



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche

FS-0029

О Т Ч Е Т

о результатах работы по оказанию
технической помощи Бразильской ком-
пании "Лигас де алюминию С.А." в
обсуждении некоторых частей проекта
и технологии завода по производству
алюминиево-кремниевых сплавов

UNIDO/TCD.32

07690-R

О Т Ч Е Т

о результатах работы по оказанию технической помощи Бразильской компании "Лигас де алюминию С.А." в обсуждении некоторых частей проекта и технологии завода по производству алюминиево-кремниевых сплавов

І. В В Е Д Е Н И Е

В сентябре 1969 г. Бразильское правительство обратилось в Организацию промышленного развития стран-членов ООН /ЮНИДО/ с просьбой оказать техническую помощь Бразильской компании "Лигас де алюминию С.А.", строящей промышленное предприятие по производству алюминиево-кремниевых сплавов методом прямого восстановления алюмосиликатов.

Поскольку указанный процесс получения алюминиево-кремниевых сплавов применяется в настоящее время в крупном промышленном масштабе только в СССР, ЮНИДО обратилось в соответствующие организации Советского Союза с просьбой направить советских экспертов для оказания технической помощи Бразильской компании "Лигас де алюминию С.А."

Первоначальным проектом техническую помощь Бразильской компании "Лигас де алюминию С.А." предусматривалось осуществить в две стадии.

На первой стадии: 15-ти дневная командировка инженера-металлурга проектанта с целью обсуждения с техническим персоналом компании в г. Бело Оризонти окончательного плана постройки предприятия и процесса производства, а также поездки в Норвегию /г. Осло, фирма "Электрокемиск, А/С"/ с целью осмотра и оценки качества рудновосстановительной электропечи, заказанной Бразильской компанией для своего предприятия.

На второй стадии: 3-х месячная командировка в г. Пирапора, включая поездку в г. Бело Оризонти, инженера-металлурга специалиста по производству алюминиево-кремниевых сплавов, для оказания помощи при пуске электротермического восстановительного цеха и цеха металлургического рафинирования сплавов на предприятии в г. Пирапора до полной нормализации работы.

Вторая стадия технической помощи должна проводиться примерно через 6 месяцев после первой стадии.

Настоящий отчет посвящен результатам работы на первой стадии технической помощи Бразильской компании "Лигас де алюмино С.А.", которая была осуществлена в период с 30 ноября по 23 декабря 1970г.

По заявлению представителей компании "Лигас де алюмино С.А." оборудование рудновосстановительной электропечи, изготавливаемой фирмой "Электрокемиск А/С", уже прибыло на строительную площадку в г. Пирапора, в связи с чем отпала необходимость поездки эксперта в Норвегию, которая предусматривалась первоначальным проектом оказания технической помощи.

Автор отчета выражает большую благодарность следующим лицам, принимавшим участие в организации и осуществлении данного проекта и способствовавшим успешному выполнению поставленной задачи:

Представителям ЮНИДО в Вене, Австрия: г-ну Григорьеву Н.К., г-ну Корреа да Силва, г-ну Р. Агиляр-Боланосу, г-ну Э.Т. Балашу, г-ну Серебрянникову В., г-ну Х. Пихлеру, г-ну Туру.

Представителям ЮНИДО в Рио-де-Жанейро, Бразилия: г-ну Е. Альбертало, г-ну Балказару, г-ну Ромэ Р. Бонини.

Персоналу компании "Лигас де алюмино С.А." в г. Бело Оризонти, штат Минас Жерайс, Бразилия: г-ну Марио Ренно Гомесу, г-ну Джо-

зе Патрису де Соуза, г-ну Густаву Винклеру, г-ну Эдио Виейра де Азеведо, г-ну Эвералдо дос Сантосу, г-ну Цимблерису Б.А., г-ну Малкову В.Я.

П. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИ-
НИЕВО-КРЕМНИЕВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ПРЯМОГО ВОССТАНОВ-
ЛЕНИЯ АЛЮМОСИЛИКАТОВ

Основные принципы данной технологии были разработаны в Советском Союзе в 30-40-х годах. Аналогичные работы проводились также в Германии и во Франции. Общеизвестны данные немецкой практики получения алюминиево-кремниевых сплавов электротермическим способом во время Второй мировой войны. Однако, в дальнейшем, широкое промышленное развитие данный способ получил, в основном, в СССР.

Основной целью проводимых в течение многих лет в СССР работ по разработке электротермического способа производства алюминиево-кремниевых сплавов является:

- расширение сырьевой базы алюминиевой промышленности за счет применения новых видов сырья, в основном, алюмосиликатов;

- использование при производстве алюминиево-кремниевых сплавов печных агрегатов большой мощности и производительности.

В качестве исходного сырья для электротермического способа получения алюминиево-кремниевых сплавов опробованы различные каолины, а также высокоглиноземистые концентраты дистеновых руд: кианиты и силлиманиты, химический состав которых приведен в таблице I.

Таблица I

Состав некоторых алюмосиликатных руд и концентратов, опробованных в качестве сырья при производстве алюминиево-кремниевых сплавов

№ пп	Наименование сырья	Состав, в %					
		Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	ппп
I	Каолин обогашенный	38,3	47,2	0,84	0,62	0,28	12,6
2	Силлиманитовый концентрат	55,0	38,0	2,7	1,2	0,5	-
3	Кианитовый концентрат № I	57,8	38,6	0,9	0,9	-	-
4	Кианитовый концентрат № 2	57,0	39,7	0,6	0,8	0,7	-
5	Кианитовый концентрат № 3	52,9	40,5	0,7	0,5	0,35	-

В таблице 2 приводится состав углеродистых материалов, используемых в качестве восстановителя при производстве алюминиево-кремниевых сплавов.

Таблица 2

Состав некоторых углеродистых материалов, испытанных при производстве алюминиево-кремниевых сплавов

№ пп	Наименование материала	Состав, %				Содержание в золе, %				
		W ^p	A ^c	V ^c	C ^c _{общ.}	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO
I	Газовый уголь марки "Г"	1,9	4,29	34,0	79,15	29,4	36,2	10,3	0,53	8,4
2	Угольный концентрат марки "Д"	9,4	16,5	46,0	76,8	16,9	71,8	4,6	0,5	3,1
3	Угольный концентрат марки "СС"	5,5	5,3	26,6	87,0	27,2	52,8	8,0	1,0	3,9
4	Нефтяной кокс	0,4	0,75	8,4	91,6	11,0	32,0	13,1	0,35	4,5
5	Древесный уголь	8,2	2,8	22,3	78,9	2,5	14,3	12,0	0,5	41,7

Исследования по выплавке алюминиево-кремниевых сплавов проводились на лабораторных и полупромышленных однофазных одноэлектродных печах с проводящей подиной, мощностью 100 квт, 600 квт, 900 квт; на промышленных печах: однофазная одноэлектродная с проводящей подиной /печь Миге-Перрон/ мощностью 10000 ква, двухэлектродная печь мощностью 11000 ква, трехэлектродная печь мощностью 16500 ква.

В промышленном цехе, выпускающем товарные алюминиево-кремниевые сплавы, установлены трехфазные печи, мощностью 16500 ква. Печи работают на самоспекающихся электродах диаметром 1200 мм. Сырьем для производства алюминиево-кремниевых сплавов служит обогащенный каолин. В качестве восстановителя при руднотермической плавке используется смесь газового угля и нефтяного кокса. Для связывания шихты при брикетировании применяется сульфитный щелок.

Основные показатели работы трехфазных печей мощностью 16500 ква на выплавке алюминиево-кремниевых сплавов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Основные показатели работы трехфазных печей мощностью 16500 ква на выплавке алюминиево-кремниевых сплавов

№ пп	Наименование показателей	единица измерения	величина показателей
1	Установленная мощность трансформаторов	ква	16500
2	Сила тока в электродах	ка	60-63
3	Рабочее напряжение	в	139,5+ 154
4	Полезное фазное напряжение	в	52-58
5	Производительность печи по рафинированному сплаву	т/сутки	18-22
6	Удельные расходы на 1 т рафинированного сплава:		
	а/ электроэнергии	квт-ч	13000-14000
	б/ брикетированной шихты	т	4,3-4,6
	в/ электродной массы	кг	80-90

Получаемый в печи первичный сплав имеет следующий примерный состав: $Al = 60 \pm 6\%$; $Si = 35 \pm 3\%$; $Fe = 1,5 \pm 2,0\%$; $Ti = 0,5 \pm 0,7\%$.

Среднее содержание в первичном сплаве неметаллических примесей /карбид кремния, окислы алюминия и кремния/ составляет 10-13%.

Для очистки первичного сплава от неметаллических примесей применяется рафинирование с помощью хлоридных и фторидных флюсов, содержащих криолит, хлористые и фтористые натрий, калий и кальций.

Выход рафинированного сплава от первичного сплава-сырца составляет 72-83% /в зависимости от условий рудновосстановительной плавки и рафинирования/.

Рафинированный сплав используется для приготовления сплавов типа силумин путем сплавления с алюминием и последующей фильтрации от примесей железа и титана при температуре, близкой к эвтектической.

Себестоимость алюминиево-кремниевых сплавов, полученных методом прямого восстановления алюмосиликатов может быть снижена на 5-10% по сравнению с себестоимостью сплавов, получаемых синтетическим способом.

Наличие больших запасов высокоглиноземистого алюмосиликатного сырья, а также все возрастающая потребность в алюминиево-кремниевых сплавах, используемых в различных отраслях промышленности, создают весьма благоприятные перспективы для дальнейшего развития в СССР электротермического способа производства алюминиево-кремниевых сплавов.

Ш. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЯЩЕМСЯ ЗАВОДЕ КОМПАНИИ "ЛИГАС ДЕ АЛЮМИНИО С.А."

Частная Бразильская компания "Лигас де алюмино С.А." строит в г.Пираюра, штат Минас Жераис, Бразилия, завод по производству алюминиево-кремниевых сплавов методом прямого восстановления алюмосиликатов, минуя стадии производства и электролиза глинозема. Сырьем для производства сплавов являются находящиеся вблизи предприятия, богатые залежи кианитов - алюмосиликаты типа $Al_2O_3 \cdot SiO_2$, содержащие в среднем 55% Al_2O_3 и 44% SiO_2 ; максимальное содержание в кианите других примесей составляет 1,5%.

В качестве восстановителя при руднотермической плавке предполагается использовать древесный уголь местного производства.

Проект завода получил большую помощь из государственных фондов и был одобрен Советом СУДЕНЕ /Верховным управлением развития Северо-востока Бразилии/ по ряду причин социально-экономического характера, в том числе:

- а/ вклад в развитие промышленности Севера,
- б/ замена импортной продукции отечественной,
- в/ обеспечение работой 231 чел. из местных рабочих,
- г/ наличие доступной электроэнергии из системы СЕМЖГ /электростанция Трез-Мария/.

Технологическая схема производства, принятая в проекте, предусматривает следующие основные операции:

1. Прием и хранение сырьевых материалов: кианита, древесного угля и глины /связующее/.
2. Измельчение древесного угля и глины.
3. Дробление, измельчение и флотация кианитовой руды.
4. Хранение в силосах измельченных древесного угля и глины

и флотационного кианитового концентрата.

5. Дозирование кианитового концентрата, древесного угля и глины.

6. Брикетирование шихты

7. Сушка брикетов

8. Хранение готовых брикетов

9. Плавка брикетов в руднотермической электропечи

10. Получение первичного алюминиево-кремниевое сплава

11. Рафинирование первичного сплава в индукционной печи

12. Фильтрация рафинированного сплава от заэвтектического кремния.

13. Получение алюминиево-кремниевое сплава, содержащего 13% Si /силумин/.

14. Легирование силумина другими металлами и получение специальных алюминиево-кремниевых сплавов /в индукционной печи/.

15. Получение фильтростатков, содержащих Al, Si и железо в качестве конечного продукта, используемого для раскисления сталей.

Основную продукцию завода будут составлять специальные литейные алюминиево-кремниевые сплавы. Проектом предусматривается также производство на данном предприятии металлического кремния. После ввода в эксплуатацию первой очереди завода годовой выпуск продукции составит:

1/ специальные алюминиево-кремниевые сплавы - 3100 т,

2/ металлический кремний - 1100 т.

Окончательная производительность завода составит:

1/ по специальным алюминиево-кремниевым сплавам - 4000 т в год,

2/ по металлическому кремнию - 2000 т в год.

В проектировании завода, его строительстве и поставках обору-

дования принимают участие следующие иностранные фирмы:

- "Денвер", США - разработка способа и поставка оборудования для получения флотационного кианитового концентрата,

- "Клокнер Гумбольт Дойц", ФРГ, Кельн - разработка способа и поставка оборудования для получения брикетированной шихты на основе кианитового концентрата и древесного угля,

- "Электрокемиск А/С", Норвегия, Осло - разработка проекта и поставка оборудования рудновосстановительной электропечи мощностью 10,5 мва,

- "Лурги", ФРГ, Франкфурт - разработка способа и поставка оборудования для фильтрации первичного сплава.

По заявлению представителей фирмы "Алигас де алюмино С.А.", на 5 декабря 1970 г.:

1. Отсутствуют окончательные проекты следующих отделений:

а/ флотации кианита,

б/ подготовки сырьевых материалов,

в/ брикетирования шихты,

г/ фильтрации первичного сплава.

2. Строительство завода находилось на следующей стадии:

а/ закончено строительство зданий отделений флотации кианита, подготовки сырьевых материалов, брикетирования шихты. Монтаж оборудования в этих отделениях еще не начался;

б/ продолжалось строительство здания электропечного отделения;

в/ на строительную площадку прибыло оборудование рудновосстановительной электропечи и оборудование индукционной печи.

3. Пуск предприятия /рудновосстановительной печи/ намечается на май 1971 г.

В связи с задержкой с проектированием и строительством ряда

отделений, обеспечивающих производство алюминиево-кремниевых сплавов, пуск рудновосстановительной печи и ее работу в первый период времени предполагается осуществить на ферросилиции.

IV. ПРЕДМЕТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСУЖДЕНИЯ

Предметом технического обсуждения с представителями компании "Лигас де алюмино С.А." явились следующие основные вопросы:

1. Технологическая схема производства
2. Планировка предприятия
3. Конструкция отдельных узлов рудновосстановительной печи и ее установка.
4. Некоторые специфические особенности технологического процесса.

Компанией "Лигас де алюмино С.А." на обсуждение были представлены следующие материалы:

1. Принципиальная технологическая схема производства
2. Чертеж планировки завода
3. Чертеж общего вида рудновосстановительной электропечи и монтажные чертежи ее установки.
4. Чертежи индукционной печи
5. Чертеж общего вида аппарата для фильтрации первичного сплава.

К моменту обсуждения не были представлены:

1. Данные по технологическому опробованию кианитового сырья, включая его брикетирование с древесным углем и рудновосстановительную плавку.
2. Результаты испытаний по переработке первичного сплава на силумин методом фильтрации от заэвтектического кремния.

3. Пояснительная записка к технологической части проекта и пояснительная записка к проекту рудновосстановительной печи.

4. Монтажные чертежи отделений: флотации кианита, подготовки сырьевых материалов, брикетирования шихты, фильтрации первичного сплава.

5. Общая спецификация технологического оборудования.

У. ЗАМЕЧАНИЯ ПО ПРОЕКТУ ЗАВОДА

После обсуждения представленных материалов и дополнительных разъяснении, полученных от специалистов компании "Лигас де алюмино С.А.", по проекту завода можно сделать следующие замечания:

1. Кианитовый концентрат принят в качестве основного сырья для производства алюминиево-кремниевых сплавов без необходимого технологического опробования, что не позволяет в настоящее время иметь достоверные данные о параметрах процесса, удельных расходах сырья, электроэнергии и др., а также окончательно судить о пригодности выбранного оборудования.

2. Принятая в проекте схема получения алюминиево-кремниевых сплавов типа силумина методом одностадийной или ступенчатой фильтрации первичного сплава от заэвтектического кремния не подтверждена исследованиями или промышленным опытом компании "Лигас де алюмино С.А." или других фирм. Такая схема имеет ряд недостатков, которые заключаются в следующем:

- 1/ недостаточный выход основного продукта- фильтрата-силумина;
- 2/ получение значительного количества побочного продукта - кремнистых фильтростатков, имеющих значительно более низкую стоимость, чем силумин;
- 3/ трудность поддержания постоянной температуры во всем объе-

не фильтруемого сплава и необходимость предотвращения забивания фильтрующей поверхности большим количеством кристаллов кремния и интерметаллических соединений.

3. Для выплавки первичного алюминиево-кремниевое сплава выбрана трехфазная рудновосстановительная электропечь открытого типа, мощностью 10500 ква, с прессованными угольными электродами диаметром 1000 мм и с вращающейся ванной. Электрический ток к печи подводится через 3 однофазных трансформатора мощностью 2750 + 3500 ква каждый. Трансформатор имеет следующие характеристики: напряжение высокой стороны 110+ 45 кв; напряжение низкой стороны 89+170,3 в; ток высокой стороны - 254 А; ток низкой стороны - 30900 А. Внутренний диаметр ванны печи изменяется от 4900 мм на уровне леточного отверстия до 5450 мм в верхней части. Глубина ванны печи составляет 2500 мм.

По своим электрическим и геометрическим характеристикам печь является типичной печью для выплавки металлического кремния и может быть использована для выплавки алюминиево-кремниевых сплавов только после некоторых изменений в конструкции футеровки, вызываемых специфическими особенностями процесса.

4. Принятое в проекте расстояние от летки рудновосстановительной печи до пола цеха позволяет производить выливку металла только в плоские изложницы, в то время, как алюминиево-кремниевый сплав более целесообразно выливать в ковш, с целью дальнейшей транспортировки его в расплавленном состоянии.

5. Недостаточная высота подкрановых путей /8,4 м/ в литейном пролете печного отделения может затруднить проведение технологических операций по переработке первичного сплава.

6. Для переплавки и рафинирования первичного сплава в проекте принята бесканальная низкочастотная /60 гц/ индукционная печь фирмы "Ассеа", Сан-Пауло, Бразилия. Мощность печи 375 квт. Указанная печь обычно применяется для плавки чистого алюминия. Данных по использованию таких печей для плавки и рафинирования сплавов, аналогичных по своему составу первичному алюминиево-кремниевому сплаву у фирмы нет. В проекте не приведен также расчет необходимой электрической мощности печи, исходя из удельного электрического сопротивления первичного сплава.

Ввиду того, что первичный алюминиево-кремниевый сплав может содержать значительное количество /до 10-15%/ шлака в виде окислов и карбидов алюминия и кремния, свойства такого сплава будут отличаться от свойств чистого алюминия, что может вызвать некоторые затруднения в работе индукционной печи.

На основании анализа представленных проектных материалов и изучения вопросов, заданных представителями компании "Лигас де алюминиио С.А.", ниже приводятся технические рекомендации по некоторым особенностям технологии и конструкции оборудования, применяемых в процессе производства алюминиево-кремниевых сплавов методом прямого восстановления.

В связи с тем, что к моменту обсуждения данного вопроса, компанией "Лигас де алюминиио С.А." не был представлен ряд проектных материалов, перечисленных в разделе IV настоящего отчета, технические рекомендации носят предварительный характер и подлежат уточнению после получения и изучения экспертом недостающих частей проекта.

VI. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

I. Сырьевые материалы и их подготовка к плавке

1/ Для транспортировки измельченных сырьевых материалов /кианит, древесный уголь, глина/ целесообразней использовать пневмотранспорт, вместо предусмотренных в проекте конвейеров.

2/ На практике при приготовлении брикетов для выплавки алюминиево-кремниевых сплавов используются восстановители, измельченные до крупности частиц минус 1 мм.

3/ Форма брикетов должна обеспечивать хорошую газопроницаемость шихты на колошнике рудновосстановительной печи. На практике с удовлетворительными результатами применяются брикеты эллипсоидной формы с размером осей 70:50:30 мм. Давление при прессовании составляет 200 + 300 кг/см².

4/ Соотношение сырьевых материалов в шихте определяется расчетным путем, исходя из их химического состава и состава получаемого первичного сплава. Так, например, для получения рафинированного сплава, содержащего 60% алюминия и 37% кремния применялась шихта следующего состава /весовые %/:

кианитовый концентрат № 3	-	50,3
восстановитель	-	32,2
каолин	-	9,7
глинозем	-	7,8

Составы кинанитового концентрата, каолина и восстановителя приведены выше в таблицах I и 2.

5/ Для улучшения процесса брикетирования в шихту при смешении добавляется влага. Количество добавляемой влаги зависит от

характера шихтуемых материалов и от их тонины помола. Применение древесного угля требует большего количества влаги, чем при использовании других восстановителей. На практике количество добавляемой влаги составляет 10+18% /в зависимости от состава шихты и свойств сырьевых материалов/.

Полученные из такой шихты брикеты должны подвергаться сушке до остаточной влажности 0,5+1,0%. Пористость сухих брикетов 30-50%; прочность на раздавливание 100--200 кг/брикет. На практике температура сушильного агента составляет 200-300°C /в зависимости от вида восстановителя, используемого в процессе/. Время сушки зависит от содержания влаги в сырых брикетах и составляет 1-2 часа.

6/ В связи с недостаточной брикетированностью шихт на основе кианитового концентрата и древесного угля /по сравнению с другими составами шихт/ для улучшения качества брикетов могут быть рекомендованы следующие мероприятия:

- использование при брикетировании комбинированной связки /глина и сульфитный щелок/,
- предварительное бегунение шихты перед подачей ее в пресс,
- замена части древесного угля нефтяным коксом,
- гранулирование шихты /вместо брикетирования/.

7. В технологической схеме подготовки шихты необходимо предусмотреть возможность переработки части оборотного шлака от рудновосстановительной плавки.

2. Рудновосстановительная плавка

I/ Оптимальное расстояние между электродами в печи зависит от характера шихты и состава получаемого сплава и может быть определено только опытным путем. Предусмотренная в конструкции

рудновосстановительной печи возможность изменения диаметра расхода электродов в пределах 2000+2300 мм позволит определить оптимальное расстояние между электродами в процессе освоения производства.

2/ Рабочее напряжение при выплавке алюминиево-кремниевого сплава из шихты на основе кианита и древесного угля, вероятно, будет находиться в пределах 110-130 в, при силе тока 45-53 ка.

3/ С целью уменьшения шихтовой проводимости и улучшения электрического режима работы печи при выплавке алюминиево-кремневых сплавов следует уменьшить высоту боковой угольной обстановки ванны до 400-500 мм от уровня подины.

4/ Во избежание трудностей при выпуске металла из печи следует сократить длину леточного отверстия в футеровке до 300-400мм.

5/ Вращение ванны печи необходимо начинать с небольшого реверса. Оптимальные параметры вращения ванны /угол и скорость/ могут быть подобраны опытным путем в процессе освоения производства.

6/ С целью транспортировки и переработки первичного алюминиево-кремниевого сплава в жидком состоянии, следует предусмотреть возможность выливки его в ковш, взамен выливки его в изложницу, как принято в проекте.

7/ В числе технологических операций по обслуживанию рудновосстановительной печи следует предусмотреть операции по загрузке в печь корректирующих добавок в виде кускового кварцита и кускового древесного угля, а также кускового оборотного шлака от рудновосстановительной плавки.

3. Рафинирование и фильтрация первичного сплава

1/ Обработка первичного сплава флюсами /рафинирование/

должна производиться последовательно несколько раз. На практике в качестве флюсов используются различные смеси хлористых и фтористых соединений натрия, калия и кальция, а также криолита.

2/ Количество применяемых флюсов на каждой стадии обработки первичного сплава различно и зависит от содержания в сплаве окислов и карбидов. Общий расход флюсов составляет от 2 до 10% от веса обрабатываемого сплава. Наиболее целесообразный способ введения флюсов в расплав - в жидком виде.

3/ С целью более полного извлечения в силумин содержащихся в кианите алюминия и кремния переработку первичного сплава целесообразнее производить по следующей схеме:

- обработка первичного сплава флюсами;
- отделение сплава от шлака путем его декантации;
- разбавление рафинированного алюминиево-кремниевого сплава алюминием до состава, близкого к эвтектическому /13% Si /;
- фильтрация разбавленного сплава от примесей железа и титана.

Использование при рудновосстановительной плавке угольных электродов и достаточно чистых по содержанию железа и титана сырьевых материалов, позволит значительно упростить, или даже исключить, операцию фильтрации разбавленного сплава. Эта операция может быть упрощена или исключена также при изготовлении из рафинированного первичного сплава специальных алюминиево-кремниевых сплавов с повышенным содержанием железа /0,7+1,0%/.

У. В Ы В О Д Ы

1. Частная Бразильская компания "Лигас де алюмино С.А." с помощью иностранных фирм строит в г.Пиранора, штат Минас Жераис, Бразилия, на базе местных кианитов завод по производству алюминиево-кремниевых сплавов методом прямого восстановления алюмосиликатов, минуя стадии производства и электролиза глинозема. Продукцию завода будут составлять специальные алюминиево-кремниевые сплавы /содержащие кремния II+IЗ/, имеющие широкое применение в автомобильной, тракторной, авиационной и других отраслях промышленности.

2. С целью оказания компании "Лигас де алюмино С.А." технической помощи было проведено с участием автора настоящего отчета и представителей компании совместное обсуждение некоторых частей проекта и технологии строящегося завода по производству алюминиево-кремниевых сплавов. Результатом обсуждения явились технические рекомендации, выданные компании "Лигас де алюмино А.С." автором настоящего отчета, которые касаются некоторых особенностей технологии и конструкции оборудования, применяемых в процессе производства алюминиево-кремниевых сплавов методом прямого восстановления.

3. В связи с тем, что к моменту обсуждения проекта завода компанией "Лигас де алюмино С.А." не был представлен ряд материалов, имеющих важное значение для оценки проекта в целом, выданные технические рекомендации носят предварительный характер и подлежат уточнению после получения и изучения экспертом недостающих частей проекта.

4. Недостатком проекта является отсутствие данных о техно-

логическом опробовании нового вида сырья - кианитов, что не позволяет сделать окончательный вывод об ожидаемых параметрах технологического процесса, удельных расходах сырья, материалов и электроэнергии и судить о пригодности выбранного оборудования.

5. Принятая в проекте схема получения силумина методом фильтрации первичного сплава от заэвтектического кремния не подтверждена исследованиями или промышленным опытом компании "Лигас де алюмино А.С." или других фирм и требует дополнительной экспериментальной проверки. По имеющимся у нас данным, такая схема дает пониженный выход основного продукта и связана с некоторыми техническими трудностями. Более целесообразной, на наш взгляд, является схема переработки первичного сплава методом сплавления с алюминием и последующей фильтрации от примесей железа и титана.

У I. П Р Е Д Л О Ж Е Н И Я

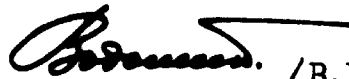
1. В связи с большим объемом работ и сложностью вопросов, связанных с пуском и освоением производства алюминиево-кремниевых сплавов на новом виде сырья - для оказания технической помощи по пуску предприятия целесообразнее привлечь не одного эксперта, как предусматривалось первоначальным проектом, а группу экспертов в составе инженеров-производственников, научных сотрудников и проектантов.

2. С целью быстрее и экономичного пуска предприятия в эксплуатацию, для подбора оптимальных составов шихты, параметров брикетирования, рационального электрического и технологического режимов плавки, получения расходных коэффициентов сырья, материалов и электроэнергии, необходимо провести испытания по технологическому опробованию кианитового сырья месторождения шта-

та Минас Жераис, предназначенного для данного предприятия.

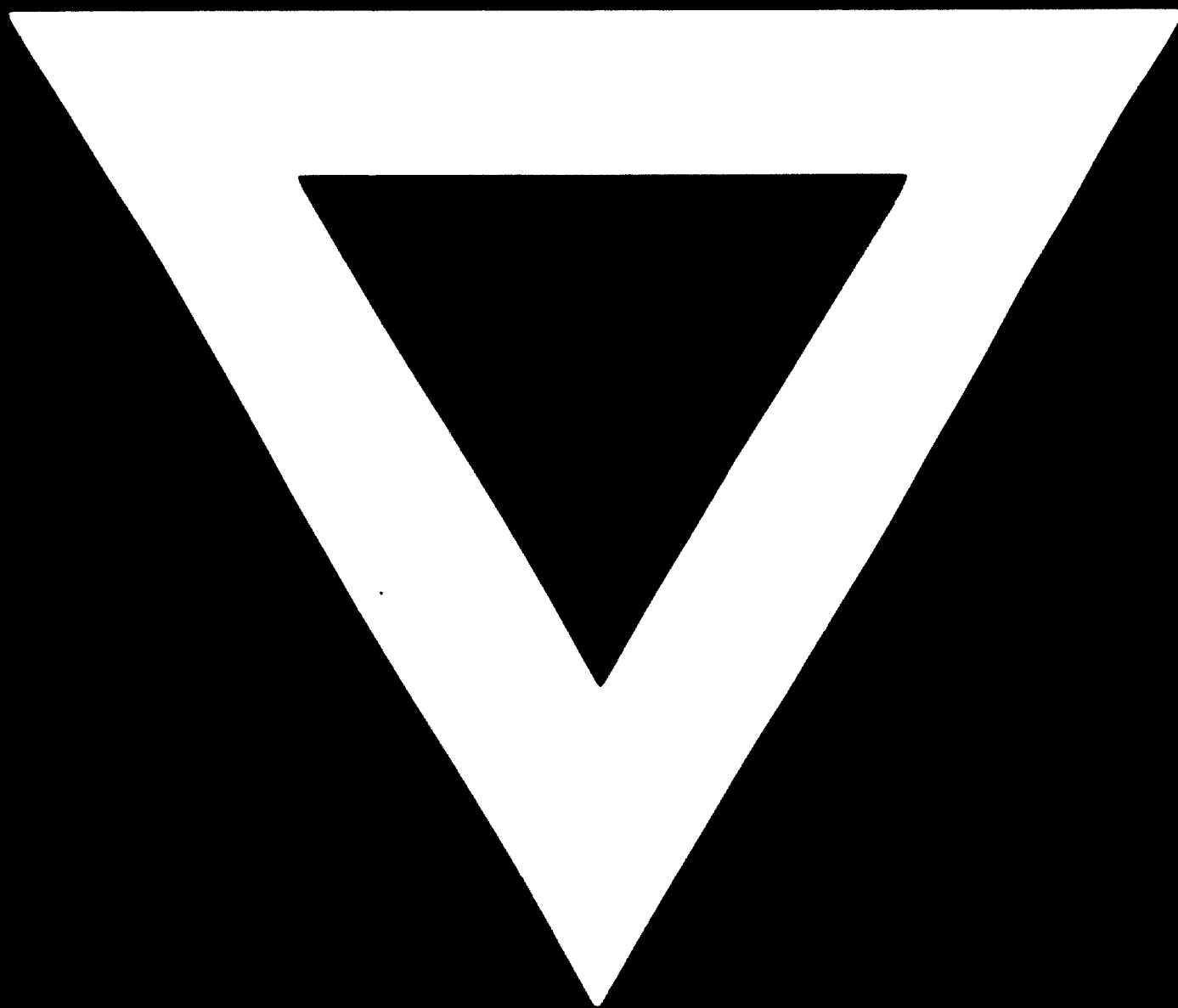
3. Группа экспертов, которая будет участвовать на второй стадии оказания технической помощи, связанной с пуском и освоением предприятия до полной нормализации его работы, должна быть ознакомлена со всеми материалами, касающимися проекта завода, включая и те, которые не были представлены компанией к моменту обсуждения проекта на первой стадии оказания технической помощи.

Эксперт ЮНИЦО по
цветным металлам

 /В. ВОДОЛАЖСКИЙ/



C-698



78.12.08