

РЕЖИМООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ КРИОГЕННО-НАПОРНОГО ПОДТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ С. КОШ-АГАЧ

М.С. Достовалова

Открытое Акционерное общество «Алтай-Гео», ТЦ «Алтайгеомониторинг», с. Майма

В рамках государственного мониторинга экзогенных геологических процессов (ГМ ЭГП) Территориальным центром «Алтайгеомониторинг» дважды, в марте 2000г. и 2005г., обследовалась чрезвычайная ситуация, возникающая в зимний период на территории с. Кош-Агач. На протяжении последних лет с различной степенью интенсивности в селитебной зоне с. Кош-Агач наблюдается подтопление жилого сектора и производственных зданий криогенно-напорными водами. Это явление имеет четкую временную и пространственную приуроченность к зимнему периоду времени (январь - март) и жилым и хозяйственным объектам.

Суть явления, исходя из результатов обследования, сводится к следующему. Подтопление зданий происходит в границах жилых и надворных построек, в основном, в рамках фундамента (периметра) дома. Источником подтопления являются криогенно-напорные надмерзлотные воды, разгружающиеся по ослабленным зонам (таликам мерзлых пород) на дневную поверхность. Подтопление начинается в январе, достигает своего максимума в конце марта, исчезновение воды происходит постепенно к концу апреля, либо в мае. В большинстве зданий и сооружений уровень надмерзлотных вод устанавливается на глубине, близкой к дневной поверхности, лишь в отдельных случаях, приток воды столь велик (а, следовательно, и криогенный напор), что необходимы откачки, иначе уровень может подняться выше дневной поверхности (или пола).

В 2000 году согласно данным МГОЧС по РА негативное воздействие подтопления испытывало 90 жилых домов и несколько административных помещений. Масштабы данного явления в 2005г. приобрели характер бедствия. По данным МГОЧС по РА, количество пораженных домов (квартир) согласно предоставленным администрацией с. Кош-Агач спискам, составляет 374 объекта, а число проживающих в них людей – 1106 человек.

Режимобразующие факторы подтопления территории с. Кош-Агач. Развитие криогенно-напорного подтопления территории носит избирательный характер и контролируется, в первую очередь, геологическими факторами. Геологические факторы по уровню изменчивости подразделяются на постоянные факторы (геологическое строение, тектоника, рельеф), контролирующие интенсивность и генетические особенности ЭГП, медленно изменяющиеся факторы (гидрогеологические и геокриологические условия местности), характеризующие тенденции развития ЭГП, и быстроизменяющиеся (сейсмическая активность), обуславливающие режим активности ЭГП.

Роль каждого из факторов весьма значительна и контролирует важные параметры геокриологических процессов, в том числе подтопления.

Помимо геологических факторов, решающую роль в активности и интенсивности проявлений ЭГП играют метеорологические условия местности, дополняющие ряд быстродействующих факторов развития ЭГП [].

Рассмотрим геологические и климатические предпосылки данного явления.

Постоянные факторы. Районный центр Кош-Агач расположен в зоне влияния восточной ветви Чарышско-Теректинского разлома, в центральной части Чуйской впадины, на междуречном пространстве рек Чуя, Чаганка и Тонбасу в пределах аллювиальной поймы и озерно-аллювиальной равнины. Абсолютные отметки равнинной поверхности села колеблются в пределах от 1744 м (урез реки Чуи) до 1751 м. Рельеф равнинной поверхности относительно ровный, с незначительными замкнутыми западинами и линейными понижениями, обусловленными множеством реликтовых отмерших русел и проток Чуи и ее притоков. Пространственное расположение села на междуречье трех рек с большим количеством проток предопределяет развитие сплошной вечной мерзлоты с многочисленными островами талых грунтов, тяготеющих к низким пойменным террасам и руслам рек. По данным многочисленных скважин, вскрывающих рыхлые отложения на глубину 5-20м, геологический разрез на всей территории села представлен двумя толщами (сверху вниз):

1. Зона сезонного промерзания и оттаивания. В естественном состоянии это сезонноталые, талые и сезонно-мерзлые грунты. В литологическом отношении это преимущественно гравийные отложения с песчаным, либо суглинистым заполнителем, с многочисленными прослоями и линзами суглинков и супесей серых и темно-серых, песков гравийных, крупнозернистых и мелкозернистых. Суглинки в прослоях и линзах, а также суглинистый заполнитель в гравийных породах обладают сильными пучинистыми свойствами. Глубина зоны сезонного промерзания и оттаивания колеблется от 2,5 м до 5,6 м. Температура талых грунтов по данным геотермических измерений колеблется от $-6,6^{\circ}\text{C}$ в январе до $+0,2^{\circ}\text{C}$ в мае. Температура грунтов в зоне неслившейся мерзлоты колеблется от 0° до $+0,2^{\circ}\text{C}$. Большое количество линз, прослоев и залежей слабоводопроницаемых грунтов (суглинков, супесей) на небольшой глубине от дневной поверхности весьма благоприятно для формирования горизонтов надмерзлотных грунтовых вод.

2. Зона вечномерзлых грунтов. В естественном состоянии это вечномерзлые твердомерзлые преимущественно песчаные отложения с массивной, либо слоистой криотекстурой, с линзами и прослоями супесей и суглинков. Гранулометрический состав песков разнообразен – от гравийных разностей до мелкозернистых и пылеватых песков. Верхняя граница вечной мерзлоты вскрыта скважинами на глубине 3,7-6,5 м. Температура вечномерзлых пород на глубине 10м (условно принятой подошве слоя годовых колебаний температур) колеблется в интервале от $-0,2^{\circ}$ до $-1,8^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, основными режимобразующими факторами постоянного характера являются геоморфологические особенности территории села, а именно его пространственное положение в междуречном пойменном пространстве реки Чуя и ее притоков, и литологические особенности геологического разреза, в том числе наличие сезонно-талых и вечномерзлых пород разнообразного состава.

Медленно изменяющиеся факторы. Чуйская впадина – зона островной и сплошной многолетней мерзлоты с окнами талых пород, приуроченных к низким пойменным равнинам рек, днищам современных озер, к заболоченным, часто замкнутым понижениям рельефа. Максимальная мощность многолетней мерзлоты [3, 4] в Чуйской котловине и ее окрестностях крайне неравномерна. В горном обрамлении высокогорных котловин мощность многолетнемерзлых пород значительно больше, чем во впадинах. В Чуйской впадине максимальные значения вечной мерзлоты зафиксированы в с. Кош-Агач (66 м) и его окрестностях (75 м), в с. Тобелер (45 м). Температура вечномерзлых толщ колеблется от $-0,2^{\circ}$ до $-1,8^{\circ}\text{C}$. На участках развития вечномерзлых суглинков, супесей и пылеватых песков наблюдается устойчивый температурный режим $-0,5^{\circ}$ – $-1,8^{\circ}\text{C}$, весьма благоприятный для строительства. Напротив, в средне-, крупнозернистых и гравийных песках температурный режим близок к 0°C ($-0,2^{\circ}\text{C}$), что говорит о неустойчивом характере температуры. Неустойчивый, близкий к 0°C , режим температуры вызывает активизацию геокриологических процессов, негативно влияющих на инженерно-геологические объекты и сооружения.

Наибольший интерес с точки зрения поставленных проблем вызывают гидрогеологические условия первых от поверхности горизонтов надмерзлотных грунтовых вод, в частности, воды деятельного слоя (ДС). Воды деятельного слоя в пределах Чуйской впадины распространены спорадически и приурочены к слою сезонного оттаивания, который существует с апреля (начало оттаивания) по октябрь (начало промерзания). Воды ДС имеют сложный переменный режим фильтрации, обусловленный практически полным промерзанием пород в зимний период года. Уровень надмерзлотных вод, зафиксированный в многочисленных скважинах при инженерно-геологических изысканиях, колеблется в пределах 0,4-3,5 м (время бурения апрель - октябрь). Если в летний период времени воды ДС безнапорные, то в зимний период по мере промерзания они приобретают криогенный напор.

Надмерзлотные воды, кроме того, имеют распространение на участках интенсивного водообмена между поверхностными и подземными водами – руслах рек, речных долин, пойменных и надпойменных террас, в пределах которых развиты подрусловые и прирусловые несквозные талики. Надмерзлотные воды, получившие широкое распространение в пределах Чуйской впадины, в том числе и на территории села Кош-Агач, представлены водами деятельного слоя и водоносными горизонтами несплошных подрусловых и прирусловых таликов. Поскольку нет возможности разделить эти горизонты на современном этапе изучения проблемы, в дальнейшем все надмерзлотные воды, залегающие над зоной вечномерзлых пород, будут именоваться водами деятельного слоя. Распростране-

ние вод деятельного слоя связано с водопроницаемыми гравийными и песчаными отложениями аллювиального генезиса. Водоупорным основанием для этих вод является верхняя поверхность многолетнемерзлых пород, либо местные водоупоры, образованные линзами и прослоями слабоводопроницаемых суглинистых осадков. Для надмерзлотных вод деятельного слоя характерно чередование в годовом разрезе напорного и безнапорного режима фильтрации, что обуславливается криогенным промерзанием пород деятельного слоя сверху вниз вплоть до полного сливания с вечной мерзлотой в зимний период года. С наступлением отрицательных среднесуточных температур воздуха (октябрь) деятельный слой постепенно промерзает, а воды этого слоя приобретают криогенный напор. Максимальное, нередко полное, промерзание слоя наблюдается в феврале – марте, что легко объясняется крайне суровыми условиями предшествующих зимних месяцев.

Реки бассейна р. Чуи, основной водной артерии Чуйской котловины, имеют смешанный преимущественно снеговой тип питания с повышенной долей грунтового питания (до 30%). Водный режим рек данного бассейна характеризуется летним половодьем и более высоким стоком зимой, что в условиях суровой зимы предопределяет широкое развитие гидрогенных наледей. Нередко, в пределах пойменных и равнинных пространств Чуйской впадины возникают напорные источники кратковременного действия, образующие обширные наледные тела и наледные бугры. Происхождение этих источников аналогично наблюдаемым в с. Кош-Агач разгрузкам напорных вод в подполах домов. В основном, это криогенно-напорные надмерзлотные воды. Но нередко по таликовым зонам разгружаются и глубокие межмерзлотные и подмерзлотные комплексы, характеризующиеся, как правило, более высокой минерализацией и характерным для палеоген-неогеновых водоносных комплексов химическим составом [2]. Таким образом, криогенно-напорные воды в зимний период являются достаточно характерной чертой Чуйской межгорной впадины.

Итак, основные медленно изменяющиеся факторы развития подтопления сводятся к наличию многолетнемерзлых пород с многочисленными таликами и широкому развитию надмерзлотных вод, имеющих переменный режим фильтрации, связанный с промерзанием пород деятельного слоя. Промерзание деятельного слоя по времени совпадает с режимом подтопления. Так, по данным метеостанции «Кош-Агач» промерзание почв на 30 декабря 2005г. составило 268 см, 10 января 2006г. промерзание достигло 3 м и более. Учитывая мощности пород деятельного слоя (2,5-5,6 м) и уровень надмерзлотных вод в летний период (0,4-3,5 м), можно утверждать, что во второй декаде января наступает почти полное промерзание пород ДС, а иногда и полное сливание с вечномерзлыми грунтами. Криогенный напор в этот период становится достаточным для подъема воды на уровень дневной поверхности.

К быстродействующим факторам следует отнести сейсмическую активность территории и метеорологические условия местности. Чуйская котловина имеет полупустынные ландшафты с разреженной растительностью и маломощными каменистыми почвами, переходящими на глубине в вечномерзлые грунты. Среднегодовая сумма осадков, зафиксированная метеостанцией в с. Кош-Агач, составляет 110 мм, причем в холодный период года с ноября по март выпадает всего 20 мм осадков. Снежный покров устанавливается осенью до формирования Азиатского максимума, с которым связаны крайне суровые условия холодного времени года. Средняя высота снежного покрова не превышает 10 см, максимальная – 18 см. Абсолютный минимум в с. Кош-Агач соответствует -62°C ; в течение трех зимних месяцев среднемесячная температура не превышает -25° : в декабре $-27,4^{\circ}\text{C}$, в январе $-32,1^{\circ}\text{C}$, в феврале $-28,8^{\circ}\text{C}$; среднегодовая температура воздуха $-6,7^{\circ}\text{C}$. Продолжительность безморозного периода – 60-65 суток. Климатические условия обследованной местности характеризуют ее как территорию с предпосылками устойчивого сохранения и развития вечной мерзлоты.

Максимальная активность процессов криогенного подтопления наблюдалась в наиболее суровые зимы 1999-2000гг. и 2004-2005гг. Именно в эти периоды зафиксированы продолжительные морозы, обусловившие среднемесячные температуры воздуха, близкие или превышающие среднепогодные показатели. В 2000г. аномально суровым был январь, среднемесячная температура воздуха $-29,4^{\circ}$, в 2005г. году пониженные среднемесячные температуры характерны для января ($-31,2^{\circ}$) и февраля ($-32,4^{\circ}$). Очевидно, что промерзание пород деятельного слоя и сливание с вечной мерзлотой в эти периоды было более сильным, а, следовательно, и криогенный напор в надмерзлотных горизонтах был более высоким.

На фоне суровых климатических условий территория Кош-Агачского района в последние десятилетия испытывает влияние глобального потепления, которое наиболее контрастно проявляется в высокогорных котловинах. Анализ метеоданных ГМС «Кош-Агач» показывает, что в период мониторинговых наблюдений (1999-2005гг.) температурный режим характеризуется устойчивым превышением среднемесячных температур над среднепогодными показателями. Причем, максимальное превышение отмечается в зимний период года (ноябрь - март), когда превышения температур достигают $+0,7-5,2^{\circ}$, в то время как в остальное время года – не более $3,2^{\circ}$. Очевидно, что стабильное потепление климата не может не влиять на состояние многолетнемерзлых пород и сезонно-талого слоя. Измененное состояние пород на границе сезонно-талых и вечномерзлых грунтов вызывает изменения и в режиме подземных вод, в том числе увеличивается водообильность горизонтов. В этом аспекте активизацию процессов подтопления, приобретающую в последние годы масштабы бедствия, можно рассматривать как одно из подтверждений деградации вечной мерзлоты и увеличения в связи с этим водообильности надмерзлотных водоносных горизонтов.

К особым факторам, оказывающим широкомасштабное влияние на геологическую среду Республики Алтай, относится сейсмическая активность территории. Районный центр Кош-Агач расположен в зоне влияния восточной ветви Чарышско-Теректинского разлома и в нескольких километрах южнее Курайского тектонического шва,

обе тектонические структуры многими исследователями относятся к сейсмоактивным разрывным структурам, контролирующим неотектонические условия Юго-Восточного Алтая, и, в частности, Чуйской сейсмоактивной зоны. По уровню сейсмичности территория Юго-Восточного Алтая относится к сеймоопасным территориям (9-10 баллов по шкале Рихтера). Территория Юго-восточного Алтая в период 1996-2003гг. испытывала форшоковую сейсмическую активизацию, которая завершилась 27 сентября 2003г. Чуйским землетрясением магнитудой 7,5, эпицентр землетрясения находился в 45 км западнее села Кош-Агач [1].

В результате этого события в эпицентральной зоне землетрясения, охватывающей территорию Чуйской и Курайской впадин с горным обрамлением, появились многочисленные деформации поверхности, изменился режим подземных вод. На территории села Кош-Агач на дневной поверхности появились трещины и небольшие рвы (рис. 1). В подполах некоторых домов зафиксировано образование трещин, которые в зимний период служат естественными зонами разгрузки криогенно-напорных вод. Жители многих домов отмечают увеличение притока криогенно-напорных вод после землетрясения (зимой 2003-2004гг. и 2004-2005гг.). В ряде домов подтопление началось в 1996-1998гг., что вполне соизмеримо с началом сейсмической активизации, и продолжается ежегодно до сих пор.

В настоящее время в эпицентральной зоне землетрясения продолжается афтошоковый процесс. Уровень сейсмической активности по числу событий остается повышенным относительно форшокового периода 2001-2002гг. В январе-марте 2005г. произошло 5 сейсмических событий магнитудой 3,0-4,4. В результате сейсмических событий малой амплитуды возможны кратковременные изменения гидродинамического режима подземных вод, усугубляющие процессы криогенного подтопления.

Техногенный фактор. Помимо природных режимобразующих факторов, на развитие и активность процессов подтопления существенное, а иногда и доминирующее значение оказывает техногенный фактор. Жилой фонд села Кош-Агач представлен в значительной части домами, построенными в 60-80-х годах прошлого столетия. Изношенность данных домов высокая. Многие из этих домов построены без учета особенностей строительства в условиях вечной мерзлоты. Сплошные фундаменты без отдушин, утеплительные завалинки, заполненные землей или шлаком, низкие подполы, а иногда и их отсутствие (пол лежит на земле) – вот далеко не полный перечень искусственно созданных причин активизации процессов образования таликовых зон и подтопления в периоды максимального промерзания деятельного слоя. Признаками теплового воздействия на грунты являются, в первую очередь, просадочные явления, наблюдаемые во многих жилых помещениях. При обследовании были зафиксированы усадки домов на несколько венцов, локальные просадки внутри жилых помещений в виде воронок проседания вокруг печей и колонок, просадки крыш, что подтверждает неравномерное проседание по периметру фундамента и т.д. Многие дома в результате просадочных явлений частично разрушены, проживание в них невозможно. Следует отметить, что и в новостройках, сооруженных без учета вечномерзлых грунтов, зачастую наблюдаются явления подтопления. Несмотря на высокие фундаменты и наличие отдушин, в наиболее морозный период (декабрь - февраль) хозяева домов закрывают все отдушины, провоцируя образование таликов под домом.

О существенной роли техногенного фактора свидетельствуют следующие факты. Некоторые дома в 2003-2004гг. были снесены из-за сильного подтопления и невозможности проживания в них. На месте разрушенных домов процесс моментально прекратился, что еще раз подтверждает, что тепловое воздействие помещения играет зачастую решающую роль.

Особенности развития и активизации процессов подтопления. Учитывая режимобразующие факторы активизации процессов криогенного подтопления, развитие данного явления представляется следующим. Подтопление, характерное для селитебной зоны с. Кош-Агач, связано непосредственно с миграционными процессами надмерзлотных вод деятельного слоя в зимний период года. Надмерзлотные воды в процессе зимнего промерзания деятельного слоя приобретают местный криогенный напор и по ослабленным таликовым зонам разгружаются на дневную поверхность. Промерзание деятельного слоя начинается в октябре, с наступлением в районе устойчивых отрицательных среднесуточных температур, максимальные значения промерзания достигаются в конце крайне сурового зимнего периода (рубеж февраля-марта). Именно с максимумом промерзания связано просачивание напорных надмерзлотных вод по таликовым зонам и появление их в подполах и подвалах отапливаемых помещений и надворных построек. По мере повышения температуры воздуха и оттаивания деятельного слоя криогенный напор надмерзлотных вод уменьшается и в период наступления устойчивых положительных среднесуточных температур (май) воды из подвалов исчезают. Таликовые зоны в крайне суровых зимних условиях данной местности могут возникнуть и искусственным путем, в результате термического воздействия хозяйственных сооружений на породы деятельного слоя и вечномерзлые грунты. Сплошные фундаменты, отсутствие отдушин, утеплительные завалинки, заполненные землей или шлаком, низкие подполы, либо их отсутствие – все эти факторы способствуют сохранению среднесуточных положительных (близких к нулю) температур под зданиями, в подполах и подвалах. Мерзлые грунты особенно чувствительны к температурам воздуха, близким к 0°C. Малейшие колебания вокруг этого барьера вызывают таяние грунтов. Расположенные под зданиями «окна» непромерзающих грунтов в условиях широкого распространения надмерзлотных вод в деятельном слое невольно становятся таликовыми зонами, через которые происходит разгрузка надмерзлотных вод на дневную поверхность.

Следует отметить, что число пораженных домов в 2005г. составляет около 30 % жилого фонда. Эта цифра говорит не о массовом распространении данного явления, а об избирательности процесса. Причина избирательности заключается, в первую очередь, в крайне неравномерном распространении горизонтов надмерзлотных вод в деятельном слое, что обусловлено широким развитием в нем глинистых пород (суглинков, супесей, гравийных

отложений с суглинистым заполнителем) в виде линз, прослоев, карманов и т.д. Эти породы, являясь местными водоупорами, наряду с кровлей вечной мерзлоты, определяют миграционные потоки надмерзлотных вод, и, следовательно, условия промерзания деятельного слоя. «Сухое» промерзание, характерное в большей степени для гравийных грунтов, нежели суглинистых, при отсутствии водоносных горизонтов в нем, не представляет большой опасности. Напротив, «ледяное» промерзание, характерное для суглинистых грунтов (лед входит в структуру породы), в совокупности с водоносными линзами и горизонтами надмерзлотных вод способно в случае локального прогревания грунта образовать несквозные таликовые зоны или «ванны» оттаивания. Таким образом, подтопление домов вызвано особенностями миграции надмерзлотных вод в зимний период года, которые обуславливаются, главным образом, литологическим разнообразием пород, слагающих деятельный слой.

В 2005г. процессы криогенного подтопления наблюдались и вне жилых помещений. Так, криогенно-напорные воды зафиксированы из-под надворных построек, в сухих отмерших руслах реки. В сухом старичном русле р. Черная возникло несколько субнапорных источников с большим дебитом («потекла река» по словам местных жителей) вне жилых помещений, но рядом с хозяйственными постройками (из-под стайки животных, из-под туалета и т.д.). Эти источники образовали обширную наледь. На северной окраине села, из ближайшего озера по сухому старичному руслу в сторону села впервые наблюдалось образование наледи. На наледном теле зафиксированы ледяные бугры диаметром до 2 м (высотой до 0,3 м), образованные субнапорными источниками. Развитие данных наледей вполне вписывается в общий сценарий криогенного подтопления территории и обусловлено, с одной стороны, наличием подрусловых таликов в границах отмерших русел и современных озерных котловин, а с другой стороны, повышенным криогенным напором подземных вод в зимний период 2005г.

Развитие и активность процессов криогенного подтопления на территории села в многолетнем режиме неравнозначны. Так, многие дома испытывают ежегодно в той или иной степени подтопление с момента строительства зданий: по улицам Кооперативной, 40 лет Победы – с 70-х годов прошлого столетия, по улицам Чуйской, Карьерной – с 1992-1997гг., по улице 50 лет Победы – с 1998-1999гг. Другие жители, не смотря на ветхость жилья, отмечают первое появление воды в зимние периоды в 1996-1998гг., в последующие годы криогенно-напорные воды появлялись ежегодно. В некоторых домах первое появление криогенных вод зафиксировано только после землетрясения. Во многих домах отмечено заметное увеличение дебита криогенно-напорных вод после землетрясения.

Итак, резюмируя вышеизложенное, режимобразующие факторы развития и активизации образуют следующий ряд:

- **геокриологический фактор:** 1) наличие сезонно-талых и многолетнемерзлых грунтов в геологическом разрезе территории с весьма пестрым литологическим составом пород, 2) наличие многочисленных окон талых пород (таликов), приуроченных к низким пойменным равнинам рек, современным озерным котловинам;
- **гидрогеологический фактор:** наличие близких в поверхности водоносных горизонтов надмерзлотных вод с характерным чередованием безнапорного и напорного режима фильтрации в годовом цикле;
- **метеорологический фактор:** 1) крайне низкая температура воздуха в зимний период, 2) отсутствие снежного покрова, 3) промерзание пород деятельного слоя к первой декаде января на глубину 3м и более, сливание с вечномерзлыми грунтами, 3) деградация мерзлоты;
- **сейсмический фактор:** 1) появление на дневной поверхности и в подполах зданий деформаций в виде трещин и небольших рвов – потенциальных каналов для разгрузки криогенно-напорных вод, 2) кратковременные изменения режима подземных вод в период сейсмических событий малой магнитуды;
- **техногенный фактор:** температурное воздействие на породы деятельного слоя, способствующее искусственному созданию окон талых пород – каналов разгрузки криогенно-напорных вод.

Анализ развития криогенного подтопления территории в многолетнем режиме выявил устойчивые тенденции активизации процессов криогенного подтопления. Во-первых, начало аномального развития подтопления достаточно точно совпадает с началом активизации сейсмических процессов на территории юго-восточной части Алтая. Общая площадь пораженных участков, равно как и количество пострадавших домов, значительно увеличилось после Чуйского землетрясения. Возросла водообильность криогенно-напорных вод. В то же время, несмотря на многолетнее развитие данного явления, большинство жилых домов и в настоящее время строится без учета геологических условий, а именно, без учета многолетнемерзлых пород, наличия многочисленных таликов и близких к поверхности надмерзлотных подземных вод. Учитывая тенденции последних лет, необходимо ужесточить требования к строительным объектам жилого фонда. Необдуманное строительство в условиях многолетней мерзлоты наносит серьезный ущерб сооружениям и окружающей среде. Наиболее распространенными причинами, вызывающими негативное воздействие на здания, инженерно-геологические сооружения и местность в целом, являются непредвиденное таяние многолетней мерзлоты (деградация) и неравномерное вспучивание грунта. Основное правило строительства – устранение температурного воздействия здания на грунты с целью предупреждения деградации многолетней мерзлоты и образования таликовых «окон» под домами в зимний период года.

Большинство работ, связанных со вскрытием грунта, заложением фундамента, снятием растительного слоя и т.п. должно быть ограничено в летний период времени, поскольку эти мероприятия вызывают деградацию вечной мерзлоты. Так, на Аляске (США) и в Канаде действуют законы, ограничивающие проведение летних работ в условиях многолетней мерзлоты.

В заключение следует добавить следующее. Подтопление застроенных территорий – один из опасных и достаточно распространенных процессов. Геологические условия территории с. Кош-Агач и метеорологические

особенности местности весьма благоприятны для устойчивого развития процессов криогенно-напорного потепления. Но именно техногенный фактор в большинстве случаев является триггерным (спусковым) фактором активизации данных процессов на локальных участках, ограниченных периметрами строений. Риск ущерба от подтопления зависит от уязвимости объекта опасности, т.е. способности противостоять процессу, наносящему ему определенный ущерб. И в этом аспекте большинство жилых зданий абсолютно уязвимы, ибо они сооружены вопреки правилам строительства и, напротив, способствуют активизации данных процессов.

Литература

1. Гольдин С.В., Селезнев В.С., Еманов А.Ф. и др. Чуйское землетрясение и его афтершоки. // Доклады академии наук (Геофизика), 2004, том 395, № 4, с.1-4
 2. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Республики Алтай в 2004г., вып. 7. –Майма: ОАО «Алтай-Гео», 2005г.
 3. Масленников С.А. Гидрогеологические условия района Чуйской и Курайской степей. Отчет Тархатинской гидрогеологической партии. –Новокузнецк: ЗСГУ, 1973
 4. Пятницкий В.В., Павлов В.В. Отчет о инженерно-геологической и гидрогеологической съемке масштаба 1:50000 для целей мелиорации на территории Чуйской котловины. –Новокузнецк: ЗСГУ, 1981
-