

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.

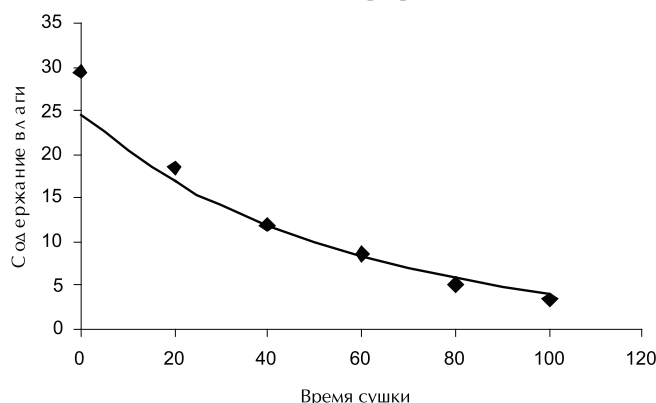
Построим график зависимости величин x и y . Мы видим, что зависимость получается нелинейной. Построив же график зависимости x и $\ln y$, наблюдаем расположение точек вдоль некоторой прямой. Т.е. при $Y = \ln y$ линейное уравнение $Y = A + Bx$ отражает нелинейную зависимость $y = a \cdot b^x$, где $a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

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

является минимальным. При двухступенчатом сжатии работа задается формулой

$$A = \frac{kNRT}{k-1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 2 + \left(\frac{P_3}{P_2} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]$$

где A – работа, кГм; N – количество сжимаемого газа, кг-мол; R – газовая постоянная; k – отношение теплоемкости при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме (показатель адиабаты); T – температура поступающего в компрессор газа.

Найдем производную составленной функции по переменной P_2 и приравняем полученную производную к нулю

$$\frac{dA}{dP_2} = NRT \left(P_1^{\frac{1}{k-1}} P_2^{-\frac{1}{k}} - P_2^{\frac{1}{k-2}} P_3^{1-\frac{1}{k}} \right) = 0.$$

Решая уравнение относительно переменной P_2 , найдем значение для промежуточного давления при двухступенчатом сжатии газа: $P_2 = \sqrt{P_1 \cdot P_3}$.

Для того, чтобы убедиться, что найденное значение P_2 соответствует минимальному значению работы, вычислим вторую производную от функции A :

$$\frac{d^2 A}{dP_2^2} = NRT \left(-\frac{1}{k} P_1^{\frac{1}{k-1}} P_2^{-\frac{1}{k}-1} - \left(\frac{1}{k} - 2 \right) P_2^{\frac{1}{k-3}} P_3^{1-\frac{1}{k}} \right).$$

Подставляя выражение для P_2 , получим

$$\frac{d^2 A}{dP_2^2} = 2NRT \cdot P_1^{\frac{1}{2}(\frac{1}{k}-3)} \cdot P_3^{-\frac{1}{2}(\frac{1}{k}+1)} \cdot \frac{k-1}{k}.$$

Так как для любого газа показатель адиабаты превышает единицу, то вторая производная функции A в рассматриваемой точке положительна. Следовательно, при $P_2 = \sqrt{P_1 \cdot P_3}$ функция работы достигает своего минимального значения.

В полученном выражении для P_2 отсутствует величина k , следовательно, оно справедливо для любого политропического сжатия.

Решенная нами задача о компрессоре может быть обобщена на случай трехступенчатого сжатия.

Список литературы

1. Воронцовский А. В. Современные центробежные компрессоры – М.: Преминум Инжиниринг, 2007. – 140 с.
2. Михайлов А.К., Ворощилов В.П. Компрессорные машины. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 288 с.
3. Абдурашитов С.А. Насосы и компрессоры. – М.: Недра, 1974.

МАКСИМАЛЬНАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ ПРИ ФОТОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Ким И.О., Антипина С.Г.

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

Под действием света могут происходить самые разнообразные химические реакции. В основе химического действия света лежит явление взаимодействия света с веществом. В частности, под действием света могут происходить реакции химических превращений веществ (фотохимическая реакция). Некоторые из этих реакций приводят к образованию сложных молекул из простых (например, образование хлористого водорода при освещении смеси водорода и хлора), другие – к разложению молекул на составные части (например, фотохимическое разложение бромистого серебра с выделением металлического серебра и брома), в результате третьих – молекула

не изменяет своего состава, изменяется лишь ее пространственная конфигурация, приводящая к изменению ее свойств (возникают тереоизомеры).

Область практического применения фотохимических реакций весьма обширна. Фотохромные соединения используют для изготовления материалов с обратимыми изменениями спектральных характеристик под действием света. Известны жидкофазные и твердые фотохромные материалы, используемые в системах регистрации и обработки оптической информации, голографии, в термоиндикаторных устройствах, а также в других областях науки и техники. С применением фотохимических процессов получают рельефные изображения для микроэлектроники, печатные формы для полиграфии. Большое практическое значение имеет фотохимическое хлорирование (главным образом насыщенных углеводородов). Важнейшая область практического применения фотохимических процессов – фотография. Помимо фотографического процесса, основанного на фотохимическом разложении галогенидов серебра (главным образом AgBr), все большее значение приобретают различные методы несеребряной фотографии.

Один из основных законов фотохимии – химическое действие может произвести только свет, который поглощается реагирующими молекулами. Для проведения таких химических реакций, помимо химических знаний, необходимы точные математические расчеты.

Найдем, на какой высоте h следует поместить источник света так, чтобы освещенность площадки была максимальной, в предположении, что площадка не перпендикулярна лучам (рис. 1).

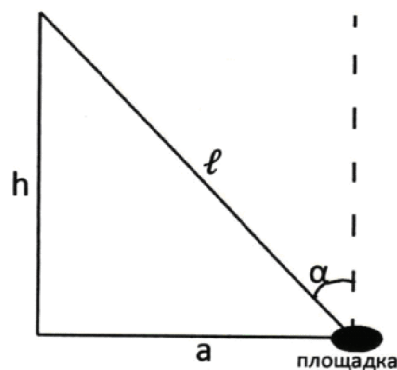


Рис. 1

Известно, что освещенность площадки обратно пропорциональна квадрату ее расстояния от источника света и прямо пропорциональна косинусу угла

падения световых лучей $J = \frac{k}{l^2} \cdot \cos \alpha$. Определяя

из чертежа $l^2 = h^2 + a^2$ и $\cos \alpha = \frac{h}{\sqrt{h^2 + a^2}}$, приходим

к функции $J = \frac{k \cdot h}{(h^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}}$.

Исследуем полученную функцию на максимум методами дифференциального исчисления.

Найдем производную составленной функции по переменной h

$$\frac{dJ}{dh} = k \frac{a^2 - 2h^2}{(h^2 + a^2)^{\frac{5}{2}}}.$$