

DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection

Proceedings
of the 7th International Conference

Chengdu, China, 23–27 September 2024



Edited by
S.S. Chernomorets, K. Hu, K.S. Viskhadzhieva

Geomarketing LLC
Moscow
2024

СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ: катастрофы, риск, прогноз, защита

Труды
7-й Международной конференции

Чэнду, Китай, 23–27 сентября 2024 г.



Ответственные редакторы
С.С. Черноморец, К. Ху, К.С. Висхаджиева

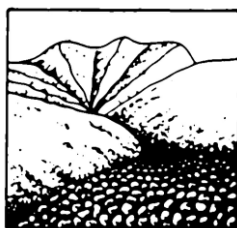
ООО «Геомаркетинг»
Москва
2024

泥石流： 灾害、风险、预测、防治

會議記錄

第七届国际会议

中国成都, 2024年9月23日至27日



編輯者

S.S. Chernomorets, K. Hu, K. Viskhadzhieva

Geomarketing LLC

莫斯科

2024

УДК 551.311.8
ББК 26.823
С29

Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 7th International Conference (Chengdu, China). – Ed. by S.S. Chernomorets, K. Hu, K.S. Viskhadzhieva. – Moscow: Geomarketing LLC. 622 p.

Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 7-й Международной конференции (Чэнду, Китай). – Отв. ред. С.С. Черноморец, К. Ху, К.С. Висхаджиева. – Москва: ООО «Геомаркетинг», 2024. 622 с.

泥石流：灾害、风险、预测、防治。 會議記錄 第七届国际会议. 中国成都。 編輯者 S.S. Chernomorets, K. Hu, K.S. Viskhadzhieva. – 莫斯科: Geomarketing LLC. 622 p.

ISBN 978-5-6050369-6-8

Ответственные редакторы: С.С. Черноморец (МГУ имени М.В. Ломоносова), К. Ху (Институт горных опасностей и окружающей среды Китайской академии наук), К.С. Висхаджиева (МГУ имени М.В. Ломоносова).

Edited by S.S. Chernomorets (Lomonosov Moscow State University), K. Hu (Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS), K.S. Viskhadzhieva (Lomonosov Moscow State University).

При создании логотипа конференции использован рисунок из книги С.М. Флейшмана «Селевые потоки» (Москва: Географгиз, 1951, с. 51).

Conference logo is based on a figure from S.M. Fleishman's book on Debris Flows (Moscow: Geografgiz, 1951, p. 51).

© Селевая ассоциация

© Debris Flow Association



Закрепление оползневых массивов свайной конструкцией

Ю.А. Мажайский¹, Н.В. Шешенев²

¹Меушерский филиал ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова, Рязань, Россия

²Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета,
Рязань, Россия

Аннотация. В данной работе рассмотрены вопросы закрепления оползней сваями, описаны принципы работы свай-шпилек и свай-надолбов. Предложена эффективная конструкция парных свай, сочетающая в себе достоинства свай-шпилек и столбов-надолбов. Представлены теоретические предпосылки и компьютерные расчеты предлагаемой конструкции, позволяющей закреплять оползневые массы, обладающие реологическими свойствами.

Ключевые слова: свая, оползень, свайная конструкция, оползневый массив, противооползневые мероприятия

Ссылка для цитирования: Мажайский Ю.А., Шешенев Н.В. Закрепление оползневых массивов свайной конструкцией. В сб.: Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 7-й Международной конференции (Чэнду, Китай). – Отв. ред. С.С. Черноморец, К. Ху, К.С. Висхаджиева. – М.: ООО «Геомаркетинг», 2024, с. 572–576.

Securing landslides with pile structures

Yu.A. Mazhaisky¹, N.V. Sheshenev²

¹Meshchersky branch of the Kostyakov Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Ryazan, Russia

²Ryazan Institute (branch) of Moscow Polytechnic University, Ryazan, Russia

Abstract. This paper discusses the issues of securing landslides with piles, describes the principles of operation of stud piles and superstructure piles. An effective design of paired piles is proposed, combining the advantages of stud piles and superstructure piles. Theoretical background and computer calculations of the proposed design, which makes it possible to secure landslide masses with rheological properties, are presented.

Key words: pile, landslide, pile structure, landslide massif, anti-landslide measures.

Cite this article: Mazhaisky Yu.A., Sheshenev N.V. Securing landslides with pile structures. In: Chernomoret S.S., Hu K., Viskhadzhieva K.S. (eds.) Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection. Proceedings of the 7th International Conference (Chengdu, China). Moscow: Geomarketing LLC, 2024, p. 572–576.

Введение

Человечество все чаще страдает от чрезвычайных ситуаций, связанных с экологическими проблемами. Одной из основных задач, стоящих перед инженерами, является разработка механизмов управления такими процессами [Буслов, 2018].

Стихийные бедствия угрожают обитателям нашей планеты с начала цивилизации. Где-то в большей мере, в другом месте менее. Стопроцентной безопасности не существует нигде. Природные катастрофы могут приносить колоссальный ущерб, размер которого зависит не только от интенсивности самих катастроф, но и от уровня развития общества и его политического устройства [Фомичев, 2017].



Например, от оползней ежегодно страдают десятки и сотни зданий и сооружений, происходит разрушение полотен дорог, обвалы откосов и склонов, обрушение сооружений и различные аварии. И, конечно, нельзя не отметить, что во время оползней ежегодно становятся жертвами тысячи человек. Это само по себе является наиважнейшим фактором, говорящим об актуальности данной проблемы [Симолян, 2011].

Краткий обзор проблемы

Оползень можно охарактеризовать как отделившуюся массу рыхлых либо связанных пород, с разной степенью динамичности оползающую по наклонной поверхности [Буслов, 2018].

Современная зарубежная классификация оползней-потоков выделяет следующие схемы их движения: вязкое течение; вязкопластическое течение; скольжение по твердой поверхности; смешанная форма течения и скольжения; растекание, а также некоторые виды селевых потоков с выраженной поверхностью скольжения по неподвижному подстилающему слою [Cruden, 1996].

Методы

Оползни по форме «обрушение со срезом и вращением» могут быть рассчитаны методом круглоцилиндрических поверхностей скольжения или с помощью метода равнопрочного откоса, покровные оползни рассчитываются методом «горизонтальных сил». Однако на выбор расчетной модели потока грунтовой массы в значительной степени влияет ее состав, состояние увлажнения и предполагаемая динамика движения [Бурмина, 2017].

Поэтому целесообразно применять реологические модели вязко-пластического течения оползня в виде структурированной среды как одного из наиболее катастрофичных явлений. С реологической точки зрения структурированная среда – это среда, обладающая начальным сопротивлением сдвигу. Она характеризуется тем, что в отличие от неструктурированных сред в ней при напряжениях больше нуля, но меньше начального сопротивления сдвигу, течение не происходит. Вязкое течение неструктурированных сред возможно при любых значениях касательных напряжений, отличных от нуля [Буслов, 2018].

В нашем случае моделирование склона выполнялось с помощью методов теории упругости и заключалось в разбиении грунтового массива, расчетная схема которого представлена на рис. 1, на множество конечных элементов в программном комплексе Plaxis.

Данные

Одним из возможных способов закрепления оползневого делювия является использование свай. Для закрепления или предотвращения оползней, когда имеется прочный подстилающий слой, в котором возможна заделка нижних концов свай или столбов, применяют удерживающие свайные конструкции из одного или двух рядов железобетонных свай, как правило, буронабивных, с ростверком или в виде отдельных свайных кустов, а также железобетонные столбы, сооружаемые враспор с грунтом в шахтах или в скважинах большого диаметра [Ночуйкина, 2022]. Многочисленные факты применения свай в этой области свидетельствуют об их эффективности и стабильности как средства борьбы против оползней.

Известно применение столбов-надолбов и свай-шпилек в качестве закрепления оползневого массива грунта. Столбы-надолбы представляют собой жесткий элемент, который воспринимает оползневое давление и работает на изгиб. Свай-шпильки подобны гибкому элементу, работающему на растяжение.

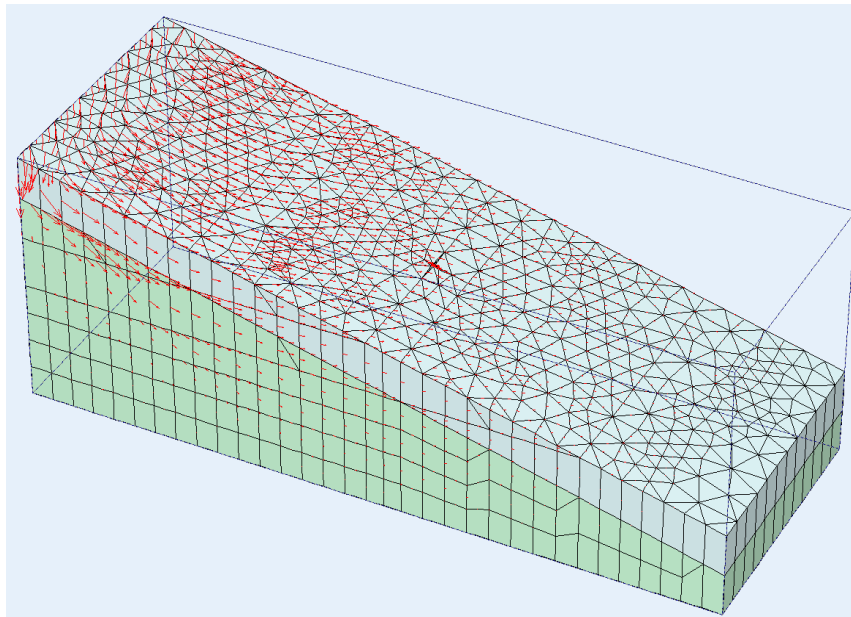


Рис. 1. Схема деформации грунтового массива в случае оползневой эффекта в программном комплексе Plaxis

При большой мощности оползающего слоя изгибающий момент, подлежащий восприятию столбами-надолбами, оказывается большим. Вследствие этого на закрепляемом слое необходимо использовать значительное число столбов-надолбов большого сечения из железобетона. Такое решение является слишком сложным, поэтому используют принцип «шпильки», уподобляемой работе гвоздя, который может изгибаться.

Для обеспечения закрепляющей работы свай-шпилек в земляном массиве необходимо, чтобы они могли работать на растяжение и были надежно закреплены против вырывания как в оползающей, так и в неподвижной толще. Добиться таких условий в практической деятельности также очень сложно. Поэтому авторами предлагается использовать свайную конструкцию, сочетающую в себе достоинства столба-надолба и гибкой свай-шпильки.

Данная конструкция представляет собой совокупность двух свай (рис. 2), соединенных между собой шарнирно и заделанных в несущий слой грунта или коренную породу, по которой происходит скольжение оползневых масс делювия.

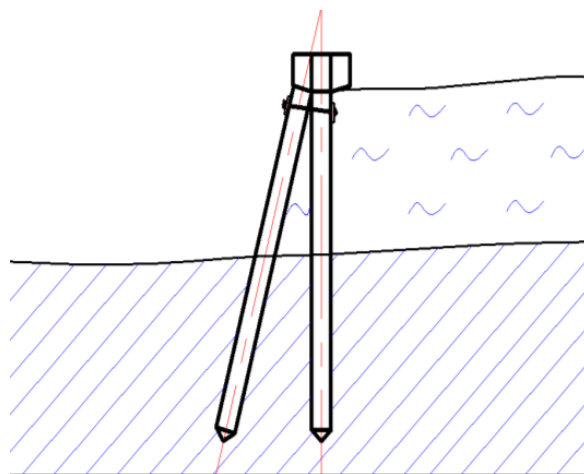


Рис. 2. Схема парной конструкции свай



Анализ

Шарнирное сопряжение позволяет вертикальной свае, воспринимающей давление от движения оползня, работать подобно гибкой свае-шпильке, а наклонной – воспринимать давление от оползня вследствие передачи его через шарнир и передачи его на основание, выполняя функцию распора, благодаря чему не происходит отрыва вертикальной сваи. В целом конструкция подобна работе столба-надолба. Деформации и эпюры моментов данной конструкции можно определить методами строительной механики или моделированием в программном комплексе LinPro. Результаты расчета показаны на рис. 3.

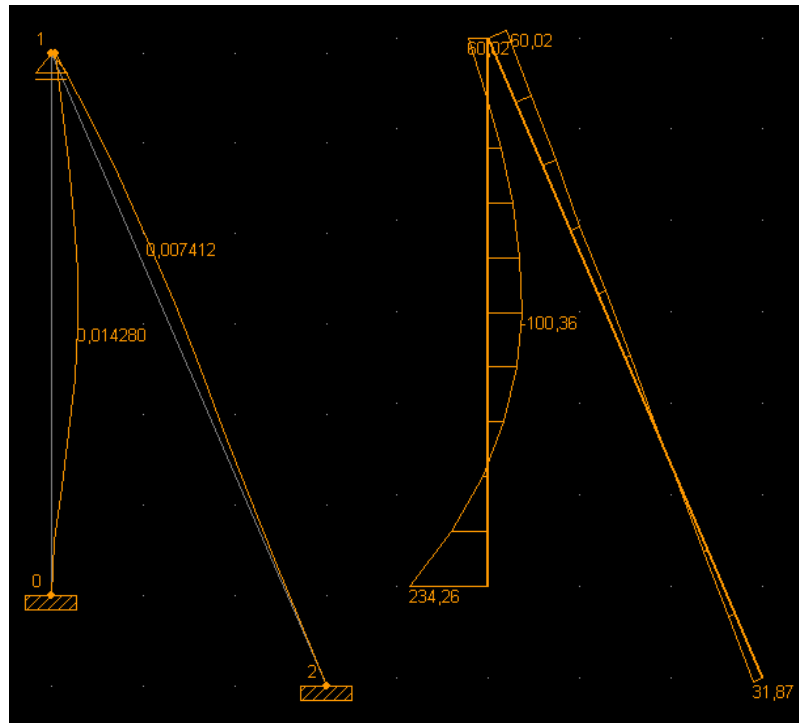


Рис. 3. Эпюры деформаций и моментов в программном комплексе LinPro

Расположение в плане таких конструкций целесообразно выполнять в шахматном порядке, так как такое расположение обосновано при размещении одиночных свай, что позволяет замедлить скорость движения оползневых масс. Возможно соединение шарнирных оголовков рядовых конструкций с помощью ростверка или введение крестообразных связей для придания большей жесткости и устойчивости комплекса предлагаемых конструкций для закрепления оползневых масс. Для облегчения погружения свай целесообразно применение технологии геопалимерной «самообмазки», которая также способствует укреплению макропористых грунтов благодаря попаданию смолы в поры [Буслов, 2017].

Выводы

Конструкция из двойных свай позволяет укрепить массив слабого грунта, обладающий реологическими свойствами, однако в поверхностной зоне возможно «переползание» шарнирного оголовка. Вследствие этого необходимо принять меры по снижению оползневого давления, приходящегося на каждую бисвайную конструкцию. Борьба с этим явлением должна вестись с одновременным уменьшением расстояния между рядами свай и между сваями, использованием осушительных поверхностных мер и фитогенных мероприятий.



Достоинством предлагаемой конструкции является простота монтажа, меньшая глубина заделки свай в несущий слой по отношению к столбам-надолбам и сваям-шпилькам, а также меньшая величина поперечного сечения железобетонной сваи – это обусловлено перераспределением усилий в парной конструкции свай, соединенных шарнирно. Однако вопрос, касающийся размеров поперечного сечения свай, шага в ряду и между рядами парных конструкций свай требует дополнительной проработки с учетом угла наклона дополнительной опоры, который будет зависеть от характера оползня, физико-механических свойств слабых грунтов и коренной породы, а также инженерно-геологических условий [Шешенев, 2016].

Список литературы

- Cruden, D.M. and Varnes, D.J., 1996. Landslide types and processes. In Turner, A.K. and Schuster, R.L. (eds.), *Landslides--Investigation and Mitigation*. Washington D.C., National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, pp. 36–75.
- Бурмина Е.Н., Бакулина А.А., Суворова Н.А. Выбор расчетных моделей потока в зависимости от динамики оползня/ в сборнике: принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве// Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». 2017. С. 70–74.
- Технологическая и прочностная эффективность геополлимерной технологии «самообмазки» при забивке свай / А.С. Буслов, А.А. Бакулина, Е.Н. Бурмина [и др.] // Промышленное и гражданское строительство. – 2017. – № 5. – С. 51–56.
- К вопросу моделирования вязко-пластического течения грунта / А.С. Буслов, А.А. Бакулина, Е.Н. Бурмина, Н.В. Шешенев // Новые технологии в учебном процессе и производства: Материалы XVI межвузовской научно-технической конференции, Рязань, 17–19 апреля 2018 года / Под ред. Платонова А.А., Бакулиной А.А. – Рязань: Индивидуальный предприниматель Жуков Виталий Юрьевич, 2018. – С. 258–268.
- Ночуйкина, А. Ю. способы укрепления грунтовых откосов и склонов / А.Ю. Ночуйкина, Н.В. Шешенев // Наука, техника, педагогика высшей школы. Новые технологии = Science, Engineering, Higher Education Pedagogics. New Technologies, Москва, 01–04 марта 2022 года / Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Москва: Московский политехнический университет, 2022. – С. 590–596.
- Симонян В.В. Изучение оползневых процессов геодезическими методами: Монография / Моск. гос. строит. ун-т. – М.: МГСУ, 2011. 172 с.
- Фомичев К.В. и др. Ошибки в строительстве приводящие к разрушениям. Фомичев К.В., Шемякина А.В., Бакулина А.А. В сборнике: Новые технологии в учебном процессе и производстве Материалы XV межвузовской научно-технической конференции. Под редакцией начальника НИО Платонова А.А., канд. техн. наук Бакулиной А.А. 2017. С. 110–113.
- Шешенев Н.В. Рассмотрение вопроса об использовании конструкции свай для закрепления оползней / Н.В. Шешенев // Строительство – формирование среды жизнедеятельности : сборник материалов XIX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных, Москва, 27–29 апреля 2016 года / ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2016. – С. 1100–1102.