

УДК 551.24.03+553.2

В. И. Алехин

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», Донецк, Украина

Особенности деформаций горных пород в районе меднорудного проявления «Пилипчатое» Бахмутской котловины Донбасса

Показаны результаты структурно-геологических и тектонофизических исследований на участке проявления меди у села Пилипчатое Артемовского района. Исследованы геологические, структурно-тектонические и геоморфологические особенности площади, прилегающей к рудопроявлению. Детально изучено обнажение горных пород с богатой меднорудной минерализацией. Исследованы системы разрывных дислокаций на рудопроявлении и прилегающей площади. По данным космических снимков изучены особенности проявления геологических структур в рисунке ландшафта. На площади исследований установлены многочисленные зеркала скольжения, которые формируют несколько систем дислокаций. Изучены особенности пространственного распределения деформаций и их влияние на распределение рудной минерализации. Проведена реконструкция поля суммарных деформаций всей площади исследования и участка рудопроявления. По результатам реконструкции исследованы взаимоотношения параметров суммарного поля деформаций и поля палеонапряжений с особенностями пространственного распределения разрывных нарушений, систем тектонических трещин и рудоносных структур. Установлены деформации и условия их формирования наиболее благоприятные для накопления богатых руд меди.

Ключевые слова: пермские отложения, деформации, рудопроявление, медь, разрывные нарушения, зеркала скольжения.

В Бахмутской котловине Донбасса известны многочисленные проявления медной руды. Многие из них представляют практический интерес. Примером таких перспективных и наиболее изученных объектов является Берестянское рудопроявление меди [1]. К настоящему времени изучены многие геологические особенности рудоносных отложений. Хорошо исследованы структурно-геологические, формационные, минералого-петрографические, структурно-текстурные особенности рудоносных пород, вопросы возрастной привязки оруденения и др. [1, 2, 3]. Но остаются мало изученными для меднорудных объектов Бахмутской котловины параметры полей деформаций в пределах конкретных рудопроявлений, особенности их влияния на перераспределения рудного вещества, возможности прогнозирования богатых участков по параметрам полей деформаций и палеонапряжений. Исследование этих вопросов явилось целью данной работы.

В качестве объекта исследований выбрано известное рудопроявление меди у села Пилипчатое Артемовского района (Рис. 1). Рудопроявление «Пилипчатое» находится в благоприятных условиях для проведения структурно-тектонических и тектонофизических исследований. Оруденелые породы обнажаются на дневной поверхности, хорошо прослеживаются по простиранию. В пределах рудоносной полосы выявлен участок с богатой рудой с признаками интенсивных тектонических деформаций, к которому приурочено наиболее интенсивная рудная минерализация. Этот участок включает овраг с крутыми бортами, что позволяет изучить вмещающие породы в разрезы и провести комплекс точных измерений элементов залегания, как самих пород, так и тектонических дислокаций в этих породах. Кроме того, геологическое строение и тектонические деформации на площадь исследований хорошо отражаются в рисунке ландшафта и легко дешифрируются на космическом снимке.

В геологическом плане участок исследований сложен породами верхнего карбона и нижней перми. В составе нижней перми на площади обнажаются породы терригенной красноцветной формации (картамышская свита) и галогенно-карбонатно-терригенной формации (никитовская и славянская свита) [1].

В тектоническом плане участок исследований характеризуется сложным строением. В юго-восточной части площади расположена антиклиналь, здесь развиты каменноугольные отложения. По геологическим данным на участке прослеживаются два надвига. Один из этих надвигов имеет северо-восточное простирание и падение на северо-запад. Другой надвиг имеет субширотное простирание с падение в южном направлении (см. рис.1.). Проявление медных руд на участке, как и другие меднорудные проявления, приурочено к одной из «серых» зон в пределах развития пород картамышской свиты нижней перми [2, 3].

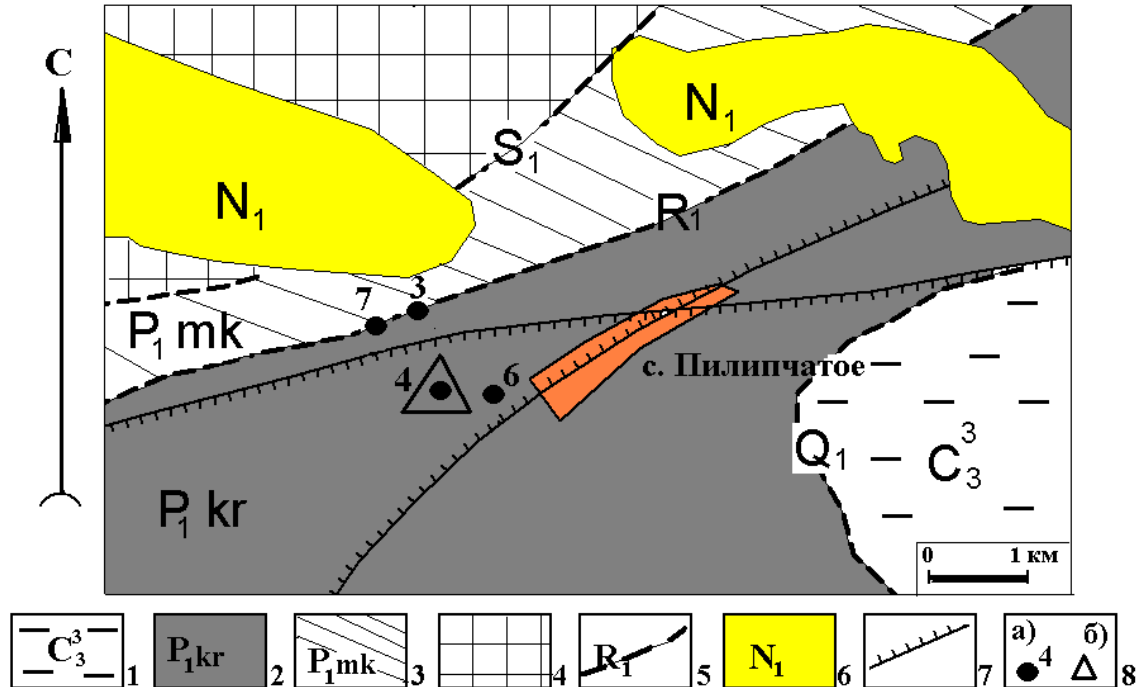


Рис. 1. Геологическая схема участка исследований меднорудного проявления у села Пилипчатое: 1 – отложения верхнего карбона; 2 – отложения картамышской свиты нижней перми; 3 – отложения никитовской свиты нижней перми; 4 – отложения славянской свиты нижней перми; 5 – маркирующие карбонатные горизонты в основании свит и их индексы; 6 – неогеновые отложения; 7 – надвиги; 8 – точки исследований обнажений горных пород и их номера (а), проявление медной минерализации (б).

Исследование деформаций на участке проводилось с использованием классических структурно-геологических методов и специальных тектонофизических исследований. На полевом этапе замерялись элементы залегания разрывных нарушений, тектонических трещин, жил. Изучались формы проявления разрывных деформаций: наличие зон катаклаза, глинки трения, зеркал скольжения, зон вторичных изменений вмещающих горных пород (лимонитизации, кальцитизации, окварцевания и др.). Исследовались следы скольжения на зеркалах зон разрывных нарушений и тектонических трещин. При этом измерялись элементы залегания борозд и штрихов на зеркалах скольжения. По треугольникам выкрашивания, утонению борозд и штрихов определялось направление смещения крыльев разрывных дислокаций. При этом особое внимание уделялось следам скольжения по жильному заполнению разрывов и тектонических трещин, так как по таким следам направление смещения определяется с наибольшей степенью вероятности.

Для реконструкции полей суммарных хрупких деформаций и полей палеонапряжений использовалась программа «Geos». В основе программы «Geos» лежит кинематический метод реконструкции полей напряжений, разработанный О.И. Гущенко [4, 5]. Программа позволяет решать многие тектонофизические задачи: разделять поля напряжений различного типа и возраста, определять элементы залегания главных нормальных осей этих полей в пространстве, рассчитывать тип напряженного состояния массива, определять параметры суммарного поля деформаций и строить карты распределения параметров по площади.

Для выделения систем геологических структур и построения роз-диаграмм простираний этих структур (разрывных нарушений, трещин, зеркал скольжения и др.) использовалась

компьютерная программа «Fabric», автор E. Wallbrecher (Австрия). Эта многофункциональная программа позволяет проводить статистические расчеты и строить стереографические проекции и розы-диаграммы различных геологических структур, как по данным полевых измерений элементов залегания, так и по геологическим картам и космоснимкам. Эта же программа позволяет оценивать поля суммарных деформаций и поля палеонапряжений без разделения их на разновозрастные этапы и типы.

Полевые исследования дополнялись дешифрированием геологических структур на космоснимках площади. При дешифрировании геологических структур использовались данные собственных полевых исследований и имеющиеся геологические карты. Статистические расчеты и построение роз-диаграмм простираний разрывных дислокаций, выделенных на космоснимках, выполнялись с использованием программы «Fabric».

Основные полевые исследования были сосредоточены на 4 точках, где выполнен полный комплекс исследований разрывных деформаций. В целом изучено около 170 трещин, зеркал скольжения, жил, включая прожилки с медной минерализацией. Результаты реконструкций полей суммарных деформаций и палеонапряжений, полученные по данным обработки полевых исследований деформаций горных пород, приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Параметры полей суммарных деформаций и палеонапряжений на площади меднорудного проявления у села Пилипчатое

№ п/п	№ точ-ки на-б-людения	Число изученных структур-тур	Азимут падения/угол падения осей напряжений - $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$; (деформаций - S_1, S_3)			$\mu\sigma$	Тип полей	Структурная позиция, деформированные породы
			σ_1 (S_1)	σ_2	σ_3 (S_3)			
1	3	70	183/5	-	278/42	-	Поле суммарных деформаций	Карбонатный горизонт R_1
2	4	35	53/56	-	157/10	-	Поле суммарных деформаций	«Серый» рудоносный горизонт в глинистых породах картамышской свиты
3	6	29	4/11	-	118/65	-	Поле суммарных деформаций	Песчаник, картамышская свита
4	7	42	89/81	-	313/7	-	Поле суммарных деформаций	Карбонатный горизонт R_1
5	Все точки	168	23/13	-	285/32	-	Поле суммарных деформаций	Вся площадь исследований
6	3	25	213/73	184/11	92/13	0,95	Поле палеонапряжений	Карбонатный горизонт R_1
7	4	27	245/29 224/4 149/2	65/61 128/57 37/85	155/0 317/33 240/5	0 0,43 -0,11	Поле палеонапряжений	«Серый» рудоносный горизонт в глинистых породах картамышской свиты
9	6	7	348/35	207/48	93/20	0	Поле палеонапряжений	Песчаник, картамышская свита
10	7	25	234/15	105/67	329/17	0,22	Поле палеонапряжений	Карбонатный горизонт R_1
11	Все точки	84	81/4 14/57 236/23	173/29 194/33 121/44	344/61 284/0 344/37	0 0,95 -0,65	Поле палеонапряжений	Вся площадь исследований

Примечание: σ_1 – ось растяжения, σ_2 – средняя ось, σ_3 – ось сжатия; S_1 – ось удлинения; S_3 – ось укорочения.

В точках наблюдения 3 и 7 в обнажениях изучались условия залегания и тектонические деформации маркирующего карбонатного горизонта R_1 , который отделяет картамышскую свиту от пород никитовской свиты. Маркирующий карбонатный горизонт в виде гривки хорошо прослеживается в рельефе. В оврагах и балочках обнажается в виде скальных выступов. Пласт карбонатных пород в точке 3 падает под углом $40-50^\circ$ на северо-запад (азимут падения $-330-335^\circ$). У дна оврага наблюдается подворот пласта и многочисленные зеркала скольжения. При этом угол падения увеличивается до 70° , а азимут падения становится $350-355^\circ$. Подворот карбонатного горизонта указывает на правый сдвиг по предполагаемому разрывному нарушению северо-восточного простирания. Анализ поля палеонапряжений в данной точке показывает, что тип поля взбросовый, а ось сжатия ориентирована в широтном направлении (см. табл.1). При таком поле правый подворот пласта может формироваться вблизи разрывов надвигового типа северо-восточного простирания. Именно такие разрывы широко развиты на площади исследований и хорошо дешифрируются на космоснимке (рис.2).

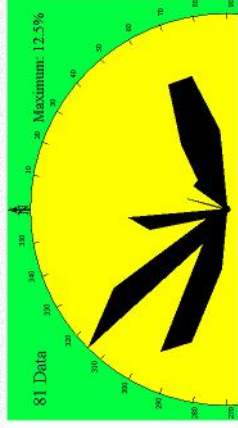
В точке наблюдения 7 этот же карбонатный горизонт падает по азимуту $325-330^\circ$ под углом 50° . В пласте наблюдаются многочисленные различно ориентированные кальцитовые жилки и пустоты выщелачивания. Породы сильно лимонитизированы. Характер поля суммарных деформаций сбросо-сдвиговый, а поля палеонапряжений - сдвиговый (см. табл. 1).

Карбонатный горизонт R_1 в центральной и восточной частях площади прерывается и смещается системой разрывных дислокаций северо-западного простирания. Это хорошо видно на космоснимке (см. рис.2). Системы этих же дислокаций выявлены нами в обнажениях горных пород площади исследований. Проявляются они многочисленными и хорошо выраженными тектоническими трещинами с зеркалами скольжения.

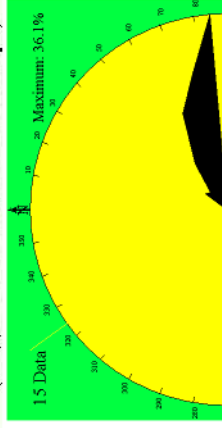
Исследования картамышской свиты, к которой и приурочены все рудопроявления меди в районе, нами проводились в точках наблюдения 4 и 6. В точке 4 в овраге обнаружены выходы «серой» рудоносной зоны с многочисленными жилками и прослоями (по напластованию) рудных минералов – малахита и азурита. Рудоносная зона прослежена по простиранию на 200-250 метров, где она проявляется в виде локальных площадных выходов оруденелых пород и высыпок с азуритом и малахитом. Но интенсивность оруденения по простиранию в восточном направлении падает, а затем зона прерывается разрывной структурой северо-восточного простирания, которая установлена по дешифрированию космоснимка (см. рис. 2). Оруденение приурочено в основном к песчаникам и алевролитам, заключенным в красноцветные глины. Но и в этих глинах наблюдаются примазки малахита и азурита. В точке 4 весьма характерны зеркала скольжения, которые сформированы в трех полях палеонапряжений (см. табл. 1). Это единственная точка на площади, где установлены деформации, формировавшиеся в несколько этапов. Поле суммарных деформаций близко к взбросовому типу, при этом ось удлинения имеет крутое падение. В таком поле наиболее благоприятны для рудоотложения полого залегающие структуры – трещины и напластование пород. Анализ пространственного расположения рудоносных структур в породах на данной точке показал, что наиболее мощные рудоносные прослои с малахитом и азуритом (1-1,5см) приурочены к напластованию в песчаниках. Азимут падения оруденелого песчаника в обнажении составляет 165° , а угол падения находится в пределах $5-8^\circ$. Пленки малахита и азурита отмечаются по полого падающим трещинам северо-западного простирания. Рудные минералы отмечены также по крутопадающим зеркалам простирания $340-350^\circ$. Эта система дислокаций проявлена и на космоснимке (см. рис.2). В точке 4 на космоснимке выделяется узел пересечения разрывных дислокаций северо-восточного, северо-западного и субмеридионального простирания, который накладывается на стратиграфический рудоносный «серый» горизонт. Такая структурная позиция и характер полей суммарных деформаций и палеонапряжений способствовали вторичному обогащению пород участка рудными минералами. Тектоническая активность разрывных дислокаций в узле продолжалась и после рудного этапа деформаций. В обнажение наблюдаются зеркала скольжения, развитые по пленкам рудных минералов. Пострудные деформации формировались в сдвиговом поле, для которого значение $\mu\sigma$ равно 0 (см. табл.1).

В точке 6 исследовались песчаники картамышской свиты. В целом тектонические деформации в данной точке проявлены значительно слабее, чем в остальных точках. Обнаружены несколько слабо выраженных зеркал скольжения. В основном в породах развиты крутопадающие трещины без следов скольжения. Поле палеонапряжений характеризуется сдвиговым типом (см. табл.1).

Роза-діаграма простираний зеркал
скользнення по даним вимірюванням в
обнаженнях Горних порід



Роза-діаграма простираний надвигов
(по даним геологічних карт)



Роза-діаграма простираний розривних
дислокацій по дешифрованню
космоснимка

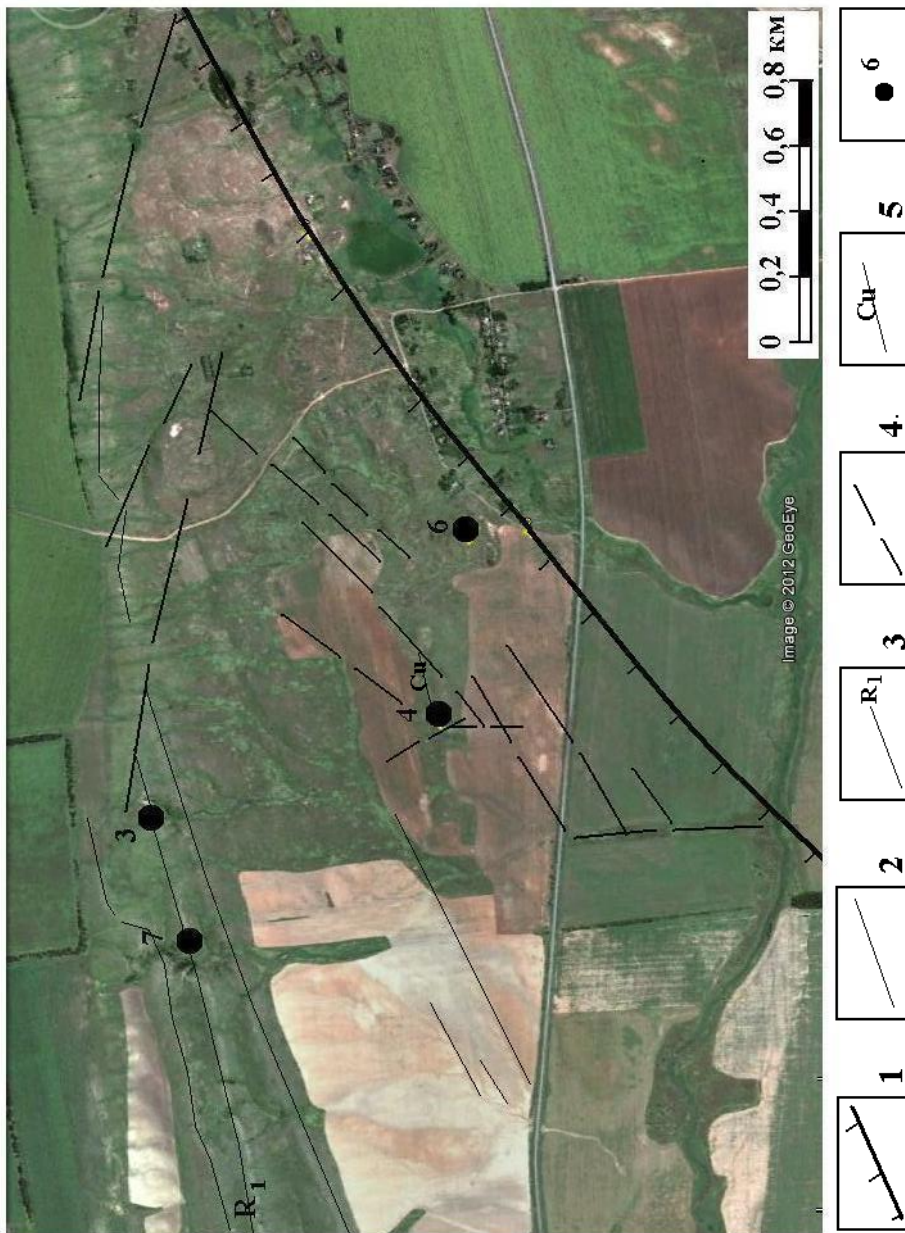
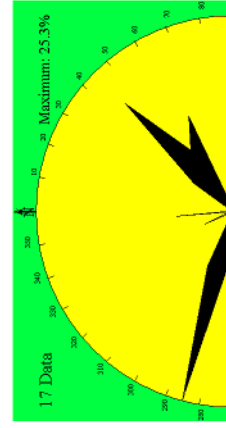


Рис. 2. Космоснимок участка меднорудного проявления у села Пилипчатое с результатами полевых и дистанционных исследований разрывных дислокаций:
1 – положение надвига; 2 – проявления в ландшафте пластов горных пород; 3 – проявления в ландшафте маркирующего карбонатного горизонта; 4 –
разрывные дислокации по данным дешифрирования космоснимка; 5 – рудоносный горизонт; 6 – точки исследований обнажений горных пород и их номера.

На данній площі проведено також аналіз форм проявлених в рельєфі і рисунку ландшафту основних тектонічних структур району – антиклінали і надвигів. Установлено, що к антиклінали приурочен водорозділ в рельєфі. Из двох надвигів хорошо проявлен в рисунку ландшафту надвиг северо-восточного простирания, который показан на рис. 2. Вдоль этого надвига закладывалась долина речки, протекающей в пределах села Пилипчатое. На юго-западном окончании этой структуры наблюдается четкий изгиб русла другой реки. Эти геоморфологические особенности структур указывают на неотектоническую активность надвига северо-восточного простирания и продолжающийся подъем антиклінали в альпийскую эпоху тектогенеза.

В целом можно сделать вывод, что участок богатого медного оруденения характеризуется сложной тектонической обстановкой и несколькими этапами формирования и активизации разрывных структур. Этот участок существенно отличается от других (безрудных) участков исследований. Установлены наиболее благоприятные для формирования богатого оруденения тектонические деформации и параметры полей суммарных деформаций и палеонапряжений.

Анализ рельефа и рисунка ландшафта на участке исследований позволяет сделать вывод о неотектонической активности антиклінали и надвига северо-восточного простирания

Бібліографічний список

1. Металлические и неметаллические полезные ископаемые: в 2 т. / [Д. С. Гурский, К. Е. Есипчук, В. И. Калинин и др.]. – Киев-Львов: Изд-во «Центр Европы», 2005. – Т. 2: Металлические полезные ископаемые. - 2005. – 785 с.
2. Лазаренко Е. К. Минералогия Донецкого бассейна / Е. К. Лазаренко, Б. С. Панов, В. И. Груба. – К.: «Наук. Думка», 1975. – 254 с.
3. Лагутин П. К. Медная минерализация в песчаниках Донбасса / П. К. Лагутин, Е. Г. Суцук // Геология и геохимия рудопроявлений Донбасса и северного склона Украинского щита: сб. научн. тр. – К.: «Наук. Думка», 1978. – С. 88–100.
4. Гущенко О. И. Кинематический принцип реконструкции направлений главных напряжений / О. И. Гущенко // Докл. АН СССР. – 1975. – Т. 225, № 3. – С. 557–560.
5. Тектонический стресс-мониторинг и поля напряжений Причерноморского региона / [О. И. Гущенко, Н. Ю. Гущенко, А. О. Мострюков и др.] // Наук. праці ДонНТУ. Сер. гірничо-геологічна. – 2001. – Вип. 32. – С. 104–117.

Надійшла до редакції 14.12.2012

В. І. Альохін

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», Донецьк, Україна

Особливості деформацій гірських порід в районі міднорудного прояву «Піліпчатое» Бахмутської улоговини Донбасу

Показані результати структурно-геологічних і тектонофізичних досліджень на ділянці прояву міді у села Піліпчатое Артемівського району. Досліджені геологічні, структурно-тектонічні і геоморфологічні особливості площі, прилеглої до рудопрояву. Детально вивчені оголення гірських порід з багатою міднорудною мінералізацією. Досліджені системи розривних дислокацій на рудопрояві і прилеглий площі. За даними космічних знімків вивчені особливості прояву геологічних структур в малюнку ландшафту. На площі досліджень встановлені численні дзеркала ковзання, які формують декілька систем дислокацій. Вивчені особливості просторового розподілу деформацій і їх вплив на розподіл рудної мінералізації. Проведена реконструкція поля сумарних деформацій всієї площі дослідження і ділянки рудопрояву. За результатами реконструкції досліджені взаємовідносини параметрів сумарного поля деформацій та поля палеонапружень з особливостями просторового розподілу розривних порушень, систем тектонічних тріщин і рудоносних структур. Встановлені деформації і умови їх формування, які найбільш сприятливі для накопичення багатих руд міді.

Ключові слова: пермські відкладення, деформації, рудопрояв, мідь, розривні порушення, дзеркала ковзання.

V. I. Alyokhin

Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine

Features of Rock Deformations in the Copper Ore Area “Pilipchatoye” of Bakhmutska Cavity of Donbas

The results of structural-geological and tectonophysical researches in the area near Pilipchatoye village of Artemovsk district are presented. The geological, structural-tectonical and geomorphological features of the area around ore occurrence places are considered. The outcrops of rocks with rich copper mineralization have been studied in detail. The systems of rupture dislocations in ore occurrence places and in surrounding areas are investigated. The features of geological structures in the landscape have been studied on space images. Numerous slickensides in the research area form several systems of distributions. The peculiarities of spatial distribution of deformations and their influence on ore mineralization have been established. The reconstruction of the field of total deformations in the entire research area has been performed. The mutual relations of the parameters of the total deformation field and the field of paleotensions with the features of spatial distribution of rupture dislocations, with tectonic crack systems and ore-bearing structures have been investigated as a result of reconstruction. The ore deformations and the conditions of their formation have been established. Such deformations and conditions are most favorable for the accumulation of rich copper ores.

Key words: Permian deposits, deformations, ore occurrences, copper, rupture dislocations, slickensides.