

УДК 669.74.018

Ю.Л. ПЕТРОВ, заместитель директора структурного подразделения
Г.Ф. ПШЕМЫСКИЙ, начальник отдела, **А.В. ОКСАК**, начальник группы
Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СПЛАВОВ ИЗ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИХ ОТВАЛЬНЫХ ШЛАКОВ И ШЛАКОВ ТЕКУЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

В данной статье рассмотрены основные направления сепарации марганецсодержащих отвальных шлаков и шлаков текущего производства и приведены рекомендации по применению современных технологий извлечения из них сплавов и утилизации попутных продуктов.

На примере проектов, выполненных УкрГНТЦ «Энергосталь», показаны мероприятия по внедрению новых технологий, в результате которых достигаются экономические и экологические результаты и ликвидируются шлаковые отвалы.

гидравлическая и пневматическая отсадка шлаков, рентгенорадиометрическая сепарация

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИХ ОТВАЛЬНЫХ ШЛАКОВ И ШЛАКОВ ТЕКУЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

В отвальных и текущих шлаках производства силико- и ферромарганца содержание $Mn_{\text{общ}}$ составляет 15–22 %. По составу марганецсодержащие шлаки представляют собой смесь (% масс.) кусков сплава (4), шлака (80), сростков шлака с корольками сплава (~ 13) и каплевидных корольков сплава (~ 3).

В настоящее время для извлечения марганцевых сплавов из отвальных и текущих марганецсодержащих шлаков применяются в основном следующие технологии: гидравлическая отсадка, пневматическая и рентгенорадиометрическая сепарация.

Следует заметить, что из-за малой разницы в магнитной восприимчивости применение магнитной сепарации неэффективно.

Извлечение марганцевых сплавов из отвальных и текущих шлаков методом гидравлической отсадки и пневматической сепарации.

Технология гравитационной гидравлической отсадки и пневматической сепарации отвальных и текущих марганецсодержащих шлаков основывается на двойной разнице в плотности сплавов и шлаков, обеспечивающей высокую эффективность разделения продуктов посредством пульсации (до 95 % извлечения сплавов в концентратную фракцию). Поскольку все гравитационные сепараторы работают тем эффективнее, чем меньше разброс фракций по составу, исходный материал, как правило, делится на две фракции (1–5(6) мм и 5(6)–25 мм) и сепарируется на отдельных установках.

1. Современные отсадочные двухкамерные машины APIC Yig компании «Бэйтман Титако», управляемые ЭВМ фирмы YigScan, обеспечивают выделение сплава, промпродукта и шлака из исходных шлаков с последующим дроблением промпродукта, его отсадкой с мелкой фракцией шлака и обработкой в спиральных четырехстадийных сепараторах и гидроциклонах с выделением хвостов для дальнейшей утилизации [1].

Сепаратор состоит из первичной спирали, спирали очистки, спирали повторной очистки и спирали отходов.

Верхний продукт обезшламливающего циклона, подающего материал на спиральный сепаратор, поступает в сгуститель, а нижний продукт сгустителя насосами перекачивается в шламонакопитель (рис. 1). Извлечение сплава является эффективным для материала с размером частиц более 500 микрон.

В настоящее время компанией «Бэйтман Титако» построено восемь крупных заводов по извлечению сплавов из шлака производительностью по шлаку от 10 т/час и более, шесть из которых – по извлечению феррохрома. На некоторых из построенных заводов была решена проблема переработки смешанных (неоднородных) шлаковых отвалов, содержащих низко- и высокоуглеродистый феррохром, ферросиликохром и ферромарганец [2].



2. Институтом «Механобрчермет» в 1982г. на Чкаловской обогатительной фабрике Орджоникидзевского ГОКа методом гидравлической отсадки была получена партия металлоконцентрата из доставленного с Никопольского завода ферросплавов (НЗФ) отвального шлака (размер – менее 20 мм, масса – 853 т) производства силикомарганца. Усредненный химический состав данного шлака приведен в табл. 1.

Содержание химически связанного марганца в отвальном шлаке производства силикомарганца без включений сплава не превышало 13 %. Гидравлическая отсадка мелких фракций (0–5 мм) производилась на отсадочной машине ОМРМ-8, крупных классов (5–20 мм) – на отсадочной машине МОБК-80.

Химический состав металлоконцентрата на выходе (9,9 %), % масс.: Mn – 56,4 (в том числе металлической части – 50); Si – 15,6; MgO – 0,7; P-0,38; C-1,87; CaO–3,8; Al₂O₃-0,6; S-0,19.

Как показал рентгеноструктурный анализ образцов отвальных шлаков, силикомарганец в кусках и в корольках представлен химическим соединением Mn₅Si₃. Выход суммарных хвостов составлял 90,1 % при извлечении марганца – 71,2 % и его содержании – 15,3 %.

3. Институтом ОАО «Гипромашуглеобогащение» совместно с ООО «ЭТМАС» выполнены лабораторные и опытно-промышленные испытания гидравлической отсадки отвальных марганецсодержащих шлаков ОАО «Краматорский металлургический завод» с определением оптимального фракционного состава шлака, режима работы отсадочной машины и соотношения твердого к жидкому.

Принцип работы пневматического сепаратора основан на гравитационном разделении сплава и шлака за счет различной плотности в кипящем слое, создаваемом пульсирующим воздушным потоком с частотой 83–130 пульсаций в минуту при 310–400 качаниях деки в минуту [3].

За счет различия в скоростях движения нижнего и верхнего слоя постели в межрифленных каналах рабочей поверхности сепаратора, происходит постепенное концентрирование более тяжелых частиц марганцевого сплава по длине в продольном направлении к разгрузочному торцу. Одновременно, в поперечном направлении на деке сепаратора осуществляется последовательная многократная перечистка перетекающего через рифли

верхнего слоя материала постели со снижением содержания тяжелых частиц в верхнем слое постели.

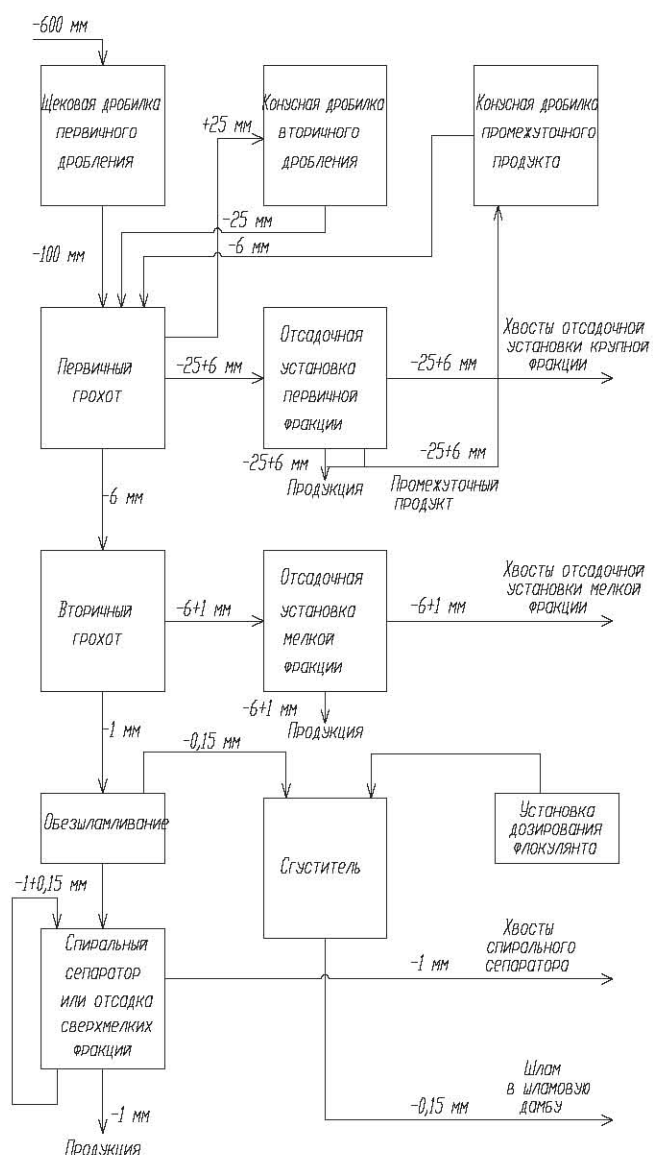


Рисунок 1 – Блок-схема дробления, гидравлической отсадки и переработки в спиральных классификаторах (шлюзах) со сгущением шлама с извлечением сплава из марганецсодержащих отвальных шлаков

Пневматический сепаратор работает с выделением двух конечных продуктов: металлического концентрата и шлака при циркуляции промежуточного продукта.

При проведении опытов на полупромышленной установке с шлаком производства силикомарганца крупностью 0–13 мм удельная производительность сепаратора

Таблица 1 – Усредненный химический состав шлака, полученного на НЗФ при производстве силикомарганца

Наименование отвального шлака	Химический состав, % масс.								
	C	Mn _{общ.}	Si	S	FeO	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	K ₂ O+Na ₂ O
Шлак производства силикомарганца с включением единичных корольков и тонких включений силикомарганца	0,24	19,4	22,2	1,1	0,7	11,3	8,3	4,7	3,5

составляла 3,2 т/час·м², извлечение металла в концентрате – 95,6–97,9 % с содержанием его в концентрате класса 1–13 мм в пределах 87,1–86,1 %.

Рентгенорадиометрическая сепарация шлаков (PPC)

Принцип действия PPC основан на возбуждении атомов химических элементов потоком рентгеновского излучения с регистрацией характеристического и рассеянного рентгеновского излучения от каждого куска, движущегося по всем ручьям сепаратора в процессе его свободного падения. Регистрация рентгеновского излучения осуществляется по двум каналам с последующей мгновенной обработкой сигналов и принятием решения об отстреле данного куска из потока по заданному алгоритму. PPC применима для сепарации всех веществ, состоящих из атомов элементов, характеристическое излучение которых слабо поглощается воздухом. Таким образом, в технологии PPC используется идентификация кусков, содержащих атомы определенного химического элемента, по их характеристическому рентгеновскому излучению. Идентифицированные таким образом куски выводятся (отстреливаются) из потока при их свободном падении, за счет чего достигается высокая селективность и эффективность этого метода сепарации. В одном аппарате PPC осуществля-

ется разделение на три продукта: чистый сплав, металлоконцентрат и шлак [4].

Высокая селективность и эффективность рентгенорадиометрической сепарации обусловлена следующими основными факторами: высокой чувствительностью измерительной системы, высокой информативностью спектра характеристического рентгеновского излучения, покусковым режимом разделения [5].

Впервые PPC отвального шлака производства доменного ферромарганца была испытана в 80-х годах прошлого столетия на Косогорском металлургическом заводе.

Использование в PPC персональных промышленных компьютеров, развитого программного обеспечения, малогабаритных излучателей низкой мощности (вместо радиоактивных изотопов) и быстродействующих электромагнитных шибберных устройств в качестве исполнительных механизмов (вместо пневматических клапанов) значительно повышает эксплуатационные характеристики оборудования и существенно сокращает потребление электроэнергии [6].

Наиболее значимым по масштабам следует выделить внедрение технологии PPC комплексно с магнитной сепарацией для переработки шлаков ферросплавного производства на Аксуском и Актюбинском заводах фер-

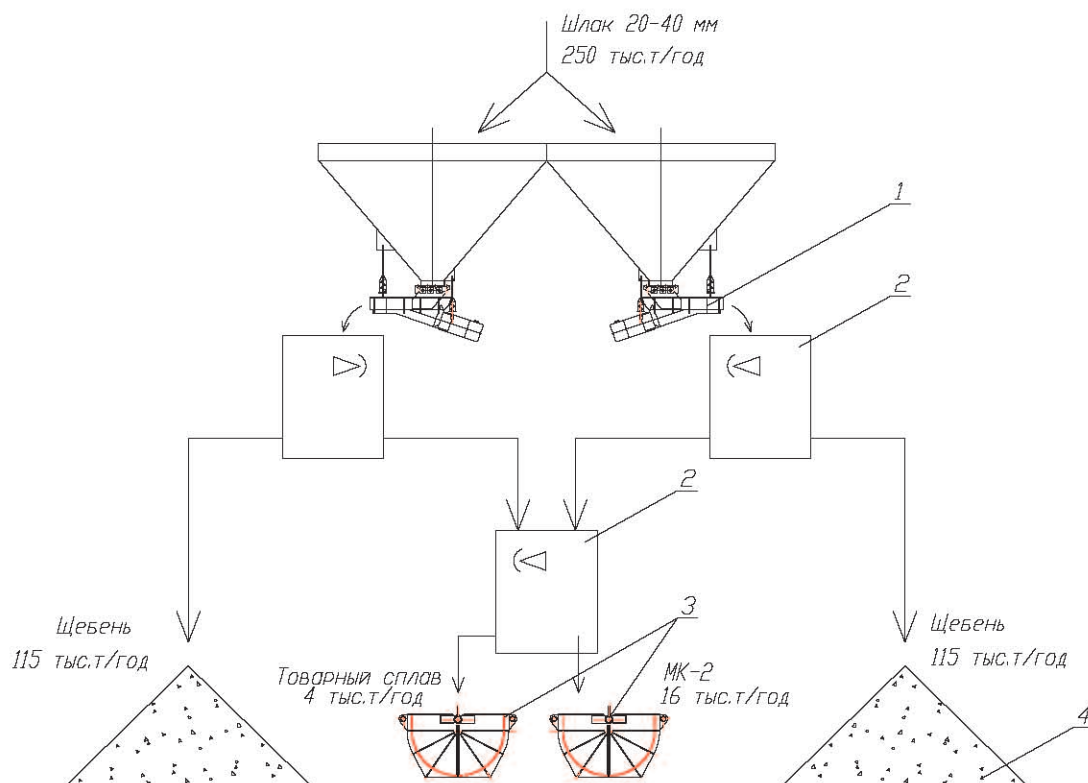


Рисунок 2 – Технологическая схема PPC шлака производства силикомарганца:

1 – вибропитатель; 2 – сепаратор рентгено-флюоресцентный СРФ 4-50;

3 – контейнеры с металлоконцентратом и товарным сплавом; 4 – штабели шлака



росплавов (ОАО ТНК «Казхром», республика Казахстан) УкрГНТЦ «Энергосталь» и НПФ «Продэкология» (г. Ровно).

С начала 90-х годов для решения этой задачи на Аксуском заводе ферросплавов были установлены 6 сепараторов типа СЦМ-1 с использованием электропневматических клапанов для отстрела кусков шлака или металла воздушной струей (рис. 2).

С 2000 г. на Аксуском заводе ферросплавов в составе старого и новых рудосортировочных комплексов последовательно введены в эксплуатацию и успешно справляются с технологическими задачами шесть комплектов сепараторов нового поколения СРФ4-50, а в 2001 г. на Актюбинском заводе ферросплавов был построен рудосортировочный комплекс, в составе которого используется два комплекта сепараторов СРФ4-50, работающих с основным классом крупности – 20–50 мм.

Следует также отметить, что ООО «РАДОС» проведены исследования и опытно-промышленные испытания обогатимости пробы карбонатной марганцевой руды Усинского месторождения фракции -40+20 мм массой 2,9 т двухстадийной рентгенорадиометрической сепарацией и показана высокая эффективность этой технологии, не уступающей гидравлической отсадке.

Шлакосортировочные комплексы и вся технология рентгенорадиометрического обогащения в целом отличаются низкими капитальными затратами и достаточно быстро (4–6 месяцев) могут быть внедрены на любом объекте. Как показала практика и расчеты, срок окупаемости капитальных затрат в большинстве случаев составляет 0,5–2,0 года. Производительность указана на рис. 2.

Применение рентгенорадиометрической сепарации марганецсодержащих отвальных шлаков фракции 20–40 мм целесообразно в сочетании с пневматической сепарацией фракции 0–20 мм.

ОПЫТ УКРГНТЦ «ЭНЕРГОСТАЛЬ» ПО ВНЕДРЕНИЮ В ПРОЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СПЛАВОВ ИЗ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИХ ОТВАЛЬНЫХ ШЛАКОВ И ШЛАКОВ ТЕКУЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Гидравлическая отсадка отвальных шлаков и шлаков текущего производства на Никопольском заводе ферросплавов (НЗФ).

Согласно заданию компании IBS, при выполнении технико-экономического расчета (ТЭР) переработки 1,5 млн т/год шлаков производства марганцевых сплавов с целью извлечения металлоконцентрата был выбран наиболее приемлемый с экономической, технологической и экологической точки зрения метод гидравлической отсадки, обеспечивающий достаточно высокую сте-

пень извлечения металла из шлаков и по экспертной оценке – минимальные капитальные и эксплуатационные затраты.

Лабораторными, полупромышленными и промышленными испытаниями представительных проб отвальных шлаков, содержащих 18,7 % марганца, проведенными ОАО «Механобрчермет», была подтверждена высокая эффективность извлечения силикомарганца с получением металлоконцентрата (до 95 %) методом гидравлической отсадки. Выход металлоконцентрата силикомарганца с содержанием марганца 56,7 % составил 9,1 %, выход щебня фракции 5–20 мм с содержанием марганца 15,7 % составил 57,8 % и выход песка фракции 0–5 мм с содержанием марганца 13,4 % составил 33,1 %.

Мощность проектируемого отделения была принята из расчета переработки за 10 лет всего шлака, накопленного в отвале, и среднегодового выхода текущих шлаков на период до 2010 г. в объеме 840 тыс. т при производстве 650 тыс. т/год силико- и ферромарганцевых сплавов. При этом способе для подпитки оборотного цикла гидрообогащения использовалась вода из рядом расположенного шламонакопителя, а объемы систем аспирации уменьшались на порядок из-за интенсивного гидрообеспыливания процессов дробления, грохочения и пересыпок материалов. Для сокращения капитальных и эксплуатационных затрат проектом предусматривалась открытая установка дробильно-сортировочного оборудования и ленточных конвейеров, расположенных вне корпуса гидрообогащения. Шлаки от производства силикомарганца и ферромарганца перерабатываются в отделении ДСК-1 мощностью 300 тыс. т/год и ДСК-2 мощностью 450 тыс. т/год, в которых производится их частичная разбивка, дробление и классификация на фракции 0–5; 5–10; 10–20; 20–40 и 40–70 мм и в отделении грануляции шлака мощностью 820 тыс. т/год.

При ежегодной переработке 1,5 млн т шлаков из отвала и текущего производства извлечение металлоконцентрата составляло 93 тыс. т/год, выход щебня фракции 5–20 мм – 770 тыс. т/год, песка 632 тыс. т/год и шлама – 5 тыс. т/год по абсолютно сухой массе (табл. 2). Металлоконцентрат предназначался для использования при выплавке марганцевых сплавов, а щебень и песок намечалось отгружать как металлургическим, так и строительным предприятиям в объеме 1402 тыс. т/год, в том числе щебня (металлургическим и строительным предприятиям) – по 385 тыс. т/год, песка (строительным организациям) – 632 тыс. т/год шлама (возвращаемого на Орджоникидзеvский ГОК для рекультивации) – 5 тыс. т/год.

Следует отметить, что работа существующего участка на шлаках из отвала значительно усложняет и удорожает их переработку, так как на шлаковом отвале не-

обходимо содержать комплекс механизмов по добыче и транспортировке шлаков в ДСК-1 и ДСК-2, арендовать бригаду Кривбассвзрывпрома, содержать и эксплуатировать шлаковозные пути и энергокоммуникации. Поэтому по ранее выполненному проекту оба дробильно-сортировочных комплекса должны были работать на огненно-жидких шлаках текущего производства, выдавая за год 750 тыс. т/год щебня и песка.

Радикальным решением проблемы работы завода без шлакового отвала является увеличение объемов шлакопереработки до 840 тыс. т/год огненно-жидких шлаков в ДСК-1 и ДСК-2 путем небольшого удлинения крановой эстакады со шлаковой траншеей в ДСК-2 для дополнительного приема и разделки 90 тыс. т/год огненно-жидких шлаков и применения мощных гидромолотов фирмы «Крупп» типа НМ-2500С с энергией удара 2500 кН на базе экскаваторов Э2503 для дробления шлака до кусков менее 750 мм вместо их разбивки «бабой». При исключении слива шлака в отвал, по мере его выработки, на части этой территории предусматривается создание резервного склада щебня и песка, что позволило бы их накапливать в зимний период при снижении потребления этой продукции строительными организациями.

Технологическая схема переработки марганецсодержащих шлаков гидравлической отсадкой приведена на рис. 3. Расчетные результаты выхода продуктов гидравлической отсадки отвальных и текущих шлаков от производства силико- и ферромарганца и их влажность приведены в табл. 2.

Удельный расход основных ресурсов на 1 т перерабатываемого шлака (с учетом его разработки в отвале, дробления на щебень и песок и извлечения концентрата силикомарганца) приведен в табл. 3.

По технико-экономическим показателям, окупаемость капитальных затрат составляет менее 1 года.

Извлечение ферромарганца из отвальных шлаков ОАО «Краматорский металлургический завод»

Согласно рекомендации института «Гипромашуглеобогащение» и ООО «ЭТМАС», для гидравлической от-

садки ферромарганцевых отвальных шлаков фракций 0–40 мм в объеме 85 тыс. т/год в рабочем проекте была принята отсадочная (гравитационная) машина модели ВБП-5х2М с соотношением при работе Т:Ж =1:4 (Т – твердое, Ж – жидкое).

Для обеспечения минимального выхода фракций размером менее 1 мм в процессе измельчения и сортировки отвального шлака перед операциями крупного и среднего дробления исходного шлака производилось грохочение поступающего в дробилку продукта. При двухстадийном дроблении шлаков с промежуточным отсевом фракций 0–40 мм выход мелочи размером менее 0,5 мм, согласно расчетам, составит порядка 4,3 тыс. т/год. Разработана технологическая схема дробления, грохочения и гидравлической отсадки отвального шлака с выделением товарного ферромарганца с металлоскrapом (25 тыс. т/год) и промпродукта (12 тыс. т/год), а также получением щебня и песка (43 тыс. т/год) и шлама (5 тыс. т/год).

Исходный отвальный шлак с размером фракций 0–400 мм на наклонной колосниковой решетке с размером щелей 120 мм разделяется на фракции размером 0–120 мм и 120–400 мм, которая додробливается в щековой дробилке СМД-110 с выгрузочной щелью 75–130 мм. Подрешетный и дробленный продукты подвергаются грохочению на 2-х ситном грохоте ГИТ-32М с выделением фракции 0–40 мм и более 40 мм, поступающей на додробливание в двух щековых дробилках СМД-108А, работающих в замкнутом цикле с грохотом. Подрешетный продукт фракции 0–40 мм загружается в два расходных

Таблица 3 – Удельный расход ресурсов на 1 т перерабатываемого шлака

Наименование	Отнесенный ко всей продукции	Отнесенный только к концентрату силикомарганца
Электроэнергия, кВт час/т	9	45
Дизельное топливо, л/т	0,75	10
Подпиточная техническая вода, м³/т	0,08	1,33

Таблица 2 – Результаты расчета выхода продуктов гидравлической отсадки отвальных и текущих шлаков производства силико- и ферромарганца

Наименование продуктов	Выход %	Массовая доля марганца, %	Извлечение марганца, %	Производительность			Массовая доля влаги в продукте, %
				По сухому, т/ч	По сухому, тыс.т/год	По влажно-му, тыс.т/год	
Концентрат силикомарганца	6,2	56,7	23,43	18,6	93	96	3
Щебень фракции 5–20 мм	51,3	13,5	45,17	154	770	806	4,5
Песок фракции 0–5 мм	42,2	11,3	31,1	126,4	632	669	5,5
Осадок от сгущения шлака	~0,3	10,8	0,3	1,0	5,0	10,0	50
Исходный шлак фракции 0–20 мм, поступающий на переработку	100,0	15,0	100	300	1500	–	–

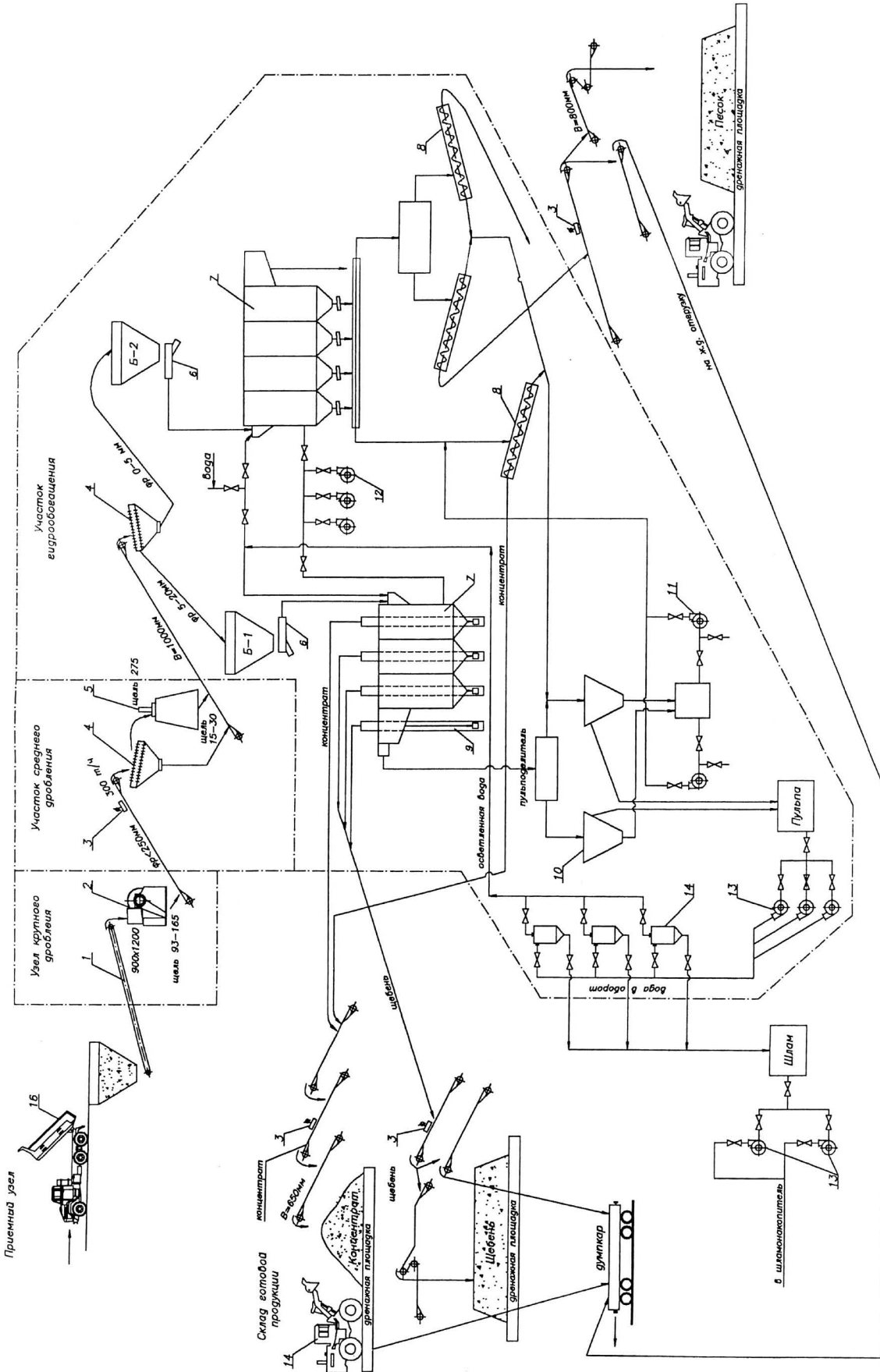


Рисунок 4 – Технологическая схема отделения переработки шлаков от производства силико- и ферромарганца на Никопольском заводе ферросплавов:

- 1 – питатель пластинчатый 1-15-150; 2 – дробилка щековая СМД-111А; 3 – весы конвейерные ЛТМ-100; 4 – грохот ГИТ-52М; 5 – конусная дробилка КСД-200Т;
- 6 – дозатор весовой 4286ДН; 7 – осадочная машина МО 212;; 8 – классификатор 1КСП-15; 9 – элеватор обезвоживающий ЭОК-6; 10 – классификатор конусный ККП-1,8;
- 11 – насос шламовый 9-СВ; 12 – турбокомпрессор ТВ-80-1,6; 13 – агрегат насосный ГР50/16; 14 – фронтальный ковшевой погрузчик Ук-3,4 м³;
- 16 – автосамосвал

бункера, питающих отсадочную машину для выделения товарного ферромарганца, промпродукта, щебня и песка. Отсадочная машина состоит из двух отделений размерами в плане 2x5 м. Амплитуда вертикальных пульсаций (1–2 в мин) отсадочной постели ≤ 100 мм при давлении и расходе сжатого воздуха –0,04 МПа и 1400 нм³/час соответственно и удельном расходе подрешетной воды – 4 м³/т. Под действием пульсирующих восходящих и нисходящих потоков воды, создаваемых сжатым воздухом, необогащенный материал расслаивается на тяжелую и легкую фракции, которые под действием горизонтального транспортирующего потока воды во взвешенном состоянии движутся к разгрузочным камерам, накапливаются и разгружаются роторными питателями в обезвоживающий элеватор. Легкие фракции с транспортной водой поступают в приемный желоб через сливной порог разгрузочного отделения машины.

Полученный при отсадке товарный ферромарганец, металлоскрап и промпродукт обезвоживаются в элеваторах ЭОМ-4-Р и выгружаются в штабель. Щебень и песок после обезвоживания в грохоте также поступают в штабель. Обратная вода после элеваторов и грохота стекает в отстойники шлама, осветляется, перекачивается в резервуар и возвращается в отсадочную машину, а шлам периодически удаляется на площадку для дальнейшего естественного обезвоживания, накопления и реализации. Удельный расход основных ресурсов на 1 т пере-

рабатываемого шлама с учетом его разработки в отвале, дробления и грохочения на щебень и песок и извлечения концентрата ферромарганца приведен в табл. 4.

Таблица 4 – Удельный расход ресурсов на 1т перерабатываемого шлама

Наименование	Отнесенный ко всей продукции	Отнесенный к концентрату ферромарганца
Электроэнергия, кВт·час/т	26,0	200
Дизельное топливо, л/т	1,0	7,7
Подпиточная вода, м³/т	0,17	1,3

Опытно-промышленная установка для извлечения силикомарганца пневматической сепарацией на ОАО «Никопольский завод ферросплавов»

Согласно выданному УралНИИЧМ регламенту, на опытно-промышленной установке обогащается 100 тыс. т/год шлама фракции 0–20 мм, содержащего ~8 % включений силикомарганца – для получения 8,5 тыс. т/год металлоконцентрата. Сепаратор работает с выделением двух конечных продуктов: металлоконцентрата и шлама при циркуляции промежуточного продукта. Металлоконцентрат с содержанием 80–90 % силикомарганца отгружается в сортировочное отделение для классификации на фракции. Технологическая схема опытно-промышленной установки приведена на рис. 4.

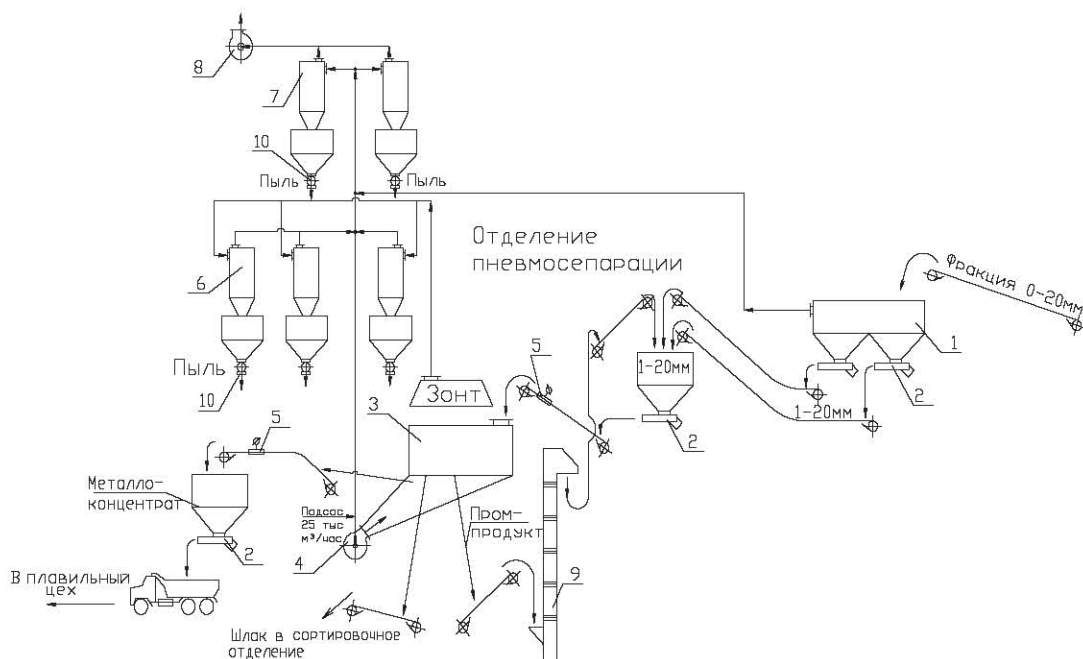


Рисунок 4 – Технологическая схема опытно-промышленной установки

для извлечения концентрата силикомарганца из шлама Никопольского завода ферросплавов:

- 1 – пневмоклассификатор; 2 – питатель; 3 – сепаратор пневматический СП12, F=12 м², N=20 кВт; 4 – дымосос ДН-21, Q=135000 м³/час, N=400 кВт; 5 – конвейерные весы ЛТМ-1М; 6 – циклон ЦН-15; 7 – циклон батарейный ПБЦ-25; 8 – вентилятор ВД 13,5; Q=35 тыс. м³/час; N=40 кВт; 9 – элеватор ЛГ-250м; 10 – шлюзовый питатель



Количество циркулирующего технологического воздуха, подвергающегося промежуточному обеспыливанию в двух батарейных циклонах ПБЦ-25, составляет 110 тыс. $\text{м}^3/\text{час}$ при полном напоре дымососа ДН 21 500–600 $\text{кг}/\text{м}^2$. Для поддержания необходимых параметров замкнутой циркулирующей системы часть запыленного воздуха в количестве 25 тыс. $\text{м}^3/\text{час}$ отсасывается в аспирационную установку с батарейным циклоном ПБЦ-25 и после очистки с эффективностью 95–99 % вентилятором ВД 13,5 выбрасывается в атмосферу.

Удельный расход основных ресурсов на 1 т переработанного шлака с учетом его разработки в отвале, дробления и грохочения на щебень и песок с извлечением концентрата силикомарганца приведен в табл. 5.

Таблица 5 – Удельный расход ресурсов на 1 т перерабатываемого шлака

Наименование	Отнесенный ко всей продукции	Отнесенный к концентрату силикомарганца
Электроэнергия, кВт·час/т	30	350
Дизельное топливо, л/т	0,75	10
Техническая вода на гидрообеспыливание, $\text{м}^3/\text{т}$	0,03	0,35

Как следует из табл. 5, удельный расход энергоресурсов при пневматической сепарации отвальных марганецсодержащих шлаков превышает аналогичные показатели при гидравлической отсадке и может быть оправдан в случае относительно небольших объемов производства в комплексе с рентгенометрической сепарацией для раздельного извлечения концентрата фракции 0–20 мм пневматической сепарацией и фракции 20–40 мм посредством РРС.

ВЫВОДЫ

Как следует из опыта проектирования УкрГНТЦ «Энергосталь», ОАО «Механобрчермет», ОАО «Механобр», ЗАО НПК «Техноген», ООО «РАДОС» и компании «Бэйтман Титако», а также из опыта эксплуатации установок гидравлической отсадки, пневматической и рентгенометрической (РРС) сепарации шлаков на отечественных и зарубежных предприятиях, наиболее распространенными методами извлечения сплавов

из отвальных и текущих шлаков являются гидравлическая отсадка и РРС.

Реализация указанных технологий позволяет извлечь из отвальных и текущих шлаков марганцевые сплавы и концентраты, попутно получить щебень и песок и, в конечном итоге, ликвидировать шлаковые отвалы, улучшив экологическое и экономическое состояние предприятий.

С целью экономии сырьевых и энергетических ресурсов и улучшения состояния экологической среды на ОАО «НЗФ» и ОАО «ЗЗФ» целесообразно запроектировать рентгенометрические установки для выделения сплавов и получения марганецсодержащих концентратов из отвальных и текущих шлаков фракции 20–40 (50) мм и гидравлическую отсадку фракции 1–20 мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бердышева Т. Т. Обогащение и окускование хромовых руд за рубежом / Т.Т. Бердышева // Черная металлургия : Бюл. ин-та «Черметинформация». – 1977. – № 15. – С. 3–18.
2. Абдибеков Е. К. Развитие шлакопереработки на Серовском заводе ферросплавов / Е.К. Абдибеков // Сталь. – 2008. – № 4. – С. 41–42.
3. Освоение технологии пневмосепарации шлаков от производства силикомарганца / А.А. Грабеклис, И.А. Арабули, Т.В. Ахобадзе [и др.] // Сталь. – 1984. – № 9. – С. 39–42.
4. Федоров Ю.О. Возможности радиометрического обогащения и опробования полезных ископаемых / Ю.О. Федоров, О.В. Корнев, В.П. Цой // Цветные металлы. – 1995. – № 8. – С. 76–79.
5. Оценка эффективности рентгенометрической сепарации карбонатной марганцевой руды Усинского месторождения // Ю.О. Федоров, В.В. Никифоров, Г.Н. Рамзайцев [и др.] // Черная металлургия : Бюл. ин-та «Черметинформация». – 2008. – № 6. – С. 31–36.
6. Рентгенометрическая сепарация минерального сырья и техногенных отходов / Шемякин В.С., Скопов С.В., Федоров Ю.О. [и др.] // Режим доступа : WWW: prk-technogen.ru
7. Арсентьев В.А. Разработка технологии магнитного обогащения марганцевых шламов / В.А. Арсентьев, К.И. Тищенко, Н.К. Воробьев // Черная металлургия : Бюл. ин-та «Черметинформация». – 1984. – № 12. – С. 49–51.

Поступила в редакцию 28.04.2009

У статті розглянуто основні напрямки сепарації марганцевмістких відвальних шлаків і шлаків поточно-го виробництва та наведено рекомендації із застосу-

The paper considers the basic directions of separation manganous waste slag and slag of current manufacture and gives recommendations on applying present-day

вання сучасних технологій вилучення з них сплавів та утилізації супутніх продуктів.

На прикладі виконаних УкрДНТЦ «Енергосталь» проектів показано заходи щодо впровадження нових технологій, за якими досягаються економічні та екологічні результати і ліквідуються шлакові відвали.

technologies of extraction from them alloys and recycling of coproducts.

By the example of projects elaborated by UkrSSEC «Energostal» we show actions on implementing new technologies in the result of which economic and ecological results are achieved and slag dumps are liquidated.