

ОПАСНЫЕ КРИОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В НИЗОВЬЯХ ЕНИСЕЯ

Иванов М.Н.

МГУ им. М.В. Ломоносова, географический ф-т, Москва

Енисейский Север расположен во всех географических подзонах тундры. Многолетнемерзлые толщи имеют сплошное распространение, характеризуются температурами от $-2,5^{\circ}\text{C}$ до -9°C , их мощность варьирует от первых десятков до 600 м [3]. Четвертичные толщи представлены дисперсными морскими и аллювиально-морскими отложениями. На территории развиваются различные криогенные процессы, влияние которых на природную среду и геотехнические объекты исследовано в августе 2007 г. При инженерном освоении территории особенно большую опасность для зданий и сооружений представляют термоэрозия, термокарст, термоабразия, пучение; заметное воздействие оказывают морозобойное растрескивание, солифлюкция, оплывание, крип и др. Степень опасности процессов зависит от назначения объекта, времени и сезона воздействия.

Термоэрозия. В высоких (до 15-40 м) обрывах Западного побережья Таймыра широко развиты и неоднократно описаны мощные (до 10 м по вертикали) полигонально-жильные льды (ПЖЛ).

Здесь имеются также выходы пластовых залежей льда [2]. В таких геокриологических условиях при потеплении климата и антропогенном воздействии происходит изменение мерзлотных характеристик, в частности, вытаивание ледяных жил, что приводит к формированию термоэрозионных врезов и блочного рельефа, прослеживающегося на протяжении всего побережья Енисейского Севера. Скорость процесса достигает 10 м/год при глубине вреза до 1-3 м [4] (рис. 1). Морфометрические характеристики блоков (рис. 2) схожи с термоэрозионными врезами, формирующимися на побережье Обской губы в западной части Тазовского п-ва [1].

Населенные пункты, зачастую, расположены на самой бровке эрозионного берегового уступа Енисея, поэтому процесс термоэрозии опасен вторжением в пределы селитебных площадей, которое может привести к деформациям зданий и сооружений.

В ходе полевых исследований разных лет было выявлено, что при стечении неблагоприят-



Рис. 1. Поселок Усть-Порт. Фото автора

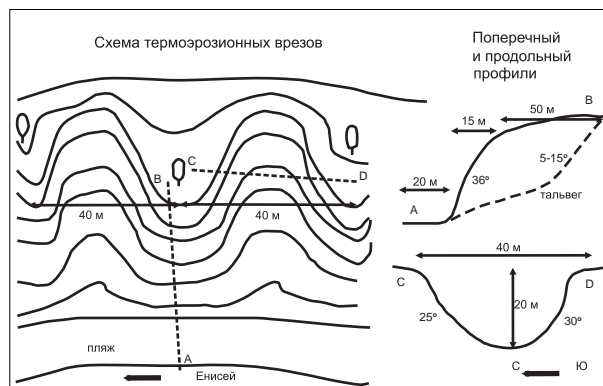


Рис. 2. Морфометрия блочного рельефа в районе поселка Усть-Порт в августе 2007 г.



Рис. 3. Береговой обрыв в августе 2006 г. Фото И.Д. Стрелецкой



Рис. 4. Береговой обрыв в августе 2007 г. Фото автора

ных условий термоэрозия может приводить к стремительной деградации мерзлоты и разрушению толщи со льдами. Так, в районе полярной станции Сопочная Карга при вытаивании пластового льда, перекрытого оторфованной супесью мощностью 40 см, сформировался огромный термоцирк, диаметром до 200 м. Высота обрыва ледяной стенки в 2007 г. достигала 15 м. На поверхности эродируемой толщи на столбчатом фундаменте, заглубленном в мерзлые грунты на 30-40 см, построена деревянная казарма с холодным проветриваемым подпольем и хозяйственные постройки бывшей военной части.

При обследовании объекта в 2006 г. уступ термоэрозионного обрыва, на котором стояла будка, был расположен в 15 метрах от казармы с примыкающей пристройкой [2] (рис. 3). В 2007 г. было зафиксировано перемещение бровки обрыва, в которой вскрылись ПЖЛ, непосредственно под здание казармы и углубление под него на 1 м (рис. 4).

Эти изменения привели к отрыву части фундамента, исчезновению отдельно стоящей будки (вероятно, погребенной в оползающем материале) и обрушению пристройки казармы, обнаруженной на дне термоцирка. При такой скорости развития процесса можно говорить о скором уничтожении казармы и остальных построек, расположенных рядом с ней.

Термокарст в низовьях Енисея распространен довольно широко, чему способствует обилие сильнольдистых (до 90%) озерно-болотных комплексов. Просадки поверхности грунтов могут достигать первых десятков см/год, что при многолетнем протаивании приводит к осадкам фундаментов до 1 м и более [3]. Активизация этого процесса с другими наиболее опасна при удалении или нарушении растительного покрова. Лет-

няя повышенная обводненность термокарстовых западин в зимний период приводит к интенсификации пучения и один процесс усиливает другой.

Антропогенное отопление грунтов при эксплуатации зданий приводит к образованию под ними таликов и деформации фундаментов (рис. 5), что приводит к крену и разрушению зданий.

Термоабразия интенсивно проявляется на эродируемых побережьях Западной части Таймырского п-ва. Ее опасность не столь велика как процессов описанных выше, но может быть значительной при строительстве переходов линейных сооружений через береговую линию. Интенсивное волнение в Енисейском заливе и речные воды в период весеннего половодья приводят к абрадированию дисперсных четвертичных отложений и размыву берегов. Скорость отступления береговой линии варьирует на различных участках побережья от сантиметров до первых метров в год [4].

Термоабразионный процесс часто приводит к подмыву льдистых толщ и образованию козырьков, представленных торфяной подушкой, мощностью до 1 м, которая нависает над пляжем до 1-2 м (рис. 6). Такой козырек из торфа способствует замедлению таяния мерзлых льдистых толщ. Было установлено, что на участках берегов, подвергающихся термоабразии, вынос и накопление плавника некоторым образом препятствуют размыву берегового уступа, сложенного сильнольдистыми отложениями.

Плавник создает ступенеобразные навалы, способствующие закреплению береговой линии (рис. 7). Дисперсный материал, выносимый в результате размыва берегов, часто формирует прибрежный бар, препятствующий судоходству, и требует дноуглубительных работ. Термоабразия опасна еще и на тех участках по-



Рис. 5. Здание в поселке Диксон. Фото автора

бережья, где близко к бровке установлены навигационные маяки Енисейского речного пароходства; в отдельных случаях может происходить их обрушение.

Пучение развито преимущественно на водоразделах и широко проявляется в осенне-зимний период, но зависит от грунтовых условий (влажность, состав, литология грунтов). Наибольшему пучению (от 35-40 до 50 см/год) подвержены супесчаные озерные отложения, наименьшему (до 5 см/год) – пески морского генезиса, пучение суглинков достигает 10 см/год [4]. В ходе исследований 2007 г. отмечено пучение фундаментов и оснований малонагруженных сооружений во многих населенных пунктах Енисейского Севера (рис. 8). Пучение грунтов на данной территории наряду с термокарстом особо опасно в случае прокладки линейных соору-



Рис. 7. Навалы плавника на берегу. Фото автора



Рис. 6. Термоабразионный берег. Фото автора

жений, что на данной территории проявилось при прокладке линии газопровода «Мессояха – Норильск». То же возможно и при строительстве специфических объектов на – дорогах, нефте- и газопроводах, наливных терминалов и др.

Морозобойное растрескивание активно протекает в настоящее время, в период исследований 2007 г. неоднократно отмечались свежие трещины шириной до 2 см и молодые жилы льда в основании деятельного слоя. Широко представлены и древние полигональные образования [3]. Растрескивание грунтов наиболее опасно при строительстве и эксплуатации дорог, взлетных полос, площадок с искусственным покрытием и т.д., которые, как правило, связаны со снятием растительного и снежного покрова, что приводит к нарушению условий теплообмена.

Солифлюкция и оплывание грунтов развиты на всех склонах. Течение оттаивающих грунтов, проявляется достаточно интенсивно, отмечено во многих районах Западного побережья Таймыра, и наблюдалось, в основном, в песчано-суглинистых грунтах в условиях избыточного ув-



Рис. 8. Выпучивание забора в поселке Диксон. Фото автора



Рис. 9. Криогенные оползни скольжения.
Фото А.М. Земсковой

лажнения, которое связано с переобводнением нижней части СТС.

Криогенные оползни скольжения (КОС) развиты на крутых склонах, отмечены в береговых уступах, и приводят к смещению блоков пород размерами 2×7 м (рис. 9).

Таким образом, совокупность криогенных процессов, развивающихся в низовьях Енисея, создает сложную инженерно-геокриологическую обстановку, требующую комплексного анализа условий при освоении данной территории и учета развития и интенсификации описанных процессов при антропогенном воздействии на ландшафт. Особо следует отметить необходимость прогнозирования изменений мерзлотных условий для оценки геоэкологической стабильности территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов М.Н., Земскова А.М., Гюнтер Ф. Мерзлотный мезо- и микрорельеф западной части Тазовского полуострова // Междунар. конф. «Криогенные ресурсы полярных регионов», г. Салехард, июнь 2007 г., Тезисы, т. 2. Пушино, 2007, с. 152-155.
2. Стрелецкая И.Д., Васильев А.А., Каневский М.З. Полигонально-жильные льды как отражение палеогеографических условий верхнего плейстоцена на Енисейском Севере. Материалы V Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. Москва, 7-9 ноября 2007 г. М., ГЕОС, 2007, с. 392-395.
3. Тумель Н.В., Лагов П.А. Криогенный рельеф в низовьях Енисея // Проблемы криолитологии, № 10, Изд-во МГУ, 1982, с. 85-98.
4. Тумель Н.В., Зотова Л.И. Мерзлотно-экологическая оценка состояния ландшафтов в результате антропогенного воздействия // Материалы Первой конф. геокриологов России. Кн. 2. М., 1996, с. 374-384.

Министерство регионального развития РФ
ОАО «Производственный и научно-исследовательский
институт по инженерным изысканиям в строительстве»



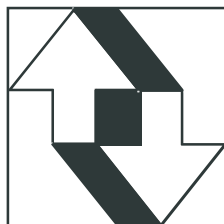
**«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

**МАТЕРИАЛЫ ТРЕТЬЕЙ ОБЩЕРОССИЙСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ
ОРГАНИЗАЦИЙ
20-21 декабря 2007 г.**

Москва, 2008

Министерство регионального развития РФ

ОАО «Производственный и научно-исследовательский
институт по инженерным изысканиям в строительстве»



«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

МАТЕРИАЛЫ ТРЕТЬЕЙ ОБЩЕРОССИЙСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ
ОРГАНИЗАЦИЙ

20-21 декабря 20078 г.

Москва, 2008

Инженерные изыскания в строительстве.
Материалы Третьей Общероссийской конференции изыскательских организаций.
М.: ОАО ПНИИИС. 2007.

Редакционная группа: *к.г.-м.н. Павлова О.П., к.г.н. Шаманова И.И., д.г.-м.н. Каплина Т.Н.,
к.т.н. Львов В.К., Доронина С.В.*

В сборнике материалов Третьей Общероссийской конференции изыскательских организаций опубликованы доклады, посвященные различным аспектам инженерных изысканий.

Материалы представлены сотрудниками научно-исследовательских и проектно-изыскательских институтов (ПНИИИС, ФГУП «НИЦ «Строительство», ГУП «НИИ-Мосстрой», НИЦ «СтройГеоСреда», ОАО «Проекттрансстрой», НИИОСП им. Герсеева, Горный институт УрОРАН, ИКЗ СО РАН, ИГЭ РАН, НИиПИ экологии города, ВИСХАГИ, НИПИ «Атомэнергопроект», «БашНИИстрой», «НК Роснефть», ИФЗ РАН и др.); ведущих высших учебных заведений (МГУ им. М.В. Ломоносова, РГГРУ, МГСУ, МИИГАиК, Белгородский, Читинский, Тверской, Казанский госуниверситеты, ГУПС Санкт-Петербурга и др.), крупнейших производственных организаций (ОАО Гипротрубопровод, Ленгипротранс, Мосгоргеотрест, Мосoblгеотрест, ВерхнекамТИСИЗ, КалугаТИСИЗ, Воркутагеология, Ямбурггаздобыча, КузбассТИСИЗ и др.).

Сборник предназначен для широкого круга специалистов в области инженерных изысканий, проектирования, строительства, экологии, для студентов и аспирантов профильных вузов.