

И.В. Мещерин, А.П. Самсоненко,
Н.И. Сидняев, А.А. Федотов, П.В. Храпов

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ОСНОВАНИЙ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В КРИОЛИТОЗОНЕ ПРИ ПОТЕПЛЕНИИ КЛИМАТА

Исследовано влияние потепления климата на температурный режим грунтовой области в криолитозоне вокруг геотехнических объектов в течение продолжительного времени с учетом теплового потока из недр Земли.

E-mail: sidnyaev@yandex.ru , le-tail@list.ru , pkhrapov@mail.ru

Ключевые слова: потепление климата, геотехнический объект, криолитозона, температурный режим, деградация грунта.

Согласно метеорологическим наблюдениям [1], с 1980 г. среднегодовая температура на Земле поднялась на $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, и планета продолжает нагреваться примерно на $0,16\text{ }^{\circ}\text{C}$ за десятилетие. Это, в свою очередь, ведет к повышению температуры грунта, на которую также влияют построенные на нем геотехнические объекты [2, 3].

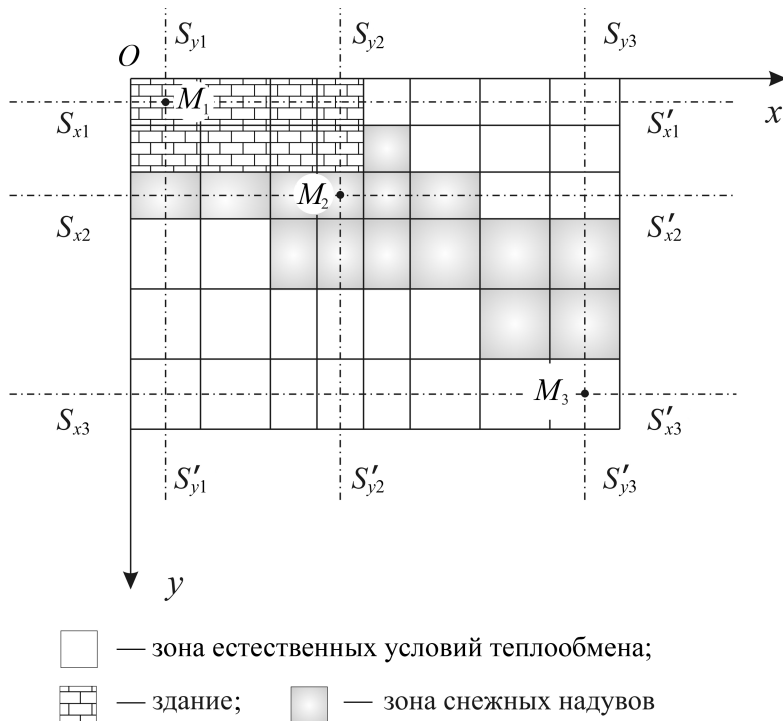


Рис. 1. Верхняя граница расчетной области

Было исследовано влияние этих факторов на температурный режим грунтовой области в криолитозоне и, следовательно, на надежность оснований геотехнических объектов. Численный расчет проводили для грунтовой области — прямоугольного параллелепипеда размером $21 \times 15 \times 17$ м, разбитом на три зоны (рис. 1). На верхней границе области происходит конвективный теплообмен с окружающей средой, имеющей заданную температуру; боковые границы области теплоизолированы, а на нижней границе задан тепловой поток из недр Земли, равный 50 мВт/м^2 [4].

В результате расчетов получены распределения температуры от времени в трех точках наблюдения: M_1 , M_2 и M_3 (см. рис. 1).

При изменении температуры окружающей среды на $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ различия в результатах расчетов оказались несущественными, поэтому был рассмотрен случай повышения температуры на $1 \text{ }^\circ\text{C}$. На рис. 2 видно, что при повышении температуры окружающей среды на $1 \text{ }^\circ\text{C}$ (сплошные кривые) температура грунта возрастает. На глубине 5 м (кривые 3) она становится положительной примерно через 14—15 лет, а с учетом потепления климата — через 9—10 лет. То же мож-

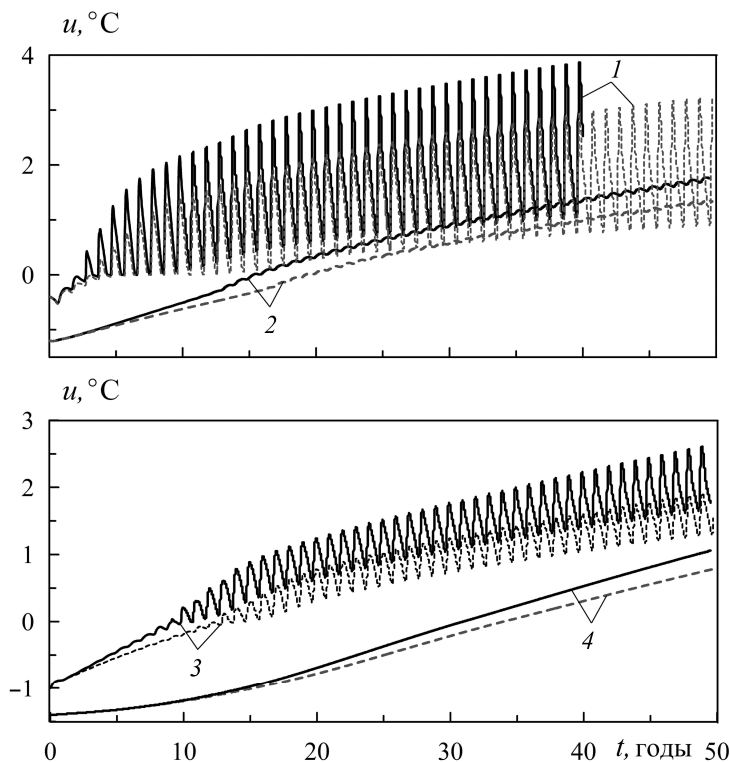


Рис. 2. Распределение температуры грунта в течение 50 лет в точке M_3 на глубине 3 (1), 7 (2), 5 (3) и 15,5 м (4) с учетом (сплошные кривые) и без учета (штриховые кривые) потепления климата

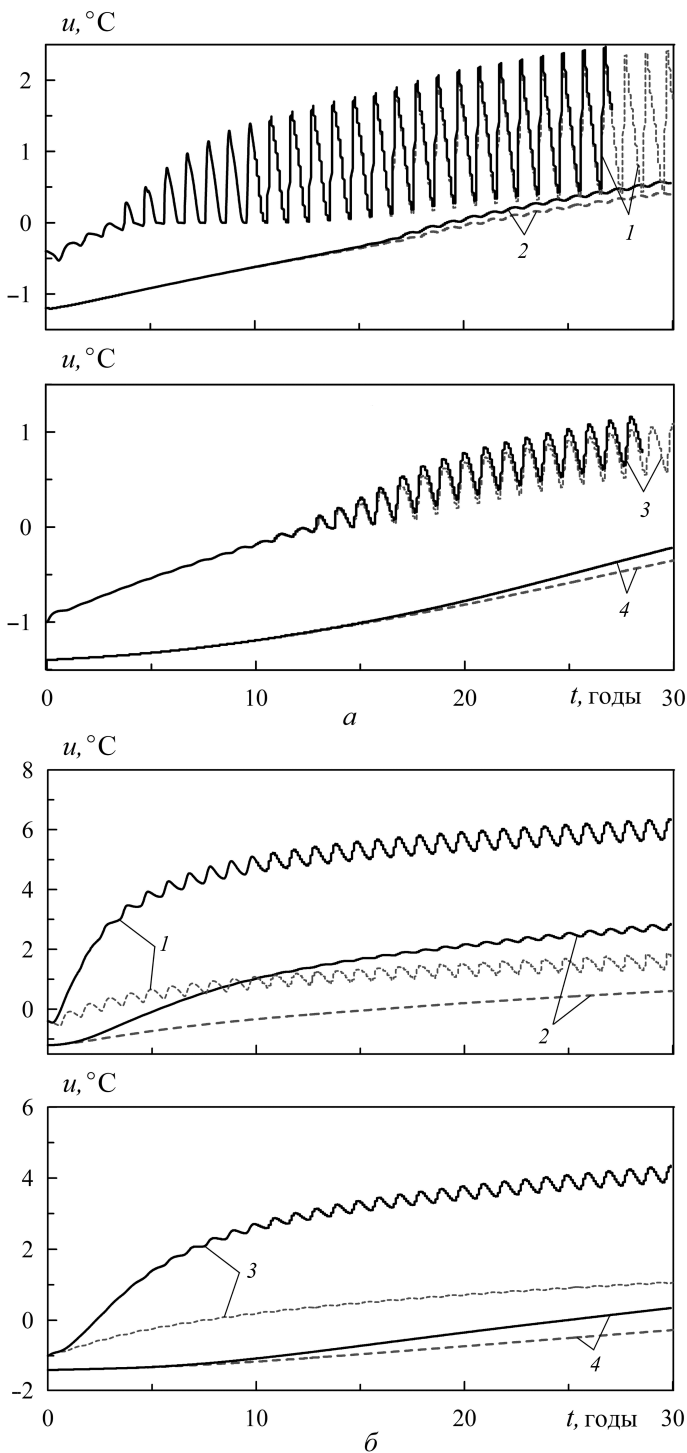


Рис. 3. Распределение температуры в течение 30 лет в точках M_3 (а) и M_1 (б) на глубине 3 (1), 7 (2), 5 (3) и 15,5 м (4) при наличии здания (сплошные кривые) и без него (штриховые кривые)

но наблюдать и на глубине 7 м (кривые 2), где температура грунта при обычных условиях становится положительной через 19—20 лет, а с учетом потепления — через 14—15 лет. Таким образом, деградация грунта при повышении температуры окружающей среды на 1 °С происходит на 5—6 лет раньше, что сокращает срок эксплуатации расположенного на нем промышленного объекта.

Рассмотрим теперь влияние здания на изменение температуры грунта. На рис. 3, а показаны зависимости температуры от времени в точке M_3 при наличии здания (сплошные линии) и при его отсутствии (штриховые линии). Из приведенных на рис. 3, а зависимостей следует, что в точке наблюдения M_3 в первые 15—16 лет после начала эксплуатации здания его влияния на температуру вечномерзлых грунтов практически нет. Об этом свидетельствуют полностью совпавшие графики для всех глубин. Но после 15—16 лет графики начинают отличаться, причем при наличии здания температура грунта повышается быстрее, чем без него.

В отличие от точки M_3 в точке M_1 , расположенной в непосредственной близости от здания, его влияние начинает сказываться значительно раньше (рис. 3, б). На глубине 3 м (сплошная кривая 1) температура достигает положительных значений уже через полгода, а на глубине 5 м — через 2 года (сплошная кривая 3).

Таким образом, результаты расчетов показывают, что влияние здания начинает сказываться через 15—16 лет после начала его эксплуатации. Из этого можно сделать вывод о том, что прогнозирование температурных полей грунтов вокруг геотехнических объектов нужно делать на срок, больший чем 15 лет.

Работа выполнена при финансовой поддержке ОАО «Газпром».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изменение климата: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Р.К. Пачаури, А. Райзингер. – Женева, 2007. – 104 с.
2. К вопросу о типовых технических решениях по основаниям и фундаментам для криолитозоны / А.П. Попов, В.И. Милованов, В.В. Жмулин и др. // Инженерная геология. – 2008. – № 3. – С. 22–38
3. Хрусталева Л.Н. Основы геотехники в криолитозоне. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 544 с.
4. Короновский Н.В. Общая геология. – М.: Изд-во КДУ, 2006. – 528 с.

Статья поступила в редакцию 28.09.2012