

Научная статья

УДК 699.83

EDN RJSQKW

**Причины повреждения зданий и сооружений
ввиду негативного воздействия многолетней мерзлоты**

Вадим Викторович Пуховой¹, студент магистратуры

Научный руководитель – Александра Александровна Кравцова²,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

^{1,2} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия, 1_uyn81@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные факторы, влияющие на устойчивость зданий и сооружений, построенных в зоне распространения многолетней мерзлоты, и вызванные этими факторами негативные процессы и явления. Выполнена оценка степени влияния различных факторов в современных условиях.

Ключевые слова: многолетняя мерзлота, морозное пучение, деградация мерзлоты, деформация, устойчивость

Для цитирования: Пуховой В. В. Причины повреждения зданий и сооружений ввиду негативного воздействия многолетней мерзлоты // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы 2-ой всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (Благовещенск, 12 февраля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 148–154.

Original article

**Causes of damage to buildings and structures
due to the negative effects of permafrost**

Vadim V. Pukhovoy¹, Master's Degree Student

Scientific advisor – Alexandra A. Kravtsova²,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

^{1,2} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

1_uyn81@mail.ru

Abstract. The article considers the main factors affecting the stability of buildings and structures built in the permafrost zone, and the negative processes and phenomena caused by these factors. The degree of influence of various factors in modern conditions has been assessed.

Keywords: permafrost, permafrost degradation, deformation, stability

For citation: Pukhovoy V. V. Causes of damage to buildings and structures due to the negative effects of permafrost. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *2-aya Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh (12 fevralya 2025 g.)*. (PP. 148–154), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Современное изменение климата оказывает все более ошутимое влияние на хозяйственную деятельность человека. Мы все чаще обращаем внимание на то, что происходящие природно-климатические процессы становятся более интенсивными, выраженными и агрессивными для нормального существования человеческого организма.

Важнейшим условием успешности строительства является оценка природных условий района строительства, их анализ и учет при проектировании зданий и сооружений. Опасны не столько сами неблагоприятные условия, сколько их недостаточное знание [1, С. 192].

В Амурской области, особенно в северных и центральных районах, имеет большое распространение многолетняя мерзлота. Она обычно представляет собой промороженный дисперсный или скальный грунт, находящийся в мерзлом состоянии более двух лет и содержащий в своем составе, помимо минеральной части, замерзшую воду в виде льда или непосредственно лед большой мощности. В строительстве и проектировании многолетняя мерзлота ассоциируется как мерзлый грунт и изучается в контексте изучения физических и механических свойств мерзлого грунта. Основными параметрами в этом случае являются: посадачность при оттаивании и температура, при которой грунт находится в естественном состоянии.

Так как грунты в своем составе содержат воду, то при промерзании они увеличиваются в объеме. Степень изменения объема грунта будет зависеть от степени водонасыщения. В основном температура многолетних мерзлых грунтов измеряется от 0 до минус 3 °С; причем наиболее низкие температуры грунтов присущи северным регионам Дальнего Востока. В Амурской области

наиболее распространены грунты с температурой до минус 1 °С.

Согласно исследованиям в области оценки изменений температуры многолетних мерзлых грунтов, температура данного типа грунтов за последние четыре десятилетия в зоне многолетней мерзлоты России на глубине до 320 см повысилась на 0,8–1,6 °С (то есть на 0,2–0,4 °С за десять лет). Исходя из этого, можно говорить об постепенном оттаивании многолетней мерзлоты в результате изменений климата, что приводит к ее деградации и отступлению границ распространения [2]. Деградация вечной мерзлоты набирает обороты и угрожает глобальными рисками как природе, так и возведенной в этой зоне инфраструктуре. Ущерб уже оценивается миллиардами рублей.

По данным Института мерзлотоведения Сибирского отделения РАН, наблюдающееся в последние десятилетия потепление в Арктике привело к сокращению площади вечной мерзлоты на 2–3 % на ее южной границе. В целом мерзлота занимает 65 % территории России.

Как пример, обрушение многоквартирных жилых домов в Якутске в 2010, 2011 и 2015 гг., а также обрушение балкона и части фундамента здания Сбербанка. В июне 2021 г. обрушился фундамент очередного жилого дома, по несущей стене пошла трещина.

Амурская область не стала исключением и здесь также зафиксированы многочисленные повреждения жилых и общественных зданий, промышленных объектов и элементов дорожной инфраструктуры. Одним из часто страдающих от действия мерзлоты является город Сковородино, расположенный на северо-западе области. Здесь по данной причине уже утрачено два детских сада, многоквартирный жилой дом, кинотеатр. При этом много зданий находятся в поврежденном состоянии.

Причины повреждения зданий и сооружений. Основной причиной повреждения зданий в большинстве случаев является снижение их устойчивости из-за оттаивания мерзлоты.

В зоне распространения многолетней мерзлоты строительство, как правило, ведут по принципу использования многолетних мерзлых грунтов, согласно СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» [3]. При этом мерзлота должна сохраняться на протяжении всего срока эксплуатации объекта. Однако, как показывает практика, это условие не соблюдается, что приводит к двум основным типам изменений состояния многолетней мерзлоты, состоящим в оттаивании мерзлых грунтов и пучении грунтов при промерзании.

Причины оттаивания мерзлоты. Так как появление многолетних мерзлых грунтов является природным процессом, то и существование этих грунтов возможно в естественной природной среде, а вмешательство человека нарушает баланс этой среды и ее устойчивость к внешним факторам. Таким образом, причины оттаивания можно подразделить на:

1) естественные (например, повышение среднегодовой температуры воздуха, увеличение количества осадков как в зимний, так и летний период, растительный покров);

2) антропогенные (например, нарушение поверхностных условий (удаление растительного покрова), нарушение поверхностного стока, утечки из инженерных сетей, складирование на прилегающей территории и т. д.).

Естественные причины оттаивания мерзлоты связаны преимущественно с потеплением климата. В этих условиях происходит увеличение глубины оттаивания и повышение температуры мерзлых грунтов. Однако в естественном залегании такие изменения приводят лишь к временному снижению устойчивости природной системы. Например, в условиях малоснежной и холодной зимы сезонное промерзание грунтов может достичь границы многолетней мерзлоты, где происходило их слияние. Под действием энергии холода, проникающей на глубину, температура мерзлых грунтов вновь снижается и устойчивость системы восстанавливается. Конечно в перспективе, при дальнейшем

общем повышении температуры и смягчении климатических условий, потенциал к самовосстановлению многолетней мерзлоты будет снижаться вплоть до полного его исчезновения.

Что же касается антропогенных факторов, вызывающих оттаивание многолетней мерзлоты, то они имеют более чувствительное влияние и более разрушительные последствия. В настоящее время уже разработана нормативная база с требованиями к проектированию и строительству в условиях многолетней мерзлоты, призванными максимально обезопасить промышленные и гражданские объекты. Почему же тогда возникают аварийные ситуации, приводящие к повреждению зданий и сооружений? Причиной является отсутствие рекомендаций и требований по эксплуатации конкретно взятого объекта, а также нежелание соблюдать эти рекомендации; отсутствие, потеря или частичная утрата какой-либо проектной и исполнительной документации.

Можно выделить основные причины разрушения зданий, которые обобщены как антропогенные: ошибки и недостаточный объем инженерно-геологических изысканий; нарушения правил проектирования, правил организации строительства в условиях многолетней мерзлоты; отсутствие или недостаточное благоустройство прилегающей территории; нарушение правил эксплуатации зданий в условиях многолетней мерзлоты; аварии на инженерных сетях; утечки и подтопление фундаментов.

Причины морозного пучения грунтов. Морозное пучение грунтов явление довольно распространенным и хорошо известно строителям и проектировщикам. Разработано множество правил и норм для того, чтобы это явление не оказывало негативного воздействия на здания и сооружения. Связано это явление, как правило, с верхней частью грунтовой толщи, подвергающейся сезонному промерзанию. Возникает вопрос: как же оно связано с многолетней мерзлотой, ведь грунты уже проморожены и приобрели свой объем?

На наш взгляд, пучение грунтов может быть связано с нарушением поверхностных условий или иной хозяйственной деятельностью человека. В кровле многолетних мерзлых грунтов появляется «чаша протаивания», которая становится неким аккумулятором влаги как конденсационной, так и просачивающейся атмосферной. Зачастую грунт в этой части приобретает высокую влажность и, как следствие, высокую степень пучинистости. Но как уже отмечалось, многолетняя мерзлота может восстанавливаться в благоприятных для этого условиях, что неизбежно приведет к смерзанию увлажненного грунта и его значительной деформации от пучения. Этот процесс вызывает выдавливание опор и фундаментов при промерзании грунтов, повреждение материалов свай, их разрыв и выпучивание [4].

Заключение. *Выделив основные силы, действующие на здание, возведенное в условиях многолетней мерзлоты, и главные причины их появления, можно уже сейчас приступить к разработке программы по внедрению правил сохранения многолетней мерзлоты на застроенной территории. В этом вопросе основную роль должны играть административные органы, так как научное сообщество уже давно наблюдает за свойствами многолетней мерзлоты и на основе этих наблюдений разработано множество норм и правил изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации. Однако их соблюдение по-прежнему никак не контролируется. Промедление только усугубляет ситуацию, ведь для многих зданий и сооружений завтра уже наступило и без мероприятий по сохранению им грозит полная утрата или преждевременный снос.*

Список источников

1. Холмурадов Р. Н., Шелковкина Н. С., Кравцова А. А. Анализ инженерно-геологических условий участка строительства // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный

университет, 2024. С. 191–196.

2. Шестюков А. Б. Современные изменения термического состояния многолетней мерзлоты России и их возможные последствия для фундаментов зданий и технических сооружений : автореф. дис. ... канд. географ. наук. М., 2008. 23 с.

3. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах // Техэксперт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095519> (дата обращения: 05.12.2024).

4. Антипова Д. А. Проектирование железобетонных свайных фундаментов в зоне вечной мерзлоты // Материалы 64-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2018. С. 8–12.

References

1. Kholmuradov R. N., Shelkovkina N. S., Kravtsova A. A. Analysis of the engineering and geological conditions of the construction site. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 191–196), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

2. Shestyukov A. B. Modern changes in the thermal state of permafrost in Russia and their possible consequences for the foundations of buildings and technical structures. *Extended abstract of candidate's thesis*. Moscow, 2008, 23 p. (in Russ.).

3. Foundations on permafrost soils. (2012) *SP 25.13330.2012 docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200095519> (Accessed 05 December 2024) (in Russ.).

4. Antipova D. A. Designing reinforced concrete pile foundations in the permafrost zone. Proceedings from *64-ya Universitetskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya studentov i molodykh uchenykh*. (PP. 8–12), Tomsk, Tomskii gosudarstvennyi arkhitekturno-stroitel'nyi universitet, 2018 (in Russ.).

© Пуховой В. В., 2025

Статья поступила в редакцию 28.01.2025; одобрена после рецензирования 06.02.2025; принята к публикации 26.02.2025.

The article was submitted 28.01.2025; approved after reviewing 06.02.2025; accepted for publication 26.02.2025.