

П.С. Шпаков, Ю.Л. Юнаков, М.В. Шпакова, В.А. Чумляков
ВЛИЯНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ
НА УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ КАРЬЕРА
И ЕЕ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПО ПЛОЩАДИ И ГЛУБИНЕ
НА ГОРЕВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Проведена инженерно-геологическая съемка трещиноватости различного генезиса по 3-м уступам опытно-промышленного карьера, установлена ориентировка систем трещин относительно уступов карьера и дана характеристика интенсивности трещиноватости. Обработаны результаты документации подземных горных выработок и анализ кернов разведочных скважин. Для оценки ориентировки систем трещин на глубоких горизонтах месторождения использовались результаты телефонокаротажа скважин и измерения сделанные нами по всему северо-восточному борту карьера, на 23 замерных станциях. Для всех горизонтов получены обобщающие решетки трещиноватости. Карьер был разделен на отдельные участки: северо-восточный фланг, юго-восточный фланг, юго-западный и северо-западный фланги. В пределах каждой разности пород трещины классифицировались по генезису: тектонические, трещины слоистости и отдельности. Приведены численные значения азимутов простираения и углов падения. Отмечено многообразие систем отдельности, характеризующих блочность массива. Установлено, что интенсивность трещиноватости в рудовмещающих породах (сидеритах, доломитах, сланцах) и рудах значительно выше, чем в первичных породах, представленных известняками; раздробленность рудовмещающих пород в лежачем боку Главного рудного тела значительно выше, чем в висячем, что объясняется нахождением в непосредственной близости крупного тектонического нарушения, простираение и падение которого близки к элементам залегания рудного тела; элементы залегания как тектонических, так и трещин слоистости, установленные в известняках, характерны для рудовмещающих пород. Данные выводы согласуются и с результатами изучения трещиноватости карьера. В пределах карьера (глубина 200–300 м) и под ним (ниже 300 м) изменение интенсивности трещиноватости с глубиной не обнаружена как для отдельных разностей пород, так и для массива в целом. Наибольшая сходимость по скважинам, открытым и подземным горным выработкам обнаруживается по трещинам слоистости. Ключевые слова: устойчивость, съемка, трещина, решетка трещиноватости, азимут простираения, угол падения, интенсивность трещиноватости, тектоническое нарушение.

Трещины, как правило, группируются в системы, имеющие свои преимущественные азимуты и углы падения, хотя в редких случаях, могут представлять собой множество бессистемных трещин без ярко выраженных азимутов и углов падения.

С целью оценки влияния тектонических нарушений и зон повышенной трещиноватости на устойчивость пород была проведена инженерно-геологи-

ческая съемка трещиноватости различного генезиса по 3-м уступам опытно-промышленного карьера. Вследствие чего была установлена ориентировка систем трещин относительно уступов карьера и дана характеристика интенсивности трещиноватости. С этой же целью были обработаны результаты документации подземных горных выработок и анализ кернов разведочных скважин.

В статье использовались данные геологоразведочных организаций выполнявших работы на месторождении, проектные и научно-исследовательские материалы ОАО «СибцветметНИИПРО-ЕКТ», «Промгидротехника», ИГДГиГ СФУ, материалы маркшейдерско-геологической службы ОАО «Горевский ГОК», а также сведения из литературных источников.

Для оценки ориентировки систем трещин на глубоких горизонтах месторождения авторами использовались результаты телефонокаротажа скважин и измерения сделанные нами по всему северо-восточному борту карьера, соответственно на горизонтах +75 м, +65 м, +55 м, +45 м на 23 замерных станциях [1–3]. Длина замерной станции порядка 20–30 м. Интервал замера элементов трещин установлен экспериментально и составил 2–2,5 м. Было сделано всего 280 единичных замеров. По данным съемок трещин построены прямоугольные диаграммы трещиноватости пород для каждой замерной точки и в целом по горизонтам в виде решеток трещиноватости по основным выявленным системам трещин. Обработка трещиноватости велась по методикам изложенным в работах [4–9].

Для горизонта +75 м получены три обобщающие решетки трещиноватости. Первая решетка трещиноватости (замерные точки № 1–7) представлена пятью основными системами трещинами: первая с азимутом простирания $A_1 = 108–110^\circ$, углом падения $\delta_1 = 67–68^\circ$; вторая соответственно $A_2 = 155^\circ$, $\delta_2 = 68^\circ$; третья – $A_3 = 290^\circ$, $\delta_3 = 33^\circ$; четвертая – $A_4 = 297^\circ$, $\delta_4 = 16^\circ$.

Вторая решетка трещиноватости (замерные точки № 8–11) представлена тремя системами трещин: $A_1 = 105^\circ$, $\delta_1 = 68^\circ$; $A_2 = 120^\circ$, $\delta_2 = 71^\circ$; $A_3 = 210^\circ$, $\delta_3 = 62^\circ$.

Третья решетка трещиноватости (замерные точки № 12, № 13) представ-

лена уже семью системами трещин: $A_1 = 48^\circ$, $\delta_1 = 42^\circ$; $A_2 = 53^\circ$, $\delta_2 = 47^\circ$; $A_3 = 115^\circ$, $\delta_3 = 60^\circ$; $A_4 = 120^\circ$, $\delta_4 = 77^\circ$; $A_5 = 122^\circ$, $\delta_5 = 70^\circ$; $A_6 = 132^\circ$, $\delta_6 = 55^\circ$; $A_7 = 195^\circ$, $\delta_7 = 63^\circ$.

По горизонту +65 м составлены две обобщенные решетки трещиноватости. Одна из них (замерные точки № 14, № 15) представлена семью системами трещин: $A_1 = 40^\circ$, $\delta_1 = 26^\circ$; $A_2 = 42^\circ$, $\delta_2 = 34^\circ$; $A_3 = 61^\circ$, $\delta_3 = 20^\circ$; $A_4 = 62^\circ$, $\delta_4 = 32^\circ$; $A_5 = 117^\circ$, $\delta_5 = 72^\circ$; $A_6 = 123^\circ$, $\delta_6 = 73^\circ$; $A_7 = 127^\circ$, $\delta_7 = 64^\circ$. Другая (замерные точки № 16, № 18) представлена пятью системами трещин: $A_1 = 36^\circ$, $\delta_1 = 53^\circ$; $A_2 = 60^\circ$, $\delta_2 = 28^\circ$; $A_3 = 115–118^\circ$, $\delta_3 = 72–75^\circ$; $A_4 = 124–125^\circ$, $\delta_4 = 74–75^\circ$; $A_5 = 132^\circ$, $\delta_5 = 75^\circ$.

На горизонте +55 м получены две обобщающие решетки трещиноватости. Одна из них (замерные точки № 19, № 20) представлена пятью системами трещин: $A_1 = 34^\circ$, $\delta_1 = 15^\circ$; $A_2 = 57^\circ$, $\delta_2 = 20^\circ$; $A_3 = 59^\circ$, $\delta_3 = 26^\circ$; $A_4 = 123–126^\circ$, $\delta_4 = 77–78^\circ$; $A_5 = 238^\circ$, $\delta_5 = 57^\circ$. Другая (замерные точки № 21, № 22) также представлена пятью системами трещин: $A_1 = 3^\circ$, $\delta_1 = 12^\circ$; $A_2 = 7^\circ$, $\delta_2 = 15^\circ$; $A_3 = 106^\circ$, $\delta_3 = 78^\circ$; $A_4 = 119^\circ$, $\delta_4 = 77^\circ$; $A_5 = 338^\circ$, $\delta_5 = 12^\circ$.

Для горизонта +45 м построена одна обобщающая решетка трещиноватости (замерная точка № 23), состоящая из трех систем трещин: $A_1 = 64^\circ$, $\delta_1 = 23^\circ$; $A_2 = 122^\circ$, $\delta_2 = 74^\circ$; $A_3 = 217^\circ$, $\delta_3 = 47^\circ$.

Надо отметить, что на всех выше представленных горизонтах наблюдаются системы трещин согласнопadaющие с откосами, при этом их угол падения колеблется от 55° до 78° .

Выявленные элементы систем трещин составляют с направлением простирания плоскости откоса и определяются наиболее опасные с точки зрения устойчивости откосов. Они разделяются на продольные, диагональные и поперечные как согласнопadaющие, так и несогласнопadaющие. Наиболее

опасными с точки зрения устойчивости откосов являются продольные и диагональные кососекающие согласнопадающие с откосом уступа трещины.

В целях удобства обработки и анализа результатов оценки трещиноватости по карьере он был разделен на отдельные участки: северо-восточный фланг, юго-восточный фланг, юго-западный и северо-западный фланги. В пределах каждой разности пород трещины классифицировались по генезису: тектонические, трещины слоистости и отдельности. Результаты съемки трещиноватости приведены в [1, 2].

Северо-западный фланг карьера слагают такие породы как сидериты, известняки и руды.

Известняки, в различной степени подвергшиеся техногенному выветриванию, имеют близкие значения элементов залегания систем трещин различного генезиса:

- слоистость: азимут падения 220–240°, угол падения 70°;
- отдельность: I – азимут падения 140–160°, угол падения 40°; II – азимут падения 260–280° и угол падения 60–80°.

Практически такие же элементы залегания слоистости имеют руды и сидериты.

В отличие от известняков, руда и сидериты более интенсивно разбиты дизъюнктивной тектоникой. Проявление интенсивности трещинной тектоники среди руд и сидеритов примерно одинаково. Элементы залегания тектонических трещин следующие: I – азимут падения 256–260°, угол 40–60°; II – азимут падения 320–340°, угол 60–80°; III – азимут падения 70–90°, угол 40–60°; IV – азимут падения 220–240°, угол 50–70°. По слоистости руды и сидериты характеризуются элементами залегания: азимут падения 220–250°, угол 60–80°; по отдельности I – азимут падения 220–260°, угол 60–80°; II – азимут падения 160–200°, угол 60–80°.

В целом на северо-западном фланге карьера по руде, сидеритам и известнякам можно выделить несколько общих по элементам залегания систем трещин различного генезиса:

- по слоистости: азимут падения 220–250°, угол падения 60–80°;
- по тектоническим трещинам: азимут падения 260–270°, угол 40–70°;
- по отдельности: I – азимут падения 150–180°, угол 60–80°; II – азимут падения 240–270°, угол 60–80°.

Близость элементов залегания систем слоистости по всем породам обуславливается первичной породой, т.е. известняками, по которым образовались сидериты и руды. Большая тектоническая нарушенность руд и сидеритов произошла в результате процесса рудообразования.

Северо-восточный фланг карьера сложен сидеритами, доломитами, известняками и характеризуется большим разбросом значений систем трещин различного генезиса по сравнению с северо-западным флангом.

Так, например, известняки имеют практически одинаковые элементы залегания слоистости: азимут 200–240°, угол падения 60–80°; близкие по значениям системы тектонических трещин: I – 130–150°, угол падения 60–80°; II – 80–100°, угол падения 40–50°; III – 270–280°, угол падения 60–80°; отдельности: 150–170°, угол 20–40°.

Сидериты и доломиты, образовавшиеся, по-видимому, по известнякам, имеют отличные от последних элементы залегания слоистости, но практически одинаковы между собой – азимут падения 190–230°, угол падения 60–80°. Близки у них элементы залегания систем отдельности: I – азимут падения 250–270°, угол падения 60–80°; II – азимут падения 250–270°, угол падения 30–70° и систем тектонических трещин: I – азимут падения 40–70°, угол падения 60–80°; II – азимут падения 250–270°, угол падения 50–

80°; III – азимут падения 100–130°, угол падения 20–40° и систем отдельности: I – азимут падения 250–270°, угол падения 60–80°; II – азимут падения 190–170°, угол падения 20–30°.

Как и на предыдущем фланге карьера, отмечается многообразие систем отдельности, характеризующих блочность массива. Разноориентированность систем трещин, по-видимому, обуславливается дизъюнктивными процессами, протекавшими в процессе рудообразования.

Таким образом, общими системами для всех типов пород северо-восточного фланга (известняки, сидериты, доломиты) можно считать:

- тектонические трещины: I – азимут падения 50–70°, угол падения 50–70°; II – азимут падения 110–140°, угол падения 30–60°; III – азимут падения 280–310°, угол падения 60–80°;
- слоистость: азимут падения 200–230°, угол падения 60–80°;
- отдельность: I – азимут падения 140–170°, угол падения 10–40°; II – азимут падения 250–280°, угол падения 60–80°.

Юго-восточный фланг карьера. Здесь присутствуют такие породы как сидериты, доломиты, известняки, глинистые известняки выветрелые, руда, сланцы. Как и на предыдущих флангах, рудовмещающие породы, сидериты, доломиты и руды имеют близкие значения элементов залегания систем трещин различного генезиса. Такой же близкой сходимостью элементов залегания основных систем трещин характеризуются и первичные породы – известняки и глинистые известняки.

Так, например, в доломитах, известняках, сланцах и руде, практически, совпадают элементы залегания систем: слоистости (азимут падения 190–220°, угол падения 50–80°), отдельности (азимут падения 240–270°, угол 50–80°; азимут падения 160–190°, угол 10–40°), тектонические трещины (I –

290–330°, угол падения 50–80°; II – 130–160°, угол падения 40–70°).

В первичных породах, известняках и глинистых известняках практически совпадают элементы залегания систем: отдельности (I – 230–270°, угол 50–80°; II – 70–90°, угол 20–40°; III – 150–180°, угол 10–30°), слоистости (азимут падения 190–220°, угол падения 60–80°), тектонические трещины (290–330°, угол падения 50–80°).

Сравнивая элементы залегания систем трещин рудовмещающих пород и известняков, можно отметить, что вторичные породы унаследовали часть систем трещин различного генезиса, а часть систем возникло в процессе рудообразования.

На юго-западном фланге карьера, сложенного сидеритами, сланцами, в различной степени выветренными, и рудой, процессы пликативной и дизъюнктивной тектоники, протекавшие в период рудообразования наложились здесь неравномерно. Это выразилось в разбросе значений элементов залегания систем трещин различного генезиса для всех типов пород участка.

Так, например, в сидеритах элементы слоистости выражены несколькими системами, характеризующимися существенно отличными системами залегания: I – 210–230°, угол 60–90°; II – 20–60°, угол 40–60°; III – 250–270°, угол 50–60°. В глинистых сланцах, подвергшихся процессам техногенного выветривания: слоистость (I – 210–240°, угол 60–80°; II – 180–210°, угол 60–80°; III – 20–30°, угол 50–70°); отдельность – совпадающие системы (I – 160–180°, угол 60–80°; II – 130–190°, угол 10–30°); несовпадающие системы (80–100°, угол 70–90° и 300–320°, угол 80–90°; 250–280°, угол 40–70° и 220–250°, угол 60–80°). В руде и сидеритах, непосредственно контактирующих с ней, элементы тектонических систем трещин совпадают: I – 280–320°, угол 50–70°, системы тре-

шин по слоистости в ней совпадают с системами по сланцам: $220\text{--}240^\circ$, угол $60\text{--}80^\circ$, а элементы систем трещин отдельности совпадают с элементами азимутов падения систем в сланцах: азимут падения $160\text{--}180^\circ$, угол $20\text{--}60^\circ$, где при этом углы падения отличаются на $40\text{--}60^\circ$.

Таким образом, вследствие направленного наложения процессов пликативной и дизъюнктивной тектоники на вторичные породы, представленные на данном участке, наблюдаются существенные отличия в элементах залегания систем трещин различного генезиса.

Так, например, в сидеритах элементы слоистости выражены несколькими системами, характеризующимися существенно отличными системами залегания: I – $210\text{--}230^\circ$, угол $60\text{--}90^\circ$; II – $20\text{--}60^\circ$, угол $40\text{--}60^\circ$; III – $250\text{--}270^\circ$, угол $50\text{--}60^\circ$. В глинистых сланцах, подвергшихся процессам техногенного выветривания: слоистость (I – $210\text{--}240^\circ$, угол $60\text{--}80^\circ$; II – $180\text{--}210^\circ$, угол $60\text{--}80^\circ$; III – $20\text{--}30^\circ$, угол $50\text{--}70^\circ$); отдельность – совпадающие системы (I – $160\text{--}180^\circ$, угол $60\text{--}80^\circ$; II – $130\text{--}190^\circ$, угол $10\text{--}30^\circ$); несовпадающие системы ($80\text{--}100^\circ$, угол $70\text{--}90^\circ$ и $300\text{--}320^\circ$, угол $80\text{--}90^\circ$; $250\text{--}280^\circ$, угол $40\text{--}70^\circ$ и $220\text{--}250^\circ$, угол $60\text{--}80^\circ$). В руде и сидеритах, непосредственно контактирующих с ней, элементы тектонических систем трещин совпадают: I – $280\text{--}320^\circ$, угол $50\text{--}70^\circ$, системы трещин по слоистости в ней совпадают с системами по сланцам: $220\text{--}240^\circ$, угол $60\text{--}80^\circ$, а элементы систем трещин отдельности совпадают с элементами азимутов падения систем в сланцах: азимут падения $160\text{--}180^\circ$, угол $20\text{--}60^\circ$, где при этом углы падения отличаются на $40\text{--}60^\circ$.

Таким образом, вследствие направленного наложения процессов пликативной и дизъюнктивной тектоники на вторичные породы, представленные на данном участке, наблюдаются

существенные отличия в элементах залегания систем трещин различного генезиса.

Анализируя все выше приведенное делаются следующие выводы:

- первичные породы месторождения, слагающие нерабочие северо-восточный и юго-западные борта карьера имеют элементы залегания систем трещин различного генезиса, повторяющиеся в породах, образовавшиеся в результате процессов гидротермального и динамометаморфизма, сопровождавшихся дополнительно проявлением процессов пликативной и дизъюнктивной тектоники (сидериты, доломиты, руды, сланцы). Элементы залегания, обобщенные по уступам карьера, являются следующими: слоистость – азимут простирания $100\text{--}130^\circ$, угол падения $60\text{--}80^\circ$; отдельность – $60\text{--}90^\circ$, угол $50\text{--}70^\circ$; $160\text{--}190^\circ$, угол $60\text{--}80^\circ$; тектонические трещины – $110\text{--}140^\circ$, угол $60\text{--}80^\circ$; $310\text{--}340^\circ$, угол $60\text{--}80^\circ$; $50\text{--}70^\circ$, угол $60\text{--}80^\circ$; $200\text{--}220^\circ$, угол $60\text{--}80^\circ$;

- рудовмещающие породы: сидериты, доломиты, сланцы, руды, слагающие северо-западный и юго-восточный рабочие борта карьера более интенсивно нарушены (вследствие наложения в процессе радиообразования пликативной и дизъюнктивной тектоники) трещинами различного генезиса, отличающимися большим количеством выделяемых по азимуту залегания и углу падения системами трещин;

- рудовмещающие породы и руды отличаются значительно большим разнообразием систем трещин тектонического генезиса. Меньшим количеством выделяются системы трещин отдельности и слоистости. Это обстоятельство обуславливается тем, что эти трещины в основном унаследовали элементы залегания первичной породы – известняков. Наложение пликативной и дизъюнктивной тектоники увеличило разориентированность элементов за-

легания трещин, что и обусловило выделение большого количества их систем.

Анализ результатов обработки трещиноватости по разведочному горизонту подземных горных выработок показал, что по штрекам № 1 и 2, ориентированным по простиранию пород, выделяются следующие общие тектонические трещины: I – азимут простирания 300–330°, угол падения 60–80°; II – 170–190°, угол 50–80°; III – 200–220°, угол 20–40°; IV – 340–20°, угол 10–40°; в квершлагах № 7, 1, 3, 5, ориентированным вкрест простирания пород и находящимся в лежачем боку Главного рудного тела: I – азимут протирания 320–350°, угол падения 60–80°; II – 30–60°, угол 10–20°; III – 100–140°, угол 80–90°; IV – 190–220°, угол 20–40°; по квершлагам № 2, 4, 6, 8, расположенным в висячем боку главного рудного тела: I – азимут протирания 110–140°, угол падения 70–80°; II – 320–340°, угол 50–70°; III – 200–230°, угол 10–30°; IV – 30–50°, угол 10–30°.

Сравнение основных систем тектонических трещин, полученных по результатам документации квершлагов, находящихся как в лежачем, так и в висячем боку рудного тела, показывает высокую их сходимость как по азимуту простирания (падения) тектонических трещин, так и по углу их наклона. Несколько меньшая сходимость элементов залегания систем трещин, возникших в результате проявления дизъюнктивной тектоники, обнаруживается при сравнении систем трещин, выделенным по квершлагам и штрекам, ориентированных по простиранию пород. Но тем не менее общими системами тектонических трещин для всех типов подземных горных выработок являются: I – азимут протирания 310–340°, угол падения 50–70°; II – 200–230°, угол 20–40°; III – 90–120°, угол 70–90°; IV – 270–300°, угол 10–30°.

Сравнение основных систем трещин слоистости для всех типов разведочных

горных выработок показывает, что общими системами здесь будут являться: I – азимут протирания 110–140°, угол падения 60–90°; II – 310–330°, угол 60–80°.

Количественная оценка тектонической трещиноватости, проведенной по величине модуля трещиноватости, показывает, что тектонические трещины распределены в массиве относительно рудного тела достаточно неравномерно. Наиболее интенсивно (часто в 2 раза) нарушен лежачий бок рудного тела по сравнению с висячим. Можно предположить, что повышенная тектоническая нарушенность пород, представленных сидеритами, может быть связана здесь с близкорасположенным крупным тектоническим нарушением, ориентированным по простиранию рудного тела и пересекающим все квершлагги в лежачем боку рудного тела.

С этим же фактором связано, по видимому, и повышенное значение модуля слоистости в лежачем боку.

Анализ обработки трещиноватости по дренажным выработкам и шахтным стволам показал, что интенсивность проявления дизъюнктивной тектоники в горных породах, представленных известняками и расположенных на достаточном удалении от рудного тела, значительно ниже, чем в непосредственно рудовмещающих породах. Это проявляется в количестве тектонических трещин и разнообразием систем трещин. Что касается систем слоистости, то они, как по количеству, так и по элементам залегания, практически те же, что и в непосредственно рудовмещающих породах. Т.е. в отличие от первичных пород – известняков, непосредственно на рудовмещающие (сидериты, доломиты, сланцы) и руды были наложены дополнительные локальные процессы гидротермального и динамометаморфизма. Это обнаружилось в активном проявлении дизъюнктивной и пликтивной тектоники.

Общими системами для тектонических трещин, обнаруженных в известняках подземных дренажных выработок и шахт будут являться: I – азимут протирания 180–210°, угол 50–70°; II – 320–340°, угол 70–80°; III – 80–110°, угол 60–80°; IV – 270–290°, угол 10–30°. Общими системами для слоистости будут: I – азимут протирания 300–320°, угол падения 60–80°; II – 90–130°, угол 60–80°.

На основании вышеизложенного были сделаны следующие выводы:

- интенсивность трещиноватости в рудовмещающих породах (сидеритах, доломитах, сланцах) и рудах значительно выше, чем в первичных породах, представленных известняками;

- раздробленность рудовмещающих пород в лежачем боку Главного рудного тела значительно выше, чем в висячем, что объясняется нахождением в непосредственной близости крупного тектонического нарушения, простирающие и падение которого близки к элементам залегания рудного тела;

- элементы залегания как тектонических, так и трещин слоистости, установленные в известняках, характерны для рудовмещающих пород.

Данные выводы согласуются и с результатами изучения трещиноватости карьера.

Для оценки трещиноватости скальных и полускальных пород по площади и по глубине использовалась документация по керну 22 скважин. Документация и опробование керна скважин проводилась как сотрудниками института ВСЕГИНГЕО, так и специалистами Ангарской ГРЭ.

Анализ результатов инженерно-геологической документации керна скважин показывает, что зоны повышенной трещиноватости на месторождении приурочены к крупным тектоническим нарушениям, между которыми локализованы основные рудные тела месторождения. После пересечения зон

оперяющей трещиноватости в висячем и лежачем боку этих нарушений интенсивность трещиноватости, независимо от типа пород, заметно уменьшается.

Интенсивность трещиноватости и рассланцевания как по площади, так и с глубиной у непосредственно рудовмещающих пород – сидеритов, доломитов, сланцев и кварц-карбонатных пород выше, чем у неизменных вторичными процессами известняков, находящихся вне пределов влияния разломов и рудных тел.

В пределах карьера (глубина 200–300 м) и под ним (ниже 300 м) изменение интенсивности трещиноватости с глубиной не обнаружена как для отдельных разностей пород, так и для массива в целом.

Степень трещиноватости и рассланцевания пород определяется влиянием крутопадающих, рудоконтролирующих разломов и рудными телами.

Для увязки ориентировки основных систем трещин институтом ВСЕГИНГЕО проводился телефонокартаж (ТФК) по скважинам 2021, 2022, 2036, 2038, 2123, 2134, 2048.

Наибольшая сходимость по скважинам, открытым и подземным горным выработкам обнаруживается по трещинам слоистости. По абсолютному большинству скважин основной системой трещин по слоистости является система с элементами: азимут протирания 120–150°, угол падения 70–90°. Меньшей схожимостью характеризуется система слоистости: азимут протирания 50–80°, угол 60–80°, характерная в основном не для рудовмещающих пород, а для известняков, обнаруженных по скважинам на контуре второй очереди карьера, или вне его.

Геолого-структурные условия рудного поля месторождения достаточно сложные и несколько скважин, по которым проводился телефонокартаж, причем, не на всю его глубину, а по отдельным интервалам скважин, не ха-

рактизируют массив пород по всей и глубине месторождения. Но тем не менее, результаты телефонокаротажа

подтвердили результаты, полученные по карьере и подземным горным выработкам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка устойчивости приконтурного массива с учетом сложившегося представления о геологическом строении и гидрогеологии Горевского свинцово-цинкового месторождения (договор № ИГД-083-15). Отчет по НИР. – Красноярск: ИГДГ СФУ, 2010. – 128 с.

2. Проект технического перевооружения карьера Горевского ГОКа. – Красноярск: СФУ, 2010.

3. Исследование инженерно-геологических условий дальнейшей разработки Горевского свинцово-цинкового месторождения, влияния взрывных работ и на устойчивость бортов карьера Горевского ГОКа и на охраняемые объекты вблизи него (Договор № 31/30335 от 31.03.2011 г.). Отчет по НИР. – Красноярск: ИГДГ СФУ, 2012. – 177 с.

4. Долгоносов В.Н., Шпаков П.С., Низаметдинов Ф.К. и др. Аналитические способы расчета устойчивости карьерных откосов. –

Караганда: Издательство ТОО «Санат-полиграфия», 2009. – 332 с.

5. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. – М.: Недра, 1965. – 378 с.

6. Попов В.Н., Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. Управление устойчивостью карьерных откосов. Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГГУ, изд-во «Горная книга», 2008. – 683 с.: ил.

7. Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л. Расчет устойчивости карьерных откосов. Учебное пособие. – Красноярск, 2006. – 202 с.: ил.

8. Окатов Р.П., Попов И.И., Попов В.Н. Некоторые вопросы учета трещиноватости горных пород // Известия вузов. Горный журнал. – 1970. – № 3. – С. 21–23.

9. Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л., Шпакова М.В. Расчет устойчивости карьерных откосов по программе stability analysis // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 8. – С. 56–63. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Шпаков Петр Сергеевич – доктор технических наук, профессор, e-mail: SPSP01@rambler.ru, e-mail: SPSP01@mail.ru, Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,

Юнаков Юрий Леонидович¹ – кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой, e-mail: yunakov11@rambler.ru,

Шпакова Мария Владимировна¹ – кандидат технических наук, ассистент кафедры, e-mail: SPSP01@rambler.ru,

Чумляков Владимир Александрович¹ – инженер, старший преподаватель, e-mail: yunakov11@rambler.ru,

¹ Сибирский федеральный университет, Институт горного дела, геологии и геотехнологий.

UDC 622.271

INFLUENCE ON STABILITY FRACTURED PIT AND ITS VARIABILITY IN SIZE AND DEPTH ON GOREVSKY FIELD

Shpakov P.S., Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: SPSP01@rambler.ru, e-mail: SPSP01@mail.ru, Murom Institute (branch), Vladimir State University named after Stoletovs, 602264, Murom, Russia,

Yunakov Yu.L.¹, Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of Chair, e-mail: yunakov11@rambler.ru,

Shpakova M.V.¹, Candidate of Technical Sciences, Assistant of Chair, e-mail: SPSP01@rambler.ru,

Chumliakov V.A.¹, Engineer, Senior Lecturer, e-mail: yunakov11@rambler.ru,

¹ Siberian Federal University, Institute of Mining, Geology and Geotechnology, Krasnoyarsk, Russia.

Held engineering-geological survey of fracture of various origins on the 3rd ledges of pilot career, set the orientation of fracture systems concerning Bench and the characteristic of the intensity of fracturing.

Processed results documentation of underground mine workings and analysis of cores of exploratory wells. To estimate the orientation of fracture systems in deep horizons field used the results telefonokarotazha wells and measurements made by us throughout the north-eastern side of the quarry, 23 metering stations.

For all horizons obtained generalize the lattice fracture. The quarry has been divided into separate sections: the north- eastern flank, south- eastern flank, southwest and northwest flanks. Within each species the difference between the cracks were classified by genesis: tectonic, stratification and crack isolation. Numerical values of strike azimuth and dip angles.

There is a variety of systems individually characterizing blocking array. The intensity of fracturing in the host rock (siderite, dolomite, shale) and ores is much higher than in the primary rocks, represented by limestones; fragmentation of ore-bearing rocks in the footwall of the Main ore body is significantly higher than in the hanging, due to being in close proximity to a major tectonic disturbance, strike and dip of which is close to the elements of occurrence of the ore body ; occurrence of tectonic elements as well as cracks layering set in limestone, typical for the host rock. These findings are consistent with the results of the study of fracture career.

Within career (depth of 200–300 m) and below (below 300 m), the intensity variation of fracture depth not found for individual species differences and the array as a whole

The greatest convergence in wells, open and underground mines found along fractures layering.

Key words: stability, shooting, crack, lattice fracture strike azimuth angle zeal, intense fracturing, tectonic disturbance.

REFERENCES

1. Otsenka ustoychivosti prikornogo massiva s uchetom slozhivshegosya predstavleniya o geologicheskoy stroenii i gidrogeologii Gorevskogo svintsovo-tsinkovogo mestorozhdeniya. Otchet po NIR (Evaluation of the marginal stability array considering the notion of the geological structure and hydrogeology Gorevsky lead-zinc deposit. Research report), Krasnoyarsk, IGDGG SFU, 2010, 128 p.

2. Proekt tekhnicheskogo perevooruzheniya kar'era Gorevskogo GOKa (The project of modernization of the quarry «Gorevsky GOK»), Krasnoyarsk, SFU, 2010.

3. Issledovanie inzhenerno-geologicheskikh usloviy dal'neyshey razrabotki Gorevskogo svintsovo-tsinkovogo mestorozhdeniya, vliyaniya vzyvnykh rabot i na ustoychivost' bortov kar'era Gorevskogo GOKa i na okhranyaemye ob"ekty vblizi nego. Otchet po NIR (Study of engineering geological conditions Gorevsky further development of lead- zinc deposit , and the impact of blasting on the stability of pit walls Gorevsky Mining and protected objects near it. Research report), Krasnoyarsk, IGDGG SFU, 2012, 177 p.

4. Dolgonosov V.N., Shpakov P.S., Nizametdinov F.K. Analiticheskie sposoby rascheta ustoychivosti kar'ernykh otkosov (Analytical methods for calculating the stability of pit slopes), Karaganda, Izdatel'stvo TOO «Sanat-poligrafiya», 2009, 332 p.

5. Fisenko G.L. Ustoychivost' bortov kar'erov i otvalov (Stability pit and waste dumps), Moscow, Nedra, 1965, 378 p.

6. Popov V.N., Shpakov P.S., Yunakov Yu.L. Upravlenie ustoychivost'yu kar'ernykh otkosov. Uchebnik dlya vuzov (Resistance management career slopes. Textbook for high schools), Moscow, Izd-vo MGGU, izd-vo «Gornaya kniga», 2008, 683 p.

7. Shpakov P.S., Yunakov Yu.L. Raschet ustoychivosti kar'ernykh otkosov. Uchebnoe posobie (Calculation of the stability of quarry slopes. Textbook), Krasnoyarsk, 2006, 202 p.

8. Okatov R.P., Popov I.I., Popov V.N. Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal. 1970, no 3, pp. 21–23.

9. Shpakov P.S., Yunakov Yu.L., Shpakova M.V. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2011, no 8, pp. 56–63.



**Авторитет издательства – половина успеха книги
и автора.**