

дульном блоке, концентрации и фракционного состава песка. Одновременно улавливаемый в песколовках, осадок анализировался на содержание в нем органических примесей, оценивался его фракционный состав.

Выполненные исследования показали, что эффективность улавливания песка увеличивается при оборудовании песколовки модульным блоком в среднем на 20 %. При этом, обеспечивается улавливание песка с низким содержанием органических примесей (зольность осадка увеличивается до 90...94 %), процент улавливания частиц песка с диаметром 0,2 мм увеличивается, и даже задерживаются частицы с диаметром 0,1...0,18 мм. При увеличении скорости движения сточной жидкости до 0,4...0,45 м/с (против рекомендуемых [2] 0,15...0,3 м/с), увеличения выноса песка не наблюдается (что дает скрытый резерв мощности сооружения).

Таким образом, разработанная и исследованная конструкция модульного блока позволяет при его установке в песколовках увеличить эффективность задержания песка, повысить пропускную способность песколовки, улучшить качество выгружаемого осадка, повысить надежность работы гидроэлеватора. В целом, на станции очистки, при незначительных капитальных вложениях, достигается увеличение эффекта очистки сточных вод, повышается надежность и обеспечивается стабильность работы сооружений механической очистки.

#### Литература

1. Яромский В.Н., Шкодов В.В. Экспериментальные исследования канализационной решетки "нового типа" // Материалы НТК, посвященной 30-летию института, Брест, 1996.
2. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. -М.: Стройиздат, 1986.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТЕПЛИЦАХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛОПАКЕТОВ

### 3. Респондк

Политехника Ченстоховска  
Ченстохова, Республика Польша

*Приведены результаты экспериментальных исследований потерь тепла через стеклянные ограждения в теплицах. Установлены величины потерь через одинарное и двойное остекление.*

## ТЕПЛОВОЙ, ПОТОК, ОГРАЖДЕНИЕ, СТЕКЛОПАКЕТ, КОЭФФИЦИЕНТ, ТЕПЛОПЕРЕДАЧА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

*Введение*

Целью настоящей работы является определение и сравнение основных параметров, характеризующих проникновение тепла через стеклопакеты, являющиеся наружным тепловым ограждением в отапливаемых теплицах, необходимых для обеспечения экономии тепловой энергии в процессе эксплуатации.

*Алгоритм исследований*

Исследования проводились в теплицах размерами в плане 30 × 6,5 м. Схема поперечного разреза объекта представлена на рисунке 1. Теплица покрыта плоским стеклом толщиной 4 мм, опирающимся на стальные элементы таврового сечения высотой 30 мм (типовой состав материалов для объектов в Польше), имеет систему центрального гравитационного отопления.

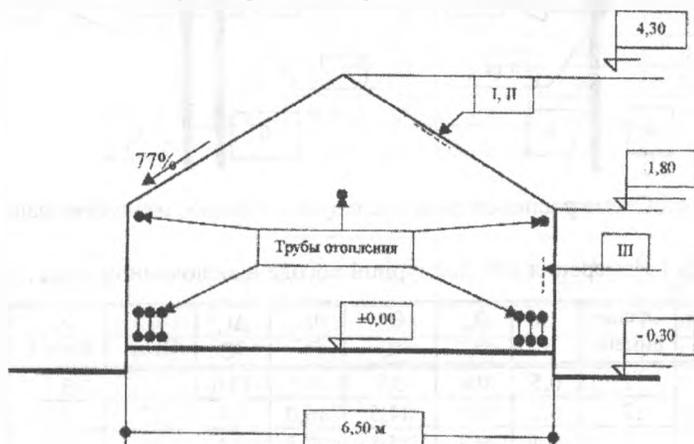


Рисунок 1 Схема поперечного сечения теплицы: I, II, III - положение контрольных точек.

В исследовательских целях одно из одинарных стекол ската крыши заменено однокамерным стеклопакетом (два стекла FLOAT, толщиной 4 мм с воздушной прослойкой 12 мм) размерами 160×60 см.

Область измерений охватывала:

- измерение температуры на внутренней и наружной поверхности одинарного остекления и стеклопакетов ( $\Theta_e$ ,  $\Theta_i$ );

- измерение температуры наружного воздуха и температуры внутри теплицы ( $t_e, t_i$ );

- величина теплового потока ( $q$ ).

На рисунке 2 представлена схема расположения исследуемых теплофизических величин.

Результаты экспериментов и расчетов представлены в таблицах 1..4. Они представляют собой серии материалов исследований в определенных условиях эксплуатации и погоды.

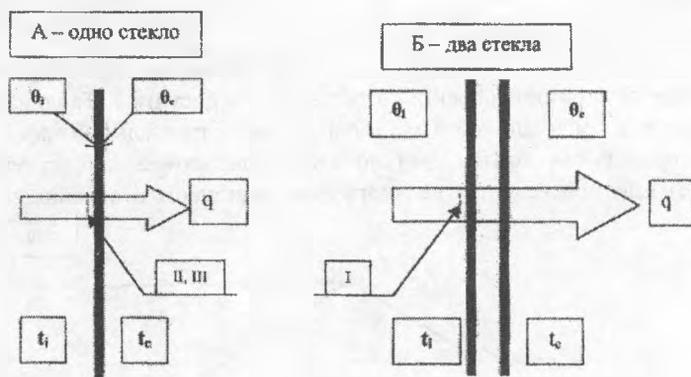


Рисунок 2 Схема расположения исследуемых теплофизических величин.

Таблица 1 Измерения при пасмурной погоде и включенном отоплении

Стекла	Эксперимент	$t_e, ^\circ\text{C}$	$\theta_e, ^\circ\text{C}$	$\theta_i, ^\circ\text{C}$	$t_i, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$q, \text{Вт/м}^2$	$k, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$R_i, \text{м}^2\text{К/Вт}$
А	1	0,5	0,6	6,9	10,5	10,0	37	3,7	0,097
	2	8,2	8,9	14,5	16,0	7,8	37	4,7	0,041
	3	9,4	9,3	15,5	17,8	8,4	45	5,4	0,051
	4	11,2	11,7	16,5	18,1	6,9	38	5,5	0,042
В	1	0,5	2,9	5,3	10,5	10,0	62	6,2	0,084
	2	8,2	10,3	12,6	16,0	7,8	60	7,7	0,054
	3	9,4	10,5	12,4	17,8	8,4	58	6,9	0,093
	4	11,3	13,1	15,1	18,2	6,9	57	8,3	0,054
С	1	2,0	3,7	6,5	11,0	9,0	45	5,0	0,100
	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	10,0	10,6	13,9	17,0	7,0	65	9,3	0,063
	4	-	-	-	-	-	-	-	-

Принятые обозначения:

A – стеклопакет на скате кровли (установлен наклонно);

B – стекло одинарное (установлено наклонно);

C – стекло одинарное, в вертикальной стене (установлено вертикально);

$R_i = (t_i - \Theta_i) / q$  – сопротивление теплопередаче изнутри;

$k = q / \Delta t$  – коэффициент теплопередачи опалубки.

Таблица 2. Измерения при отсутствии туч и включенном отоплении

Стекла	Эксперимент	$t_e$ , °C	$\theta_e$ , °C	$\theta_i$ , °C	$t_i$ , °C	$\Delta t$ , °C	$q$ , Вт/м <sup>2</sup>	$R_i$ , м <sup>2</sup> К/Вт
A	5	-0,8	-2,4	5,6	9,5	10,3	40	0,098
	6	0,7	-0,3	6,2	8,8	8,1	40	0,065
	7	14,0	12,8	17,6	19,1	5,1	41	0,037
B	5	-0,8	-0,5	2,5	9,5	10,3	75	0,093
	6	0,7	1,8	4,5	8,8	8,1	61	0,070
	7	13,9	14,0	15,7	19,1	5,2	68	0,050
C	5	-1,2	0,1	3,3	7,5	8,7	55	0,076
	6	1,8	3,6	6,4	9,4	7,6	58	0,052
	7	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 3 Измерение при пасмурной погоде и отключенном отоплении

Стекла	Эксперимент	$t_e$ , °C	$\theta_e$ , °C	$\theta_i$ , °C	$t_i$ , °C	$\Delta t$ , °C	$q$ , Вт/м <sup>2</sup>	$R_i$ , м <sup>2</sup> К/Вт
A	8	8,0	8,1	10,2	10,8	2,8	28	0,021
	9	9,2	9,2	11,0	11,9	2,7	25	0,036
	10	9,6	9,1	10,9	11,3	1,7	27	0,015
	11	14,0	13,7	16,0	16,8	2,8	22	0,036
B	8	8,0	8,5	9,5	10,8	2,8	38	0,034
	9	9,2	9,4	10,3	11,9	2,7	36	0,044
	10	9,6	9,5	10,0	11,3	1,7	32	0,041
	11	14,0	14,2	15,6	16,9	2,9	31	0,042
C	8	7,7	8,3	9,7	10,5	2,8	23	0,034
	9	9,4	9,7	10,3	11,4	2,0	22	0,050
	10	9,6	9,7	10,2	11,0	1,4	22	0,036
	11	13,9	14,5	15,2	16,1	2,2	22	0,041

Таблица 4 Измерения при ясной погоде и отключенном отоплении

Стекла	Эксперимент	$t_e$ , °C	$\theta_{\text{ст}}$ , °C	$\theta_i$ , °C	$t_i$ , °C	$\Delta t$ , °C	$q$ , Вт/м <sup>2</sup>	$R_i$ , м <sup>2</sup> К/Вт
А	12	7,6	6,0	9,0	10,0	2,4	25	0,040
	13	10,6	9,1	11,5	12,8	2,2	26	0,050
	14	11,9	10,2	14,0	15,5	3,6	38	0,039
	15	13,4	11,9	15,2	16,5	3,1	31	0,042
В	12	7,6	6,8	7,8	10,0	2,4	45	0,049
	13	10,5	10,1	11,0	12,8	2,3	42	0,043
	14	11,9	11,7	12,2	15,5	3,6	57	0,058
	15	13,5	12,9	14,3	16,5	3,0	47	0,047
С	12	8,3	8,1	8,5	9,6	1,3	30	0,037
	13	10,6	10,7	11,0	12,2	1,6	26	0,046
	14	-	-	-	-	-	-	-
	15	13,5	13,6	14,5	15,6	2,1	47	0,023

*Выводы:*

1) Зарегистрированные распределения температуры соответствуют принятым условиям проникновения тепла, только в случае эксперимента при пасмурной погоде и включенной системе обогрева (таблица 1); рассчитанный на базе экспериментов коэффициент теплопередачи  $k$  превышает значения, полученные расчетным путем по норме PN-91/B-02020 ( $k = 2.9$  Вт/м<sup>2</sup>К для стеклопакета и  $k = 6.1$  Вт/м<sup>2</sup>К для одинарного стекла);

2) Распределение температур, представлено в таблицах 2,3,4, не соответствует распределению, характерному для установленных условий теплопередачи, в связи с чем, величина  $k$  не определялась, так как это является исходным условием;

3) Установленные экспериментально величины сопротивлений теплопередаче  $R_i$  меньше, по сравнению с нормативными ( $R_i=0,12$  м<sup>2</sup>К/Вт).

4) Для стекол, установленных под наклоном и условий, характеризующих данными таблиц 2,3,4, установлено, что на наружной поверхности имеется снижение температуры по отношению к температуре наружного воздуха  $t_e$ , несмотря на то, что эта температура, в каждом случае, ниже внутренней  $t_i$ ;

5) Перепады больше ( $> 1^\circ\text{C}$ ) в случаях стеклопакетов, чем в одинарном остеклении ( $< 1^\circ\text{C}$ ), это хорошо наблюдается при ясной погоде; явление это не наблюдается при вертикально установленных стеклах;

6) Величины теплового потока при одинарном наклонном остеклении (В) в среднем на 30% больше величин  $q$ , полученных для стекол, установ-

ленных вертикально (С). Потому, что поверхность скатов крыши составляет 63% всей поверхности, потери тепла через боковые и торцевые стены 31%, в то время, как через скаты крыши - 68% по отношению к общим потерям тепла;

7) Величина теплового потока через стеклопакет их двух стекол с воздушной прослойкой, размещенный на скате крыши (А), составляют в среднем 65% величины  $q$  для одинарных стекол, размещенных там же. Стеклопакет их двух стекол позволяет ограничить теплопотери через скаты крыши объекта на 35%.

#### Литература

1. Respondek Z. Badania przepływu ciepła przez szyby szklami. Zeszyty naukowe Politechniki Częstochowskiej, Nr 151. Częstochowa, 1997, s 129-133.