



**РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ НЕРУДНОГО СЫРЬЯ
И ОТВАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ И ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ
ПЕСКОВ**

В. П. Мязин¹, И. И. Петухова², Л. В. Шумилова², А. А. Балагуров²

¹*Читинский филиал Института горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН,
E-mail: myazinvpchita@mail.ru, ул. Александрo-Заводская 30, г. Чита 672039, Россия*

²*Забайкальский государственный университет,
ул. Александрo-Заводская 30, г. Чита 672039, Россия*

Показано, что высокие технологические потери ценного компонента при промывке песков и низкая эффективность использования отходов в качестве вторичного сырья снижают рациональное использование минеральных ресурсов россыпной золотодобычи. Предложена концепция повышения эффективности комбинированных малоотходных технологических схем для извлечения свободного мелкого золота и выделения нерудных эфельных, глинистых и галечных продуктов при обогащении и переработке труднообогатимых металлоносных песков. Выполнено научно-технологическое обоснование схем комплексного использования отвальных продуктов для создания ресурсосберегающих технологий на объектах россыпной золотодобычи с целью использования их в качестве вторичного минерального сырья в стройиндустрии.

Минеральное сырье, золотосодержащие пески, извлечение, комплексное использование, вторичное сырье, глинистые и галечные продукты

**DEVELOPMENT OF A RESOURCE-SAVING CONCEPT
FOR NONMETALLIC MINERALS AND DUMP WASTE PRODUCTS
WHEN BENEFICIATING AND PROCESSING GOLD-BEARING SANDS**

V. P. Myazin¹, I. I. Petukhova², L. V. Shumilova², and A. A. Balagurov²

¹*Chita Branch, Chinakal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
E-mail: myazinvpchita@mail.ru, ul. Aleksandro-Zavodskaya 30, Chita 672039, Russia,*

*Transbaikal State University
ul. Aleksandro-Zavodskaya 30, Chita 672039, Russia*

It is shown that high processing losses of a valuable component during sand washing and low efficiency of waste use as secondary raw materials reduce the rational use of mineral resources of placer gold mining. The concept of increasing the efficiency of combined low-waste process flow charts for the recovery of free fine gold and the separation of non-ore ephelial, clay and pebble products during the beneficiation and processing of rebellious metal-bearing sands is proposed. A scientific and technological substantiation of flow charts for the integrated use of dump waste products for the creation of resource-saving technologies at placer gold mining facilities with a purpose of using them as secondary mineral raw materials in the construction industry has been completed.

Minerals, gold-bearing sands, recovery, integrated use, secondary raw materials, clay and pebble products

Золотосодержащие пески россыпных месторождений относятся к числу распространенных видов минерального сырья, а их добыча — один из наиболее рентабельных производств по сравнению с методами добычи и переработки рудного сырья [1]. При обогащении золотосодержащих песков россыпных месторождений основными подготовительными операциями являются промывка и дезинтеграция, а преобладающим методом извлечения золота — гравитация. На практике гравитационные технологии обогащения золотосодержащих песков

осуществляется с помощью обогатительных аппаратов: шлюзов, отсадочных машин, концентрационных столов и других устройств, которые имеют существенные недостатки при наличии в песках цементирующих глин и преобладании мелкого золота (0.315 мм и менее).

Технологические проблемы, связанные с потерями мелкого золота, еще в большей степени усугубляются, по причине вовлечения в переработку труднообогатимых глинистых песков [2]. Традиционно применяемые технологические средства и реализуемые с помощью их технологические схемы извлечения свободного золота существенного изменения не претерпели. Для складирования эфельных отходов, образуемых после промывки металлоносных песков приходится сооружать большое количество отстойников. При этом отчуждается значительное количество земельных угодий и происходит загрязнение взвешенными частицами поверхностных водотоков, прилегающих к горным работам, вызывая тем самым дополнительную экологическую нагрузку на компоненты окружающей среды. Низкая эффективность гравитационных процессов очистки воды в отстойных сооружениях, а зачастую отсутствие очистки технологической воды, ведет к потерям выделенной илисто-глинистой фракции, как источника возможного получения нерудного минерального сырья. Научные проработки по использованию выделяемой гали при промывке золотосодержащих песков в других отраслях промышленности до сих пор слабо реализованы.

Данные технологического опробования отвальных продуктов на драгах ВПО «Союззолото» подтверждают главные причины технологических потерь золота за счет насыщения глинистыми тонкодисперсными частицами (менее -0.074 мм) транспортирующих массопотоков в зоне разделения обогатительных аппаратов, а также налипания свободных золотин на поверхность глинистых «окатышей», образующихся при промывке и дезинтеграции песков. При этом наличие сростков золота с кварцем и сульфидами дополнительно ведет к потерям ценного компонента в технологических схемах. Общие технологические потери золота могут достигать до 50% [1]. Определяющими факторами технологических потерь свободного золота является высокий процент содержания глины в исходных песках и мелкого золота в классах -0.315 , -0.250 мм. При этом мелкое «пластинчатое» золото класса крупности менее -0.1 мм в потоке воды, текущем по наклонной плоскости, полностью не извлекается. Перечисленные технологические и экологические проблемы требуют создания и внедрения инновационных, более совершенных технологических схем переработки труднообогатимых глинистых песков на основе новых приемов и операций, снижающих потери ценного компонента при тесной взаимосвязи с требованиями комплексного использования минерального сырья и соблюдения экологической безопасности.

Эффективность промывки глинистых руд минерального сырья в голове технологического процесса в корытных мойках, бутарах, скрубберах и последующего обезвоживания на грохотах и классификаторах подтверждена данными, приведенными в [3]. При этом введение гравитационного узла в рудный цикл измельчения позволяет поднять извлечение золота на 3–4%. В [4] отмечено, что наиболее широко распространена на практике вторичная отработка золотосодержащих техногенных россыпей, позволяющая получить значительный экономический эффект и улучшить использование минерального сырья за счет удаления из него накопленных древесных отходов. Применение хвостов промывки металлоносных песков в качестве строительных материалов и сырья цементной и керамической промышленности. Создание противоточных оснований гидротехнических дамб сооружений при кучном выщелачивании руд благородных металлов. При этом основным направлением ресурсосбережения должно стать совершенствование и внедрение высокоэффективных технологических схем обогащения полезных ископаемых с учетом наиболее полного извлечения ценных компонентов и комплексной переработки техногенного сырья.

Этапы реализации разработанной научной концепции для создания инновационных ресурсосберегающих технологических схем, по сравнению с существующими базовыми технологиями, представлены на рис. 1.

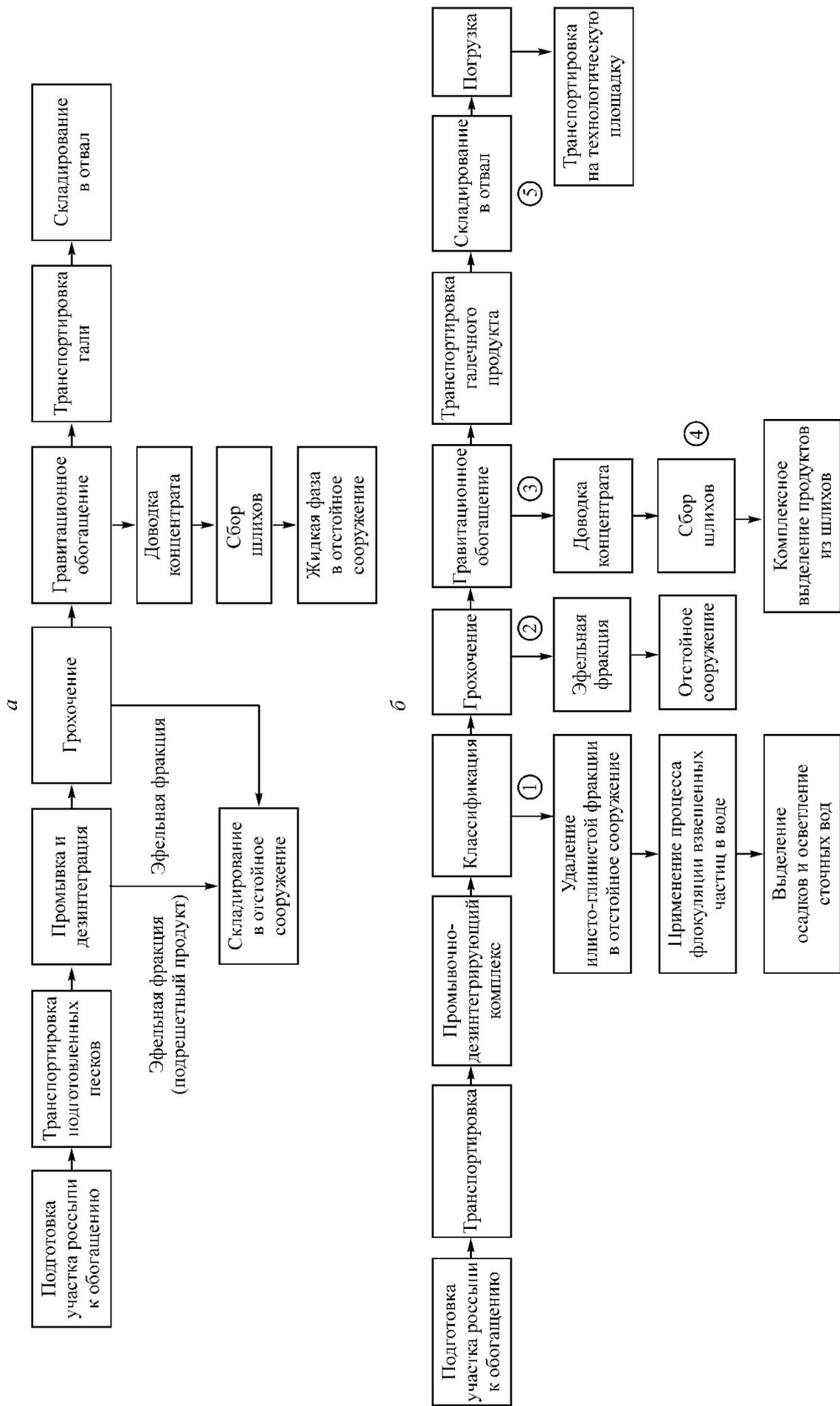


Рис. 1. Блок-схема основных технологических операций при подготовке к обогащению и переработке песков: *а* — традиционная применяемая схема; *б* — предлагаемая ресурсосберегающая

Для реализации предлагаемой концепции создана патентозащищенная технологическая линия, которая включает в себя три блока взаимосвязанных устройств, показанных на рис. 2.

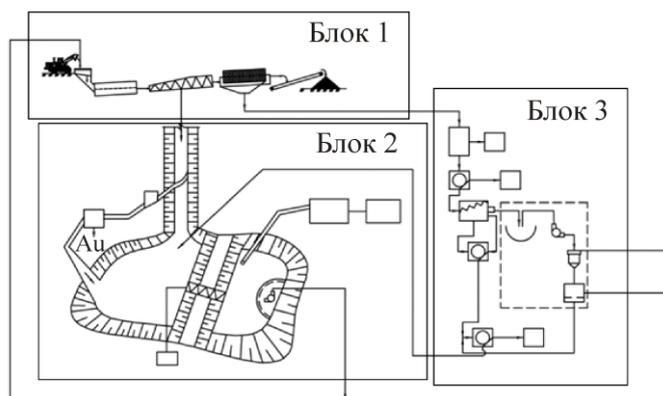


Рис. 2. Технологическая линия переработки глинистых золотосодержащих песков россыпных месторождений

Блок 1 содержит устройство для дезинтеграции исходного материала и устройства для разделения материала по классам крупности. Блок 2 представляет собой гидротехнические сооружения, в которых происходит накопление глинисто-илистой фракции. Гидротехнические сооружения состоят из отстойных секций, разделенных дамбой, трубным водосливом с расположенным внутри смесителем, дозатором водорастворимых полимеров и устройством для транспортирования сфлуккулированных илисто-глинистых частиц в приемную емкость. Эта емкость является аккумулялирующим устройством материала для производства строительных изделий. Блок 3 — это технологическая линия, позволяющая извлекать ценные компоненты в концентрат. Она включает устройства для улавливания тяжелых частиц концентрата, выделения магнитной фракции и физико-химического модуля извлечения золота.

Построение ресурсосберегающих технологических схем обогащения и переработки металлоносных песков базируется на соблюдении следующих принципов:

- предварительное выделение илисто-глинистой фракции в голове технологического процесса промывки и дезинтеграции песков, осложняющее последующее выделение труднообогащаемого золота в зоне разделения обогатительных аппаратов;
- классификация минеральных зерен по крупности перед дальнейшим обогащением;
- обогащение продуктов классификации с применением рациональных комбинированных методов и схем выделения золота (гравитационных, магнитных, электромагнитных сил, гидрометаллургического выщелачивания), в том числе извлечения сростков золотин с кварцем и сульфидами;
- направленная физико-химическая обработка водорастворимыми полимерами транспортируемого массопотока для интенсификации процесса осаждения взвешенных частиц в отстойном сооружении;
- перевод взвешенных илисто-глинистых частиц из гидротока в осадок в отстойниках;
- выделение осветленного слоя воды для повторного использования в системе оборотного водоснабжения транспортно-обогатительного комплекса;
- транспортирование выделенного и обезвоженного осадка для складирования на специальной технологической площадке, складирование с целью дальнейшего использования его в стройиндустрии;
- транспортирование и складирование выделенного надрешетного продукта гали на технологической площадке для использования его в качестве вторичного минерального сырья в стройиндустрии и дорожном строительстве.

В случае, если в переработку вводится техногенные глинистые пески, ранее пораженные включениями фрагментов крепежного леса и древесных остатков, обусловленных ведением горных работ, то в предлагаемую концепцию рекомендуется добавить предварительное удаление фрагментов крепежного леса и древесных остатков в голове технологического процесса обогащения песков.

Концепция выделения ценного компонента различного класса крупности, ресурсосбережения и комплексного использования минерального сырья нашла применение в патентозащищенных технических решениях сотрудников Читинского филиала ИГД СО РАН и Забайкальского государственного университета [5].

ВЫВОДЫ

Разработана концепция и предложена методология построения малоотходных ресурсосберегающих технологических схем, базируемая на дальнейшем развитии идеи комплексного использования отвальных продуктов и повышении извлечения ценного компонента, при обогащении и переработке золотосодержащих металлоносных песков.

Предложены к реализации на практике патентозащищенные технические линии повышения эффективности освоения техногенных россыпных месторождений путем предварительного выделения накопленных отходов горного производства в голове технологического процесса с применением комбинированных методов переработки труднообогатимого золота металлоносных песков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. **Balikov S. V. and Dementiev V. E.** Gold: properties. Geochemical aspects, Irkutsk, Irgeredmet, 2015, 327 pp. [**Баликов С. В., Дементьев В. Е.** Золото: свойства. Геохимические аспекты. — Иркутск: Иргиредмет, 2015. — 327 с.]
2. **Myazin V. P., Koshelev Y. Y., Litvintseva O. V. et al.** Geological and technological features of enrichment of gold-bearing placers of Transbaikalia, ref. allowance, Chita: Search, 2001, pp. 55 – 77. [**Мязин В. П., Кошелев Ю. Я., Литвинцева О. В. и др.** Геолого-технологические особенности обогащения золотосодержащих россыпей Забайкалья // Вещественный состав и обогащение россыпей Восточного Забайкалья: справ. пособие. — Чита: Поиск. — 2001. — С. 55 – 77.]
3. **Abramov A. A.** Technology of processing and enrichment of non-ferrous metal ores, textbook for Universities, Publishing house Moscow State Mining University, 2006, 575 pp. [**Абрамов А. А.** Технология переработки и обогащения руд цветных металлов: учеб. пособие для вузов. — М.: Изд-во МГГУ, 2006. — 575 с.]
4. **Narkelyun L. F.** Complex use of mineral raw materials: Chita, ChitGU, 2003, 183 pp. [**Наркелюн Л. Ф.** Комплексное использование минерального сырья. — Чита: ЧитГУ, 2003. — 183 с.]
5. **Innovative developments** proposed for implementation. Advertising and information release no. 1, Chita, Transbaikal State University, 2014, 55 pp. [**Иновационные разработки**, предлагаемые к реализации. Рекламно-информ. вып. № 1. — Чита: ЗабГУ, 2014. — 55 с.]