

Глава 10. ЗЕЛЕНОГАЙСКАЯ ИМПАКТНАЯ СТРУКТУРА

Зеленогайский кратер расположен в центральной части Украинского щита в 45 км к северо-востоку от г. Кировоград. Наряду с Ротмистровской импактной структурой, он является одним из двух простых чашеобразных кратеров Украинского щита и наименьшей по диаметру импактной структурой этого региона.

Впервые соответствующая кратеру отрицательная гравитационная аномалия изометрической формы диаметром около 2,5 км была выявлена В. Н. Белогубом при проведении геолого-геофизических работ в этом районе в 1972 г. Позднее для выяснения природы аномалии в ней под руководством В. П. Брянского была пробурена скважина 5286, вскрывшая под толщей рыхлых кайнозойских отложений комплекс брекчий кристаллических пород. Распространение в пределах депрессии полимиктовых брекчий послужило основанием для диагностики ее как тектонической структуры (Брянский, Фролова, 1978), однако проведенное А. А. Вальтером изучение керна скважины позволило установить в составе пород признаки ударного метаморфизма, что послужило достаточным основанием для доказательства ее импактного происхождения (Вальтер и др., 1976). Этими исследователями для структуры было предложено название: Зеленогайский кратер (Вальтер, Рябенко, 1977). Изучение Зеленогайского кратера было продолжено В. Л. Масайтисом и его сотрудниками (Масайтис и др., 1980).

Диаметр кратера первоначально был принят равным 1,3—1,4 км (Вальтер, Рябенко, 1977; Масайтис и др., 1980). Новые данные о строении кратера и его параметрах были получены в 1976—1977 годах при бурении под руководством В. А. Голубева двух скважин 5019 и 5020 с целью поисков импактных алмазов. Скважины были пробурены на расстоянии 1,0—1,5 км к западу от первой скважины. Расстояние между скважинами и характер их разрезов позволяют оценить диаметр кратера равным около 2,5 км. В настоящей работе характеристика строения кратера и ударного метаморфизма пород приведены на основании изучения керна этих скважин и использования материалов других исследователей (Вальтер, Рябенко, 1977; Масайтис и др., 1980) По данным работы (Valter et al., 1997), в 1996—1997 годах в Зеленогайском кратере были пробурены еще две скважины. Проведенные дополнительные гравиметрические исследования позволили предполагать, что кратер представляет собой двойную импактную структуру, причем все скважины пробурены в пределах большего северо-западного кратера, в то время как существование второго кратера меньшего диаметра остается недоказанным (Valter et al., 1997).

Зеленогайский кратер расположен в бассейне р. Ингулец на правом берегу р. Днепр. Координаты центра: 48°42' с. ш., 32°45' в. д. Кратер расположен в 50 км к юго-востоку от центра Болтышской импактной структуры, пространственная близость к которой в ряде работ послужила основанием рассматривать эти структуры как одновозрастные (Масайтис и др., 1980; Вальтер, Рябенко, 1977).

Материалы бурения и геофизические исследования позволили доказать простое строение кратера. Импактная структура образована в биотитовых гнейсах и гранитах кировоградского комплекса протерозоя. На поверхности импактная структура перекрыта мощным чехлом рыхлых неоген-четвертичных отложений и морфологически не выражена.

Внутреннее строение кратера и разрез залегающих в нем импактных и осадочных пород в настоящей работе приводится по разрезу скважины 5020 с использованием материалов по скважинам 5019 и 5286.

Основание импактной структуры слагают слабо перемешанные глыбовые брекчии гнейсов и гранитов. Размер глыб составляет от десятков сантиметров до 2—3 м. Глыбы гранитов и гнейсов в различной степени подвержены брекчированию и катаклазу, наблюдаются их разности от плотных слабо измененных пород до интенсивно трещиноватых им катаклазированных полурыхлых образований. Кроме того, в составе плотных глыб иногда наблюдаются зоны дробления мощностью до 10—15 см. В скв. 5020 в глыбах катаклазиро-

ванных гранитов в интервалах 199,6—196,6 м и 175,0—173,0 м распространены несовершенные конусы разрушения. Вверх по разрезу аутигенных брекчий в них постепенно уменьшается размер глыб, и в то же время увеличивается количество и мощность зон цементирующих глыбы более мелкозернистых мелкообломочных брекчий. Постепенный переход от аутигенных к аллогенным брекчиям происходит в интервале 180—170 м.

Вышележащие аллогенные образования представлены пестрыми обломочными брекчиями, в составе которых наблюдается интенсивное перемешивание различных типов пород мишени при постоянном преобладании гранитов. Кроме того, в брекчии наблюдаются редкие включения более крупных глыб кристаллических пород диаметром до 1 м. Породы интенсивно перетерты и катаклазированы, при микроскопическом изучении в них наблюдаются отчетливые признаки ударного метаморфизма.

На глубине 165 м на поверхности брекчий залегает толща пост-кратерных осадков. Таким образом, мощность аллогенных брекчий в скв. 5020 составляет около 10—15 м. Мощность аллогенных брекчий, равная 8—10 м, установлена также в скв. 5286 в центральной части структуры (Вальтер, Рябенко, 1977). Столь малая мощность аллогенных пород в скважинах, пробуренных в центральной части кратера, является аномально низкой и не находит удовлетворительного объяснения.

Посткратерные отложения в Зеленогайской структуре залегают в интервале 165—87 м. Они представлены толщей пестрых глин и суглинков, в составе которых по всему разрезу наблюдаются включения обломков и глыб кристаллических пород основания. В интервале 165—146 м залегает толща красных глин с прослоями зеленых глин и суглинков. Обломки гранитов в глинах обильны в интервале от 148 до 146 м, а интервал 146—145 м слагают осадочные брекчии, состоящие из мелких обломков кристаллических пород. Кроме остроугольных обломков, в брекчии распространены полуокатанные обломки и гравий. В этой части разреза посткратерных осадков в прослоях глин и суглинков наблюдается слоистость, ориентированная под углом 40—60° к оси керна, а также плоскости смещения, напоминающие зеркала скольжения. Выше залегают те же пестрые (красные, зеленые) глины и суглинки, содержащие включения глыб и обломков кристаллических пород в интервалах 130,5—128,5 м, 111,5—110,0 м, 110—97 м и некоторых других. Характер переслаивания пород в разрезе заполняющего комплекса приведен на примере керна скв. 5020. Снизу вверх:

глины красные с включениями редких обломков	144—143 м,
глины красные комковатые с редкой дресвой	143—130,5 м,
глыба плотного гранита	130,5—128,5 м,
песчано-гравийная порода, сцементированная глинистым цементом	128,5—111,5 м,
глина слоистая с прослоями песка	111,5—110 м,
глыба плотного гранита с зонами брекчий	110—107 м,
песчано-глинистая порода с двумя глыбами катаклазированных гранитов	107—97 м,
супеси и пески с обломками гранитов	97—94 м.

Характерно распространение обломков и глыб пород основания кратера, источником которых являлся насыпной вал и покров закратерных выбросов. Необходимо отметить, что такое обилие обломочного материала по всему разрезу толщи посткратерных осадков не наблюдается в толщах заполняющих отложений более крупных импактных структур, в том числе Болтышской и Оболонской, где примесь крупнообломочного материала в кратерных осадках распространена только в их краевых присклоновых частях.

Вышележащая толща осадков в Зеленогайском кратере относится к перекрывающему комплексу. По составу эти отложения не отличаются от состава кайнозойских осадков на прилегающей территории вокруг кратера, но имеют увеличенные мощности.

На поверхности обогащенных крупнообломочным материалом кратерных осадков залегают серовато-зеленые глауконитовые пески киевской свиты и перекрывающие их пес-

ки и супеси харьковской свиты палеогена, выше которых залегают светло-серые пески и супеси полтавской свиты неогена. Верхнюю часть разреза отложений в кратере от глубины 20—30 м до поверхности слагают четвертичные лессовидные суглинки и глины. Покров кратерных выбросов вокруг Зеленогайского кратера эродирован.

Проявления ударного метаморфизма пород Зеленогайской импактной структуры широко распространены в составе аллогенных брекчий и более слабо проявлены в аутигенных брекчиях основания кратера. В составе последних наблюдаются макроскопические его проявления в виде конусов разрушения, которые отмечаются по всему разрезу этих пород. Наблюдаемые под микроскопом проявления ударного метаморфизма минералов, в том числе планарные элементы в кварце, весьма ограничено распространены в глыбовых брекчиях основания.

Микроскопические проявления ударного метаморфизма кварца, полевых шпатов и других минералов повсеместно распространены в аллогенных брекчиях. В то же время характерной особенностью брекчий Зеленогайского кратера является отсутствие в их составе полиминеральных стекол плавления. Таким образом, собственно зювиты в породах аллогенного комплекса импактной структуры пользуются весьма ограниченным распространением (Вальтер, Рябенко, 1977; Valter et al., 1997).

Кварц из аллогенных литических брекчий содержит множественные системы планарных элементов, его показатели преломления понижены. Выполнено 62 замера ориентировки планарных элементов в 17 зернах кварца из брекчии, вскрытой скважиной 5286 в интервале 114 м. По этим данным, количество систем на одно зерно кварца в проанализированном образце составляет 3,6 и достигает 5 в отдельных зернах. Наибольшим распространением пользуются системы $\{10\bar{1}3\}$ и $\{10\bar{1}4\}$ при подчиненном развитии систем $\{10\bar{1}2\}$ и $\{10\bar{1}1\}$. Кроме этих систем были выявлены некоторые дополнительные системы, для которых кристаллографическая ориентировка до настоящего времени остается не установленной, в том числе системы планарных элементов с ориентировкой полюса к оптической оси минерала под углами 26—28° и 40°. Полевые шпаты в брекчии испытывают хрупкие деформации, наблюдается понижение их показателей преломления до полной изотропизации и превращения в диаплектовые стекла. В биотите развиты полосы смятия и системы планарных элементов, причем полюсы последних ориентированы преимущественно под углами 28° и 16° к плоскости спайности по $\{001\}$. Подобная ориентировка планарных элементов установлена в ударнометаморфизованном биотите из других импактных структур, в том числе из Болтышской, Ильинецкой и Западной на Украинском щите, а также кратера Эльгыгытгын на Чукотке (Гуров, Гурова, 1991).

Строение и состав пород Зеленогайского кратера характеризуются некоторыми особенностями, которые выражены в относительно малой глубине структуры и пониженной мощности аллогенных брекчий в его составе. Согласно приведенной в работе (Grieve, 1987) зависимости глубины простых кратеров от диаметра, истинная глубина Зеленогайской импактной структуры при ее диаметре, равном 2 км, должна составлять 550 м, что на много превышает ее установленную глубину — около 250 м в центре структуры (Valter et al., 1997).

Мощность литических аллогенных брекчий в Зеленогайском кратере составляет первые десятки метров в скв. 5019, 5020 и 5267 и достигает несколько более 100 м в одной из скважин в центре структуры. Для сравнения, мощность аллогенных брекчий в центре кратера Brent диаметром около 3 км на Канадском щите достигает около 350 м.

По данным (Вальтер, Рябенко, 1977), предполагается образование Зеленогайского кратера в позднемеловое время одновременно с Болтышской импактной структурой. В. Л. Масайтис с соавторами (1980) допускают более раннее образование Зеленогайского кратера по сравнению с Болтышским. В связи с отсутствием импактных стекол плавления в породах, вскрытых большинством скважин, до настоящего времени геохимическое датирование кратера не производилось.

В связи с образованием кратера в кристаллических породах фундамента Украинского щита, нижняя возрастная граница образования Зеленогайской структуры является неоп-

ределенной. Геологический возраст верхней границы кратера предварительно определен по возрасту кратерных осадков палинологическим методом (Valter et al., 1997). Согласно этим данным, Р. Н. Ротман в образце песчаника из толщ кратерных осадков, вскрытых скв. 5267, определена пыльца голосеменных и покрытосеменных растений, комплекс которой позволил датировать вмещающие их отложения третичным, возможно, палеогеновым временем.

При изучении толщ кратерных осадков в Болтышской импактной структуре в скв. 50 в интервале 365—360 м, т. е. на 210 м выше кровли аллогенных пород, залегает толща песчаных брекчий, содержащих кварц с планарными элементами и частицами девитрифицированного стекла, которые предварительно диагностированы нами как не переотложенные закратерные выбросы. Предполагается, что эти образования могут представлять собой выбросы Зеленогайского кратера. В связи с этим, более точное датирование Зеленогайского кратера имеет большой научный интерес.

Проявления ударного метаморфизма в породах Зеленогайского кратера позволили однозначно определить его импактное происхождение. В настоящее время эта структура признана в качестве метеоритного кратера и включена во все списки достоверных импактных структур на поверхности Земли (Гуров, Гурова, 1987; Фельдман, 1987; Grieve, 1991; Grieve et al., 1994; Earth Crater Database, 2004).

В заключение следует отметить сохраняющиеся перспективы открытия новых импактных структур в Украине как на территории Украинского щита, так и за его пределами. В качестве примера вероятного импактного кратера нами рассматривается кратерообразная структура в районе с. Наниково в Восточном Крыму, в пределах которой широко распространено брекчирование пород, однако признаки ударного метаморфизма до сих пор не установлены. Большие перспективы имеются в открытии погребенных импактных структур в Днепровско-Донецкой впадине.

