

УДК 614.89:669

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОРАДИАЦИОННОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ В  
ЦЕХЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СТЕКЛЯННЫХ ИЗДЕЛИЙ  
ФИЛИАЛА ООО «САНТЕХНИКА»**

**\*д.т.н., проф. А.С. Беликов, \*к.т.н., доц. В.А. Шаломов,  
\*инж. С.Ю. Рагимов, \*инж. А.А. Крекнин, \*ст. преп. Кравчук А.М.  
\*ГВУЗ «ПГАСА»**

**Постановка проблемы.** Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека. Метеорологические условия, или микроклимат, зависят от теплофизических особенностей технологического процесса, климата, сезона года, условий отопления и вентиляции. Поэтому, проведенные исследования терморadiационной напряженности в цехе изготовления строительных стеклянных изделий являются актуальными.

**Основная часть.** Варка стекломассы (стекловарение) – самая сложная операция всего стекольного производства, производится в ваннных печах непрерывного действия, представляющих собой бассейны, сложенные из огнеупорных материалов. При варке специальных стекол (оптических, цветных и т.п.) используют горшковые печи. При нагревании шихты до 1100...1150<sup>0</sup>С происходит образование силикатов (силикатообразование) сначала в твердом виде, а затем в расплаве. При дальнейшем повышении температуры в этом расплаве полностью растворяются наиболее тугоплавкие компоненты – образуется стекломасса. Эта стекломасса насыщена газовыми пузырьками и неоднородна по составу. Для осветления и гомогенизации стекломассы ее температуру повышают до 1500...1600<sup>0</sup>С. При этом, вязкость расплава снижается и соответственно облегчается удаление газовых включений и получение однородного расплава. Стекловарение завершается охлаждением стекломассы до температуры, при которой она приобретает вязкость, требуемую для выработки стеклоизделий принятым методом (вытягиванием, прокатом, прессованием, литьем, выдуванием и др.). Закрепление формы изделия осуществляют быстрым охлаждением. При этом, вследствие низкой теплопроводности стекла возникают большие перепады температур, вызывающие внутренние напряжения в стеклоизделии. Поэтому обязательная операция после формирования – отжиг. Т.е. охлаждение изделий по специальному ступенчатому режиму.

На рис.1 представлена схема стекловаренного цеха по производству стеклблоков и других изделий. Нами проведена инвентаризация технологического оборудования в стекловаренном цехе (табл.1).

Таблица 1

**Инвентаризационная ведомость технологического оборудования  
стекловаренного цеха по производству строительных изделий**

№ п/п	Наименование оборудования
69-72	Газовая стекловаренная печь
73, 74	Газовая отпускная печь
75	Газовая печь обжига изделий

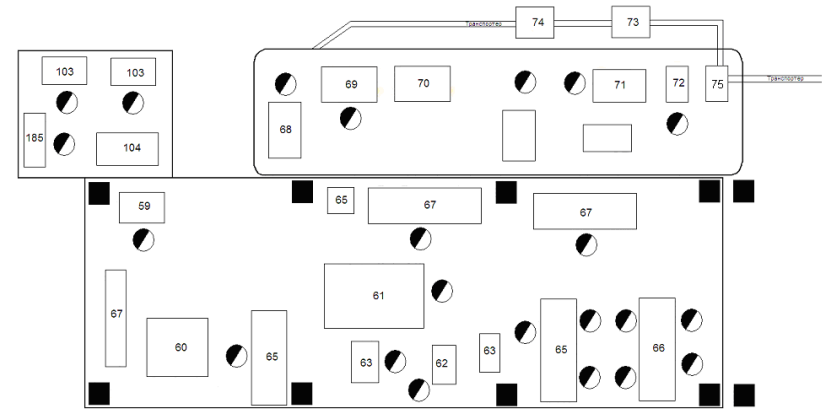


Рис.1.Стекловарочный цех по производству строительных изделий

Согласно проведенной инвентаризации технологического оборудования в цехе выявлены следующие источники высокотемпературного излучения: стекловарочные печи – 69, 70, 71, 72; формовочные машины – 73, 74; печь обжига изделий – 75.

Подготовленная шихта для варки изделий подается в стекловарочные печи – ванны №69, 70, 71 и 72, где производится варка стекломассы при температуре 1100...1200<sup>0</sup>С. Затем, расплавленная масса охлаждается до температуры 800...900<sup>0</sup>С. При данной температуре стекломасса приобретает вязкость и однородность и подается через окна выдачи 600x800мм для формирования стеклблоков и других изделий методом прессования или литья в формовочные агрегаты. Изделия перегружаются на транспортер и выдаются на склад готовой продукции. На рис.2 представлена схема стекловарки и формовки стеклблоков.

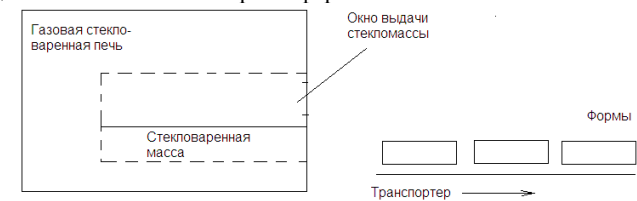


Рис.2. Схема стекловарки и формовки стеклблоков.

Газовые стекловаренные печи №69, 70, 71 имеют большой объем варочного котла. Стекловарочная печь №72 имеет меньший объем и работает, как вспомогательная, либо при изготовлении мелкосерийных строительных изделий. Значительное тепловыделение при работе стекловарочных печей наблюдается при выгрузке стекломассы в формовочные агрегаты при открытом окне. В результате проведенных исследований были построены круговые индикатрисы тепловых полей, рис.3.

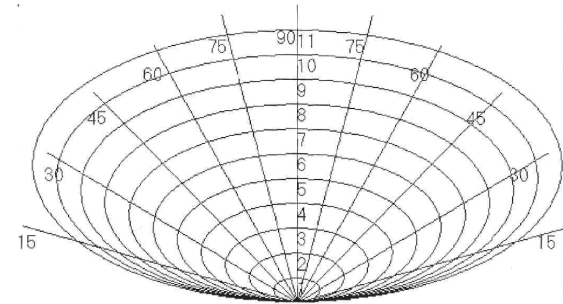


Рис.3. Круговая индикатриса распределения тепловых полей при работе стекловарочных печей:

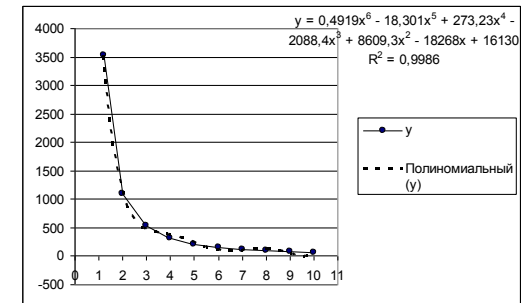
Завод: ООО «Сантехника»; Цех: стекловарения и формовки стеклоблоков; Инв. номер источника: 69, 70, 71, 72; Размер источника, м: 0,8; Тех. хар. источника: печь газовая; Расстояние до точки замера, м: 2; Облученность в точке замера, Вт/м<sup>2</sup>: 1100; Шаг сетки, м: 1; Наименование операции: загрузка-выгрузка окно открыто; Максимальное расстояние, м: 10.

L, м	1,2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E, Вт/м <sup>2</sup>	3530	1100	514	324	216	155	117	91	73	60

Исследования показали, что в рабочей зоне в зависимости от расстояния до стекловаренной печи интенсивность излучения изменяется в широком интервале на расстоянии 1,2м она равна 3530Вт/м<sup>2</sup>; 2м – 1100Вт/м<sup>2</sup>; 3м - 541Вт/м<sup>2</sup>; 4м - 324Вт/м<sup>2</sup>; 5м - 216Вт/м<sup>2</sup>; 6м - 155Вт/м<sup>2</sup>; 7м - 117Вт/м<sup>2</sup>; 8м - 91Вт/м<sup>2</sup>; 9м - 73Вт/м<sup>2</sup>; 10м – 60Вт/м<sup>2</sup>.

Особенно наглядно заметно изменение термодинамической напряженности на рис.4.

E, интенсивность облучения, Вт/м<sup>2</sup>



Расстояние, м

Рис.4. Изменение интенсивности излучения при выгрузке стекломассы в формовочные агрегаты.

После обработки полученных данных была получена зависимость, которая хорошо описывает данный процесс. Исследования показали, что закрепление формы изделий осуществляется быстрым охлаждением, что ведет к возникновению в формовочных изделиях высоких внутренних напряжений. Для устранения внутренних напряжений в зависимости от технологии и вида строительных изделий производится закаливание либо отжиг изделий с последующим медленным охлаждением в туннельных газовых печах по мере продвижения с определенным режимом, температура на выходе  $100^{\circ}\text{C}$ . Температура при отжиге стеклоизделий в печи составляет  $500 - 800^{\circ}\text{C}$ . На рис.5 представлена схема отжига стеклопластиковых изделий.



Рис.5. Схема отжига стеклопластиковых изделий.

В результате проведенных исследований были построены температурные поля при обжиге стеклопластиковых изделий, рис.6.

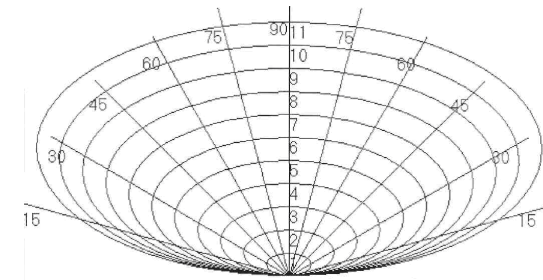


Рис.6. Круговая индикатриса распределения тепловых полей при обжиге стеклоизделий:

Завод: ООО «Сантехника»; Цех: стекловарения; Инв. номер источника: 73, 74; Размер источника, м: 0,5; Тех. хар. источника: печь газовая; Расстояние до точки замера, м: 1; Облученность в точке замера,  $\text{Вт/м}^2$ : 1900; Шаг сетки, м: 1; Наименование операции: отпуск деталей; Максимальное расстояние, м: 11.

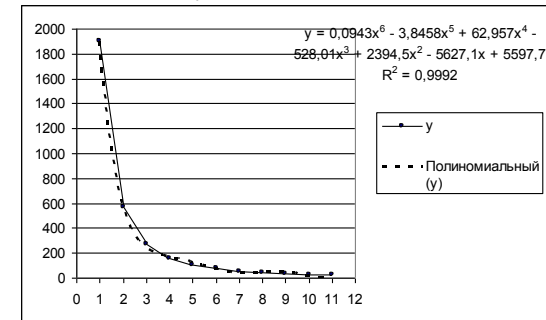
L, м	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
E, $\text{Вт/м}^2$	1900	569	274	162	108	77	57	45	36	29	24

Анализ проведенных исследований показал, что максимальная интенсивность излучения на расстоянии 1м составляет от 600 до  $1900\text{Вт/м}^2$  в зависимости от вида обжигаемых изделий. Учитывая, что в основном отжиг в данном производстве ведется стеклоблоков в оценке термодинамической напряженности нами принята максимальная интенсивность излучения  $1900\text{Вт/м}^2$ .

По мере удаления от источника отмечено резкое снижение терморрадиационной напряженности на рабочих местах: на расстоянии 2м – 569Вт/м<sup>2</sup>; 3м - 274Вт/м<sup>2</sup>; 4м - 162Вт/м<sup>2</sup>; 5м - 108Вт/м<sup>2</sup>; 6м - 77Вт/м<sup>2</sup>; 7м - 57Вт/м<sup>2</sup>; 8м - 45Вт/м<sup>2</sup>; 9м - 36Вт/м<sup>2</sup>; 10м – 29Вт/м<sup>2</sup>; 11м – 24Вт/м<sup>2</sup>.

После обработки полученных данных была получена зависимость позволяющая прогнозировать и масштабировать интенсивность излучения при работе печи обжига на рабочие места (рис.7). В результате проведенных исследований установлено, что от источников излучения: стекловарочные печи и формовочные агрегаты фиксируется коротковолновое и средневолновое ИК-излучение с длиной волны 3-4мкм, а при работе печи обжига изделий ИК-излучение в длинноволновом диапазоне,  $\lambda=5,6-14,0$ мкм. Влажность на рабочих местах в летний период составляет от 60 до 70%, скорость воздушного потока от 0,3 до 0,5м/с и температура составляет 28-30<sup>0</sup>С. Таким образом, анализ проведенных исследований показал, что на рабочих местах в стекловаренном цехе из-за избыточного влияния тепловых выделений и величин параметров микроклимата условия труда не отвечают санитарным нормам и требуется разработка мер по приведению рабочих мест к санитарным нормам.

E, интенсивность облучения, Вт/м<sup>2</sup>



Расстояние, м

Рис.7. Изменение интенсивности излучения в зависимости от расположения рабочих мест.

**Выводы.** В результате проведенных исследований терморрадиационной напряженности в цехе изготовления стеклоблоков ООО «Сантехника» установлено, что в летний период от источников излучения: стекловарочные печи и формовочные агрегаты рабочие подвергаются коротковолновому и средневолновому ИК-излучению,  $\lambda=3-4$ мкм, а при работе печи обжига изделий ИК-излучение в длинноволновом диапазоне  $\lambda=5,6-14,0$ мкм, при интенсивности излучения в зависимости от расположения рабочих мест от 100 до 1900Вт/м<sup>2</sup>. Влажность на рабочих местах составляет до 70%, скорость воздушного потока 0,3-0,5м/с, а температура воздуха 28-30<sup>0</sup>С, что не отвечает санитарным нормам.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Стрежекуров Э.Е. Измерение тепловых потоков на основе термостабильных кварцевых пьезорезонаторов //Приборы для экологии – 92: Тез.

- докл.- Ужгород, 1992.-С.5-6.
2. Касьянов М.А., Стрежекуров Е.Є., Савченко І.В., Медяник В.О. Особливості теплового режиму приміщень з системами променевого опалення // Сб.научн.тр. “Строительство, Материаловедение, Машиностроение”.- Днепропетровск: ПГАСА, 2010.- №52.- ч.1.- С.93-97.

**УДК: 614.89:669**

**Исследование терморadiационной напряженности в цехе изготовления строительных стеклянных изделий филиала ООО «Сантехника» / Беликов А.С., Шаломов В.А., Рагимов С.Ю., Крекнин А.А., Кравчук А.М. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. Вып. ?? ч.?? - Дн-вск., ПГАСА, 2011.- С.???? табл.1.- рис.7. - Библиогр.:(2 назв.)**

В статье приведены данные исследований термодинамической напряженности на рабочих местах с использованием физического моделирования и энергетической освещенности с учетом параметров источников теплового излучения на предприятиях строительной индустрии Украины.