

корреляции переменных X и Z при фиксации переменной Y :

$$r_{xz,y} = \frac{r_{xz} - r_{xy}r_{yz}}{\sqrt{(1-r_{xy}^2)(1-r_{yz}^2)}} = 0,9113.$$

Аналогично находим $r_{yz,x} = 0,6799$. В обоих случаях корреляция между результирующей переменной и каждой из факторных возрастает при фиксации третьей величины. Можно сделать вывод, что эта величина ослабляет их истинную корреляцию.

Мерой линейной зависимости между одной случайной величиной и совокупностью остальных служит множественный коэффициент корреляции. Определим зависимость результирующего признака от совокупности факторных признаков

$$r_{z,xy} = \sqrt{\frac{r_{xz}^2 + r_{yz}^2 - 2r_{xy}r_{xz}r_{yz}}{1-r_{xy}^2}} = 0,923.$$

Полученный множественный коэффициент корреляции позволяет сделать вывод о высокой линейной зависимости напряжения при удлинении от содержания технического углерода и времени вулканизации.

Список литературы

1. Антипина С. Г. Основы хемометрики. Часть 1. Прикладная статистика для химиков-технологов: учебное пособие / С.Г. Антипина, В.Ф. Каблов; ВПИ(филиал) ВолГТУ. – Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2013. – 140 с.
2. Лукомская А. И. Технология вулканизации шин и резиновых технических изделий: учебное пособие/А.И. Лукомская; М., «Высшая школа», 1971 г. – с.5-6

МАКСИМАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ПРИ ДЕФЛАГРАЦИОННОМ ГОРЕНИИ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

Гордеева Е.В., Антипина С.Г.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: elena-kawai@rambler.ru

Газовоздушная смесь (ГВС) – смесь горючего газа с воздухом, в которой содержание горючего газа соответствует концентрационному пределу распространения пламени, т.е. находится в интервале от НКПР (нижнего концентрационного предела распространения пламени) до ВКПР (верхнего концентрационного предела распространения пламени).

Газовоздушные смеси образуются на ряде производств в нормальных или аварийных условиях и могут стать источником очень мощных взрывов. Наиболее опасны взрывы смесей с воздухом углеводородных газов (метана, пропана, бутилена, бутана, этилена и др.), а также паров воспламеняющихся жидкостей. Взрывы ГВС могут происходить во внутренних полостях оборудования и трубопроводов, в помещениях (зданиях) в результате утечки газа, в емкостях для хранения и транспортировки взрыво- и пожароопасных веществ (резервуарах, газгольдерах, цистернах, грузовых отсеках танкеров) или на открытом пространстве при разрушении газопроводов, разливе и испарении жидкостей. Взрывы горючих газов с воздухом с тяжелыми последствиями происходят на шахтах.

Процесс распространения пламени по горючей газовой смеси, при котором самоускоряющаяся реакция горения распространяется вследствие разогрева путем теплопроводности от соседнего слоя продуктов реакции (рисунок), называется дефлаграцией. Обычно скорости дефлаграционного горения дозвуковые, т.е. менее 333 м/с.

Максимальное давление взрыва – показатель пожаровзрывоопасности веществ и материалов, характеризующий наибольшее избыточное давление, возникающее при дефлаграционном горении взрывоопасной смеси в замкнутом сосуде при начальном давлении смеси 101,3 кПа.

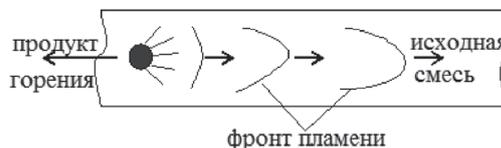


Схема возникновения взрывного горения

В термодинамическом процессе без потерь теплоты, но с выделением теплоты при сгорании газа и возможным изменением количества молей газа в процессе реакции горения, изменение конечного давления (оно же максимальное давление горения ГВС) будет пропорционально изменению температуры и количества молей газа, т.е.:

$$P_{max} = P_1 = P_0 \cdot \frac{T_1}{T_0} \cdot \frac{n_1}{n_0},$$

где p – давление, T – температура, n – число молей; индекс «0» соответствует значениям показателей до начала реакции горения, индекс «1» – после реакции горения.

Для практических расчетов можно пренебречь изменением молярного состава ГВС в процессе горения ($n_1 = n_0$) и принять в качестве рабочего тела воздух. При указанных допущениях приходим к упрощенной формуле для определения увеличения температуры газов при реакции горения:

$$\Delta T = \frac{Q}{c_v \cdot p_v \cdot V_0},$$

где c_v – удельная теплоемкость воздуха; p_v – плотность воздуха до начала реакции горения. Подставляя в это уравнение формулу для теплоты сгорания, получим:

$$\Delta T = \frac{Q_n^p \cdot p_z \cdot c_{cx}}{100 \cdot c_v \cdot p_v},$$

где c_{cx} – стехиометрическая концентрация газа в смеси с воздухом; Q_n^p – удельная теплота сгорания газа.

Найдем максимальное давление дефлаграционного горения ГВС:

$$P_{max} = P_0 \cdot \frac{T_1}{T_0} = P_0 \cdot \frac{T_0 + \Delta T}{T_0} = \frac{P_0}{T_0} \cdot \left(T_0 + \frac{Q_n^p \cdot p_z \cdot c_{cx}}{100 \cdot c_v \cdot p_v} \right).$$

Полученная формула позволяет находить максимальное давление горения для любых заданных начальных условий.

Список литературы

1. Акатьев В.А. Основы взрывопожаробезопасности / Учебное пособие. – М.: МГТУ, 2004. – 384 с.
2. Зельдович Я.Б. Математическая теория горения и взрыва / Я.Б. Зельдович, Г.И. Баренблатт Г.И., В.Б. Либрович, Г.М. Махвиладзе – М.: Наука, 1980. – 479 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СУШИЛЬНОГО АППАРАТА

Звада А.А., Каткова Д.А., Антипина С.Г.

Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: zvada.stasia@yandex.ru

Сушка – термический процесс принудительного удаления жидкости из твердых, жидких веществ

или их смесей с помощью испарения. Чаще всего в качестве удаляемой жидкости выступают влага или летучие органические растворители. При сушке изменяется теплопроводность материала, снижается его объемный вес и повышается прочность. Чем выше качество материала, тем больше возможность его использования. Это может быть обеспечено при соответствующем режиме процесса сушки, который должен проводиться при определенной температуре, давлении и относительной влажности сушильного агента. Режим сушки зависит от свойств высушиваемого материала. Сушка широко применяется в химической, химико-фармацевтической, пищевой

и других отраслях промышленности. В химической промышленности сушка обычно является завершающим процессом в производстве почти всех химических продуктов.

Цель сушки – улучшение качества веществ и материалов, подготовка их к переработке, использованию, транспортированию и хранению. Данный процесс часто является последней технологической операцией, предшествующей выпуску готового продукта. Именно поэтому оценка эффективности работы сушильного аппарата играет очень важную роль.

В ходе проведения эксперимента были получены следующие данные:

x	0	20	40	60	80	100
y	29,5	18,4	11,9	8,6	5,0	3,3

Признак x – время сушки в с, признак y – содержание влаги, в % от веса сухого остатка.

Определим вид функциональной зависимости, отражающей влияние времени сушки в секундах на вес сухого остатка.

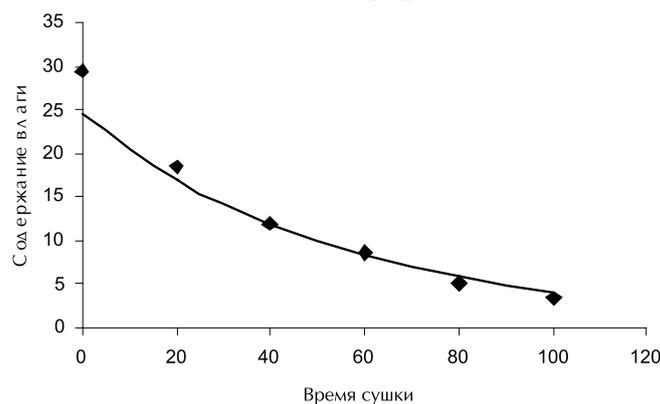
Построим график зависимости величин x и y . Мы видим, что зависимость получается нелинейной. Построив же график зависимости x и $\ln y$, наблюдаем расположение точек вдоль некоторой прямой. Т.е. при $Y = \ln y$ линейное уравнение $Y = A + Bx$ отражает нелинейную зависимость $y = a \cdot b^x$, где $a = e^A$, $b = e^B$.

Определим значение коэффициентов A и B . Вычислим числовые характеристики: $\bar{x} = 50,00167$;

$\bar{y} = 2,288067$; $S_x^2 = 1679,76$; $S_{xy} = -30,3695$. Тогда

$$B = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = -0,01808, A = \bar{y} - B \cdot \bar{x} = 3,192081. \text{ Запишем}$$

уравнение линейной регрессии: $Y = 3,192081x - 0,01808$. Тогда уравнение нелинейной регрессии будет иметь вид: $y = 24,33902 \cdot 0,982083^x$. Подставив значения x_i в полученное уравнение, найдем значения \hat{y}_i , выравнивающие экспериментальные данные. Построим диаграмму рассеяния и полученную линию регрессии.



Полученная модель позволяет определять значения содержания влаги в зависимости от времени сушки для любых начальных данных. Однако, не следует брать значения для прогноза, выходящие за рамки размаха вариационного ряда более чем на 10-15%, так как в этом случае ошибка прогноза резко возрастает.

Список литературы

1. Антипина С.Г. Основы хеометрики. Часть 1. Прикладная статистика для химиков-технологов: учеб. пособие / С.Г. Антипина, В.Ф. Каблов; ВПИ (филиал) ВолГТУ. – Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2013. – 140 с.
2. Лыков М.В. Сушка в химической промышленности. – М.: Изд-во «Химия», 1970 г. – 432 с.

НАХОЖДЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОМЕЖУТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОМ СЖАТИИ ГАЗА

Ильинский Д.В., Антипина С.Г.

Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: fobarit@mail.ru

В различных отраслях промышленности необходимым является получение газа с высоким давлени-

ем. В горнодобывающей промышленности применяется воздух с давлением от 0,9 МПа до 70–80 МПа. В первом случае давление необходимо для пневматического привода различного горношахтного оборудования (бурильные установки, отбойные молотки и т. д.), во втором – высокое давление необходимо для воздушных взрывных патронов. В химической промышленности для синтеза, например, аммиака требуется сжатие газа до 32–70 МПа, а при производстве полиэтилена – до 350 МПа (≈ 3500 атм). Сжатие газа до таких значений давления в одной ступени практически невозможно. Выходом из положения является применение в компрессорах многоступенчатого сжатия с использованием промежуточного охлаждения газа между ступенями сжатия компрессора или просто ступенями компрессора. Для воздушных компрессоров общего назначения чаще всего применяется двухступенчатое сжатие, которое можно рассматривать как частный случай многоступенчатого сжатия.

Рассмотрим двухступенчатое обратимое адиабатическое сжатие газа от начального давления P_1 до конечного P_3 . Нахождение оптимальных условий работы будет заключаться в определении промежуточного давления P_2 , для которого общий расход энергии