

С. П. Шуваев, В. И. Бондарец, Л. Л. Куцевол  
ПАО «Орджоникидзевский  
горно-обогатительный комбинат»

## Модернизация агломашины, агломерационного оборудования, совершенствование технологии производства марганцевого агломерата и внедрения новых пылеочистных установок на БОАФ\*

*Изложены результаты внедрения комплекса мероприятий по модернизации агломерационной машины, аглооборудования и совершенствованию технологии производства марганцевого агломерата широкого марочного состава с использованием концентратов обогатительных фабрик ПАО «ОГОК». В результате выполненных работ площадь спекания агломашины увеличена на 30 %, освоена технология спекания аглошихты в высоком слое, снижен расход твердого топлива на 2–3 кг/т агломерата; увеличен выход годного агломерата на 12–15 % и повышена прочность агломерата с 76 % до 79 %. В 2013–2015 гг. выполнен комплекс природоохранных мероприятий, что позволило существенно снизить пылегазовые выбросы в атмосферу до требований соответствующих норм. (Ил. 2. Табл. 1. Библиогр.: 3 назв.).*

**Ключевые слова:** марганцевый агломерат, агломашины, концентраты, коксик, природный газ, качество агломерата, пылегазоочистки, рукавные фильтры, эффективность.

*Results of introduction of a complex of actions for modernization of the agglomerative car, agglomeration equipment and improvement of the production technology of manganese agglomerate of wide branded structure with the use of concentrates of concentrating factories of PJSC «Ordzhonikidze Mining and Processing Works» are stated. As a result of the performed works the area of agglomeration of sinter machine is increased by 30%, the technology of agglomeration of sinter burden in a high layer is mastered, the consumption of solid fuel on 2-3 kg/t of agglomerate is cut; the output of proper agglomerate is increased by 12-15% and strength of agglomerate is increased from 76 % up to 79 %. In 2013–2015 the complex of nature protection actions that allowed to reduce significantly pulverized-coal and gas discharges in air to the requirements of the relevant standards.*

**Key words:** manganese agglomerate, sinter machine, concentrates, coke fines, natural gas, quality of agglomerate, gas treatment station, hose filters, efficiency.

### Постановка задачи

Марганцевый агломерат является базовым шихтовым компонентом для выплавки комплексного раскислителя и легирующего ферросплава – ферросиликомарганца (ДСТУ 3548-97) [1; 2], который характеризуется как один из наиболее востребованных ферросплавов на мировых международных рынках ферросплавной продукции. Средний расход ферросиликомарганца в мировой сталеплавильной промышленности постоянно увеличивается: с 9,1 кг/т стали в 2001 г. до 11,4 кг/т стали в 2012 г. При этом потребление высокоуглеродистого ферромарганца (ДСТУ 3547-97) за этот период времени снизилось с 4,7 кг/т до 4,1 кг соответственно [4].

В связи с высокими темпами роста объема выплавки стали в мире потребность сталеплавильной промышленности в ферросиликомарганце, как и ряда других видов ферросплавов, постоянно растет. Средний удельный расход

ферросплавов повысился с 22,5 кг/т в 2001 г. до 27,1 кг/т в 2012 г., т. е. вырос на 20,4 %.

По зарубежным прогнозам [3], опубликованным в 2015 г., в период с 2012 до 2020 гг. средний рост мирового потребления стали составит 3,5 % в год, а абсолютный объем потребления стали возрастет с 1545 млн т в год до 2399 млн т. По более сдержанным прогнозам выплавка стали в мире в 2015 г. составит 1,635 млрд т, а к 2020 г. увеличится до 1,814 млрд т [3].

Производство стали в Украине в годы экономического кризиса практически во все годы снижалось. Вместе с тем по данным летних месяцев 2015 г. наша страна сохранила возможность войти в престижный первый десяток стран, выплавляющих сталь.

Количество производимых марганцевых ферросплавов, и прежде всего, ферросиликомарганца, на заводах ферросплавов Украины значительно превышает потребность в нем от-

\*БОАФ – Богдановская обогатительно-агломерационная фабрика ПАО «Орджоникидзевский горно-обогатительный комбинат».

еественной сталеплавильной промышленности. Поэтому производство ферросиликомарганца, равно как и высокоуглеродистого ферромарганца, имеет экспортный характер. Это обуславливает необходимость системного решения сложных задач в области обогатительно-агломерационного производства марганцевой продукции: повышения качества концентрата и агломерата как по содержанию ведущего элемента марганца, так и вредной примеси *фосфора*; обеспечения стабильного гранулометрического состава агломерата с учетом интересов рынка; снижения материальных и энергетических затрат на единицу производимой продукции; улучшения экологической обстановки и, таким образом, повышения конкурентоспособности марганцевых концентратов и агломерата широкого марочного состава.

### **Общая характеристика агломерационного оборудования и технологии производства марганцевого агломерата**

Богдановская обогатительно-агломерационная фабрика (БОАФ) в последние годы представляет собой мобильное и высокотехнологичное, практически полностью механизированное и автоматизированное, экологически чистое агломерационное производство, достойно входящее в структуру горно-металлургического комплекса Украины.

Приведенный ниже анализ сложной работы по выводу БОАФ на уровень современных агломерационных промышленных предприятий свидетельствует, что в течение всего периода эксплуатации аглофабрики велась работа по модернизации технологического оборудования и совершенствованию технологии производства агломерата. Вместе с тем решающий вклад в модернизацию агломашины, агломерационного оборудования, снижение пылегазовых выбросов в окружающую среду был достигнут в последние годы.

Богдановская обогатительно-агломерационная фабрика была построена по проекту института «Механобрчермет» (г. Кривой Рог) в 1962 г. для производства марганцевого агломерата на одной агломашине типа К4-50 с площадью спекания 50 м<sup>2</sup> с использованием марганцевых концентратов ПАО «ОГОК».

Процесс производства агломерата, представленный в проекте, осуществляется по следующей схеме:

– шихтовые материалы со склада сырья транспортируются ленточным конвейером в накопительные бункеры шихтового отделения. Дозирование марганцевых концентратов производится одним дисковым питателем типа ДТ и двумя дозаторами непрерывного действия типа

ДН. Дозирование коксовой мелочи осуществляется дозатором непрерывного действия типа ДН. Сборный конвейер с дозированной шихты проходит под бункером горячего возврата, с которого дисковым питателем типа ДТ на шихтовую смесь (марганцевый концентрат + коксовая мелочь) укладывается возврат агломерата крупностью 0–20 мм.

Смешивание шихты происходит в две стадии. До проведения работ по модернизации фабрики первичное и вторичное смешивание (окомкование) производилось в барабанах – смесителях типа СБЧ 2,8×6.

Высота слоя загрузки шихты на спекательные тележки по проекту составляла 300–400 мм. Отсос отходящих газов производился при помощи нагнетателя типа Н-3500-13.

Горячий агломерат с агломашины поступал на одновалковую зубчатую дробилку для получения агломерата крупностью 0–200 мм с последующим грохочением на инерционном грохоте типа ГИТ. Отсев агломерата фракции 0–20 мм подавался в бункер горячего возврата, а фракция +20 поступала в чашевый охладитель.

Охлажденный марганцевый агломерат системой ленточных конвейеров подавался на склад агломерата. Технологическая схема производства марганцевого агломерата до реконструкции приведена на рис. 1.

Как следует из приведенной на рис. 1 схемы, практически на всех технологических стадиях производства агломерата предусматривалась установка пылеулавливания и очистки пылегазовых образований. Так, для отходящих газов на стадии спекания агломерата применялась двухстадийная очистка: на первой стадии батарейный циклон типа БЦВ 540/6×90, на второй – мокрые коагуляционные пылеуловители типа КМП-8. Очищенные отходящие газы поступали в вытяжную башню Н-60 м, Ø 3,5 м и сбрасывались в атмосферу. Для очистки отходящих газов зоны охлаждения применялся скруббер «Вентури». Очищенные отходящие газы поступали в вытяжную башню Н-45 м, Ø 3,5 м и сбрасывались в атмосферу.

### **Поэтапная модернизация аглооборудования и совершенствование технологии производства марганцевого агломерата**

Комплекс мероприятий, осуществляемый за период работы БОАФ, направлен на решение следующих основных задач: повышение производительности агломашины, снижение удельных расходов топлива и сырья, улучшение качественных показателей выпускаемой продукции и повышение экологической эффективности производства.

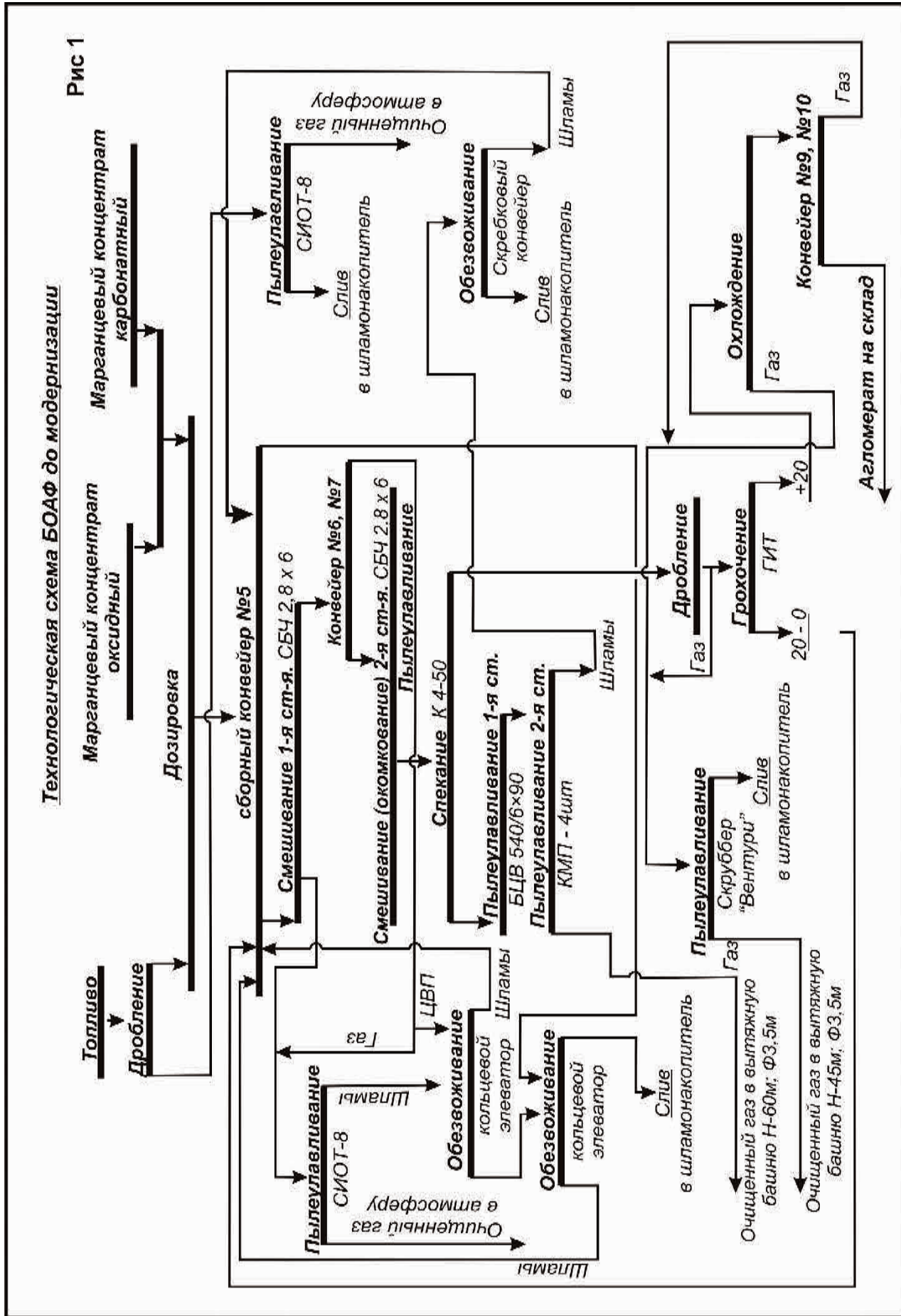


Рис. 1. Сквозная аппаратно-технологическая схема производства марганцевого агломерата на агломашине К 4-50 с указанием стадий и оборудования пылеулавливания и очистки отходящих газов

Так, начиная с 1970 по 2005 гг. были проведены технические мероприятия, оказавшие эффективное влияние на повышение производительности агломашины К4-50. Была увеличена площадь спекания агломашины с 50 м<sup>2</sup> (по проекту) до 65 м<sup>2</sup>. Наряду с этим произведена замена нагнетателя Н-3500-13 на нагнетатель Н-6500-11-4, что обеспечило достаточное количество атмосферного воздуха просасываемого через слой спекаемой аглошихты.

С учетом повышения требований поставки для доменных и ферросплавных печей марганцевых агломератов с возможно меньшим количеством фракции 0–5 мм проведены расчетные и опытные работы по выбору наиболее эффективного и экономически обоснованного типа грохота для отсева мелких фракций марганцевого агломерата. Эта задача была успешно решена заменой инерционного грохота типа ГИТ на вибрационный самобалансный ГСТ-61.

Для улучшения смешивания и окомкования аглошихты была выполнена замена смесительного барабана 2-й стадии смешивания (окомкования) с СБЧ 2,8×6 на СБФ 2,8×8.

Ключевым мероприятием в совершенствовании технологии спекания агломерата было внедрение разработанных параметров спекания аглошихты в высоком слое 600–650 мм с установкой уширенных спекательных тележек ТСУ-2,5. Это позволило снизить удельный расход топлива на 2–3 кг/т агломерата, увеличить выход годного агломерата на 12–15 %, повысить удельную производительность агломашины на 3–4 %, а также прочность агломерата с 76 до 79 % и, как следствие, снизить количество мелочи (фракция 5–0 мм) в готовом (товарном) агломерате.

Также достижению приведенных показателей способствовали мероприятия по устранению вредных бортовых прососов и обеспечение равномерной сегрегации окомкованной шихты по высоте слоя загрузки на аглоленту, что достигнуто установкой качающегося шихтоукладочного конвейера и заменой ротора нагнетателя 6500-1-4 с целью повышения его производительности до 6700 м<sup>3</sup>/мин.

Проведена реконструкция пылегазоочистных установок с сооружением вытяжной башни Н-100 м, Ø 4,2 м взамен 2 вытяжных башен Н-60 м, Ø 3,5 м и Н-45 м, Ø 3,5 м, что позволило объединить газоотводящие тракты очищенных газов зоны спекания и охлаждения.

Выполнен большой комплекс мероприятий по переводу работы зажигательного горна агломашины на природный газ, что сопровождалось снижением концентрации вредных газообразных веществ в отходящих газах до требуемых норм.

### **Разработка и внедрение эффективной природоохранной системы пылегазоочистки при спекании и охлаждении агломерата**

В период 2013–2015 гг. на БОАФ специалистами ПАО «ОГОК» из института ДЭС проведена значительная работа по внедрению более эффективной системы пылегазоочистки в зоне спекания и зоне охлаждения агломерата с установкой рукавных фильтров ФРИР-7700 и ФРИР-5000. Проведена замена действовавших устаревших двух нагнетателей на новые нагнетатели типа DHRV-35-1400/К фирмы «Venti Oelde» (Германия) в зоне спекания и ДН-26х2Ф поставки ЗАО «РУВЕН» в зоне охлаждения. Установка нового нагнетателя на ФРИР-7700 позволила заменить устаревшую систему пылегазоочистки в зоне спекания на более эффективную с использованием искрогасителя ЦГ-450 и рукавного фильтра ФРИР07700.

Введение в эксплуатацию более мощного нагнетателя DHRV-35-1400/К позволило достигать разряжения в коллекторе отходящих газов до 12–14 кПа. В связи с этим появилась возможность увеличить доленое участие мелких марганцевых концентратов крупностью 1,0–0 мм в концентратной шихте с 5 до 20 %. На рис. 2 приведена современная аппаратурно-технологическая схема производства марганцевого агломерата и система пылегазоочистных установок на БОАФ ПАО «ОГОК».

Установка нового нагнетателя ДН-26х2Ф в зоне охлаждения ФРИР-5000 позволила уйти от существовавшей низкоэффективной гидромеханической очистки газа и применить высокоэффективный рукавный фильтр ФРИР-5000 с сухой выгрузкой пыли в концентратную шихту.

Внедрение системы пылегазоочистки с возвратом уловленной пыли непосредственно в шихту позволило снизить удельный расход марганцевого концентрата с 1,440 т/т аглоцеха до 1,422 т/т агломерата и уменьшить потери марганцевого концентрата в пересчете на марганец при производстве агломерата с 3 до 1,7 %.

В табл. 1 приведены сравнительные данные технологических показателей производства марганцевого агломерата до и после внедрения новой пылегазоочистки на БОАФ.

Начиная с 2012 г., на БОАФ освоено производство мелкозернистых оксидных концентратов путем обогащения шламов шламохранилищ ОГОК, обогатительных фабрик на БОАФ, произведена отработка технологии агломерации марганцевых концентратов с использованием мелкозернистых концентратов в составе агломерационной шихты с максимально возможным долевым участием.

Рис 2

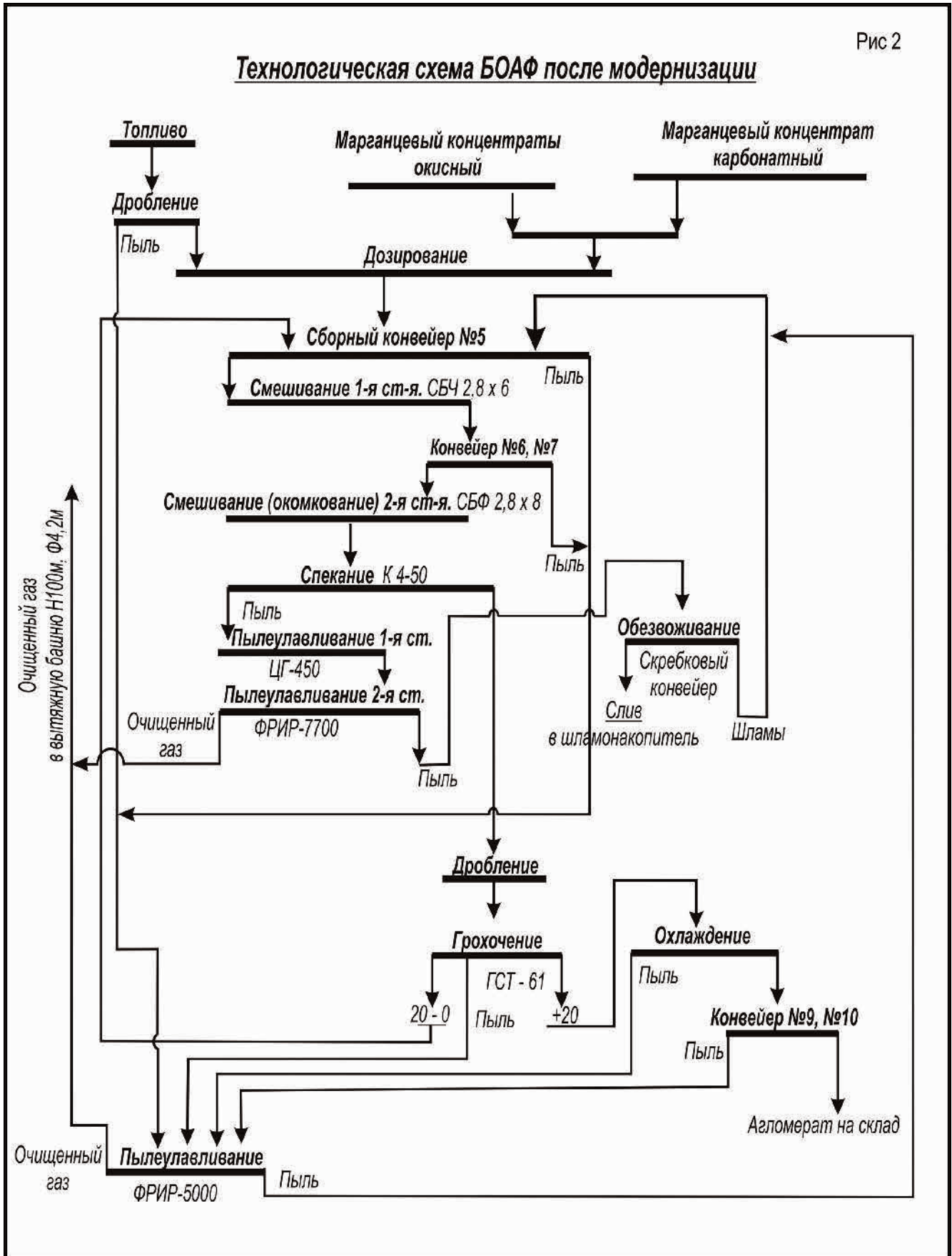


Рис. 2. Современная аппаратно-технологическая схема производства марганцевого агломерата и система пылегазоочистных установок на БОАФ ПАО «ОГОК»

Сравнительные показатели производства марганцевого агломерата на БОАФ до внедрения (2014 г.) и после внедрения (2015 г.) пылегазоочистки при спекании и охлаждении агломерата

Показатели	До внедрения новой ПГОУ (2014 г.)			После внедрения ПГОУ (2015 г.)			Отклонение факта до и после внедрения, +/-
	план	факт.	откл.	план	факт.	откл.	
Производство агломерата, тыс. тонн	325	287,06	-37,94	242	195,04	-46,96	-
Удельный расход концентрата, т/т агломерата	1,482	1,440	-0,042	1,480	1,422	-0,058	-0,018
Потери марганца при производстве агломерата, %	4,00	3,08	-0,92	4,00	1,67	-2,33	-1,41

**Заключение**

1. Обобщенный и проанализированный выше материал поэтапной модернизации агломерационной машины, аглооборудования и совершенствования технологии производства марганцевого агломерата на БОАФ свидетельствует, что в течение более полувекового периода напряженной работы коллектива Богдановской ОАФ оборудование и технология спекания марганцевого агломерата подвергались модернизации с достижением более высоких показателей производства марганцевого агломерата широкого марочного состава при умеренных результатах снижения выбросов пылегазовых образований в окружающую среду.

2. Системно проводившиеся поисковые опытно-промышленные работы по совершенствованию технологического процесса получения марганцевого агломерата имели принципиальное значение не только для повышения качества агломерата, увеличения производительности агломашин, но и для создания предпосылок при решении неотложных в последние годы проблемных задач охраны окружающей среды.

3. В течение последних пяти лет на БОАФ реализована природоохранная концепция, пред-

усматривающая существенное вложение инвестиций в приобретение и установку новейшего оборудования для улавливания и очистки пылегазовых образований от всех источников на стадиях спекания и охлаждения агломерата, а также от нескольких десятков источников аспирационных пылегазовых выделений с очисткой их в рукавных фильтрах ФРИР-7700 и ФРИР-5000, что обеспечило кардинальное решение задачи снижения пылевидных выбросов до требований соответствующих нормативных документов.

**Библиографический список**

1. Гасик М. И. Марганец / М. И. Гасик. – М.: Металлургия, 1992. – 608 с.
2. Гасик М. И. Физикохимия и технология электрометаллургии ферросплавов / М. И. Гасик, Н. П. Лякишев. – Днепропетровск, 448 с.
3. Schill Ingo. Stahldistribution 2015. Quo vadis? Развитие мирового распределения стали до 2015 г. 41. РЖМ. 2015. – № 7, реф. 15.07-15. В.17.

**Поступила 07.10.2015**

