

ПК «Экологические Технологии»

**Технико-экономическое обоснование  
организации производства  
по переработке шлаковых отходов ЗАС (заводов алюминиевых сплавов) в  
концентрат  $Al_2O_3$ ,  
KCl и NaCl**

Красноярск, 2023

## **1. Техничко-экономическое обоснование переработки шлаков ЗАС**

Далее приведен пример организации переработки шлаков, объемы которых в накопленных отвалах техногенных отходов оцениваются: сталеплавильные шлаки - до 1 миллиарда тонн, алюминиевые солевые шлаки - до 500 миллионов тонн.

Производительность установки составляет 50 тонн в час. В состав такой установки входит ступень по переработке хвостов после извлечения металлического алюминия. В результате из хвостов будут извлечены оксид алюминия в форме металлургического глинозема стоимостью не менее 10 000 рублей за тонну, флюсов хлористый калий и хлористый натрий стоимостью не менее 3 000 рублей за тонну.

### **1.1. Техничко-экономическое обоснование получения железосодержащего концентрата**

#### **1. Описание проекта**

Целью проекта является организация переработки шлаковых отходов (ЗАС) с получением концентрата  $Al_2O_3$  и флюсов хлористый калий и хлористый натрий .

Проект может реализовываться для переработки шлаковых отходов, накопленных в процессе работы заводов алюминиевых сплавов, как действующих, так и закрытых производств.

#### **2. Описание продукции**

Результатом переработки шлаков является **глинозем металлургический** ( $Al_2O_3$  41-50% ) ГОСТ 30558-98, это основное исходное вещество, используемое в производстве чистого алюминия, также этот материал применяется как огнеупорный материал. Остальные кристаллические формы используются, как правило, в качестве катализаторов, адсорбентов, инертных наполнителей в физических исследованиях и химической промышленности.

Керамика на основе оксида алюминия обладает высокой твёрдостью, огнеупорностью и антифрикционными свойствами, а также является хорошим изолятором. Она используется в горелках газоразрядных ламп, подложек интегральных схем, в запорных элементах керамических трубопроводных кранов, в зубных протезах и т. д.

#### **Флюсы для плавления алюминия:**

Флюсы на основе смеси **KCl-NaCl** (калий хлор-натрий хлор) применяются в качестве покрывных, то есть для защиты алюминиевого расплава от окисления. Твердые флюсы являются в основном смесью хлористых или фтористых солей с добавками, которые дают им специальные свойства. Большинство флюсов основаны на смеси KCl и NaCl, которые образуют низкотемпературную эвтектику (665 °C). Другим частым ингредиентом флюсов является NaF, который образует тройную эвтектику с KCl и NaCl с точкой плавления 607 °C. При этом температура плавления алюминия (технически чистого) составляет около 655-660 °C.

### **3. Оборудование**

Забор и подача материала на обогатительную установку осуществляется погрузчиком. Переработка шлаков производится на обогатительной установке, расположенной на полигоне хранения отходов или на специально оборудованном участке в непосредственной близости от места складирования отходов, что позволит избежать дополнительных расходов связанных с логистикой, удешевит проект и ускорит его реализацию.

Комплектация участка переработки предполагается отечественным оборудованием, серийно производимым на предприятиях РФ.

Набор и количество требуемого оборудования рассчитано на основании технологической схемы обогатительной установки производительностью – 50 т/ч. Перечень оборудования приведен в таблице 1.

Таблица 1. Перечень используемого оборудования

№ п/п	Оборудование	Стоимость, руб.	Кол-во, шт.	Общая стоимость, руб.
<b>Промышленное оборудование и его доставка</b>				
1	Бункер накопитель для шлака	333 000	1	333 000
2	Ленточный питатель для шлака	233 100	1	233 100
3	Ленточный конвейер для подачи шлака	362 600	1	362 600
4	Участок дробильно- сортировочный	5 140 000	1	5 140 000
5	Пластинчатый конвейер	207 200	1	207 200
6	Грохот	2 872 000	1	2 872 000
7	Магнитный сепаратор	2 000 000	1	2 000 000
8	Пульт управления комплексом	300 000	1	300 000
9	Пластинчатый питатель	727 000	1	727 000
10	Ленточные конвейер	672 000	1	672 000
11	Ленточный конвейер для	393 000	1	393 000

	готовой продукции			
12	Шкаф управления всего комплекса	735 000	1	735 000
13	Частотные преобразователи	100 000	6	600 000
14	Комплекс пневмо сепарации (единый комплекс закрытого типа)	88 890 000	1	88 890 000
15	Дозатор – фасовка под БИГ-БЭГи с весами	629 000	1	629 000
16	Участок хранения готовой продукции	350 000	1	350 000
17	Пульт управления комплексом	300 000	1	300 000
18	Доставка (транспортные расходы)	280 000	1	280 000
	<b>Итого инвестиций в оборудование</b>			<b><u>105 029 900</u></b>

**Сопутствующие работы и оснащение.**

Весы площадочные (автомобильные) - 315 000 р.

Забор - 300 000 р.

Освещение - 360 000 р.

Видеонаблюдение - 190 000 р.

Блок контейнер для охраны - 150 000 р.

Блок контейнер для персонала (2шт.) - 300 000 р.

Планировка участка - 400 000 р.

Плита дорожная (20 шт.\*11 500) – 230 000 р.

КТПн 630/0.4 – 800 000 р.

АУК (автомат. управление комплексом)монтаж частотных преобразователей и системы защиты -2 400 000 р.

**Итого: 5 445 000 р.**

**Монтаж и расстановка оборудования на участке:**

Монтаж и пусконаладочные работы – 5 430 000 р.

Техника (кран, манипулятор) – 750 000 р.

Обустройство заземляющего контура:

Материалы – 48 890 р., работа - 32 000 р.

Доставка (транспортные расходы) - 280 000 р.

**Итого: 6 540 890 р.**

**Общая стоимость оборудования, подготовительных и монтажных работ: 117 015 790 р.**

С учетом расходов на СМР, проектирование, согласование и дополнительные работы размер инвестиций составит **177 015 790** рублей. Инвестиционный период принят в 1 год.

Объем переработки шлака составляет 105 600 т в год (при условии работы 1 смены по 8 часов, 22 рабочих дня в месяц). Расчеты по проекту проведены при условии выхода 40% концентрата  $Al_2O_3$  (глинозем металлургический), при условии выхода 10%  $KCl$  (флюс калий хлор), при условии выхода 10%  $NaCl$  (флюс натрий хлор) от объема, переработанного шлака.

Цена концентрата  $Al_2O_3$  принята 10000 рублей за тонну (это примерно на 20-30% ниже средней рыночной цены).

Цена флюса  $KCl+NaCl$  (калий хлор+натрий хлор), принята 3000 рублей за тонну (это примерно на 20-30% ниже средней рыночной цены).

#### **4. Технологический процесс**

Технологический процесс включает в себя доставку шлака к перерабатывающему комплексу, подготовка и классификация сырья и далее воздушная сепарация.

Готовая продукция доставляется на оборудованный участок хранения, откуда и отправляется к потребителям.

#### **Описание продукции**

Концентрат  $Al_2O_3$ , получаемый на участке аспирации (пневмосепарации), пригоден для строительной отрасли, цветной и черной металлургии, химической промышленности и производству алюминия. Химический состав продукта таблица №1.

Таблица 1. Химический состав алюмосиликатного продукта

Элементы	Содержание, %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	72,3-78,2
SiO <sub>2</sub>	5,1-8,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,0
CaO	7,1
MgO	1,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09
Ti <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,53

Концентраты флюсов, получаемый на участке аспирации (пневмосепарации), пригоден для процессов плавки в производстве алюминия. Химический состав продукта таблица №2.

Таблица2. Химический состав алюмосиликатного продукта

Элементы	Содержание, %
KCl	47,5
NaCl	47,5
NaF	5,0

### Сбыт продукции

Реализация полученных концентратов может осуществляться на ЗАСы и металлургические комбинаты производящее первичный алюминий (например, в Подольский ЗАС, ООО «Дмитровградский Завод Алюминиевого



Литья», РУСАЛ АО «Красноярский Алюминиевый Завод») а так же на предприятия в Китай. Предпочтительнее зарубежные покупатели, так как в этом случае ставка НДС равна нулю.

Таблица 4. Средние цены на продукцию 2022 год

<b>наименование</b>	<b>Средняя цена в рублях (с НДС) за тонну</b>
Концентрат $Al_2O_3$	10 000
Флюсы $KCl+NaCl$	5 000

### **Исходные данные для расчета**

Исходные данные для расчета представлены в таблице 6.

Проект рассчитан на период 6 лет, для упрощения расчетов финансов показателей проекта принято, что инвестиции полностью завершаются в течение первого года реализации и товарная продукция производится начиная со второго года реализации, при этом проект выходит на полную рентабельность. Накопленные объемы шлаков в типовых случаях обеспечивают работу проектируемого участка на срок 20 и более лет.

Стоимость продукция принята минимальной по рынку концентрат  $Al_2O_3$  10 000 руб. за тонну продукции; флюс  $KCl+NaCl$  3 000 руб. за тонну продукции (все цены с НДС).

Улучшение показателей проекта возможно также в случае благоприятной конъюнктуры рынка. При сохранении цен на конечную продукцию на уровне текущей рыночной, показатели проекта могут быть выше расчетных на 10-15%.

## **5. Финансовые показатели**

### **Инвестиции**

Инвестиционные затраты приведены в таблице 7. Суммарные затраты по проекту составляют **117 015 790** руб.

## **6. Производственные показатели.**

Расчет объемов производства по годам приведен в таблице 8.

Продолжительность сезона – принята в 12 месяцев. Число рабочих дней в сезон принято равным 264.

Производительность участка – 50 т./час. (400 тонн в сутки (при односменной работе) и 105 600 тонн за год/сезон).

Имеются резервы по повышению переработки шлаков за счет увеличения сроков работы установки при переходе на круглосуточный режим работы, что позволит получить примерно в три раза больше продукции, чем принято при расчетах.

## **7. Себестоимость производства**

Расчет себестоимости представлен в таблице 9.

Расчет себестоимости производился с учетом рисков существенного роста расходов и при минимальном росте дохода – в проекте заложен рост всего 2%. При этом увеличение расходов по каждой позиции заложено в размере не менее 4,2% за каждый год реализации проекта, что делает проект финансово устойчивым.

Таблица 6. Исходные данные для расчета технико-экономического обоснования

		2024	2025	2026	2027	2028	2029
Продукция		0	1	2	3	4	5
Рабочих дней в год	дн	264	264	264	264	264	264
Объем переработки в сутки	т/сут	400	400	400	400	400	400
Объем переработки за сезон	тонн	105 600	105 600	105 600	105 600	105 600	105 600
Извлекаемое содержание $Al_2O_3$	%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Извлекаемое содержание $KCl+NaCl$	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Добыча продукции за сезон $Al_2O_3$	тонн	0	42 240	42 240	42 240	42 240	42 240
Добыча продукции за сезон $KCl+NaCl$	тонн	0	10 560	10 560	10 560	10 560	10 560
Стоимость продукции $Al_2O_3$	руб./тон н	10 000	10 200	10 404	10 612	10 824	11 040
Стоимость продукции $KCl+NaCl$	руб./тон н	3 000	3 060	3 121	3 183	3 247	3 312
Срок реализации проекта	лет						
Выход на полную мощность	год						
Индекс роста цен на продукцию		2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Индекс роста цен на доходы, в год	%	1,79%	1,81%	1,72%	1,64%	1,96%	2,04%
Индекс роста цен на заработную	%	0,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%

плату							
Индекс роста цен на доходы, в год	%	0,00%	1,81%	1,72%	1,64%	1,96%	2,04%
То же, накопительный, к ценам 2022 г.	%	100,00%	101,81%	103,56%	105,26%	107,32%	109,51%
Индекс роста цен на эксплуатационные затраты, в год	%	0,00%	4,20%	4,20%	4,20%	4,20%	4,20%
То же, накопительный, к ценам 2022 г.	%	100,00%	104,20%	108,58%	113,14%	117,89%	122,84%
Индекс роста цен на заработную плату	%	0,00%	0,00%	0,00%	5,00%	0,00%	0,00%
То же, накопительный, к ценам 2022 г.	%	100,00%	100,00%	100,00%	105,00%	105,00%	105,00%
Ставка налога ФСС+НСПЗ	%	34,00%	34,00%	34,00%	34,00%	34,00%	34,00%
НДС	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Налог на прибыль	%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
Годовая амортизация	%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%	7,00%
Первоначальные инвестиции	руб.	<b>87 015 790</b>					
Ставка дисконтирования	%	100,00%	89,29%	79,72%	71,18%	63,55%	56,74%

Таблица 7. Объем инвестиций по проекту

	2024	2025	Итого инвестиций
Оборудование	<b>105 029 900</b>	0,00	<b>105 029 900</b>
Обустройство участка	<b>5 445 000</b>	0,00	<b>5 445 000</b>
Монтажные и пусконаладочные работы	<b>6 540 890</b>	0,00	<b>6 540 890</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>117 015 790</b>	0,00	<b>117 015 790</b>

Таблица 8. Объем производства продукции по годам

		2024	2025	2026	2027	2028	2029
Объем производства продукции <b>Al2O3</b>	тонн	0	42 240	42 240	42 240	42 240	42 240
Цена реализации	руб/тонн	10 000	10 200	10 404	10 612	10 824	11 040
в тч НДС	руб	1 666	1 700	1734	1768	1 804	1 840
Выручка от продажи продукции	руб	0	359 040 000	366 220 800	373 545 216	381 016 120	388 636 442
<b>Выручка с НДС</b>	<b>руб</b>	<b>0</b>	<b>430 848 000</b>	<b>439 464 960</b>	<b>448 254 259</b>	<b>457 219 344</b>	<b>466 363 731</b>
		2022	2023	2024	2025	2026	2027

<b>Объем производства продукции KCl+NaCl</b>	тонн	0	10 560	10 560	10 560	10 560	10 560
<b>Цена реализации</b>	руб/тонн	10 000	10 200	10 404	10 612	10 824	11 040
<b>в тч НДС</b>	руб	1 666	1 700	1734	1768	1 804	1 840
<b>Выручка от продажи продукции</b>	руб	0	89 760 000	91 555 200	93 385 600	95 251 200	97 152 000
<b>Выручка с НДС</b>	руб	<b>0</b>	<b>107 712 000</b>	<b>109 866 240</b>	<b>112 052 720</b>	<b>114 301 404</b>	<b>116 582 400</b>

Таблица 9. Себестоимость производства по годам

	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Выручка без НДС	0	448 800 000	457 778 000	466 931 520	476 270 150	485 795 553
Себестоимость, в том числе:						
Заработная плата с начислениями	0	14 599 200	15 599 200	16 095 618	16 900 398	17 745 418
ГСМ и аренда техники	0	6 876 000	7 164 792	7 465 713	7 779 273	8 106 002
Амортизация	0	12 180 000	12 180 000	12 180 000	12 180 000	12 180 000
Налог на имущество организаций	0	3 928 320	3 632 640	3 336 960	3 041 280	2 745 600
Энергоресурсы, руб.	0	9 912 000	10 328 304	10 762 092	11 214 100	11 685 092
Материалы и комплектующие на ремонт, руб.	0	10 396 560	10 833 215	11 288 210	11 762 315	12 256 332
Общехозяйственные расходы, руб.	0	2 000 000	2 000 000	2 000 000	2 000 000	2 000 000
<b>Итого по себестоимости</b>	<b>0</b>	<b>59 892 080</b>	<b>61 738 151</b>	<b>63 128 593</b>	<b>64 877366</b>	<b>66 718 444</b>

