

УДК 622.342

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТОНОСНЫХ РУД НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АО «ЮЖУРАЛЗОЛОТО ГРУППА КОМПАНИЙ»*

К. И. СТРУКОВ¹, президент управляющей компании, канд. техн. наук,
Р. В. БЕРГЕР², управляющий директор,
В. В. ФЕДОСЕЕВ¹, главный геолог,
М. В. РЫЛЬНИКОВА³, зав. отделом, проф., д-р техн. наук,
rylnikova@mail.ru

¹ ООО «УК ЮГК», Челябинск, Россия

² АО «ЮГК», г. Пласт, Россия

³ ИПКОН РАН, Москва, Россия

Введение

Разработка жильных золоторудных месторождений является наиболее сложной с позиции обеспечения полноты и качества извлечения минерального сырья из недр. Причем развитие геотехнологии и техники их освоения происходит под влиянием ряда противоречивых факторов. С одной стороны, рост цен на золото заставляет вовлекать в разработку техногенно измененные, маломасштабные и все более сложные по строению и технологическим свойствам сырья объекты, искать технологические решения, способствующие более полному комплексному использованию недр. С другой стороны, обострение проблем обеспечения промышленной и экологической безопасности горных работ и создания благоприятных условий труда, улучшения среды обитания человека в рамках горнотехнической системы и в зоне ее влияния, наряду с потребностью постоянного повышения производственной мощности рудников при ухудшении качества вовлекаемых в добычу руд, предопределяют необходимость изыскания технологий, обеспечивающих комплексную механизацию производства и высокую интенсивность очистной выемки [1–4]. Все это происходит в условиях роста значимости экологических проблем и вытекающих отсюда законодательных и общественных ограничений в деятельности золотодобывающих предприятий [5–8].

С целью решения указанных сложных проблем освоения золоторудных месторождений АО «Южуралзолото Группа Компаний» в 2016 г. в г. Пласт было создано обособленное подразделение Лаборатории экологически сбалансированного освоения недр ИПКОН РАН, укомплектованное современным исследовательским оборудованием для совершенствования геотехнологий добычи и переработки многокомпонентных руд Урала и снижения экологической нагрузки горных технологий на окружающую среду в рамках горнотехнической системы и в зоне их влияния [9].

В текущем году АО «Южуралзолото Группа Компаний» (ЮГК) – один из крупнейших золотодобывающих холдингов России по объему добычи золота и запасам золоторудного сырья отмечает 20-летний юбилей. Сегодня ЮГК обладает развитой про-

Приведены сведения о минерально-сырьевой базе и технологических наработках одного из крупнейших золотодобывающих холдингов России – АО «Южуралзолото Группа Компаний». Показано, что модернизация горного производства и техническое перевооружение в целях повышения эффективности недропользования является одним из важнейших приоритетов долгосрочной стратегии устойчивого технологического развития холдинга.

Ключевые слова: АО «Южуралзолото Группа Компаний», жильные золоторудные месторождения, горные работы, стратегия технологического развития, экологически сбалансированное освоение недр, геотехнология.

DOI: 10.17580/gzh.2017.06.01

мышленной и социальной инфраструктурой, мощным технологическим и кадровым потенциалом, планомерно расширяя и модернизируя производство в различных регионах России. Ниже охарактеризована минерально-сырьевая база холдинга, проанализирована его текущая деятельность, приведены основные технологические новшества.

География и масштабы золотодобычи

На территории Челябинской области ЮГК, в соответствии с лицензиями на пользование недрами, осуществляет добычу и переработку золотосодержащих руд на месторождениях Кочкарское, Светлинское, Березняковское, Южный Куросан и Западный Куросан; в планах – возобновление разработки (восстановление) до 2020 г. Новотроицкого золотомышьяковистого месторождения, входящего в Кочкарское рудное поле.

Кроме объектов, расположенных в Челябинской области, в активе ЮГК имеются несколько золоторудных месторождений в точных регионах России, разрабатываемых горнодобывающими предприятиями, входящими в структуру ЮГК: Коммунарское («ПАО «Коммунарский рудник», Республика Хакассия); Дарасунское и Талатуйское (ООО «Дарасунский рудник», Забайкальский край); Эльдорадо, Ишмурат и Доброе (Красноярский край). Широкая география месторождений, разнообразие и специфика природных и горнотехнических условий определили выбор приоритетных способов их разработки (см. **таблицу**).

Важно подчеркнуть, что на завершающей стадии освоения месторождений характерной чертой для большинства горнодобывающих предприятий ЮГК является постоянное технологическое развитие в усложняющихся условиях добычи, сопровождаемое ростом масштабов и объемов производства.

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14–37–00050-П.

Характеристики золоторудных месторождений АО «ЮГК»

Месторождение	Начало эксплуатации, год	Обеспеченность запасами, лет	Тип месторождения	Способ отработки
Кочкарское	1867	15	Жильное	Подземный
Светлинское	1992	От 6 до 12 лет (по другим источникам 20)	Жильное, сложное по геологическому строению	Открытый
Березняковское	2000–2005	15 (по другим источникам 6–7)	Жильное, с крайне неравномерным распределением золота	Открытый
Новотроицкое	1878	15	Жильное	
Южный Куросан	1977	8	Рудные тела неправильной формы	Открытый, кучное выщелачивание
Западный Куросан	1992	7	То же	То же
Коммунарское	1833	30	Жильное, с крайне неравномерным распределением золота	Комбинированный (подземный и открытый)
Дарасунское	2001	25	То же	Подземный
Талатуйское	1975	20	-«-	Открытый
Эльдорадо, Ишмурат, Доброе	Осваивались неодновременно	От 6 до 30	-«-	Открытый, с рудничной сепарацией, кучное выщелачивание отсева сепарации

Стратегия технологического развития ЮГК

Как видно из приведенных данных, для большинства разрабатываемых холдингом месторождений характерен относительно небольшой объем балансовых запасов и, соответственно, ограниченный срок эксплуатации, низкое и весьма изменчивое содержание золота в руде, зачастую длительный и многовековой период освоения, перешедший в завершающую стадию, когда уже выработаны 75–80 % запасов. На этой стадии все оставшиеся запасы техногенно изменены, и это обуславливает проявление негативных геомеханических факторов, которые в условиях недостоверности горно-геологической информации осложняют ведение горных работ и становятся причиной отклонений от проектных технико-экономических показателей. Геологические условия разработки таких месторождений, как Кочкарское, Новотроицкое, Дарасунское характеризуются как весьма сложные. Эти месторождения отнесены к удароопасным [10]. Значительная часть запасов Кочкарского месторождения располагается под гражданскими объектами г. Пласт, что также существенно осложняет добычные работы, предопределяет необходимость использования высокотратных технологий, позволяющих сохранять подрабатываемые территории и объекты [11].

Следует отметить, что все проекты на ведение горных работ, геотехнологические решения по подземной разработке, как правило, маломощных жил с невысоким содержанием полезных компонентов в руде базируются преимущественно на применении переносного проходческого и добычного оборудования, эксплуатация которого характеризуется неблагоприятными условиями труда, повышенными трудовыми и стоимостными затратами, а также низким показателем качества освоения недр, что требует проведения большого объема сопровождающих научно-исследовательских работ и технологических изысканий по улучшению среды обитания как непосредственно в горнотехнических системах, так и в зонах их влияния.

С учетом указанных осложняющих факторов для сохранения ведущих позиций в золотодобыче руководство ЮГК реализует долгосрочную стратегию устойчивого технологического развития. Одним из важнейших приоритетов этой стратегии является реализация мероприятий по повышению эффективности недропользования на разрабатываемых и перспективных месторождениях, минимизации потерь металлов в ходе добычи и переработки руд при постоянном наращивании темпов и объемов производства, обеспечению усло-

вий экологически сбалансированного освоения недр и промышленной безопасности горных работ [12–16].

Добиться роста экономической эффективности золотодобывающего производства позволяет целенаправленная установка на создание условий для комплексной механизации и автоматизации основных технологических процессов, наращивание инвестиций в техническое перевооружение рудников и перерабатывающих фабрик.

Кроме того, для воспроизводства своей минерально-сырьевой базы ЮГК, в соответствии со стратегией ресурсовоспроизводства, осуществляет проведение масштабных геологоразведочных работ собственными силами как на вышеперечисленных объектах, так и на новых участках. Приоритетными задачами этих работ являются:

- выявление, оценка и разведка объектов с низкими содержаниями золота до 1–1,5 г/т и мелких месторождений с запасами 3–5 т золота для отработки их либо методом кучного выщелачивания, либо с использованием традиционных физико-технических геотехнологий;
- выявление и оценка минерализованных и жильных зон в пределах уже отработанных залежей сплошных и вкрапленных руд;
- доразведка и переоценка ранее некондиционных участков и флангов разрабатываемых ныне месторождений.

Результатом вложения значительных средств в геологоразведочные работы является не просто восполнение погашенных запасов, а регулярное наращивание сырьевой базы. В настоящее время ЮГК обладает 8 лицензиями на геологическое изучение, разведку и разработку месторождений золота в Челябинской области – это Зайцевский, Алтынташский, Наилинский, Северо-Светлинский фланги Светлинского месторождения, Осейский южный фланг Кочкарского месторождения, выклинки Березняковского месторождения, а также Новогеоргиевско-Бутобайский и Синешиханский участки рудных залежей рядом с г. Пласт. Кроме того, разведано Тамбовское месторождение в Брединском районе. В программу лицензирования по Челябинской области в 2017 г. планируется дополнительно включить еще пять объектов с общим ресурсным потенциалом около 100 т золота.

В Красноярском крае геологоразведочная деятельность ООО «Соврудник», разрабатывающего группу Северо-Енисейских месторождений, за последние 7 лет позволила поставить на Государственный баланс более 40 т запасов золота месторождений Эльдорадо, Право-

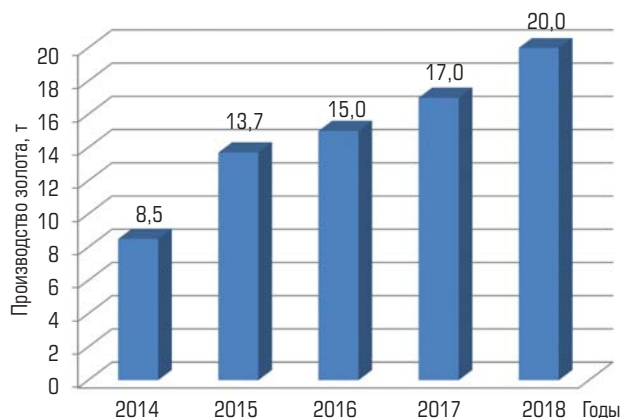
Уволжское, Ишмурат, Александро-Агеевское, Доброе, Ударное, что обеспечило восполнение сырьевой базы ЮГК в этом регионе.

В составе ПАО «Коммунарковский рудник» (Хакасия) также созданы открытый и подземный участки геологоразведочных работ. За 2013–2016 гг. через государственный аукцион приобретены 3 лицензии на новые площади с целью геологического изучения и добычи рудного золота сроком на 25 лет. Это Тургаюльская и Балахчинская площади, Коммунарковское рудное поле. Общая площадь геологических отводов составляет 115 км², прогнозные ресурсы оценены в 103 т золота. На все объекты составлены проекты геологоразведочных работ, по двум из них проводятся полевые изыскания. Специализированная организация подготавливает новые кондиции и осуществляет полный пересчет запасов Коммунарковского месторождения, что, по прогнозам, позволит увеличить запасы этого объекта в 2–2,5 раза.

Оценивая состояние материально-сырьевой базы, следует отметить одно очень важное обстоятельство: изменение категории запасов и прогнозных ресурсов золота происходит на фоне все большего истощения богатых и легкодоступных руд, но при этом постоянное развитие техники и технологии поисков, разведки, добычи и переработки руды во многом компенсирует снижение качества вовлекаемого в освоение золотоносного сырья.

В связи с этим в ЮГК кардинально были изменены подходы к технологиям добычи и переработки руд. Стали активно внедряться технологии, оказывающие комплексное воздействие на недра и добываемое минеральное сырье. Применяются комбинированные системы разработки жильных месторождений с сочетанием шпуровой и скважинной отбойки руд, вовлекаются в разработку сопутствующие жилам минерализованные зоны, формируются комплексные схемы управления качеством рудопотоков с переработкой добываемого сырья на полигонах кучного выщелачивания либо комбинированным методом на обогатительной фабрике. Для повышения качества добываемого сырья действует служба эксплуатационной разведки, все добычные работы начинают вести только после уточнения контуров рудных тел по данным эксплуатационного опробования. Совершенствуются технологические процессы подземной добычи, осуществляется техническое перевооружение открытых горных работ путем замены оборудования на более производительное отечественного и зарубежного производства, внедряются автоматизированные системы управления.

В целях расширения производственного потенциала предприятий ЮГК осуществляется ревизия всех рудных запасов по современным технико-экономическим критериям, позволяющая поставить на баланс запасы бедных руд, ранее классифицированные как перспективные ресурсы. На ряде месторождений дополнительные геологические изыскания позволили выявить среди вмещающих пород зоны минерализации, освоение которых в современных экономических условиях с учетом технического перевооружения предприятий стало вполне рентабельным. В виду того, что размеры зон минерализации превышают мощность рудных жил в несколько раз, такая ревизия запасов позволила существенно расширить сырьевую базу предприятий, перейти на новые высокопроизводительные системы разработки с использованием современной самоходной техники. Так, на Кочкарском месторождении проведенный комплекс исследовательских и опытно-промышленных испытаний по конструированию новых систем разработки и геомеханическому обоснованию их параметров вместе с выполнением работ по вскрытию и под-



**Динамика производства золота в АО «Южуралзолото»
Группа Компаний»**

готовке блоков с использованием самоходного оборудования [11, 17] подтвердил эффективность внедрения камерной системы с подэтажной отбойкой скважинными зарядами для отработки минерализованных зон. По сравнению с ранее применяемой системой подэтажных штреков себестоимость руды снизилась в 1,6 раза, в 3 раза повысилась производительность забойного рабочего.

Внедрение камерных систем разработки с увеличенными объемами подготовительно-нарезных работ, помимо нового решения вопроса механизации горных работ, потребовало: корректировки схемы вскрытия и подготовки месторождения; внедрения инновационной для данного типа месторождений технологии добычи руд с закладкой выработанного пространства отходами добычи и переработки руд; модернизации шахтной системы вентиляции; совершенствования схемы и средств подземного транспорта, вспомогательных служб, структуры управления и организации производства. В настоящее время проведен выбор оптимальных размеров самоходных машин на основе технико-экономических расчетов, определены участки для организации горных работ с применением этажно-камерных систем разработки с закладкой выработанного пространства; начаты предпроектные проработки вариантов освоения новых геотехнологий с экологически сбалансированным освоением недр и электровоспроизводством в ходе реализации геотехнологических процессов [12, 18].

Для повышения уровня полезного использования сырьевых ресурсов при максимально возможном выпуске продукции ЮГК применяет различные технологические подходы к переработке руд в зависимости от их качества для каждого конкретного месторождения – от традиционной технологии добычи руды в шахте с последующей переработкой на обогатительной фабрике до применения различного сочетания методов выщелачивания и гидрометаллургии.

В целях повышения эффективности технологии обогащения и снижения потерь в структуре холдинга образованы научно-исследовательские лаборатории, работающие в тесном контакте с академической и вузовской наукой [9]. Оснащение и кадровый состав лабораторий позволяют моделировать технологические процессы, определять оптимальные режимы перерабатывающего производства, своевременно и оперативно разрабатывать проектно-техническую документацию.

Результатом успешной реализации ресурсовоспроизводящих и экономически сбалансированных геотехнологий с высокими пока-

зателями полноты и качества извлечения полезного ископаемого из недр является устойчивая динамика наращивания производственной мощности, о чем свидетельствует диаграмма извлечения золота за последние три года и перспективный план на 2017 и 2018 гг. (см. **рисунок**). Среднегодовой рост объемов производства золота по ЮГК составляет 27 %.

С выходом добычи на 18 т в год ЮГК займет третье место в России по объемам золотодобычи. Перспективным планом развития холдинга, с учетом строительства и реконструкции фабрик, утверждено увеличение добычи золота до 20 т к 2018 г.

Заключение

Важным условием рентабельной добычи и переработки запасов золоторудного сырья с низким содержанием золота в руде является выбор экономически эффективной технологии при минимуме отрицательного воздействия на природную среду в соответствии с принципами экологически сбалансированного комплексного освоения

месторождений. Максимально возможная утилизация отходов добычи и переработки руд, в том числе с размещением отходов в выработанном пространстве рудников, будет способствовать продлению сроков эксплуатации месторождений и решению социальных, экономических и экологических проблем при балансе интересов недропользователя и населения регионов.

Золотодобывающая промышленность России относится к числу стратегических отраслей национальной экономики, ее стабильность зависит от результатов деятельности золотодобывающих предприятий. Достигнутые АО «Южуралзолото Групп Компаний» результаты подтверждают правильность выбранной руководством ЮГК долгосрочной стратегии развития предприятий холдинга на завершающей стадии отработки балансовых запасов осваиваемых месторождений с устойчивым ростом объема золотодобычи.

Библиографический список

См. англ. блок. **ТЖ**

«GORNYI ZHURNAL», 2017, № 6, pp. 5–8
DOI: 10.17580/gzh.2017.06.01

Technological advance in gold mining at Uzhuralzoloto Group of Companies

Information about authors

K. I. Strukov¹, Founder & President, Candidate of Engineering Sciences

R. V. Berger², Managing Director

V. V. Fedoseev¹, Chief Geologist

M. V. Rynnikova³, Head of Department, Professor, Doctor of Engineering Sciences, rynnikova@mail.ru

¹UGK Gold Mining Company, Chelyabinsk, Russia

²UGK JSC, Plast, Russia

³Institute of Integrated Mineral Mining–IPKON, Moscow, Russia

Abstract

As of today mineral deposits developed by Uzhuralzoloto Group of Companies (UGK) mostly feature relatively moderate volume of balance reserves retained and, accordingly, limited operating life, low and highly variable gold content of ore, and often long and a few century-long period of extraction being now at the final stage when 76–80 % of profitable cutoff have already been mined extracted.

A characteristic of such deposits is complicated ground conditions, as well as difficult geotechnical and geomechanical conditions.

Considering the above mentioned complicating factors, UGK management can only reach economic efficiency and continue to be at the top in gold production by implementing the long-term strategy of the sustained technological development pursuing strategic goals.

The top priorities of the strategy are enhancement of subsoil use efficiency within the mine fields that are or to be under development, minimization of metal loss in the course of ore mining and processing at the permanent increase in the production rate and volume, creation of conditions for integrated mechanization and automation of basic process flows, promotion of investment into technical upgrading of mining and processing equipment, maintenance of resource-saving and energy efficiency of mining, provision of the environmentally sound subsoil development and mining safety, as well as generation and actualization of backup towards mining productivity enhancement in the future.

The result of the successful implementation of resource-reproducing and economically sound geotechnologies by Uzhuralzoloto Group of Companies, at high indexes of mineral extraction completion and product quality, is the persistent annual growth of gold production output.

The study has been supported by the Russian Science Foundation, Grant No. 14-37-00050-P.

Keywords: Uzhuralzoloto Group of Companies, vein gold deposits, mining operations, technological development strategy, environmentally sound subsoil development, geotechnology.

References

1. Galchenko Yu. P., Sabyanin G. V. Problems of geotechnology of vein deposits. Moscow : Nauchtekhizdat, 2011. 367 p.

- Golik V. I., Leonov S. V., Shevchenko E. V. Rationalization of nature use in the development strategy of industrial enterprises. Moscow : Akademicheskii proekt, Kultura, 2012. 380 p.
- Kursakin G. A. Technology of mining of gold-ore vein deposits. Vladivostok : Dalnauka, 2002. 240 p.
- Davis G. A., Newman A. M. Modern strategic mine planning. *Proceedings of the Australian Mining Technology Conference, AusIMM, Carlton, Australia*. 2008. pp. 129–139. Available at: http://inside.mines.edu/~gdavis/Papers/CRC_Mining_Conference_Paper.pdf (accessed: 25.04.2017).
- Trubetskoy K. N., Galchenko Yu. P. Soil mastering geoeology and deposit mining ecogeotechnologies. Moscow : Nauchtekhizdat, 2015. 360 p.
- Trubetskoy K. N., Kaplunov D. R., Rynnikova M. V. Principles of substantiation of the parameters of stable and ecologically-balanced mastering of solid mineral deposits. *Usloviya ustoychivogo funktsionirovaniya mineralno-syrevogo kompleksa Rossii*. 2014. Iss. 2, No. 12. pp. 3–10.
- Costanza R. A theory of socio-ecological system change. *Journal of Bioeconomics*. 2014. Vol. 16(1). pp. 39–44.
- Vintróa C., Sanmiquel L., Freijoc M. Environmental sustainability in the mining sector: evidence from Catalan companies. *Journal of Cleaner Production*. 2014. Vol. 84. pp. 155–163.
- Rynnikova M. V., Radchenko D. N. Creating research center for the environmentally sound and comprehensive utilization of hard minerals in Russia. *Gornyi Zhurnal*. 2014. No. 12. pp. 4–7.
- Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_161687/
- Kalmykov V. N., Strukov K. I., Konstantinov G. P., Kulsaitov R. V. Developing a reworking process for the upper levels of the Kochkarskoye gold mine. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni G. I. Nosova*. 2016. Vol. 4, No. 3. pp. 13–20.
- Kazilov P. V. About the systems of underground mining of Kacharskoe deposit. *Mineralnye resursy Rossii*. 2007. Special issue. pp. 40–41.
- Vashchenko G. A., Gudkov S. S., Emelyanov Yu. E., Elshin V. V., Bogorodskiy A. V. The Bereznyakovskoye deposit gold ore processing technology improvement. *Obogashchenie Rud*. 2014. No. 6. pp. 7–10.
- Kaplunov D. R., Chaplygin N. N., Rynnikova M. V. Principles of design of combined technologies during the mastering of large solid mineral deposits. *Gornyi Zhurnal*. 2003. No. 12. pp. 21–25.
- Franks D. M., Boger D. V., Cote C. M., Mulligan D. R. Sustainable Development Principles for the Disposal of Mining and Mineral Processing Wastes. *Resources Policy*. 2011. Vol. 36, No. 2. pp. 114–122.
- Trubetskoy K. N., Galchenko Yu. P., Burtsev L. I. Ecological problems of soil mastering during the stable development of nature and society. Moscow : Nauchtekhizdat, 2003. 262 p.
- Leyzerovich S. G., Pomelnikov I. I., Sidorchuk V. V., Tomaev V. K. Resource-restoration wasteless geotechnology of complex mastering of KMA deposits. Moscow : Gornaya kniga, 2012. 545 p.
- Jarvie-Eggart M. E. Responsible Mining: Case Studies in Managing Social & Environmental Risks in the Developed World. Englewood, Colorado: Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2015. 804 p.