

УДК 622.765

Г. А. ПУТЕНИХИН, Р. Р. БАДРЕТДИНОВ (ООО «Башмедь»)**А. В. ЗИМИН, Е. П. КАЛИНИН** (ЗАО «НПО «РИВС»)**Б. А. КУТЛИН** (ЗАО «РИВС-проект»)

АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ПУСКА ХАЙБУМИНСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ



Г. А. ПУТЕНИХИН,
начальник обогатительной
фабрики (ОФ)



Р. Р. БАДРЕТДИНОВ,
главный инженер ОФ



А. В. ЗИМИН,
генеральный директор,
канд. техн. наук



Е. П. КАЛИНИН,
директор Уральского
представительства



Б. А. КУТЛИН,
генеральный директор,
д-р техн. наук

Рассмотрены технические решения, использованные в проекте Хайбуллинской фабрики при флотации медно-цинковых руд по регламенту ЗАО «НПО «РИВС». Приведены сравнения вариантов рудоподготовки по традиционной схеме и схеме с полусамоизмельчением руды, анализ проектных решений, позволивших обеспечить достижение регламентных показателей.

Ключевые слова: медно-цинковые руды, Хайбуллинская обогатительная фабрика, проектирование, строительство, рудоподготовка, флотация.

В июне 2011 г. была введена в эксплуатацию Хайбуллинская обогатительная фабрика (ОФ), построенная ООО «Башмедь» по технологическому регламенту и проекту, выполненным ЗАО «НПО «РИВС». В проектных работах по строительным и общепромышленным частям участвовали также субподрядные организации: ООО «ВЕЛД», ООО «Универсал-Электрик», ООО «Башпром-автоматика».

Силами специалистов ООО «Башмедь» и ЗАО «НПО «РИВС» Хайбуллинская ОФ в кратчайшие сроки была выведена на проектные показатели и в настоящее время является одним из наиболее передовых и стабильных предприятий ООО «УГМК-Холдинг».

Устойчивая работа предприятия за прошедший период подтвердила правильность основных технологических и проектных решений.

Сырьевой базой Хайбуллинской ОФ являются медные и Cu-Zn-руды Юбилейного месторождения, расположенного в Республике Башкортостан. Месторождение разрабатывает ООО «Башкирская медь». Работа на месторождении началась в 1996 г. На площадке выполнены горно-капитальные работы по строительству карьера для отработки открытым способом рудных залежей верхних горизонтов, ведется строительство подземного рудника для разработки рудных залежей нижних горизонтов.

В настоящее время перерабатываются медные руды, в ближайшее время планируется переработка Cu-Zn-руд.

Технические решения по обогатительной фабрике

Решение о строительстве ОФ на месторождении Юбилейное было принято в 2006 г. ТЭО и проект строительства ОФ выполнены генеральным проектировщиком ЗАО «НПО «РИВС» (ЗАО «РИВС-проект»). Проектом предусмотрено сооружение ОФ производительностью 3 млн т в год по руде в составе двух секций для параллельного приема и переработки медной и Cu-Zn-руды со строительством в 2 этапа.

Проектные показатели, согласно технологическому регламенту, приведены в **табл. 1**.

Варианты схемы цепи аппаратов и конструктивно-компоновочных решений ОФ разрабатывались как на базе отечественного, так и импортного оборудования ведущих российских и зарубежных фирм-производителей.

В ходе проектирования выполнено сравнение:

- схем рудоподготовки на базе компоновочных решений и расчетов возможных капитальных и эксплуатационных затрат;
- технологических схем обогащения по результатам исследования обогатимости медных и Cu-Zn-руд.

Проектом рассмотрены два конкурирующих варианта организации узла рудоподготовки: традиционный с применением трехстадиального дробления и вариант с применением мельниц полуссамоизмельчения (ПСИ).

Таблица 1. Проектные технологические показатели по пусковым комплексам ОФ

Показатель	Варианты развития	
	Пусковой комплекс на 1,5 млн т	Полное развитие – 3 млн т
Содержание в меди медной руде, %	2,56	1,63
Содержание в Cu-Zn-руде, %:		
меди	2,25	1,79
цинка	2,31	2,04
Содержание в концентратах, %:		
меди в медном из медной руды	20	20
меди в медном из Cu-Zn-руды	20	20
цинка в цинковом из Cu-Zn-руды	46	50
Извлечение в концентраты, %:		
меди в медный из медной руды	89,3	90,5
меди в медный из Cu-Zn-руды	83,1	83,1
цинка в цинковый из Cu-Zn-руды	61,5	61,5

Состав объектов по варианту стандартной рудоподготовки

1. Корпус крупного дробления (ККД) для приема медных и Cu-Zn-руд карьерной добычи.

2. Напольный крытый склад руды с организацией двух штабелей для медных и одного для Cu-Zn-руд с их разгрузкой пластинчатыми питателями на два ленточных конвейера, подающих руду на две секции измельчения.

3. Корпус среднего и мелкого дробления с установкой двух параллельных каскадов дробилок среднего и мелкого дробления и промывкой крупнодробленой руды на грохотах перед дробилками среднего дробления. Для повышения плотности подрешетного продукта промывочных грохотов предусмотрены односпиральные классификаторы.

4. Отделение измельчения главного корпуса ОФ с организацией двухстадиального измельчения руды в шаровых мельницах.

Состав объектов по варианту рудного полусамоизмельчения

1. Корпус крупного дробления (аналогично стандартному варианту).

2. Напольный склад руды (аналогично стандартному варианту).

3. Узел перегрузки руды с дробилками додробливания критического класса крупности в разгрузке мельницы ПСИ.

4. Отделение измельчения в главном корпусе ОФ с полусамоизмельчением крупнодробленой руды с добавкой шаров до 8 % объема мельницы ПСИ и шаровое двухстадиальное измельчение в замкнутом цикле.

В корпусе крупного дробления в обоих вариантах рудоподготовки предусмотрена щековая дробилка ЩДП-12×15, загружаемая из бункера вместимостью 80 м³ горизонтальным пластинчатым питателем тяжелого типа шириной 1800 мм. В бункер руда доставляется карьерными самосвалами грузоподъемностью 40 т. Разгрузка дробилки осуществляется на ленточный конвейер, транспортирующий ее на склад. На II этапе руда будет поступать с подземного рудника конвейером с рудничного склада на склад крупнодробленой руды ОФ. Корпус имеет размеры в осях 27,5×30 м. Щековая дробилка обслуживается мо-

стовым краном грузоподъемностью 32/5 т.

Склад крупнодробленой руды (СКДР) в обоих вариантах рудоподготовки принят в виде крытого штабеля напольного типа вместимостью 13,8 тыс. м³ из расчета хранения трехсуточного запаса руды. На складе выделены три отсека — для складирования в первом отсеке Cu-Zn-руды, в двух других — медной руды.

При варианте стандартной рудоподготовки корпус среднего и мелкого дробления представляет собой здание размером в плане в осях 30×48 м. Высота до опор мостового крана 28,2 м. Корпус состоит из двух одинаковых каскадов дробилок среднего и мелкого дробления при соотношении их числа 1:1 производительностью по 1,5 млн т в год по руде. Каждый из двух каскадов включает дробилки КСД-2200Т6 и КМД-2200Т6, промывочный грохот ГРС-2000×5000 перед средним дроблением, грохот ГРС-2000×5000 перед мелким дроблением и односпиральный классификатор 1КСП-24.

Главный корпус рассмотрен в виде шестипролетного здания павильонного типа с пролетами 12, 30, 12, 36, 30 и 18 м соответственно. Отделение измельчения располагается в пролете «А–В».

В пролете «А–Б» шириной 12 м размещаются бункеры мелкодробленой руды, загружаемые с помощью двух ленточных конвейеров с разгрузочными тележками. Бункеры проектируются железобетонными ящичного типа с выделением трех отсеков для складирования двух сортов руды и возможностью их попеременной подачи на первую секцию.

В пролете «Б–В» шириной 30 м размещаются мельницы трех стадий измельчения и доизмельчения с гидроциклонными установками и насосным оборудованием. Ремонт мельниц произво-


Корпус крупного дробления руды

Склад крупнодробленой руды



Главный корпус обогатительной фабрики



Известково-реагентное отделение



Административно-бытовой корпус

дится на месте установки. Для обслуживания мельниц проектируется мостовой кран грузоподъемностью 80/20 т.

В варианте с мельницами ПСИ главный корпус представляет собой пятипролетное здание павильонного типа с пролетами 30, 12, 36, 30 и 18 м соответственно.

Проектом предусмотрены в I стадии измельчения две мельницы ПСИ-70×23, во II стадии — две шаровые мельницы МШЦ-4500×6000, работающие в замкнутом цикле с гидроциклонами.

Слив гидроциклонов II стадии измельчения поступает на флотацию во флотомашину РИФ 25 с выделением медной «головки». Слив гидроциклонов III стадии измельчения является питанием основной медной флотации при переработке медных руд или I коллективной флотации на секции, перерабатывающей Cu-Zn-руды.

В остальном компоновочные решения главного корпуса аналогичны варианту со стандартной рудоподготовкой.

Все оборудование рудного измельчения и доизмельчения промпродуктов размещается в пролете «А–Б».

В пролете «Б–В» шириной 12 м размещаются чаны для извести и площадки дозирования реагентов с емкостями и системами дозирования реагентов.

В пролете «В–Г» шириной 36 м устанавливаются флотомашин РИФ 25, РИФ 8,5 для всех операций флотации, контактные чаны и другое оборудование обеих флотационных секций, а также операторский пункт. Для обслуживания оборудования в пролете флотации установлен мостовой кран грузоподъемностью 10 т.

В пролете «Г–Д» шириной 30 м устанавливается оборудова-

ние для сгущения сгустители фирмы «СЕТКО» диаметром 12 м и фильтрация медного и цинкового концентратов — фильтр-прессы МС1-250-S-1250×1250У в комплекте со вспомогательным оборудованием. Оборудование обслуживается мостовым краном грузоподъемностью 10 т.

В этом же пролете установлены воздуходувки, а также компрессоры сжатого воздуха для обслуживания систем пробоотбора и прободоставки, а также для регулирования уровня пульпы во флотомашине. Помещение воздуходувок и компрессоров обслуживается подвесной кран-балкой грузоподъемностью 3 т.

В пролете «Д–Е» шириной 18 м размещены склады готовой продукции — медного и цинкового концентратов. Для их погрузки установлен грейферный кран грузоподъемностью 10 т.

Корпус приготовления реагентов частично примыкает к отделению приготовления известкового молока, образуя единый комплекс под одной крышей длиной 42 м, где предусматривается складирование и растворение реагентов, размещаются отстойные чаны и насосное оборудование. Пролеты обслуживаются подвесными кран-балками грузоподъемностью 3 т.

Известково-реагентное отделение включает узел приема и измельчения извести. Узел приема извести площадью 156 м² включает бункер вместимостью 70 м³, наклонный конвейер шириной 800 мм с весами, обслуживаемые подвесной кран-балкой грузоподъемностью 1 т. В корпусе измельчения извести (18×42 м) установлена мельница МШР-2100×3000, работающая в замкнутом цикле с гидроциклонами ГЦР-380 и ГЦР-500, два контактных чана КЧ-40, насосное оборудование. Для обслуживания оборудования предусмотрен мостовой кран грузоподъемностью 10 т.

В составе фабрики с западной стороны главного корпуса располагаются административно-бытовой корпус (АБК) и инженерный корпус, связанные галереями с главным корпусом. В АБК размещаются рабочие помещения руководства фабрики и главных специалистов, а также санитарно-бытовые помещения. Инженерный корпус предназначен для работы специалистов линейных технических служб ОФ, исследовательской и химической лабораторий, отдела технического контроля.

Проектом предусмотрено оснащение Хайбуллинской ОФ системой АСУТП, включающей аналитический комплекс на базе трех анализаторов РХ-2100 фирмы PERI (США). Система создана на основе промышленных контроллеров Simatic S7, SCADA WinCC и полевой шины Profibus. Совместно с комплектными средствами автоматизации технологического оборудования АСУТП обеспечивает выполнение основных функций — визуализацию, автоматическое регулирование и диспетчерское управление, противоаварийную защиту, накопление данных и отчетность.

Теплоснабжение объектов ОФ обеспечивается газовой котельной суммарной мощностью котлов 20 мВт (включая резерв).

Хвостохранилище Хайбуллинской ОФ с системой оборотного водоснабжения размещено в 900 м юго-западнее карьера «Юбилейный». Проект хвостового хозяйства выполнен ООО «Новотэк» (г. Белгород).

Проектом предусмотрено формирование хвостохранилища «комбинированного наливного» типа, в котором упорная призма образуется намывом хвостов, а насыпные дамбы обвалования

для организации ярусом намыва создаются из местного грунта.

Площадь территории для размещения хвостохранилища составляет 310 га. По геоморфологическим условиям рассматриваемая территория разделяется на два участка (отсека): северный площадью 190 га и южный площадью 120 га. Использование территории предполагается по очередям. Сначала заполняется южный отсек. После его заполнения до конечной отметки заполняется северный отсек. Полезная вместимость хвостохранилища I очереди (южный отсек) составляет около 27 млн м³, что обеспечивает продолжительность его эксплуатации (с начала пуска ОФ) в течение около 19 лет. Вместимость северного отсека составляет около 33 млн м³. Хвостохранилище позволяет обеспечить работу ОФ в течение 39–40 лет.

Окончательный вариант рудоподготовки принят по результатам технико-экономического расчета показателей по обогатительному переделу на полное развитие по критерию приведенных затрат (табл. 2). Приведенные затраты по варианту с ПСИ ниже, чем по варианту с традиционной рудоподготовкой, прежде всего благодаря существенно меньшим затратам на строительно-монтажные работы (~ на 18%) при большей стоимости оборудования, но при меньших эксплуатационных расходах.

Строительство Хайбуллинской ОФ выполнено по варианту рудоподготовки с применением ПСИ, преимущество которого определили технико-экономические расчеты.

В октябре 2007 г. ООО «Заводэнергострой» приступило к строительству фундаментов главного корпуса и склада крупнодробленной руды. В мае 2007 г. было начато строительство хвостохранилища и пруда-накопителя. Основное оборудование ОФ было закуплено в 2008 г.

Особыми условиями строительства Хайбуллинской ОФ являлось то, что работы производились в период кризиса 2008 г., в связи с чем на момент монтажа производственных сооружений почти на год — до октября 2009 г. приостанавливались все работы и рассматривались возможности временной консервации объектов, снижения затрат на строительство относительно ранее

принятых технических решений. Тем не менее ООО «Башмедь» приложило большие усилия и создало условия для сооружения ОФ менее чем за три года. В ноябре 2010 г. ОФ была введена в эксплуатацию в пусконаладочном режиме с годовой производительностью 1,5 млн т.

Освоение мощностей и эксплуатация комплекса

Запуск и освоение производственных мощностей осуществлялось персоналом ОФ с привлечением шефмонтажных специалистов организаций-поставщиков оборудования и сотрудников технологической лаборатории ЗАО «НПО «РИБС». Пусконаладка оборудования производилась по мере выполнения строительно-монтажных работ, окончательная комплексная приемка оборудования и отладка технологии — в период ввода ОФ под нагрузкой в IV квартале 2010 г.

В июне 2011 г. произошло знаковое событие — ввод в постоянную эксплуатацию I очереди ОФ, в котором приняли участие Президент Республики Башкортостан Р. З. Хамитов, президент ООО «УГМК-Холдинг» И. К. Махмудов, генеральный директор ООО «УГМК-Холдинг» А. А. Козицын, руководители и специалисты горных, проектных и строительных предприятий, финансовых учреждений, работники ООО «Башкирская медь».

Устойчивая работа ОФ уже в первоначальный период подтвердила правильность решений ЗАО «НПО «РИБС» по выбору технологии и оборудования для переработки руд месторождения Юбилейное (табл. 3).

При этом отмечены:

- изменения, внесенные в ходе проектных работ по отказу от предлагаемых первоначально решений об исключении отопления корпуса крупного дробления, склада крупнодробленной руды, осложняющие обеспечение требований по запыленности на рабочих местах, особенно в зимний период работы ОФ;
- стабильная работа узла рудоподготовки в целом, независимо от изменения влажности и глинистости руды, наличие напольного склада руды обеспечивающего работу ОФ практически в любых погодных условиях;

- достаточность фронта флотации;
- напряженная работа узла сгущения концентрата при повышении его выхода;
- недостаточная производительность фильтр-прессов относительно заявленной производителем при закупке, потребовавшая установки дополнительного оборудования.

В 2013–2014 гг. выполнялось дальнейшее совершенствование технологии обогащения в связи с расширением рудной базы, изменением требований к энергоэффективности производства.

В 2013 г. подготовлен технологический регламент на переработку руд Дергамышского месторождения и организована их опытно-промышленная переработка на Хайбуллинской ОФ.

В начале 2014 г. сдана в промышлен-

Таблица 2. Сравнение технико-экономических показателей при различных вариантах рудоподготовки по обогатительному переделу при производительности 3 млн т руды в год

Статья затрат	Вариант 1 — традиционная схема рудоподготовки		Вариант 2 — схема с ПСИ	
	на 1 т, руб.	на 3 млн т, тыс. руб.	на 1 т, руб.	на 3 млн т, тыс. руб.
Капитальные вложения К, всего	1683,4	5050250	1662	4986128,6
В том числе:				
оборудование	675,7	2027144	721,7	2164983,2
строительно-монтажные и другие расходы	1007,7	3023106	940,4	2821145,5
Годовые эксплуатационные расходы Э	304,45	920418	306,81	913351
Приведенные затраты	559,3	1677955	553,8	1661271
Текущие затраты (без амортизации)	211,75	635263	206,31	618918
Фонд заработной платы, тыс. руб.	18,94	56827	17,54	52607
Численность персонала	202		187	
Расход электроэнергии, млрд кВт·ч	119,2		125,5	

Таблица 3. Технологические показатели обогащения медной руды Юбилейного месторождения по итогам работы за 2013 г. и I квартал 2014 г.

Период работы ОФ	Переработка, тыс. т	Содержание Cu в руде, %	Содержание Cu в концентрате, %	Извлечение Cu, %
Итого за 2013 г.	1438,95	2,26	19,54	91,9
Январь 2014 г.	112,567	2,09	19,4	89
Февраль 2014 г.	102,903	2,18	19,36	89
Март 2014 г.	106,427	2,11	19,34	89,3
Итого за I квартал 2014 г.	321,9	2,13	19,37	89,1

ную эксплуатацию автоматизированная система диспетчерского управления энергоснабжением фабрики (ООО «Башпромавтоматика»), выполняющая следующие основные функции:

- автоматический сбор, сохранение и отображение параметров системы электроснабжения технологического оборудования ОФ, состояния коммутационных элементов;
- формирование предупредительных и аварийных сообщений при выходе параметров системы электроснабжения технологического оборудования за установленные пределы;
- технический учет потребляемой электроэнергии.

Выводы

Специалистами ЗАО «НПО «РИВС» разработана технология

обогащения медных и Cu-Zn-руд Юбилейного месторождения, выполнен регламент на проектирование и подготовлен проект Хайбуллинской ОФ.

Специалистами ООО «Башмедь» в кратчайшие сроки построена и введена в эксплуатацию I очередь Хайбуллинской ОФ на переработку медной руды, достигнуты проектные показатели.

Хайбуллинская ОФ соответствует современным требованиям производства и отличается высокой степенью автоматизации технологических процессов, с применением высокоэффективного флотационного оборудования производства ЗАО «НПО «РИВС».

*Путенихин Геннадий Александрович,
Бадретдинов Раиль Рашитович:
e-mail: bashmed@ufamts.ru
Зимин Алексей Владимирович,
e-mail: rivs@rivs.ru
Калинин Евгений Петрович,
e-mail: ufa@rivs.ru
Кутлин Борис Алексеевич,
e-mail: rivs@rivs.ru*

"GORNYI ZHURNAL"/"MINING JOURNAL", 2014, № 11, pp. 105–109

Title	Analysis of design solutions on the basis of construction and start of Khaybullinsky concentration plant
Author 1	Name & Surname: Putenikhin G. A.
	Company: Bashmed LLC (Sibay, Russia)
	Work Position: Head of Concentration
Author 2	Name & Surname: Badretdinov R. R.
	Company: Bashmed LLC (Sibay, Russia)
	Work Position: Chief Engineer of Concentration
Author 3	Name & Surname: Zimin A. V.
	Company: RIVS Science and Production Association (Saint-Petersburg, Russia)
	Work Position: General Director
	Scientific Degree: Candidate of Engineering Sciences
Contacts: e-mail: rivs@rivs.ru	
Author 4	Name & Surname: Kalinin E. P.
	Company: RIVS Science and Production Association (Saint-Petersburg, Russia)
	Work Position: Director, Ural Representative Office
	Contacts: e-mail: ufa@rivs.ru
Author 5	Name & Surname: Kutlin B. A.
	Company: RIVS-Proekt LLC (Saint-Petersburg, Russia)
	Work Position: General Director
	Scientific Degree: Doctor of Engineering Science
Contacts: e-mail: rivs@rivs.ru	
Abstract	In 2011 Khaibulla processing plant stage I was commissioned at Yubileynoe copper and copper-zinc ore deposit (Republic of Bashkortostan). The feasibility study and construction project for the processing plant with the annual capacity of 3 Mt were developed by RIVS-Proekt LLC, the general designer of RIVS Science and Production Association (Saint-Petersburg).
	The structure of the processing plant includes the coarse crushing building with a covered ground-level storehouse; main building with areas for milling, flotation, concentrate dewatering; lime-reagent area; tailings dump with a recycling water system; and the engineering and administration buildings. Ore milling stage I: two wet semiautogenous mills MPSI-70×23, stage II: two ball mills MSHTS-4500×6000 with closed-circuit operation with cyclones; flotation: flotation machines RIF 25 and RIF 8.5; concentrate filtering: press filters. The choice of the ore pre-processing by semiautogenous milling is based on the lower costs as compared with the conventional ore pre-processing method, first of all, the substantially lower cost of construction-assembly work (by 18 %) and the less maintenance cost though the high cost of equipment.
	As early as the initial operation period, the processing plant reached the design parameters of ore pre-processing and flotation. Some problems arisen in concentrate dewatering demanded for installation of an additional press filter.
	Khaibulla processing plant has been constructed in accordance with the modern production requirements. The project designs involved in the Khaibulla processing plant project ensure high production data and further development.
Keywords	Copper-zinc ore, Khaibulla processing plant, designing, construction, ore pre-processing, flotation.