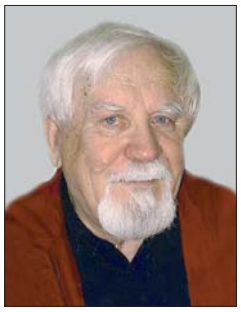
УДК 550.34.01

© М. Ф. Корнилов, Н. И. Мишин, А. Л. Панфилов, 2007

СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

как основа оценки ресурсов и запасов полезных ископаемых

М. Ф. Корнилов,
канд. геол.-минерал. наук
ООО «Майкромайн Раша»



Н. И. Мишин,
вед. научный сотрудник,
д-р геол.-минерал. наук
ОАО ВНИМИ

А. Л. Панфилов,
зав. сектором,
канд. геол.-минерал. наук
ОАО ВНИМИ

Инвестиционная привлекательность месторождения определяется в первую очередь запасами, их качеством и, далее, технологическими свойствами, горнотехническими условиями и стоимостной оценкой запасов. Однако без учета всего ресурсного потенциала месторождения задача развития добывающего проекта не всегда может быть решена в полном объеме. Практика последних лет показала весьма высокую заинтересованность инвесторов и недропользователей именно в отношении перспектив прироста запасов, что отразилось на качестве самой стоимостной оценки недр. Наряду с экспертным заключением ГКЗ прямо или косвенно оцениваются долгосрочные перспективы месторождения, а также возможности расширения границ лицензирования за счет выявления новых рудных тел. Подобный подход не противоречит принципам рационального использования недр и может только способствовать развитию геологоразведочных работ и приросту запасов, в том числе и за счет недропользователей.

Коллектив научных работников ВНИМИ совместно с сотрудниками ООО «Майкромайн Раша» в течение 20 лет разрабатывает и внедряет новый подход к решению проблемы оптимизации поисково-разведочных работ на различные виды минерального сырья, в том числе золото, платину, алмазы и другие полезные ископаемые. Научной основой разработанной методики являются установленные структурно-геологические закономерности образования и размещения залежей полезных ископаемых*. Новизна и оригинальность предлагаемой методики прогноза очевидна уже из сочетания объектов исследований, традиционно относящихся к специфическим областям рудной геологии. Изучение этих объектов на единой структурной основе не имеет прецедента.

Наши исследования показали, что каждое коренное месторождение представляет собой изначально образованное единое целое в виде равноценных структурных половин, закономерно размещенных природой в крыльях единственного для данного рудного поля магистрального рудоконтролирующего разлома (МРР). Объемная модель магистрального разлома аппроксимируется трехосным эллипсоидом, в котором плоскость сместителя эллиптической формы занимает центральное положение. К центру эллипсоида приурочена и максимальная амплитуда смещения, а дифференцированные разнонаправленные в разных крыльях разрыва перемещения слоев приводят к формированию перекрестно-симметричных (по закону черно-белой симметрии) зон приразломного растяжения и сжатия. Формирование этих зон разуплотнения и уплотнения объема пород происходит за счет развития парагенезов разрывов второго порядка открытого (с зиянием) или закрытого (с перекрытием) типов. Зоны растяжения играют роль структурно-тектонических лову-

**Мишин Н. И., Степина З. А., Панфилов А. Л.* Структурная организация рудных полей. – СПб.: Полиграфическая фирма «Автор, Акционер и К°», 2007.

шек, в которых отрывные и сколовые разрывы открытого типа представляют рудовмещающую сеть, закономерно ориентированную по отношению к сместителю МРР. Замыкает эллипсоид нулевая амплитуда смещения, контур которой и соответствует границе рудного поля. Таким образом, каждое рудное поле заключает в себе лишь одно месторождение, но оно изначально представлено двумя равнозначными частями.

Главным в объемном структурно-геологическом моделировании рудных полей является определение положения двух структурно-тектонических ловушек, которое зависит от кинематического типа разлома, т. е. от того, является ли он сдвигом, сбросом или взбросом. Если МРР – сдвиг, то ловушки располагаются перекрестно-симметрично относительно следа сместителя на одном гипсометрическом уровне, у сброса и взброса – на разных уровнях в висячем и лежачем крыльях МРР (рис. 1), а их разнос равен максимальной амплитуде смещения.

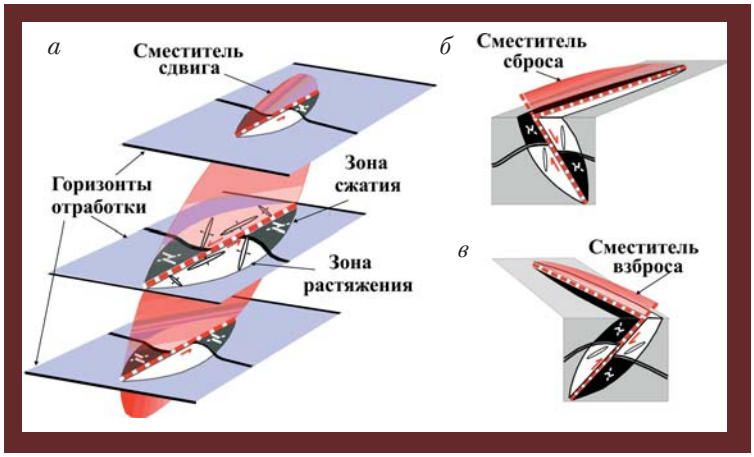


Рис. 1. Объемные структурно-геологические модели разломов различного кинематического типа (*а* – сдвиг, *б* – сброс, *в* – взброс), поясняющие расположение структурно-тектонических зон сжатия (черный цвет) и растяжения (белый цвет) относительно плоскости сместителя (эллипс или его часть красного цвета) на горизонтальных сечениях и в разрезе

Второй, не менее важной задачей, решаемой при структурно-геологическом анализе, является установление положения современного эрозионного среза эллипсоидальной системы МРР. Только в этом случае построенная модель дает правильный ответ о сохранности месторождения, возможном присутствии скрытого оруденения и распределения богатых руд в пределах рудного поля.

Структурно-геологическое моделирование было выполнено для десятков месторождений Северо-Востока, Дальнего Востока, Средней Азии, Сибири и Кольского полуострова. На основе фактических данных были составлены своеобразные «графические» коды (структурные модели) исследованных месторождений.

Рассмотрим в качестве примера известное не только в России, но и за рубежом Наталкинское месторождение с запасами золота в количестве 1500,8 т (по категориям $B+C_1+C_2$), при среднем содержании 1,7 г/т, что, по мнению генерального директора ОАО «Полюс Золото» Е. И. Иванова, выводит Наталку в ранг одного из крупнейших месторождений мира**.

Золоторудное месторождение Наталкинское расположено в Магаданской области и является единственным эксплуатируемым коренным месторождением в Омчакском рудном узле. Горные работы на месторождении ведутся с 1944 г., два верхних горизонта отрабатывались карьером. Месторождение располагается в восточном крыле одноименной антиклинальной складки, осложненной серией разломов северо-западного простирания. Среди разрывных структур наиболее крупным является сброс Главный, смещающий крылья антиклинальной складки на 300 м. Все рудные тела, минерализованные зоны и ореолы драгоценного металла локализованы вблизи этого разлома в его висячем восточном крыле (рис. 2).

Рудоконтролирующее положение сброса Главный позволяет рассматривать этот разлом как МРР. В соответствии со схемой (см. рис. 1, *б*) в лежачем крыле, на уровне зоны растяжения в висячем крыле сброса, располагается «запретная» для локализации оруденения зона сжатия. Поэтому в лежачем крыле разлома Главный на глубине до гор.+400 м не было выявлено ни одного золоторудного проявления. В лежачем крыле МРР Главный рудная ловушка располагается значительно глубже, что характерно для рудного поля, сформированного магистральным разломом сбросового типа. При сбросовой форме МРР рудные ловушки размещаются на разных гипсометрических уровнях в зависимости от амплитуды смещения. На Наталкинском месторождении на современный эрозионный уровень

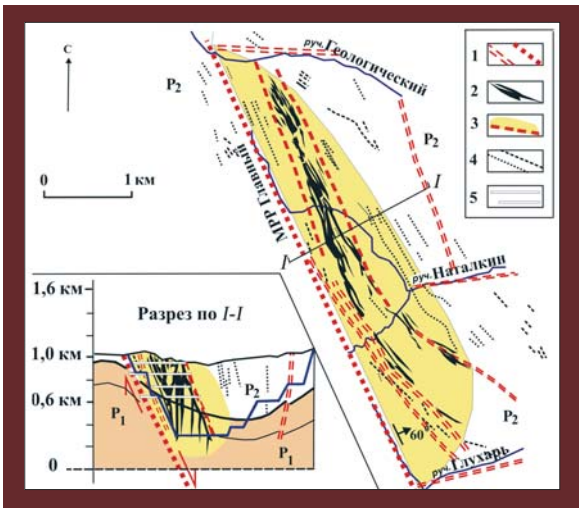


Рис. 2. Структурно-геологическая карта Наталкинского месторождения:
1 – разломы; *2* – рудные тела; *3* – зоны развития рудной минерализации; *4* – дайки; *5* – подземные горные выработки (желтым цветом показаны рудные ловушки, разведанные до 1990 г.; синим цветом – контур будущего карьера)

**ФГУ ГКЗ. Новой России – новую систему госэкспертизы недропользования // Недропользование-XXI век. – № 1. – 2007.

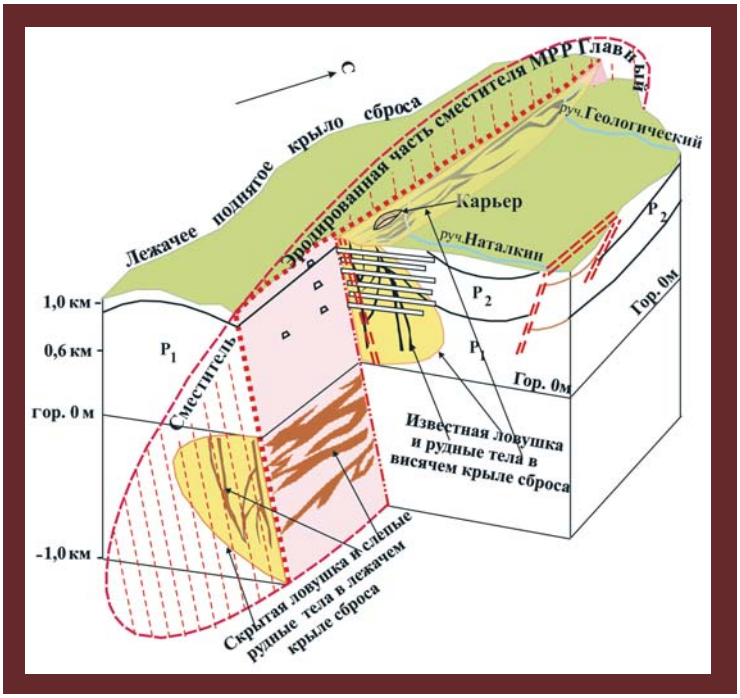


Рис. 3. Интерпретация структуры Наталкинского месторождения с позиции структурно-геологической модели

выходит лишь одна зона растяжения, расположенная в восточном крыле сброса Главного. В другом лежачем крыле на поверхность выходит «запретная» для локализации оруденения зона сжатия. Исходя из реконструкции МРР (рис. 3), ловушка с разведанными запасами эродирована на одну четверть, т. е. имеет хорошую сохранность. Нижняя граница ловушки проходит вблизи отметки +200 м, что подтверждается подсечением руды скважинами.

Структурно-геологическая реконструкция рудного поля месторождения позволила спрогнозировать в поднятом лежачем крыле Главного сброса на глубине около 1 км вторую обязательную, расположенную перекрестно-симметрично, зону растяжения, совершенно не затронутую эрозией. Это вторая рудная ловушка с богатыми рудами («вторая» Наталка), существование которой, не известное до наших исследований, нашло подтверждение еще в 90-е годы.

Результаты наших исследований своевременно были доложены руководству рудника им. Матросова и ПГО «Северовостокзолото», однако их не учитывают при освоении Наталкинского месторождения. Доразведка месторождения, предшествующая строительству карьера, велась в пределах горного отвода, границы которого были определены без учета структуры Наталкинского месторождения. В соответствии с программами, принятыми ОАО «Полюс Золото», перспективы предприятия связываются исключительно с запасами бедных руд, добыча которых будет осуществляться открытым способом только в пределах восточной рудной ловушки (см. синий контур на разрезе рис. 2). Мы полагаем, что вопрос о включении «второй» Наталки в перечень объектов, подлежащих разведке и освоению, является актуальным.

Данный пример показывает, что важнейшая для промышленной оценки месторождения информация может быть отражена в виде универсальной структурно-геологической модели. Предложенный подход позволяет оценить степень сохранности месторождения, дать прогноз скрытого оруденения, выполнить геометризацию контуров локализации рудных тел, оценить перспективы выявления россыпей, оптимизировать разведку и доразведку месторождения, повысить контроль за полнотой и достоверностью геологической информации и обеспечить прирост запасов полезных ископаемых в недрах.

Значительная часть известных, осваиваемых и отработанных коренных месторождений в структурном плане недоизученена. Необходимо регламентировать объемное структурно-геологическое моделирование как обязательный элемент материалов, представляемых на экспертизу результатов оценочных и разведочных работ. Структурно-геологическая модель должна учитываться также при оценке технологичных запасов, проектировании и планировании горных работ, использовании недр для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых, что поможет снизить уровень рисков инвестиций, связанных с недропользованием. Структурно-геологическое моделирование известных, осваиваемых и даже отработанных коренных месторождений следует рассматривать как одно из перспективных направлений воспроизводства минерально-сырьевой базы.

В серии Библиотека журнала «Недропользование–XXI век»
вышла в свет монография «Принципы классификации и учета запасов и ресурсов нефти и горючих газов»

Авторский коллектив – ***В. И. Пороскун, Г. А. Габриэлянц, Ю. А. Подтуркин, И. С. Гутман, А. А. Герт***

Заявки на приобретение книги принимаются по адресу:
НП «Национальная ассоциация по экспертизе недр», 119180, Москва, ул. Большая Полянка, д. 54, стр. 1;
тел. 748-18-25, факс 748-17-66 или по электронным адресам: popova@gkz-rf.ru; polyantseva@gkz-rf.ru.
В заявке необходимо указать точное название, адрес и банковские реквизиты организации.