

Всероссийский конкурс учебно-исследовательских работ старшекласников
по политехническим, естественным, математическим дисциплинам
для учащихся 9-11 классов

инженерно-техническое творчество

**Проектирование мини-завода по безотходной переработке алюминиевого
лома производительностью 10000 тонн в год**

Заклепкин Денис Олегович, 10 класс
Покинтелица Ирина Игоревна, Шефнер
Софья Евгеньевна, 8 класс
МАОУ СОШ №24, г. Краснотурьинск

Трефилова Оксана Евгеньевна,
учитель физики

Пермь. 2018.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1 РЕЦИКЛИНГ АЛЮМИНИЯ.....	6
1.1 Экологические предпосылки рециклинга алюминия.....	6
1.2 Сырьё для производства вторичного алюминия	7
1.3 Источники образования вторичного сырья	7
1.4 Алюминиевые сплавы	8
1.5 Характеристика сплава АЛ8, получение, применение, основные требования к качеству.....	8
2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРУЕМОГО МИНИ-ЗАВОДА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ АЛЮМИНИЕВОГО ЛОМА И ПОЛУЧЕНИЮ ВТОРИЧНОГО АЛЮМИНИЯ	11
2.1 Теоретические основы процесса вторичной переработки алюминия	11
2.2 Сортировка	11
2.3 Разделка лома	12
2.4 Технология получения алюминиевого сплава АЛ8 и параметры процесса .	12
3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	16
3.1 Выбор оборудования.....	16
3.1.1 Пункт приема алюминиевого лома.	16
3.1.2 Разделочный цех.....	18
3.1.3Плавильный цех	18
3.2Обоснование выбора роторной печи.....	20
3.2.1 Характеристика наклонных роторных печей.....	20
3.2.2. Характеристика РНП-10	21
3.2.3 Описание установки РНП-10.....	22
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	23
4.1 Безопасность проекта.....	23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	24
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	26
Приложение 1	28
Приложение 2	39

ВВЕДЕНИЕ

В огромном современном мире человек практически во всем использует многие разновидности металлов и их сплавов. Трудно представить жизнь современного человека без металла.

Металл окружает нас везде. Алюминий – это второй по распространенности материал, его спрос обуславливается не только наличием таких уникальных качеств, как отличная электропроводимость, пластичность и легкость, но и тем, что данный металл даже после многократных переработок не теряет своих свойств. Благодаря своим физическим и химическим свойствам алюминий нашел широкое применение. Алюминий применяется для производства вагонов, автомобилей, кораблей. Аэрокосмическая индустрия активно использует алюминиевые сплавы. Для высоковольтных линий электропередач повсеместно используются алюминиевые провода. Также алюминий используется для производства бытовых изделий, техники, запчастей для оборудования, дверных проемов, окон, кабелей, радиаторов, посуды и многого другого.

Сложно найти сферу в промышленности, где бы не встречались алюминиевые детали и изделия. Повышенный спрос предприятий на данный цветной металл для производства широкого ряда продукции обуславливает актуальность лома алюминия во всех пунктах приема металлолома.

В настоящее время большое внимание уделяется экологии нашей планеты. Множество организаций мира ищут рациональное решение проблемы загрязнения окружающей среды и сохранения исчерпаемых ресурсов. Добыча полезных ископаемых в России осуществляется в огромных масштабах, поэтому природные богатства нашей страны сильно истощаются. Производственные отрасли во всем мире начинают стремительно расти, это зависит от развития процессов технологии, поэтому главным вопросом металлургии на данный момент является модификация методов обработки металлического сырья. Сырьём для получения вторичного алюминия является алюминиевый лом.

Основные стимулы и выгоды переработки алюминиевого лома:

1. Сокращение нагрузки на месторождения алюминиевых руд (к настоящему времени сильно истощенные).
2. Улучшение экологической обстановки.
3. Уменьшение рассеяния и распыления алюминия в глобальном масштабе.

Переработка лома алюминия позволяет экономить запасы первичного алюминия и электроэнергии, обеспечивая меньший выброс вредных веществ в атмосферу. Для первичной выплавки алюминия из руды требуется электроэнергии по крайней мере 13 кВт-ч/кг, тогда как на выделение алюминия из лома требуется менее 2 кВт-ч/кг. Такой процесс экономит сырье и энергию [2].

При этом вторичный алюминий по своим показателям практически не отличается от первичного.

Вторичный алюминий занимает важный сегмент мирового рынка. Зачастую компаниям-производителям выгоднее купить алюминий, полученный путем переработки. Продажа алюминия, полученного из бытовых и промышленных отходов, также является рентабельным бизнесом, в том числе и в России.

Переработка алюминия в целом приводит к существенному снижению стоимости производства алюминия, даже учитывая стоимость сбора металлолома, его переработки и переплавки. Кроме того, существенная экономия достигается благодаря сокращению капитальных затрат, связанных с утилизацией мусора, добычей или импортом алюминиевого сырья.

Экологические выгоды переработки алюминия также огромны. Только приблизительно 5% CO₂ выделяется во время процесса переработки по сравнению с производством сырого алюминия (и еще меньший процент, если рассматривать полный цикл, включающий добычу сырья и его транспортировку). Кроме того, алюминиевая руда, как правило, добывается открытым способом, что приводит к значительным потерям плодородной земли и разрушению естественной среды [3].

Исходя из вышеперечисленного, создание и организация предприятий по переработке алюминиевого лома и получения вторичного алюминия является очень актуальной и важной задачей в наше время.

В России существует дефицит предприятий по переработке промышленных отходов алюминиевого производства, отвечающих санитарным нормам и предотвращающих ухудшение экологической обстановки.

Если рассматривать нашу область, то ближайший завод по переработке вторичного алюминия находится только в Екатеринбурге.

Цель работы: проектирование мини-завода по безотходной переработке алюминиевого лома с последующей реализацией вторичного алюминия и образующихся отходов производства.

Задачи:

- 1) показать экономическую и экологическую значимость переработки алюминиевого лома;
- 2) рассмотреть теоретические основы рециклинга алюминия;
- 3) составить технологическую схему комплексной переработки алюминиевого лома на проектируемом мини-заводе;
- 4) рассмотреть технологию получения алюминиевого сплава АЛ8 в роторной наклонной печи;
- 5) выполнить конструктивный расчет основного и вспомогательного оборудования;

- 6) внедрить технологию по переработке отвального шлака в роторной наклонной печи путем дожигания с получением продукции для дальнейшей реализации;
- 7) дать оценку возможностей комплексной переработки алюминиевого лома;
- 8) произвести оценку экономической эффективности проектируемого мини-завода;
- 9) предложить меры по обеспечению безопасности и экологичности проекта.

Актуальность проекта

Мы живем в городе Краснотурьинске Свердловской области. И до 2012 года в нашем городе работало одно из крупнейших глиноземных предприятий России - Богословский алюминиевый завод, который являлся комплексным предприятием по производству глинозема и алюминиевых протекторов высокого качества. 27 августа 2012 года «Русал» заявил о закрытии производства на Богословском алюминиевом заводе из-за его убыточности в связи с устаревшим оборудованием. На предприятии осталось лишь производство глинозема.

В 2016 году была создана программа по развитию моногородов. Наш город был включен в данную программу, в связи с этим на бывшей территории Богословского алюминиевого завода ведется строительство технопарка, которое должно завершиться к 2020 году. В связи с этим, мы хотели бы в нашей работе предложить проект предприятий для данного технопарка, чтобы опять возродить в Краснотурьинске производство алюминия, пусть во вторичном его рождении.

1 РЕЦИКЛИНГ АЛЮМИНИЯ

Важнейшую роль в развитии алюминиевой промышленности занимает производство вторичного алюминия. Главными преимуществами рециклинга алюминия по сравнению с производством первичного металла являются экономия рудных и энергетических ресурсов, существенное снижение вредного воздействия на экологию и утилизация отходов потребления.

Сегодня Россия является одной из самых крупных индустриальных держав. Промышленные отрасли страны из года в год становятся производителями алюминиевого лома.

Для России рециклинг алюминия очень актуален и органично вписывается в государственную экологическую политику. В нашей стране, накопилось более 1672,2 млн.т отходов металлургического производства и производства готовых металлических изделий. Однако средний уровень использования промышленных отходов составляет примерно 36%.

Лидирующие позиции в использовании вторичного алюминия в мире занимают США, Япония, Германия, Франция и Италия. На сегодняшний день в странах ЕС производится около 5,1 млн.т первичных и 5,2 млн.т вторичных алюминиевых сплавов в год. Автомобиль в среднем содержит более 120 кг. алюминия, 60 % из которого уже является вторичным.

При этом термины «первичный» и «вторичный» всё больше характеризуют источник получения сплава, а не качество самого металла.

Каждый день в мире образуется лом, пригодный для рециклинга. Поскольку вторичная переработка не повреждает структуру металла, алюминий может быть переработан неограниченное количество раз.

Однако в настоящее время существует дефицит предприятий по переработке промышленных отходов алюминиевого производства, отвечающего санитарным нормам и предотвращающего ухудшение экологической обстановки.

Поэтому создание таких предприятий и разработка более эффективных методов переработки алюминиевого лома и модернизации оборудования данного производства, необходимы для сокращения затрат на технологические процессы, снижения негативного влияния на окружающую среду, а так же для расширения номенклатуры выпускаемых сплавов и обеспечения высокого качества продукции.

В данной работе будет рассмотрен проект мини-завода для переработки алюминиевого лома, процесс получения сплава АЛ8 из вторичного алюминия и технология переработки отвального шлака [4].

1.1 Экологические предпосылки рециклинга алюминия

Получение алюминия из рудного сырья отрицательно сказывается на состоянии окружающей среды, что связано с выделением вредных газов и накоплением твердых отходов. Многочисленные данные свидетельствуют о том, что эмиссии алюминиевого производства наносят катастрофический

урон здоровью человека и его потомства. Наблюдается рост новообразований, болезней эндокринной системы и психических расстройств.

Значительно уменьшить отрицательное воздействие на производственный персонал вредных веществ и выбросы в окружающую среду можно при переплаве вторичного алюминия. При этом снижаются затраты сырья и энергии.

К тому же лом и отходы производства, которые используются для изготовления вторичных алюминиевых сплавов, в противном случае были бы размещены на свалках и в специальных захоронениях, т.е. приводили бы к деградации природных экосистем [5].

1.2 Сырьё для производства вторичного алюминия

Лом и отходы алюминия классифицируются по физическим признакам на классы, по химическому составу – на группы и марки, по показателям качества – на сорта.

Масса лома и кусковых отходов согласно ГОСТ 1639—93 всех групп должна быть не более 100 кг, размеры— не более 600х600х1500 мм, размеры кусков низкокачественного лома и отходов не должны превышать 1000х1000х2000 мм. Проволока, обрезь труб, листов, лент, высечка из листов, фольга, тубы, проводники тока должны поставляться в пакетах или связках, и их масса не должна превышать 150 кг.

По соглашению между поставщиком и потребителем допускается сдача лома и отходов алюминия, превышающих указанные выше массу и размеры.

Лом и отходы алюминия и алюминиевых сплавов по ГОСТ 1639—93 разделены на четыре класса:

- лом и кусковые отходы (класс А),
- стружка (класс Б),
- класс В объединяет порошкообразные отходы,
- прочие отходы (класс Г).

Класс А в свою очередь подразделяется на 10 групп.

Качество лома и отходов определяет возможность их применения взамен первичного сырья для получения готовой продукции. Наиболее эффективно использовать лом и отходы алюминия на выпуск тех марок сплавов, при обработке которых они образовались, так как в данном случае сырьё уже легировано необходимыми компонентами, что уменьшает или полностью исключает применение легирующих присадок. Приготовленные в результате этого вторичные сплавы после рафинирования практически не уступают первичным [6].

1.3 Источники образования вторичного сырья

По источникам образования отходы алюминия делятся на две большие группы: отходы производства и отходы потребления.

Лом и отходы алюминия, формируются во всех отраслях промышленности, потребляющих как непосредственно цветные металлы, так и изделия и оборудование, содержащее алюминий.

Отходы производства образуются:

- при разливке металлов и сплавов (в виде крупных брызг, съемов, сплесов, шлаков);
- при механической обработке алюминия;
- при нанесении защитных покрытий;
- при обработке слитков на прокатных станах, прессах, молотах (в виде кромок, обрезков, высечки, обдирочной стружки);
- при производстве кабельной продукции (концы и обрезь кабеля и проволоки, путанка).
- в результате механической обработки полуфабрикатов (значительная часть металла переходит в стружку, обрезь, выштамповку).

К отходам относятся и пробы алюминия и сплавов, взятые для определения химического состава и механических свойств, а также брак на всех стадиях производства.

Отходы потребления по источникам образования делят на три группы:

- лом промышленный, транспортный и сельскохозяйственный;
- лом военный;
- лом бытовой.

Переработка лома и отходов в местах их образования – главное направление их рационального использования. Однако объемы переработки лома и отходов в местах их формирования ограничиваются техническими и технологическими возможностями этих предприятий [7].

1.4 Алюминиевые сплавы

Все сплавы алюминия можно разделить на 3 группы:

- деформируемые для прокатки, прессовки,ковки, штамповки и т.д.;
- литейные, предназначенные для фасонного литья;
- сплавы, получаемые методом порошковой металлургии.

Алюминиевые сплавы разделяют на литейные и деформируемые.

Алюминиевые сплавы нашли широкое распространение в промышленности, благодаря малой массе, сравнительно невысокой температуре плавления, высокой коррозионной стойкости, малой склонности к образованию трещин, сравнительно небольшой усадке, хорошей обрабатываемости и другим свойствам.

По ГОСТ 2685-75 в зависимости от химического состава различают пять групп алюминиевых сплавов.

1.5 Характеристика сплава АЛ8, получение, применение, основные требования к качеству

Сплав АЛ8 относится к литейным алюминиевым сплавам.

Механические свойства литейных алюминиевых сплавов зависят от содержания легирующих компонентов и от содержания примесей.

Алюминиевый сплав АЛ8 получается на основе системы элементов алюминий (Al) - магний (Mg). Данный сплав характеризуется наиболее высокими литейными свойствами.

Модификаторами сплава являются марганец (Mn), титан (Ti), железо (Fe), цинк (Zn), кремний (Si), медь (Cu), цирконий (Zr), бериллий (Be). При введении в жидкий металл данных добавок, химический состав сплава существенно не меняется, но происходит воздействие на процессы кристаллизации, измельчается структура, и заметно повышаются свойства литого материала.

Данный сплав изготавливается в соответствии с ГОСТ 1583-93.

Влияние модификаторов на состав сплава АЛ8

Магний повышает коррозионную стойкость и прочность, уменьшает удельный вес, но не снижает пластичности. Магний даже в весьма малых количествах при наличии в сплаве примеси железа придает сплаву способность к старению при комнатной температуре. В процессе старения происходит распад пересыщенного твердого раствора, что сопровождается упрочнением сплава.

Кремний повышает литейные свойства и снижает горячее растрескивание.

Медь обеспечивает прочность.

Марганец в алюминии несколько повышает коррозионную стойкость сплава и прочность.

Титан также служит в сплаве модифицирующей добавкой, улучшающей технологичность сплава при литье. Модифицирование титаном позволяет практически ликвидировать склонность сплава к горячим трещинам при литье. Благодаря интенсивному изменению структуры титан способствует повышению пластичности и прочности.

Железо очень мало растворимо в алюминии, и уже при тысячных долях процента при низких температурах появляется новая фаза $FeAl_3$.

Железо уменьшает электропроводность и химическую стойкость чистого алюминия, понижает пластичность и способствует растрескиванию полуфабрикатов при деформации. Однако, небольшое количество железа в присутствии кремния не оказывает отрицательного влияния на механические свойства сплавов, значительно уменьшает склонность к трещинообразованию при литье и сварке.

Модифицирование цинком позволяет увеличить жидкотекучесть сплава и получить плотные отливки. Высокая жидкотекучесть позволяет отливать тонкостенные детали сложной формы.

Бериллий уменьшает окисляемость при плавке, литье, термической обработке. Это позволяет вести плавку с малым количеством защитных флюсов.

Цирконий вводят для измельчения зерна и уменьшения газовой пористости. Цирконий обладает способностью образовывать с водородом прочные соединения, которые, оставаясь в сплаве, способствуют измельчению его структуры, в результате чего повышаются механические свойства сплава. Кроме того, присутствие циркония в алюминиевом сплаве улучшает свариваемость, уменьшает восприимчивость к коррозии под напряжением, уменьшает чувствительность к скорости охлаждения при закалке.

Сплав АЛ8 склонен к естественному старению, что ведет к значительному снижению относительного удлинения.

Легирование сплава АЛ8 Be, Ti, Zr не только устраняет его склонность к окислению и росту зерна, но и тормозит естественное старение, вызывающее снижение пластичности и вязкости сплава.

Недостатки сплава:

- склонность к разупрочнению при работе в условиях повышенных температур. Однако при кратковременном (до 15 минут) нагреве до 250°С сплавы не разупрочняются.

- повышенная склонность к взаимодействию с газами, что приводит к образованию в отливках газовой пористости и газовых раковин, в связи с чем, приготовление сплава нужно проводить под флюсом.

Сфера использования сплава АЛ8:

- изготовления фасонных отливок различного назначения;
- изготовления деталей, работающих в условиях высокой влажности, в судо, самолето- и ракетостроении (детали приборов, наиболее ответственные узлы и детали самолетов несложной конфигурации, подверженные ударным нагрузкам и коррозионным воздействиям, вилки шасси и хвостового оперения, штурвалы и другое);

- для изготовления отливок деталей трубопроводной арматуры и приводных устройств к ней.

На проектируемом предприятии сплав АЛ8 разливается в чушки.

Продукция в виде чушкового алюминия поставляется потребителю для дальнейшего расплавления в раздаточных печах и уже в жидком виде используется для изготовления отливок требуемых деталей.

Проектируемое предприятие выпускает чушки-бруски с трапецеидальным сечением. Линия разлива обеспечивает разлив жидких вторичных сплавов в формы весом 12-13 кг. Простейшая трапецеидальная форма выпуска чушки вторичных алюминиевых сплавов обуславливается изложницами, выполненными из жаростойкого чугуна высоких марок, достаточно быстро охлаждающих разлитый алюминий, который при охлаждении сокращает свои линейные размеры во всех направлениях. Как раз трапецеидальная форма позволяет после охлаждения достаточно легко вынимать остывшую чушку из изложниц для дальнейшей укладки в пачки. На чушке потребитель может так же увидеть и ряд всевозможных пережимов и, на первый взгляд, не совсем нужных бугров и выжимок, которые обеспечивают сохранение формы пачек при транспортировке, зацепляясь друг-за-друга при правильной укладке, а так же для упрощения разламывания чушек на более мелкие куски.

Таблица 1.1 Сплав АЛ8 в чушках

ГОСТ	Производитель	Форма выпуска / Упаковка	Цена за тонну с НДС
ГОСТ 1583-93	Собственног о производства	чушка 12-13кг / пакет от700 до 1000 кг	по запросу

Таблица 1.2 – Размеры чушек

Размеры, мм				
L ₁	L ₂	H	a	b
660±10	540±10	90±5	80±5	100±5

2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРУЕМОГО МИНИ-ЗАВОДА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ АЛЮМИНИЕВОГО ЛОМА И ПОЛУЧЕНИЮ ВТОРИЧНОГО АЛЮМИНИЯ

2.1 Теоретические основы процесса вторичной переработки алюминия

Процесс переработки алюминиевого лома начинается с первичной переработки.

Под первичной переработкой лома и отходов понимают приведение их в состояние, обеспечивающее эффективную последующую металлургическую переработку. Первичной обработке подвергают амортизационный лом, засоренные, нетранспортабельные отходы. Тщательная и качественная подготовка лома и отходов к металлургическому переделу позволяет достигнуть высоких технико-экономических показателей, получить минимальные потери металлов, снизить удельные расходы топлива, электроэнергии, флюсов, эффективно использовать металлургическое оборудование, транспортные средства, повысить производительность труда и качество получаемых металлов и сплавов.

Первичная обработка алюминиевого лома и отходов предусматривает проведение следующих основных операций: сортировки, разделки, пакетирования, брикетирования, дробления, измельчения, сушки и обезжиривания, сепарации.

Для первичной переработки специфических видов вторичного сырья (стружка, аккумуляторы, электродвигатели, проводники тока) используют специализированные линии [9].

2.2 Сортировка

Эта операция первичной обработки алюминиевого лома и отходов цветных металлов имеет цель разделить лом и отходы на однородные металлы и сплавы, а так же удалить черные металлы и неметаллические материалы.

Поэтому сортировка проходит в несколько стадий:

- видовая сортировка;

- сортировка по внешним признакам;
- химические и инструментальные методы сортировки;
- сортировка по крупности.

2.3 Разделка лома

Разделка лома и отходов – это освобождение основного цветного металла или сплава от засоренности, а так же приведение к массе и размерам, удобным для их дальнейшей переработки.

Цель этой операции заключается в удалении приделок из черных металлов и неметаллических материалов, в разделении механически связанных деталей из различных металлов и сплавов, а так же в уменьшении размеров кусков лома до величины, удобной при выполнении последующих операций.

Основная масса лома и отходов подвергается разделке путем резки и дробления. Применение того или иного способа разделения лома определяется физико-химическими характеристиками перерабатываемых отходов и наиболее часто осуществляется при помощи резки: огневой, ножничной, пилами а так же различными устройствами.

Разделку демонтажем проводят в редких случаях, когда необходимо извлечь из лома ценные детали и изделия: шариковые подшипники, крепежные детали. Обычно ее ведут методами разрушения - резкой, рубкой, разбивкой.

К операциям разделки относятся дробление и измельчение, пакетирование и брикетирование, операции по обработке электродвигателей, кабелей, аккумуляторных батарей, радиаторов, артиллерийских гильз и других видов вторичного сырья [11].

2.4 Технология получения алюминиевого сплава АЛ8 и параметры процесса

Приготовление сплава АЛ8 на проектируемом мини-заводе осуществляется следующим способом.

Шихтовые материалы поступают на участок приготовления сплава АЛ8 с помощью погрузчика. После проведения входного контроля производится расчет шихтовых материалов, необходимых на плавку. Согласно этого расчета производится навеска шихтовых материалов.

Загрузка измельчённого шредером и прошедшего магнитный сепаратор металлолома в роторную наклонную печь производится с помощью вибрлотка.

В РНП нет необходимости заранее смешивать компоненты шихты. Перемешивание происходит в самой печи на начальных этапах плавки.

На первом этапе переплавки печь должна обеспечивать:

- эффективное плавление металла, а также отделение нежелательных компонентов, которые прикреплены к алюминию и не были удалены при предварительной механически обработке лома;

- защиту поверхности расплава при переработке лома алюминия от окисления.

Это достигается добавлением порошкового флюса для отшлаковки и защиты поверхности расплава при переработке лома алюминия.

В качестве флюса используется смесь хлоридов натрия и калия (47 % NaCl и 30 % KCl) с добавлением 23% Na_3AlF_6 .

Флюс представляет собой бело-серый порошок и поставляется в пластиковых мешках по 25 кг.

Метод применения флюса:

1. После плавки первой части лома добавляем 2-3 % флюса от общей массы лома. После этого замешиваем флюс в расплав вращением печи.

2. Добавляем новую партию лома в печь и после расплавления лома вводим флюс в количестве 2 — 4 %. Замешиваем флюс в расплав вращением печи в течение 20 мин.

Вторым этапом металлургической переплавки алюминиевого лома является этап рафинирования расплава, полученного на первом этапе.

Для рафинирования (очистки) от неметаллических включений (оксиды, карбиды и др.) и уменьшения содержания растворенных газов в расплаве алюминия опять вводим флюс в количестве 2 — 3 % и замешиваем в расплав вращением печи в течение 15 минут.

Третьим этапом металлургической переплавки алюминиевого лома является этап доводки алюминиевого расплава, полученного на втором этапе. На этом этапе получаем заданный алюминиевый сплав АЛ8. В печь загружаем необходимые легирующие элементы и перемешивают их с исходным алюминиевым расплавом в печи.

Лигатуры AlZr, AlTi и AlBe поставляются в вафельных слитках весом около 7 килограммов.

Добавляем по отдельности лигатуры в расплав алюминия, расплав нагреваем до 700°C , и добавляем слой флюса в количестве 2% от массы шихты. Хорошо перемешиваем расплав, чтобы гарантировать однородность и полное усвоение каждой легирующей добавки.

После промешивания и полного растворения лигатур в алюминии отбираем пробу на экспресс-анализ. При неудовлетворительных результатах экспресс-анализа производим подшихтовку или расшихтовку при температуре 700°C - 720°C .

При удовлетворительных результатах анализа в расплав добавляем чушковой магний. Затем сплав еще раз перемешивают до тех пор, пока расплав не будет иметь зеркальную поверхность. Флюс во время плавки добавляется по мере надобности, чтобы металл всегда был покрыт флюсом.

По результатам экспресс-анализа при необходимости производим подшихтовку магнием при температуре 700°C - 720°C .

С целью рафинирования и повышения механических и физико-химических свойств сплава АЛ8 в конце плавки его обрабатывают фторцирконатом калия K_2ZrF_6 в количестве 1% от массы шихты. После добавления фторцирконата калия сплав перемешивают в течение 8—10 мин. Во время

перемешивания происходит погружение солей в расплав, и выпадение остаточных шлаков.

После этого отбираем пробу на экспресс-анализ. При удовлетворительных результатах анализа производим разливку металла.

Требование по газосодержанию – 1 балл пористости обеспечивается флюсовой обработкой и необходимости в дополнительном рафинировании расплава нет.

Сплав АЛ8 разливают при температуре 680—700°С в подогретые чугунные изложницы. Эта температура наиболее благоприятна для получения высоких механических свойств литых изделий.

Разливка металла осуществляется через загрузочную горловину при выключенном механизме вращения барабана и управляемом оператором наклоне барабана. При этом находящийся в печи шлак удерживается специальным скребком.

Струя металла поступает на сливной желоб, направляющий поток алюминия на разливочный конвейер. Изложницы при разливке по очереди подводятся под разливочный конец желоба. Посередине конвейера установлен клеймитель, который ударом наносит на чушку № плавки, № залива. От каждого залива отбирается проба расплава в изложницу, которая передаётся в спектральную лабораторию для определения окончательного химического состава сплава. При литье закристаллизовавшаяся чушка падает в конце конвейера в металлическую коробку для сбора чушки, установленную в приемке ниже конвейера[13].

После отливки одного залива (после заполнения коробки чушкой) извлекают коробку из приемки при помощи погрузчика, взвешивают и производят вываливание чушки на пол для охлаждения, пустую коробку немедленно устанавливают в приемку и начинают следующий залив.

Для извлечения остатков металла из солевого шлака, после слива основной массы металла вместо выгрузки солевого шлака производится его интенсивное перемешивание за счет вращения барабана с максимальной скоростью. Это позволяет дополнительно извлечь металл, разлив которого происходит по описанной выше схеме.

По окончании слива расплавленного алюминия происходит дробление отвального солевого шлака. Для обеспечения получения мелкого куска вторичного отвального шлака фракции 50 мм и менее, сразу по окончании вторичного слива остатков расплавленного алюминия до выгрузки отвала из печи, во внутреннее пространство печи на поверхность горячего отвала вводится измельченный и охлажденный отвальный шлак предыдущих плавов, в объеме 20-30% от расчетного объема отвала в печи.

В печи производится смешение холодного и горячего отвала при ее вращении, время перемешивания 1-2 минуты.

В результате проведения такой обработки из печи выгружается охлажденный шлак, который не спекается и не образует крупных кусков с

минимальным содержанием алюминия. Шлак не пристает к футеровке печи, что облегчает ее чистку.

Шлак выгружается при несколько большем наклоне и медленно вращающемся барабане в контейнер, установленный на рельсах под отверстием печи. Контейнер подвозят к роторной печи с усиленной футеровкой, загружают в печь с помощью вибрлотка и производят дожигание отвального шлака.

После охлаждения чушек до температуры 40°C производится их упаковка. Чушки укладывают в пакеты массой не более 800 кг. Каждый пакет обвязывают двумя поясами алюминиевой катанки в две нити, натянутой и скрепленной в замок. Обвязку сверху и снизу скрепляют двумя стяжками из алюминиевой катанки. На литниковую часть каждой чушки в пакете наносят товарный знак методом клеймения [14].

При упаковке производится контроль соответствия чушки заданным требованиям и отсев несоответствующей продукции, от каждого залива отбирается по одной чушке на исследования (определение балла пористости и определение содержания шлаковых, окисных и других инородных включений в изломе чушки).

После упаковки производится взвешивание каждого пакета с чушкой, окончательный контроль качества и вывешивание идентификационного ярлыка.

При удовлетворительных результатах окончательного химического состава сплава и исследований чушек продукция считается годной и вывозится автотранспортом на склад готовой продукции.

Съемы и сплесы, образовавшиеся при литье, отходы чушек, которые возвращают из лаборатории, взвешивают и вовлекают в последующие плавки. Контроль температуры расплава в роторной наклонной печи производят при помощи термопары в чехле с графитовым наконечником, установленной в кармане печи, и автоматического потенциометра с записью на диаграммной бумаге.

Контроль температуры осуществляется с момента наплавления металла в количестве, достаточном для установки термопары, и прекращается по окончании разливки металла. Для контроля t_0 плавления применяется не погружная термопара ТХА 01-92-ТЗМ и прибор отображения информации ТРИМ.

Продолжительность технологического цикла, протекающего в плавильной печи, представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Продолжительность технологического цикла, протекающего в плавильной печи

Наименование операции	Продолжительность, ч	Время, в течении которого загрузочное окно открыто, ч
Загрузка шихтовых материалов	0,5	0,5

Плавление шихтовых материалов, набор температуры 700°С	3,0	-
Промешивание	В течение всей плавки	-
Обработка флюсом	0,17	0,17
Экспрес-анализ	0,16	0,16
Выливка металла	0,5	0,5
Выгрузка шлака	0,17	0,17
ИТОГО:	4,5	1,5

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО МИНИ-ЗАВОДА

3.1 Выбор оборудования

На выбор оборудования, необходимого для переработки алюминиевого лома и получения вторичного алюминия, влияет ряд факторов: масштаб производства, энергоресурсы, назначение продукции и другое.

Главной задачей является обеспечение высокого качества металла, при минимальных капиталовложениях и низкой себестоимости. Для этого необходимо наличие специального оборудования, которое приводит лом металла в надлежащий вид и позволяет его, как можно более компактно сформировать. Оборудование для переработки металлолома должно отличаться своим качеством, надёжностью, простотой в обращении и обслуживании, своей маневренностью и значительной мощностью.

3.1.1 Пункт приема алюминиевого лома.

Зачастую лом алюминия поступает в пункты приема, как в виде различных изделий, так же отходов, которые остаются после обработки заготовок в производстве. Эти изделия, отслужив свой положенный срок, в силу своей неостребованности, пришли в негодность, превратившись в лом алюминия, который становится сырьем для новых изделий, инструментов, электрооборудования, строительных материалов, и другой продукции.

Для пункта приема металла необходима не такая уж и маленькая площадь – не менее 50 кв.м. Если территория базы является достаточно большой, то она должна быть обнесена забором. Удобный подъезд и подход к пункту приема являются обязательными.

Для данного проектируемого предприятия выберем площадь пункта приема металла 55 кв.м.

Пункт по приему металла будет оснащен следующим оборудованием:

1. Автомобильные весы.

Автомобильные весы до 60 тонн ВСА-Р60000-24. предназначены для статического взвешивания автомобилей, грузовиков, прицепов, полуприцепов и цистерн с полным заездом на платформу. Выявляют расхождения при приемке

и отгрузке товаров. Весоизмерительное оборудование такого типа выдерживает нагрузку со стороны каждой оси до 33 тонн. Автовесы серии ВСА представляют собой модульные устройства колеечного типа с сотовой структурой. Рабочий температурный диапазон индикатора -10° до $+40^{\circ}$. Рабочий температурный диапазон датчиков -30° до $+40^{\circ}$.

Макс. нагрузка: 60 тонн.

Длина платформы: 23,4 м.

Цена деления: 20 кг.

Погрешность: от 5 кг.

2. Весы для приема товара.

Весы специального назначения ВСН-8. Предназначены для статического высокоточного измерения массы крупных грузов при контрольных и технологических операциях в промышленности и лабораториях. Используются в сфере промышленной метрологии.

Макс. нагрузка: 600 кг.

Цена деления: 50 г.

Размер платформы: 800х600 мм [16].

3. Транспорт для перевозки металла.

Вилочный погрузчик Nissan 01ZFJ01A(M)18U грузоподъемностью 1750 кг. Для погрузочно-разгрузочных операций и перевозок грузов на близкие расстояния на установленных поддонах или в другой таре.

Так же потребуются некоторые другие предметы – магнит, дозиметр радиации, портативный лазерный анализатор [17].

4. Магнитные детекторы (сверхмощные корпусные магниты) для сортировки металлолома.

Магнитный детектор 75*20 мм. Предназначен для суперглубинной (до 20 см) идентификации содержания железа в сдаточном ломе. Позволяет качественно производить дополнительную сортировку цветного металлолома полученного от поставщиков, с целью проверки качества и однородности металлолома.

5. ДКГ-07Д «Дрозд» - Дозиметр гамма-излучения

Данный прибор удобный для проведения радиационных обследований. Результат измерения и его погрешность индицируются непрерывно с момента начала измерений и постоянно уточняются. Благодаря звуковой сигнализации может быть использован также для экспресс-оценки радиационной обстановки [18].

6. Анализатор металла с определением углерода Laser-Z 500.

Laser-Z500 позволяет анализировать - в металлах, сплавах, - химические элементы от Н (Водорода) до U (Урана), на минимально возможных концентрациях. Лазерный анализатор Laser-Z500 основан на методе лазерно-искровой эмиссионной спектрометрии (LIBS, LIBZ), имеет повышенную мощность импульсного лазера [19].

Спектр применений:

- Входной/выходной контроль сплавов;

- Возможность анализа легких элементов (водород, литий, бериллий, бор);
- Твердые вещества, порошки, жидкости;
- Сортировка лома;
- Лаборатории.

3.1.2 Разделочный цех.

1. Мобильный шредер

Для разделки и измельчения лома будем использовать мобильный шредер Thor 2121 K.

Мобильный шредер Thor 2121K предназначен для переработки (измельчения) лома цветных и черных металлов.

А так же вспомогательное оборудование и инструмент: шуруповерты, болгарки, пилы.

Лом будет загружаться в шредер при помощи перегружателя с грейферным захватом.

2. Перегрузатель с грейферным захватом

Колесный перегружатель, погрузчик лома, металла стружки. сыпучих грузов TEREX FUCHS MHL двигатель Perkins от FUCHS 340, 500 м/ч, 155 л.с., свой вес 22.000 кг, грейфер 0,4 м³ 4 лепестка, ротатор, цельнолитые колеса, лапы 4 шт, центр. смазка, длина стрелы 11,5 м, гидравлический подъем кабины, макс. грузоподъемность 13000 кг [20].

3.1.3 Плавильный цех

1. Роторная наклонная печь РНП – 10 с виброзагрузочным устройством D1,86/L3,6 и системой пыле- и газоочистки.

Печь плавильная РНП -10 предназначена для обеспечения процесса плавки цветного металла и последующего его розлива в формы в различных видах производства в районах с умеренным климатом (исполнение У по ГОСТ 15150-69) при температуре окружающего воздуха от минус 20° С до плюс 40° С.

2. Конвейер разливочный, КРН02

Конвейер разливочный, КРН02 предназначен для разлива алюминия в чушку до 15кг и пирамидку до 200г.

Технические характеристики:

Количество изложниц 46 шт.

Количество чушек в изложнице 1 шт.

Количество пирамидок в изложнице до 20 шт.

Материал изложниц СЧ20

Привод конвейера Планетарный мотор-редуктор

Высота края разливочного колеса от пола 1060 мм.

Высота тары в зоне выгрузки 850 мм.

Скорость разлива в чушку 1,5-3 т/час.

Скорость полуручной разливки на пирамидках до 0,9 т/час.

Масса с изложницами 4,9 т.

3. Роторная наклонная печь с усиленной футеровкой и виброзагрузочным устройством для дожигания отвального шлака РНП -1.

Печь плавильная РНП-1 с усиленной футеровкой из жаропрочного материала предназначена для переработки отходов алюминиевого производства (для дожигания отвального шлака). (Исполнение У по ГОСТ 15150-69 – индивидуальный заказ).

4. Пылеосадительная камера КДМ2047 4901460 для конденсации металлического алюминия и оксида алюминия в виде частиц размерами более 100 микрон.

5. Пластинчатый электрофильтр ОГП 4-8 для осаждения смеси хлоридов натрия и калия (солевой составляющей части отходов).

А так же вспомогательное оборудование и материалы.

Таблица 3.1 Прайс-лист по оборудованию проектируемого предприятия

	Наименование оборудования	Количество	Цена, руб
	Автомобильные весы до 60 тонн ВСА-Р60000-24	1	1 322 466
	Весы специального назначения ВСН-8	1	51 420
	Вилочный погрузчик Nissan 01ZFJ01A(M)18U	3	400 000
	Магнитный детектор 75*20 мм	1	5500
	ДКГ-07Д «Дрозд» - Дозиметр гамма-излучения	1	25 670
	Мобильный шредер Thor 2121 К	1	20 000 000
	Перегрузатель с грейферным захватом TEREX FUCHS MHL	1	4 000 000
	Роторная наклонная печь РНП – 10 с с виброзагрузочным устройством D1,86/L3,6 и системой пыле- и газоочистки.	1	7 000 000
	Конвейер разливочный, КРН02	1	250 000
0	Роторная наклонная печь РНП -1с усиленной футеровкой и виброзагрузочным устройством для дожигания отвального шлака РНП -1	1	6 600 000
1	Пылеосадительная камера КДМ2047 4901460 для конденсации металлического алюминия и оксида алюминия в виде частиц размерами более 100 микрон	1	60 335
2	Пластинчатый электрофильтр ОГП 4-8 для осаждения смеси хлоридов натрия и калия (солевой составляющей части отходов)	1	610 000
3	Оборудование для газоочистки		5 000 000
	Вспомогательное оборудование		5 674 609

4			
ИТОГО:		51	27 050

3.2 Обоснование выбора роторной печи

Ключевым оборудованием металлургической обработки алюминиевого лома (отходов) являются печи.

Для получения максимально эффективной технологии переплавки алюминия, особенно с точки зрения экономики и экологии, выбор печи для переплавки алюминиевого лома является очень важным моментом.

Необходимо принять во внимание:

- типы доступного алюминиевого лома, которые можно переплавлять на данном оборудовании,
- типы сплавов, которые нужно получить на выходе,
- доступность энергетических и других ресурсов,
- основной вид энергии и тип топлива (газ или жидкое топливо),
- инфраструктура окрестностей будущего производства,
- необходимая производительность оборудования и т. д.

На проектируемом предприятии для плавки алюминиевого лома, получения сплава алюминия АЛ8 и для переработки отвальных шлаков, образующихся после плавки лома, используем роторные наклонные печи.

3.2.1 Характеристика наклонных роторных печей

Наклонные роторные печи — это высокопроизводительные плавильные устройства, которые дают высокий выход годного металла и идеально подходят для переработки алюминиевых шлаков и разносортного лома.

В мировой практике в последние десятилетия используются преимущественно роторные барабанные печи, отапливаемые природным газом или дизельным топливом. В таких печах можно перерабатывать практически все виды лома и отходов, в том числе с содержанием металла менее 20%, сильно окисленные отходы от дробления и пакетирования пищевых банок, фольгу, мелкую стружку, которые в иных типах печей плавить неэффективно.

В роторной барабанной печи осуществляется:

- очищение расплава от газовых и неметаллических включений в результате непрерывного перемешивания расплава, жидким флюсом и обмывание расплавом загруженной шихты;
- обеспечение удаления магния из расплава за счет реакции с составляющими флюса;
- понижение расхода флюса - из-за того, что наружная поверхность расплава, по отношению к его общему весу меньше, чем в других печах;
- снижение потерь металла в печи за счет интенсивного обмывания шихтовых материалов солевым раствором, что способствует удалению оксидных включений из расплава;
- высокая скорость плавки - благодаря улучшенному теплообмену в барабане печи за счёт возврата продуктов сгорания внутри барабана печи.

Смешивание газов с частицами происходит более интенсивно, что обеспечивает отличный теплообмен.

- непосредственное флюсование раскаленного шлака, уменьшение потерь от угара;

- полная механизация операций загрузки шихтовых материалов, контроль температурного режима плавки, выдачи расплавленного металла и удаления из печи шлака - управление печью вынесено на один пульт;

- полное исключение насталеобразования на футеровке печи, так как она непрерывно очищается расплавленным металлом и флюсом;

- герметичность рабочего пространства печи, исключение выбивания газов в помещение цеха;

- значительное уменьшение времени цикла для шихтовки и слива металла - благодаря наличию большой загрузочной двери и контролю за процессом опрокидывания барабана печи.

Преимущества роторной печи:

- 1) Быстрая окупаемость (3-5 мес.).

- 2) Минимальные трудозатраты (1-2 чел.).

- 3) Низкий угар металла и быстрое плавление благодаря новым технологиям.

- 4) Возможность плавки алюминиевых лигатур, низкокачественного, неразделанного и негабаритного лома, шлака с железными приделками.

- 5) Возможность плавки влажной и маслянистой стружки, баночного лома.

- 6) Низкие удельные показатели расхода газа и флюсов.

- 7) Малые габариты, мобильная рама, возможность перестановки и транспортировки печи, быстрый запуск в работу на новом месте.

- 8) Огнеупорная футеровка с длительным сроком службы;

- 9) Конструкция печей разработана для транспортировки ее до места назначения обычным длинномерным транспортом.

Наклонные роторные печи дают высокий выход годного металла и идеально подходят для переработки шлаков, фольги, стружки, разносортного и прессованного лома. Печь позволяет вести плавку лома с применением экзотермического флюса, переработку шлака с экзотермическим флюсом, переработку горячего шлака, сухую плавку лома и шлаков. Наклонные роторные печи отличаются высокой скоростью плавки, непосредственное флюсование раскаленного шлака, возможность переплавки лома с включениями железа с отделением его от алюминия [21].

3.2.2. Характеристика РНП-10

Для плавки алюминиевого лома, получения сплава алюминия АЛ8 выбираем роторную наклонную печь РНП – 10 с виброзагрузочным устройством D1,86/L3,6 и системой пыле- и газоочистки.

РНП-10 имеет большой срок эксплуатации, небольшие потери тепла в окружающей среде за счет специальной теплоизоляции, содержит в своем составе систему пылегазоочистки, которая позволяет снизить выбросы вредных

газов и пыли в атмосферу, что делает процесс переплава вторичных алюминиевых ломов и отходов алюминиевых сплавов экологически чистым. Отходящие газы выходят через окно в двери печи в аспирационный зонтик, далее в автономную систему пыле- и газоочистки.

Печь комплектуется следующим дополнительным оборудованием:

- 1) Поворотные механизмы разливки алюминия;
- 2) Изложницы чугунные для отливки чушки (вес чушки 12-13 кг) по ГОСТ 11070-74;
- 3) Вибропитатель передвижной для загрузки печи;
- 4) Загрузочный бункер 3 м³, для загрузки питателя передвижного;
- 5) Система пыле- и газоочистки.

3.2.3 Описание установки РНП-10

Металлоконструкция печи представляет оболочковую конструкцию в виде усеченного конуса (из конструкционной углеродистой стали толщиной 8 мм), которая монтируется на подвижную платформу, имеющую возможность подъема - опускания. Задней частью барабан опирается на подшипниковую опору, передней - на роликовые опоры. Подвижная платформа является сварной металлоконструкцией, состоящей из продольных и поперечных балок. На платформе установлены опорные ролики, планетарный редуктор, гидравлический привод вращения барабана, асинхронный двигатель. Для подъема-опускания платформы имеются приводные гидроцилиндры на специальных кронштейнах. Печь оборудована электромеханизмом открывания крышки плавильного барабана с разворотом на 180 градусов. Печь комплектуется гидростанцией управления вращения и подъема барабана [22].

Все управление печи размещено на пульте маслостанции, что позволяет легко и удобно проводить расплав и розлив металла.

Основные детали роторной наклонной печи РНП-10 представлены на рисунке 3.1

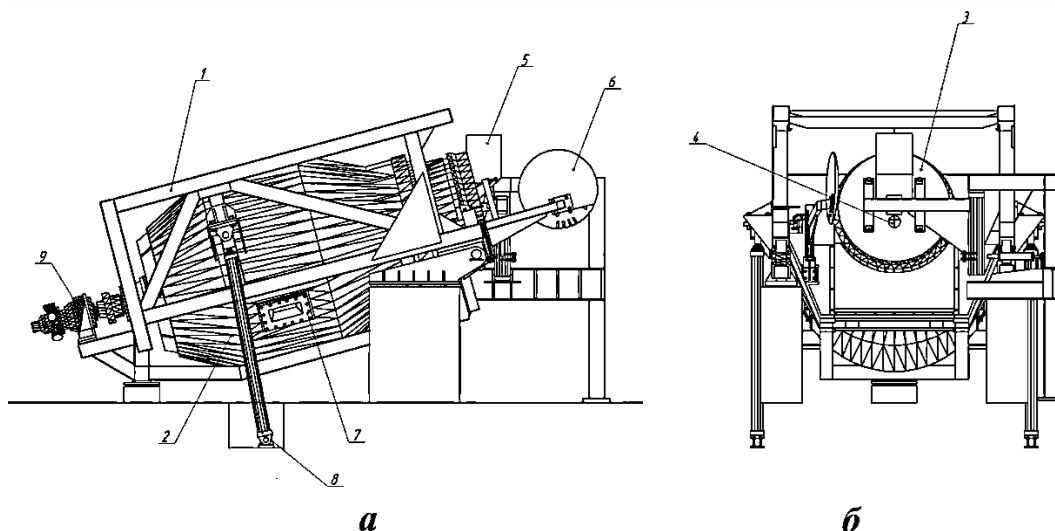


Рисунок 3.1 - Основные детали роторной наклонной печи РНП-10: а – вид сбоку, б – вид с торца, 1 - поворотная рама, 2 - корпус печи, 3 – горелочный щит (крышка печи), 4 - газовая инжекторная горелка, 5 - патрубок для вывода отходящих газов из печного пространства, 6 – жароотражатель, 7 – окно для измерения температуры печи, 8 - гидроцилиндр подъёма, 9 – электропривод вращения печи.

Подробное описание предлагаемого способа переработки отвального солевого шлака, образованного при производстве алюминия из лома и отходов, на проектируемом мини предприятии представлено в **Приложении 1**.

Расчет коммерческой эффективности инвестиционного проекта представлен в **Приложении 2**.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

4.1 Безопасность проекта

Условия труда - совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность работника. Охрана труда - система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические и иные мероприятия. Создание здоровых и безопасных условий труда обеспечивает не только сохранение здоровья работников, но и в значительной степени способствует повышению производительности труда.

Правовые нормы в области охраны труда содержат следующие законы и подзаконные акты:

- Конституция Российской Федерации;
- Трудовой кодекс российской Федерации;
- Федеральный закон от 28.12.2013 Хб 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»;
- Федеральный закон от 24.07.1998 К2 125-ФЗ «Об обязательном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» ;
- указы Президента Российской Федерации;
- постановления правительства Российской Федерации;
- прочие нормативные акты.

Главной целью государственной политики в области охраны труда является обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников [29].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрена актуальность, важность и целесообразность создания и организации предприятий по переработке алюминиевого лома и получения литейных сплавов на основе вторичного алюминия.

В работе представлен проект мини-завода по переработке алюминиевого лома производительностью 10000 тонн в год. В данном проекте рассмотрена технология переработки разносортного алюминиевого лома в роторной наклонной печи. Использование роторной наклонной печи РНП-10 делает процесс переплава вторичных алюминиевых ломов и получения литейного алюминиевого сплава АЛ8 экономичным и экологически чистым.

Получение сплава АЛ8 на базе вторичного алюминия позволяет значительно понизить энергоёмкость процесса по сравнению с производством данного сплава из первичного алюминия.

В работе составлена принципиальная технологическая схема переработки алюминиевого лома, основными операциями которой являются: подготовка лома, переплавка и получение конечного продукта.

Предложен комплексный метод безотходной переработки алюминиевого лома. То есть отходы, которые обычно подлежат дорогостоящему и экологически вредному захоронению, в данной работе предлагается перерабатывать, и в дальнейшем, пускать на реализацию, с целью получения прибыли.

Использование последовательно соединённых - роторной наклонной печи РНП-1, в качестве реактора для дожигания отвального алюминиевого шлака, пылесадительной камеры и электрофильтра, позволяет получать следующие продукты производства:

- 1) сыпучий материал, состоящий из оксидов алюминия и шпинели (оксидная составляющая часть отходов), в котором полностью отсутствует металлический алюминий, что позволяет использовать его при производстве жаростойких бетонов, кирпича, других жаростойких изделий и для приготовления формовочных смесей в литейном производстве;

- 2) алюминиевый концентрат содержащий металлический алюминий, который можно выделить в чистом виде металлургическим способом;

3) солевую составляющую, которая содержит более 80% солей и может быть использована в качестве флюса в производстве вторичного алюминия.

По сравнению с известными аналогами при осуществлении данного способа происходит снижение энергоемкости, исключаются сложные подготовительные операции.

В работе произведен расчет основного оборудования и его количества для организации мини-производства производительностью 10 000 тонн сплавов в год.

В связи с переработкой отвальной продукции, происходит экономия финансовых затрат на захоронение отвальных шлаков, которые в последующем идут в прибыль производства.

Произведена оценка экономической эффективности проектируемого мини-предприятия и доказана его оправданность, так как срок окупаемости наступил в начале второго шага расчетного периода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логинова И.В. Оформление дипломных и курсовых проектов: методические указания./ сост. И.В. Логинова, Н.П. Пенюгалова; - Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2004. – 54 с.
2. <http://vtormetresurs.ru/retsikling-tsvetnykh-metallov>
3. Алипченко А.В. Вторичный алюминий – базовый элемент рециклинга цветных металлов / А.В. Алипченко // Рециклинг отходов. 2006. №3.
4. Гришаев С.И. Образование вторичного сырья на примере алюминия/ С.И. Гришаев// Вторичные металлы. 2008. №1.
5. Железнов Ю.Д. Экологические проблемы переработки металлолома/ Ю.Д. Железнов//Вторичные металлы. 2008. №2.
6. ГОСТ 1639—93. Лом и отходы цветных металлов и сплавов. Введен 1. 01.2000 г. М.: Издательство стандартов. – 25 с.
7. Юрченко А.Е. Вторичные материальные ресурсы цветной металлургии: Лом и отходы цветных металлов./А.Е. Юрченко. М.: Экономика. 1984, 152 с.
8. Фомин Б.А. Металлургия вторичного алюминия/Б.А. Фомин, В.И. Москвитин, С.В. Махов. М.: "ЭКОМЕТ", 2004. 240 с.
9. ГОСТ 1583-93 Сплавы алюминиевые литейные. Введен 1.01.1997. Минск: Межгосударственный стандарт. 96 с.
10. Николаев И.В. Металлургия легких металлов/ И.В. Николаев, В.И. Москвитин, Б.А. Фомин. М.: Интернет Инжиниринг, 2005. 411с.
11. Кузовников С.Л. Высокоэффективные технологии переработки вторичного алюминия/ С.Л. Кузовников. ОАО «Линде Уралтехгаз».2011. 6 с.
12. <http://msd.com.ua/pererabotka-otxodov-proizvodstva/tehnologicheskie-sxemu-pererabotki-loma-i-otxodov-metallov/>
13. Худяков И.Ф. Металлургия вторичных цветных металлов/И.Ф. Худяков, А.П. Дорошкевич, С.В. Карелов. М.: Металлургия, 1987, 528 с.

14. Худяков И.Ф. Технология вторичных цветных металлов/ И.Ф. Худяков. М.: Металлургия. 1981. 280 с.
15. Марочник сталей и сплавов/ под ред. Ю.Г. Драгунова. М.: 2014. 1216 с.
16. Теплотехнические расчеты металлургических печей/ под ред. Б.И. Китаев. М.: Металлургия, 1970. 528 с.
17. <http://www.mirvesov.ru/avtomobilnye-vesy-rama-bez-pandusov/4150.htm>
18. <http://specmashina.net/nissan/vilochnyj-pogruzchik-nissan-01zfj01am18u.html>
19. <http://www.metaltorg.ru/magnit-dlya-metalloloma.htm>
20. http://pvp-snk.ru/analizator_z500
21. <http://specmarket.biz/catalog/katalog-oborudovaniya/drobilki-i-shredery/shreder-thor-2121k>
22. Новичков С.Б. Теория и практика переработки алюминия в роторных наклонных печах/ С.Б. Новичков. Иркутск: 2008. 334 с.
23. Бредихин В.Н. Технологические и экологические проблемы переработки алюминиевых отходов/ В.Н. Бредихин, В.А. Кожанов// Металлургическая и горнорудная промышленность. 2008. №3. С 78-81.
24. Кононович Е.А. Анализ работы и эксплуатации роторно-поворотной барабанной печи// Е.А. Кононович. Литье и металлургия. 2014. №1.
25. Пат/2010153945/02 Российская Федерация. Способ обработки отвального солевого шлака при переплаве вторичных отходов алюминия и алюминиевых сплавов / Новичков С.Б., Строганов А.Г., Цыденов А.Г. ;опубл. 10.07.2013, Бюл. №20. 5с.
26. <http://www.lomcvet.ru/priemka-loma/b-pererabotka-shlaka.htm>
27. Процессы и аппараты цветной металлургии/ под ред. С.С. Набойченко. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2005. 700 с.
28. Ярошенко Ю.Г. Тепловая работа и автоматизация печей./ Я.Г. Ярошенко. М.: Металлургия, 1984, 208 с.
29. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 года, одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 года.
30. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Введен 01.01.2011. М.: Стандартинформ. 27 с.
31. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. Введен 20.05.2011 г. М.: ОАО ЦПП, 2011.69 с.
32. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Введ. 31.10.1996. М.: Информационно- издательский центр Минздрава России, 1997. 18с.
33. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. Введ. 01.07.1992 г. М.: Стандартинформ, 2006. 64 с.

34. Сироткин С.А. Экономическая оценка инвестиционных проектов: учебник/ С.А.Сироткин, Н.Р. Кельчевская. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 292с.

Приложение 1

Предлагаемый способ переработки отвального солевого шлака, образованного при производстве алюминия из лома и отходов, на проектируемом мини предприятии

1. Значение переработки отвального шлака

При переплаве вторичного алюминиевого сырья при сливе металла образуются солевые отвальные шлаки, содержащие металл и оксиды, которые могут быть использованы для дальнейшей переработки.

Объем образующихся шлаков в процессе производства является одним из основных параметров, характеризующих экономическую и экологическую эффективность технологии. Чем больше шлакообразование, тем больше потерь алюминия, как в виде металлического алюминия, снятого вместе со шлаком, так и в виде оксида алюминия.

Высокий выход шлаков образующихся на многочисленных мелких предприятиях с ограниченными техническими и технологическими возможностями, рост количества тары из-под напитков с различного рода покрытиями и красками обуславливает непрерывный рост низкокачественных отходов. Так, из общего количества производимого металла в 24 млн. тонн ежегодно при производстве первичного алюминия, безвозвратно теряется от 1 до 2%, что составляет в среднем минимум 360 000 тонн потерь металла или 500 млн \$. При производстве вторичного алюминия эти потери могут быть выше в 3-4 раза, поскольку при переплавке мелких отходов, даже 50-100 кг/т считаются вполне допустимыми потерями.

Кроме того, при рентгеноструктурном анализе отвальных шлаков выявляется значительное количество соединений алюминия, способных к

гидролизу во влажной атмосфере воздуха. На практике наличие нитридов, сульфидов и карбидов алюминия в дождливую погоду, проявляется в виде выделений в атмосферу аммиака, ацетилен, пропана или сероводорода, что в совокупности и является причиной появления специфического запаха. Захоронение алюминиевых солевых шлаков очень затратный и экологически опасный процесс, а полигоны, на которых шлаки складываются, даже с применением самых современных методов предотвращения их вредного воздействия на окружающую среду, можно сравнить с экологическими бомбами замедленного действия [24].

Таким образом, шлаки, возникающие при промышленной переработке алюминия, можно рассматривать и как неизбежное зло, и как серьезный источник дефицитного металла.

В России только в результате плавки лома и алюминиевых сплавов ежегодно образуется более 180 тыс. тонн солевых шлаков.

В шлаках, как правило, содержится от 5 до 80% алюминия в различных формах – от свободного металла до оксидов.

Присутствующий в шлаках металлический алюминий встречается в виде:

- корольков металла различных размеров и форм, запутавшихся в шлаке при его удалении с поверхности расплава;
- диспергированного алюминия, являющегося результатом распада хлоридных, оксидных и фторидных субсоединений Al.

Шлаки используются как сырье для получения металлов.

2. Способ измельчения солевого шлака, образованного при производстве алюминия из лома и отходов

Для переработки требуется подготовка шлаков.

Технология подготовки шлаков предполагает обязательное дробление и измельчение для проведения последующего отделения оксидной части путем водного выщелачивания водорастворимых солей, вакуумной дистилляции солевой составляющей и т.п. В результате этих операций поверхность соприкосновения между компонентами шихты значительно увеличивается, что обеспечивает при переработке шлака быстрое протекание физико-химических процессов в шихте.

Однако, дробление и измельчение - операции дорогостоящие, поэтому желательно получение при переплаве вторичных отходов алюминия отвального солевого шлака с возможно наименьшим размером кусков.

Этого результата можно добиться следующим способом.

Дробление отвального солевого шлака металлургического производства алюминия из лома и отходов происходит на конечном этапе плавки по окончании слива расплавленного алюминия.

Слив металла - осуществлялся через загрузочную горловину на сливной желоб, направляющий поток алюминия на разливочный конвейер при выключенном механизме вращения барабана и управляемом оператором

наклоне барабана. При этом находящийся в печи шлак удерживается специальным скребком.

Для извлечения остатков металла из солевого шлака, после слива основной массы металла вместо выгрузки солевого шлака производится его интенсивное перемешивание за счет вращения барабана с максимальной скоростью. Это позволяет дополнительно извлечь металл, ранее безвозвратно теряемый со шлаком. Но и в этом случае во вторичном шлаке содержатся капли металла диаметром менее 2-3 мм.

Для обеспечения получения мелкого куска вторичного отвального шлака фракции 50 мм и менее, сразу по окончании вторичного слива остатков расплавленного алюминия до выгрузки отвала из печи, во внутреннее пространство печи на поверхность горячего отвала вводится измельченный и охлажденный отвальный шлак предыдущих плавов, в объеме 20-30% от расчетного объема отвала в печи.

В печи производится смешение холодного и горячего отвала при ее вращении, время перемешивания 1-2 минуты, после чего материал выгружается в емкости для хранения. В процессе смешения происходит разделение объема горячего материала холодным и снижение температуры отвального шлака в печи на 100-150°C. Короткое время нахождения охлажденного материала в печи не оказывает существенного влияния на процесс плавки в целом, влияние на температуру рабочего пространства печи также минимально.

В результате проведения такой обработки из печи выгружается в емкости для хранения охлажденный материал, который не спекается и не образует крупных кусков.

Таким образом, исключается операция многостадийного дробления шлака, исключается необходимость использования дробильных установок, транспортировки шлака между дробильными установками и, как следствие упрощается технологический процесс измельчения и повышается его экономичность. Кроме того, при выгрузке шлака не требуется добавление флюса для подавления процесса горения шлака и устранения выброса в атмосферу вредных веществ, так как шлак выгружается из печи при температуре ниже температуры его горения, что повышает экономичность и экологичность процесса.

Введение охлажденного горячего шлака в количестве менее 20% от объема горячего отвала шлака в печи недостаточно для охлаждения горячего шлака, что приводит к комкованию и образованию крупных кусков. Увеличение объема охлажденного шлака выше 30% не рационально, так как резко снижается температура печи и возникает необходимость ее подогрева, что увеличивает энергозатраты. Перемешивание горячего и холодного шлака в течение времени менее 1 мин недостаточно, поскольку за это время шлак не успевает равномерно охладиться, остаются области с высокой температурой, что приводит к образованию в шлаке крупных спеченных конгломератов. При перемешивании более 2 мин смесь горячего и холодного шлака нагревается до температуры печи, что приводит при выгрузке шлака из печи к комкованию, а

также к возможности его возгорания и выделения в атмосферу вредных веществ.

Кроме того, применение данного способа обработки позволяет сохранить от окисления металлический алюминий, свободно извлекаемый при последующей сортировке отвала. Обычно выбираемый процент металлического алюминия из солевого отвального шлака переплава вторичных алюминиевых отходов в роторной наклонной печи составляет 3% от массы шлака, а иногда и гораздо меньше. Такие шлаки подлежат только утилизации (захоронению), что является, как было сказано выше, очень дорогостоящим и экологически вредным процессом.

При применении данного способа за счет остужения материала сохраняется до 6 % от массы, тем самым повышается рентабельность процесса дальнейшей обработки за счет реализации большего объема металлического алюминия.

Таким образом, применение данного способа обработки способствует существенному уменьшению размера куска отвального шлака до размера 50 мм и менее, непосредственно в процессе переработки вторичных отходов алюминия, что позволяет упростить процесс измельчения шлака для последующей переработки и получить экономию электроэнергии до 20-25%. Кроме того, данный способ позволяет существенно уменьшить время, необходимое для остывания отвального шлака после выгрузки и, как следствие, сократить размеры площадок для его хранения. При последующей его переработке существенно увеличивается извлечение металлического алюминия из солевого отвального шлака.

Полученный шлак дожигается в специальном реакторе с использованием в качестве топлива остатков металлического алюминия. В результате дожигания весь металлический алюминий окисляется, а соли испаряются и улавливаются рукавными фильтрами [25].

3. Способ дожигания отвального шлака «третьего передела» в роторной наклонной печи с усиленной футеровкой

В результате «второго передела» получают товарный металл и отвальный шлак, содержащий лишь остатки алюминия, не поддающиеся извлечению металлургическими методами. Отвальный шлак содержит оксиды алюминия, которые могли бы служить сырьем для огнеупорных материалов и цемента. Однако этому препятствует присутствие большого количества соли и дисперсного металлического алюминия. За не многим исключением, он идет на захоронение как токсичный отход 3-й или 4-й группы токсичности. Официальная плата за захоронение такого отхода в РФ составляет 65\$, в Европе – 250 евро. В некоторых странах их захоронение запрещено.

Суть технологии «третьего передела» состоит в дожигании отвального шлака в роторной наклонной печи с усиленной футеровкой с использованием в качестве топлива остатков металлического алюминия. В результате дожигания весь металлический алюминий окисляется, а соли испаряются и улавливаются электрофильтрами.

Результаты «третьего передела»:

- смесь оксидов, которую можно использовать в цементной промышленности и при производстве огнеупоров;
- соли, которые возвращаются в металлургическое производство в качестве флюса;
- концентрат, содержащий 50% металлического алюминия и 50% его оксида - самый ценный продукт. Он образуется за зоной горения в результате сложных химических реакций. При температуре горения шлака алюминий становится одновалентным. Оксиды одновалентного алюминия летучи и испаряются из зоны горения. При смешивании с холодным воздухом алюминий вновь становится трехвалентным и его оксид распадается с выделением свободного металлического алюминия.

Данный способ применим к переработке алюминиевых шлаков, обедненных металлургическим способом (например, в роторных наклонных печах), отсевов линий обогащения шлаков, шламов газоочистки печей переплава алюминия и других отходов алюминиевого производства, содержащих дисперсный металлический алюминий (мелкие корольки и алюминиевую пыль).

Способ включает нагрев отходов алюминиевого производства в РНП-1 с усиленной футеровкой с разделением их оксидной и солевой составляющих частей с применением пылеосадительного устройства и электрофильтра, при этом используют отходы, не имевшие контакта с влагой, которые нагревают в РНП-1 до температур не ниже 800°C и выдерживают до начала и полного прохождения алюмотермических реакций при перемешивании и подаче в РНП воздуха, при этом в пылеосадительном устройстве осаждают концентрат металлического алюминия, а в последовательно расположенном электрофильтре осаждают солевую составляющую часть отходов.

Рассмотрим более подробно осуществление процесса переработки отходов.

Шлак, полученный в РНП-10 подвозят в контейнере к роторной печи с усиленной футеровкой, загружают в печь с помощью вибротолка. По результатам исследований химсостава такого шлака в нем содержится 2-5% корольков алюминия размерами менее 3 мм и до 10% дисперсного пылеобразного алюминия, извлечь которые металлургическим способом невозможно. Путем механической обработки или выщелачиванием можно извлечь только часть корольков, что не окупает затрат на переработку. Оставшаяся часть шлака состоит из оксидов алюминия и оксидов легирующих металлов и солей (40-50%), использующихся при плавке в качестве флюса для

предотвращения окисления алюминия. Наличие металлического алюминия и особенно солей делает невозможным дальнейшее использование шлака. Поэтому такой шлак обычно идет на захоронение в специально оборудованные отвалы.

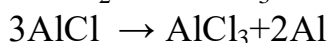
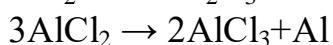
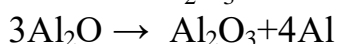
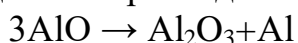
Загруженный во вторую роторную печь обедненный алюминием шлак с температурой 700-750°C (измерение температуры осуществляется дистанционным инфракрасным пирометром) нагревается далее газовой горелкой при непрерывном вращении печи для испарения большей части солей и возникновения очагов загорания. При температурах от 800°C и выше в печи наблюдается сильное задымление, что говорит об интенсивном испарении солей. При остановке вращения печи задымление снижается и на поверхности шлака становятся заметны очаги возгорания (белого свечения) с более высокой температурой, чем основная масса шлака, что говорит о начале алюмотермических реакций. При продолжении нагрева и вращения очаги загорания распространяются по всей массе шлака. Выделяющиеся при этом летучие продукты реакции с помощью вентилятора вместе с окружающим воздухом засасываются в автономную систему пылеулавливания, где конденсируются и осаждаются.

После загорания всего шлака крышка печи, на которой установлена горелка, отводится и горелка отключается. Открывание крышки обеспечивает приток воздуха в зону горения. Вращение печи обеспечивает перемешивание шлака и прохождение окислительных реакций по всему объему шлака. Температура шлака поднимается до 1700°C и выше.

Ограничение контакта отходов с атмосферной влагой позволяет избежать окисления мелких корольков и пылеобразного алюминия, которые являются источником энергии при алюмотермических реакциях.

В зоне реакции происходит окисление металлического алюминия до оксидов, окисление нитрида алюминия до свободного азота и оксидов алюминия. Выделяемая при этом энергия идет на поддержание реакции, образование сложных оксидов алюминия и других металлов со структурой шпинели, испарение хлористых солей, входивших в состав флюсов, и летучих соединений алюминия.

При температурах алюмотермических реакций алюминий становится двух- и одновалентным. При этом вместо Al_2O_3 и $AlCl_3$ образуются летучие субсоединения AlO , Al_2O , $AlCl_2$, $AlCl$, которые уносятся отходящими газами в газоочистку. Охлаждаясь при смешивании с холодным воздухом, эти соединения распадаются по реакциям:

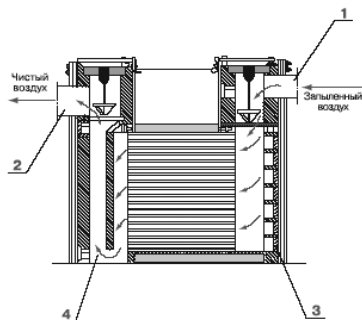


Образующийся при этом металлический алюминий и оксид алюминия конденсируются в виде частиц размерами более 100 микрон и хорошо улавливаются в пылеосадительных устройствах.

Пылеосадительные камеры являются простейшими устройствами для очистки потоков газа от взвешенных в нем твердых частиц. Осаждение частиц происходит за счет сил гравитации. Для достижения приемлемой эффективности очистки газов необходимо, чтобы частицы находились в камере возможно более продолжительное время. Поэтому пылеосадительные камеры, рассчитанные на осаждение даже относительно крупных частиц (> 50 мкм), являются громоздкими сооружениями [26].

Для очистки горячих печных газов широко применяют многополочные пылеосадительные камеры.

Устройство многополочной пылеосадительной камеры представлено на рисунке 3.1



Пылеосадительная камера состоит:

- 1 - входной патрубок;
- 2 - выходной патрубок;
- 3 - корпус;
- 4 - бункер взвешенных частиц.

Рисунок 3.1- Устройство многополочной пылеосадительной камеры

Принцип работы пылеосадительной камеры для получения концентрата металлического алюминия.

Продукты сгорания алюминиевого шлака поступают в камеру, внутри которой установлены горизонтальные перегородки (полки). Частицы металлического алюминия и оксида алюминия оседают из газа при его движении между полками, расстояние между которыми обычно составляет 0,1-0,4м. При такой небольшой высоте каналов между полками уменьшается путь осаждающих частиц алюминия. Вместе с тем наличие полок позволяет увеличить эффективную поверхность осаждения частиц. Уменьшение пути частиц и увеличение поверхности осаждения способствует уменьшению времени осаждения и, следовательно, повышению степени очистки продуктов сгорания и производительности камеры. Однако скорость потока газа в камере ограничена тем, что частицы металлического алюминия и его оксида должны успеть осесть до того, как они будут вынесены потоком газа из камеры. Газ, пройдя полки, огибает вертикальную отражательную перегородку (при этом из него осажается под действием сил инерции некоторое количество алюминия) и удаляется из камеры. Одновременно отражательная перегородка способствует более равномерному распределению газа между горизонтальными полками камеры, так как в этом случае гидравлическое сопротивление каналов между ними одинаково. Металлический алюминий и оксид алюминия, осевший на полках, периодически удаляется с них вручную специальными скребками через дверцы в боковой стенке. Для непрерывной очистки газа от металлических включений камеру делят на два самостоятельных отделения или устанавливают две параллельно работающие

камеры. В одном отделении (или в одной камере) производится очистка газа, в это же время другое отделение (камера) очищается от осевшей металлической составляющей. Под действием силы тяжести удается достаточно полно выделить из газа крупные частицы металла.

Солевая составляющая часть отходов (возгоны солей) конденсируется в виде частиц меньших размеров и улавливается в электрофильтре, последовательно соединенным с пылесадительной камерой.

Для этого процесса выбран высокотемпературный пластинчатый электрофильтр ОГП 4-8. Технические характеристики электрофильтра ОГП 4-8 представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 - Технические характеристики электрофильтра ОГП 4-8

Типоразмер электрофильтра	Производительность (при условной скорости 0,6 м/с), м ³ /ч	Площадь активного сечения, м ²	Площадь осаждения, м ²	Габаритные размеры, мм (в размерах представителя ряда), не более	Масса корпуса/оборудования, т (не более)
ОГП 4-8	17280	8	455	13650×3220×1395	24,6/ 21,5

В комплект поставки входят: корпуса электрофильтров, устройства выгрузки пыли, преобразовательные агрегаты с блоком управления и система управления электрофильтром дополнительное оборудование (дополнительные газораспределительные решетки, механизмы встряхивания решеток, люки и др

Электрофильтры ОГП 4-8 представляет собой односекционный аппарат прямоугольной формы, состоящий из четырех электрических полей, установленных последовательно по ходу газа. Корпус аппарата – стальной, покрыт снаружи теплоизоляцией.

Активная зона электрофильтра состоит из прутковых осадительных электродов (диаметр прутков 8 мм) и проволочных коронирующих электродов (нихромовая проволока диаметром 2-2,5 мм), натянутых при помощи грузов между осадительными электродами. Активная высота электродов 4,5 метра. Расстояние между соседними осадительными электродами 260 мм.

Удаление уловленного продукта с электродов - механическое, путем периодического встряхивания ударами молотков по наковальням осадительных электродов и рамам подвеса коронирующих электродов [27].

Устройство и принцип работы пластинчатых электрофильтров

Пластинчатые электрофильтры оснащаются осадительными электродами, которые представлены волнистыми листами или прутами (для очищения горячих газов).

Между осадительными электродами подвешены коронирующие электроды в виде:

- нихромовых проволок;
- фехралевых проволок.

В вертикальных пластинчатых электрофильтрах газ двигается снизу вверх.

В горизонтальных пластинчатых электрофильтрах ход газа горизонтальный.

Устройство пластинчатого электрофильтра показано на рисунке 3.2

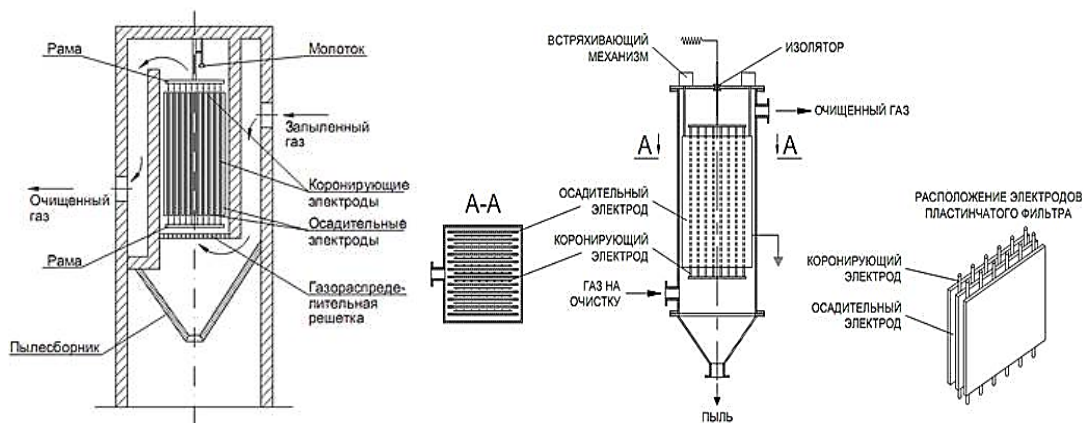


Рисунок 3.2 - Устройство пластинчатого электрофильтра

Электрофильтры – это универсальные установки для очистки промышленных газов от жидких и твердых частиц. По сравнению с другими пылеулавливающими аппаратами, у электрофильтров есть целый ряд своих преимуществ:

- очень высокая степень очистки газа, которая достигает 99,9 % и выше;
- небольшие энергетические затраты на улавливание частиц пыли, которые состоят из удельных затрат энергии (как правило, от 0,1 до 0,5 кВт/ч на очистку 1000 кубометров газа) и потерь энергии на преодоление газодинамического сопротивления электрофильтра (обычно не превышает 150-200 Паскалей);
- способность улавливать частицы размером 0,5 микрон и меньше;
- достаточно широкий диапазон концентрации частиц пыли (от 0,01 до 50 грамм на кубический метр);
- способность очищать большие объемы запыленных газов (сотни тысяч и даже миллионы кубических метров в час);
- способность очищать газы с высокой температурой (выше 800 градусов);
- широкий диапазон производительности – от нескольких м³/час до миллионов м³/час;
- гидравлическое сопротивление – не более 0,2 кПа (является основной причиной низких эксплуатационных затрат);
- электрофильтры могут улавливать сухие частицы, капли жидкости и частицы тумана.

Преимущественная и экономически более целесообразная область применения электрофильтров – очистка больших объемов газов, отходящих от технологических агрегатов большой мощности на предприятиях химической промышленности, цветной металлургии, нефтехимии и других отраслей.

Очистка газов от взвешенных частиц в электрофильтрах осуществляется под действием электрических сил. Частицам передается электрический заряд и под действием электрического поля они, уже заряженные, начинают двигаться, преодолевая при этом сопротивление газовой среды, к осадительным электродам, где скапливаются на их поверхности в виде слоя пыли.

В фильтре устанавливаются следующие устройства выгрузки солевой составляющей отходов:

- ручной поворотный затвор - наиболее дешевый, надежный и простой вариант;
- ножевой затвор 300x300 или 500x500 - применяется, если место выгрузки труднодоступно, для большей автоматизации, для более быстрого опорожнения бункера (например, для быстрой выгрузки в автомобиль);
- шлюзовой перегрузчик - полностью автоматизированная выгрузка, осуществляется без остановки аспирационной системы.

Таким образом, происходит отделение алюминиевого концентрата от солевой составляющей.

Интенсивностью горения управляют визуально путем изменения скорости вращения печи (от 0 до 6 оборотов в минуту). Приблизительно через 30 минут горения с открытой крышкой температура в зоне реакции снижается, выделение дыма и белое свечение сокращается. Выждав еще 10 минут, производится выгрузка отожженного шлака и других продуктов реакции.

В результате проведенных операций из реактора печи выгружают сыпучий материал, состоящий из оксидов алюминия и шпинели (оксидная составляющая часть отходов), в котором полностью отсутствует металлический алюминий.

Из пылесадительного устройства (искрогасителя) выгружают алюминиевый концентрат с содержанием алюминия около 50%, пригодный для выделения алюминия металлургическим способом, а из электрофильтра - смесь хлоридов натрия и калия в количестве около 85% (солевая составляющая часть отходов).

Техническим результатом способа является возможность извлечения из алюминиевого шлака и других отходов алюминиевого производства содержащегося в них дисперсного алюминия, что невозможно осуществить известными способами. Это обеспечивает возможность переработки шлаков, шлаковых отсевов и шлама газоочистки, содержащих соли и дисперсный алюминий, которые в настоящее время идут на захоронение. При этом происходит снижение энергоемкости, исключаются сложные подготовительные операции [28].

На поддержание реакции расходуется от 33 до 50% содержащегося в сырье алюминия. От 50 до 67% алюминия посредством описанных транспортных реакций переносятся в систему пылеулавливания.

В результате переработки 10 тонн холодного шлака получим:
 оксидной составляющей - 5,8 тонны;
 алюминиевого концентрата - 1,2 тонны;
 солевой составляющей - 3,6 тонны.

Из алюминиевого концентрата в тигельной печи можно выплавить 470 кг металлического алюминия.

Состав полученных компонентов в процентах, определяемый рентгенофазовым анализом, представлен в таблице 3.2

Таблица 3.2 - Состав полученных компонентов в процентах, определяемый рентгенофазовым анализом

Вид продукта	Al корольки	Al дисперс ный	AlN	Al ₂ O ₃	Шпин ель	Другие оксиды	NaCl +KCl
Исходный шлак	3,5	9	8,5	10,5	15	15,5	38
Отожжённый шлак	0	0	0	27	69	3	1
Алюминие вый концентрат	0	58	0	22	10	4	6
Солевая смесь	0	8	0	7	2	1	82

Приведенные в таблицах данные по составу компонентов, полученных в результате переработки отходов алюминиевого производства предложенным способом, показывают, что данный способ позволяет осуществлять переработку алюминиевых отходов, содержащих соли и дисперсный алюминий, которые в настоящее время идут на захоронение. При этом отожженный шлак не содержит металлического алюминия, нитрида алюминия и практически не содержит солей. Это позволяет использовать его при производстве жаростойких бетонов, кирпича, других жаростойких изделий и для приготовления формовочных смесей в литейном производстве.

Алюминиевый концентрат содержит металлический алюминий, который можно выделить в чистом виде металлургическим способом. Причем его количество превышает количество корольков, которое можно получить механическим способом переработки шлака путем отбора корольков.

Солевая составляющая содержит более 80% солей и может быть использована в качестве флюса в производстве вторичного алюминия.

По сравнению с известными аналогами при осуществлении данного способа происходит снижение энергоемкости, исключаются сложные подготовительные операции.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данном проекте рассматривается проектирование мини-завода по безотходной переработке алюминиевого лома производительностью 10000 тонн в год.

Переработка алюминиевого лома имеет ряд ключевых экологических и экономических выгод. Экономическая выгода использования вторичного алюминия заключается в низкой энергоемкости процесса переработки по сравнению с добычей и производством первичного алюминия. По сравнению с другими материалами, которые производят в больших объемах, производство алюминия имеет самую большую разницу в потреблении энергии между первичным и вторичным производством:

- 186 мегаджоулей на килограмм для *первичного* алюминия и
- 10-20 мегаджоулей для *вторичного* алюминия.

Использование лома составляет почти треть в общем производстве. При этом алюминий совершенно не теряет своих свойств при вторичной и последующих переработках. Кроме того, этот процесс имеет важное экологическое значение, сводя к минимуму техногенную нагрузку на атмосферу и сокращая количество отходов.

Вторичный алюминий становится важнейшим сырьевым материалом нового столетия, как сырье для производства высококачественных алюминиевых сплавов с существенно более низкими энергетическими затратами и в экологически более безопасном режиме.

Поэтому многие производители стремятся увеличить применение вторичных материалов. Однако, накопление вредных примесей в этих потоках вторичного алюминия является значительным барьером и ограничением для продвижения этих целей.

В случае алюминия список нежелательных элементов является весьма длинным, включая кремний, магний, никель, цинк, свинец, хром, железо, медь, ванадий и марганец и другие элементы.

Рассмотренный проект мини-завода по переработке алюминиевого лома позволяет решить следующие задачи:

- организацию процесса переработки алюминиевого лома;
- получение сплава АЛ8 на базе вторичного алюминия;
- безотходную переработку образующихся в процессе переплавки алюминиевых шлаков.

Осуществление процесса переработки алюминиевого лома в роторной наклонной печи позволяет значительно снизить потери металла, увеличить скорость плавки, снизить расход флюса, обеспечивает возможность плавки алюминиевых лигатур, низкокачественного, неразделанного и негабаритного лома, шлака с железными приделками, влажной и маслянистой стружки, баночного лома.

Получение сплава АЛ8 на базе вторичного алюминия позволяет значительно понизить энергоёмкость процесса по сравнению с производством данного сплава из первичного алюминия.

Способ дожигания отвального алюминиевого шлака в роторной наклонной печи с усиленной футеровкой позволяет из одной тонны обедненного шлака получить 600 кг оксидов, 350 кг солей и до 50 кг металлического алюминия, коммерческая стоимость которых составляет 4 т.р, 4 т.р. и 60 т.р. за тонну, соответственно. Общая выручка от реализации полученных продуктов составляет 7100 руб. Цены продуктов дожигания взяты по минимуму. Стоимость алюминия реально будет намного выше в силу его высокой чистоты. Стоимость переработки тонны отвального шлака оценивается в 3000 руб. Чистая прибыль составляет 4100 руб. с тонны шлака (грубо, 100 евро) вместо 4200 руб. выплат за утилизацию.

Происходит экономия земли, предназначенной для захоронения отходов. Экономятся природные ресурсы, являющиеся сырьем для цемента, огнеупоров и флюсов.

Таблица 1 - Материальный баланс плавки в проектном варианте

Приход	Вес, кг	%	Расход	Вес, кг	%
Магний МГ95	1196,6	11,24	Сплав АЛ8	10365,44	97,35
Лигатура AlBe	144,9	1,36	Угар	3,2	0,3
Лигатура AlTi	131,1	1,23	Металл в шлаке	79,857	2,0
Лигатура AlZr	416,0	3,91	Сплесы	42,59	0,4
Алюминий	8759,0	82,26	Шлак	159,714	1,5
ИТОГО	10647,6	100	ИТОГО	10647,6	100

Таблица 2 - Расчет количества сырья на 1 тонну товарной продукции

Приход	Проектный вариант	
	Вес, кг	Количество на 1 т, кг

Магний МГ95	1196,6	115,4
Лигатура AlBe	144,9	14,0
Лигатура AlTi	131,1	12,6
Лигатура AlZr	416,0	40,1
Алюминий вторичный	8759,0	845,0
Масса сплава	10365,44	1000

Таблица 3 - Расчет энергетических затрат на 1 т продукции

Энергетический ресурс	Ед.изм	Затраты на 1 т продукции
		При выходе 10,36544 т
электроэнергия	кВт*ч	6,37
Газ	м ³	40,73

В таблицу 4 представлены исходные данные инвестиционного проекта. Расчетный период проекта – 3 года (12 кварталов). В первом и втором квартале предусматривается осуществление капитальных вложений, в последующий период предусмотрена промышленная эксплуатация с выходом на проектный объем производства.

Таблица 4 – Исходные данные для инвестиционного проекта

№	Показатели	Проектные значения
1	Объем производства в год .т./год	10000
2	Полная себестоимость одной тонны, руб./тонна.	50897,73
3	Цена, руб./тонна.	70000
4	Капитальные вложения, финансируемые за счет собственных средств, млн. руб., в т.ч.:	40
5	- затраты на основные средства, млн. руб.	40
6	Расчетный период, годы	3

Реализация проекта требует инвестиций на приобретение и монтаж оборудования.

В первых двух кварталах предусматривается осуществление капитальных вложений, длительность шага определим равной кварталу. Таким образом, расчетный период разбивается на 6 шагов.

Рассчитаем стоимость объектов основных средств. Принимаем срок полезного использования относительно амортизационной группы данных объектов основных средств. Вычислим годовые амортизационные отчисления.

Таблица 5 – Расчет стоимости основных средств и расчет амортизационных отчислений

№	Наименование оборудования	Кол-во	Цена, руб	Стоимость, , руб.
1	Автомобильные весы до 60 тонн BCA-P60000-24	1	1 322 466	1 322 466
2	Весы специального назначения ВСН-8	1	51 420	51 420
3	Вилочный погрузчик Nissan 01ZFFJ01A(M)18U	3	400 000	1 200 000
4	Магнитный детектор 75*20 мм	1	5500	5500
5	ДКГ-07Д «Дрозд» - Дозиметр гамма-излучения	1	25 670	25 670
6	Мобильный шредер Thor 2121 К	1	10 000 000	20 000 000
7	Перегрузатель с грейферным захватом TEREХ FUCHS MHL	1	4 000 000	4 000 000
8	Роторная наклонная печь РНП – 10 с с виброзагрузочным устройством D1,86/L3,6 и системой пыле- и газоочистки.	1	5 000 000	7 000 000
9	Конвейер разливочный, КРН02	1	250 000	250 000
10	Роторная наклонная печь РНП -1с усиленной футеровкой и виброзагрузочным устройством для дожигания отвального шлака РНП -1	1	4 600 000	6 600 000
11	Пылеосадительная камера КДМ2047 4901460 для конденсации металлического алюминия и оксида алюминия в виде частиц размерами более 100 микрон	1	60 335	60 335
12	Пластинчатый электрофильтр ОГП 4-8 для осаждения смеси хлоридов натрия и калия (солевой составляющей части отходов)	1	610 000	610 000
13	Оборудование для газоочистки		5 000 000	5 000 000
14	Вспомогательное оборудование		5 674 609	5 674 609

15	Монтаж оборудования			8 972 950
ИТОГО:			-	60 000 000

Таблица 6 – Расчет амортизационных отчислений

Объекты основных средств	Первоначальная стоимость, млн.руб	Амортизационная группа	Срок полезного использ., лет	Норма амортизации, %	Амортизационные отчисления, млн. руб./год
Стоимость оборудования	51,8	5	10	10	5,18
Затраты на монтаж	8,2	5	10	10	0,82
Итого	60	-	-	-	6,0

Калькуляция полной себестоимости одной тонны продукции, учитывающая производственную себестоимость продукции, коммерческие расходы приведена в таблице 10.7

Таблица 7 - Проектная калькуляция себестоимости 1 тонны сплава

Статьи затрат	Доля постоянных затрат, %	Ед. измерения	Количество	Цена, руб.	Сумма, руб.
1. Сырье и основные материалы:					
Магний МГ95	0	кг	115,4	230	26542
Лигатура AlBe	0	кг	14,0	270	3780
Лигатура AlTi	0	кг	12,6	350	4410
Лигатура AlZr	0	кг	40,1	300	12030
Итого по статье 1	-	-	-	-	46762
2. Вспомогательные материалы	0	руб.	-	123,5	123,5
Итого по статье 2	-	-	-	-	123,5
3. Энергетические затраты					
Электроэнергия	0	кВт·ч	6,37	2,58	16,44
Газ	0	м ³	40,73	4	162,92
Итого по статье 3	-	-	-	-	179,36
4. Основная зарплата	50	руб.	-	-	316,8
5. Дополнительная зарплата	50	руб.	-	-	79,2

6.Страховые взносы	50	руб.	-	-	119,59
7.Амортизация	100	руб.	-	-	600,00
8.Цеховые расходы	100	руб.	-	-	415,00
Итого по статьям 4,5,6,7,8	-	руб.	-	-	1130,59
Цеховая себестоимость	-	руб.	-	-	48395,45
9.Общепроизводственные затраты					
10.Общехозяйственные затраты	100	руб.	-	-	1756,46
Производственная себестоимость	-	руб.			50915,58
11.Коммерческие затраты	100	руб.			182,15
Полная себестоимость		руб.			51097,73

Постоянные затраты в с/с составили 2951,61 руб/т. На весь объем 29,516 млн. руб.

Расчет величины выручки и валовой (суммарной) полной себестоимости продукции представлен в таблице 10.8

Таблица 8 – расчет величины выручки и валовой (суммарной) полной себестоимости продукции

№	Показатели	Шаги расчетного периода (полугодия)					
		1	2	3	4	5	6
1	Объем производства продукции, т	0	5000	5000	5000	5000	5000
2	Цена продукции, руб/т	-	70000	70000	70000	70000	70000
3	Полная себестоимость одной тонны (без учета процентов за кредит и налога на имущество), руб/т	-	51097,7	51097,7	51097,7	51097,7	51097,7
4	Выручка (доход) от реализации продукции, млн.руб	-	350	350	350	350	350

5	Валовая полная себестоимость продукции, млн. руб, в том числе:	14,758 (постоянные затраты)	255,49	255,49	255,49	255,49	255,49
6	расходы учитываемые в целях налогообложения прибыли (включаемые в полную себестоимость), в том числе:	-	255,49	255,49	255,49	255,49	255,49
7	Амортизационные отчисления	0	3	3	3	3	3

Таблица 9 - Расчет величины налога на имущество, млн.руб

№	Показатели	Шаги расчетного периода (полугодия)					
		1	2	3	4	5	6
1	Первоначальная стоимость основных средств, вводимых в эксплуатацию по проекту	60	60	60	60	60	60
2	Амортизационные отчисления на основные средства (по проекту)	0	3	3	3	3	3
3	Остаточная стоимость основных средств (по проекту)	60	57	54	51	48	45
4	Налоговая база на имущество	30	58,5	55,5	52,5	49,5	46,5
5	Налог на имущество	0,66	1,287	1,221	1,155	1,089	1,023
6	Прирост налога	-	0,627	0,561	0,495	0,429	0,363

	на имущество						
--	--------------	--	--	--	--	--	--

Расчет налога на прибыль в целях налогового учета (налоговая ставка на прибыль – 20%) представлен в таблице 10.10.

Таблица 10 – Расчет величины налога на прибыль

№	Показатели	Шаги расчетного периода					
		1	2	3	4	5	6
1	Объем производства, тыс. т.	0	5000	5000	5000	5000	5000
2	Цена продукции, руб/т.	-	70000	70000	70000	70000	70000
3	Полная себестоимость, руб/т.	-	51097,7	51097,7	51097,7	51097,7	51097,7
4	Выручка от реализации продукции, млн.руб.	-	350	350	350	350	350
5	Валовая полная себестоимость, млн.руб.	-	255,49	255,49	255,49	255,49	255,49
6	Прибыль, млн.руб.	-	94,51	94,51	94,51	94,51	94,51
7	Налог на прибыль	-	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9

В таблице 11 представлен расчет интегрального экономического эффекта. Коэффициент дисконтирования рассчитывается исходя из нормы дисконта, которая составляет 9%.

Таблица 11 - Расчет интегрального экономического эффекта, млн.,руб.

№	Показатели	Шаги расчетного периода					
		1	2	3	4	5	6
1	Приток средств, в т.г.	0	353,42	353,42	353,42	353,42	353,42
1.1	Выручка от РП	-	350	350	350	350	350

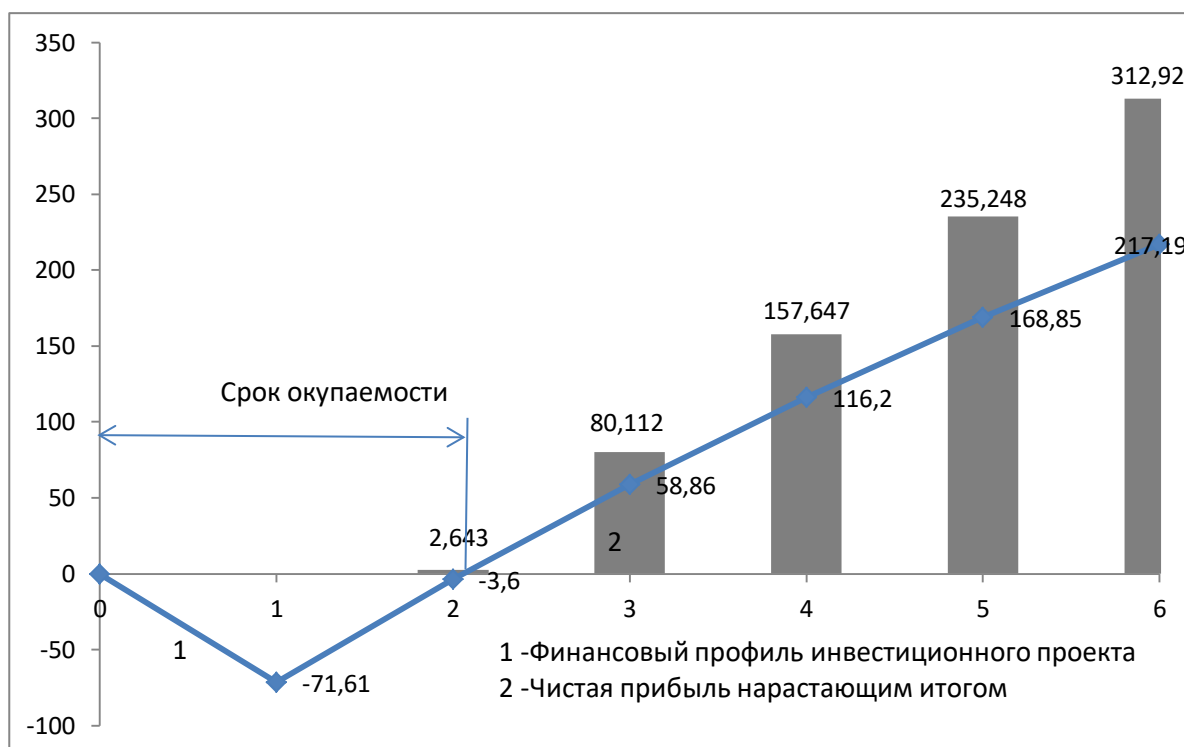
1.2	Прирост амортизационных отчислений	-	3	3	3	3	3
1.3	Экономия от захоронения отходов	-	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
1.4	Доход от прочей продукции	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
2	Отток средств, в т.г.	74,759	275,017	274,951	274,885	274,819	274,753
2.1	Капитальные вложения	60	-	-	-	-	-
2.2	Прирост налога на имущество	-	0,627	0,561	0,495	0,429	0,363
2.3	Налог на прибыль	-	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9
2.4	Операционные затраты	14,758	255,49	255,49	255,49	255,49	255,49
3	Чистый доход	-74,76	77,403	77,469	77,535	77,601	77,667
4	Чистый доход нарастающим итогом	-74,76	2,643	80,112	157,647	235,248	312,92
5	Коэффициент дисконтирования	0,9578	0,8787	0,8062	0,7396	0,6785	0,6225
6	Дисконтированный чистый доход	-71,61	68,01	62,46	57,34	52,65	48,34
7	Дисконтированный чистый доход нарастающим итогом	-71,61	- 3,6	58,86	116,2	168,85	217,19

Срок окупаемости = $2 + 3,6 / 62,46 = 2,06$ шага (полугодия). Из таблицы 10.11 видно, что интегральный экономический эффект инвестиционного проекта составляет 217,19 млн. руб. Поскольку интегральный экономический эффект больше нуля, то проект является эффективным.

Внутренняя норма доходности проекта (62%) значительно превышает проектную норму дисконта (9%), что показывает эффективность проекта.

Так как срок окупаемости меньше расчетного периода, то отсюда так же следует эффективность проекта. На рисунке 1 представлен финансовый профиль инвестиционного проекта.

ФИНАНСОВЫЙ ПРОФИЛЬ



Технико – экономические показатели проекта

№	Показатели	Проектные значения
1	Объем производства. т/год	10000
2	Полная себестоимость. Руб./т	51097,7
3	Интегральный экономический эффект. Млн./руб	217,19
4	Срок окупаемости (полугодия)	2,06
5	Срок окупаемости (месяц)	12,36
6	Внутренняя норма доходности, %	62
7	Индекс доходности	1,22
8	Индекс доходности инвестиций	2,04

На основании результатов, рассчитаны:

- индекс доходности затрат $ID_3 = 1767,1/1449,184 = 1,22$;
- индекс доходности дисконтированных капитальных вложений (инвестиций)

$$ID_K = 1 + 62,46/60 = 2,04$$

Инвестиционный проект является эффективным, так как индекс доходности дисконтированных инвестиций больше единицы.

На основании рассчитанных показателей можно сделать общий вывод о коммерческой эффективности инвестиционного проекта [34].