



Угольное месторождение Құлан-Көмір

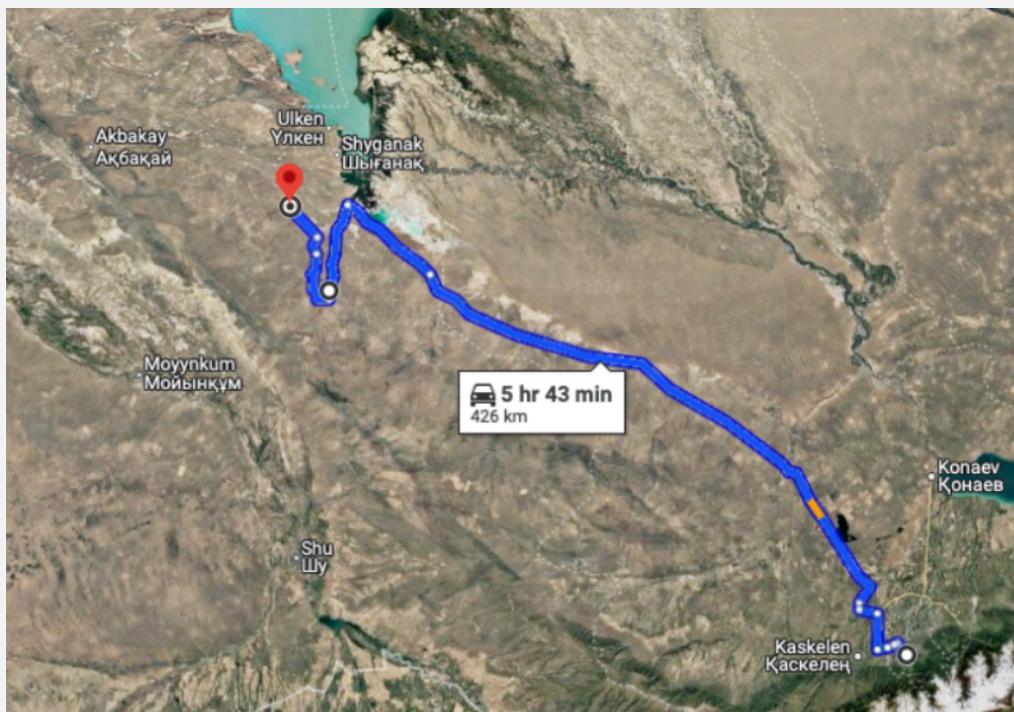


ТОО «Құлан-Көмір»
г. Алматы, 2024



Расположение

Разрез располагается на границе Карагандинской и Жамбылской области, рядом с железной дорогой Мойнты-Шу и станциями Кияхты, Шолпан и Карасай, в 20 км на восток находится республиканская автотрасса Алматы-Астана



Шуйский угленосный бассейн.

Месторождение Кулан (участок 1)
Мойынкумский район, Жамбылская область
в 30 км. к юго-западу от оз. Балхаш



44.91430699326903, 73.72166233193958



Логистические возможности

в 48км. на ст. Киякты, ведется отгрузка с арендованного ж/д. тупика, мощностью 120.000 тонн ежемесячно.

в 37км. на ст. Шолпан, свой земельный участок (1 га) с ж/д. тупиком мощностью от 100.000 тонн в месяц, возможно расширение.

в 18км. ст. Карасай, ближайшая станция от разреза., планируется строительство полноценного отгрузочного терминала и прокладка ж/д пути до разреза.



2025

Строительство терминала



2026

Прокладка ж/д от ст. Карасай до разреза

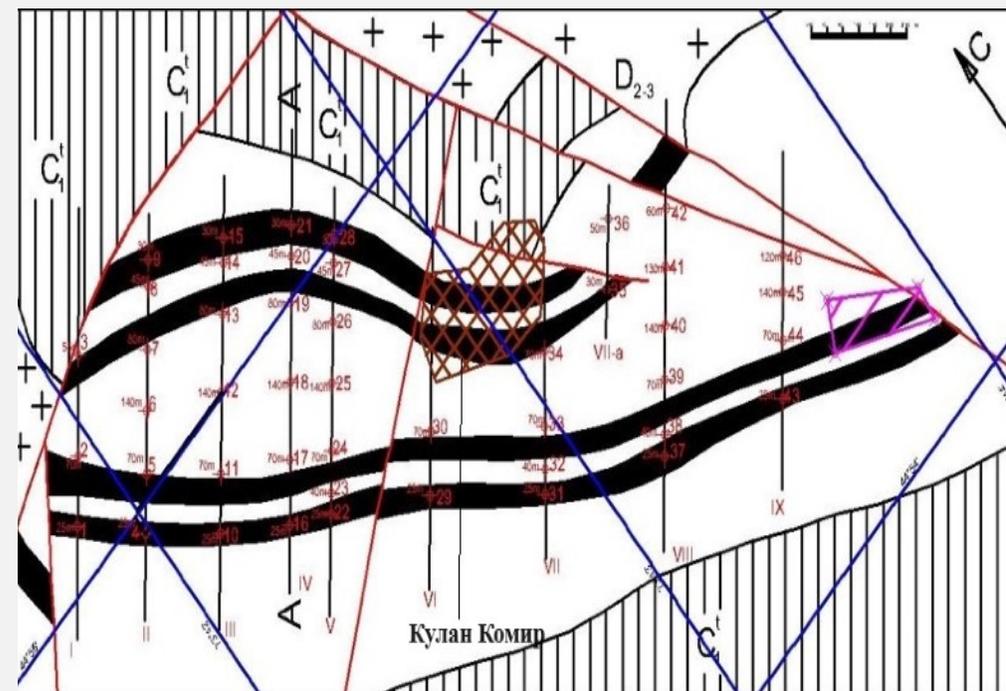
Компания имеет контракт на добычу угля до 2028г (с продлением на 10 лет)

В 1992г. утверждены балансовые запасы углей на месторождении по участку №1, что составляет **3,5 млн. тонн**, в т.ч. по категории В – 1 000 тыс. т., С1 – 2 500 тыс. т.

Куланское месторождение содержит от **до 1 млрд. тонн**, согласно геологоразведочным работам и отчетам, проведенным в КазССР в 1968 году. Компания увеличила геологический отвод на 165га.

В настоящее время проводится работа по увеличению Горного отвода ещё на **500га**, в целях увеличения запасов до **300 млн.т.** угля

Запасы угля: ~1 млрд тонн.



Угленосные пласты Кулан представлены 2 пластами верхним и нижним мощностью 19 метров и 28 метров соответственно



Исследование состава угля

Показатели качества:

Общая влага (на рабочее состояние, wrt)	5,0 %
Зольность (на сухое состояние, ad)	40 %
Выход летучих веществ (на сухое беззольное состояние, vdaf)	28-30 %
Сера (на сухое состояние, sdt)	1,0 %
Низшая теплота сгорания (на рабочее состояние, qri)	4 500 ккал/кг

Угли устойчивы к окислению и самовозгоранию, соответствуют ПДК.



Протокол № С-1155 от 25.08.2023 г.
Лист 2

№	2	3	4	5	6
6	Температура самовоспламенения, не менее	°С	ГОСТ 32813-2014	50	535
7	Показатель окисленности, ОКР, не более	%	ГОСТ 32813-2014	50	8
8	Технологические марки (группа, подгруппа)	ГОСТ 25543-88	Марка: ГЖО (газовый вариант отечественный) Группа: 21ЖО (второй газовой вариант отечественный) Подгруппа: 21ЖОИ (второй газовой вариант отечественный (всприготовая))		
9	Группа углей по склонности к окислению и самовозгоранию	Группа - 3 (среднеустойчивые к окислению); Срок хранения угля - не более 12 месяцев			
10	Критерий зольности, КТ	2,35			
11	Группа зольности	СТ РК 2144-2011	3		
12	Устойчивость, класс	среднеустойчивые			

№ п/п	Наименование показателей	Ед. измерения	ИД на методы испытаний	Значение показателя	
				норма	факт
1	Зольность на сухое состояние топлива, A _d , не более	%	ГОСТ ISO 1171-2012	31,0	27,10
2	Содержание влаги в рабочем состоянии топлива, W _t , не более	%	ГОСТ ISO 589-2012	9,0	8,1
3	Выход летучих веществ на сухое беззольное состояние топлива, V _{daf}	%	ГОСТ ISO 562-2012	32,44	37,83
4	Массовая доля общей серы на сухое состояние топлива, S _t , не более	%	ГОСТ 8606-2015	1,2	0,66
5	Массовая доля мышьяка на сухое состояние топлива, As, не более	%	ГОСТ 10478-93	0,002	0,002
6	Нижняя теплота сгорания рабочего топлива, Q _{ri} , не менее	кДж/кг (ккал/кг)	ГОСТ 147-2013 (ISO 1928:2010)	4500	4574
7	Массовая доля сульфидов размером более 500 мкм, не более	%	СТ РК 1690-2007	5	6
			ГОСТ 1916-2015	40	17,5
8	Ранг (категория, подкатегория)	ГОСТ ISO 11769-2012	Средний ранг С (Бурзунский угля); Высота категории нетренинга; Средневысшая зольность (рабочей зольности)		
9	Кодовое число	ГОСТ 3013-95	09 0 52 1 34 27 08 33		

Протокол регистрируется только на образцы, подготовленные испытанием. Числовая информация приведена без учета знака. Выпускной заводской маркировке ТОО "ВИИ "Угль" - ЛАБИРАТОРИЯ.

Начальник ИЛ: Е.Б. Максимова
Инженер, ответственный за подготовку протокола испытаний: Ж.А. Бамбаева

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН
Испытательная лаборатория "ТОО "ВИИ "Угль"
г. Караганда, проспект Нурсултан Назарбаев, строение 74А,
тел. 8 (7112) 980 555, 984 444
Аттестат аккредитации КС.Т.18.0866
от «19» декабря 2019 г.

КЭ: 04 Ф-12
Всего листов 2
Лист 1

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
№ С-1155 от «25» августа 2023 г.

Наименование и адрес ОПС, поручившего проведение испытаний: ОПС ТОО «ВИИ "Угль", 100017, г. Караганда, Промышленный Индустриальный район, строение 74А.

Наименование и адрес Заявителя, аккредитация которого осуществлена в соответствии с законодательством Республики Казахстан: ТОО «Кудам-Кемро», 100004, Карагандинская область, город Караганда, район имени Аманжол Бай, ул. Молодежная, строение 100/10.

Наименование и адрес Исполнителя испытаний: ТОО «Кудам-Кемро», 100004, Карагандинская область, город Караганда, район имени Аманжол Бай, ул. Молодежная, строение 100/10.

Наименование и обозначение продукции: Рыночные угли Кузнецкого месторождения марки ГЖО класса крупности 0-300 мм для бытового использования и объектов общественного назначения, сжигаемые в пеллетном котле, производства строительного материала (цемент, кирпич).

Дата поступления образца: 16.08.2023 г.
Дата проведения испытаний: 16.08.2023 г. - 25.08.2023 г.
Обозначение ИД на продукцию: ТР РК «Технология и безопасность угля и противокислородных процессов их добычи, переработки, хранения и транспортировки» № 731 от 17.07.2010 г., СТ РК 1924-2022.

Акт отбора образцов: № С-1155 от 14.08.2023 г. (сертификационной).

Условия проведения испытаний: Температура окружающей среды 22 °С; влажность 64-72 %; Давление 709-717 мм рт.ст.

Результаты испытаний

№ п/п	Наименование показателей	Ед. измерения	ИД на методы испытаний	Значение показателя	
				норма	факт
1	Зольность на сухое состояние топлива, A _d , не более	%	ГОСТ ISO 1171-2012	45,0	27,10
2	Массовая доля общей серы на сухое состояние топлива, S _t , не более	%	ГОСТ 8606-2015	3,0	0,66
3	Массовая доля хлора на сухое состояние топлива, Cl, не более	%	ГОСТ 9326-2002 (ISO 587-97)	0,4	0,03
4	Массовая доля мышьяка на сухое состояние топлива, As, не более	%	ГОСТ 10478-93	0,01	0,002
5	Температура воспламенения, не менее	°С	ГОСТ 32813-2014	120	395

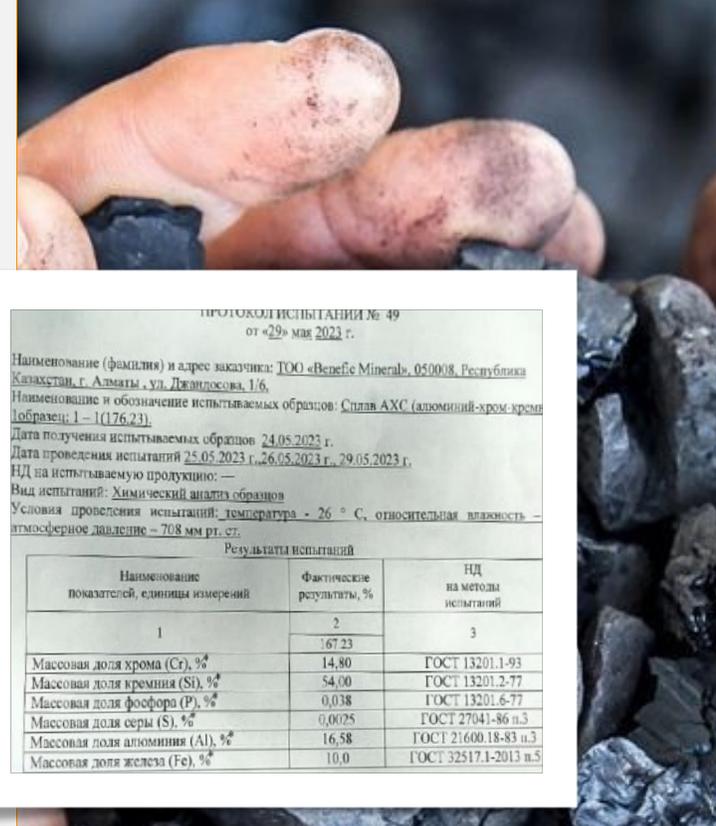
Исследование состава угля

Учитывая наличия алюминия и кремния, в естественном состоянии и значительных количествах, ведется научно-практическая деятельность, направленная на изучение и разработку технологий получения комплексных ферросплавов, как железо-кремний-алюминий (ФСА) и хром-кремний-алюминий (АХС), с применением углеродистого восстановителя из углей месторождения «Кулан».

Прооведенные исследования по физико-химическим и механическим свойствам углей, которые показали, что угли месторождения «Кулан» пригодны для получения полукокса путем термоокислительного коксования, при этом по качественным показателям кокс будет полностью соответствовать стандарту для коксового орешка, широко применяемого в производстве ферросплавов.

Исследования качественных показателей полученного полукокса, также показали, **что он превосходит доменный коксовый орешек по реакционной способности в 10-12 раз, а удельному электросопротивлению более, чем в 2 раза**, что благотворно скажется на производительности электропечей и удельном расходе электроэнергии при выплавке ферросплавов.

Лабораторные и крупно-лабораторные опытные испытания по выплавке комплексного сплава ФСА и АХС, в печах Таммана, индукционных печах и руднотермической печи, с использованием в качестве восстановителя угля и полукокса месторождения Кулан, показали, что особенностью данного процесса является отсутствие активного самосхода шихты.



ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 49
от «29» мая 2023 г.

Наименование (фамилия) и адрес заказчика: ТОО «Benefit Minerals», 050008, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Девидосова, 1/6,
Наименование и обозначение испытываемых образцов: Сплав АХС (алюминий-хром-кремний) Образец: 1 – 1(176.23),
Дата получения испытываемых образцов: 24.05.2023 г.,
Дата проведения испытаний: 25.05.2023 г., 26.05.2023 г., 29.05.2023 г.,
НД на испытываемую продукцию: —
Вид испытаний: Химический анализ образцов
Условия проведения испытаний: температура - 26 °С, относительная влажность – атмосферное давление – 708 мм рт.ст.

Результаты испытаний		
Наименование показателей, единица измерений	Фактические результаты, %	НД на методы испытаний
1	2	3
	167,23	
Массовая доля хрома (Cr), %*	14,80	ГОСТ 13201.1-93
Массовая доля кремния (Si), %*	54,00	ГОСТ 13201.2-77
Массовая доля фосфора (P), %*	0,038	ГОСТ 13201.6-77
Массовая доля серы (S), %*	0,0025	ГОСТ 27041-86 п.3
Массовая доля алюминия (Al), %*	16,58	ГОСТ 21600.18-83 п.3
Массовая доля железа (Fe), %*	10,0	ГОСТ 32517.1-2013 п.5

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 49
от «29» мая 2023 г.

Наименование (фамилия) и адрес заказчика: ТОО «Benefit Minerals», 050008, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Девидосова, 1/6,
Наименование и обозначение испытываемых образцов: Ферросиликохромоний* – Образец: 1 – 34(146.23); 2 – 35(147.23),
Дата получения испытываемых образцов: 27.04.2023 г.,
Дата проведения испытаний: 28.04.2023 г., 02.05.2023 г. – 03.05.2023 г.,
НД на испытываемую продукцию: —
Вид испытаний: Химический анализ образцов
Условия проведения испытаний: температура - 26 °С, относительная влажность – 58%, атмосферное давление – 708 мм рт.ст.

Результаты испытаний			
Наименование показателей, единица измерений	Фактические результаты, %		НД на методы испытаний
	1	2	
	146,23	147,23	
	34	35	
Массовая доля железа (Fe), %*	32,5	38,75	ГОСТ 32517.1-2013 п.5*
Массовая доля кремния (Si), %*	51,37	46,92	ГОСТ 13230.1-93 п.4*
Массовая доля алюминия (Al), %*	26,17	26,11	ГОСТ 13230.7-93 п.5*
Массовая доля кальция (Ca), %*	0,26	1,45	ГОСТ 13230.8-93 п.4*
Массовая доля титана (Ti), %*	0,99	0,90	ГОСТ 13230.9-93 п.4*
Массовая доля марганца (Mn), %	0,239	0,302	ГОСТ 13230.5-93 п.5*
Массовая доля бора (B), %	0,56	0,49	ГОСТ 14021.1-78 п.2*
Массовая доля фосфора (P), %	0,033	0,025	ГОСТ 12160-82 п.3*



Состав углей

В Куланских углях сосредоточены металлы скандия, иттрия, иттербия, алюминия и т.д., которые по стоимости превышают расходы на разработку углей что открывает возможности для реализации производства ферросплавов и восстановителей.

В настоящее время рассматривается возможность приобретения земельных участков, комплекса зданий и сооружений по производству коксового концентрата, полукокса, кокса и ферросплавов, для выхода на промышленное производство, в т.ч. проведения дополнительных научно-изыскательских опытов, исследований и соответствующего патентования;

Строительство обогатительной фабрики на месторождении Кулан

Эл.	«Кулан», %	«Шоптыколь», %	«Сарыкум», %	«Ой Карогай», %
Al	2,9	0,79	1,7	< 0,2
Si	4,35	< 0,06	2,0	< 0,04
P	0,035	0,15	0,065	< 0,01
S	1,7	1,29	5,86	9,5
K	< 0,02	2,18	0,54	< 0,02
Ca	0,73	1,62	1,9	0,83
Ti	0,76	< 0,003	0,1	< 0,005
V	0,017	0,024	< 0,001	< 0,002
Cr	< 0,0007	< 0,0008	< 0,0007	< 0,001
Mn	< 0,0007	0,0031	0,015	< 0,001
Fe	0,47	0,667	1,4	25,14
Co	0,006	0,0032	0,003	< 0,0001
Ni	0,0018	< 0,0003	< 0,0003	0,0055
Cu	0,0072	0,0009	0,0016	0,0028
Zn	0,002	< 0,0002	< 0,0002	0,020
Ga	0,73	0,0006	0,0007	0,0008



Добыча и реализация

Основными действующими потребителями являются предприятия в пределах Жамбылской, Карагандинской, Южно-Казахстанской, Кызылординской и Алматинской областей, среди которых цементные заводы: ТОО «Жамбылская цементная производственная компания», ТОО «ALACEM», ТОО «Стандарт Цемент» и другие.

Кроме этого потребители коммунально-бытового угля (бытовой сектор, котельные, теплицы и т.д.), с общим годовым объемом **более 400 000 тонн.**



Добыча и реализация угля марки ГЖО – 400 000 тонн в год

Возможно увеличение добычи до 10 млн тонн в год

Среди потенциальных потребителей можно отметить ТЭЦ, особенно Бишкекская (Киргизия) и Ангренская (Узбекистан), с годовым потреблением свыше 1 000 000 (один миллион) тонн.

Месторождение Кулан является самым логистически доступным и выгодным источником угольного сырья для приграничных стран на юге РК. Стоимость логистики в эти страны из месторождения Кулан в 2-3 раза ниже чем у других добывающих компаний на территории РК.



Технология получения ФСА и АХС

**Для получения комплексных
алюмокремниевых сплавов в
шихтовой части используется:**

+ Алюминий-Хром-Кремний

Уголь Кулан
Спец.кокс из угля Кулан
Хромовая руда

+ ФерроСиликоАллюминий

Уголь Кулан
Спец.кокс из угля Кулан
Кварцит
Стружка металлическая

В зависимости от соотношения уголь/
спец.кокс можно получить металл
следующим хим. составом:

Al	Si	Cr	Fe
10-26%	30-35%	30-35%	Ост.

Al	Si	Fe
10-26%	40-50%	Ост.



Кому это нужно?

Только в Казахстане производят порядка 20 марок хромистых сталей. В основном при получении этих марок для раскисления и легирования стали используют:



Низкоуглеродистый феррохром
Ферросилиций
Чушковый алюминий



Силикохром
Чушковый алюминий.

Применение сплава **АХС** для раскисления и легирования стали имеет хорошие перспективы, так как при производстве **АХС** используются зольные угли с низкой стоимостью и дешевая мелочь хромовой руды, что значительно снижает себестоимость сплава.

Основным преимуществом сплава **АХС** является то, что алюминий находится в сплаве с кремнием и хромом, что значительно снижает его угар при раскислении стали

В среднем угар алюминия из комплексного сплава составляет не более 5%, тогда как угар чушкового алюминия при раскислении стали достигает 30%.



Выгода для производства

Этапы процесса производства ФерроСиликоАлюминия и последующей продукции



В классическом производстве состав шихты для плавки стали в электропечах входят стальной лом, чугун, железная руда, флюсы, технически чистый кислород, раскислители - **чушковый алюминий** и добавочные материалы (ферросплавы).

При производстве стали из материалов полученных из углей Құлан-Көмір: восстановителя и ферросплава (ферросиликоалюминий) добавка раскислителя в виде чушкового алюминия исключается, что значительно снижает себестоимость производства стали.

**Состав ФерроСиликоАлюминия:
Si - 50% / Al - 26% / ост.Fe**

**Стоимость тонны алюминия
на бирже на ноябрь 2024:
2620,5 US\$ тн**



В среднем угар алюминия из комплексного сплава составляет не более 5%, тогда как угар чушкового алюминия при раскислении стали достигает 35%.

Испытания на марках стали

В условиях завода специальных марок стали «Xining Special Steel Co. Ltd» были проведены опытно-промышленные испытания по использованию сплава ФСА при выплавке стали марки Cr40.

Полученная сталь опытных плавов по химическому составу и качественным характеристикам соответствует заводским нормам и международным стандартам.

Результаты проведенных лабораторных исследований показали, что использование ФСА при обработке легированных улучшаемых марок сталей, в частности 30CrNi2MO, благотворно влияет на формирование мелкозернистой структуры, а саму сталь после некоторых методов обработки **можно рассматривать как аналог стали Hardox 500 в качестве износостойкого материала;**



Применение комплексного сплава АХС для получения низко- и среднеуглеродистого феррохрома

Для получения низко и средне-углеродистого феррохрома в основном применяют силикохром марки ФСХ48. При этом на выходе образуются саморассыпающиеся высокосновыя шлаки не пригодные для дальнейшего применения.

При изменении шихты для выплавки АХС – добавлении кварца/кварцита, есть возможность получения сплава АХС с содержанием кремния 48% и алюминия не менее 10%. Это позволит заменить стандартный сплав ФСХ48.

Преимущество такой замены будет в том, что, во-первых, алюминий является более сильным раскислителем стали, во-вторых, содержание не менее 10% алюминия в сплаве будет способствовать при раскислении образованию глиноземистых не рассыпающихся шлаков. Подобные испытания с комплексным сплавом на основе алюминия, кремния и хрома уже проводились в Казахстане и показали положительный результат.



Промышленные испытания по выплавке жаропрочной коррозионностойкой стали 30X13Л с использованием АХС

Испытания были проведены в фасонно-литейном цехе (ФЛЦ, ТОО Құрылысмет, АО «АМТ») где имеется две дуговые сталеплавильные печи: ДС-6НТ и ДСП-1,5, по 6,0 и 1,5 тонны, соответственно. В производственных условиях проведены балансовые опытно-промышленные плавки коррозионностойкой стали в сталеплавильной печи, в соответствии с производственными планами. Шихта составлялась из углеродистого железного лома, скрапа, обрезки проката и возврата собственного производства (литники, прибыли, брак литья), который должен быть очищен от формовочной смеси и разделан по габаритам в обрубном отделении ФЛЦ. На шихтовом дворе ФЛЦ он хранится рассортированным по маркам. В шихте не допускается наличие цветных металлов, ограничивается количество легковесного и окисленного лома (т.к. с ржавчиной вносится большое количество водорода).

Шихтовка плавки производилась из расчета получения массовой доли углерода по расплавлению от 0,25 до 0,50 % выше нижнего предела по углероду в выплавляемой марке стали. Из данных марок стали выплавляют зубья ковша, плиты колосника, ролики разливочной машины, корпуса вихревых и шаровых мельниц, щеки и конуса дробилок, т.е. детали к которым предъявляются требования повышенной износостойкости.

Требуемый химический состав спецсталей

Марка	C	Cr	Si	Mn	S	P
30X13Л	0,26 – 0,35	12,0-14,0	≤0,8	≤0,8	≤0,025	≤0,030

Химический состав комплексных лигатур, %

Сплав	Al	Si	Ca	Cr	B	C	Fe
АХС	9,32	31,96	1	37,75	-	-	Остальное



Опытные испытания по применению АХС для выплавки рафинированного феррохрома

Выплавку рафинированного феррохрома, в частности его средне-углеродистой марки производили в двухэлектродной наклоняющейся электропечи рафинировочного типа с мощностью трансформатора 100 кВА. Футеровка печи была выполнена из магнезитовых огнеупорных кирпичей. Выплавку производили с загрузкой на подину печи всей навески алюмосиликохрома первой колоши и сразу же после зажигания дуги загружали рудно-известковую часть первой колоши.

Колоша состояла из 20 кг хромовой руды, 5,13 кг алюмосилиткохрома и 10,17 кг извести ($\text{CaO} > 90\%$). На одну плавку расходовали две колоши (навески) вышеуказанного состава. Вторая навеска подавалась в печь также постепенно после образования шлакового слоя в ванне печи. Общая длительность плавки от начала загрузки первой порции шихты после выпуска продуктов предыдущей плавки из печи до выпуска металла и шлака текущей плавки составляла 2 часа. При этом выдержка расплава в печи после образования зеркала расплавленного шлака составила 25-30 минут. Выпуск металла и шлака осуществляли через одну летку в чугунные изложницы, установленные каскадом. После охлаждения расплава металл и шлак разбирали и взвешивали.





Результаты испытаний

Отбор проб для химического анализа производили согласно установленных правил отбора сплава и шлака после каждого выпуска. Дополнительно пробы шлака складировались поплавочно на открытом воздухе для проверки их склонности к рассыпанию.

Полученный сплав феррохрома содержал в среднем:

Cr	Si	C	Fe
65-67%	0,8-1,5%	1,5-3,1%	Остальное

Слитки опытного рафинированного феррохрома были плотными без газовых раковин и ликваций, с нитевидной структурой на изломе, характерной для рафинированных хромистых сплавов.



Полученный шлак

Средневзвешенный химический состав шлака был следующим, %:

Cr ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
3,44	27,13	14,19	40,03	15,08	0,13

Средняя основность (CaO/SiO₂) конечных шлаков составила 1,47.

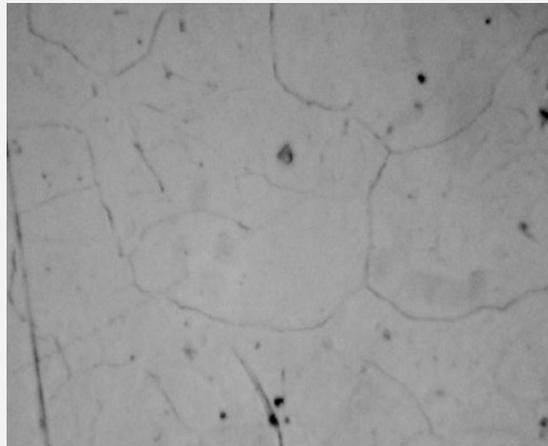
Шлаки после остывания получались твердыми, камневидными, хорошо отделялись от металла. Кратность шлака (Шл/Ме) не превышала 2,5 единицы.

Наблюдения за шлаками, складированном на открытом воздухе в течение 7 суток показали на их стабильность. Склонности к рассыпанию не выявлено, шлаки оставались камневидными и прочными.

Таким образом, технология производства рафинированного феррохрома с применением в качестве восстановителя сплава **АХС** показывает принципиальную возможность получения стандартных марок рафинированного феррохрома с получением стабильных шлаков не подверженных рассыпанию.

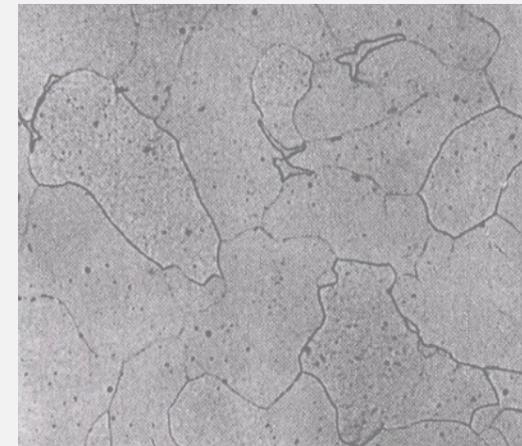


Дендритная структура в литом состоянии



без модификатора

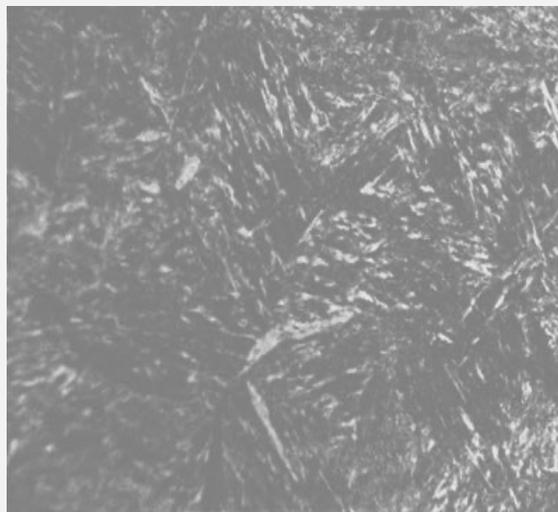
Сталь текущего производства **30X13Л** характеризуется крупным дендритным строением, а с применением сплава **АХС** микроструктура опытного образца состоит из более равноосной дендритной структуры



**после введения
модификатора АХС**



Микроструктура стали 30X13Л после термообработки, x500

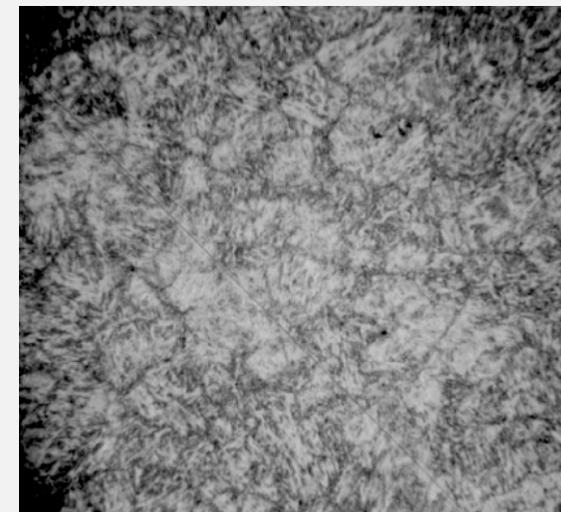


без модификатора

Микроструктура образцов стали **30X13Л** подвергнутых термообработке (закалка от 1000 °С с охлаждением в масле) без модификатора, характеризуется структурой - крупно-игольчатый мартенсит (7-8 баллов), создающий напряжения в стали - хрупкость.

С применением модификаторов получена более благоприятная мелкая мартенситная структура (5-6 баллов), которая обеспечивают более высокие механические свойства стали.

В качестве охлаждающей жидкости применили индустриальное масло И-20А.



после введения модификатора АХС



Преимущества технологии производства рафинированного феррохрома с применением АХС по сравнению со стандартной технологией

20%

Сокращение количества флюсующей добавки (извести) более чем на 20% и уменьшение кратности шлака

- ☑ Повышение извлечения хрома в состав сплава;
- ☑ Получение нерассыпающегося шлака, в соответствии с экологическими требованиями
- ☑ Сокращение длительности плавки и расхода электроэнергии
- ☑ Отпадает необходимость использования ферросиликохрома как восстановителя в технологической схеме получения рафинированных сортов феррохрома, что позволит экспортировать выплаваемый в настоящее время ферросиликохром как конечный товарный продукт.



Применение комплексного сплава АХС для получения никель-хром содержащего чугуна металлургическим способом

При получении различных хромистых марок стали в качестве легирующего элемента так же используется никель в виде ферроникеля, который получают сложным двух стадийным способом.

При использовании в качестве восстановителя комплексного сплава АХС для руд Батамшинского месторождения возможно получение никель-хромового чугуна. Полученный металл может быть в дальнейшем использован как замена ферроникелю для производства нержавеющей марки стали.



Опытные испытания по выплавке никель-хром содержащего чугуна с применением в качестве восстановителя сплава АХС

С целью апробации полученного сплава АХС, а также для металлургической оценки рудного сырья, были проведены крупнолабораторные испытания по выплавке никельхромсодержащего чугуна в руднотермической печи рафинировочного типа с использованием нового восстановителя (АХС). Для проведения экспериментальных исследований использовались никелевая руда Батамшинского месторождения и комплексный сплав АХС, в качестве флюсующего материала - обожженная известь. Химический состав шихтовых материалов:

Наименование материала	Химический состав, %								
	Cr ₂ O ₃	NiO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	P ₂ O ₅	п.п.п
Никелевая руда	0,85	1,45	31,7	44,62	4,6	5,67	4,26	0,009	—
Известь	-	-	0,2	1,44	0,3	0,41	74,75	0,002	21,0
АХС	Al		Si		Cr		Fe		
	12,3		22,33		41,7		21,5		



Результаты испытаний

Испытания проводили в руднотермической электропечи рафинировочного типа с трансформатором мощностью 100 КВА с наклоняющейся ванной. Рабочее напряжение трансформатора 49В. Печь футерована магнезитовым кирпичом марки МП-95, с засыпкой швов магнезитовым порошком. Печь оснащена двумя графитированными электродами, диаметр которых составляет 100 мм. Разогрев электропечи производили в течение 4 часов с использованием коксовой подушки в качестве проводника электрического тока. По завершении периода разогрева ванну полностью очистили от остатков коксовой подушки.

Наименование материала	Состав колоши, кг		
	Основность 0,4	Основность 0,5	Основность 0,6
Никелевая руда	20,0	24	24
АХС	6,0	3,35	3,35
Известь	3,0	5,35	7,0

Электрический режим периода разогрева: напряжение 49 В, нагрузка на электродах 150-170 А. Расчет шихты был выполнен с учетом получения шлаков с различными основностями (CaO/SiO_2) 0,4; 0,5; 0,6.

Технологический процесс осуществлялся следующим образом:

В разогретую ванну печи для начального набора нагрузки под электроды насыпали небольшое количество АХС, после стабилизации нагрузки загружали расчетную навеску хромовой руды и извести.





При основности 0,4 и 0,5 на выпуске шлак был вязковатым, густым и его приходилось скачивать. В третьем варианте шихты, при основности 0,6 наблюдалось улучшение технологических показателей: металл выходил активно, а шлак был текучим.

Опытный образец никельхромсодержащего чугуна

Плавку производили с загрузкой на подину печи определенной навески АХС и сразу же после зажигания дуги загружали рудно-известковую часть колоши.

Шихта подавалась в печь также постепенно, после образования шлакового слоя в ванне печи. Продолжительность плавки от начала загрузки первой порции шихты до выпуска металла и шлака текущей плавки составляла 3,5 часа. Перед выпуском печь отключали, затем металл и шлак выпускали через одну летку в чугунные изложницы, установленные каскадом. После выпуска набор нагрузки осуществляли на оставшемся в ванне печи расплаве. Охлажденный металл и шлак взвешивали, после чего отбирали пробы на химический анализ.

В целом, процесс выплавки никельхромсодержащего чугуна с использованием нового восстановителя характеризовался устойчивой посадкой электродов. Колебания токовой нагрузки отмечались через 1-1,5 часа после выпуска, когда в печи накапливался металл. После выпуска металла, обработки колошника и загрузки новой порции шихты, токовая нагрузка выравнивалась. Загруженный материал равномерно прогревался отходящими реакционными газами, что создавало благоприятные условия для развития восстановительных процессов. Серьезных отклонений от нормального режима не наблюдалось.



Химический состав металла и шлака

Номер выпуска	Металл, %					Шлак, %					
	Cr	Ni	Si	C	S	Cr ₂ O ₃	MgO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	$\frac{CaO}{SiO_2}$
1	19,46	3,02	4,85	0,07	0,036	4,2	6,13	58,66	17,31	11,69	0,4
2	20,43	2,96	5,62	0,48	0,026	3,56	5,62	56,33	16,91	12,54	0,4
3	21,6	2,56	3,52	0,23	0,025	2,98	5,81	55,44	21,84	11,05	0,5
4	23,21	2,72	6,53	0,42	0,031	4,61	7,89	56,89	20,55	11,63	0,5
5	21,32	3,11	7,04	0,26	0,022	3,85	5,53	52,57	25,88	10,47	0,6
6	22,54	2,96	6,89	0,51	0,012	3,74	6,42	50,51	23,88	10,92	0,6

Проведенные испытания показали принципиальную возможность выплавки никельхромсодержащего чугуна металлотермическим способом с использованием в качестве восстановителя комплексного сплава АХС. Полученный металл, согласно своему составу может быть в дальнейшем использован для производства нержавеющей марки стали.



Комплексный сплав ФСА (ферро-силико-алюминий)

Одной из актуальных проблем является освоение производства комплексных ферросплавов на основе кремния и алюминия, исходя из наличия больших запасов природного и техногенного сырья (отходов угольной промышленности и т.п.), являющихся потенциальными источниками этих элементов. Одним из перспективных и востребованных комплексных сплавов является – ферросиликоалюминий (ФСА), содержащий в своем составе кремний, алюминий и железо.

Изыскание дешевого природного сырья – высокозольных углей, содержащих SiO_2 и Al_2O_3 в золе, а так же углерод дало толчок к разработке новой технологии выплавки ФСА. К свойствам высокозольных разновидностей углей месторождения Кулан можно отнести их уникальность в постоянстве состава оксидов в минеральной части (золе) вне зависимости от количества золы. Так содержание основных компонентов – оксидов кремния и алюминия в сумме не ниже 85 %. Углерод, содержащийся в углях является достаточным для прохождения восстановительных реакций. Поэтому по новой технологии применение кокса исключается.



Резюме

Ферросиликоалюминий является эффективным комплексным сплавом, позволяющим произвести замену традиционного ферросилиция марок ФС65, ФС75 и алюминия при обработке стали, при металлотермическом получении низкоуглеродистых марок феррохрома, ферромарганца, а также стандартных марок ферротитана, феррованадия и др.

Были проведены опытные испытания по использованию сплава ФСА при выплавке стали марки Cr40. Полученная сталь опытных плавов по химическому составу и качественным характеристикам соответствует заводским нормам и международным стандартам. Определено, что микроструктура опытной стали марки Cr40 является феррито-перлитной, средний балл зерна 7-8, а индекс загрязненности неметаллическими включениями не превышает 2 балла.

Установлено, что полезное использование алюминия и кремния при использовании ФСА составило на 9,93 % и 13,28 % выше, нежели по традиционной технологии с применением ферросилиция.



A large orange Hitachi EX1900 excavator is shown in a coal mine setting, positioned on a pile of coal. The excavator's arm is raised, and the word "HITACHI" is visible on its side. The background shows a vast, open-pit coal mine with multiple levels of excavation under a clear sky.

**QULAN
KOMIR**

COAL MINING COMPANY

kulan-komir.kz

Аблай Хайрулла,
ТОО «Кулан Комир»
г. Алматы, 2024

Подготовил:
Александр Белов

