Преимущества комплексных алюминий содержащих ферросплавов



Высокая раскисляющая способность

Полностью отечественная продукция

Низкий углеродный след

Низкая себестоимость

Эффективность легирования за счет синергии компонентов ферросплавов

Апробация в науке и промышленности

- Проведены защиты диссертаций на соискание ученых степеней;
- Множественные публикации результатов работ в журналах, входящих в перечень КОКСОН, ВАК РФ, Scopus, Web of Science;
- Доклады и обсуждение на научных конференциях;
- Получены патенты.

Исследования проводились, в основном, на базе ХМИ им. Ж. Абишева, в том числе в сотрудничестве с учеными из других организаций Казахстана и зарубежья. Также в рамках хоздоговорных работ и научных проектов.

Проведены испытания по выплавке перечисленных сплавов и их применению по прямому назначению в крупнолабораторных, полупромышленных и промышленных условиях в Казахстане, России и Турции.



ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. Ж.АБИШЕВА

Спасибо за внимание!

100009, Караганда, ул. Ермакова, 63, Казахстан
tel/fax: (7212) 43-31-61. e-mail: hmi2009@mail.ru