НИИОСП

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ
имени Н.М. ГЕРСЕВАНОВА
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ И ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМ РАСЧЕТАМ ОСНОВАНИЙ ТЕПЛИЦ, ВОЗВОДИМЫХ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ С ПОЧВЕННЫМ СЛОЕМ ПО ГРУНТУ ПОДСЫПКИ

gost.e-ecolog.ru

МОСКВА–1985

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОСНОВАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ
имени Н.М. ГЕРСЕВАНОВА
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ И ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМ РАСЧЕТАМ ОСНОВАНИЙ ТЕПЛИЦ, ВОЗВОДИМЫХ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ С ПОЧВЕННЫМ СЛОЕМ ПО ГРУНТУ ПОДСЫПКИ

МОСКВА–1985

УДК 624.139

Настоящие Рекомендации содержат основные положения по устройству и теплотехническим расчетам оснований теплиц, возводимых на вечномерзлых грунтах с почвенно-растительным слоем по грунту подсыпки. Приводятся необходимые для проектирования сведения по устройству подсыпки и расчетам систем почвенного обогрева и охлаждения грунтов основания. Даны соответствующие расчетные номограммы и приведен пример пользования ими.

Рекомендации разработаны канд.геол-минерал.наук Д.И.Федоровичем, инж.В.В.Петровым (НИИ оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова Госстроя СССР), канд.с.-х. наук М.А.Перловым (Якутский НИИ сельского хозяйства СО ВАСХНИЛ) и предназначены для проектных организаций, занимающихся проектированием теплиц и других культивационных сельскохозяйственных сооружений.

Рекомендации рекомендованы к изданию решением секции Научно-технического совета НИИ оснований и подземных сооружений.

© Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова, 1985

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации составлены в развитие положений глав СНиП II-I8-76. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Нормы проектирования и СНиП II-I00-75. Теплицы и парники. Нормы проектирования и распространяются на устройство оснований теплиц, возводимых на вечномерзлых грунтах по подсыпке при использовании мерзлых грунтов в качестве оснований по принципу I с сохранением мерзлого состояния грунтов системой охлаждающих труб. Рекомендации могут быть также использованы при проектировании других культивационных сооружений больших размеров в плане, возводимых на подсыпках с сохранением мерзлого состояния грунтов основания.

I.2. Рекомендации не распространяются на проектирование и устройство оснований теплиц и других культивационных сооружений, возводимых с использованием вечномерзлых грунтов по принципу II.

I.3. При строительстве теплиц на вечномерзлых грунтах с почвенно-растительным слоем по грунту подсыпки должны обязательно предусматриваться мероприятия по круглогодичному подогреву корнеобитаемого слоя. Для осуществления подогрева могут применяться трубчатые системы водяного отопления, электронагреватели грунта и другие способы, предусмотренные действующими нормативными документами (ОНТП-СХ.I0-8I. Общесоюзные нормы технологического проектирования теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады).

I.4. Строительство оснований и фундаментов теплиц на вечномерзлых грунтах должно проводиться по индивидуальным или специальным типовым проектам с привязкой последних к местным мерзлотно-грунтовым условиям. В типовых проектах теплиц должны задаваться значения максимально допустимых для них деформаций за счет осадок оттаивающего основания и морозного пучения грунта.

I.5. В состав материалов изысканий, необходимых для проектирования теплиц на подсыпках, должны входить данные о среднегодовой температуре вечномерзлых грунтов, нормативной глубине сезонного протаивания грунтов, степени их пучинистости, составе и льдистости грунтов под подошвой деятельного слоя, уровне грунтовых вод, а также данные о среднемесячных температурах воздуха в районе строительства, направлении и скорости ветра и снегозаносимости площадки.

I.6. Проектом должен быть предусмотрен организованный отвод по-

верхностных и технологических вод за пределы площадки и мероприятия по дренажу грунтов подсыпки.

I.7. В процессе строительства и эксплуатации теплиц должен быть обеспечен систематический контроль за температурным режимом грунтов основания и почвенно-растительного слоя.

2. УСТРОЙСТВО ПОДСЫПКИ И СИСТЕМ ПОЧВЕННОГО ОБОГРЕВА И ОХЛАЖДЕНИЯ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ

2.I. Рекомендуемая общая схема устройства оснований теплиц, возводимых на вечномерзлых грунтах с почвенно-растительным слоем по грунту подсыпки, приведена на рис.I. Ее основными элементами являются: *тело подсыпки, почвенно-растительный слой, теплоизоляция* и системы труб почвенного обогрева и охлаждения грунтов основания.

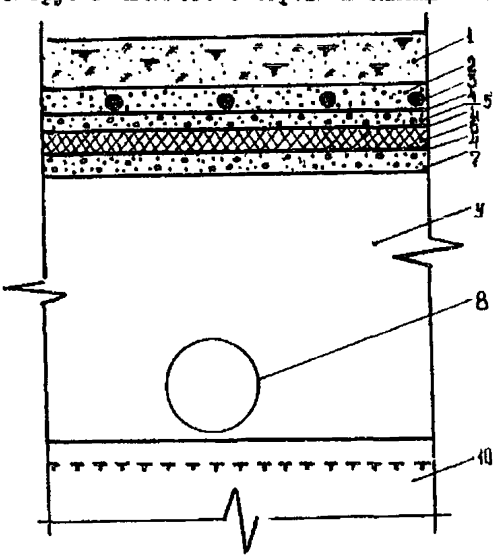

Рис.I. Схема устройства основания теплицы: I-почвенно-растительный слой; 2-дренажный слой; 3-труба системы обогрева; 1-гидроизоляция; 5-пол из бетона; 6-теплоизоляция; 7-бетонная подготовка; 8--труба системы охлаждения; 9-гравийно-песчаная подсыпка; I0-мерзлый грунт основания

2.2. Подсыпка устраивается из непучинистого крупнообломочного или песчаного грунта, послойно уплотненного до заданной проектной плотности. Высота подсыпки должна приниматься I,5÷2,5 м и уточняться теплотехническим расчетом согласно указаниям п.3.6 настоящих Рекомендаций. Подсыпка может устраиваться сплошной под несколько теплиц или под отдельные теплицы с выходом за их контуры в плане на

расстояние I,5 м глубины сезонного протаивания грунтов, но не менее 3 м. Вокруг всего периметра теплицы должна быть выполнена отмостка шириной не менее I,2 м с уклоном 0,03.

2.3. С верху подсыпки по бетонной подготовке устраивается слой гидро- и теплоизоляции, по которому укладываются песчаный дренажный и почвенно-растительные слои.

2.4. Слой гидроизоляции должен выполняться с уклоном 0,03 к продольной оси теплицы для обеспечения организованного стока технологических вод в дренажную систему.

2.5. Термическое сопротивление теплоизоляции устанавливается теплотехническим расчетом согласно пп. 3.6, 3.8 и 3.9. При расчетном обосновании слой теплоизоляции может быть заменен эквивалентным по термическому сопротивлению слоем подсыпки.

2.6. Для устройства систем почвенного обогрева применяются трубы диаметром 25÷I00 мм, которые укладываются в подошве почвенно-растительного слоя или в пределах дренажного слоя на глубине 0,45÷0,50м от поверхности. Расстояние между трубами может изменяться от 0,5 до I,0 м и устанавливается теплотехническим расчетом (см.раздел 3).

2.7. Для предотвращения перегрева корневой системы растений температура теплоносителя в трубах почвенного обогрева не должна превышать 50°С.

2.8. Для устройства системы охлаждения грунтов основания применяются асбестоцементные или металлические трубы диаметром не менее 300 мм, которые укладываются у подошвы подсыпки выше уровня грунтовых вод. Глубина заложения труб системы охлаждения и расстояние между ними устанавливаются теплотехническим расчетом (см.раздел 3).

2.9. Трубы системы охлаждения основания укладываются вдоль поперечных осей сооружения с уклоном к периферии теплицы не менее 0,05. На входах и выходах они объединяются в общие коллекторы, которые оборудуются дифлекторами или приточно-вытяжной принудительной вентиляцией. В летний период вентиляционная система отключается, а входные и выходные каналы перекрываются заслонками. Глубина заложения труб системы охлаждения должна быть, как правило, меньше глубины заложения подошвы фундаментов.

2.I0. В качестве фундаментов под теплицы могут применяться столбчатые, ленточные и свайные фундаменты. Фундаменты могут опираться на

мерзлые грунты основания или на грунты подсыпки.

2.II. Выбор вида и глубины заложения подошвы фундамента определяется на основании технико-экономических расчетов с учетом стоимости материала и устройства подсыпки и мероприятий по охлаждению грунтов основания.

2.I2. При опирании фундаментов на вечномерзлые грунты основания следует предусматривать устройство столбчатых фундаментов, объединенных жестким прогоном. Между прогоном и поверхностью грунта должен предусматриваться зазор не менее I0 см. При большой глубине сезонного оттаивания могут применяться свайные фундаменты.

2.I3. При опирании фундаментов на грунты подсыпки следует применять малозаглубленные столбчатые или ленточные фундаменты, а также поверхностные фундаменты в виде отдельных жестких прогонов или лежней, укладываемых непосредственно по поверхности подсыпки или с заглублением в нее не более чем на 0,3 м.

2.I4. Выбор типоразмеров фундаментов определяется значениями действующих нагрузок на фундамент, расчетным сопротивлением основания или грунта подсыпки. Расстояние между фундаментами устанавливается расчетом с учетом объемно-планировочного решения теплицы.

2.I5. Расчетное сопротивление грунта подсыпки R_o следует устанавливать по данным экспериментальных определений. При отсутствии экспериментальных данных значение R_o допускается принимать по табл. 3 прил.3 главы СНиП 2.02.0I-83.Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования.

2.I6. Столбчатые и свайные фундаменты, заглубленные ниже слоя сезонного оттаивания, должны проверяться по устойчивости на действие сил морозного пучения согласно прил.5 главы СНиП II-I8-76.
Для незаглубленных поверхностных фундаментов проверка на действие сил морозного пучения может не производиться, если расчетная глубина сезонного протаивания не выходит за пределы подсыпки, сложенной непучинистыми грунтами.

3. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ОСНОВАНИЙ И СИСТЕМ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ГРУНТОВ

3.I. Теплотехнические расчеты оснований теплиц проводятся с учетом обеспечения заданного температурного режима грунтов основания и

почвенно-растительного слоя системой почвенного обогрева и охлаждения основания.

3.2. Теплотехническим расчетом определяются:

высота подсыпки и термическое сопротивление теплоизоляции, устраиваемой по верху подсыпки;

глубина заложения, расстояние между трубами и другие параметры трубчатой охлаждающей системы в основании теплицы;

параметры системы почвенного обогрева теплицы;

глубина протаивания грунтов основания и температура почвенно-растительного слоя;

скорость движения воздуха в трубах системы охлаждения в период вентилирования.

3.3. Расчет параметров систем охлаждения и почвенного обогрева выполняется совместно с учетом их взаимовлияния методом подбора по обобщенным номограммам, составленным по данным моделирования на ЭВМ, исходя из допустимой по условиям устойчивости сооружений глубины летнего протаивания основания $H_{от}$ и обеспечения его последующего промерзания в зимний период.

3.4. В качестве расчетных параметров системы почвенного обогрева приняты: эквивалентная температура поверхности труб $t_{об}$, приведенных к номинальному диаметру d = 100 мм, и шаг между трубами a. За расчетные параметры системы охлаждения основания приняты средняя по длине трубы температура поверхности $t_{ох}$, шаг между трубами A и глубина их заложения от поверхности подсыпки $h_{ох}$.

3.5. Для расчета требуемых параметров систем почвенного обогрева и охлаждения грунтов основания необходимы следующие исходные данные:

требуемая по агротехническим условиям температура почвенно-растительного слоя t_1 в °С;

среднегодовая температура вечномерзлого грунта $t_в$ в °С;

допустимая глубина оттаивания грунтов основания $H_{от}$ в м;

средняя температура наружного воздуха за период вентилирования $t_в$ в °С и продолжительность вентилирования $\tau_в$ в сут;

состав, влажность и плотность материала подсыпки и грунтов основания и теплопроводность материала теплоизоляции;

ширина теплицы B в м, диаметр трубы системы охлаждения и почвенного обогрева D и d в мм.

3.6. Расчеты проводятся в следующей последовательности:

а) определяется эквивалентная температура поверхности труб системы почвенного обогрева $t_{об}$ в зависимости от предварительно принятых по конструктивным и экономическим соображениям значениям d, a и фактической температуры труб t по табл.I;

б) ориентировочно устанавливается глубина заложения труб системы охлаждения $h_{ох}$ по выражению

$$h_{ох} \approx (4 \div 5)\, D \qquad (1)$$

и высота подсыпки по условию

$$h_п = h_{ох} + 0{,}2\,м \quad ; \qquad (2)$$

в) определяется расчетная температура наружного воздуха за период работы системы охлаждения мерзлого основания по формуле

$$t_{в(р)} = \frac{\tau_в \cdot t_в^{ср}}{204} \quad , \qquad (3)$$

где $\tau_в$ – период с отрицательной температурой воздуха ниже – 3°С в сут;

$t_в^{ср}$ – средняя температура воздуха за этот период;

г) по физическим характеристикам материала подсыпки и грунтов основания по номограмме рис.2 определяется значение обобщенного теплофизического коэффициента $K_с$;

д) определяются значения поправочных коэффициентов за счет влияния ширины теплицы, диаметра труб и теплоизоляции подсыпки K_l, K_D и K_R по табл. 2,3 и 4.

Таблица I. Эквивалентная температура поверхности труб системы обогрева $t_{об}$

Фактический диаметр труб d в мм	Шаг труб a в м	Эквивалентная температура $t_{об}$ в °С при значениях t в °С			
		30	40	50	60
I	2	3	4	5	6
75	0,5	29,9	39,8	49,7	59,6
	0,6	29,8	39,6	49,4	59,2
	0,7	29,7	39,5	49,3	59,0
	0,8	29,6	39,3	48,9	58,6
	0,9	29,6	39,2	48,8	58,5
	I,0	29,5	39,0	48,7	58,3

Продолжение таблицы I

I	2	3	4	5	6
56	0,5	29,I	38,4	47,7	56,9
	0,6	29,0	38,3	47,5	56,7
	0,7	29,0	38,2	47,3	56,5
	0,8	28,8	38,8	46,8	55,8
	0,9	28,7	37,7	46,7	55,7
	I,0	28,6	37,6	46,5	55,4
50	0,5	29,0	38,2	47,7	56,6
	0,6	28,9	37,9	47,0	56,0
	0,7	28,7	37,7	46,6	55,6
	0,8	28,5	37,3	46,I	54,9
	0,9	28,5	37,2	46,0	54,7
	I,0	28,4	37,0	45,7	54,4
40	0,5	28,6	37,5	46,3	55,2
	0,6	28,4	37,I	45,7	54,4
	0,7	28,3	36,8	45,4	53,9
	0,8	28,I	36,5	44,8	53,2
	0,9	28,0	36,3	44,6	52,9
	I,0	27,9	36,I	44,3	52,6
35	0,5	28,4	37,I	45,7	54,4
	0,6	28,2	36,6	45,I	53,6
	0,7	28,0	36,3	44,7	53,0
	0,8	27,8	36,0	44,I	52,3
	0,9	27,7	35,8	43,9	52,0
	I,0	27,6	35,6	43,6	5I,6
25	0,5	27,9	36.I	44,3	52,6
	0,6	27,6	35,6	43,7	5I,7
	0,7	27,4	35,3	43,2	5I,I
	0,8	27,3	34,8	42,5	50,2
	0,9	27,I	34,6	42,2	49,8
	I,0	26,9	34,4	4I,9	49,3

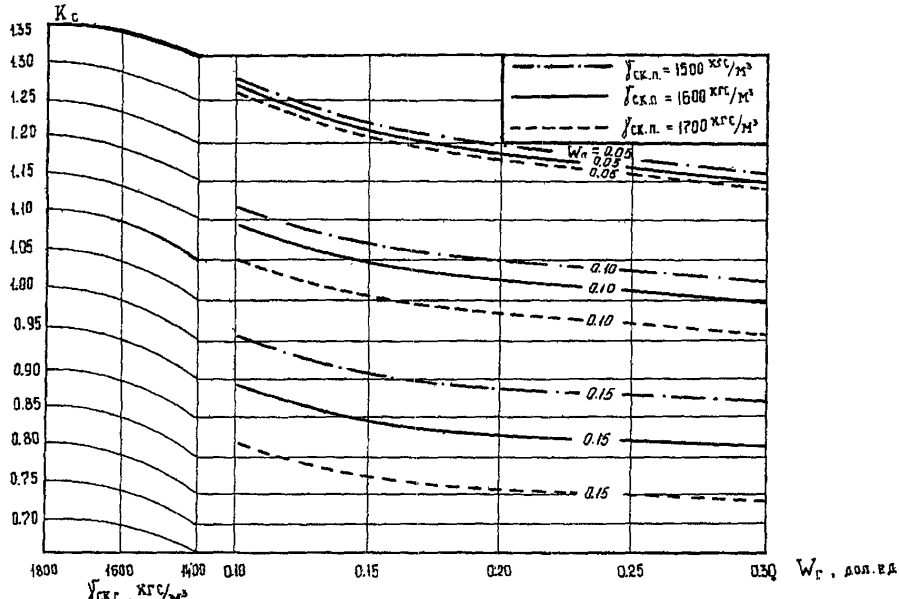

Рис.2. Номограмма для определения коэффициента K_c

Таблица 2. Значение коэффициента K_t

Ширина теплицы B в м	Среднегодовая температура мерзлого грунта $t_с$ в °С		
	-I	-2	-4
9,0	0,866	0,842	0,792
I2,0	0,869	0,845	0,803
I5,0	0,875	0,850	0,809
I8,0	0,88I	0,856	0,8I4

Таблица 3. Значения коэффициента $K_д$

Диаметр труб охлаждения Ø в мм	300	400	500	600
$K_д$	I,I66	I,000	0,94I	0,898

Таблица 4. Значения коэффициента K_R

Термическое сопротивление изоляции $R_{из}$, $м^2$ °С/Вт	0,0	I,0	2,0	3,0
K_R	2,070	I,396	I,000	0,604

е) вычисляется условная глубина оттаивания грунта от верха подсыпки по формуле

$$H'_{от} = \frac{H_{от}}{K_t \cdot K_д \cdot K_я \cdot K_l}, \qquad (4)$$

где $H_{от}$ – допустимая по условию обеспечения устойчивости сооружения глубина оттаивания грунта на конец летнего периода.

ж) по вычисленному значению $H'_{от}$ и предварительно принятым согласно п.3.6 (а) параметрам системы почвенного обогрева a и $t_{об}$ по номограммам рис.3,4 и 5 определяются шаг A и температура поверхности труб системы охлаждения $t_{ох}$, необходимые для обеспечения заданного температурного режима грунтов основания и почвенно-растительного слоя теплицы.

3.7. Номограммы рис.6,7 и 8 по принятым параметрам систем охлаждения основания позволяют определять требуемые параметры почвенного обогрева теплицы. При проектировании практические расчеты сле-

дует проводить путем последовательного подбора параметров обеих систем в соответствии с реальными технико-экономическими условиями строительства и эксплуатации теплиц.

3.8. Для выбранного варианта производится проверка температуры почвенно-растительного слоя t_1 на глубине развития корневой системы растений и фактическая глубина оттаивания основания $H_{от}$ по формулам

$$t_1 = t'_1 + \Delta t_D + \Delta t_R \quad ; \qquad (5)$$

$$H_{от} = H^{I}_{от} \cdot K_c \cdot K_D \cdot K_R \cdot K_t \quad , \qquad (6)$$

где t_1 - условная температура почвенно-растительного слоя, определяемая по номограммам рис.6,7 и 8, в °С;

Δt_D - поправка за счет влияния диаметра труб охлаждения, определяемая по табл.5, в °С;

Δt_R - температурная поправка за счет слоя теплоизоляции в подсыпке, определяемая по табл.6, в °С.

Таблица 5. Поправка с учетом влияния диаметра труб охлаждения Δt_D

Диаметр труб охлаждения D в мм	300	400	500	600
Δt_D в °С	0,2	0,0	-0,4	-0,6

Таблица 6. Температурная поправка за счет слоя теплоизоляции Δt_R

Термическое сопротивление изоляции $R_{из}$ в м²·°С/Вт	0,0	I,0	2,0	3,0
Δt_R в °С	-0,8	-0,4	0,0	0,I

3.9. Если вычисленная согласно п.3.8 температура t_1 не будет соответствовать заданным по агротехническим условиям значениям температур почвенно-растительного слоя, проводится корректировка параметров систем обогрева или изменяется величина термического сопротивления теплоизоляции на поверхности подсыпки на основании формулы (5).

3.I0. Скорость движения воздуха в трубах системы охлаждения,

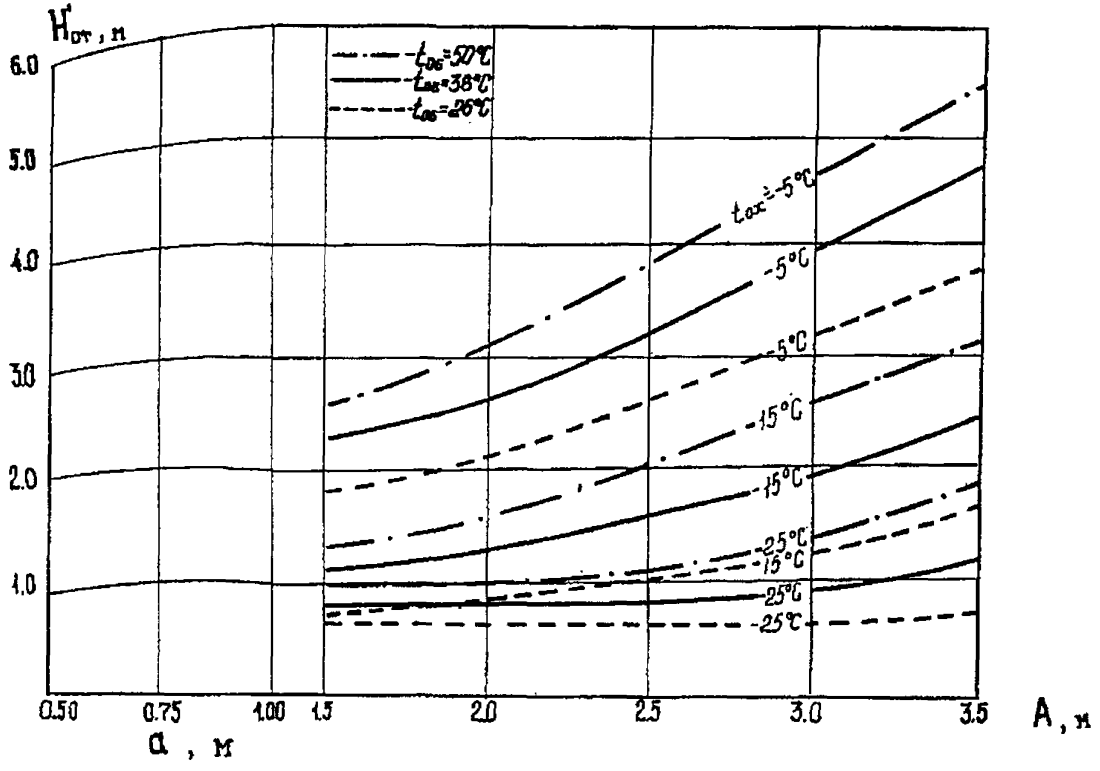

Рис.3 Номограмма для определения параметров системы охлаждения основания ($h_{ох}$ = I,5 м)

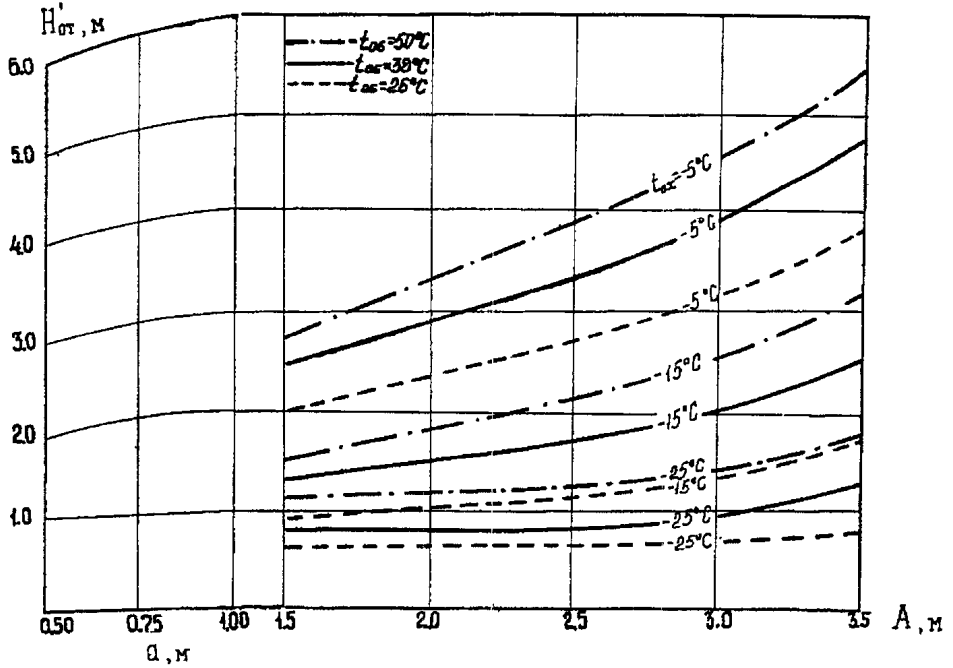

Рис.4 Номограмма для определения параметров системы охлаждения основания (h_{0x} =2,0 м)

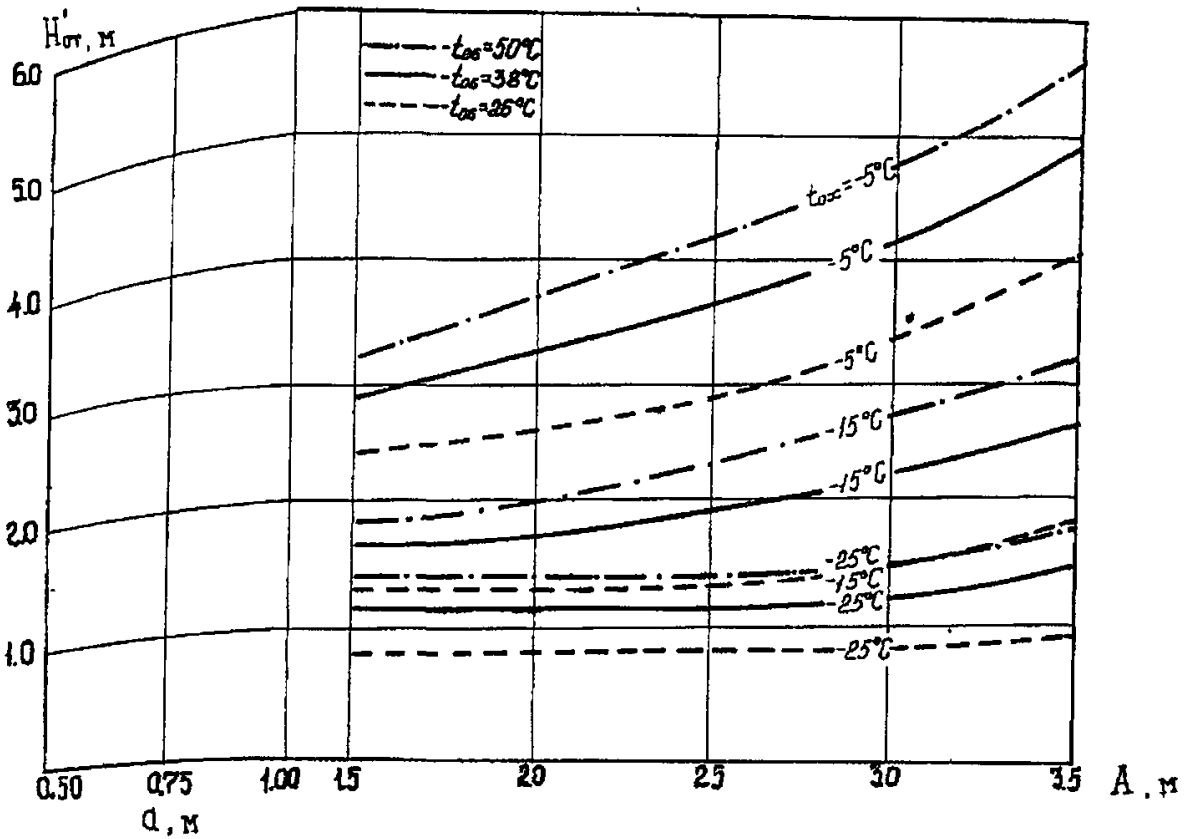

Рис.5 Номограмма для определения параметров системы охлаждения основания ($h_{ох}$ =2,5 м)

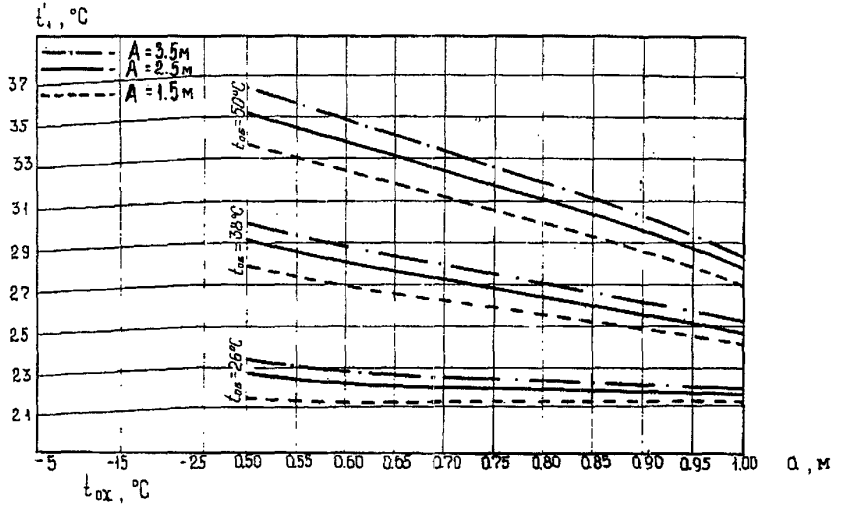

Рис.6 Номограмма для определения температуры почвенно-растительного слоя t'_1 (h_{ox} =I,5 м)

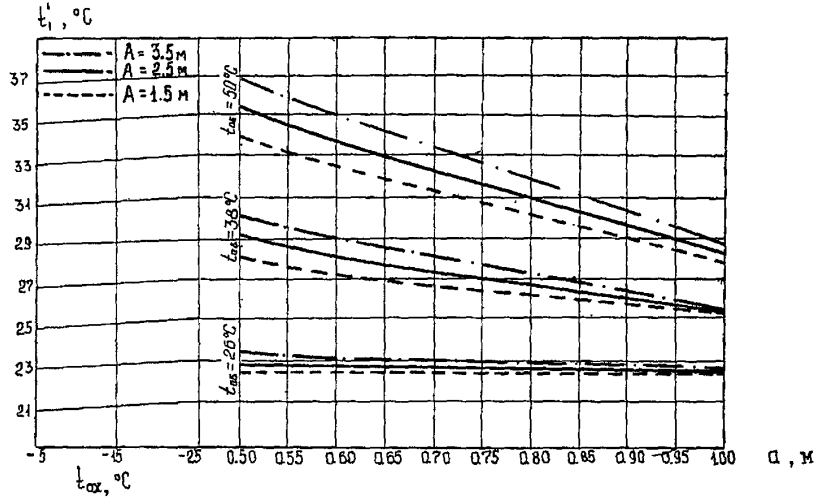

Рис 7 Номограмма для определения температуры почвенно-растительного слоя t_1' (h_{ox} =2,0 м)

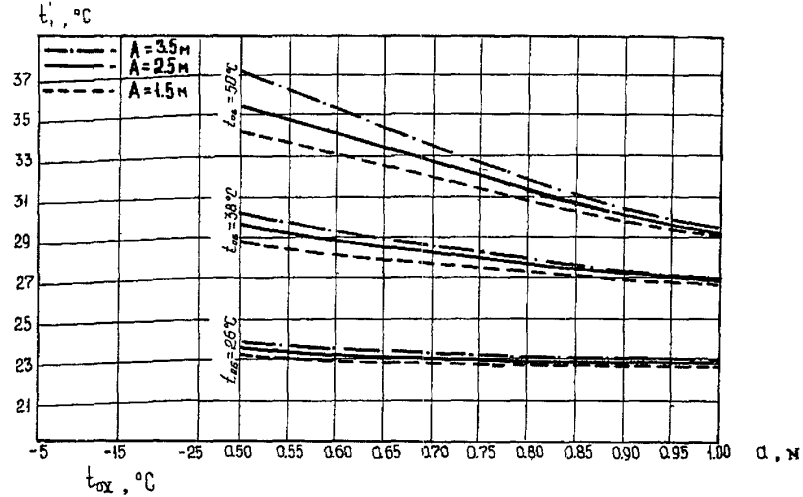

Рис.8 Номограмма для определения температуры почвенно-растительного слоя t_1' (h_{ox} =2,5)

необходимая для обеспечения расчетной температуры на их поверхности, устанавливается по графикам рис.9 в зависимости от средней за период охлаждения температуры наружного воздуха $t_{в(р)}$, диаметра труб D и приведенной глубины их заложения $h_{пр}$, вычисленной по формуле

$$h_{пр} = h_{ох} + \frac{\delta \cdot \lambda_п}{\lambda_{ив}} \quad , \qquad (7)$$

где $h_{ох}$ – глубина заложения труб охлаждения в м;

δ – толщина эффективной теплоизоляции подсыпки в м;

$\lambda_п, \lambda_{ив}$ – коэффициенты теплопроводности материала подсыпки и теплоизоляции.

3.II. Последовательность и порядок расчетов с помощью обобщенных номограмм поясняется приводимым ниже примером расчета.

4. КОНТРОЛЬ ЗА ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ И ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО СЛОЯ

4.I. В процессе строительства и эксплуатации теплиц должен осуществляться систематический контроль за температурным режимом грунтов основания и почвенно-растительного слоя.

4.2. Температуру почвенно-растительного слоя измеряют почвенными термометрами один раз в сутки в середине между нагревательными трубами на глубине 0,3 м от поверхности. Число пунктов наблюдений устанавливается в зависимости от размеров теплицы, но не менее чем в трех точках по ширине теплицы.

4.3. Для контроля за температурным режимом грунтов основания должны быть пройдены до глубины 6÷8 м специально оборудованные термометрические скважины или установлены дистанционные электротермометры. Термометрические скважины проходятся по поперечному створу в средней части теплицы в количестве не менее трех. Температуру измеряют на глубине 0,25; 0,5; I,0; 2,0; 3,0; 5,0; 8,0 м от поверхности подсыпки раз в месяц в зимний период и не менее 3 раз в летний период.

Пример расчета. Теплица шириной B=I2 м сооружена на песчаной подсыпке. Период с отрицательными температурами наружного воздуха ниже – 3°С (период вентилирования) составляет $\tau_в$ = 215 сут. Средняя температура наружного воздуха за этот период $t_в$ = – I9°С. Среднегодовая температура грунтов в основании теплицы $t_г$ = –I°С; суммарная влажность и плотность мерзлого грунта соответственно составляет $W_г$ = = 0,I0 и $\gamma_{ск.г.}$=I600 кгс/м³. Влажность и плотность материала подсыпки

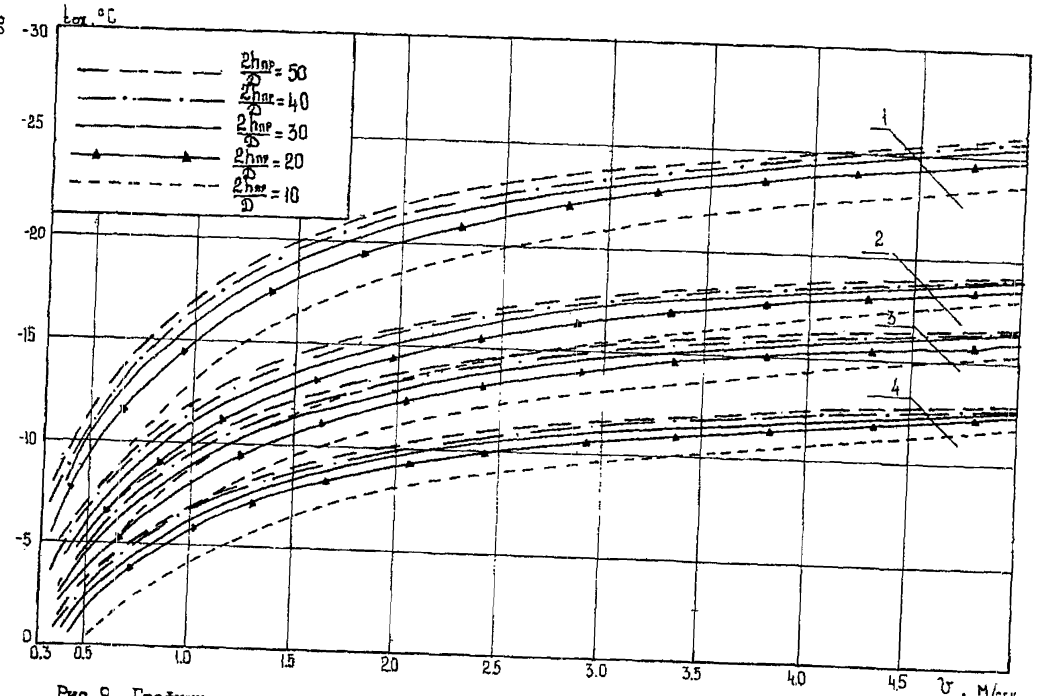

Рис.9 Графики температуры поверхности труб охлаждения, I- $t_{B(P)} = -30^{\circ}C$; 2- $t_{B(P)} = -23^{\circ}C$; 3- $t_{B(P)} = -20^{\circ}C$; 4 - $t_{B(P)} = -15^{\circ}C$

соответственно равны $W_п = 0,05$ и $\gamma_{ск.п.} = 1500$ кгс/м^3.

Требуется определить высоту подсыпки $h_п$, термическое сопротивление теплоизоляции $R_{из}$ и параметры систем почвенного обогрева и охлаждения грунтов основания, если допустимая глубина сезонного оттаивания грунтов в основании теплицы $H_{от}$ не должна превышать высоту подсыпки, а заданная по агротехническим нормам температура почвенно-растительного слоя $t_1 = 21^oC$.

Примем диаметр труб системы охлаждения $D = 500$ мм и следующие значения параметров системы почвенного обогрева: $t = 30^oC$; $d = 25$ мм; $a = 1,0$ м

По формуле (1) ориентировочно устанавливается глубина заложения труб системы охлаждения (без учета теплоизоляции)

$$h_{ox} \approx (4 \div 5) D = 2,0 \div 2,5 \text{ м}.$$

Далее расчеты проводятся в следующей последовательности:

а) по табл.1 определяется эквивалентная температура поверхности труб системы обогрева $t_{об}$, в данном случае при $a = 1$ м, $t = 30^oC$ и $d = 25$ мм получим $t_{об} = 26,9^oC$;

б) определяется по формуле (3) расчетная температура наружного воздуха за период вентилирования

$$t_{в(р)} = -\frac{215 \cdot 19}{204} = -20\ ^oC;$$

в) по физическим характеристикам материала подсыпки грунтов основания определяется значение обобщенного теплофизического коэффициента K_c. Для заданных значений $W_п = 0,05$; $\gamma_{ск.п} = 1500$ кгс/м^3 и $W_г = 0,10$; $\gamma_{ск.г} = 1600$ кгс/м^3 по номограмме рис.2 находим $K_c = 1,275$;

г) по табл. 2,3 и 4 определяются значения поправочных коэффициентов $K_1 = 0,869$; $K_D = 0,941$; $K_a = 2,07$;

д) вычисляется по формуле (4) условная глубина оттаивания грунта, считая от верха подсыпки

$$H^I_{от} = \frac{2,0}{1,275 \cdot 0,941 \cdot 2,07 \cdot 0,869} = 0,93 \text{ м};$$

е) по значению $H^I_{от} = 0,93$ и принятым параметрам системы почвенного обогрева $a = 1,0$ м; $t_{об} = 26,9^oC$ по номограмме рис.4 определяются параметры системы охлаждения основания. В данном случае при

h_{ox} = 2,0 м получим: A = 1,5 м; t_{ox} = -15°С;

ж) по найденным значениям параметров системы охлаждения грунтов основания A =1,5 м; t_{ox} = -15°С и предварительно принятым параметрам почвенного обогрева a =1,0 м; $t_{об}$ = 26,9°С по номограмме рис.7 определяется условная температура почвенно-растительного слоя t'_1 = =22,4°С;

з) определяются фактические значения температуры почвенно-растительного слоя t_1 и глубины оттаивания грунтов основания $H_{от}$ по формулам (5) и (6) с учетом данных табл.5 и 6

$$H_{от} = 0,93 \cdot 1,275 \cdot 0,941 \cdot 2,07 \cdot 0,869 = 2,01 \text{ м};$$

$$t_1 = 22,4 - 0,4 - 0,8 = 21,2 °С.$$

В данном случае значения температуры почвенно-растительного слоя t_1 и глубины оттаивания $H_{от}$ соответствуют заданным значениям, и, следовательно, вводить коррективы в параметры систем почвенного обогрева и охлаждения грунтов основания, а также устраивать дополнительную теплоизоляцию подсыпки не следует.

Скорость движения воздуха в трубах системы охлаждения определяется по графику рис.9 по приведенной глубине заложения труб

$$h_{пр} = 2,0 + \frac{0 \cdot \lambda_п}{\lambda_{из}} = 2,0 \text{ м}$$

и в данном случае составлет 5 м/сек.

По формуле (2) определяется высота подсыпки, которая составит 2,2 м.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 3
2. Устройство подсыпки и систем почвенного обогрева и охлаждения грунтов основания 4
3. Теплотехнические расчеты оснований и систем стабилизации температурного режима грунтов 6
4. Контроль за температурным режимом грунтов основания и почвенно-растительного слоя I9
5. Пример расчета I9

Научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений имени Н.М.Герсеванова

Рекомендации по устройству и теплотехническим расчетам оснований теплиц, возводимых на вечномерзлых грунтах с почвенным слоем по грунту подсыпки

Отдел патентных исследований и научно-технической информации

Зав.отделом Б.И.Кулачкин
Редактор Л.В.Пузанова

Л-I00722. Подп. к печати I/IУ I985 г. Заказ № 6У/

Формат 60 x 90 I/I6. Набор машинописный

Уч.-изд.л I,48. Усл.кр.-отт. I,73 . Тираж 500 экз.
Цена 30 коп.

Производственные экспериментальные мастерские ВНИИИС Госстроя СССР
I2I47I, Москва, Можайское шоссе,25

gost.e-ecolog.ru