

УДК 551.311.21

О ПРИЧИНАХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ОПОЛЗНЕЙ

Воробьев А.Е., Кожогулова Г.К.

Ферганский медицинский институт общественного здоровья, Фергана,
Республика Узбекистан, Научная станция РАН в Бишкеке

В статье дана краткая характеристика оползней, основные причины их возникновения и перемещения. Приведен характер влияния интенсивных дождей, землетрясений и техногенного воздействия на оползни. Показана роль эффективной смазки на поверхности скольжения наночастиц глины.

Ключевые слова: причина, оползень, возникновение, действие, наночастица, галлуазит.

ЖЕР КӨЧӨЛӨРҮНҮН ПАЙДА БОЛУШУ ЖАНА КЫМБЫЛЫШЫНЫН СЕБЕПТЕРИ ЖӨНҮНДӨ

Воробьев А.Е., Кожогулова Г.К.

Фергана коомдук саламаттык сактоо институту, Фергана,
Өзбекстан Республикасы, Россия илимдер академиясынын Бишкектеги
илимий станциясы

Макалада жер көчкүлөрдүн кыскача мүнөздөмөсү, алардын пайда болушунун жана жылышуусунун негизги себептери берилген. Катуу жааган жамгырдын, жер титирөөлөрдүн жана жер көчкүлөргө техногендик таасирдин мүнөзү келтирилген. Чопо нанобөлүкчөлөрүнүн жылма бетинде эффективдүү майлоонун ролу көрсөтүлгөн.

Баштапкы сөздөр: себеп, жер көчкү, пайда болуу, аракет, нанобөлүкчө, галлуазит

ABOUT THE REASONS OF THE APPEARANCE AND MOVEMENT OF LANDSLIDES

Vorobyov A.E., Kozhogulova G.K.

Fergana Medical Institute of Public Health, Fergana, Republic of
Uzbekistan, Scientific Station of the Russian Academy of Sciences in Bishkek

The article provides a brief description of landslides, the main causes of their occurrence and displacement. The nature of the influence of intense rains, earthquakes and man-made impacts on landslides is given. The role of effective lubrication on the sliding surface of clay nanoparticles is shown.

Keywords: cause, landslide, occurrence, action, nanoparticle, galloisite.

В своей истории человечество постоянно сталкивалось с природными и природно-техногенными катастрофами. При этом, одним из опасных негативных явлений во всем мире, являются оползни.

Оползень – внезапное смещение горных геомасс со склонов и представляет собой частую природную опасность и серьезную угрозу для населения и окружающую среду [1]. При чем, оно может двигаться, падать, опрокидываться, скользить и растекаться. Оползни могут быть крупными и мелкими, от глубоких до первых метров мощности сдвигающего геомассива. При этом, объем грунта и горных пород, мобилизуемых при оползне, может варьироваться от небольшого отдельного валуна до миллионов, а в отдельных случаях даже до или миллиардов кубических метров, являясь довольно большими. Причем потенциальная разрушительная сила оползня зависит от объема мобилизуемых масс и их скорости [2].

Оползни являются самой дорогостоящей геопасностью в мире, приводящие к нарушению нормальной деятельности населения, гибели людей, разрушению и уничтожению геотехнических объектов. Чаще всего они являются результатом других катастроф и бедствий, таких как землетрясения, цунами, лесные пожары, вулканы, экологические последствия. Экологические последствия воздействия оползней связаны с погребением под грунтовой массой людей, инженерных сооружений, нарушением ландшафта. Когда огромные массы грунтов свергаются со склонов под воздействие силы тяжести, спастись, способен не каждый. Основная угроза для жизни и здоровья населения

заключается в опасности внезапного разрушения и погребения жилых домов, общественных зданий, объектов жизнеобеспечения инженерных сооружений, дорог, каналов, линий электропередач.

Оползни ежегодно приводят к гибели около 1000 человек и потере имущества на сумму 4 миллиардов долларов. Однако, по крайней мере, 9% всех потерь от оползней можно было бы избежать если бы проблема была распознана заранее. В настоящее время не до конца выяснены причины и механизмы, обуславливающие перемещение геомассы оползней.

Как правило, оползни возникают, когда возмущающая / движущая сила, которая в основном возникает из-за собственного веса грунтов, образующих склон, превышает силу сопротивления, определяемую прочностью материалов на сдвиг [3]. Таким образом, коэффициент безопасности склона – это отношение сил сопротивления к движущим силам, т.е. $F = \text{силы сопротивления} / \text{движущие силы}$. Если коэффициент безопасности меньше или равен 1 (т.е. $F \leq 1$) склон разрушится, потому что движущие силы будут равны или превышают силы сопротивления. Если F значительно больше 1, склон будет достаточно устойчивым. Однако, если F немного больше 1, небольшие возмущения могут привести к нарушению склона.

Возникновение смещения и оползания почв и горных пород происходит при достижении критического ускорения, которое можно рассчитать с помощью следующего уравнения:

$$a_c = (FS - 1) g \sin \mathcal{L}$$

Где a_c – критическое ускорение, g – ускорение свободного падения, \mathcal{L} – локальный уклон. При этом оползни могут быть инициированы разными причинами. К тому же существуют различные типы оползней, имеющие отличающиеся механизмы перемещения.

Многолетними наблюдениями и исследованиями оползней установлено, что основными причинами их возникновения и перемещения являются интенсивные и продолжительные дожди, землетрясения и техногенные воздействия на склон [4-7].

Всеобщее обследование оползней, проведенное в 2003 г., показало, что 90% произошедших в мире оползней были вызваны сильными дождями [8], рис. 1



Рис.1. Дождевой оползень массой 25 млн. м³ возле угольного разреза «Ангрен» (Узбекистан, 2019 г.)

При этом сильный и продолжительный дождь может очень эффективно способствовать возникновению многочисленных оползней (рис.2) любой типологии.

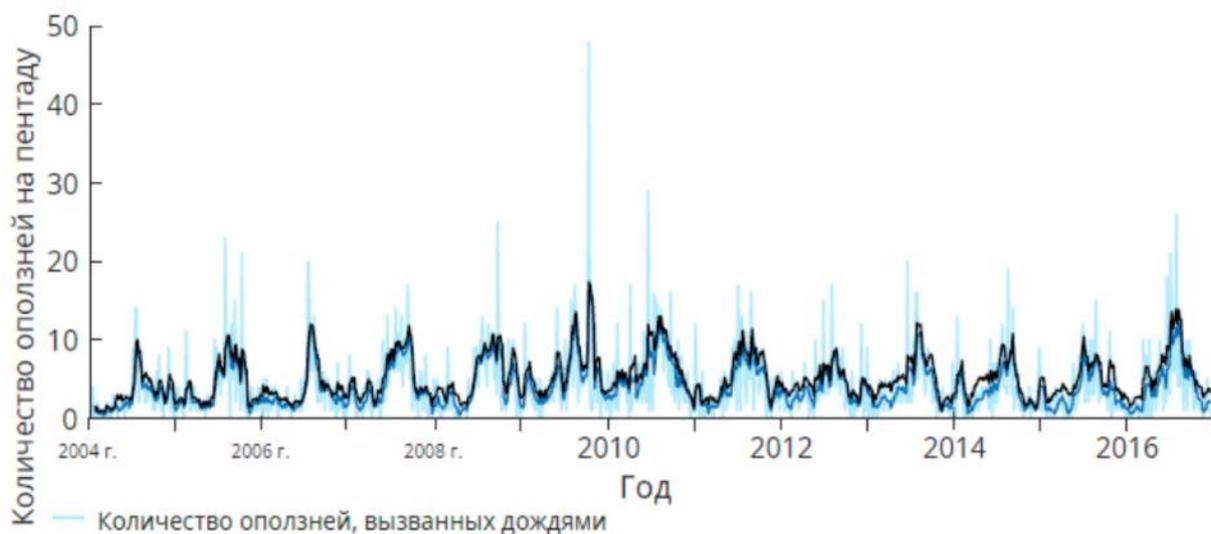


Рис. 2. Количество оползней, вызванных дождями.

Следует отметить, что пик числа дождевых оползней в северном полушарии приходится на лето, и существуют заметные межгодовые колебания как в размере, так и в форме годового цикла. Также была установлена корреляция между среднемесячным количеством атмосферных осадков и сериями оползней. Для прогнозирования возникновения оползней обычно используются эмпирические пороговые значения количества атмосферных осадков.

Кроме того, оползни, спровоцированные дождями, в основном вызваны условиями, которые способствуют внезапному увеличению давления воды в порах и перекрытию почвы, т.к. увеличение содержания воды в почвах существенно снижает общую устойчивость склона. И когда влажность превышает существующие пределы пластичности, горный склон начинает деформироваться.

Аналогичной причиной появления оползней может служить землетрясение с близко расположенным эпицентром. Примером мощных быстрых оползней, происшедших в результате возникновения землетрясения, служит Гиссарское землетрясение в Таджикистане, произошедшее 23 января 1989 г., нанесшее огромный ущерб этой республике и забравшее жизни 274 человек [6,8].

Взаимодействие землетрясений на оползни исследуется во всем мире, и особое внимание уделяется землетрясениям большой магнитуды [9]. Так, сотрясение горных массивов из-за землетрясений дестабилизирует скалы и крутые склоны, вызывая оползни и обвалы камней в качестве значительного побочного эффекта.

При этом считается, что почти 60% всех оползней вызваны землетрясениями [9], хотя существуют и другие экспертные мнения, склоняющимся к преобладающему влиянию атмосферных осадков.

Обычно вызванные землетрясением оползни обусловлены несколькими возможными явлениями [9]. Во-первых, вибрация от землетрясения, из-за потери эффективного напряжения, может вызвать разжижение мелкозернистых отложений с однородным гранулометрическим составом. Землетрясения также могут увеличить напряжение сдвига на склоне, снижая коэффициент безопасности до уровня ниже единицы. В частности – волны от землетрясения проходя через геомассив, создают ускорения последовательно изменяют нагрузку на склон, а горизонтальные ускорения вызывают силу сдвига из-за инерции оползня.

Риск для возникновения оползня от землетрясения может быть аналитически выражен следующим образом:

$$R = P(M_i)P(X_j/M_i)p(T/X_j)V_{ij}C \quad (2)$$

где: R – риск возникновения оползня магнитудой M_i на элементе риска, расположенном на расстоянии X от очага оползня;

$P(M_i)$ – вероятность возникновения оползня магнитудой M ;

$P(X_j/M_i)$ – вероятность достижения оползнем точки, расположенной на расстоянии $Ч$ от источника оползня с интенсивностью j ;

$P(T/X_j)$ – вероятность нахождения элемента в точке X в момент возникновения оползня;

V_{ij} – уязвимость элемента к оползню магнитудой i и интенсивностью j ;

C – значение элемента, подверженного риску.

В дальнейшем была установлена взаимосвязь между общей площадью, затронутой оползнем в результате землетрясения и магнитудой землетрясения.

Третьей основной причиной быстрого перемещения геомассы оползней, предложенной нами, связан с наночастицами глин и прежде всего, галлуазита, выполняющих роль эффективной смазки на поверхностях скольжения. Галлуазит является членом семейства каолиновых алюмосиликатов, но, в то время как наночастицы каолинита имеют пластинчатую форму, то наночастицы галлуазита представляют собой нанотрубки (имеющими длину 0,5-2 мкм и внешний диаметр около 200 нм, с диаметром просвета 10-15 нм), в которых листы алюмосиликата свернуты в спираль (рис. 3). Обычно оболочки галлуазитовых трубок включают 15-20 слоев.

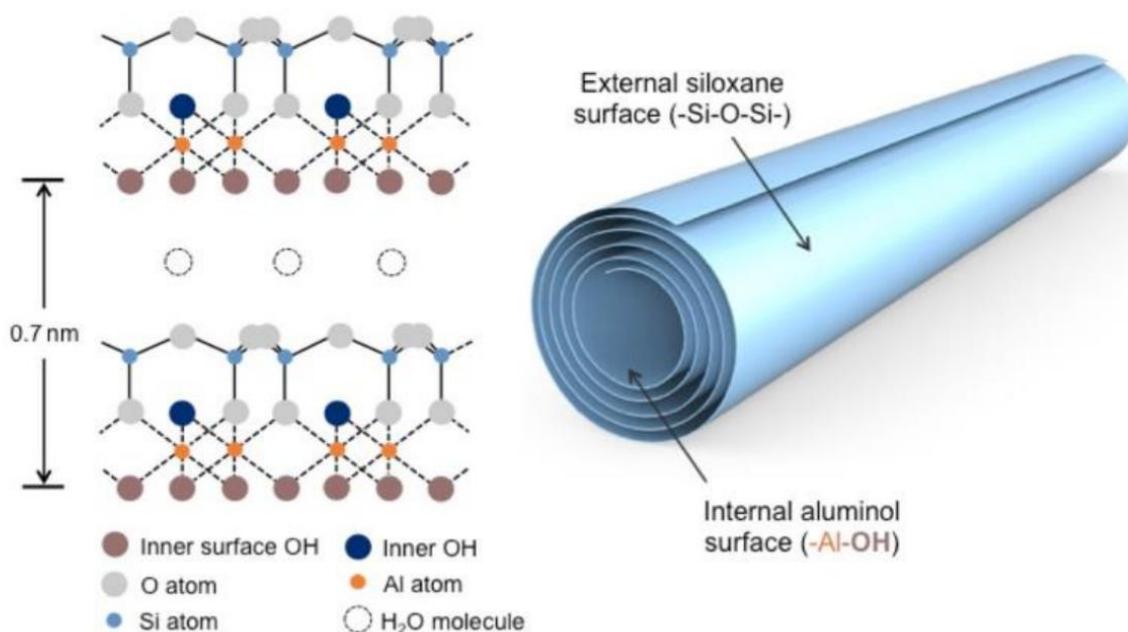


Рис. 3. Схема строения галлуазитовой нанотрубки [10].

Для того, чтобы галлуазитовые нанотрубки могли реализовать свой максимальный потенциал в качестве природных подшипников при перемещении геомассы оползней, должно быть перестроено случайное

распределение ориентации нанотрубок т.к. их несоосность будет создавать неэффективную передачу напряжения. И здесь возможно структурирование расположения геомассы оползня локального магнитного поля.

И четвертой основной причиной возникновения оползней в последние годы становится техногенное воздействие. Оно обычно вызывается неадекватной планировкой (срезка откосов с целью получения геоматериалов или изменение геометрии откосов во время строительства, подрезка склонов может привести к их обрушению, если площадка не спроектирована должным образом) и неправильным землепользованием в городских районах, а также хищнической добычей полезных ископаемых и вырубкой растительности (обезлесение) на оползнеопасных склонах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской республики (изд.с изм. и доп.) Бишкек, МЧС КР, 2023 – 848 с.
2. Kazeev A.I., Postoev G.P. About protection strategy on temtories with deep landslides // Environmental Geosciences and engineering survey for territory protection and population safety, abstracts to proceeding, Engeo Pro – 2011 Moscow, 2011. p.p. 108-109.
3. Heisman Didyashwari, Ramawadh Singh Kushwahal, Mairembam Ghandra, Moirangthem Orendro, Physical Properties of Soil and Its Implication to Slope Stability of Nungbi Khunou, NH – 150, Manipur // International Journal of Geosciences. Vol. 8. № 11, 2017.
4. Айтматов И.Т., Кожоголов К.Ч., Никольская О.В. Геомеханика оползнеопасных склонов.
5. Адушкин В.В. Триггерные эффекты при образовании оползней // Триггерные эффекты в геосистемах: материалы Всероссийского

семинара-совещания / Институт динамики геосфер РАН; под ред. В.В. Адушкина, Г.Г.Кочаряна. - М.: ГЕОС, 2010. С. 33-41.

6. Дрожь земли и кипящая грязь: история Гиссарской катастрофы // <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Ftj.sputniknews.ru%2Fanalitics%2F200122%2F1030587526%2Ftj.sputnicnews.ru%2Fanalitics%2F200122%2F1030587526%2Fgissar-zemletryasenie-1989-katastrofa-tajikistan.html?promo=navbar>.
7. Воробьев А.Е. Кожогулова Г.К. Исследование быстрых и протяжных глинистых оползней // Известия Национальной Академии наук КР, №2, 2022, с. 32-41.
8. Воробьев А.Е. Пучков Л.А. Человек и биосфера: глобальное изменение климата: Учебник. Ч.1. – М.: Изд-во РУДН, 2006 – 442 с.
9. Naida Ademovic. High magnitude earthquakes trigger landslides and floods // Geotechnical Society of Bosnia and Herzegovina // GEO – EXPO 2017. Sarajevo, October 26-th, 2017.