

Ер. 5.12

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
АКАДЕМИЯ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР

GEOLOGIA INSTITUUDI
UURIMUSED

ТРУДЫ
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ
VI

2186.92

TALLINN 1961

ОПОЛЗНЕВЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ЛЕНТОЧНЫХ ГЛИНАХ ЗАПАДНОЙ ЭСТОНИИ

В. А. ОЛЛИ, Л. А. МАРТИН

Оползневые явления в Эстонии довольно редки. Это объясняется, с одной стороны, равнинностью рельефа, а с другой — неглубоким врезом речных долин. Наиболее часто встречаются оползни на склонах рек в Западной Эстонии (реки Пярну, Казари), врезанных в озерно-ледниковые ленточные глины. Мощность последних иногда превышает 10 м. Ввиду небольшой глубины речных долин оползни в этом районе больших размеров не достигают. Но так как населенные пункты здесь расположены большей частью вдоль рек, то вопросы устойчивости склонов приобретают большое значение, ибо были случаи разрушения дорог и зданий, построенных на бровках склонов речных долин.

Оползни на западе Эстонии представляют интерес и в том отношении, что такого типа оползни в Советском Союзе встречаются довольно редко.

Литологическая и физико-механическая характеристика ленточных глин. Ленточные глины в Западной Эстонии отлагались в довольно обширных приледниковых бассейнах; поэтому содержание глинистой фракции (диаметром менее 0,005 мм) в них высокое (в среднем 55%), пылеватых фракций (0,005—0,05 мм) довольно много (около 40%), а содержание песка ($> 0,05$ мм) редко превышает 8% (рис. 1).

Текстура глин — ленточная. Ленты на свежих образцах не всегда различимы; они видны лишь только после высыхания глины в виде листообразной отдельности.

По минералогическому составу ленточные глины Эстонии гидрослюдистые (Дилакторский, 1956). Так как в глинах всегда содержится некоторое количество карбонатов, то можно предполагать, что их обменный комплекс насыщен ионами Ca^{++} и Mg^{++} .

Ниже, в таблице, приводятся некоторые показатели физических свойств ленточных глин Западной Эстонии.*

Распределение влажности в глинах по глубине своеобразно. В верхней части разреза до глубины 2—3 м влажность глин колеблется обычно от 15 до 30%, затем повышается иногда до 90%, а в низах толщи большей частью снова уменьшается. Аналогичное явление наблюдалось в одном местонахождении ленточных глин в Ленинградской области,

* Приводимые данные взяты из отчетов разных, в основном инженерно-геологических, исследований.

описанном С. А. Роза (1950). Невысокую влажность в верхних слоях ленточных глин С. А. Роза объясняет высыханием, а в нижних — большей песчаностью глин по сравнению со средней частью разреза. Такие же явления, очевидно, имеют место и у эстонских ленточных глин.

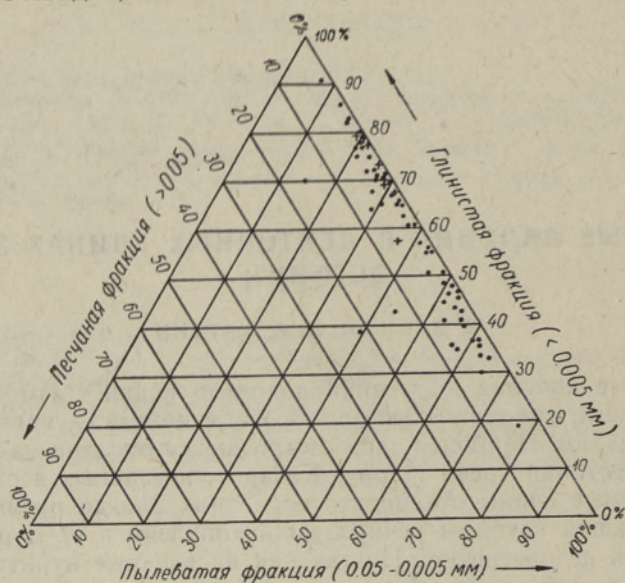


Рис. 1. Гранулометрический состав ленточных глин Западной Эстонии. Крестиками обозначены анализы из оползневых участков Нурме.

Оползни на р. Сауга у деревни Нурме. Река Сауга является правым притоком реки Пярну. Еще в 1905 году, при строительстве шоссейного моста у деревни Нурме, строители столкнулись здесь с оползновыми явлениями, что свидетельствует о большой давности оползневых подвижек на этом месте.

В настоящее время первый, наиболее крупный оползневый участок расположен на правом берегу реки, близ деревни Нурме. Этот участок (рис. 2) состоит из ряда ступенчатых сбросов, южные крылья которых опущены на 0,2—2,0 м. Сбросы расположены кулисообразно (см. рис. 5А). Между ними находятся узкие террасы. На некоторых, более низких террасах наблюдаются небольшие выпуклости с трещинами разрыва в сводовой части. Некоторые сбросы открытые, другие закрытые. Поверхности террас при опускании практически не наклонились. Об этом свидетельствуют и вертикально стоящие деревья (невысокие ольхи).

Длина участка с наиболее интенсивными подвижками равна приблизительно 100 метрам. Высота склона от дна реки до поверхности окружающей равнины достигает примерно 9 м. Ширина оползневого цирка около 40 м. Река на этом участке изгибается слегка влево, поэтому можно предполагать, что в паводковые периоды происходит слабая боковая эрозия правого берега. Развитие значительной боковой эрозии задерживается шоссейным мостом.

Второй оползневый участок расположен примерно на расстоянии двух километров от первого вверх по течению. Русло реки здесь прямое. Берега заросли камышом, и никаких следов боковой эрозии здесь не

Физические свойства ленточных глин Западной Эстонии

Показатели	Минимальный	Максимальный	Среднее арифметическое	Количество определений
Удельный вес	2,70	2,78	2,73	42
Объемный вес при естественной влажности	1,54	2,00	1,77	44
Коэффициент пористости	2,20	0,93	1,28	34
Показатель уплотненности	-0,65	+0,70	-0,2	21
Естественная влажность	15	92	50	45
Максимальная молекулярная влагоемкость	14,3	20,3	18,4	6
Предел текучести	41	66	53	60
Предел пластичности	17	33	24	60
Число пластичности	17	46	28	60
Показатель коллоидной активности глинистой фракции	0,20	0,65	0,37	40
Показатель гидрофильности глинистой фракции	0,60	1,25	0,80	40
Угол внутреннего трения	10°	20°	16°	16
Величина сцепления	0,00	0,40	0,18	15

наблюдается. Уровень воды в реке несколько подпружен плотиной Нурмеской мельницы. Оползень представлен здесь одним крупным сбросом серповидной формы с амплитудой смещения до 3 м (рис. 3 и 5б). Длина сброса 90 м.



Рис. 2. Оползневый участок № 1.



Рис. 3. Оползневый участок № 2.

Кроме вышеописанных, на рассматриваемом участке реки Сауга имеется еще несколько менее четко выраженных оползней. Один из них, расположенный почти напротив первого оползневого цирка, изображен на рис. 4.

Для выявления причин оползания было пройдено пять зондировочных скважин, указанных на рис. 5. Скважины на берегу реки были добурены до подстилающей ленточные глины морены. С каждого метра были взяты пробы для определения естественной влажности, гранулометрического состава и пределов пластичности глин. Результаты анализов показаны на рис. 5.



Рис. 4. Оползень на левом берегу р. Сауга.

Из полученных данных выяснилось, что пачка ленточных глин состоит из трех слоев, имеющих различные физические свойства.

На поверхности залегают плотные глины твердой консистенции. Их мощность 1,5—2 м. В этом слое часто встречаются корни деревьев и иной растительности, увеличивающие его устойчивость, особенно прочность на растяжение. У самой реки мощность твердой зоны несколько уменьшается. Под зоной твердых глин залегает маломощная (около 0,5 м) зона пластичных глин. В этой зоне происходит резкое повышение влажности по глубине. Зона пластичных глин переходит в нижележащую зону текучих глин с высокой влажностью, достигающей 80% и более. Влажность подстилающих ленточные глины моренных супесей не превышает 20%.

Полученные данные позволяют сделать некоторые выводы о причинах оползневых явлений у дер. Нурме и вообще в ленточных глинах Западной Эстонии. Причины оползания заключаются, очевидно, в свойствах самих глин. Посторонние факторы, как, подмыв подножия склона, смачивание пород грунтовыми водами, процессы выветривания и т. д., являющиеся обычно непосредственными причинами возникновения оползней, здесь в настоящее время отсутствуют или не играют большой роли. Наоборот, верхняя выветрелая зона является здесь основным фактором; удерживающим склоны в равновесии.

В этом отношении рассматриваемые оползни аналогичны известным крупным норвежским оползням (Бьеррум, 1958; Эйде и Бьеррум, 1958 и др.). Основное различие описываемых оползней от норвежских заключается, во-первых, в их размерах и, во-вторых, в том, что в малогидрофильных текучих глинах Норвегии оползания протекают очень быстро и даже в виде бурных потоков, в то время как в Эстонии, благодаря более высокой гидрофильности глин, оползание происходит в виде медленного пластического течения под относительно твердой верхней корой. Интересно отметить, что абсолютные значения влажности эстонских ленточных глин более чем в два раза превышают влажность норвежских глин.

Преодолевая сопротивление верхней твердой коры, движущиеся под влиянием разности давлений глинистые массы или выпирают породы дна реки, которые здесь же эродированы, или обуславливают образование в нижней части склона небольших валов с трещинами разрыва в середине. В верхней части склона, вследствие неравномерных опусканий, возникают при этом сбросы. Часто на склонах речных долин, врезанных в ленточные глины, наблюдаются своеобразные продольные валы, являющиеся, по-видимому, зачаточными оползнями. Давление нижних текучих глин в этих местах, очевидно, было недостаточным для разрыва сплошности верхней корки, вследствие чего произошло лишь некоторое выпучивание последней.

У нурмеских оползней представляют интерес еще два обстоятельства: во-первых, малый общий уклон оползневых склонов и, во-вторых, длительность процесса оползания на первом участке. Действительно, общий уклон склонов на обеих участках равен приблизительно 10°, в то время как даже угол внутреннего трения ленточных глин, по имеющимся данным, превышает эту величину; а за период более 55 лет, с тех пор, когда оползень у моста стал известен, можно было бы ожидать достижения равновесия этого невысокого склона. Эти факты могут быть объяснены, по-видимому, только ползучестью ленточных глин. Под влиянием разностей давлений протекают весьма медленные, незаметные вековые перемещения глин в сторону речной долины. Возможно, что верхняя твердая кора в горизонтальном направлении даже не движется, а лишь медленно опускается по мере выжимания нижней массы. Этим,

пожалуй, можно объяснить и некоторое понижение окружающей равнины в сторону бровки речной долины, наблюдаемое в районе нурмских оползней, хотя здесь некоторую роль мог играть и поверхностный смыв.

Явления ползучести, которые возникают при значительно меньших напряжениях, чем быстрый сдвиг в сдвиговых приборах, обуславливают, очевидно, и неустойчивость склона даже при его малых уклонах. Следует отметить, что Н. Я. Денисов (1956) приписывает сходный с вышеописанным механизм движения всем оползням, связанным с глинистыми породами, в том числе и оползням в твердых глинах.

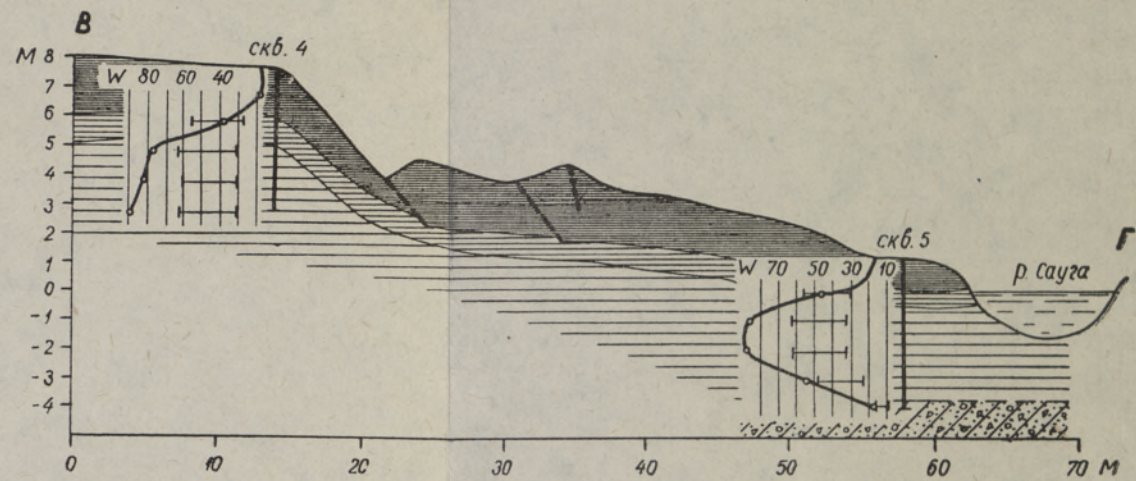
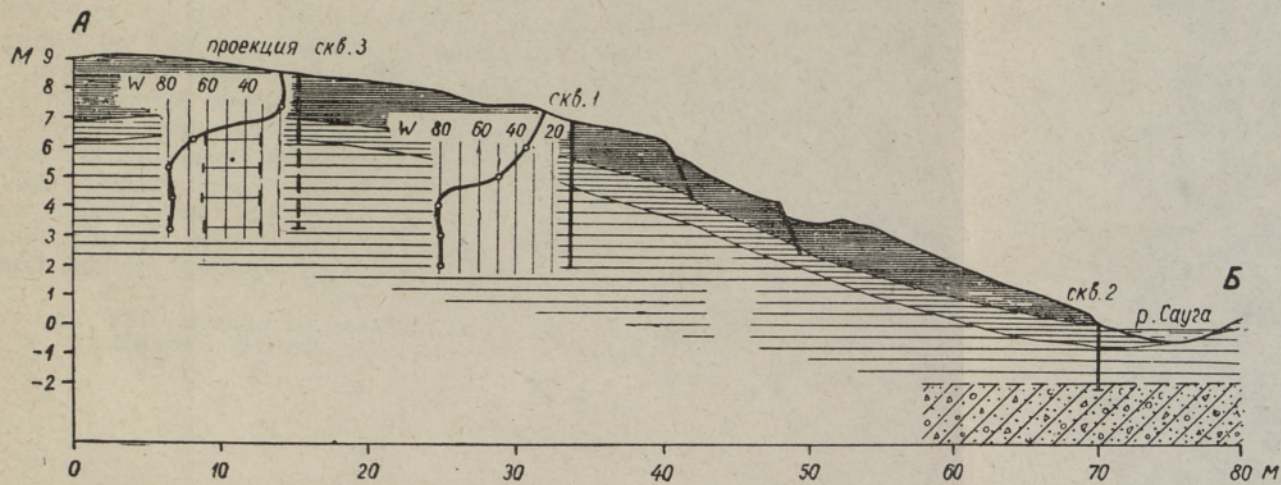
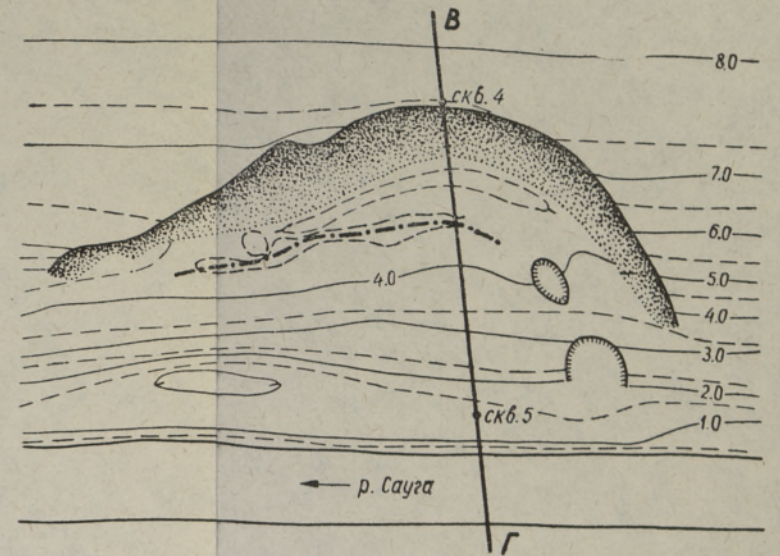
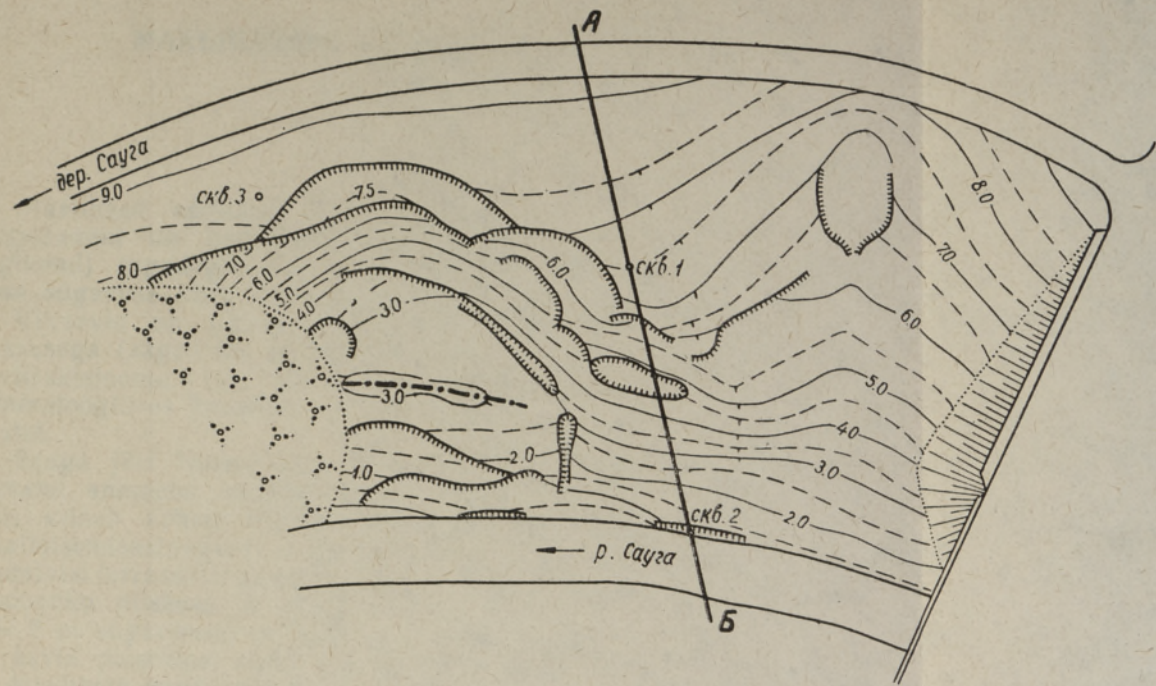
Заключение. Одновременное влияние на оползневые явления в рассматриваемом случае многих, трудно поддающихся учету факторов, как, например, явлений ползучести, мощности и механических свойств поверхностной коры, сезонных изменений прочности коры и т. д., делают оценку устойчивости склонов весьма трудной. Здесь приходится руководствоваться главным образом внешними признаками: наличием волнистости или трещин на склоне или нахождением поблизости оползневых участков и т. д.

В качестве противооползневых мер можно рекомендовать те же мероприятия, которые рекомендует Н. Я. Денисов (1956) для оползней выдавливания, а именно: сохранение или создание противодавления на подножии склона, недопущение увеличения давления на бровке и др. Растительность на склонах, несомненно, увеличивает их устойчивость. Кроме увеличения механической прочности верхней коры корневой системой, транспирация воды растениями уменьшает влажность глин и тем самым увеличивает устойчивость верхней коры. Поэтому необходимо по мере возможности сохранять имеющуюся на склонах растительность.

*Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР*

ЛИТЕРАТУРА

- Бьеррум Л. 1958. Устойчивость природных склонов в текучих глинах. Проблемы инженерной геологии, вып. 1. Изд-во иностр. лит., Москва.
- Денисов Н. Я. 1956. Строительные свойства глинистых пород и их использование в гидротехническом строительстве. Госэнергоиздат, Москва—Ленинград.
- Дилакторский Н. Л. 1956. Физико-химические свойства тонких фракций некоторых глин Эстонской ССР. Изв. АН ЭССР, т. V, сер. техн. и физ.-мат. наук, № 1.
- Роза С. А. 1950. Осадки гидротехнических сооружений на глинах с малой влажностью. Гидротехническое строительство, № 9.
- Эйде О. и Бьеррум Л. 1958. Оползень Беккелагет. Проблемы инженерной геологии, вып. 1. Изд-во иностр. лит., Москва.



а

б

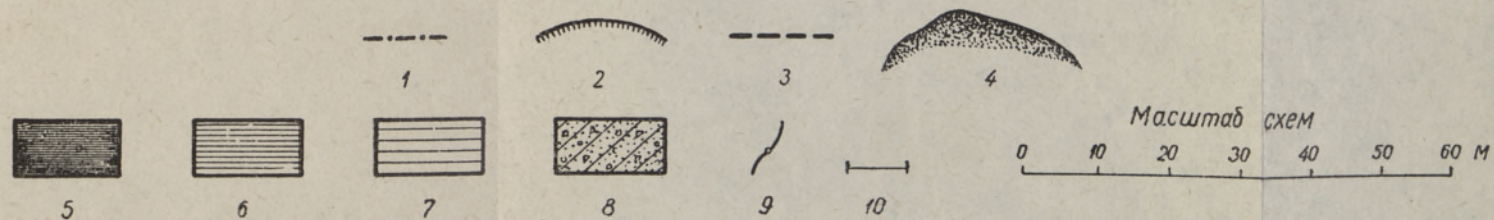


Рис. 5. Планы и размеры оползневых участков. а — участок № 1, б — участок № 2. 1 — трещины разрыва; 2 — линии мелких сбросов; 3 — поверхности скольжения; 4 — крупный сброс; 5 — глина твердой консистенции; 6 — глина пластичной консистенции; 7 — глина текучей консистенции; 8 — морена; 9 — кривая влажности; 10 — пределы пластичности.

MAALIHETEST LÄÄNE-EESTI VIIRSAVIDES

V. OLLI, L. MARTIN

Resümee

Maalihked esinevad Eesti NSV territooriumil võrdlemisi harva. Sagedamini on nad seotud Lääne-Eesti jõgede (Pärnu ja Kasari jõgikond) orgudega, mis on uuristatud viirsavidesse. Jõeorgude väikese sügavuse tõttu on maalihked väikeste mõõtmetega.

Viirsavid on Lääne-Eestis ulatusliku leviku ja suhteliselt suure paksusega (sageli üle 10 m). Granulomeetriselises koostises on valdavaks savifraktsioonid (vt. joon. 1), liivasisaldus on väike. Viirsavide mineraloogilises koostises on domineerivaks hüdrovilkude rühma mineeraalid.

Sauga jõel Nurme küla juures on maalibisemisprotsessid olemasolevatel andmetel avaldunud juba rohkem kui poole sajandi jooksul. Siin esineb kohati väikese kallakusega (10°) orunõlval terve rida maalibisemisastanguid, mille jõepoolne tiib on 0,2—3,0 m vajunud. Madalatel terrassidel on pinnas kohati vallitaoliselt üles surutud. Viirsavide loodusliku niiskuse ja plastilisuse uurimine (vt. joon. 5) näitas, et 1,5—2 m sügavuseni on savid vähese niiskuse tõttu kõvad. Sügavamal on savid plastilise, alates 2—2,5 m-st aga voolava konsistentsiga.

Maalihete morfoloogiast ja savide omadustest selgub, et lihete tekkimise peamiseks põhjuseks on savide voolav konsistents. Pealmine kõvadest savidest koosnev koorik aga pidurdab maalihkeid. Selles suhtes on Lääne-Eesti viirsavides esinevad maalihked sarnased suurte Norra maalibisemistega voolavates savides. Viimased toimuvad sealsete savide väikese hüdrofiilsuse tõttu suure kiirusega, katastroofiliselt.

Maalibisemisnähtuste pikaajaline esinemine on arvatavasti tingitud roomavusnähtustest viirsavidetes: rõhkude vahe tõttu toimub märkamatu, väga aeglane savi ümberpaigutumine tasandikult jõeoru suunas. Kui savimasse poleks juurde tulnud, oleks nõlv pidanud tunduvalt kiiremini püsivaks muutuma, kuna jalami erosiooniprotsessid on käesoleval ajal suhteliselt nõrgad ja paljudel juhtudel ei tule arvesse.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Geoloogia Instituut*

VON DEN ERDRUTSCHEN IN WESTESTNISCHEM BÄNDERTON

V. OLLI, L. MARTIN

Zusammenfassung

Erdrutsche kommen auf dem Territorium der Estnischen SSR verhältnismässig selten vor. Öfter sind sie mit den in Bänderton eingeschnittenen Tälern der westestnischen Flüsse (im Bassin der Flüsse Pärnu und Kasari) verbunden. Infolge der geringen Tiefe dieser Täler sind auch die Erdrutsche von mässigem Umfang.

Bänderton ist in West-Estland weit verbreitet und erreicht eine ziemlich grosse Mächtigkeit (stellenweise über 10 m). In der Kornverteilung ist der Tonanteil vorherrschend (siehe Abb. 1), der Sandanteil ist gering. Was die mineralogische Zusammensetzung des Bändertons anbetrifft, so herrschen hier Mineralien von der Gruppe der Hydroglimmer vor.

Am Sauga-Fluss in der Nähe des Dorfes Nurme nehmen Erdrutschprozesse laut vorliegenden Angaben seit mehr als einem halben Jahrhundert ihren Verlauf. Der Talhang, der nur schwach geneigt ist (10°), weist hier stellenweise eine ganze Reihe Erdrutsch-Stufen auf, ihr Rand ist gegen den Fluss um 0,2—3,0 m gesunken. Unter den Stufen ist der Erdboden manchmal wulstförmig emporgedrängt. Die Untersuchung des natürlichen Wassergehalts und der Plastizität des Bändertons (siehe Abb. 25) zeigte, dass der Ton bis zu einer Tiefe von 1,5—2 m hart und von geringem Wassergehalt ist. Weiter unten ist der Ton plastisch, ab 2—2,5 m aber von fliessender Konsistenz.

Aus der Morphologie der Erdrutsche und aus den Eigenschaften der Tone geht hervor, dass die fliessende Konsistenz der Tone Hauptursache der Erdrutsche ist, während die oberen, aus festeren Tönen bestehenden Schichten eine hemmende Wirkung ausüben. In dieser Hinsicht sind die Erdrutsche im westestnischen Bänderton ähnlich den grossen norwegischen, in fliessenden Tönen stattfindenden Rutschungen. Nur gehen die letzteren mit katastrophischer Geschwindigkeit vor sich, da die dortigen Tone wenig hydrophil sind.

Der langsame Verlauf der Erdrutscherscheinungen ist wahrscheinlich von Kriechprozessen im Bänderton bedingt: infolge der Druckunterschiede wird der Ton äusserst langsam in der Richtung des Flusstals versetzt. Ohne die hinzukommenden Tonmassen hätte der Abhang sich viel eher befestigen müssen, da die Erosionsprozesse am Fuss des Hanges schwach sind und in vielen Fällen unberücksichtigt bleiben können.

*Institut für Geologie
der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR*