

включающая в качестве основных стадий адгезионную флотацию, коллектирующую плавку концентрата, сульфатизационную переработку штейна с получением богатого платинометалльного концентрата и сорбционное извлечение редких платиноидов из раствора сульфатизации. Данная схема обеспечивает замкнутый цикл адгезионной флотации с полной регенерацией адгезива, получение селективных концентратов благородных металлов и возможность попутно-го извлечения цветных металлов [15].

Список литературы

1. Додин Д.А., Изонитко В.М. // Обогащение руд. – 2006. – № 6. – С. 19–23
2. Сениютина А.Б. // Изв. вузов. Геология и разведка. – 2006. – № 6. – С. 70–73.
3. Додин Д.А., Неручев С.С. и др. // Горный журнал. – 1997. – № 2. – С. 8–11.
4. Стехин А.И., Кунилов В.Е., Олешкевич О.И. // Недра Таймыра. – 1995. – Вып. 1. – С. 85–93
5. Купилов В.Е., Рябкин В.А. и др. // Цветные металлы. – 1996. – № 5. – С. 35–37.
6. Самойлов А.Г., Шатков В.А. // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2000. – № 1. – С. 45–48.
7. Федосеев И.В. // Цветные металлы. – 2006. – № 3. – С. 39–40.
8. Сениютина А.Б. Экономическое обоснование вовлечения в разработку техногенных месторождений металлов платиновой группы: диссертация ... кандидата экономических наук. – М., 2006. – 128 с.
9. Нафталь М.Н., Шестакова Р.Д. // Цветные металлы. – 2001. – № 6. – С. 43–48.
10. Кайтмазов Н.Г., Пыхтин Б.С. и др. // Цветные металлы. – 2001. – № 6. – С. 41–42.
11. Брусничкина-Кириллова Л.Ю., Большаков Л.А. // Цветные металлы. – 2009. – № 8. – С. 72–74.
12. Дмитриев И.В., Кудрин Е.Г., Петров А.Ф. // Цветные металлы. – 2010. – № 6. – С. 70–73.
13. Фомичев В.Б., Благодатин Ю.В., Сухарев С.В. // Цветные металлы. – 2000. – № 6. – С. 27–29.
14. Макаров В.А. Благородные металлы техногенных минеральных объектов сибирского региона: ресурсы и проблемы геолого-технологической оценки // Цветные металлы Сибири – 2010: сборник докладов II Международный конгресс. – Красноярск. – С. 37–45.
15. Петров Г.В., Ковалев В.Н. Сульфатизационное вскрытие продуктов пирометаллургической переработки техногенных платиносодержащих отходов Записки Горного института // Инновационные технологии в металлургии и обогащении. – СПб., 2011. – Т. 192. – С. 32–35.

**РЕСУРСЫ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
В ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТАХ
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО
КОМПЛЕКСА РОССИИ**

Петров Г.В., Бодуэн А.Я., Мардарь И.И.,
Иванов Б.С., Богинская А.С.

*Национальный минерально-сырьевой университет
«Горный», Санкт-Петербург,
e-mail: petroffg@yandex.ru*

В настоящее время мировые запасы металлов платиновой группы (МПГ) насчитывают свыше 100 тыс. т, из которых около 90% приходится на три крупных рудных района: Бушвельд (ЮАР), Норильск (Россия) и Великая Дайка (Зимбабве), при этом основное производство МПГ пока осуществляется из сырья рудных месторождений ЮАР и России [1].

Важным аспектом развития российского платинометалльного комплекса и укрепления позиций на мировом рынке МПГ является расширение и реструктуризация минерально-сырьевой базы платиновых металлов. Россия располагает мощным потенциалом для прироста ресурсов и запасов платиноидов, существенным элементом которого в ближайшем будущем могут стать техногенные отходы переработки полиметаллических руд. Все крупные мировые производители МПГ обладают техногенными объектами различной значимости, но только с российским горно-металлургическим комплексом связаны крупнейшие техногенные платинометалльные месторождения [2].

В России в качестве дополнительных источников платиновых металлов целесообразно рассматривать заскладированные хвосты обогащения сульфидных медно-никелевых руд, «лежалые» пирротинные концентраты (ЛПК); заскладированные магнетитовые концентраты и шлакопылевые отвалы «Горно-металлургической компании «Норильский никель» (ГМК «НН»), а также техногенные платинометалльно-хромитовые россыпи Урала и Алдана.

Норильские техногенные месторождения. В ГМК «НН» значительные потери платиновых металлов (до 20%) связаны с обогащением первичного сульфидного медно-никелевого сырья. Применение развернутых обогатительных схем с широким спектром операций (гравитация, обогащение в тяжелых суспензиях, флотация и др.), ориентированных преимущественно на концентрирование цветных металлов, большой объем перечистных операций и соответственно формирование значительных количеств полупродуктов, в различной степени содержащих МПГ, приводит к безвозвратному техногенному рассеянию благородных металлов.

В металлургическом цикле переработки сульфидных концентратов цветных металлов основная часть платиновых металлов коллектируется в анодных шламах электролиза меди и никеля. В ГМК «НН» переработка шламов осуществляется по технологиям, обеспечивающим получение богатых платинометалльных концентратов, удовлетворяющих требованиям аффинажного производства. Потери МПГ в металлургическом цикле оцениваются в 3–5% и связаны преимущественно с отвальными шлаками и пылями плавильных и обжиговых переделов. Следует отметить, что частичный возврат образующихся полупродуктов в основное производство приводит к циркуляции части платиновых металлов в технологическом цикле.

В ГМК «НН» накоплено более 300 млн. т сухих платинометалльных техногенных отходов, представляющих собой перспективный источник благородных металлов, учитывая, что в связи с уменьшением доли богатых руд в товарной

массе Норильских месторождений снижается объем отечественного производства МПГ [1, 2].

Норильские техногенные платинометалльные месторождения складывались в течение нескольких десятилетий при переработке богатых сульфидных медно-никелевых руд. Формирование техногенных массивов Норильского промышленного региона сопровождается протеканием активных геомеханических процессов, определяющих условия миграции благородных металлов и их перераспределение. Совокупность этих процессов в сочетании с другими природными и технологическими факторами определяет две тенденции в формировании техногенных месторождений МПГ – миграцию платиновых металлов в продуктах техногенного комплекса и их локализованное концентрирование, что способствует появлению экстремально богатых по платиноидам зон.

Хранение отвальных продуктов обогащения и металлургического производства характеризуется низкой упорядоченностью складирования и смешиванием разнотипных продуктов (отвалы забалансовых руд и вскрышных пород, хвостов, шлаков, пылей, лежалых пирротиновых концентратов, донных осадков прудов-накопителей и др.), что особенно проявлялось на первом этапе функционирования ГК «НН» при переработке богатых сульфидных руд, а позднее пирротиновых руд.

Хвосты обогатительных фабрик. Прогнозные ресурсы МПГ лежалых хвостов обогатительных фабрик превышают 800-1000 т. Наиболее крупным из норильских техногенных месторождений является хвостохранилище Норильской обогатительной фабрики № 1 площадью 6,2 км² с общими запасами не менее 240 млн. т отвальных хвостов. Материал хвостохранилища представлен однородной массой, содержащей от 0,2 до 5,5 г/т МПГ. В хвостах в целом сохраняется тот же набор платиновых минералов, что и в исходных медно-никелевых рудах. Заскладированные хвосты характеризуются повышенными содержаниями платины (до 2,1 г/т), палладия (до 5,8 г/т), родия (до 0,24 г/т), иридия (до 0,044 г/т), рутения и осмия (до 0,01-0,05 г/т), золота (до 1,4 г/т), меди (до 0,8 г/т), никеля (до 0,6 г/т).

Лежалые пирротиновые концентраты и железистые кеки. Руды Талнахского и Октябрьского месторождений представлены в основном пентландит-халькопирит-пирротиновой разновидностью, особенностью которой является высокое содержание (30-60%) пирротина Fe_{1-x}S. При флотационном обогащении пирротиновых руд формируется самостоятельный сульфидный промпродукт – никель-пирротиновый концентрат. В силу относительно большого выхода и высокого содержания МПГ этот концентрат представляет собой уникальный источник получения платиновых металлов, и прежде всего

редких платиноидов, которые встречаются исключительно в форме твердых растворов в пирротине и пентландите.

В зависимости от режима никелевой и пирротиновой флотации в норильский пирротиновый концентрат извлекается: 13-28% Ni; 4-6% Cu; 15-30% Co; 15-30% суммы МПГ [3]. Химический, минералогический и granulometric составы никель-пирротинового концентрата определяются набором исходных руд и условиями обогащения. В среднем на 1 т содержащегося никеля приходится до 20-25 т железа и 12-17 т серы. Несмотря на значительный прогресс и эффективность современных методов автогенной плавки, непосредственная переработка такого материала на штейн в условиях Норильска до существенного повышения цены на МПГ считалась нерентабельной. Никель-пирротиновый концентрат многие годы складировался в хвостохранилищах, которые сегодня являются серьезным загрязняющим фактором: твердая часть склонна к пылению, а присутствие искусственного водоема, в котором находится обработанный флотореагентом материал, приводит к эрозии почв, изменению криогенной обстановки и загрязнению сточных вод.

ЛПК состоит из очень мелких частиц (содержание класса -0,045 мм составляет 57-95%), что существенно усложняет его переработку. Он представляет собой смесь оксидов кремния, кальция, алюминия, магния (35-40%), сульфидов цветных металлов (3-6%) и железа в форме магнетита (10-15%) и пирротина (35-45%). В ЛПК содержится до 10 г/т и более МПГ, 0,3 г/т Au, более 10 г/т Ag, 1-3% Ni и Cu, 0,1% Co [4, 5].

Общие запасы в пирротинохранилищах составляют 10 млн. т, ориентировочные прогнозные ресурсы платины и палладия в них превышают 100 т, золота – 3 т, серебра – 100 т, никеля и кобальта более 500 тыс. т. Благородные металлы рассеяны в сложной и тонкой композиции сульфидных минералов в виде вкраплений, что делает малоэффективными механические методы их отделения от породы. Кроме того, изменение свойств сульфидных минералов в процессе хранения существенно снижает эффективность применения традиционных технологий для переработки лежалых сульфидных материалов.

Магнетитовые концентраты. Перспективными техногенными месторождениями МПГ являются хранилища магнетитовых концентратов, сформировавшиеся к 1975 году при переработке богатых халькопиритовых руд Талнахского месторождения. В те годы ферроплатина из этих руд не извлекалась и содержание МПГ в отвальных хвостах флотации достигало 26 г/т.

Шлакопылевые отвалы пирометаллургических переделов. Перспективным источником благородных и цветных металлов являются отвальные шлаки и *пыли систем сухой и мокрой*

газоочисток металлургических печей, накопленные *вилакопылевых отвалах* ГМК «НН».

Пыли газоочисток и отвальные шлаки коллектируют часть МПГ в пирометаллургических операциях переработки медно-никелевых руд. Пыли представляют собой малоразмерные корольки шлака, штейна и металлической фазы, которые образуются в результате вспенивания расплавов при барботировании и окислении сульфидов. МПГ коллектированы в металлической фазе Fe-Cu-Ni состава, металлических иридия и серебра, новообразованных сульфидах, селенидах и теллуридах платиновых металлов, конденсатах возгонов летучих соединений – оксидах осмия, рутения, иридия и серебра. Для пылей систем газоочистки характерно повышенное содержание осмия, рутения и иридия по сравнению с исходными рудами, в которых преобладают платина и палладий.

Ресурсы благородных металлов (золото + МПГ) на шлаковом отвале Никелевого завода оцениваются более чем в 20 т. Содержание металлов в шлаках крайне неравномерное. Отдельные их разности, несущие включения сульфидов и штейна, характеризуются двухзначным содержанием благородных металлов и первыми (до десятков) процентами Cu и Ni.

В целом, уровень содержания благородных металлов в шлаковых отвалах (суммарное содержание МПГ и Au по различным отвалам от 1 до 2,2 г/т) и их ресурсы позволяют говорить о металлургических отвальных шлаках как потенциальном сырье, в котором кроме благородных металлов заключены Ni – 16 тыс. т (содержание от 0,04 до 0,12%), Cu – 52 тыс. т (содержание от 0,2 до 0,37%) и Co – 11 тыс. т (содержание от 0,05 до 0,07%). В шлакопылевых пробах наблюдается значимая корреляция содержаний Cu, Ni, Co и благородных металлов, что позволяет обоснованно предположить возможность получения методами обогащения концентрата цветных металлов, МПГ, золота и серебра.

Уральские техногенные месторождения. За двухвековую эксплуатацию платиновых россыпных месторождений Урала образовались богатые по запасам техногенные платинометалло-хромитовые россыпи, основная масса которых приурочена к двум главным промышленным узлам – Исковскому и Нижне-Тагильскому [1, 2]. В техногенных уральских россыпях преобладают микрочастицы минералов МПГ и золота средним размером 2-12 мкм с колебаниями от 1-2 до 20-30 мкм, которые не извлекаются стандартными гравитационными методами при разработке первичных россыпей. Ценные составляющие уральских техногенных месторождений представлены более чем 30 видами минералов МПГ, самородными золотом и серебром, хромшпинелидами, магнетитом, ильменитом. Основные платинометалльные минералы россыпей – изоферроплатина и тетраферроплатина.

В техногенных месторождениях Урала содержатся десятки тонн МПГ (преимущественно платины, осмия и иридия), десятки тысяч тонн высокохромистых платинометалльных хромшпинелидов и тонны попутного золота.

Сибирские техногенные месторождения. Следует также обратить внимание на техногенные запасы платиносодержащих хромитов, образовавшихся при отработке платиновых россыпей Алдана (Инаглинское и Кондерское месторождение). Хромитовые концентраты, выделяемые при обогащении россыпей, относятся к химическому типу (содержание $Cr_2O_3 < 48\%$, Cr:Fe < 3:1). Представляя собой комплексное сырье, хромиты содержат до 0,5-1 г/т платиновых металлов, находящихся преимущественно в рассеянных формах, трудно поддающихся концентрированию обогащательными способами. Ежегодное техногенное накопление хромитов составляет до 50 тыс. т, в связи с чем, проблема выделения из них платиноидов является не менее актуальной, чем извлечение основного компонента – хрома. Рентабельная химико-металлургическая переработка приисковых, относительно небольших техногенных месторождений хромитов, может быть осуществлена лишь при производстве товарных соединений хрома (например, дорогостоящих хромового ангидрида или металлического хрома) и попутно платиносодержащего продукта непосредственно при отработке россыпей, в том числе на передвижных модульных установках, сразу после выделения шлихового платинового концентрата в обогащательном цикле [6].

Резюмируя, можно отметить, что исследования последних лет показывают, что объекты вторичного платиносодержащего сырья разнообразны по своей природе, содержанию металлов, масштабам накопления и экономической значимости. Вторичные ресурсы, несмотря на большие объемы, характеризуются нестабильным содержанием МПГ и цветных металлов. Формы нахождения платиновых металлов в техногенном сырье таковы, что сырье является упорным для переработки с использованием традиционных технологических схем. При этом себестоимость извлечения МПГ из техногенных месторождений иногда бывает ниже, чем при обогащении исходных руд и песков, поскольку из технологической цепочки исключаются дорогостоящие операции, связанные с добычей, дроблением, измельчением и классификацией.

Существенным обстоятельством, сдерживающим вовлечение техногенного сырья в переработку, является то, что они рассматриваются крупными горнодобывающими предприятиями, прежде всего как геотехнические системы, обеспечивающие долговременное хранение горнопромышленных отходов, и в меньшей степени как вторичные минераль-

ные ресурсы. С этих позиций перспективным представляется концессионная разработка техногенных платинометалльных месторождений с использованием современных гидрометаллургических технологий.

Список литературы

1. Петров Г.В., Грейвер Т.Н., Лазаренков В.Г. Современное состояние и технологические перспективы производства платиновых металлов при переработке хромитовых руд. – СПб., Недра, 2001. – 200 с.

2. Додин Д.А., Изюитко В.М. // Обогащение руд. – 2006. – № 6. – С. 19–23.

3. Нафтали М.Н., Шестакова Р.Д. // Цветные металлы. – 2001. – № 6. – С. 43–48.

4. Кайтмазов Н.Г., Пыхтин Б.С. и др. // Цветные металлы. – 2001. – № 6. – С. 41–42.

5. Сениотина А.Б. // Изв. вузов. Геология и разведка. – 2006. – № 6. – С. 70–73.

6. Петров Г.В. Концентрирование платиновых металлов при переработке традиционного и нетрадиционного платинометалльного сырья. – СПб.: Санкт-Петербургский горный ин-т, 2001. – 106 с.

Медицинские науки

К ВОПРОСУ ЭПИДЕМИОЛОГИИ НАРУШЕНИЙ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Арлыт А.В., Ивашев М.Н.

Пятигорский филиал ГБОУ ВПО Волг ГМУ Минздрава России, Пятигорск, e-mail: ivashev@bk.ru

Острые нарушения мозгового кровообращения (МК) являются ведущей проблемой клинической медицины, в виду высокой смертности и тяжелой инвалидизации населения. Ежегодная смертность от инсульта в России – одна из наиболее высоких в мире (175 на 100 тыс. населения). Показатели заболеваемости и смертности от инсульта среди лиц трудоспособного возраста в России увеличились за последние 10 лет более чем на 30% (смертность – 41 на 100 тыс. населения). Ранняя 30-дневная летальность после инсульта составляет 34,6%, а в течение года умирает примерно половина заболевших [1, 3, 4, 6, 7].

Цель исследования. Рассмотреть вопросы эпидемиологии нарушений мозгового кровообращения.

Материал и методы исследования. Анализ основных научных литературных данных.

Результаты исследования и их обсуждение. Наблюдаемый рост цереброваскулярных заболеваний, высокая смертность от инсультов и значительная инвалидизация больных с острыми нарушениями МК позволяют рассматривать эти заболевания не только как медицинскую, но и как социальную проблему. С возрастом заболеваемость инсультом увеличивается в 2 раза за каждое последующее десятилетие. Распространенность цереброваскулярных заболеваний среди женщин в 2,4–2,9 раза выше, чем у мужчин. Число острых нарушений МК в различных странах мира и регионах нашей страны варьирует от 2,7 до 7,9 на 1000 человек населения. В этих условиях для поддержания гомеостаза патогенетически обоснованным является введение лекарственных препаратов, способных своими эффектами предупреждать избыточный синтез активных метаболитов кислорода,

нивелировать высокую интенсивность реакций перекисного окисления. В настоящее время в России сохраняется потребность в лекарственных средствах синтетического и природного происхождения, обладающих высокой терапевтической активностью и минимальными побочными эффектами [2, 5, 8]. Этим требованиям отвечают лекарственные и лечебно-профилактические средства на основе индивидуальных соединений и извлечений, содержащих в своей структуре вещества полифенольной природы. Именно такой подход и закладывается в настоящее время в основу поиска наиболее эффективных лекарственных средств и препаратов, корректирующих нарушения метаболических процессов в головном мозге.

Выводы. Поиск препаратов для терапии эпидемии – нарушений мозгового кровообращения актуален.

Список литературы

1. Арлыт А.В. Влияние предуктала и триметазидина на мозговой кровоток / А.В. Арлыт, А.М. Салман, М.Н. Ивашев // Фармация. – 2007. – № 2. – С. 32–34.

2. Фармакологическая активность новых веществ и препаратов в эксперименте / А.В. Арлыт, А.В. Сергиенко, Г.В. Масликова, И.А. Савенко, М.Н. Ивашев // International Journal on Immunorehabilitation (Международный журнал по иммунореабилитации). – 2009. – Т. 11. – № 1. – С. 142–142.

3. Исследование роли нейро-гуморальных систем в патогенезе экспериментальной хронической сердечной недостаточности / С.Ф. Дугин, Е.А. Городецкая, М.Н. Ивашев, А.Н. Крутиков // Информационный бюллетень РФФИ. – 1994. – Т. 2. – № 4. – С. 292.

4. Ивашев М.Н. Влияние ГАМК и пирacetama на мозговое кровообращение и нейрогенные механизмы его регуляции / М.Н. Ивашев, В.И. Петров, Т.Н. Щербакова // Фармакология и токсикология. – 1984. – № 6. – С. 40–43.

5. Биологическая активность соединений, полученных синтетическим путем / М.Н. Ивашев и др. // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 7. – Ч. 2. – С. 441–444.

6. Масликова Г.В. Роль селена и его соединений в терапии цереброваскулярных заболеваний / Г.В. Масликова, М.Н. Ивашев // Биомедицина. – 2010. – № 3. – С. 94–96.

7. Назарова Л.Е. Влияние кислоты феруловой на систему крови у облученных крыс / Л.Е. Назарова, И.Л. Абисолова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2006. – № 2. – С. 325–326.

8. Возможность применения ветеринарного препарата в экспериментальной фармакологии / И.А. Савенко и др. // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 5. – Ч. 2. – С. 422–425.