

### *Список использованных источников*

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях (объектах строительства подземных сооружений), склонных к горным ударам. – Л.: ВНИМИ, 1989. – 59 с.
2. Указания по безопасному ведению горных работ на рудниках организации п/я Р-6214, подверженных горным ударам. – Л.: 1985. – 130 с.
3. Безопасное ведение горных работ на подверженных горным ударам месторождениях и объектах строительства подземных сооружений (Указания). – Кривой Рог: НИГРИ, 1988. – 75 с.
4. Інструкція з геологічного обслуговування гірничорудних підприємств, які розробляють залізні руди підземним способом (затверджена концерном «Укррудпром» 28.01.1998 р.). – Кривий Ріг: НДГРІ, 1997. – 88 с.
5. «Інструкція із визначення стійкості гірських порід при проходженні гірничих виробок в умовах уранових родовищ, що розробляються ДП «СхідГЗК». Затв. 14.11.2012р. – Кривий Ріг.: НДГРІ ДВНЗ «КНУ», 2012. – 28с.

Рукопись поступила 29.08.2013 г.

УДК: 622.349

*Е.К.Бабец*, канд. техн. наук, с.н.с., член-корреспондент АГНУ, директор,  
*Л.А.Штанько*, канд. техн. наук, с.н.с., зам. директора,  
*Т.Т.Седунова*, зав. лабораторией,  
*Е.Ю.Грицай*, канд. геолого-минералогических наук, зав. отделом,  
*В.О.Терещенко*, младший научный сотрудник  
*Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЗРЫВАЕМОГО МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД НА ХАРАКТЕР ДЕСТРУКТИВНОГО ФОРМИРОВАНИЯ СЕЙСМОВЗРЫВНЫХ КОЛЕБАНИЙ**

*Приведены результаты экспериментальных исследований выполненных с использованием метода наблюдений естественного импульсного электромагнитного поля земной поверхности и инструментальных сейсмонаблюдений за динамическими характеристиками горного массива*

*Ключевые слова: карьер, взрывные работы, геотектоника, сейсмические колебания, методы исследования.*

*Приведені результати експериментальних досліджень, які виконані з застосуванням метода спостережень природного імпульсного електромагнітного поля земної поверхні та інструментальних сейсмоспостережень за динамічними характеристиками гірського масиву.*

*Ключові слова: кар'єр, вибухові роботи, геотектоніка, сейсмічні коливання, методи дослідження.*

*In the article stated results of experimental researches performed using the method of surveillance of natural pulsed electromagnetic field of the earth's surface and the instrumental seismic observations for dynamic characteristics of rock massif.*

*Key words: quarry, explosive works, geotectonics, seismic oscillations, research methods.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.**

Месторождение плагиогранитов разрабатывается открытым способом Шархинским карьером нагорного типа с применением буровзрывных работ.

Отличительной особенностью района ведения горных работ является то, что в геологическом отношении Шархинское месторождение представляет собой интрузивный массив, входящий в структуру Южнобережного антиклинального поднятия и возвышается над пониженной полосой Южного берега Крыма. В непосредственной близости от границ карьера расположены населенные пункты Партенит, Пушкино, Запрудное, Кипарисное.

С флангов месторождение ограничено тектоническими нарушениями. Прилегающий массив рассечен межблоковым нарушением северо-западного простирания и характеризуется наличием большого количества природных оползней.

С учетом сложившихся сложных горно-геологических условий открытый способ разработки месторождения плагиогранитов с применением комплекса буровзрывных работ предъявляет повышенные требования к обеспечению безопасного уровня воздействия сейсмозврывных волн на прилегающий к границам горного отвода карьера горный массив, служащий основанием для жилых и промышленных зданий и сооружений населенных пунктов, расположенных в зоне влияния взрывов.

**Анализ исследований и публикаций.** Ввиду специфических особенностей расположения карьерного поля, исследования негативного влияния взрывных работ на окружающую среду НИГРИ ГВУЗ «КНУ» проводит на протяжении последних 20 лет. За это время были исследованы особенности динамических характеристик сейсмических волн, генерируемых взрывными работами и выданы рекомендации по применению сейсдобезопасных параметров буровзрывных работ. Однако за прошедший период произошли изменения горнотехнических условий разработки месторождения и в технологии производства массовых взрывов.

Ввиду важности сохранения окружающей среды вопросами исследования закономерностей распространения и влияния взрывных волн в условиях Шархинского карьера также занимались сотрудники ИГФЗ им.

Суботина. Однако ими рассматривалась задача влияния природных сейсмологических свойств данного района.

**Постановка задачи.** Деструктивное влияние взрывных работ на окружающую среду во многом зависит от взаимосвязи сейсмологических свойств и структурно-текстурных особенностей горного массива в пределах карьерного поля и участка прилегающего к границам карьера оползня «Карасан». При выполнении оценки уровня негативного воздействия взрывов воздействия на жилые дома и здания населенных пунктов Пушкино, Запрудное и тело оползня «Карасан» были использованы методы наблюдений естественного импульсного электромагнитного поля земной поверхности и сейсмометрические наблюдения.

**Изложение материала и результаты.** Сложное геоморфологическое строение района Шархинского месторождения определяет высокую степень интенсивности развития физико-географических процессов и негативных природных явлений, таких как осыпей, обвалов, оползней, абразии морских берегов. В пределах района месторождения расположены многочисленные активные оползни, основным из которых является оползень «Карасан», расположенный со стороны восточного борта карьера.

Шархинский массив находится в зоне Центрально-Крымского глубинного разлома и на северо-западе ограничен межблоковым сбросом, а с запада – тектоническим нарушением второго порядка, к которому приурочены глубокая балка и ручей «Шарха». Кроме того, массив рассечен межблоковым нарушением северо-западного простирания на два блока: большой – западный и меньший – восточный.

В геологическом отношении Шархинское месторождение — интрузивный массив, входящий в структуру Южнобережного антиклинального поднятия. Образование интрузии плагиогранита относится ко времени складкообразования на границе нижней и средней юры.

В орографическом отношении гора Шарха возвышается над пониженной полосой Южного берега Крыма и входит в наиболее высокую гряду Крымских гор. Шархинское месторождение плагиогранитов выступает из-под таврических сланцев на 50 м, в виде асимметрического купола диаметром 500- 600 м. Месторождение расположено на склоне крутизной от 15-17° до 45-60°. Абсолютные отметки поверхности составляют +475-350м., снижаясь с севера на юг. Кровля плагиогранитов повторяет рельеф дневной поверхности. С поверхности плагиограниты подверглись выветриванию на глубину до 5,7м, а средняя мощность выветрелых плагиогранитов составляет 0,4 м.

Породы, слагающие интрузивное тело Шархинского месторождения, представлены в значительной степени измененными постмагматическими процессами плагиогранит-порфирами (полезное ископаемое).

Вмещающими породами являются отложения таврической серии, представленные терригенным флишем, сложенными аргиллитами, алевролитами, песчаниками. У контактов с вмещающими породами и в удалении от них развит один и тот же плагиогранит-порфир.

Контактовые изменения вмещающих пород на массиве Шарха проявлены слабо. Контактново-метаморфическая зона составляет 3-4 м. Изверженный массив покрыт редким кустарником и небольшими деревьями. На необнаженных участках породы таврической серии перекрыты плащом четвертичных отложений мощностью от 0,5 до 10 м, представленных суглинками.

Южная часть склона купола обнажена. Значительная часть площади месторождения вскрыта карьером.

Шархинское месторождение плагиогранитов входит в Кагельский гидрогеологический район, который характеризуется относительной стабильностью режимов источников.

Непосредственно на месторождении грунтовые воды практически отсутствуют, что объясняется обнаженностью месторождения и его орографическим положением.

Подземные воды выходят на поверхность в виде слабодобитных источников. Кроме того, имеются мочажины на участке с влаголюбивой растительностью. Подземные воды образуют единый выдержанный горизонт с разгрузкой вниз по склону. Питание подземных вод осуществляется атмосферными осадками и, в основном, водами, которые перетекают из верхнеюрских отложений, слагающих массив яйлы. Последний источник питания существует постоянно и постоянно увлажняет склон.

Неблагоприятную роль на устойчивость оползневых структур оказывают подземные воды родников и частые осадки, особенно в зимние и весенние периоды.

В водные годы создаются благоприятные условия для смещения пород склоновых выветрелых отложений таврики и делювиально-пролювиальных суглинков по склону.

При производстве буровзрывных работ в осенне-зимний период наблюдается приток воды во взрывные скважины, уровень воды по отдельным скважинам достигает более половины их глубины, но, в основном, составляет 20 % глубины скважины (2,5-3 м).

Для защиты карьера от поверхностных вод предусматривается устройство нагорных канав по северному и восточному бортам карьера.

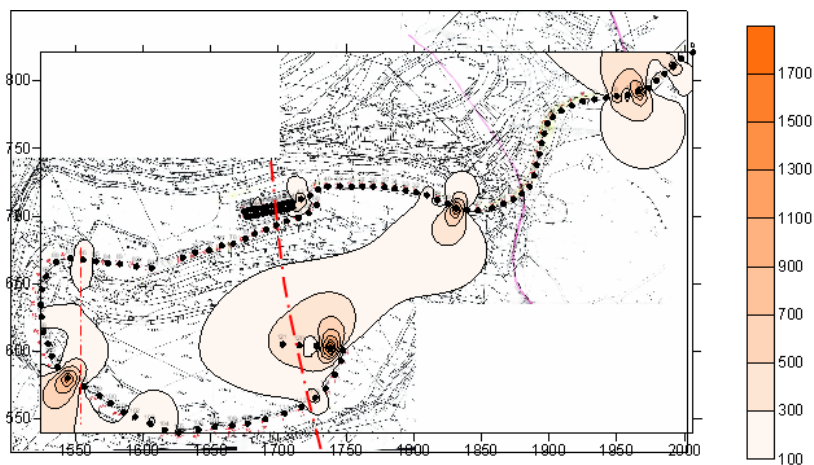
Для проведения исследований структурно-текстурных особенностей горного массива в пределах карьерного поля и участка прилегающего оползня были выполнены инструментальные измерения с использованием

метода наблюдений естественного импульсного электромагнитного поля земной поверхности.

При выполнении измерений был использован прибор нового поколения «Симеиз» МИЭМП-1/4, который представляет собой индикатор естественного импульсного электромагнитного поля Земли. Данный прибор позволяет регистрировать особенности естественного импульсного электромагнитного поля на каком-либо участке, по которым с большой долей вероятности можно определять механизм генерации этого поля – пьезоэффект, трещинообразование, то есть фиксировать участки напряженного состояния горного массива, положение живущего разлома, а также его ориентировку и обводненность, наличие в горном массиве зон разуплотнения, пустот и их обводненность.

Целью исследований являлось прогнозирование положения зон разуплотнения горного массива, трассирование тектонических нарушений, как факторов, влияющих на степень нарушенности массива.

По результатам площадной интерпретации были построены карты изолиний напряженности импульсного электромагнитного поля земли. Полученные данные подтвердили наличие разломной тектоники на месторождении (рис.1).



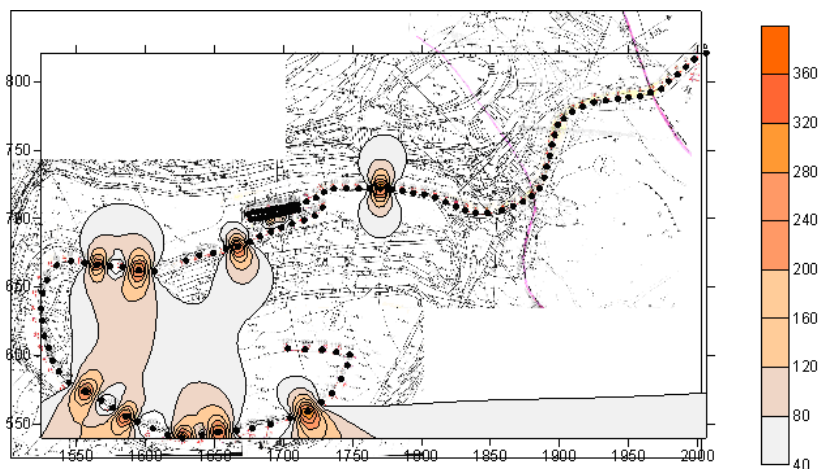
**Рис. 1. Площадная интерпретация по амплитуде импульсов в диапазоне частот 0-1 кГц**

Как показали исследования срединный разлом, рассекающий месторождение с севера на юг, подтверждаемый в 2-х низкочастотных

диапазонах измерений, является малоактивным с точки зрения современной неотектоники.

В ходе проведения исследований было также отмечено достаточно глубокое разрывное нарушение в западной части месторождения, отсекающее участки различной блоковости: правильную бутовую отдельность по системе перпендикулярных трещин западного борта и сложно-трещиноватую центральную часть карьера.

Кроме того, несколько активных систем трещин западного блока подтверждаются в диапазоне 1-2 кГц (рис. 2). Самая мелкая активная трещиноватость наблюдается в районе разбуренного блока № 9, что обусловлено выполненными буровыми работами и естественными процессами. Участок западнее блока сильно трещиноват за 100 м до пересыпанной дороги. И около 100 м восточнее блока, где активность трещиноватости прослеживается на большую глубину.



**Рис. 2. Площадная интерпретация по амплитуде импульсов в диапазоне частот 1-2 кГц**

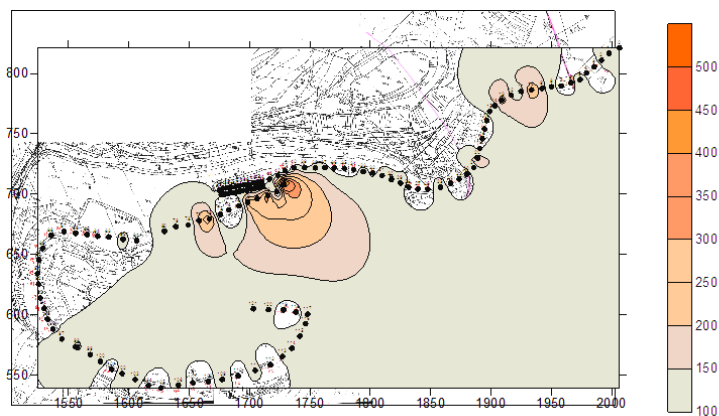
При проведении исследований поведения оползня, который находится в непосредственной близости от карьера, в месте пересечения его основной дорогой, ведущей в карьер, были выполнены профильные измерения до проведения взрывных работ 17 мая 2013г. и после.

На рис. 3 четко видны зафиксированные краевые эффекты поверхности скольжения оползня и обводненность центральной части. Поверхность оползня фиксируется как краевой эффект в диапазоне обводненности и может служить индикатором его стабильности по

отношению к сейсмическим колебаниям, которые практически не меняют фон электромагнитной активности данного участка после взрыва. Изменений в измерениях электромагнитных колебаний естественного импульсного поля земли после взрыва блока на участке оползня не обнаружено.

Анализ взаимосвязи структурно-текстурных особенностей взрывааемых пород с горным массивом в основании жилых строений и зданий, расположенных вблизи границ карьера выполнен с учетом развития горных работ в карьере и расположения населенных пунктов.

На основании изучения геологических разрезов и рельефных особенностей было установлено, что в юго-западном направлении в сторону п. Запрудное угол погружения интрузива на расстоянии 400 м от границ карьера составляет  $38-40^\circ$  с тенденцией увеличения слоя наносных пород в западном направлении.



**Рис. 3. Площадная интерпретация по амплитуде импульсов в диапазоне частот 7-50 кГц**

В северо-восточном направлении угол погружения интрузивного тела составляет от пологого  $32^\circ$  до  $75^\circ$  в районе верхней части оползня, примыкающего к отработанной части карьера. Так как вмещающие интрузив плагиигранитов породы флиша являются достаточно плотными со слабо развитыми контактовыми изменениями, характер проявления сейсмозрывных волн на примыкающих участках будет зависеть от направления суммарного вектора волнового потока и угла зоны контакта пород. Чем ближе угол «вмещающие породы – продуктивная толща» к вертикали, тем жестче будет воздействие ударной волны, исключая проявление раскачки массива.

Такая же тенденция наблюдается в восточной части месторождения, где наиболее пологая часть налегающих пород в верхней части оползня находится за рабочей зоной, а в направлении движения горных работ угол погружения интрузива увеличивается. Этот фактор позитивно сказывается на характере распространения сейсмозрывных волн в восточном направлении.

Ввиду наличия естественного склона в направлении п.Пушкино, толща наносных пород увеличивается, что в свою очередь сказывается на увеличении периода колебаний сейсмозрывных волн.

**Выводы и направления дальнейших исследований.** На основании выполненных исследований было установлено, что инженерно-геологические условия прибортовых частей Шархинского карьера характеризуются способностью породного массива к сползанию. Пониженные формы рельефа кровли водоупорного ложа предполагает движение подземных вод к побережью, и таким образом, оказывает активное воздействие на устойчивость рыхлых отложений, слагающих тело оползня.

Структурные элементы горного массива, с локально измененным напряженно-деформированным состоянием горных пород, где проявляется дезинтеграция пород и изменение структуры пород, сопровождаются аномалиями физических полей.

Технология и методика полевых геофизических измерений позволяют обнаружить изменения состояния массива на любой стадии развития процесса структурных преобразований.

Выполненные работы с применением геофизического метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли на территории Шархинского карьера позволили с достаточной достоверностью определить разломы, зоны повышенной трещиноватости, зоны повышенной водонасыщенности пород. Таким образом, была подтверждена возможность выявления геодинамических зон в горном массиве Шархинского карьера.

Проведенные за время выполнения работы исследования методом ЕИЭМПЗ в прибортовой части карьера не были режимными и охватывали только определенную площадь, поэтому не показали в полной мере возможности метода для оценки динамики оползневых процессов.

Негативного влияния взрывных работ на состояние оползня не выявлено.

Отсутствие значительной толщи наносов в месте проведения сейсмоизмерений исключает проявление резонансных свойств.

На расстоянии свыше 800 м высокочастотные составляющие амплитудно-частотного спектра полностью затухают. Зафиксированные длинопериодные остаточные колебания не способствуют ослаблению динамических характеристик и не могут служить определяющими при оценке сейсмической опасности взрывов.



Для оценки динамики оползневых процессов необходимо выполнить режимные (повторные) измерения методом естественного импульсного электромагнитного поля Земли.

Выполнение таких работ позволит создать исходную базу данных о геодинамическом состоянии массива горных пород с выделением аномальных зон и участков, оценить динамику оползневых процессов, получить первичную информацию для разработки мероприятий по предотвращению тектонических катастроф.

Рукопись поступила 11.10.2013 г.

УДК 622.235.012.3

*Т.Т.Седунова, зав. лабораторией, И.Н.Зайцев, канд. техн. наук, научный сотрудник, Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»  
А.Н.Пыжик, канд. техн. наук доцент кафедры открытых горных работ,  
К.А. Седунов, аспирант, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»*

## **ОТИМИЗАЦИЯ ВЗРЫВНОГО ДРОБЛЕНИЯ ПЛАГИОГРАНИТОВ В УСЛОВИЯХ ШАРХИНСКОГО КАРЬЕРА**

*Выполнен анализ исследований взрывного дробления неоднородных массивов горных пород и разработаны параметры и методы оптимизации параметров взрывных работ для получения взорванной горной массы с заданными характеристиками*

*Ключевые слова: карьер, взрывные работы, параметры БВР, методы отбойки, взрывчатые вещества*

*Виконано аналіз досліджень вибухового подрібнення неоднорідних масивів гірничих порід і розроблені параметри та методи оптимізації параметрів вибухових робіт для отримання підірваної гірничої маси з заданими характеристиками*

*Кар'єр, вибухові роботи, параметри БВР, методи відбійки, вибухові роботи*

*The analysis researches of the blast fragmentation of heterogeneous rock masses and developed parameters and methods of the optimization parameters of the explosive works for obtaining blasted rock mass with specified characteristics.*

*Key words: quarry, explosive works, parameters of the drilling and explosive works, methods of the breaking off, explosive substances.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.**

Сырьевой базой ПАО "Шарханский карьер" по производству щебня является месторождение плагиогранитов. В настоящее время на предприятии для переработки минерального сырья применяется дробильно-сортировочный комплекс, перерабатывающий фракции горной массы менее 900 мм.

Учитывая особенности горно-геологического строения месторождения, процесс взрывоподготовки горной массы к выемке на