**Контрольная работа**по теме «Решение инженерных и экономических задач в системе Matlab»  
по курсу «Учебно-исследовательская работа студентов»

1. **Рассчитать расход газа при истечении из сосуда под давлением**

Рассматривается задача истечения газа через малое отверстие из сосуда под действием избыточного давления (рис. 2.1).



Рис. 1.1 Схема расчета истечения из сосуда

Для решения задачи истечения сжимаемого газа из сосуда через малое отверстие запишем уравнение расхода:

.

При этом возможны два режима течения: критический и докритический. В случае критического режима течения расход газа равен:

, (1.1)

где ,  – критические параметры, плотность и скорость звука соответственно. Критические параметры определяются через параметры торможения:

, , ,

где , ,  – параметры торможения (параметры в сосуде);  – удельная газовая постоянная;  – показатель адиабаты.

После подстановки критических параметров, выраженных через параметры торможения, расход будет равен

, (1.2)

Обычно расход представляют в следующем виде:

, (1.3)

где

 (1.4)

– коэффициент истечения.

В случае докритического истечения рассчитывают коэффициент приведенного расхода, тогда расход газа определяется по формуле

. (1.5)

В общем случае расход определяется по формуле (1.5), где критический расход определяется по формулам (1.3), (1.4), а коэффициент  из следующего условия:

 (1.6)

Таблица 1.1. Параметры системы для различных вариантов заданий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. |  |  | № вар. |  |  |
| 1 | 40,0 | 3,0 | 11 | 40,0 | 7,0 |
| 2 | 30,0 | 5,0 | 12 | 50,0 | 10,0 |
| 3 | 50,0 | 7,0 | 13 | 20,0 | 5,0 |
| 4 | 20,0 | 10,0 | 14 | 40,0 | 7,0 |
| 5 | 40,0 | 3,0 | 15 | 50,0 | 5,0 |
| 6 | 30,0 | 5,0 | 16 | 20,0 | 7,0 |
| 7 | 50,0 | 7,0 | 17 | 40,0 | 10,0 |
| 8 | 50,0 | 3,0 | 18 | 40,0 | 3,0 |
| 9 | 20,0 | 5,0 | 19 | 30,0 | 5,0 |
| 10 | 40,0 | 7,0 | 20 | 50,0 | 7,0 |

Наружное давление . Начальная температура газа . В сосудах находится воздух, который считается идеальным газом с постоянными характеристиками: ; .

Рассчитать расход газа .

1. **Решить систему линейных уравнений межотраслевого баланса** , где  – вектор валовой продукции;  – вектор конечной продукции;  – матрица прямых материальных затрат. Проверить условие корректности матрицы прямых затрат: .

Найти решение задачи для трех случаев:

а) дано , найти ;

б) дано, найти ;

в) дано , найти .

Исходные данные:

а) 

б) 

в) ,

где *n* – номер варианта, 

1. **Расчет параметров в выходном сечении газодинамического сопла**

Газодинамическое сопло (сопло Лаваля) – устройство, предназначенное для разгона потока до сверхзвуковой скорости. Сопло Лаваля представляет собой канал переменного сечения (рис. 3.1).



Рис. 3.1 Схема сопла

На входе в сопло поддерживаются постоянные параметры: ,  – параметры торможения () (параметры в камере сгорания). Рассмотрим простейшую геометрию осесимметричного сопла, когда диаметр меняется линейно от входного  до критического  на длине  и от  до выходного диаметра  на длине . Тогда площадь сечения

 (3.1)

Алгоритм решения задачи:

Решить нелинейное уравнение, относительно .

, (3.2)

При решении уравнения в общем случае получается два корня  и . Требуемое решение выбираем в соответствии с режимом течения:  – для дозвуковой части сопла () и  – для сверхзвуковой части сопла (), в критическом сечении . Поиск требуемого решения численным методом можно настроить путем выбора начального приближения.

Для определения других параметров используются газодинамические функции

, , . (3.3)

Скорость

, (3.4)

где

.

Таблица 3.1. Параметры системы для различных вариантов заданий

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар. |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 150 | 100 | 200 | 150 | 250 | 4,0 | 500 |
| 2 | 100 | 70 | 250 | 250 | 250 | 5,0 | 700 |
| 3 | 200 | 150 | 250 | 200 | 250 | 3,0 | 800 |
| 4 | 150 | 70 | 150 | 150 | 150 | 6,0 | 900 |
| 5 | 100 | 50 | 200 | 150 | 350 | 4,0 | 1000 |
| 6 | 200 | 100 | 250 | 250 | 250 | 5,0 | 600 |
| 7 | 150 | 100 | 250 | 150 | 350 | 3,0 | 500 |
| 8 | 100 | 70 | 200 | 150 | 250 | 6,0 | 1500 |
| 9 | 200 | 150 | 200 | 250 | 450 | 4,0 | 800 |
| 10 | 150 | 100 | 300 | 250 | 250 | 5,0 | 600 |
| 11 | 100 | 70 | 300 | 150 | 350 | 3,0 | 700 |
| 12 | 200 | 150 | 300 | 350 | 450 | 6,0 | 900 |
| 13 | 150 | 70 | 200 | 150 | 250 | 4,0 | 600 |
| 14 | 100 | 50 | 150 | 150 | 200 | 5,0 | 700 |
| 15 | 200 | 100 | 250 | 250 | 250 | 3,0 | 900 |
| 16 | 150 | 100 | 250 | 250 | 350 | 6,0 | 600 |
| 17 | 100 | 70 | 200 | 150 | 250 | 4,0 | 700 |
| 18 | 200 | 150 | 300 | 350 | 500 | 5,0 | 900 |
| 19 | 150 | 100 | 250 | 150 | 250 | 3,0 | 600 |
| 20 | 200 | 100 | 300 | 250 | 250 | 6,0 | 1200 |

Наружное давление . В качестве рабочего тела рассматривается воздух с постоянными характеристиками: ; .

Рассчитать значения и построить графики исследуемых параметров: скорость , скорость звука , давление , плотность , температура  газа по длине сопла (не менее 10 точек).

1. **Аппроксимация данных**

По приведенным данным определить вид уравнения и построить линии трендов:

а) линейный ;

б) квадратичный ;

в) гиперболический  (замена , линейная функция);

г) экспоненциальный  (логарифмируем  - линейная функция);

д) логарифмический  (подобрать начальное значение ).

Вместо года 2005, 2006, … взять номер года *t* = 1, 2, 3, …

Рассчитать ошибку аппроксимации .

Вариант 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | y1 | y2 | y3 | y4 | y5 |
| 2005 | -0,8 | 1,9 | 6,4 | 11 | -0,2 |
| 2006 | 0,7 | 1,1 | 3,4 | 16 | 0,7 |
| 2007 | 1,3 | 0,6 | 2,8 | 18 | 1,1 |
| 2008 | 2,4 | 1,5 | 2,7 | 37 | 1,4 |
| 2009 | 3,8 | 4,3 | 3,0 | 52 | 1,6 |
| 2010 | 4,9 | 7,4 | 2,1 | 68 | 1,5 |
| 2011 | 6,1 | 11,5 | 1,8 | 93 | 2,0 |
| 2012 | 6,6 | 17,1 | 2,4 | 120 | 2,0 |

Вариант 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | y1 | y2 | y3 | y4 | y5 |
| 2005 | 4 | 3 | 10,2 | 3 | 0,4 |
| 2006 | 4 | 2 | 6,9 | 12 | 2,2 |
| 2007 | 8 | 1 | 5,4 | 19 | 2,6 |
| 2008 | 8 | 2 | 5,1 | 31 | 3,3 |
| 2009 | 12 | 3 | 4,6 | 55 | 3,7 |
| 2010 | 13 | 7 | 4,2 | 72 | 3,8 |
| 2011 | 14 | 11 | 3,3 | 93 | 4,3 |
| 2012 | 18 | 17 | 3,8 | 119 | 4,4 |

Вариант 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | y1 | y2 | y3 | y4 | y5 |
| 2005 | 6 | 4 | 13,4 | 13 | 0,8 |
| 2006 | 9 | 2 | 8,8 | 10 | 3,2 |
| 2007 | 13 | 1 | 7,4 | 25 | 4,5 |
| 2008 | 17 | 2 | 6,5 | 36 | 4,7 |
| 2009 | 18 | 5 | 6,4 | 49 | 5,6 |
| 2010 | 20 | 8 | 4,9 | 63 | 5,6 |
| 2011 | 24 | 12 | 6,3 | 88 | 6,5 |
| 2012 | 24 | 18 | 5,2 | 109 | 7,2 |

Вариант 4

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | y1 | y2 | y3 | y4 | y5 |
| 2005 | 12 | 6 | 16,7 | 7 | 1 |
| 2006 | 11 | 4 | 12,3 | 14 | 4 |
| 2007 | 16 | 3 | 9,5 | 23 | 6 |
| 2008 | 20 | 3 | 8,3 | 29 | 7 |
| 2009 | 21 | 6 | 9,9 | 48 | 7 |
| 2010 | 27 | 10 | 8,4 | 61 | 8 |
| 2011 | 31 | 15 | 7,8 | 78 | 9 |
| 2012 | 32 | 22 | 7,8 | 100 | 10 |

Вариант 5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | y1 | y2 | y3 | y4 | y5 |
| 2005 | 12 | 7 | 19 | 10 | 3 |
| 2006 | 16 | 6 | 15 | 17 | 6 |
| 2007 | 21 | 5 | 13 | 26 | 6 |
| 2008 | 22 | 6 | 11 | 31 | 9 |
| 2009 | 26 | 9 | 11 | 46 | 9 |
| 2010 | 28 | 14 | 11 | 54 | 12 |
| 2011 | 37 | 19 | 11 | 75 | 13 |
| 2012 | 36 | 27 | 10 | 84 | 12 |

Вариант 6

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | y1 | y2 | y3 | y4 | y5 |
| 2005 | 17 | 9 | 24 | 4 | 4 |
| 2006 | 21 | 8 | 15 | 10 | 8 |
| 2007 | 20 | 8 | 12 | 21 | 9 |
| 2008 | 27 | 10 | 14 | 27 | 10 |
| 2009 | 27 | 13 | 12 | 44 | 12 |
| 2010 | 32 | 18 | 12 | 58 | 12 |
| 2011 | 39 | 26 | 12 | 61 | 14 |
| 2012 | 40 | 34 | 13 | 78 | 16 |

Вариант 7

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | y1 | y2 | y3 | y4 | y5 |
| 2005 | 21 | 12 | 25 | 12 | 3 |
| 2006 | 19 | 12 | 19 | 18 | 7 |
| 2007 | 28 | 11 | 18 | 22 | 10 |
| 2008 | 31 | 14 | 16 | 29 | 12 |
| 2009 | 33 | 17 | 16 | 36 | 14 |
| 2010 | 38 | 25 | 16 | 45 | 17 |
| 2011 | 41 | 32 | 13 | 62 | 16 |
| 2012 | 40 | 43 | 15 | 71 | 18 |

Вариант 8

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | y1 | y2 | y3 | y4 | y5 |
| 2005 | 18 | 16 | 28 | 4 | 2 |
| 2006 | 24 | 18 | 18 | 10 | 11 |
| 2007 | 26 | 16 | 17 | 20 | 12 |
| 2008 | 32 | 17 | 16 | 28 | 13 |
| 2009 | 33 | 24 | 14 | 34 | 17 |
| 2010 | 35 | 30 | 15 | 44 | 17 |
| 2011 | 40 | 43 | 17 | 52 | 20 |
| 2012 | 47 | 52 | 13 | 61 | 18 |

Вариант 9

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | y1 | y2 | y3 | y4 | y5 |
| 2005 | 24 | 20 | 32 | 9 | 4 |
| 2006 | 24 | 18 | 24 | 11 | 12 |
| 2007 | 30 | 24 | 20 | 16 | 12 |
| 2008 | 32 | 22 | 22 | 29 | 15 |
| 2009 | 33 | 30 | 15 | 30 | 19 |
| 2010 | 39 | 42 | 16 | 39 | 18 |
| 2011 | 40 | 50 | 16 | 48 | 20 |
| 2012 | 45 | 63 | 17 | 58 | 21 |

Вариант 10

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | y1 | y2 | y3 | y4 | y5 |
| 2005 | 23 | 25 | 37 | 11 | 6 |
| 2006 | 23 | 25 | 25 | 11 | 12 |
| 2007 | 24 | 24 | 22 | 22 | 16 |
| 2008 | 33 | 30 | 23 | 25 | 20 |
| 2009 | 35 | 41 | 20 | 33 | 22 |
| 2010 | 31 | 53 | 17 | 34 | 23 |
| 2011 | 39 | 64 | 22 | 47 | 23 |
| 2012 | 35 | 78 | 21 | 50 | 24 |

1. **Найти компоненты общего решения по методу Эйлера** () системы дифференциальных уравнений , частное решение при . Исследовать решение на устойчивость по Ляпунову.

Задачу решить с помощью функции нахождения собственных чисел и векторов матрицы А. Получить справку по функции **eig**(A).

Исходные данные:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | *A*= | № | *A*= | № | *A*= | № | *A*= |
| 1. |  | 6. |  | 11. |  | 16. |  |
| 2. |  | 7. |  | 12. |  | 17. |  |
| 3. |  | 8. |  | 13. |  | 18. |  |
| 4. |  | 9. |  | 14. |  | 19. |  |
| 5. |  | 10. |  | 15. |  | 20. |  |



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| *x*1 | 1 | 2 | 1 | -2 | 1 | -1 | -3 | 2 | 1 | -1 | 1 | 2 | 1 | -2 | 1 | -1 | -3 | 2 | 1 | -1 |
| *x*2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 1 | 3 | -3 | -3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 1 | 3 | -3 | -3 | 2 |
| *x*3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | -2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | -2 | 2 | 1 | 2 | 3 |