УДК 553.411

К.Е.ЧЕРНЫШЁВ, *магистрант, mckosoy@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет

K.E.CHERNYSHEV, *undergraduate student, mckosoy@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining University

ПРОМЫШЛЕННОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ЗОЛОТА В СТРУКТУРАХ ТИПА МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ЗОН НА ПРИМЕРЕ НАТАЛКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассмотрены закономерности распределений масс золота по стадиям рудообразования, роль и значение каждой стадии при формировании промышленного оруденения. На этой основе оцениваются подходы к перспективной оценке флангов и глубоких горизонтов месторождения.

***Ключевые слова*:** золото, рудное месторождение, стадийность рудообразования, массы золота.

INDUSTRIAL GOLD MINERALIZATION IN THE STRUCTURES OF THE MINERALIZED ZONES ON THE EXAMPLE OF THE NATALKA DEPOSIT IN MAGADAN REGION

The laws of distribution of the masses of gold at the stages of ore formation, role and the meaning of each stage in the formation of industrial mineralization. On this basis are estimated approaches to prospective evaluation of the flanks and deep horizons of deposit.

***Key words*:** gold, ore deposit, stages of ore formation, mass gold.

К настоящему времени месторождения типа минерализованных зон имеют более половины запасов месторождений золота в России. К таким объектам относятся Нежданинское, Наталкинское, Сухоложское, Майское и другие месторождения. Эти месторождения являются многостадийными, длительно развивающимися с изменением параметров физико-химических условий рудообразования [4]. Многостадийность оруденения и сложность условий рудообразования приводит к формированию большеобъемных месторождений штокверкового типа, в которых выделить и оценить роль и значение каждой минерализационной стадии сложно, тем более, что морфологически отделить одну стадию от другой не представляется возможным. Поэтому промышленное оруденение в штокверках определяется по данным опробования на всю массу по принятым кондициям.

Цель работы – показать на примере Наталкинского месторождения значимость вклада каждой стадии минерализации в общий баланс промышленных руд и на этой основе определить возможные поисковые признаки и перспективы на месторождениях подобного типа.

Наталкинское месторождение золота (Магаданская область) представляет собой линейно вытянутый мегаштокверк северо-западной ориентировки (рис.1), образовавшейся в условиях взбросо- и сбросо-сдвиговых деформаций, локализовано в породах туфогенно-осадочного комплекса пермского

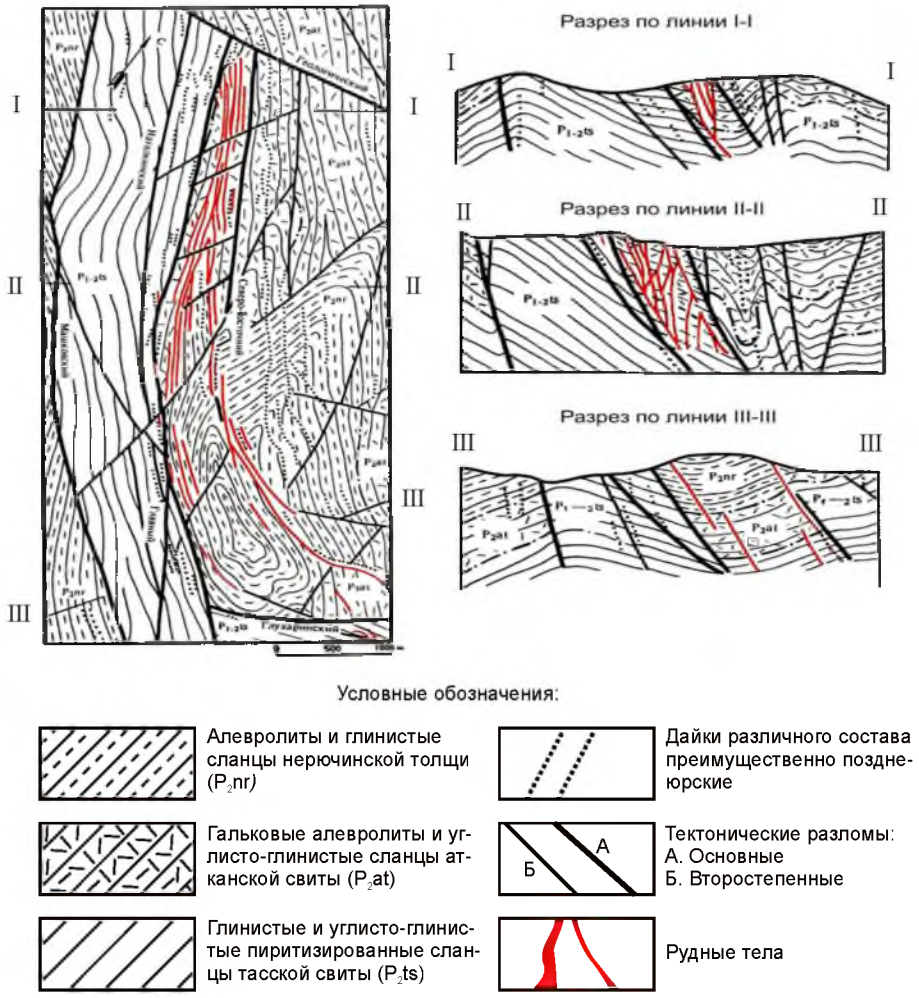


Рис.1. Схематическая карта и разрез Наталкинского месторождения [3]

возраста [1, 2]. Месторождение ограничено с запада Главным разломом (угол падения 60-70 град. к северо-востоку) и поперечными к нему нарушениями. Наталкинское месторождение было открыто в 40-х гг. XX в. Практически сразу началась его эксплуатация. Изначально предполагалось, что оруденение многостадийное. Выделялись две промышленных стадии, при этом главная роль отводилась кварцево-жильным образованиям [3]. По существующим тогда кондиционным параметрам запасы составили 250 т золота. Оконтуривание рудных тел проводилось по данным опробования, а в балансовые блоки включались лишь наиболее обогащенные участки [1, 2].

В начале XXI в. Наталкинское месторождение было переоценено, изменение кондиционных параметров позволило оценить его в объеме около 2000 т и отнести к крупнейшим в России [1]. Месторождение было пересмотрено в связи с изменением кондиционных требований, а вопрос многостадийности, роль и вклад каждой стадии в общий баланс оценен не был.

По результатам проведенных раннее геолого-разведочных работ и исследований на Наталкинском месторождении выделяется несколько типов руд:

- существенно маломощные кварцево-жильные руды (рис.2);
- метасоматически преобразованные прокварцованные образования (рис.3);
- прожилково-вкрапленные образования (рис.4);
- слабо измененные туфогенно-осадочные образования (рис.5).

Для того чтобы показать природу распределения золота в промышленных типах руд, были взяты планы эксплуатационного опробования подземных горизонтов на основе квершлажных пересечений со сплошным бороздовым опробованием. Это и дало возможность оценить площадное и объемное распределение массы золота в руде на основе статистического анализа. За основу взят блок наиболее богатой центральной части месторождения между горизонтами 700 и 750 м с общей площадью 500 × 500 м и общим количеством проб ~5500.

Функциональная аппроксимация содержания металла в руде дает возможность получить ряд кривых распределения, отражающих скорость процесса рудообразования и его термодинамические условия [5, 6].

Если в процессе формирования какого-то типа руд термодинамические условия относительно стабильные за период рудообразования, то общее число взятых проб (или частотное распределение) этих руд определится в виде четкой нормальной или логарифмической кривой распределения содержания концентраций металла на градуированной шкале. Величина дисперсий содержания металлов во всех пробах будет незначительной [5, 6].

Если же рудное тело сформировано в процессе многостадийного оруденения с изменяющимися во времени термодинамическими условиями рудообразования, то общая картина частотного распределения проб будет весьма сложной: в виде растянутой по градуированной шкале массы золота, иногда с несколькими максимумами, как отражение большой дисперсии начальных и конечных условий среды рудообразования [5, 6].

Поставленную задачу можно решить изучением количественных соотношений масс золота, приходящихся на каждый временной интервал рудообразующего процесса. В коренных месторождениях такой «весовой» категорией является величина с размерностью метр-грамм на тонну или «метрограмм», представляющая собой запасы золота. Эта величина, хотя и является относительной, тем не менее определяет количественное выражение золота, приходящееся



Рис.2. Существенно маломощные кварцево- жильные руды

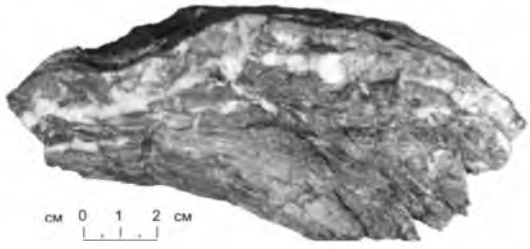


Рис.3. Метасоматически преобразованные прокварцованные образования

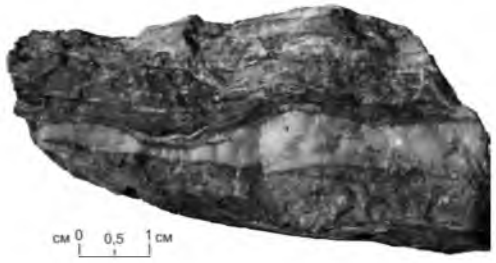


Рис.4. Прожилково-вкрапленные образования



Рис 5. Слабо измененные туфогенно-осадочные образования

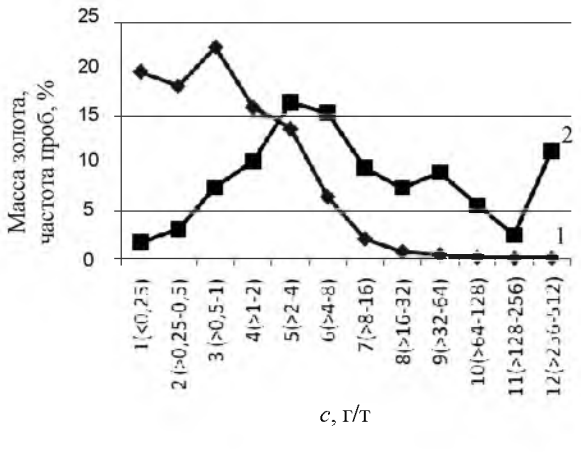


Рис.6. Распределение числа проб (1) и массы золота (2) по классам концентраций по блоку горизонтов 700 и 750 м

на единицу площади рудного тела, или продуктивность золота в данном сечении рудного тела [5, 6].

Метрограмм определяется как произведение концентрации золота в пробе *c* на длину этой бороздовой пробы *m*. Величины метрограммов анализируются совместно с частотным распределением проб по той же градуированной шкале содержания золота. В каждый класс градуированной шкалы размещается та величина метрограмма, которая соответствует взятому значению концентрации золота. Соответствующие расчеты были проведены и оформлены в виде таблицы по блоку гор. 700 и 750 м. Для визуализации полученных данных был построен график (рис.6). Распределение количеств проб и метрограммов золота выполнялось в координатах: абсцисса – градуированная логарифмическая нормальная или двоичная шкала классов содержания золота в пробах *c*, где первому классу шкалы соответствуют значения менее 0,25; второму – 0,25-0,5; третьему 0,5-1; четвертому 1-2 и т.д.; ордината – процентные соотношения величин массы золота и частоты проб.

Заметно три пика массы золота, определяющие количество стадий рудообразования. Шкала характеризуется усложнениями, именно к ним и относится максимальное накопление золота. Первый максимум массы золота характеризует бедные прожилково-вкрапленные руды; второй – кварцево-жильные рудные тела. Первый и второй максимумы образуют рудный штокверк. Третий максимум отличает очень высокое содержание золота в виде рудных столбов, определяемых единичными пробами. Большая часть проб на графике характеризуется бедными прожилково-вкрапленными рудами (см. рис.4), из 100 %-ной массы золота более 60 % золота также приходится на первый и частично второй максимумы, имеющих основную часть рудного вещества.

Таким образом, на Наталкинском месторождении золота мы можем выделить три стадии рудообразования. Первая стадия связана с развитием прожилково-вкрапленных первичных руд, формирующих штокверк, а вторая и третья – с преобразованием, перекристаллизацией руд первой стадии, а также появлением нового рудного вещества. Наличие второй стадии образования, по мнению авторов [4], связано с многостадийным формированием руд Наталкинского месторождения, где каждой стадии свойственны контрастные по химическому составу флюиды, формирующие оруденение: пирит-кварцевое с золотом, золото-пирит-арсенопиритовое и золото-полиметаллическое. Поскольку более 60 % массы золота относится к первой и частично второй стадии рудообразования, они и несут большую часть оруденения, образуя промышленные жильно-вкрапленные руды (рис.4). По характеру распределения и размещения этих руд в штокверке можно судить о перспективности оруденения на флангах месторождения и глубине.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Григоров С.А.* Генезис и динамика формирования Наталкинского золоторудного месторождения по данным системного анализа геохимического поля // Руда и металлы. 2006. № 3. С.44-49.

2. *Григоров С.А.* Наталкинское золоторудное месторождение – строение и основные поисковые признаки // Отечественная геология. 2007. № 3. С.43-50.

3. *Калинин А.И.* Месторождение Наталка. Многофакторные прогнозно-поисковые модели месторождений золота и серебра Северо-Востока России / Под ред. М.М.Константинова, И.С.Розенблюма, М.З.Зиннатуллина. М., 1992. С.5-11.

4. Наталкинское золоторудное месторождение мирового класса: распределение РЗЭ, флюидные включе-

ния, стабильные изотопы кислорода и условия формирования руд (Северо-Восток России) / Н.А.Горячев, О.В.Викентьева, Н.С.Бортников и др. // Геология рудных месторождений. 2008. Т.50. № 5. С.414- 444.

5. *Сендек С.В.* Структура запасов металла как следствие генетических особенностей рудообразования // Записки Горного института. 1993. Т.137. С.28-38.

6. *Сендек С.В.* Проявление энтропийного закона распределения массы золота при формировании промышленного оруденения // Записки Горного института. 2009. Т.183. С.112-126.

REFERENCES

1. *Grigorov S.A.* The genesis and dynamics of formation of the Natalka gold deposit according to the system analysis of the geochemical fields // Ores and metals. 2006. N 3. P.44-49.

2. *Grigorov S.A.* Natalka gold deposit is the structure and the main search attributes // Otechestvennaya geologiya. 2007. N 3. P.43-50.

3. *Kalinin A.I.* Deposit of the Natalka. Multifactorial forecast-model search of gold and silver deposits of the north-East of Russia / Ed. by M.M.Konstantinova, I.S.Rosenblum, M.Z.Zinnatullin. Moscow, 1992. P.5-11.

4. *Goryachev N.A., Vikentieva O.V, Bortnikov N.S.* et al. Natalka gold deposit of world class: ree distribution, fluid inclusions, stable isotopes of oxygen and the conditions of formation of ore (North-East of Russia) // Geologiya rudnykh mestorozhdenii. 2008. Vol.50. N 5. P.414- 444.

5. *Sendeck S.V.* Pattern of reserves of the metal as a consequence of genetic features of ore formation // Proceedings of the Mining institute. 1993. Vol.137. P.28-38.

6. *Sendeck S.V.* The entropy law distribution of the mass of gold, with the formation of industrial mineralization // Proceedings of the Mining institute. 2009. Vol.183. P.112-126.

Научный руководитель канд. геол-минерал. наук, доцент *С.В.Сендек*