

Литература

1. Авдошенко Н.Д. Геологическая история и геологическое строение Вологодской области / Н.Д. Авдошенко, А.И. Труфанов. Вологда: ВГПИ, 1989.
2. Геологическое строение и полезные ископаемые Вологодской области: Учеб. пособие / А.Л. Буслевич, В.И. Гаркуша, Н.Д. Авдошенко, Л.Б. Галкина. Вологда: Изд-во ВИРО, 2001.
3. Куликовский Г.И. Зарастающие и периодически исчезающие озера Обонежского края // Землеведение. 1895. Т.1. Кн.1. С.17-48.
4. Чикишев А.Г. Проблемы изучения карста Русской равнины /А.Г. Чикишев. М.: МГУ, 1979.

АКТИВИЗАЦИЯ ТЕРМОДЕНУДАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ ЯМАЛЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ТЕХНОГЕНЕЗА

А.В. Хомутов^{1,2}, Ю.А. Дворников¹, М.О. Лейбман^{1,3}, А.А. Губарьков³, Д.Р.
Муллаануров¹

¹Институт криосферы Земли СО РАН, Тюмень, Россия, E-mail: akhomutov@gmail.com

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

³Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, Россия

Аннотация. Представлены данные полевого мониторинга и анализ дистанционных материалов по активизации термоденудационных процессов на ключевом участке Центрального Ямала при климатических колебаниях последних лет и возрастающем влиянии техногенеза.

Abstract. Presented are data on field monitoring and analysis of remote sensing data on activity of thermal denudation on Central Yamal key site under recent climatic fluctuations and technogenic impact intensification.

Климатические колебания в последние годы и активное освоение месторождений углеводородов в значительной степени повлияли на усиление активности криогенных процессов в тундровой зоне полуострова Ямал. На Центральном Ямале, где в 1989 г. происходил массовый сход криогенных оползней скольжения [5], с 2012 г. активно развиваются криогенные оползни течения по пластовым льдам, в большинстве случаев с формированием термоцирков по берегам озер. Ключевой участок "Васькины Дачи", являющийся опорным для изучения криогенных процессов [6], простирается от поймы р.Се-Яха на севере и северо-востоке до поймы р. Морды-Яха на юге и юго-западе по всем выделяемым в районе геоморфологическим уровням.

Авторами термин "термоденудационные процессы" понимается как комплекс гравитационных и эрозионных процессов, совместно развивающихся на склонах при протаивании многолетнемерзлых пород и ведущих к выполаживанию склона [1, 3, 4]. Основное внимание уделено комплексной деструкции (термин введен К.С.Воскресенским [2]) приводящей к образованию специфических форм рельефа - термоцирков. Они образуются в результате совместного воздействия нескольких деструктивных рельефообразующих процессов на залежи подземных льдов.

В период с 1989 по 2012 гг. для ключевого участка было характерно лишь локальное проявление термоденудационных процессов. К 2010 г. по данным дистанционного зондирования на изучаемой территории проявления термоденудации находились, как правило, в неактивном состоянии и зарастали. В 2010 г. при строительстве железной дороги Обская-Бованенково на одном из участков произошла значительная активизация термоденудации с формированием

нескольких термоцирков. Затронутая ими площадь варьирует от 1,5 до 20 тыс. м². В этом случае для активизации процесса потребовалось лишь нарушение нижней части склона при возведении насыпи.

В 2012 г. специфические климатические условия теплого сезона привели к возникновению новых термоденудационных форм, таких как криогенные оползни скольжения и течения, термоцирки с комплексной деструкцией по полигонально-жильным и пластовым льдам. Резкое повышение температуры воздуха и соответственно поверхности в начале теплого периода привело к сходу оползней в начале лета при глубине протаивания, достигшей к моменту активизации процесса не более 30% от максимальной. Мониторинг показал, что и максимальная глубина протаивания превышала среднее значение за 1993-2011 гг. на 15%. На многих участках склонов встречались трещины, по которым наблюдался излив разжиженной породы, что свидетельствует о высоком поровом давлении в сезонноталом слое. К 2013 г, по данным маршрутных наблюдений и дистанционного зондирования, насчитывалось 90 активных термоденудационных форм различных размеров (от 66 м² до 25 тыс. м²) в естественных условиях на площади 345 км². Эти термоденудационные формы образовались без влияния техногенеза. В 2013 г. общая площадь, подверженная активной термоденудации, составила не менее 255 тыс. м² (94 активных формы, включая техногенные термоцирки).

Как показал мониторинг за отступанием бровок ключевых термоцирков (табл., рис.), темпы отступления на начальном этапе активизации довольно высоки и ежегодный прирост площади термоцирка приближается к 20% от общей площади для классических термоцирков с пластовыми льдами и к 50% от общей площади для термоцирков с сочетанием вытаивания пластового и полигонально-жильного льда. Максимальное отступление может достигать 25-30 м/год при средних значениях 15 м/год. При сопоставлении положения бровки термоцирка за 2013 год по снимку в первой половине теплого периода и по натурным данным в конце теплого периода выявлено, что основной прирост площади термоцирка приходится на вторую половину лета, когда тепловое воздействие на залежь подземного льда максимальное. С постепенным увеличением площади термоцирка относительный прирост сокращается в результате разнонаправленного влияния климатических факторов.

Таблица

Отступление бровки ключевых термоцирков на ключевом участке "Васькины Дачи"

Дата измерения положения бровки	Площадь термоцирка, тыс.м ² (прирост, %)
Термоцирк А	
05.09.2012	2,3
05.07.2013	2,9 (26,9)
27.08.2013	4,2 (45,9)
30.08.2015	6,4 (50,2)
Термоцирк Б	
05.07.2013	25,7
26.08.2013	30,8 (19,8)
27.08.2014	35,9 (16,5)
26.08.2015	40,8 (13,6)

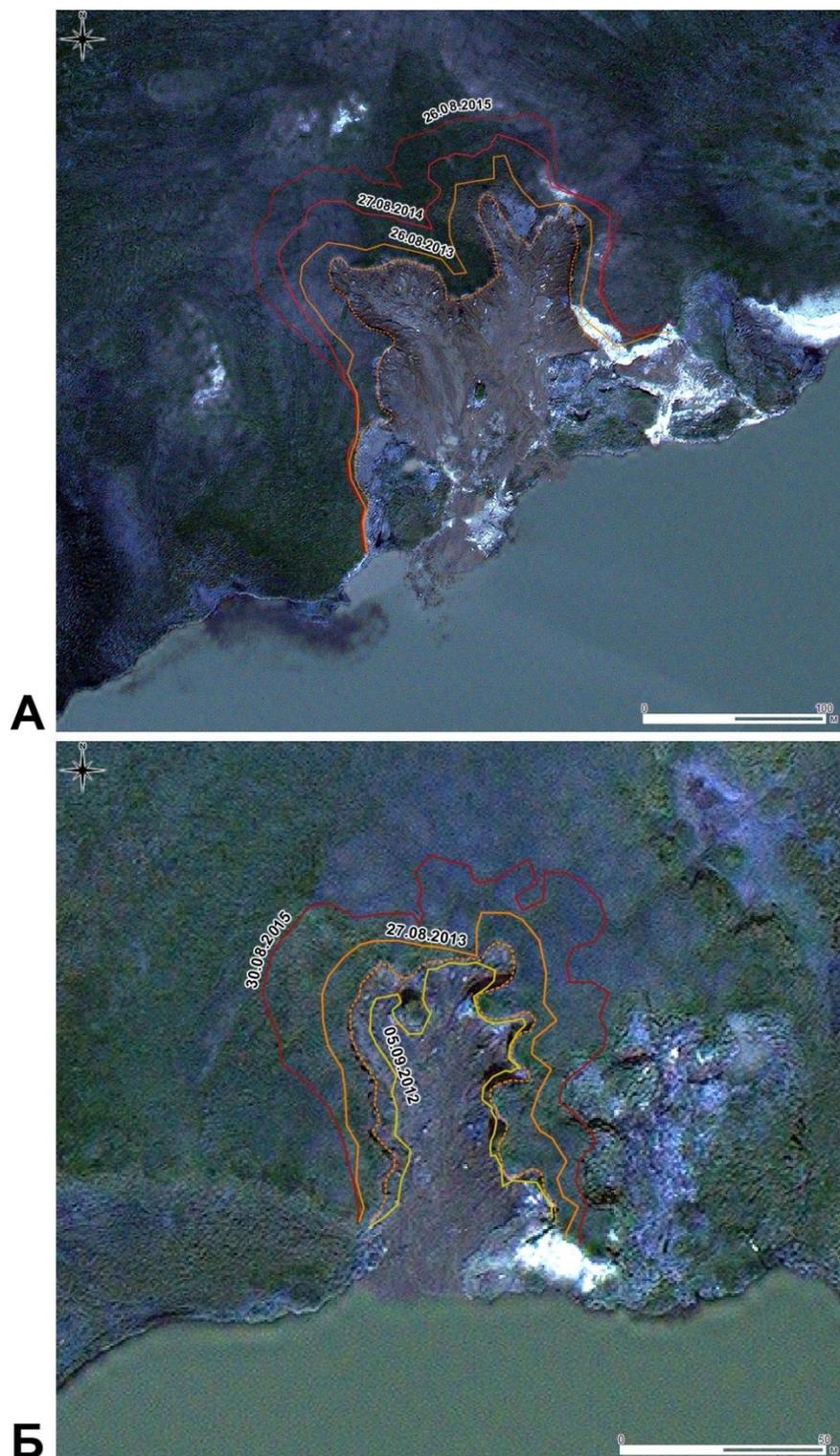


Рис. Отступление бровок термоцирков с пластовыми льдами (А) и с пластовыми и полигонально-жильными льдами (Б). Пунктирной линией показано положение бровки термоцирков на космическом снимке высокого разрешения по состоянию на 05.07.2013 г., GeoEye 1 source (Digital Globe Foundation)

Таким образом, в настоящее время в тундровой зоне полуострова Ямал наблюдается преобладание процессов, связанных с вытаиванием залежеобразующего льда из многолетнемерзлых пород (криогенные оползни

течения), над процессами, связанными с формированием льда в СТС (криогенные оползни скольжения), что обусловлено как периодическим повышением глубины протаивания, так и последовательным повышением температуры пород.

Наблюдаемая последние годы активизация термоденудационных процессов на полуострове Ямал связана с аномально теплым весенне-летним сезоном 2012 г., к концу которого на некоторых склонах произошло оттаивание верхней части сильнольдистых многолетнемерзлых пород и пластовых льдов, что спровоцировало сход криогенных оползней течения и дальнейшее развитие термоцирков.

Работа выполняется при поддержке РФФИ (проект "13-05-91001-АНФ_a), а также гранта Президента Российской Федерации для ведущих научных школ НШ-3929.2014.5.

Литература

1. Арэ Ф.Э. Термоабразия морских берегов, М., Наука, 1980, 159 с.
2. Воскресенский К.С. Современные рельефообразующие процессы на равнинах Севера России. М., МГУ, 2001, 262 с.
3. Воскресенский К.С., Совершаев В.А. Роль экзогенных процессов в динамике арктических побережий // Динамика арктических побережий России, М., МГУ, 1998, с. 35-48.
4. Жигарев Л.А. Термоденудационные процессы и деформационное поведение протаивающих грунтов. М., Наука, 1975, 110 с.
5. Лейбман М.О., Кизяков А.И. Криогенные оползни Ямала и Югорского полуострова. М, ИКЗ СО РАН, 2007, 206 с.
6. Leibman, M.O., Khomutov, A.V., Gubarkov, A.A., Mullanurov D.R., Dvornikov Yu.A. The research station "Vaskiny Dachi", Central Yamal, West Siberia, Russia – A review of 25 years of permafrost studies. Fennia, 2015. 193:1, P. 3-30.

SOLUTION TO PREVENT ROCKSLIDE AT LEFT PORTAL OF NORTH TUNNEL OF DA NANG - QUANG NGAI EXPRESSWAY IN QUANG NAM, VIETNAM

Phi Hong Thinh¹, Pham Quoc Tuan², Pham Ngoc Minh³

1 University of Transport and Communications, Hanoi, Vietnam, E-mail: phthinh.tomsk@gmail.com

2 Vietnam Society of Rock Mechanics, Hanoi, Vietnam, E-mail: tuanpq81@gmail.com

3 Transport Engineering Design Incorporation, Hanoi, Vietnam, E-mail: minhreco@gmail.com

Abstract. Da Nang - Quang Ngai Expressway is one part of the North - South Expressway of Vietnam with 130km long, 24.5m wide. Tunnel is a section of construction package 4 with station of Km22+500 - Km23+000. The tunnel is located at Duy Son and Duy Chung communes, Duy Xuyen district, Quang Nam province, Vietnam. The tunnel is designed to go through a small hill with altitude of about 120m above sea level and 500m long and has two bounds - called North and South Tunnel. The North Tunnel has two portals - left and right. Bedrock is a sedimentary rock (alternation of sandstone and conglomerate). Authors have researched in the field, detected inaccurate in geotechnical investigation report, applied discontinuity model and failure criterion for anisotropic rock, analyzed stability of rock slope and proposed solution to prevent rockslide at the Left Portal of the North Tunnel of the Expressway.

Introduction

Da Nang - Quang Ngai Expressway is one part of the North - South Expressway of Vietnam with 130 km long, 24.5m wide. The tunnel is a section of construction package 4 with station of Km 22+500 – Km 23+000. The tunnel is located at Duy Son and Duy Chung communes, Duy Xuyen district, Quang Nam province, Vietnam. The tunnel has two bounds - North and South. The North tunnel has two portals - Left and Right.