

УДК 622.831; 6.22.2

А.И. Веселов, А.А. Еременко, В.А. Еременко, С.М. Смирнов

**ГЕОМЕТРИЗАЦИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Проведены исследования по выявлению геодинамических структур на железорудных месторождениях. Определены удароопасные зоны в шахтном поле в районе разрывных нарушений различного порядка. Выявлено влияние естественной нарушенности массива горных пород на показатели взрывных работ.

Ключевые слова: месторождение, взрыв, заряды, горная масса, руда, удельный расход ВВ.

Проведены экспериментальные исследования по установлению закономерностей формирования разрывной тектоники на Абаканском и Таштагольском железорудных месторождениях. По материалам геологоструктурного картирования разрывных нарушений подземных горных выработок на эксплуатационных горизонтах +145, +65, -15, -95 м (глубина 800 ч 840 м от земной поверхности) на Абаканском месторождении выявлены и геометризованы основные зоны геодинамически опасных разрывных нарушений.

Эти разрывные нарушения (рис. 1) пересекают рудные тела и вмещаю-

щие породы на ряд блоков, смещённых друг относительно друга. Они фиксируются в виде зон дробления, участков лимонитизированных каолинизированных пород. Зоны дробления залечены жилками кварца, карбонатов, эпидота, гематита, сульфидов, пропитаны хлоритом и гематитом. Сбор, обработка и анализ результатов картирования разрывных нарушений в подземных горных выработках позволили выявить и геометризовать основные геодинамически опасные тектонические зоны, разработать их классификацию (табл. 1).

Таблица 1

Классификация геодинамически опасных разрывных нарушений Абаканского месторождения

Сместители	Тип сместителя	Амплитуда смещения		Рудные тела	Геометрические элементы сместителей				
		по простиранию	по падению		азимут простирания,	угол падения,	мощность, м	Длина, м	
								по простиранию	по падению
<i>Крупноамплитудные разрывные нарушения, разделяющие рудные тела</i>									
Зона I	Взброс-сдвиг	60	100	Гл. р.т.	60—70	60—70	80—90	200—600	1400

Сместители	Тип сместителя	Амплитуда смещения		Рудные тела	Геометрические элементы сместителей				
		по простиранию	по падению		азимут простирания,	угол падения,	мощность, м	Длина, м	
								по простиранию	по падению
Зона II	Взбрососдвиг	120	>500	III, IV, Гл. р.т.	20—25	20—25	60—88	220—650	>1000
Зона V	Взбрососдвиг	50	100	Гл. р.т., V	20—35	20—35	65—80	560	>1000
Девонский разлом	Сброс	50	100	III р.т.	140—160	140—160	45	400	>1000

Мелкоамплитудные разрывные нарушения, усложняющие форму и внутреннее строение рудных тел

Крутопадающие	Сдвиг, сброс	2—10	5—20	Гл. р.т., V, III, IV	290—40	65—90 45—85	0,1—5,0	до 60	60—100
Пологопадающие	сбрососдвиг	2—10		Гл. р.т., V, III, IV	260—20	10—45	0,2—0,4 0,1—0,5	60	230

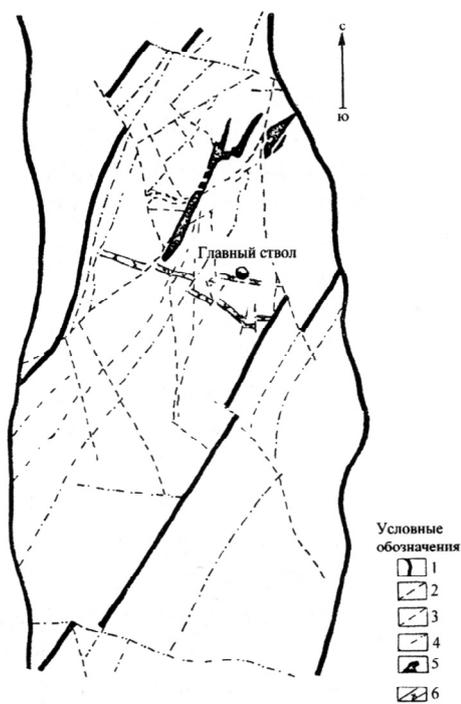


Рис. 1. Схема разрывных нарушений в рудном поле Абаканского месторождения (по А. Р. Левертову, 1979, с дополнением авторов):

1 — Кенийский глубинный разлом; 2 — субмеридиональные разрывные нарушения; 3 — северо-восточные разрывные нарушения; 4 — субширотные разрывные нарушения; 5 — рудные тела; 6 — дайки

Критериями выделения геодинамически опасных зон явились масштаб нарушений, мощность, тип сместителя и величина амплитуды смещения по сместителю, степень влияния нарушения на морфологию, локализацию и сложность строения рудных тел. По структурно—масштабному принципу разрывные нарушения геометризваны в пространстве и расчленены на два порядка: I. Крупноамплитудные разрывные нарушения, разделяющие рудные тела (1 порядок). II. Мелкоамплитудные разрывные нарушения, усложняющие форму и внутреннее строение рудных тел (II порядок).

Крупноамплитудные разрывные нарушения, разделяющие рудные тела (1 порядок) представлены зоной I, зоной II, зоной V, Девонским разломом. Зона Ia является опережающей трещиной II порядка.

Эта группа нарушений ограничивает Главное, III, IV и VI рудные тела с крупными амплитудами перемещений по ним по вертикали тектонических блоков с размерами от 50 до 500 м по простиранию и падению. Наиболее полный разрез тектонических структур вскрыт в средней части рудной зоны месторождения (рис. 2). Здесь необходимо подчеркнуть сходство тектонических позиций Главного и V рудных тел, а также III, IV.

Зона I расположена в юго-восточной части месторождения в восточном крыле Хансынской антиклинали. Это крупное нарушение, которое представляет собой взбросо—сдвиг по которому происходили перемещения в вертикальной плоскости более 50 м, а в горизонтальной 60 м. Зона вскрыта выработками, начиная от гор. +145 и до гор. — 200 м, а геологоразведочными скважинами она прослежена до глубин 1200 — 1400 м. Простирание её северо—восточное 60—70°, падение сместителя крутое 80—90°, с глу-

биной по падению — 1400 м. Нарушение сопровождается серией опережающих трещин небольшой протяженности (3—5 м) и мощности (2—3 м), мелкой трещиноватостью. Оно выполняется до 45°. Мощность 10—30 м. Длина по простиранию 440—600 м, по падению 1400 м. Нарушение сопровождается серией опережающих трещин небольшой протяженности (3—5 м) и мощности (2—3 м), мелкой трещиноватостью. Оно представлено зоной дробления, выполненной перетёртыми обломками вмещающих пород (агломератовые туфы, песчаники, алевролиты, обломки магнетитовых руд, низкотемпературные метасоматиты) содержит глинку трения, кварц-карбонатные прожилки, «зеркала» и борозды скольжения. Судя по морфогенетическому типу зона I представляет собой зону сжатия и сдвига. Она опасна тем, что в ней при техногенном воздействии на массив горных пород могут возникнуть вывалы и обрушения.

Зона II расположена в юго-восточном крыле Хансынской антиклинали. Это наиболее крупное нарушение, которое представляет собой взбросо-сдвиг, т. е. зону сжатия и сдвига. По нему III рудное тело перемещено относительно IV в вертикальной плоскости более чем на 500 м, а в горизонтальной плоскости амплитуда перемещения составляет 120 м (рис. 2). Оно имеет северо—восточное простирание (20—25°), крутое падение (60—80°), переменную мощность 5—10 м, длину по простиранию 650 м и по падению более 1000 м. Заполнена раздробленным материалом вмещающих пород и руд. Имеет опережающую зону I^a, отнесённую к II порядку. Зона II опасна тем, что формирует область сжатия и её влияние может вызвать обрушения горных пород и руд при проходке выработок.

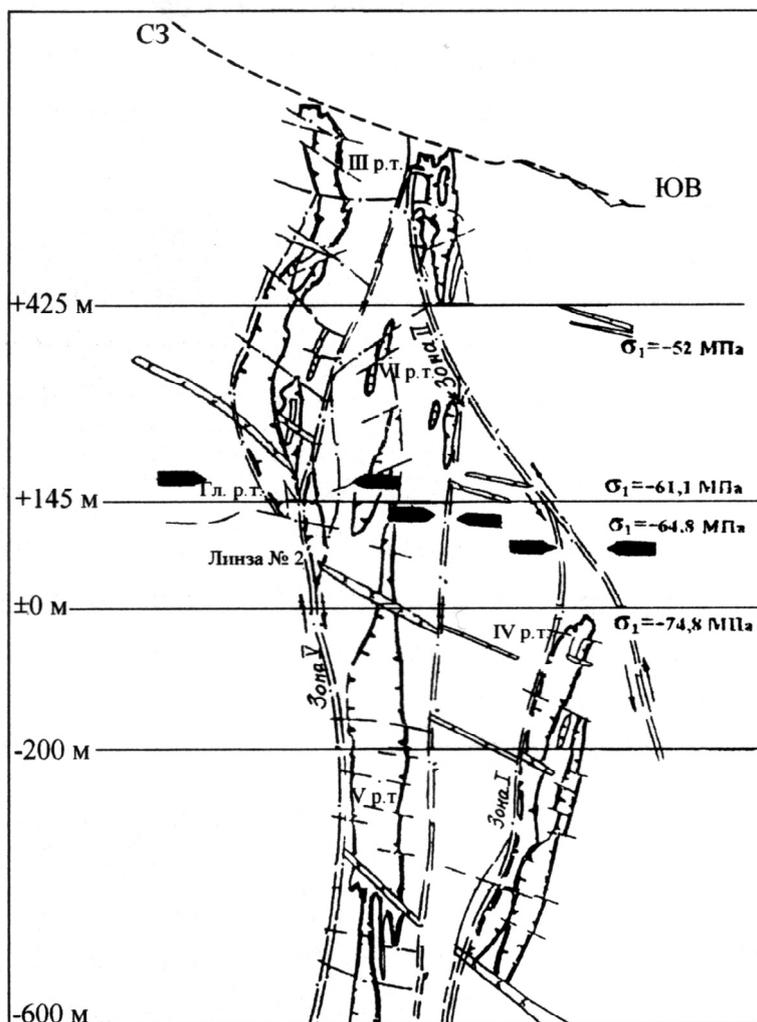


Рис. 2. Блочный характер тектонической структуры Абаканского месторождения. -52 ч -74,8 МПа — напряжения; +425 ч -600 м — горизонты; Гл. р.т. — Главное рудное тело

Зона V расположена в северо—западной части месторождения имеет изменчивое простирание в пределах от 20 до 35°, крутое падение 65—85°, мощность 1,0—1,2 м, длину по простиранию 320 м., по падению — более 1000 м. Нарушение имеет взбросо—сдвиговый характер с амплитудой перемещения в горизонтальной плоскости 50 м и вертикальной 100 м. Оно расчленяет V, VI и

Главное рудные тела. Простирание его северо—восточное (20—25°), падение крутое (60—88°), мощность 5—10 м, длина по простиранию на разных горизонтах колеблется от 220 до 650 м, а по падению оно прослежено на глубину более 1000 м от поверхности содержит многочисленные оперяющиеся трещины. Данная дислокация геодинамически опасна возможностью обрушения горных пород и руд,

участками заколообразования и шелушения при проходке и поддержании горных выработок. Нарушение представляет собой область сжатия и сдвига.

Девонский разлом расположен в юго—восточной части месторождения, протягивается в юго-восточном направлении ($140—160^\circ$), с углами падения сместителя $45—55^\circ$, при мощности 5—10 м, длиной по простиранию 400 м и по падению более 1000 м. Разлом представлен сбросом с амплитудой перемещения 50—100 м. Это нарушение трассируется в северной части месторождения вблизи III рудного тела и отделяет осадочные породы кембрия от эффузивов девона. Зона разлома находится в условиях растяжения.

Мелкоамплитудные разрывные нарушения, усложняющие форму и внутреннее строение рудных тел (II порядок).

По условиям залегания сместителя, масштабу, углом падения они разделены на круто и пологопадающие. Крутопадающие разрывные нарушения характеризуются малой длиной по простиранию и падению (60 — 100 м), за исключением зоны I^a. Они имеют северо—западное, северо—восточное ($290—40^\circ$) простирание (небольшую мощность 0,1—0,5 м). Крутые углы падения сместителя, распространены локально, в пределах отдельных участков (зона I^a). С ними связаны подвижки сбросо-сдвигового, сдвигово-сбросового характера. Нарушения опасны по динамическим проявлениям горного давления. Все описанные опасные разрывные нарушения были геометризованы на планах и разрезах, что позволило разработать геолого-геометрическую модель блочной структуры на глубоких горизонтах. Исходя из структурно—масштабного принципа на месторож-

дении выделены: блочная структура массива I и II порядка.

Наибольшее количество динамических проявлений горного давления приурочено к зонам тектонических нарушений, зонам их влияния, оперяющим трещинам. Выявлена их пространственная взаимосвязь. В окрестностях выработках отмечались деформации крепи. На гор. –200 м зафиксированы процессы стреляния, заколообразования и шелушения в районе Главного ствола. Шелушение, интенсивное заколообразование наблюдалось в Главном квершлагае, в зонах контактов дайки альбитит-порфира с песчаниками с обрушением заколов чечевицеобразной формы пород, с тонкими очень острыми краями. Стреляние зарегистрировано в Грузовой ветви ствола Клетьевого.

Наибольший интерес в использовании разрывных нарушений при взрывной отбойке представляют массивы горных пород, нарушенные глубинными разломами, имеющими сложное зональное строение. Приуроченность рудных эндогенных месторождений к глубинным разломам или же к пересечению двух разломов определяет тектоническую ситуацию горных массивов в проектных контурах отработки месторождений. На дорудную тектонику месторождений накладываются тектонические процессы, сопровождающие рудообразование, а также пострудные нарушения горных пород, как правило, с подновлением дорудных разрывных нарушений (рис. 3).

В отработываемых горных массивах технологических блоков дайки и минерализованные трещины разделяют трещиноватый горный массив на обособленные блоки. Массив горных пород в плане имеет вид решетки. Определено, что технологические блоки с трещинно-дайковой решетча-

той структурой необходимо проектировать с использованием способов взрывной отбойки, учитывающих естественные плоскости тектонических контактов даек, повышенную трещиноватость даек, зоны повышенной трещиноватости во вмещающих дайку горных породах.

Способы взрывной отбойки сложно-структурных массивов горных пород разработаны на основе результатов исследований расположения и величины скважинных зарядов, схемы инициирования зарядов, формирования компенсационных полостей и учитывают направление и степень трещиноватости, проявления дайкового магматизма во взрываемом массиве горных пород.

Отбойку руды параллельно и перпендикулярно основной системе трещин проводили в блоках системой этажного принудительного обрушения на вертикальные компенсационные камеры (коэффициент компенсации составлял 1,4—1,8). Взрывная отбойка рудного массива велась на всю высоту этажа (рис. 4).

Обработка блоков, рассеченных субвертикальной пострудной дайкой велась с учетом мощности дайки (m) и коэффициента пропорциональности (K) между мощностями дайки и зонами влияния дайки ($K = 2$, при содержании железа менее 23 %; $K = 1,4$, при содержании железа 23—27 %; $K = 0,8$, при содержании железа 27—42 %; $K = 0,5$, при содержании железа свыше 42 %).



Рис. 3. Схема разрывных нарушений в районе ортов 4 и 11 горизонта + 50 м участка Центральные Штоки Казского месторождения. / — крупнопадающие разрывные нарушения;  — контуры рудных тел; / — пологопадающие разрывные нарушения;  — дайки основного состава

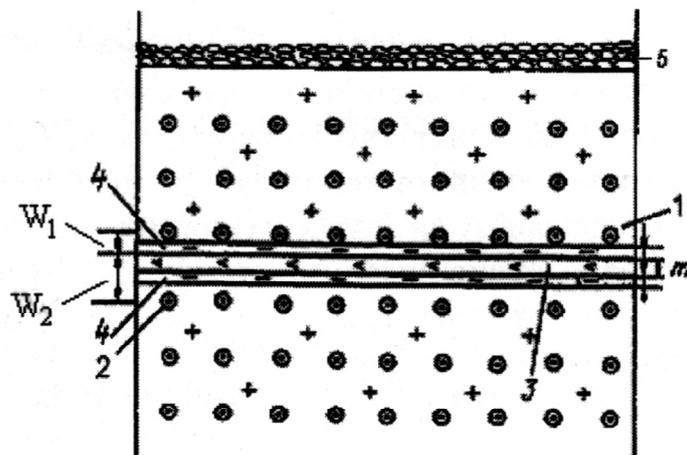


Рис. 4. Отбойка рудных блоков, рассеченных дайкой:

1, 2 — расположение скважин до и после дайки относительно выработанного пространства; 3 — дайка; 4 — зона влияния дайки; 5 — зажатая среда

Заряды ВВ инициировались в породах дайки и зоне влияния дайки по нормали к простиранию дайки, в основной части блока — параллельно простиранию дайки. В первую очередь взрывали пучковые сближенные заряды ВВ в породах дайки и зоны влияния дайки, затем в основной части блока. Сначала выпускается основная часть горной массы из блока с более богатой рудой, затем бедная

руда, состоящая из раздробленных руд в зоне влияния дайки и пород дайки.

Таким образом, установлено, что наличие геодинамически активных структур с разрывными нарушениями оказывает большое влияние на удароопасность массива и взрывное разрушение горных пород при разработке железорудных месторождений. ■■▲■

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Веселов А.И. — кандидат геолого-минералогических наук, доцент СибГИУ;
 Еременко А.А. — доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией ИГД СО РАН;
 Еременко В.А. — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИГД СО РАН;
 Смирнов С.М. — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ВостНИГРИ.

