

D. J. YOFFE

Summary

On the basement of field investigation it is established that the II terrace is not homogeneous. Southern part of it is constructed with fluvial sediments and the surface of the terrace had rather distinctive longitudinal slope. From the other hand in the northern part of it fluvial deposits are covered with layer of sediments, whose origin is connected with postglacial sea ingression. The surface of the terrace in this part is horizontal. The data on age of deposits formed the terrace are adduced. Geomorphological features of the terrace are described briefly. Some suppositions about the genesis of ridgeshaped forms of relief are proposed.

УДК 551.432.2 : 550.349.4 (479)

Н. И. КОЧЕТОВ

**ОБ ОСТАТОЧНЫХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ДЕФОРМАЦИЯХ,
ВЫЗВАННЫХ СОЧИНСКИМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕМ
4 ДЕКАБРЯ 1970 г.**

Черноморское побережье Западного Кавказа характеризуется высокой сейсмической активностью (Ананьин, 1966; Растворова и Рустанович, 1960, и др.) и дробной дифференцированностью современных вертикальных движений.

Наибольшей повторяемостью сильных землетрясений отличаются Сочинский и Анапский районы. По размещению эпицентров землетрясений Е. Е. Милановским (1968) здесь выделен ряд сейсмических зон различных направлений. Три продольные субширотные зоны наискось секут основные тектонические структуры и подходят к берегу моря у Головинки, Мамайки и Хосты. Поперечная субмеридиональная зона связывается с Пшехско-Адлерской зоной глубинных разломов (Хаин и Ломизе, 1961; Ананьин, 1966); к ней приурочены Краснополянское и Адлерское сгущения эпицентров, а также очаги в пределах Черноморской впадины. И, наконец, землетрясения районов Сочи, Туапсе и Анапы фиксируют сейсмическую зону третьего — северо-западного направления.

Имеются данные, что на Западном Кавказе проявлялись разрушительные землетрясения силой не менее 8 баллов (Ананьин, 1966; Островский, 1970 и др.), с которыми связаны некоторые крупные древние оползни (указания в 1959 г. З. А. Макеева). А. Б. Островский (1970) в пределах Утришской и Туапсинской плейстосейстовых зон выделяет крупные древние сеймоstructures, развитие которых сопровождалось грандиозными гравитационными явлениями, о которых в современном рельефе свидетельствуют тектонические отторженцы — блоки коренных пород, оползни-обвалы и обвалы. Последствия землетрясений современной эпохи запечатлены в рельефе менее отчетливо (Растворова, 1961).

В настоящей статье рассматриваются гравитационные деформации, возникшие в результате землетрясений в декабре 1970 г. По данным сейсмической станции «Сочи», с 4 по 12 декабря было зарегистрировано 67 подземных толчков, причем 45 из них приходится на первый день. Сила одного из толчков 4 декабря достигала 6 баллов; 4-балльное землетрясение отмечено 6 декабря. Эпицентр всех землетрясений находился в прибрежной части моря на глубине около 10 км и на расстоянии 24 км от сейсмической станции (против пос. Лоо). Подземные толчки не при-

чинили существенных разрушений, однако оставили свои следы в виде вторичных гравитационных деформаций.

В масштабе геологического времени роль сейсмических явлений в формировании структуры внешних частей земной коры в оползневых районах весьма велика. В случае активного проявления гравитационных сил сейсмические сотрясения играют роль «спускового крючка». Главной причиной оползневых подвижек в этих условиях С. В. Медведев и Н. В. Шебалин (1967) считают возникновение собственных колебаний в массиве оползня. Ослабление сил сцепления проявляется даже при слабых землетрясениях. Накопление таких воздействий при одновременном воздействии других неблагоприятных факторов, в особенности грунтовых вод, ведет к потере устойчивости оползневого массива. При сильных землетрясениях ускорения колебаний развивают в теле оползня инерционные силы, вызывающие оползневые подвижки под действием сил гравитации.

С серией подземных толчков в декабре 1970 г. было связано формирование двух крупных оползней в районе Сочи. Один из них приурочен к правому склону долины ручья на восточной окраине пос. Лоо. В геологическом строении склона здесь участвуют черные бескарбонатные аргиллиты с редкими прослоями песчаника, относящиеся к пластунской свите палеоцена, а также рыхлые четвертичные образования — элювиальные, делювиальные и оползневые.

Рельеф водосборного бассейна ручья, как и морского склона в целом, характеризуется мягкими формами, что определяется литологическим составом пород; своим происхождением он обязан активной деятельности флювиальных и оползневых процессов, переработавших исходную древнеабразионную поверхность. Длина правого склона ручья возрастает вниз по течению от 100 до 250 м, крутизна изменяется от 5—8° в приводораздельной и средней частях до 20° в нижней. Глубина эрозионного вреза ручья относительно правого склона составляет 25—40 м.

Выше современного оползня в рельефе четко прослеживаются также и древние оползневые формы, свидетельствующие о проявлении здесь блоковых смещений крупного масштаба.

Оползневое смещение охватило рыхлые четвертичные образования — делювиальные и древнеоползневые суглинки и глины с редкими обломками песчаника. В результате подземного толчка в приводораздельной части склона образовалась подковообразная трещина длиной около 100 м, по которой затем произошло смещение блока пород, захватившее части грунтовой дороги и прилегающей чайной плантации (рис. 1). Высота ступени срыва в центральной части достигает 6—8 м, а амплитуда смещения составляет 15—16 м. Выше этой стенки отрыва по склону прослеживается целый ряд ступеней высотой от 0,2 до 1,0 м, разделенных трещинами растяжения шириной до 0,2—0,3 м.

Наряду с вертикальным смещением четко прослеживается перемещение оползневых масс в плане. В головной части оползня, судя по нахождению гальки, использовавшейся для подсыпки полотна дороги, а ныне оказавшейся на поверхности оползневого тела, оно оценивается величиной 15—17 м, что отвечает средней скорости смещения 0,13 м/сут.

Развитие оползня происходило постепенно: сначала образовалась трещина, затем начались подвижки отдельных блоков, и лишь накопление инерционных сил привело к общему смещению оползневых масс. Это позволяет считать, что сейсмические толчки различной силы сначала сыграли роль «спускового крючка», а затем способствовали ослаблению сил сцепления.

В настоящее время оползень имеет в плане характерную грушевидную форму: ширина его в верхней части достигает 150—160 м, ниже по склону она сокращается до 65—70 м, а оползень получает форму потока, вытянутого на расстоянии 600—620 м. На всем протяжении правый



Рис. 1. Головная часть оползня со стенкой отрыва (район пос. Ллоо)

борт оползня выражен достаточно четко: вверху по нему прослеживается уступ высотой до 1,5—2,0 м, в средней части ему отвечает боковой вал выпирания, имеющий высоту до 3,0 м и рассеченный продольными трещинами. Левый борт оползня подступает к тальвегу ручья и морфологически выражен слабо.

Оползневый массив располагается на отметках от 30 до 115 м над уровнем Черного моря и включает 8 крупных ступеней с высотами уступов 3—4 м. Как правило, перед уступами оползневое тело интенсивно разбито как продольными, так и поперечными трещинами. Более ярко выражены первые, достигающие при глубине 0,8—1,0 м ширины 0,5—0,7 м. Наряду с трещинами растяжения отмечаются и многочисленные трещины усыхания. На площадках ступеней непосредственно перед валами выпирания, а также в основании уступов располагаются небольшие заболоченные западины. По фронту языка оползня прослеживаются выходы подземных вод.

Изложенное выше позволило отнести рассматриваемый оползень по характеру смещения и структуре к оползням течения (оползень-поток), а по генезису — к сейсмогенным оползням.

На поверхности оползневого массива началось формирование вторичных оползней-потоков. Один из них, наиболее характерный, располагается в восточной части массива и характеризуется четко выраженными бортами и продольными бороздами скольжения грунта. При ширине 20—25 м оползень вытянут в длину на 80 м.

Оползень сильно деформировал поверхность склона и разрушил около 6 га чайной плантации. В настоящее время склон находится в крайне неустойчивом состоянии, что усугубляется высокой степенью раздробленности пород в массиве, способствующей поглощению и аккумуляции атмосферных вод. Не исключено, что при благоприятных условиях (повторные сейсмические толчки, переувлажнение оползневых масс и пр.) подвижки оползня могут активизироваться и он будет регрессивно расти.

Другой крупный оползень сформировался во время землетрясения в верховьях р. Малая Херота в районе Адлера. Он приурочен к пра-



Рис. 2. Деформированная оползнем водоотводная канава в верховьях р. Малая Херота

вому склону долины и развивался в пределах древнего оползневого цирка, выработанного в отложениях сочинской свиты олигоцена (чередование темно-серых аргиллитов с прослоями песчаника). Коренные породы падают здесь в сторону моря, и уклоны поверхности в общем отвечают структурному плану.

Древние оползневые смещения представляли здесь, по-видимому, соскальзывание блоков коренных пород и продуктов их разрушения по плоскостям напластования, что вызывалось эрозийным подмывом основания склона и другими факторами, в том числе и сейсмическими толчками.

Рассматриваемый древний цирк характеризуется четко выраженными стенкой отрыва и правым бортом с относительными отметками этих морфологических элементов от 10 до 25 м. Левый борт срезан другим древним оползнем с базисом оползания его блока к тальвегу реки. Днище цирка сравнительно полого снижается к месту слияния Малой Хероты с ее правой составляющей. Крутизна его составляет в среднем $10-12^\circ$, увеличиваясь в верхней и нижней частях до $20-30^\circ$ и уменьшаясь в средней части до $5-7^\circ$. Ширина цирка изменяется от 100 до 230 м, длина — около 700 м.

В результате землетрясения в днище цирка, в пределах молодого фруктового сада, образовался ряд трещин, две из которых имели подковообразную форму, располагались на расстоянии 7—10 м друг от друга и протягивались в длину на 35—40 м. По ним оказались нарушенными коренные породы с отседанием сорванных блоков до 5—7 м. Возникший ров отседания фиксирует лишь плановое смещение оползня, тогда как сдвига в вертикальном направлении не прослеживается. Глубина рва не превышала 3,5—4 м. По-видимому, оползень имел небольшую мощность (не более 6—7 м) со смещением по плоскости напластования.

В 25 м ниже по склону и на расстоянии 10—12 м от описанного рва отседания прослеживается вал выпирания высотой до 1,2—1,6 м, фиксирующий, по-видимому, границу смещенного блока и рыхлых четвертичных образований.

На расстоянии 40—45 м от стенки отрыва на протяжении 40 м оползнем деформирована магистральная водоотводная канава из железобетонных плит (рис. 2), заложенная поперек склона. Величина ее искривления соизмерима с шириной рва отседания, а плановые очертания деформации повторяют его контуры. Это позволяет считать, что максимум смещения в плане приходится на центральную часть оползня.

Сейсмогенная подвижка приурочена к интервалу высот от 210 до 130 м над уровнем Черного моря и четко прослеживается вниз по склону на расстоянии до 250—260 м. На протяжении 65—70 м ею деформирована щебеночная дорога в 200 м ниже по склону. Оползень-поток здесь затухает: величина смещения не превышает 3—4 м. В целом контуры оползневого тела в средней и нижней частях склона прослеживаются весьма плохо, что связано с малой (5—7°) крутизной поверхности.

Таким образом, описываемый оползень в головной части носит блоковый характер, а в нижней части переходит в оползень течения, приуроченный к тальвегу засыпанной балочки, и в прибортовых частях характеризуется малой мощностью (до 4—5 м).

В связи с деформацией водоотводной канавы поверхностные воды в настоящее время локализуются в центральной части оползневого массива, что ведет к активному размыву и переувлажнению оползневых масс. При определенных условиях это может привести к активизации подвижек.

В заключение следует еще раз подчеркнуть, что описанные оползни, несмотря на некоторые морфологические и литолого-структурные различия, характеризуются важной общей чертой — сейсмогенным происхождением и являются яркими примерами остаточных деформаций при землетрясениях.

ЛИТЕРАТУРА

- Ананьин И. В. Сейсмичность Западного Кавказа, восточной части Черного моря и связь ее с внутренним строением земной коры. В сб. «Строение Черноморской впадины». М., «Наука», 1966.
- Медведев С. В., Шебалин Н. В. С землетрясением можно спорить. М., «Наука», 1967.
- Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа, М., «Недра», 1968.
- Островский А. Б. О палеосейсмических дислокациях и возможности геологического прогноза сейсмичности Черноморского побережья Северо-Западного Кавказа. В сб. «Геологическое строение и тектоника Черноморской впадины», № 2, М., «Наука», 1970.
- Растворова В. А. Роль разрывной тектоники в формировании рельефа Краснополянского района Большого Кавказа «Бюл. МОИП. Отд. геол.», т. 36, вып. 3, 1961.
- Растворова В. А., Рустанович Д. Н. Сейсмичность и новейшая тектоника зоны Краснополянских землетрясений. «Бюл. Совета по сейсмологии», № 8, 1960.
- Хаин В. Е., Ломизе М. Г. Поперечные конседиментационные разломы на границе Центрального и Западного Кавказа и распределение фаций мезозоя и кайнозоя. «Изв. АН СССР. Сер. геол.», № 4, 1961.

ПНИИИС Госстроя СССР

Поступила в редакцию
20.VIII.1971

ON RESIDUAL GRAVITATIONAL DEFORMATIONS — AFTER-EFFECTS OF SOCHY EARTHQUAKE ON DECEMBER 4, 1970

М. И. КОСНЕТОВ

Summary

Seismic conditions on the Black Sea coast of Western Caucasus are briefly discussed and the Sochy earthquake (force 6) after-effects are described (residual gravitational deformations). Morphology of two large landslides has been analysed within the limits of ancient landslide cirques near Loo and Adler villages. Seismic genesis of the deformations is concluded.