

<https://cyberleninka.ru/article/n/problemny-pererabotki-bednyh-i-upornyh-zolotosoderzhaschih-rud> (дата обращения: 19.01.2025).

2. Никитина Т.Ю., Петров Г.В. Современное состояние и технологические перспективы применения малотоксичных растворителей золота для переработки техногенного сырья // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. 2021. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-i-tehnologicheskie-perspektivy-primeneniya-malotoksichnyh-rastvoriteley-zolota-dlya-pererabotki-tehnogennogo> (дата обращения: 19.01.2025).

3. Резник Ю.Н., Шумилова Л.В. Способ подготовки упорных сульфидных золотосодержащих руд к выщелачиванию // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2008. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposob-podgotovki-upornyh-sulfidnyh-zolotosoderzhaschih-rud-k-vyshelachivaniyu> (дата обращения: 19.01.2025).

4. Kubaschewski, O. and Alcock C.B. (1979) Metallurgical Thermochemistry, 5th Edition, Pergamon, Oxford.

5. Hapid, A., Zullaikah, S., Mahfud, Kawigraha, A., Sudiyanto, Y., Benita Nareswari, R., & Quitain, A. T. (2024). Oxidation of sulfide mineral and metal extraction analysis in the microwave-assisted roasting pretreatment of refractory gold ore. *Arabian Journal of Chemistry*, 17(1), Article 105447. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.105447>

6. https://www.researchgate.net/publication/387558440_Advancements_in_improving_gold_recovery_from_refractory_gold_oresconcentrates_a_review

7. Gao L. et al. Separation and recovery of iron and nickel from low-grade laterite nickel ore using reduction roasting at rotary kiln followed by magnetic separation technique //Mining, Metallurgy & Exploration. – 2019. – Т. 36. – С. 375-384.

УДК: 547.371:547.372

А.Т. Гаффоров, базовый докторант;
С.Ш. Шарипов, PhD, зав. кафедрой;
Р.А. Данакулова, студ.; А.Л. Рузибоев, студ.
(НГГТУ, г. Навои, Узбекистан)

ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА НИКЕЛЬ- И ХРОМСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ИЗ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ

Сегодня во всем мире спрос на соединения никеля и хрома в промышленных масштабах растет день за днем. Соединения никеля и

хрома широко применяются во многих отраслях народного хозяйства и промышленности. Одним из таких направлений считается новые каталитические системы на основе соединений никеля и хрома. По этой причине создание новых селективных катализаторов и эффективное использование существующих катализаторов является одной из самых актуальных проблем сегодня. Катализаторы системы НИАП являются базовыми соединениями в аммиачной технологии и при помощи таких катализаторов проводятся процессы очистки газовых систем, а также синтез азотсодержащих продуктов. Основой применения данных типов катализаторов является то, что со временем в процессе эксплуатации активность каталитической системы снижается, и катализаторы снимаются из процесса и собираются в отдельные хранилища в качестве отработанной продукции. В связи с вышеизложенным возникает острый вопрос о использовании отработанных катализаторов в качестве вторичной продукции для продукции никель- и хромсодержащих товарных соединений.

Производство никель- и хромсодержащих материалов из вторичных ресурсов стало важным направлением в металлургической промышленности. Это связано с ростом спроса на эти металлы, экологическими требованиями к сокращению отходов, а также ограниченностью первичных природных ресурсов. Основными направлениями при использовании вторичных ресурсов являются отходы металлургической промышленности, отработанные каталитические системы, отходы электронной промышленности и конечно же вторичное сырьё гальваники и коррозионных покрытий [1].

В работе [2] рассматриваются меняющиеся судьбы рынков никеля и хрома, которые тесно связаны с производством нержавеющей стали. За последние несколько десятилетий рост рынка нержавеющей стали опережал рост рынков углеродистой стали, алюминия, меди и цинка, и в результате спрос на никель и хром превалировал. Превращение Китая в крупнейшего в мире производителя нержавеющей стали – по оценкам, 54% мировых поставок в последние годы – означает, что в миру необходимо больше хромовой руды. Однако в ближайшие годы это соотношение, скорее всего, снизится, поскольку рост электрификации автомобильного транспорта приведет к повышению потребности в никеле, применяемом в аккумуляторах.

В обзоре [3] обобщены ресурсы никеля и состояние различных процессов/технологий, которые наиболее актуальны, поскольку разрабатываются для извлечения никеля и сопутствующих металлов из первичных и вторичных ресурсов. Было показано извлечение никеля из первичных ресурсов, таких как руды/минералы (сульфиды, арсениды, силикаты и оксиды), включая нетрадиционные, а именно, полиметаллические морские конкреции и различные вторичные ресурсы. Из-

вестные источники, которые подробно рассматриваются, включают твердые отходы, такие как отработанные батареи, а именно, отслужившие свой срок никель-кадмиевые (NiCd) и никель-металлгидридные (NiMH), отработанные катализаторы и отработанные/ломовые суперсплавы, а также жидкие отходы, такие как медный поток и гальванические стоки.

В работе [4] хромсодержащие шлаки, получаемые при выплавке нержавеющей стали, использованы как вторичный ресурс для извлечения хрома. Для начала были исследованы физико-химические характеристики шлаков, после чего апробированы обычные и новые методы извлечения хрома из шлаков, включая физическое разделение, восстановительную плавку, термическую плазму, щелочное выщелачивание обжигом-водой, щелочное выщелачивание и процессы биовыщелачивания. Особое внимание было уделено техническим проблемам, возникающим при извлечении хрома из шлаков, и возможным мерам по повышению извлечения хрома за счет совершенствования эффективности переработки.

В исследовании [5] было изучено выщелачивание хвостов, содержащих 29,6 мас.% Ni в серной кислоте. Хвосты были охарактеризованы методами рентгеновской порошковой дифракции (XRD), рентгеновской флуоресценции (XRF) и индуктивно связанной плазмы (ICP-OES). Процесс промывки для отделения вольфрама от хвостов проводился в дистиллированной воде при 80 °C в течение 240 мин. После фильтрации твердого остатка из раствора вольфрама методом вакуумной фильтрации были проведены испытания по выщелачиванию партии твердого остатка при атмосферном давлении в перемешиваемом растворе кислоты. Изучено влияние концентрации серной кислоты, плотности пульпы, размеры частиц и влияние температуры на растворение никеля. Результаты показали, что выщелачивание около 99% содержания никеля в промытых хвостах может быть достигнуто с использованием 4,0 моль серной кислоты, плотности пульпы 1/20 г/мл и размера частиц -180 +250 мкм при 80 °C через 240 мин.

Вышеприведенные исследования отражают актуальность и необходимость существующей проблемы, так как производство никель- и хромсодержащих продуктов из вторичных ресурсов имеет высокий потенциал как с точки зрения экономической эффективности, так и с точки зрения экологической безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дадаходжаев А.Т., Мураткулов О.К., Якибова Д.Х., Юнусов О.К., Рахимова Л.С., Абдутаалипова Н.М. Некоторые результаты

исследования переработки отработанных ванадиевых катализаторов. Том 27, № 2 (2023).

2. Pariser, H.H., Backeberg, N.R., Masson, OCM, & Bedder, JCM. (2018). Изменение рынков никелевой и хромированной нержавеющей стали – обзор. Журнал Южноафриканского института горного дела и металлургии, 118 (6), 563-568. <https://doi.org/10.17159/2411-9717/2018/v118n6a1>.

3. Meshram, P., Abhilash, & Pandey, B. D. (2018). Advanced Review on Extraction of Nickel from Primary and Secondary Sources. Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review, 40(3), 157–193. <https://doi.org/10.1080/08827508.2018.15143004>. №3 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/minimizatsiya-negativnogo-vozdeystviya-galvanicheskogo-proizvodstva-na-okruzhayuschuyu-sredu> (дата обращения: 19.01.2025).

4. Foquan Gu, Yuanbo Zhang, Zijian Su, Yikang Tu, Shuo Liu, Tao Jiang, Recovery of chromium from chromium-bearing slags produced in the stainless-steel smelting: A review, Journal of Cleaner Production, Volume 296, 2021, 126467, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126467>.

5. Seyed Abolfazl Hosseini, Shahram Raygan, Ahmad Rezaei, Ali Jafari, Leaching of nickel from a secondary source by sulfuric acid, Journal of Environmental Chemical Engineering, Volume 5, Issue 4, 2017, Pages 3922-3929, ISSN 2213-3437, <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.07.059>.

УДК: 547.371:547.372

М.Б. Йулдошева, базовый докторант;
С.Ш. Шарипов, PhD, зав. кафедрой
(НГГТУ, г. Навои, Узбекистан)

ГЛАУКОНИТ – ОСОБО ВАЖНЫЙ МИНЕРАЛ В НАРОДНОМ ХОЯЙСТВЕ

Пигментные компоненты стали частью нашей повседневной жизни. Сегодня во всем мире спрос на пигментные резко увеличивается, так как цветовая матрица составляет неотъемлемую часть среды обитания человека. По своим свойствам имеются разные варианты классификации пигментирующих компонентов. Одной из категорий таких композиций является неорганические пигменты. Достоинством неорганических пигментных композиций является минеральность и доступность отдельных их типов. Среди неорганических минералов особый интерес представляет собой глауконит. Так как данный минерал без сложной обработки может применяться не только как пигмен-