

**Библиографический список**

1. Атлас. Геологія і корисні копалини України / Під ред. // Київ, 2001, 167с.
2. Малахов Н. Я.. Основне положення державної програми розвитку та реформування горно-металургійного комплексу України на період до 2011 р. Нові вогнетриви, №11, 2004, 59-60с.
3. Курс родовищ твердих корисних копалин / Під ред. Татарінова П.М., Карякіна А.Є. // Ленінград, 1975 р., 631с.
4. Бабенко В. В. Вивчення споживчих властивостей вогнетривкої глини. Опитування споживачів у 2003 р., м.Часів-Яр, 2003р., 30с.
5. Бетехтін А. Г.. Курс мінералогії. Москва, 1956 р. 549с.
6. Часів-Ярський вогнетрив: нариси / Авт. кол.: Белоусов В.Н., Гайдар П.С., Голубничий І.Д // Донецьк, 1990, 144с.
7. Бережний Ю. І.. Вогнетривка сировина України. Нові вогнетриви, №11, 2003, 20-22с.
8. Гошовський С. В., Гурський Д. С. Основні завдання розвитку мінерально-сировинної бази до 2010р., визначені Урядом України. Мінеральні ресурси України, №2, 2002, 3-8с.
9. Звіт про геологорозвідувальні роботи на Часів-Ярському родовищі вогнетривких глин за 1972 – 1978 рр. Т.1 / Плешков О.І., Верховодов П.М., Красотін Л.А., Петешенков Ю.М. // Часів-Яр, 1979.
10. Козак В. Ю., Отришко О. В. „Якість як фактор конкурентноздатності глин”, матеріали VI Міжнародної наукової конференції студентів і молодих учених „Економіка і маркетинг у ХХІ сторіччі”, частина I, Донецьк, 2005, стор. 171-172.

© Буряк Г. О., Отришко О. В., Волкова Т. П., 2006

УДК 551.24.03+553.2

Канд. геол.-мин.наук АЛЕХИН В.И. (ДонНТУ)

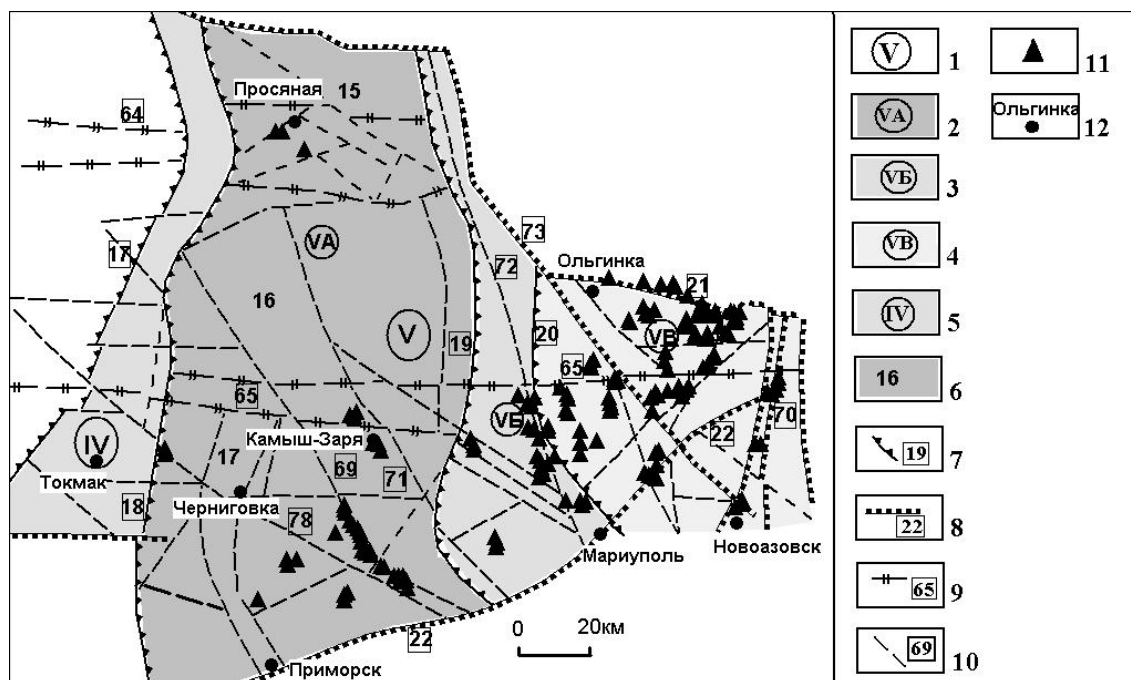
**ПОЛЯ СУММАРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И НАПРЯЖЕНИЙ В  
РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПОРОДНЫХ КОМПЛЕКСАХ ПРИАЗОВСКОГО  
БЛОКА УЩ**

*Постановка задачи.* Изучению деформаций и полей напряжений в пределах Приазовского блока Украинского щита посвящено много работ. Несмотря на длительную историю исследования геоблока ряд вопросов до сих пор не решены. До настоящего времени актуальными вопросами остаются: особенности строения разломных зон и их кинематические характеристики, характер изменения этих характеристик во времени, тектонофизические условия формирования деформаций на разных этапах развития земной коры, тектонофизические условия формирования рудоносных структур и ряд других.

Ранее при изучении хрупких деформаций и полей напряжения Приазовья в общем плане были получены характеристики древних полей напряжений и деформаций [1, 2]. Наиболее детальные структурно-тектонические и тектонофизические исследования были выполнены в пределах Сорокинской тектонической зоны [3, 4, 5].

В данной статье представлены новые результаты, полученные автором в процессе структурно-тектонических и тектонофизических исследований деформаций докембрийских, палеозойских и мезо-кайнозойских породных комплексов в обнажениях горных пород по всему Приазовскому блоку УЩ.

Площадь исследований охватывает Восточно-Приазовский и Западно-Приазовский геоблоки I порядка, а также Центрально-Приазовскую межблоковую зону. В пределах Западно-Приазовского блока исследования деформаций проводились в пределах Волчанского и Андреевского геоблоков II порядка. Крайний западный участок исследований располагался в зоне влияния восточного разломного ограничения Орехово-Павлоградской шовной зоны, отделяющей Приазовский блок от Приднепровского блока УЩ (рис. 1).



**Рис. 1.** Тектоническая схема Приазовского блока Украинского кристаллического щита по материалам [7] с изменениями автора. 1 – Приазовский блок УЩ и его номер; 2 – Западно-Приазовский геоблок I порядка и его номер; 3 – Центрально-Приазовская межблоковая зона и ее номер; 4 – Восточно-Приазовский геоблок I порядка и его номер; 5 – Орехово-Павлоградская шовная зона; 6 – геоблоки II порядка: 15 – Волчанский, 16 – Гуляйпольский, 17 – Андреевский; 7 – разломы взбросового типа и их номера: 17 – Орехово-Павлоградский, 18 – Азово-Павлоградский, 19 – Центрально-Приазовский, 20 – Малоянисольский; 8 - разломы сбросового типа и их номера: 21 – Южно-Донбасский, 22 – Бердянско-Кальмиусский, 70 – Грузско-Еланчикский, 73 – Криворожско-Павловский; 9 – разломы раздвигового типа и их номера: 64 – Девладовский, 65 – Конкский; 10 – сдвиги и разломы с невыясненной морфологией и их номера: 69 – Сорокинский, 71 – Куйбышевский, 78 - Хортицкий и др.; 11 – участки структурно-тектонических и тектонофизических исследований обнажений горных пород; 12 – населенные пункты

Методика исследований. Условия формирования и развития разрывных деформаций в пределах Приазовского блока Украинского кристаллического щита крайне изменчивы. Так деформации в разломных зонах формировались в разных условиях - от упруго-пластических на древних этапах развития земной коры до хрупких - на молодых этапах. В связи с этим для их изучения был выбран комплекс структурно-тектонических и тектонофизических методов. Для исследований деформаций, сформированных в условиях больших глубин, и реконструкции древних полей напряжений ранних этапов развития земной коры, использовался метод структурно-парагенетического анализа О.Б. Гинтова [6]. Метод позволяет

определять элементы залегания основного шва разрыва и его кинематический тип в условиях его перекрытия рыхлыми молодыми отложениями. Метод также позволяет восстанавливать поле напряжений, в котором формировался разлом и определять изменение его кинематического типа в процессе эволюции этих полей. Для решения этих задач исследовались различные проявления деформаций - будинаж, катаклазиты, милониты, бластомилониты и др. Особое внимание уделялось изучению вторичных структур разломных зон – L-сколов, R-сколов, R'-сколов, T-структур отрыва, а также подворотов этих структур.

Автором статьи при описании динамометаморфических преобразований пород использовался термин «динамометаморфическая полосчатость» [6]. Эта полосчатость выражается удлинением в одном направлении зерен кварца, а также ориентировкой в этом направлении слюд.

Для реконструкции полей напряжений и полей суммарных хрупких деформаций относительно небольших глубин использовался тектонофизический метод кинематического анализа Гущенко-Корчемагина [8, 9]. Принципиально важным в данном методе является то положение, что к началу действия поля напряжений в объеме уже существовали различно ориентированные разрывы и трещины.

При использовании методики тектонофизического анализа хрупких деформаций, реконструкции и разделении разновозрастных полей напряжений большое значение имеет направление смещений крыльев разрывных структур. В связи с этим в процессе исследований особое внимание уделялось признакам смещения вдоль разрывных нарушений. С этой целью проводился анализ борозд и штрихов на зеркалах скольжения разрывных структур, определялись направления смещений маркирующих структурных элементов – даек, жил, зон метасоматоза, отдельных трещин. Детально исследовались подвороты названных структур вблизи шва разрыва, а также положение оперяющих сколов и структур отрыва.

Реконструкция полей напряжений по методике кинематического анализа проводилась с использованием компьютерной программы О.И. Гущенко «Geos» [10, 11, 12]. Программа позволяет рассчитывать параметры суммарного поля деформаций, разделять разновозрастные поля напряжений, определять положение в пространстве осей суммарных деформаций и главных нормальных напряжений, устанавливать вид напряженного состояния для каждого выделенного поля. Программа также позволяет строить карты проекций осей суммарных деформаций и главных нормальных напряжений на горизонтальную плоскость с указанием типа поля и вида напряженного состояния в каждой точке исследований или пункте расчетной сетки генерализации (неравномерной или равномерной). В методе кинематического анализа приняты следующие обозначения осей главных нормальных напряжений:  $\sigma_1$  – ось растяжения,  $\sigma_3$  – ось сжатия,  $\sigma_2$  – промежуточная ось. Для количественной оценки полей напряжений в данной работе использовался коэффициент Лодэ-Надаи –  $\mu_\sigma$ . Коэффициент Лодэ-Надаи характеризует вид напряженного состояния и отражает соотношение главных осей напряжений - растяжения ( $\sigma_1$ ) и сжатия ( $\sigma_3$ ), которые вызвали подвижку в плоскости разрыва. Все значения коэффициента заключены в пределах от -1 до +1. В «механическом» смысле при значениях  $\mu_\sigma = 0$  коэффициент отражает состояние чистого сдвига, при  $\mu_\sigma = +1$  – чистого (одноосного) сжатия, при  $\mu_\sigma = -1$  – чистого (одноосного) растяжения. Когда значения  $\mu_\sigma$  располагается от 0 до +1, можно говорить о преобладании условий сжатия, а при значениях от 0 до -1 – условий растяжения. При характеристике поля суммарных деформаций использовались следующие

обозначения:  $\varepsilon_1$  – ось суммарного растяжения или удлинения,  $\varepsilon_3$  – ось суммарного максимального сжатия или укорочения,  $\varepsilon_2$  – промежуточная ось деформаций.

При построении карт проекций осей напряжений и деформаций на горизонтальную плоскость в данной работе неравномерная сеть полевых наблюдений была преобразована в равномерную с расстоянием между точками расчетной сети  $0,08^\circ$  как по широте, так и по долготе. При этом для каждой точки расчетной сети генерализация компьютерная программа формировала новые выборки полевых измерений по двум критериям: 1) минимальный объем наблюдений – не менее 15 измерений; 2) радиус круговой площади, из которой формируется выборка замеров, должен быть равен двойному расстоянию между точками расчетной сети. Такой подход позволил провести аппроксимацию тектонофизических полей с подавлением влияния локальных факторов и выделить региональные особенности полей напряжений и деформаций на уровне геоблоков I и II порядка, а также установить характер влияния на эти поля главных разломных зон Приазовского блока УЩ.

Тектонофизические исследования сопровождались детальным изучением трещиноватости разновозрастных породных комплексов. При этом устанавливались элементы залегания систем трещин, их взаимоотношения и относительный возраст. Структурно-тектонические и тектонофизические исследования проводились с обязательным изучением минеральных и рудных образований. При этом фиксировались: форма и размер минеральных тел, их состав и возрастные взаимоотношения

*Результаты исследований.* В пределах Приазовского блока исследованы как пластичные, так и хрупкие разрывные деформации в зонах влияния крупнейших разломов и за их пределами. Изучены приразломные деформации Сорокинской, Куйбышевской, Конкской, Девладовской, Каменноугольской, Мало-Янисольской, Криворожско-Павловской (Октябрьской), Кальмиусской, Грузско-Еланчикской, Южно-Донбасской и других зон разломов. В докембрийских образованиях деформации изучены в архейских и протерозойских стратифицированных метаморфических и магматических образованиях, в магматических и осадочных породах девона и карбона (зона сочленения Донбасса с Приазовским блоком УЩ), в молодых магматических комплексах пермь-триасового возраста, а также в неогеновых известняках восточной части Приазовского блока. Наибольшее количество замеров элементов залегания структур выполнено при исследовании хрупких деформаций. Структурно-тектонические и тектонофизические исследования проведены в 215 пунктах наблюдения, в каждом из которых обследовано несколько обнажений коренных горных пород. Схема расположения этих пунктов дана на рисунке 1. В целом изучено более 21 600 деформационных структур, из которых: 14 800 трещин и мелких разрывных нарушений, 1300 даек и жил, 5500 зеркал скольжения с бороздами и штрихами скольжения.

Наиболее древние приразломные деформации выявлены на участках северо-восточного краевого шва Сорокинской зоны разломов. Здесь ярко проявлены пластичные деформации наиболее глубинного уровня, которые выражены приразломными складками (в том числе изоклинальными), будинажем. В качестве примера на рисунке 2 показана фотография будинажа, развитого в СВ краевом шве Сорокинской тектонической зоны. Такие же пластические деформации наблюдались автором и в зоне влияния Малоянисольского разлома. Здесь широко развиты бластомилониты и милониты. Детальный анализ этих деформаций позволил выявить структуры кручения, указывающие на кинематику правого сдвига в зоне этого

разлома (Рис 3). Следует отметить, что этот кинематический тип деформаций на ранних этапах развития Малоянисольского разлома подтверждается и парагенезисом структур скола – L-сколов, R-сколов, R'-сколов (рис. 4). Изучение подворотов структур скола и отрыва в данной разломной зоне позволяет сделать вывод о нескольких этапах активизации в условиях пластичных и хрупко-пластичных деформаций.

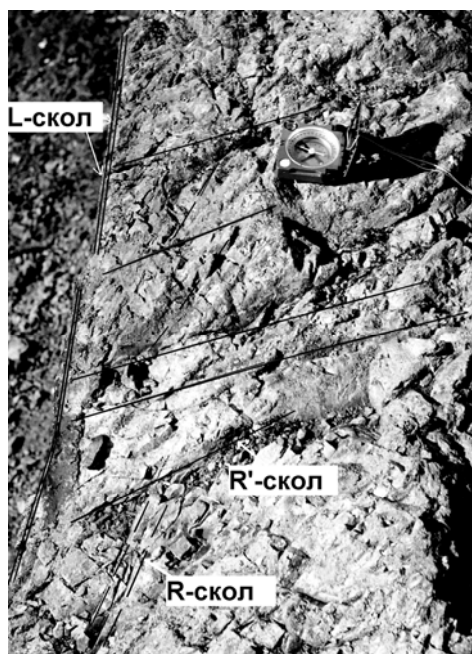


**Рис.2.** Будинаж в СВ шовной зоне Сорокинской тектонической зоны



**Рис.3.** Бластомилонит и фрагмент структуры кручения из Малоянисольской зоны разломов, указывающие на правый сдвиг в условиях пластичных деформаций

Кроме Сорокинской и Малоянисольской зон разломов деформации глубинного уровня автором наблюдались также в зоне влияния Конкского разлома южнее с. Анадоль. Здесь широко развита динамометаморфическая полосчатость и бластомилониты. По возрасту эти деформации вероятнее всего относятся к неогархею-палеопротерозою. Подобных деформаций не наблюдается в кварцевых сиенитах Хлебодаровского комплекса вблизи Кальмиусского и Грузско-Еланчикского разломов. Возраст кварцевых сиенитов Хлебодаровского комплекса - палеопротерозой. Вдоль названных структур широко развиты хрупкие деформации: зоны тектонического дробления, системы трещин различной ориентировки, жилы и дайки различного состава. В целом такие деформации повсеместно накладываются на пластичные и хрупко-пластичные деформации больших глубин.

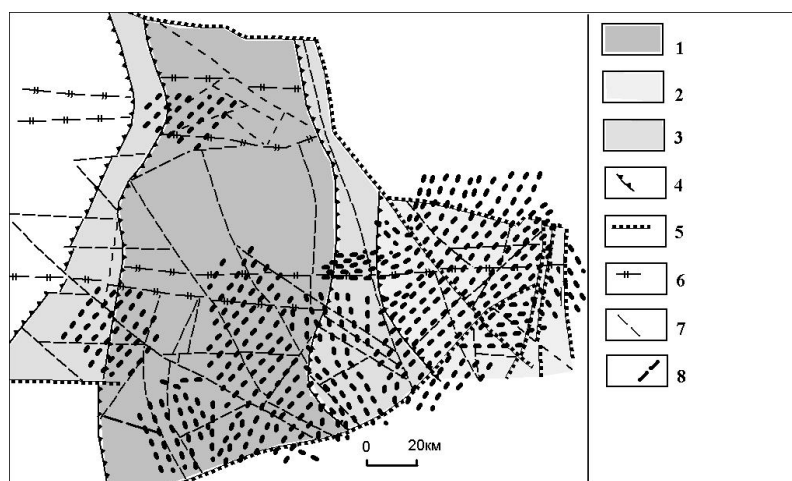


**Рис.4.** Парагенезис сколов в зоне Малоянисольского разлома, указывающий на деформацию правого сдвига

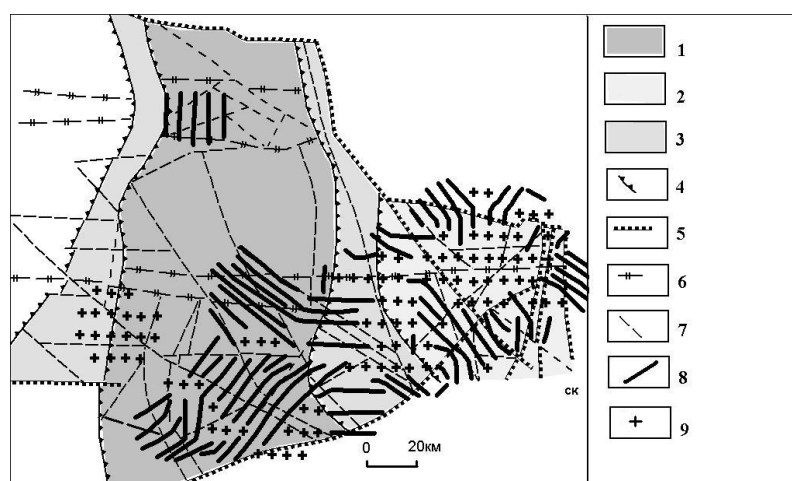
Автором статьи с использованием компьютерной программы О.И. Гущенко проведен анализ поля суммарных хрупких деформаций докембрийских породных комплексов (трещин, жил, даек) в пределах всего Приазовского блока. Такой анализ позволил выявить ряд важных особенностей в характере этого поля. Во-первых, установлено, что план этих деформаций в пределах Центрально-Приазовской шовной зоны значительно отличается от плана таких деформаций в Западно-Приазовском и Восточно-Приазовском блоках изучаемой площади. Такие отличия хорошо видны на проекциях осей удлинения и укорочения суммарного поля деформаций на горизонтальную плоскость (рис. 5, 6). Во-вторых, четко видно влияние ряда крупных разломов на траектории осей суммарных деформаций - Конкского, Центрально-Приазовского, Малоянисольского, Бердянско-Кальмиусского, Грузско-Еланчикского (рис. 1, 5, 6). Следует отметить также, что траектории оси удлинения как в Восточно-Приазовском, так и Западно-Приазовском блоке, в большинстве случаев ориентированы вдоль северо-восточного направления (рис.5). Последний факт указывает на то, что длительное время хрупкие деформации докембрийских пород западного и восточного Приазовья формировались в условиях растягивающих усилий, ориентированных в СВ направлении.

Исследование полей палеонапряжений докембрийских, палеозойских и мезокайнозойских пород показало, что хрупкие деформации формировались в несколько этапов. Максимальное количество этих этапов для докембрийского комплекса пород равняется 6, для палеозойского – 4, для комплекса магматических пород пермь-триасового возраста – 2, для неогеновых известняков – 1 (на региональном уровне). При этом поля напряжений каждого из этапов различаются по типу и по виду напряженного состояния массива горных пород. Данные о выделении нескольких полей палеонапряжений ранее были получены автором при локальных исследованиях рудоносных участков Приазовья и его сочленения с Донбассом [13, 14]. Новые факты подтверждают выявленную особенность на уровне всего Приазовья и геоблоков 1 и 2 порядка. При этом устанавливается приуроченность

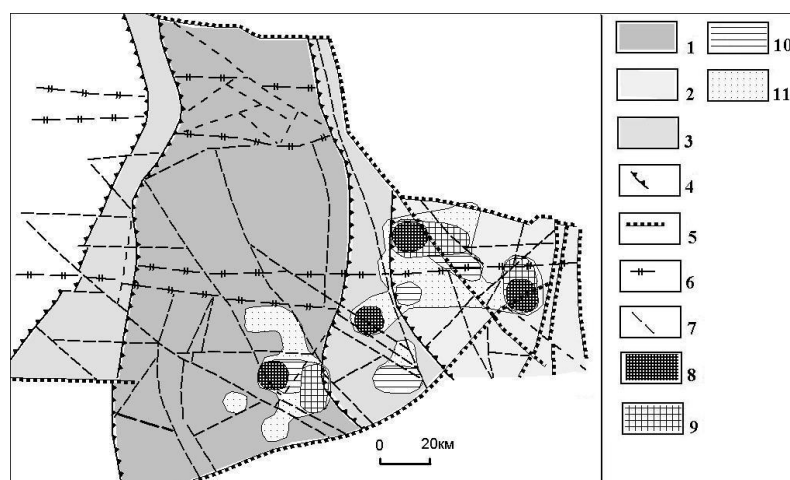
участков многоэтапных тектонических активизаций к крупным разломным зонам и узлам их пересечений. Распределение таких участков вдоль одного и того же разлома неравномерно и носит очаговый характер. Это хорошо видно по результатам анализа полей напряжений докембрийского комплекса пород (рис. 7). Характерно то, что к таким участкам на локальном и на региональном уровне приурочено эндогенное оруденение, а положение полюсов рудоносных структур в пространстве на таких участках контролируется осью удлинения суммарного поля деформаций [13, 14].



**Рис.5.** Проекция оси удлинения поля суммарных деформаций докембрийских образований на горизонтальную плоскость в пределах Приазовского блока УЩ. 1 – Западно-Приазовский геоблок; 2 – Восточно-Приазовский геоблок; 3 – межблоковые шовные зоны; 4 – разломы взбросового типа; 5 – разломы сбросового типа; 6 – разломы раздвигового типа; 7 – сдвиги и разломы с невыясненной морфологией; 8 – проекция оси удлинения на горизонтальную плоскость.



**Рис. 6.** Проекция оси укорочения поля суммарных деформаций докембрийских образований на горизонтальную плоскость в пределах Приазовского блока УЩ. 1 – Западно-Приазовский геоблок; 2 – Восточно-Приазовский геоблок; 3 – межблоковые шовные зоны; 4 – разломы взбросового типа; 5 – разломы сбросового типа; 6 – разломы раздвигового типа; 7 – сдвиги и разломы с невыясненной морфологией; 8 – проекция оси укорочения на горизонтальную плоскость; 9 – вертикальное расположение оси укорочения



**Рис. 7.** Участки многоэтапной тектонической активизации Приазовского блока УЩ по данным реконструкции полей палеонапряжений в докембрийском комплексе пород. 1 - Западно-Приазовский геоблок; 2 – Восточно-Приазовский геоблок; 3 – межблоковые шовные зоны; 4 – разломы взбросового типа; 5 – разломы сбросового типа; 6 – разломы раздвигового типа; 7 – сдвиги и разломы с невыясненной морфологией; 8 – участки проявления 6 разнотипных полей палеонапряжения; 9 – участки проявления 5 разнотипных полей палеонапряжения; 10 – участки проявления 4 разнотипных полей палеонапряжения; 11 – участки проявления 3 разнотипных полей палеонапряжения.

### Выводы

В целом можно сделать заключение, что в пределах Приазовского блока пластичные и хрупкие деформации формировались в несколько разновозрастных этапов тектонической активизации. Такие этапы выделены для докембрийского комплекса пород, палеозойского комплекса пород, магматических образований пермь-триасового возраста и неогеновых известняков. Для комплексов пород различного возраста количество выделенных полей палеонапряжений колеблется от 1 до 6. При этом максимальное количество полей напряжений выделено для докембрийского комплекса, а минимальное - для неогенового. Характерно очаговое распределение участков многоэтапной активизации в пределах всего Приазовского блока УЩ, а также вдоль одного и того же разлома. Отмечается частая приуроченность к таким участкам рудных объектов. При этом ориентировка оси удлинения поля суммарных хрупких деформаций позволяет судить о положении в пространстве рудоносных структур.

### Библиографический список

1. Корчемагин В. А., Емец В. С. Особенности развития тектонической структуры и поля напряжений Донбасса и Восточного Приазовья // Геотектоника, 1987. -№3. – С. 49-55.
2. Дудник В. А., Емец В. С., Корчемагин В. А. и др. Тектонические поля деформаций Украинского щита // Наук. праці ДонНТУ. Серія гірничо-геологічна. Вип.45. -Донецьк, ДонНТУ, 2002. – С. 94-100.
3. Корчемагин В. А., Павлов И. О., Дудник В. А. Структурно-тектонифизическая характеристика золоторудного оруденения на участке Андреевский (Сорокинская зона, Приазовье). //Сборник науч. трудов Национальной горной академии Украины. Геология полезных ископаемых. – Днепропетровск, 1999. –Т.2. –№6. –С.153–157.
4. Дудник В. А., Павлов И. О., Корчемагин В. А. Тектонические поля деформаций и золотоносность участка хутора Сороки (Сорокинская зона, Приазовье) // Науковий вісник Націон. гірн. академії України. –Дніпропетровськ, 2000. –№3. –С. 22-23.



5. Дудник В. А., Корчемагин В. А., Панов Б. С. Особенности внутренней структуры Сорокинской тектонической зоны (Западное Приазовье) // Наук. Праці ДонДТУ. Серія гірничо-геологічна. – Донецьк, 2001. – Вип. 23. – С.53–57.
6. Гинтов О. Б., Исая В. М. Тектонофизические исследования разломов консолидированной коры. – Киев. – Наукова думка. – 1988. – 226с.
7. Карта разломно-блоковой тектоники Украинского щита масштаба 1:1000000. Ред. Г.И. Каляев. – Киев: Мингео УССР, 1984.
8. Гущенко О. И. Метод кинематического анализа структур разрушения при реконструкции полей тектонических напряжений // Поля напряжений и деформаций в литосфере. – М.: Наука. – 1979. – с. 7-25.
9. Корчемагин В. А., Емец В. С. К методике выделения и реконструкции наложенных тектонических полей напряжений // ДАН СССР. – 1982. – Т.263. – № 1. – С.163–168.
10. Гущенко О. И. Сейсмотектонический стресс-мониторинг литосферы: структурно-тектонический принцип и основные элементы алгоритма // Докл. РАН. – 1996. – Т.346. – № 3. – С.399–402
11. Гущенко О. И. Кинематический принцип относительной геохронологии палеонапряжений: (Основной алгоритм тектонического стресс-мониторинга литосферы) // Теоретические и региональные проблемы геодинамики. (Тр. ГИН РАН; Вып. 515). – М.: Наука, 1999. – С.108–125.
12. Копп М. Л. Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы. (Тр. ГИН РАН; Вып. 552). – М.: Наука, 2005. – 340с.
13. Алехин В. И., Гинтов О. Б. Кинематические особенности, фазы развития и металлогения широтных зон разломов Украинского щита // Геофиз. журн. – 2004. – т.26, № 6. – С.81–99.
14. Корчемагин В. А., Дудник В. А., Панов Б. С., Алехин В. И. О связи полей тектонических деформаций и напряжений с рудоносностью в Донбассе // Геофизический журнал, 2005. – Т.27, № 1. – С.97-109.

*@ Алехин В. И., 2006*

УДК 553.042.347

Докт. геол. наук ВОЛКОВА Т. П., инж. СПИЦА Е. А., инж. КАРНАУХ О. С.  
(ДонНТУ)

## **КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛИГОНОВ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Со стремительным ростом потребления все более актуальной становится проблема экологически безопасного размещения образующихся отходов.

Практика размещения отходов на специализированных полигонах имеет многолетнюю историю. Все развитые страны вывозят значительное количество образующихся отходов на полигоны. Однако, более современным подходом является ограничение на захоронения и переход на новые экологически безопасные технологии утилизации отходов.

В нашей стране проблеме размещения ТБО не уделяется должного внимания, несмотря на то, что в виде полигонов и свалок в Украине размещается более 80% всех образующихся отходов. Среди существующих 750 полигонов (точнее свалок), многие заполнены на 60-90%, а некоторые – переполнены и должны быть закрыты [1]. Требуется значительная реконструкция существующих полигонов, построенных и эксплуатируемых без учета современных стандартов, а также строительство новых экологически безопасных объектов складирования ТБО. Проблема экологически