

**Р.И. МАКАРОВ,
Е.Р. ХОРОШЕВА**
**Влияние выбросов
стекловаренных печей на
заболеваемость работников
производства**

УДК 613.6:661.1

ФГБОУ ВПО
"Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых",
г. Владимир

Охрана здоровья человека, и окружающей природной среды является одной из важнейших проблем современности, включающей множество разнообразных аспектов: политических, социальных, экономических, биологических, медицинских и др. [1]. Особую актуальность приобретают исследования, направленные на изучение влияния факторов окружающей среды на состояние здоровья людей, занятых на вредных производствах, к числу которых относятся стекольные производства.

Все стекольные предприятия реализуют химико-технологический процесс стекловарения, который характеризуется вовлечением в производство большого количества разнообразных химических веществ (в том числе токсичных, агрессивных), высоким энергопотреблением, значительными потерями тепла и выделением (преимущественно в атмосферу) различных примесей.

Охрана окружающей среды при производстве стекла связана, прежде всего, с уменьшением выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от составных цехов, стекловаренных печей, участков обработки изделий: пыли, оксидов азота, серы, оксидов углерода, примесей оксидов различных металлов. Сокращению этих выбросов способствует использование топлива, в процессе сжигания которых образуется меньше загрязняющих веществ, а также применение усовершенствованных технологических процессов и оборудования.

Заболеваемость на стекольном производстве оценивается по двум показателям – случаям заболевания и временной утраты трудоспособности, пересчитанным на 100 работников [2]. В работе исследуются негативные воздействия производства листового стекла на заболеваемость работников производства. В качестве опасных факторов рассматривается концентрация вредных

веществ в атмосфере (диоксид азота, оксид азота, угар шихты). Основными источниками информации о выбросах и заболеваемости были ежегодные отчеты о функционировании систем менеджмента качества, экологического менеджмента и менеджмента в области профессиональной безопасности и охраны труда стекольного завода.

Имеющиеся материалы контроля промышленных выбросов в атмосферу от двух стекловаренных печей в течение шестнадцати месяцев непрерывной работы показывают, что выбросы NO и NO_2 от стекловаренных печей в атмосферу в цехе горячего стекла соответствуют установленным нормативам (ПДК). Выбросы CO от первой стекловаренной печи в атмосферу в цехе горячего стекла значительно превышали установленные нормативы (табл. 1).

Таблица 1

Среднемесячные показатели концентрации вредных веществ в выбросах и заболеваемости работников

Месяцы года	NO , мг/дм ³	NO_2 мг/дм ³	CO мг/дм ³	Случаи заболевания на 100 работающих
1	23,44	1,0	12,22	5,5
2	15,94	0,53	8,23	2,8
3	25,62	1,19	13,41	9,0
4	17,0	0,94	8,97	5,2
5	18,12	0,416	9,26	4,6
6	14,0	0,25	7,12	5,8
7	5,56	0,37	2,97	6,0
8	28,5	4,0	16,25	3,3
9	33,25	2,1	17,67	4,2
10	33,13	2,75	17,94	4,4
11	29,63	5,9	17,76	3,3
12	30,38	1,75	16,06	3,0
1	26,75	1,0	13,87	4,7
2	23,38	3,2	13,29	3,3
3	30,88	3,05	16,96	5,0
4	31,38	4,33	17,76	3,5

Анализ зависимости «доза-ответ» предусматривает установление причинной обусловленности заболеваемости работников стекольного производства от концентрации вредных

веществ в выбросах. Методология оценки воздействий базируется на косвенных методах исследования - мониторинг окружающей среды, составление и анализ среднемесячных записей заболеваемости работников, статистическая обработка данных. Процесс обработки данных включает определение и количественное описание связи между концентрацией вредных веществ в выбросах стекловаренных печей и частотой случаев негативных последствий для здоровья у работников производства.

Традиционная статистика при количественном измерении причинно-следственных связей предполагает однородность статистической совокупности анализируемых данных, что на практике не всегда выполняется. Используя критерий репрезентативной однородности проведем анализ одномерной статистической совокупности заболевания работников стекольного производства. Проверка предпосылки однородности проводилась по результатам анализа выполнения условий трех принципов: порядка, сходства и соответствия [3]. В нашем случае принцип порядка соблюдается, т.к. вычисленные эмпирические значения репрезентативности (ЭЗР) соответствуют типу D . Принцип сходства не выполняется, т.к. отклонение ЭЗР от распределения теоретического значения репрезентативности (ТЗР) существенно. Коэффициент сходства мал, равен 35%. Следовательно, переменные ЭЗР и ТЗР соответствуют разным типам наборов сложного события. Наша предпосылка о репрезентативности неверна, ее следует отвергнуть. Поэтому правомерно заявить, что распределение случаев заболевания работников стекольного производства образуется под влиянием двух и более факторов. Анализируемое распределение не одномодальное, а, следовательно, и неоднородное.

Проверка репрезентативной однородности причинной связи между заболеваемостью и концентрацией вредных веществ в выбросах показала, что анализируемая выборка не является репрезентативной четырехмерной однородной невидимой генеральной совокупности и не может служить надежной основой расчета связей между заболеваемостью и концентрацией вредных веществ в выбросах. По этой причине применение регрессионного и

корреляционного анализа для исследования связей между переменными по имеющимся данным является не корректным [3].

Для анализа зависимости «доза-ответ» воспользуемся математическим аппаратом теории информации. Для построения информационной модели использовалась выборка размером 16 измерений, приведенная в табл.1. Для анализа данные группировались разбивкой на четыре интервала. Подсчитывалось число анализируемых параметров, попавших в соответствующие интервалы. Расчетные значения оценок энтропии анализируемых параметров приведены в табл. 2.

Таблица 2

Количество информации, заключенное в контролируемых параметрах

Параметры и условное обозначение	Значение энтропии
Концентрация оксида азота X_1	1,18
Концентрация диоксида азота X_2	1,23
Концентрация оксида углерода X_3	1,23
Концентрация оксида и диоксида азота X_1X_2	1,91
Концентрация оксида, диоксида азота и оксида углерода $X_1X_2X_3$	1,91
Заболееваемость работников производства Y	1,07

Для оценки влияния концентрации вредных веществ в выбросах на заболеваемость работников производства рассчитывались значения условной энтропии заболеваемости при известных концентрациях вредных веществ в выбросах. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Оценки условной энтропии заболеваемости при известной концентрации вредных веществ в выбросах

Условная энтропия	Значение условной энтропии
$H(Y X_1)$	1,86
$H(Y X_2)$	1,89
$H(Y X_3)$	1,89
$H(Y X_1X_2)$	2,31
$H(Y X_1X_2X_3)$	2,47

Используя основные положения теории информации, рассчитываем количество информации о заболеваемости работников, содержащееся в данных концентрации вредных веществ:

$$I(X_i \rightarrow Y) = H(X_i) + H(Y) - H(Y|X_i)$$

где $I(X_i \rightarrow Y)$ количество информации о заболеваемости работников Y , содержащееся в концентрации вредного вещества X_i в выбросах;

$H(X_i)$ – энтропия концентрации вредного вещества X_i , содержащегося в выбросах;

$H(Y)$ - энтропия заболеваемости работников производства;

$H(Y|X_i)$ - условная энтропия заболеваемости при концентрации X_i вредного вещества в выбросах.

Расчетные значения количества передаваемой информации приведены в табл. 4.

Таблица 4

Значения количества передаваемой информации концентрацией вредных веществ в выбросах

Информация, передаваемая заболеваемости концентрацией вредных веществ в выбросах	Количество передаваемой информации
$I(X_1 \rightarrow Y)$	0,39
$I(X_2 \rightarrow Y)$	0,41
$I(X_3 \rightarrow Y)$	0,41
$I(X_1 X_2 \rightarrow Y)$	0,67
$I(X_1 X_2 X_3 \rightarrow Y)$	0,51

Оценки информации считаются значимыми для уровня значимости $\alpha=0,05$ и числа степеней свободы $m=9$, если расчетные значения будут превышать критического уровня, равного 0,53. Это соответствует информации, передаваемой концентрацией оксида и диоксида азота, содержащихся в выбросах, заболеваемости работников производства: $I(X_1 X_2 \rightarrow Y)=0,67$. Количественная оценка зависимости между параметрами характеризуется коэффициентом информационной связи, который рассчитывается по формуле:

$$R(X_i \rightarrow Y) = \frac{I(X_i \rightarrow Y)}{H(Y)},$$

где $R(X_i \rightarrow Y)$ - степень влияния концентрации вредного вещества X_i на заболеваемость работников производства Y .

Значимость коэффициента информационной связи определяется значимостью информации, передаваемой концентрацией оксида и диоксида азота X_1X_2 на заболеваемость работников производства, которая равна:

$$R(X_1X_2 \rightarrow Y) = 0,63.$$

Исследования показали, что концентрация вредных веществ в выбросах информационно связана с заболеваемостью работников стекольного производства (табл. 4). При этом более сильное влияние на заболеваемость работников оказывает парное взаимодействие концентраций оксида и диоксида азота в выбросах $I(X_1X_2 - Y)$. Информация от взаимодействия этих параметров составляет 63% информации о заболеваемости работников производства.

Полученные зависимости могут быть и случайными, вызванные совпадением тенденций изменения концентраций вредных веществ в выбросах и заболеваемости работников.

Тем не менее, проведенный информационный анализ обращает внимание специалистов на необходимость совершенствования на стекольных заводах систем очистки газообразных выбросов стекловаренных печей от вредных примесей для исключения влияния их на заболеваемость работников производства.

Литература

1. Общая гигиена: учебное пособие / А.М. Большаков, В.Г. Маймулов [и др.]. – 2-е изд., доп. и перераб. - 2009. - 832 с.
2. Салман Д. А. Исследование и разработка системы управления охраной окружающей среды промышленного предприятия на примере стекольного завода. Автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.13.01/ Салман Джаафар Анвар. – Владимир 2007.-19с.
3. Швырков В.В. Тайна традиционной статистики запада. М.: Финансы и статистика, 1998. -140 с.
4. Григорович В.Г., Юдин С.В., Козлова Н.О., Шильдин В.В. Информационные методы в управлении качеством. М.: РИА «Стандарты и качество», 2001.-208с.

ТЕЛЕФОН ДОМАШНИЙ 4922-53-55-87

MAKAROV.RUSLAN@GMAIL.COM