Wirkung einiger Azulene bei Entzündungen. Ber. von. Schimmel, 103, 1942—1943. — [8] W. Treibs. Über polycyclische Azulene und Verdazulene. Die Naturwissenschaften, 33, 12, 371, 1946. — [9] W. Treibs. Synthese des 1,2-Benz-azulens. Chem. Ber., 8, 1, 38, 1948. — [10] W. Treibs und H. Froitzheim. Synthese des 1,8-Trimetylenazulens; Versuch der Synthese eines Diazulenyls. Ann., 564, 43, 1949.

*Н. П. Кирьялов.*

## ГЕОЛОГИЯ

### ЗАГАДОЧНЫЙ КРАТЕР В ПАТОМСКОМ НАГОРЬЕ

Летом 1949 г. на территории Бодайбинского района Иркутской области в бассейне р. Олекмы на правом развилке 2-го левого притока речки Джебульды (впадающей слева в р. Хомолхо километрах в сорока от устья последней) мы обнаружили интересное природное образование, напоминающее по своей форме кратер или конус вулкана. Этот конус находится на покатом ЗСЗ левом склоне V-образной долины на высоте 100—150 м над её тальвегом и представляет возвышающийся над склоном выпуклый правильный усечённый конус с горизонтальным верхним срезом. Поверхность верхнего среза образована гребнем заострённого, слегка зазубренного кольцевого вала, внутри которого располагается воронкообразное углубление с куполообразной центральной горкой внутри, высота которой равна высоте вала.

Конус расположен на склоне, и поэтому относительная высота его над поверхностью земли различна. С верхней стороны высота конуса около 10—15 м, а с нижней 70—80 м. Средний диаметр конуса 130—150 м. Глубина внутреннего кольцевого рва около 8—10 м. Склоны крутые (фиг. 1).

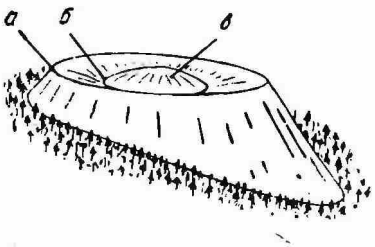


Рис. 1. Схематический рисунок кратера; *а* — кольцевой вал, *б* — кольцевой ров; *в* — центральная горка.

Конус сложен глыбами различных размеров и щебнем мелко- и среднекристаллических серых известняков, содержащих примесь глинистого и углистого материала. Обломков других горных пород нет. Поверхности глыб свежие, лишённые корки выветривания и лишайников. Рёбра обломков резкие и острые (фиг. 2). Наиболее крупные глыбы покрывают верхнюю часть конуса, на внешних склонах лежит мелкий, осыпающийся под ногами щебень. Вокруг конуса на некотором расстоянии валяются глыбы известняка. Склон горы, на котором расположен конус, сложен круто падающей на запад толщей известняков мощностью около 400 м. Мощность рыхлых наносов на склоне около 1 м.

Нигде в окрестностях известняки не дают глыбовых россыпей, и их россыпь на конусе

Рис. 2. Внутренний склон кольцевого вала: видна форма и размеры обломков известняка и молодые лиственницы.

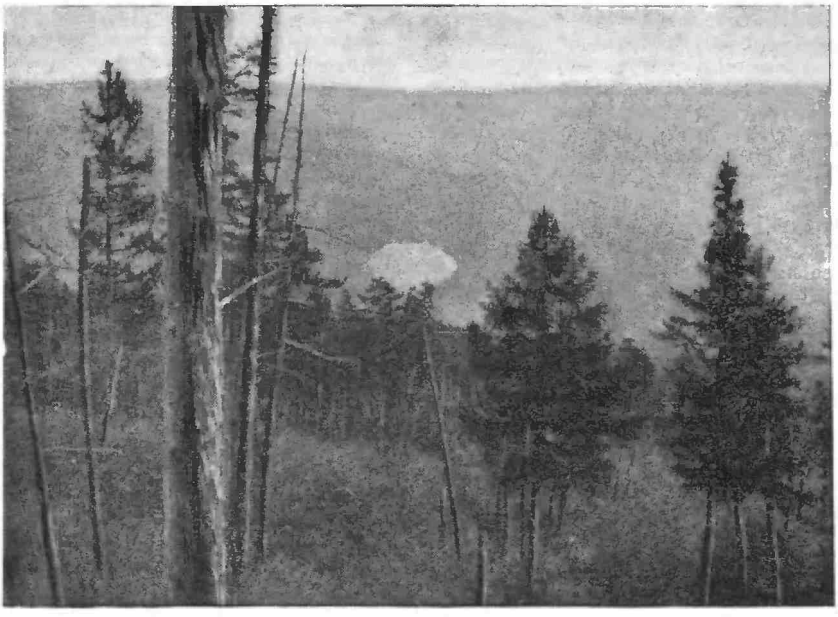

Рис. 3. Общий вид кратера с противоположного склона долины.

издали обращает на себя внимание (фиг. 3). Растительность на конусе отсутствует, кроме нескольких одиночных молодых лиственниц.

На дне кольцевого рва между глыбами была обнаружена вода, подёрнутая ледком, несмотря на жаркий день. Светлая поверхность конуса могла препятствовать его прогреванию, и внутри развилась мерзлота. Отклонений магнитной стрелки на конусе и вблизи него не наблюдалось.

Свежий, осыпающийся, ещё не успевший покрыться растительностью конус, сохранивший резкие очертания, не носящий следов размыва и разрушающего действия вечной мерзлоты, является несомненно очень молодым образованием; возраст его вряд ли превышает 100—200 лет. Подобное образование обнаружено в Патомском нагорье впервые, и причины его возникновения остаются пока загадкой. Сила, раздробившая скальный известняк и насыпавшая конус, вероятно была приложена близко от поверхности, действовала кратковременно (иначе не была бы уничтожена растительность), в вертикальном направлении (на это указывает правильность формы конуса), и была для данного района случайной. Геологическая структура — спокойно падающее на ЗЮЗ крыло древней синклинали, сложенное на несколько километров в глубину метаморфическими породами, отсутствие в районе каких-либо проявлений вулканизма и крупных разломов — совершенно не благоприятна для возникновения подобного образования.

В известняках, из обломков которых сложен конус, никаких поверхностных карстовых явлений не наблюдается, да и сама выпуклая насыпанная форма для карста, как известно, не характерна. Объяснение образования конуса как результат выпучивания гигантского гидролакколита также маловероятно, так как в окружающем районе гидролакколиты не развиты даже на плоских поверхностях долин и седловин, несущих рыхлые наносы большой мощности. К тому же на склоне ниже конуса нет следов наледи и потоков воды.

Приписать происхождение конуса деятельности человека очевидно также нельзя. Место это находится в безлюдной тайге далеко от селений и троп, не представляет практического интереса и за исключением нескольких охотников никому из местных жителей не известно. Нам кажется, что наиболее вероятной причиной возникновения этого конуса могло послужить падение крупного метеорита, углубившегося при ударе в скалу и там взорвавшегося. Но наличие центральной горки говорит о большой сложности процессов этого взрыва.

*В. В. Колпаков.*

*

Открытый В. В. Колпаковым в северо-восточной части Патомского нагорья кратер является совершенно исключительным по своей форме и геологическому положению и заслуживает детального изучения. Но вряд ли подобный конус мог образоваться при падении метеорита, как это предполагает автор. Как при простом ударе метеорита, так и при взрыве его после углубления в коренные породы получаются широкие плоские впадины, заполненные обломками и делювием, окружённые кольцевым валом обломков [2].

В Джебульдинском кратере мы не видим широкой центральной впадины в коренных породах, а лишь высокий и крутой усечённый конус обломков и центральную, сравнительно узкую воронку (диаметр не более четверти диаметра конуса), заполненную обломками

Как видно из одновременно печатающейся в этом номере (стр. 48) заметки о новом метеоритном кратере в Австралии, отношение диаметра к глубине кратера у всех известных крупных метеоритных кратеров большей частью от 10 до 30 и в редких случаях — от 6 до 10. Если предположить, что центральная воронка Джебульдинского кратера первоначально доходила до поверхности земли и имела глубину в средней части около 40—50 м (среднее между высотой верхнего края кратера над почвой в верхней и нижней части склона), то это отношение у него будет равно приблизительно 3.

Такая форма конуса ближе всего напоминает шлаковые конусы вулканов. Так, например, изученные мною четвертичные вулканы в В. Саяне имеют: вулкан Кропоткина высоту 90 м и диаметр 220 м, вулкан Перетолчина —110 и 200 м; отношение диаметра к высоте соответственно 2.4 и 1.8.

Если метеорит, как это предполагает В. В. Колпаков, углубился при ударе в известняки и там взорвался, то взрыв этот, как и во всех подобных случаях, вызвал бы раздробление коренных пород вверх по плоскому конусу, с широким разбрасыванием обломков. Для того чтобы создать насыпной конус типа джебульдинского, взрыв должен был прорвать узкую цилиндрическую трубку и обломки должны были лететь почти прямо вверх, как при вулканических извержениях.

Как показывают подсчёты, глубина подобной трубки должна быть весьма значительной. Объём усечённого конуса, судя по цифрам и рисунку В. В. Колпакова, равен приблизительно 236 000 м³. Предположим, что обломки лежат неплотно, с пористостью (пустыми промежутками) до 40% (как это принимают для осыпей), и что цилиндрическая трубка имела диаметр, равный центральной горке, т. е. 36 м. Известняки, выброшенные на поверхность, в таком случае должны были занимать ранее объём, равный цилиндру глубиной в 139 м.

Но так как в настоящее время цилиндрическая трубка под кратером несомненно заполнена также обломками, то надо предполагать ещё бо́льшую глубину трубки взрыва. Если пористость в подземной части трубки считать равной 25%, то вся раздробленная взрывом масса, как находящаяся на поверхности, так и внутри, может уместиться обратно только если мы примем глубину трубки в 556 м. Но трубка взрыва должна быть гораздо глубже, так как пористость брекчии взрыва с глубиной несомненно уменьшается. Кроме того, диаметр трубки вероятно несколько меньше диаметра центральной горки (которая, вследствие стремления обломков образовать угол естественного откоса, при выдавливании несколько расширилась).

Все эти соображения приводят к заключению, что Джебульдинский кратер мог образоваться только в результате прорыва со значительной глубины газов или паров, которые, как это обычно бывает, пробили цилиндрическую трубку в участке, ослабленном тектоническими разломами. Как ни трудно увязать это предположение с геологическим строением Бодайбинского района, но другие гипотезы в данном случае неприменимы. Против метеоритной гипотезы говорит и отсутствие обломков метеорита; преобладание обломков известняков указывает на то, что главная масса материала выброшена из верхнего отрезка трубки взрыва.

Что касается центральной горки, то она получилась вследствие позднейшего выдавливания обломков из трубки взрыва, которое могло быть вызвано или новым небольшим давлением газов, или какими-либо другими процессами. Это могло быть, например, увеличение объёма глинистой массы, заполняющей промежутки между обломками известняка, при пропитывании её грунтовыми водами, спускавшимися по трубке взрыва, и т. п.

Джебульдинский кратер расположен в области развития метаморфических пород докембрия и нижнего палеозоя, в значительном удалении от тех площадей, где известны проявления вулканизма четвертичного периода. По прямому направлению от него до ближайших позднечетвертичных вулканов в верховьях р. Витима около 600—650 км. Но если мы обратим внимание на расположение четвертичных вулканов Прибайкалья относительно тектонических структур, мы можем сделать вывод, что и Джебульдинский кратер находится в довольно благоприятной тектонической зоне.

Огромная площадь третичных излияний базальтов охватывает всю восточную Монголию, Забайкалье, восточные части Тувы и Восточного Саяна. В четвертичное время излияния базальтов повторились в отдельных районах этой площади, но с меньшей силой. Хотя вся эта область лежит внутри платформы кайнозойского времени, но северная граница третичных и четвертичных базальтов довольно ясно связана со значительно более древней структурой: с северной границей каледонской (нижнепалеозойской) складчатой зоны. Особенно резко это проявляется в расположении северо-западных центров излияния базальтов в бассейне Оки, Иркута и Джиды, которые сосредоточены в наиболее раздробленном участке складчатой зоны, и не пере-

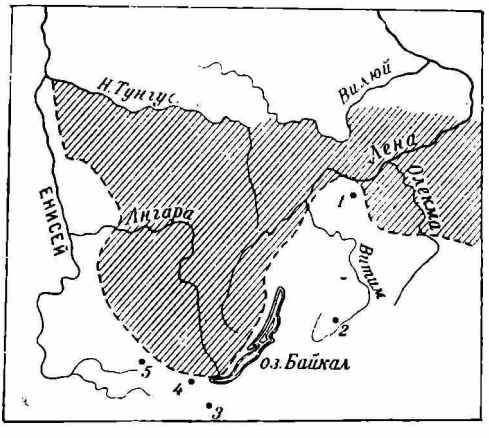


Рис. 4. Схема расположения вулканов Восточной Сибири. *1* — Джебульдинский кратер, *2* — вулканы верховьев Витима, *3* — вулканы бассейна Джиды, *4* — остатки вулканов Тунки в долине Иркута, *5* — вулканы бассейна Оки. Штриховкой показана каледонская платформа, пунктиром — её граница с каледонской складчатой зоной.

ходят в пределы сибирской каледонской платформы (фиг. 4).

Вдоль Байкала, на северо-восток от большой геосинклинальной Каледонской области, отходит тупая ветвь, которая, постепенно суживаясь, повидимому, заканчивается в Патомском нагорье. В широком южном раструбе этой ветви близ границы с главной геосинклинальной областью довольно много площадей излияний кайнозойских базальтов, и именно здесь находятся четвертичные вулканы верховьев Витима. А в тупом северном конце ветви расположен Джебульдинский кратер. Таким образом, он в тектоническом отношении связан также с древней геосинклиналью, но находится в значительном удалении от главной геосинклинальной области. Если в последней четвертичный вулканизм проявился в виде обильных трещинных излияний базальтов, закончившихся прорывом газов по трубкам взрыва и образованием маленьких шлаковых конусов, то в менее активном северном тупике складчатой зоны изверження вполне могли проявиться только в виде прорыва газов.

Вулканы В. Саяна и Хамар-дабана в геологическом смысле очень молоды. Они все послеледниковые, т. е. их извержения произошли не раньше чем 10—15 тыс. лет тому назад. Свежесть некоторых вулканических аппаратов указывает даже на гораздо более молодую эпоху излияний.

Напомним, что несколько лет назад на северо-востоке СССР, в верховьях р. Момы (хребет Черского) был открыт позднечетвертичный маленький вулкан [1]. Вулкан этот также расположен в 600—650 км от ближайших площадей молодых базальтов и в 1000 км от потухших вулканов северной части Камчатки. Хотя северо-восток представляет более молодую складчатую область (в пределах современного материка складчатые движения закончились в первой половине мелового периода), но по отношению к кайнозойской складчатой зоне хребет Черского лежит внутри кайнозойской платформы, так же как и перечисленные выше вулканы.

Таким образом, несмотря на то, что Джебульдинский кратер расположен в глубине материка Азии, тектоническая обстановка не исключает возможности слабых проявлений вулканизма в этом районе. Во всяком случае, каково бы ни было происхождение этого кратера, он требует самого внимательного изучения. Было бы желательно заложить глубокую скважину на оси конуса, чтобы выяснить, как далеко уходит трубка взрыва и какими породами она заполнена.

Литература

[1] А. П. Васьковский. Четвертичный вулкан Балаган-тас в верховьях р. Момы. Тр. Лаб. вулканологии и Камчатской вулк. станции, вып. 6, стр. 3—9, 1948. — [2] L. J. Spencer. Meteorite craters as topographical features of the earth's surface. Geogr. Journ., № 3, 227—248, 1933.

Проф. *С. В. Обручев.*

## *МИНЕРАЛОГИЯ*

### НОВЫЙ МИНЕРАЛ — МАГНИЙМОНТМОРИЛЛОНИТ

В Советском Союзе ведутся обширные исследования глинистых пород с применением новых методов изучения (рентгеновского и термического анализов и др.) дисперсных минералов. Эти работы раскрывают сложный мир коллоидных минералов глин и часто приводят к открытию новых минералов. В первой книжке трудов недавно основанного Казанского филиала Академии Наук СССР в серии геологических наук опубликованы результаты обстоятельного изучения плиоценовых глин Татарской Республики, проведённого Н. В. Кирсановым в течение ряда лет.[1] Автор применил к определению минералогического состава минералов глинистого вещества глин термический, рентгенографический, микроскопический, химический, спектральный и другие анализы. С помощью комплекса методов Н. В. Кирсанову удалось обнаружить во флориди новых глинах новый минерал, который относится к группе монтмориллонита. От обыкновенного монтомориллонита, который имеет формулу $n(Ca, Mg)O \cdot Al_2O_3 \cdot 4—5\ SiO_2 \cdot xH_2O$, где $n < 1$, новый минерал отличается главной ролью в нём магния, а не кальция, и его состав изображается другой формулой: $0.3MgO \cdot Al_2O_3 \cdot 5\ SiO_2 \cdot 2.5\ H_2O$.

Н. В. Кирсанов назвал новый минерал магнезиальным монтмориллонитом, но, в соответствии с правилами Д. П. Григорьева, его следовало бы просто обозначить как магниймонтмориллонит.[2]

Магниймонтмориллонит даёт характерную для монтмориллонита рентгенограмму. На термической диффренциальной кривой имеются монтмориллонитовые эндотермические остановки при 120—150° и 750—770°. Под микроскопом видны чешуйки жёлто-бурой окраски, слабо действующей на поляризованный свет и нередко показывающей волнистое угасание. Интерференционная окраска колеблется от жёлтого и оранжевого цвета первого порядка до зелёного цвета второго порядка. Сила двойного лучепреломления варьирует от 0.020 до 0.040, но обычно равна 0.025—0.030. Оптический знак отрицательный. $N_g$ несколько больше преломления канадского бальзама, $N_p$ равен ему.

Магниймонтмориллонит обнаружен на территории Закамской части Татарской республики в домашкинских отложениях плиоцена. Плиоценовые отложения залегают трансгрессивно на размытой поверхности пермских пород. Мощность их свыше 50 м. Эти отложения приурочены к долинам древних рек и к зонам

[1] Н. В. Кирсанов. Плиоценовые глины Татарской АССР. Тр. Каз. фил. АН СССР, сер. геолог. наук, вып. 1, 1948.

[2] Напомним, что недавно был открыт другой новый член группы монтмориллонита — купромонтмориллонит, содержащий в качестве главного основания окись меди (Природа, 1950, № 10, стр. 48).