

Кулябское землетрясение 21 мая 1969 г.

Кулябское землетрясение произошло 21 мая 1969 г. в 06 ч. 40 м. (по тринвичскому времени). Инструментальный эпицентр землетрясения располагался в 18 км, а макросейсмический — в 10 км к северу от г. Куляб. Интенсивность землетрясения оценивалась нами по шкалам ГОСТ 6249-52 и MSK-64 и составила в эпицентральной зоне 6—7 баллов.

Инструментально определенные параметры землетрясения следующие: время возникновения — 06 ч. 40 м. 16 с.; координаты эпицентра: $\varphi = 38^{\circ}05'$ с.ш., $\lambda = 69^{\circ}45'$ в.д.; класс б; $H = 10$ км; $M = 4$; $K = 12$.

Территория, захваченная землетрясением, расположена в пределах Яхсуйской депрессии, выполненной мезокайнозойскими породами мощностью 10—12 км [1]. Основную толщу отложенной депрессии составляет неогеновая, молассовая формация мощностью 7,5 км [2]. Описываемый район плохо обнажен и характеризуется «адырным» рельефом с широким развятием лёссовых пород. Неогеновые молассы Яхсуйской депрессии в период альпийского орогена были дислоцированы в ряд складок почти меридионального простирания. В расматриваемом районе с юга на север по азимуту 10—12° проходит Кулябская антиклиналь. На севере, в районе Ховаллига, шарнир этой структуры погружается. Замкнутая часть и западное крыло антиклинали частично размыты р. Яхсу. Ядро Кулябской антиклинали представлено отложениями неогена с крутым, до 78—80°, восточным падением слоев. Западное крыло более пологое, на нем находятся диapiroвые купола Ходжасартис и Хеджамумин. Не исключено, что их образование связано с существованием здесь предпологаемого продольного разрыва, типичного для антиклинальных структур Таджикской депрессии. Альпийский орогенез не только усложнил складчатую структуру фундамента мезокайнозойских отложений, но и привел к расколам на глыбы. Под ядрами антиклинальных структур Яхсуйской депрессии можно ожидать горсты, особенно односторонние, определяющие флексурный или асимметричный характер складчатости в мезокайнозойском комплексе [2]. О современных движениях в районе землетрясения свидетельствуют деформации пойменных террас [3].

В Яхсуйской депрессии концентрация очагов неглубоких (40 км) землетрясений наблюдается в пределах Кулябской антиклинали и соляных диapiroв. Очаги более глубоких землетрясений расположены в восточной части депрессии, где по глубинному Каракульскому разлому проходит граница депрессии с Гиндукушем. За последние 70 лет на описываемой территории разрушительных землетрясений не происходило. Однако 6—7-балльные землетрясения здесь относительно часты. Обследование последельней землетрясения 21 мая 1969 г. проводилось в мае того же года заведующим сейсмической станцией Куляб, автором настоящей статьи.

В результате обследования выявилось, что к северу от г. Куляб, в сел. Зираки, Дагана, Оллаут, Ходжа-Исок и других, повреждены отдельные

1 Соляной купол Ходжамумин (см. рис. 2) по запасам соли занимает первое место в мире.



Рис. 4. Дагана. Обрушение лёссовых пород левого борта сая Дагана

строения (тип А), а в районе сел. Дагана, кроме того, значительно разрушен грунт левого берега одноименной речки.

Кирпичная Зираки (6—7 баллов, $\Delta = 3$ км) расположен на второй надпойменной террасе левого берега р. Яхсу. С поверхности гли терраса сложена лёссом 2—3-метровой мощности, под которыми залегают плотные аллювиальные галечники. Грунтовые воды до глубины 40 м не обнаружены. В новом двухэтажном здании столовой (тип Б), сложенном из жженого кирпича на ленточном бутобетонном основании, образовались незначительные трещины по сопряжениям и над оконными проемами с северной стороны здания. Обрушился верх печной трубы, сложенной из жженого кирпича на цементном растворе. Отмечено падение предельной по азимуту 10°. В здании из сырцового кирпича (тип А) стена, ориентированная С-Ю, дала сквозную трещину от потолка до пола шириной 1—3 см. С потолка большими кусками обвалилась штукатурка (повреждения 2—3-й степени). Глинобитные строения (тип А) типа «покса»: новые — не получили повреждений, старые — получили повреждения 1—2-й степени: незначительные трещины образовались в стенах, под балками перекрытий, над оконными проемами и дверными проемами. Все опрошенные (50—60 человек) утверждают, что ощутили два толчка с интервалом в 1—2 сек., и указывают на два направления прихода перелых колебаний: вертикальные и по азимутам 40°, 10°, 0° и 200°.

Кирпичная Дагана (6—7 баллов, $\Delta = 3,5$ км). Расположение и грунтовые условия здесь такие же, как и для кишлака Зираки, но грунтовые воды залегают на меньшей глубине — 1,5—2 м. Здание кишлачного магазина из жженого кирпича (тип Б) перекрыто железобетонными плитами, кровля шиферная. Южная стена по сопряжению получила сквозные трещины. Разошлись пилы у плит перекрытия (повреждения 1-й степени). Пачки книг высотой 1,5 м, лежащие на полу, упали к западу (270°). Книжки, стоявшие на ребре на верхних полках (полки

1 «Поса» — одноэтажные глинобитные жилища дома. Стены домов возводятся из лёссового суглинка непосредственно на грунте. Крыши домов обычно плоские земляные. Подробнее смотри в работе И. Е. Губина [4]. В настоящее время для кровли применяется шифер.

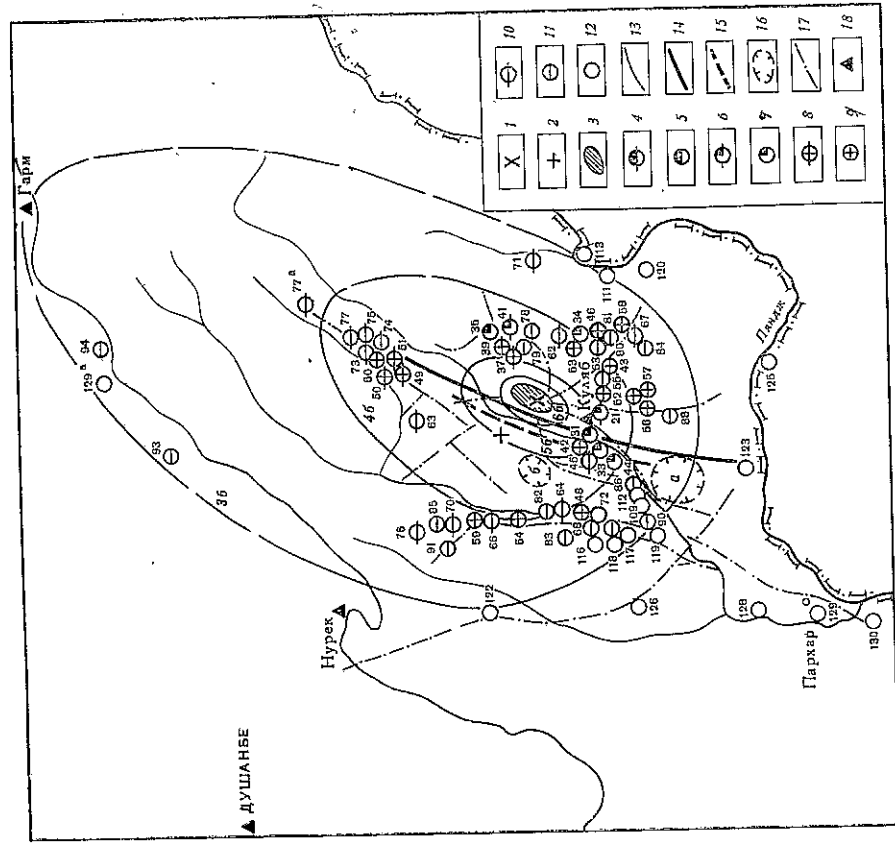


Рис. 2. Карта изосейст Кулябского землетрясения 21 мая 1969 г. (составил А. А. Коньков)

1 — эпицентр по макросейсмическим данным; 2 — эпицентр по инструментальным данным; 3 — площадь, на которой ощущались сотрясения в 6—7 баллов; 4 — 6—7 баллов; 5 — 6 баллов; 6 — 5—6 баллов; 7 — 5 баллов; 8 — 4—5 баллов; 9 — 4 балла; 10 — 3—4 балла; 11 — 3 балла; 12 — не ощущалось; 13 — изосейста, баллы; 14 — Кулябская антиклиналь; 15 — предполагаемый разрыв; 16 — соляные купола; а — Хойджамумин; б — Хоржасартис; в — маршруты обследования; 18 — сейсмические станции

ориентированы СЗ-ЮВ), попадали к западу, а с полов, расположенных перпендикулярно первым, упали к югу (180°). В магазине (тип Б) предметы упали по азимуту 270°. В домах типа «пюкса» замечены трещины в кладке над оконными и дверными проемами, в оплуткагуренных стенах наблюдалось выпадение кусков штукатурки. В 1 км восточнее Дагана в крутых склонах левого борта оплошечной речки произошло обрушение лёссовидных пород на площади 200 м². Крутизна склона составляет здесь 70—80° (рис. 4).

К и ш л а к О л т а у л (6—7 баллов, Δ = 3 км). Расположение и грунтовые условия аналогичны условиям кишлака Дагана. Дом построенный 1968 г. из сырцового кирпича (тип А), фундамент бутобетонный, ленточный. От землетрясения в стенах под балками перекрытия и в сопряжениях по углам дома образовались трещины. Предметы упали по азимуту 225°.

К и ш л а к 5 (6 баллов, Δ = 2 км). Расположен в пойме р. Яхсу, грунтовые условия те же. Новый дом типа «пюкса» на ленточном бутобетонном фундаменте с террасой. Крыша шиферная. Дом обращен

фасадом к Ю-З. Терраса-ниша занимает одну треть середины дома. От толчка крайняя к юго-востоку стойка-подпорка террасы упала к С-З. Предметы упали по азимуту 330°. Во дворе у хозяйственной постройки типа «пюкса» обвалился угол по азимуту 50—60° (повреждения 4-й степени). Приход колебаний, по заявлению опрошенных жителей (15 человек), зафиксирован по азимутам 50—60°, 220°.

В таблице приводится список населенных пунктов с указанием силы землетрясения в баллах и расстояния до макросейсмического эпицентра (рис. 2).

Координаты очага. Глубина очага определялась из известного уравнения макросейсмического поля $I_0 = bM - v \lg h + c$ [5]. Численные значения коэффициентов этого уравнения ($b = 1,44$, $v = 3,3$, $c = 3,4$) для Яхсуйской депрессии были получены нами ранее в процессе обработки ряда землетрясений. Среднее значение коэффициента затухания для Кулябского землетрясения оказалось таким же, как и для землетрясений Яхсуйской депрессии ($v = 3,3$). Глубина очага оказалась равной 6 км. Оценка по усредненному соотношению между магнитудой и балльностью [6] при $I_0 = 6,5$, $M = 4$ дала ту же величину — 6 км.

Определение глубины очага по формуле С. В. Медведева [7] с использованием площади изосейст при коэффициенте $\rho = 5$ дает цифру 8,5 км. Подставив вместо коэффициента $\rho = 5$ в формуле С. В. Медведева рекомендуемое Н. В. Шибалиным значение, соответствующее коэффициенту затухания для данного района ($v = 3,3$), а именно $\rho = 3,3$, мы получили глубину очага 6 км.

Для определения положения эпицентра по макросейсмическим данным мы первоначально, с помощью азимутального метода, оконтурили эпицентральную зону, а затем определили координаты эпицентра. За координаты макросейсмического эпицентра принят центр тяжести 6-балльной изосейсты: $\varphi = 38^{\circ}02'$, $\lambda = 69^{\circ}51'$. Допустимая ошибка в определении координат составляет не более 3—5 км (рис. 3). Таким образом, макросейсмический эпицентр отстоит от инструментального на расстоянии 10 км.

Несовпадение эпицентров свидетельствует о том, что, во-первых, возможно, допущена ошибка в определении инструментального эпицентра, во-вторых, — очаг землетрясения не точечный, а протяженный. Принимая за инструментальный эпицентр проекцию точки начала вспарывания разрыва [8, 9], можно предположить, что в нашем случае вспарывание шло как в вертикальном (наклонном), так и в горизонтальном направлении. Если вспарывание происходило от нижней границы очага (10 км) к верхней (6 км), то становится ясной причина несоответствия инструментального и макросейсмического эпицентров.

Применив к данному примеру очевидную формулу для определения

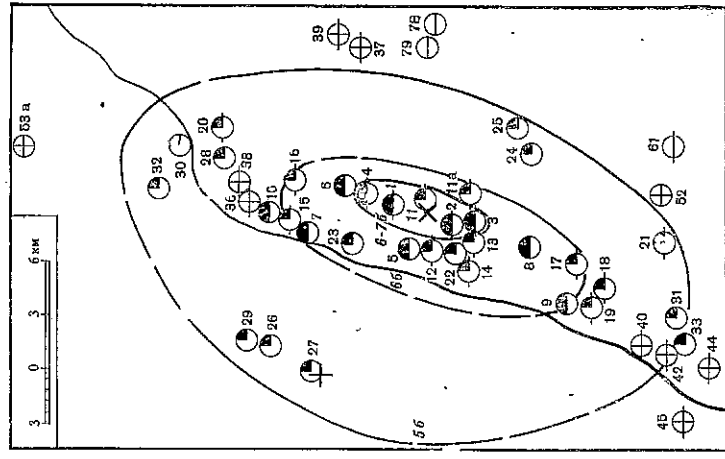


Рис. 3. Эпицентральная зона Кулябского землетрясения 21 мая 1969 г.

Условные обозначения см. на рис. 2

Макросейсмические данные о землетрясении 21 мая 1969 г.

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
6-7 баллов								
1	Олгаул	3	44	Лагман	17	87	Уч. пм. Дээржитско	31
2	Ходжа-Исок	2	45	Садвинсовхоз	19	88	Сарк-Чашма	31
3	Зираки	3	46	Дагистон	20	89	Мазаар-Тена	32
4	Дагана	3,5	47	Кадучи	25	90	Отчанор	35
6 баллов								
5	Кшилак 5	2,5	48	Гурдара	26	91	Халкабад	36
6	Дагана(сев.2км)	5,5	49	Кульдара	27	92	Гулстан	42
7	Колот	5,8	50	Хульбек	29	93	Обгарм	78
8	Автолук	6	51	Баймуш	29	94	Комсомолабад	85
9	Чоктемур	9,2	52	4 балла	13	95	Гарм	110
10	Анварабад	9,5	53	Тибалий	14		2-3 балла	
5-6 баллов								
11	Джаркала	3	54	Куль-Хайбек	23	96	Мамалип	25
12	Сарьёзг-миёна	3	55	Советский	23	97	Лахой	27
13	Новабад	3	56	Чагам-миёна	24	98	Пархоби	28
14	Лакаён	3	57	Чагам-лоён	25	99	Уч. Ильча	29
15	Файзабад	4	58	Наубулак	28	100	Пайток	31
16	Миропок	6,2	59	Шурабад	30	101	Файзабад	32
17	Сангар	7	60	Гулстан-боло	32	102	Душанбе	110
18	Шархон	8,5	61	Дараб	32		Неопущалось	
19	Джангал-Боши	10	62	Тутто	44	103	Новабад, к-з им. Томина	26
20	Сарбанд	12	63	Лангар-Калон	18	104	Зардоллобот	27
21	Богабиб	13	64	Шагмон	25	105	Арал	28
5 баллов								
22	Файзабад	2,6	65	Танапчи-лоён	25	106	Хульбек	28,8
23	Тохтага	4,2	66	Шобуха	26	107	Чор-Дора	29
24	Кульдамон	7	67	Гулстан-лоён	26	108	Чокурак	30,5
25	Тутто	7	68	Новабад (район Шурабада)	27	109	Вешарык	31
26	Район Гулсайя	10,5	69	Шур-Чашма	27	110	Ибраг	32
27	Шар-Шар	11	70	К-з «Коммунизм»	28	111	Хирмаджой	32
28	Ханабад (сев. 2 км)	11	71	Чильча	31	112	Восе (зап. 3 км)	33
29	Гулсай	11,8	72	Дастиджум	32	113	Шагон	33
30	Сангугур	13	73	К-з им. Ленина	33	114	Сользавод	33
31	Куляб	14	74	Ховалинг	36	115	Новабад (Восейский район)	33
32	Джин-Сай	15	75	Токак	36	116	Сельбур	34
33	Чорборг	15	76	Даншозль	36	117	Уч. пм. Крупской	34
34	Шахри-Барбар	16	77	Кангурт	37	118	Охджар	35
35	Муминабад	17	78	Ховалинг (сев. 3 км)	40	119	Курбан-Шегт	38
4-5 баллов								
36	Сары-Осёб	9	79	3 балла		120	Иол	41
37	Тулинав	10	80	Санг-Дара	10	121	Кызылсу	43
38	Ханабад	10	81	Чашма-Душон	10,2	122	Дангара	44
39	Богтал	11	82	Кафтар	19	123	Московский	46
40	К-з «Ленинабад»	11	83	Дараёб	23,5	124	Вагарак	46
41	Сары-Майдон	14	84	Танапчи-миёна	24	125	Бах	46
42	Куляб(зап.3км)	16	85	Таскала	26,1	126	Алмгай	50
43	Мумирак	17	86	Комсомолабад (район Шурабада)	27	127	Нурак	61
				Халкаёр	29	128	К-з им. Ленина (Пархарский район)	66
				Восе	31	129	К-з им. Ломанова	74
						130	Кызылсу	86
						131	Джиргатай	170

ЛИТЕРАТУРА

1. С. А. Зазаров. Вопросы складкообразования и некоторые аспекты дефлегазонности юго-западного Таджикистана.— Вопросы геологического строения и перспективы нефтегазности Таджикистана, вып. 1, Душанбе, 1965.
2. О. К. Чедиль. К характеристике альпийской структуры южного Дарваза.— Труды Ин-та геол. АН Тадж. ССР, 1957, вып. II.
3. О. К. Чедиль. Новейшие поперечные поднятия, их типы и практическое значение.— Материалы по геологии Памира, вып. II, Душанбе, 1964.
4. И. Е. Губкин. Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана, М., Изд-во АН СССР, 1960.
5. И. В. Шебалин. Балльность, магнитуда и глубина очага землетрясения.— В сб. «Землетрясения в СССР», М., Изд-во АН СССР, 1961.
6. Н. В. Шебалин. Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании.— В сб. «Сейсмическое районирование СССР», М., «Наука», 1968.
7. С. В. Медведев. Соотношение между глубиной очага землетрясения и площадью эпицентра.— Труды ИФЗ АН СССР, 1959, № 5 (172).
8. Н. В. Шебалин. Оценка размеров и положения очага Тапкентского землетрясения по макросейсмическим и инструментальным данным.— В кн. «Тапкентское землетрясение 26 апреля 1966 г.», Ташкент, 1971.
9. И. В. Аманжол. Ф. Т. Кулиев. Касумкентское землетрясение 20 апреля 1966 г.— В кн.: «Землетрясения в СССР в 1966 г.», М., «Наука», 1970.
10. А. А. Кочков. О балльности, глубине очага и заухании сотрясений при Тапкентском землетрясении 26 апреля 1966 г.— Докл. АН Тадж. ССР, т. X, № 9, Душанбе, 1967.
11. А. А. Кочков. Некоторые особенности заухания силы сотрясения.— В сб. «Глубинное строение и землетрясения Таджикистана», Душанбе, 1968.

нии угла падения плоскости разрыва $\text{tg } \nu = (h_n - h_{n'}) / E_{\text{рм}} E_{\text{рм}} \sin \beta$, напомним, что плоскость очага падает к СЗ под углом 22° . Если учесть допущенные ошибки в определенных эпицентра ($\pm 5 \text{ км}$), то угол падения будет колебаться в пределах $22-36^\circ$.

Длиная ось первой пзосейсты, как было показано ранее [10], наследует форму очага, проекция которого на данную поверхность указывает направление распространения плоскости предполагаемого разрыва и составляет 20° СВ .

Горизонтальная протяженность очага определяется из формулы Н. В. Шебалина: $l_x = d_{\text{пл}} - d_{\text{пл}} [8]$ и составляет для описываемого землетрясения 8 км .

Загущение балльности в различных направлениях от эпицентра. Изосейсты данного землетрясения (см. рис. 2) расположены асимметрично. В южном направлении все изосейсты сгущены. В этом направлении заухание сейсмической энергии ($\nu = 4,1 - 5,2$) больше, чем в северном и северо-восточном ($\nu = 3 - 4$). Обращает на себя внимание «прижатость» [8] изосейст 5 и 6 баллов в юго-восточном секторе. В этом направлении по сравнению с другими направлениями коэффициент заухания аномально велик и равен 8. Усредненное значение коэффициента заухания, определенное по площадям пзосейст и эпицентральному расстоянию [6], составляет $3,4 - 3,3$.

По-видимому, большее заухание в южном секторе произошло за счет значительного поглощения сейсмической энергии в широко развитых здесь соляных диапирх. К северу заухание балльности происходило значительно медленнее, вероятно, за счет того, что, как правило, заухание сейсмической энергии происходит медленнее в сторону подстилающих пластов [11]. Как нам представляется, генезис Кулябского землетрясения можно связать с происшедшими подвижками по предполагаемому разрыву в основании мезокайнозойской толщи западного крыла Кулябской антиклинали.