

## Оползень в Норвегии 3 июня – возможные причины



**3 июня 2020 года в нескольких милях к Западу от норвежского города Алта восемь домов были унесены в море мощным оползнем. Снятые на месте событий видео и фотоматериалы быстро облетели весь мир. Картинка действительно впечатляла, но, как оказалось, оползни такой величины случаются в Норвегии раз в один-два года. Хотя, в районе Алта подобные оползни ранее не наблюдались. Наиболее вероятной причиной случившегося являются плавунные глины, хорошо известные норвежским специалистам и являющиеся причиной подобных явлений на протяжении сотен лет - старейший описанный случай произошел в 1634 году.**

**Анатолий Мирный**

Руководитель проекта «Независимая геотехника»

3 июня 2020 года многие новостные агентства сообщили о мощном оползне на севере Норвегии. В нескольких милях к Западу от города Алта (провинция Финнмарк) восемь домов были унесены в море мощным оползнем, достигающим в плане размеров 650×150 м. На видео, снятом очевидцем событий, видно, как часть суши с сооружениями и деревьями медленно сползает в море.



Рис. 1. Карта места событий

Фактически, единственным официальным источником информации об этом событии является Anders Bjordal, представитель Norwegian Water Resources, комментировавший произошедшее непосредственно на месте событий. В своем комментарии он постоянно использует термин «грязевой оползень» (mudslide), а также упоминает, что оползни такой величины случаются в Норвегии не так часто, раз в один-два года. В районе Алта подобные оползни ранее не наблюдались. В данном случае неустойчивое состояние сохранялось в течение нескольких часов, что затруднило оценку последствий и действия по спасению единственной пострадавшей – собаки по имени Raija.

При этом на карте высот данного района видно, что гребень оползня располагается на высоте всего лишь 43 фута (13 м) - уклон дневной поверхности при этом составляет около 5°.

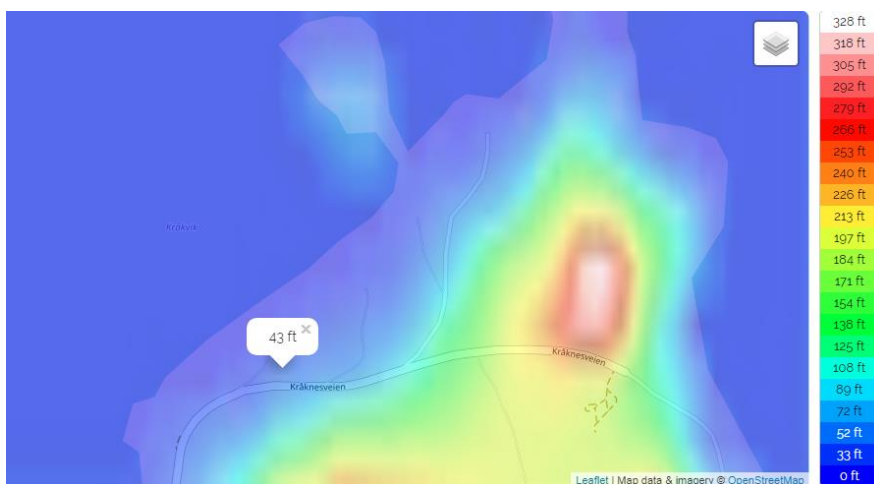


Рис. 2. Карта высот района Алта

По данным lifeinnorway.net 5 июня в нескольких километрах от первого оползня произошел второй – он так же расположен в районе города Алта. Новый оползень заметил полицейский, дежуривший на месте предыдущего происшествия. Его размеры составляют 40 м в глубину и 50 м в диаметре - к счастью, движение по старой трассе Еб к этому моменту уже было приостановлено (ее новая ветвь проходит в тоннеле).



Рис. 3. Аналогичный оползень в Норвегии 5 июня



Рис. 4. Оползень в Норвегии 5 июня с другого ракурса

Естественно, это событие вызвало повышенный интерес со стороны специалистов в области инженерной геологии и геотехники. Мнения отечественных специалистов разделились. Одни утверждают, что речь идет об оползне криогенной природы, вызванном обильными осадками. При таких оползнях насыщенный водой слой грунта сползает по

мерзлой поверхности сцементированного льдом основания склона. Однако в прибрежных районах Норвегии, даже в ее северных областях, вечная мерзлота не встречается - даже зимой температура воздуха ночью редко опускается ниже  $-15^{\circ}$ .

Вторая группа специалистов связывает произошедшее с пльвунной глиной (quick clay). В силу особенностей микростроения, эти глины склонны к разжижению, резкой потере сопротивления сдвигу и переходу, фактически, в состояние вязкой жидкости. В отечественной практике подобные грунты принято относить к категории «чувствительных». Норвежские пльвунные глины отличаются высоким содержанием глинистых частиц - до 30% по массе и низкой пористостью.

Тем не менее, похоже, что этот вопрос является загадкой только для специалистов вне Норвегии - местным исследователям все ясно сразу, так как подобные оползни происходят там уже много лет и вызваны именно пльвунными глинами. Геологическая партия Норвегии (NGU), например, приводит подробное описание пльвунных глин как мелкодисперсных отложений, обладающих высокой чувствительностью. Даже при высокой начальной плотности скелета при превышении некоторого уровня нагрузок в них происходит мгновенное разрушение структуры и резкое снижение механических параметров. Причиной мобилизации оползневых процессов обычно является хозяйственная деятельность человека (пригрузка, подработка), либо эрозия, вызванная деятельностью рек. Осадки сами по себе не оказывают влияния на устойчивость подобных склонов, так как пльвунные глины имеют невысокую пористость, но могут опосредованно увеличивать скорость эрозии.

The screenshot shows the NGU website page for 'QUICK CLAY AND QUICK CLAY LANDSLIDES'. The page header includes the NGU logo and navigation links like 'About NGU', 'Contact', 'Norsk', and 'aAA'. The main content area features a title, a publication date of February 11th 2015, and a text description of quick clay properties. Below the text is an aerial photograph of a landslide site. The page also includes a sidebar with 'RESEARCH' categories and a 'CONTACT' section with names like Inger-Lise Solberg and Louise Hansen.

Рис. 5. Скрин заметки о пльвунных глинах и оползнях

Аналогичный случай оползня, произошедший в Норвежском округе Рисса 29 апреля 1978 года, подробно изучен NGI и запечатлен на 8 мм пленку. Фильм с подробным разбором этого случая может быть легко найден в YouTube (<https://youtu.be/3q-qfNIEP4A>).

Естественно, изучение подобных оползней и свойств пльвунных глин ведется на протяжении десятилетий. Еще в 1966 году были опубликованы результаты исследований в приборе простого сдвига (DSS), выполненных Vjerrum и Landva. Повторный анализ этих исследований опубликован в работе Landva A., Simple Shear Testing and Behavior of

Norwegian Quick Clays – Revisited, ASCE, 2008. В статье приведено сопоставление результатов испытаний плавунных глин в различных приборах и при различных режимах. Автором установлено, что фактический угол внутреннего трения составляет 22-25°, однако в реальных оползнях поверхность скольжения проходит под углом всего 7-8°. Это объясняется отсутствием одной выраженной поверхности скольжения - вместо нее образуется несколько параллельных поверхностей под большими углами, которые располагаются в некотором смещающемся слое. Фактически, развивается эффект домино: теряет устойчивость один небольшой блок у подножия склона, это приводит к потере устойчивости следующего блока чуть выше и так далее.

Так же представляет интерес работа, выполненная в Норвежском Геотехническом Институте (NGI) и содержащая обзор 37 задокументированных оползневых склонов Норвегии - Jean-Sebastien L'Heureux J.-S., A study of the retrogressive behavior and mobility of Norwegian quick clay landslides, 11th International & 2nd North American Symposium on Landslides, 2012. Автором проведена типизация геоморфологии рассмотренных склонов, выведены корреляции между размерами оползневого тела и физическими характеристиками слагающих их плавунных глин. Оползень в Алта хорошо соотносится с приведенными в статье параметрами - небольшой угол заложения, протяженное оползневое тело.

В любом случае, сомнений не остается: наиболее вероятной причиной случившегося являются плавунные глины, хорошо известные норвежским специалистам и являющиеся причиной подобных явлений на протяжении сотен лет - старейший описанный случай произошел в 1634 году. В различных источниках представлена обширная дополнительная литература по особенностям плавунных глин Норвегии и анализу вызванных ими оползней.