|  |  |
| --- | --- |
|  | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

ФАКУЛЬТЕТ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Энергомашиностроение\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

КАФЕДРА \_\_\_\_\_\_\_\_Газотурбинные двигатели и комбинированные установки\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

***К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ***

***НА ТЕМУ:***

|  |
| --- |
| ***Расчет цикла и турбины стационарной*** |
| ***газотурбинной установки*** |
|  |
|  |
|  |
|  |

Студент \_\_\_\_\_\_Э3-92\_\_\_\_\_\_\_ **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_**Сыроватский А. А.**\_\_**

(Группа) (Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Руководитель курсового проекта **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_**Новицкий Б. Б.**\_\_\_\_**

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

*2022 г.*

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**

**(национальный исследовательский университет)»**

**(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Индекс)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(И.О.Фамилия)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение курсового проекта**

по дисциплине \_\_\_\_Теплообменные аппараты\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Студент группы \_\_\_Э3-82\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Сыроватский Александр Александрович\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Фамилия, имя, отчество)

|  |
| --- |
| Тема курсового проекта: Расчет цикла и турбины стационарной газотурбинной установки |
|  |
|  |

Направленность КП (учебный, исследовательский, практический, производственный, др.)

\_\_\_учебная\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Источник тематики (кафедра, предприятие, НИР) \_\_\_\_кафедра\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

График выполнения проекта: 25% к \_5\_ нед., 50% к \_8\_ нед., 75% к 11 нед., 100% к 14 нед.

|  |
| --- |
| ***Задание:*** произвести расчет цикла двухвальной стационарной установки, выбрать |
| расчетную точку и спроектировать турбину высокого давления. Температура газов перед |
| турбиной высокого давления *,* мощность силовой турбины . |
| Выполнить расчет диска последней ступени турбины высокого давления на прочность. |
|  |
|  |
|  |

***Оформление курсового проекта:***

Расчетно-пояснительная записка на \_\_\_\_\_ листах формата А4.

Перечень графического (иллюстративного) материала (чертежи, плакаты, слайды и т.п.)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата выдачи задания « \_10\_ » \_\_сентября\_\_ 2021 г.

**Руководитель курсового проекта**  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_Новицкий Б. Б.\_\_\_

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

**Студент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_**Сыроватский А. А.**\_\_**

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Примечание: Задание оформляется в двух экземплярах: один выдается студенту, второй хранится на кафедре.

Содержание

[Список сокращений и условных обозначений 5](#_Toc120054707)

[Значения индексов 5](#_Toc120054708)

[Значения счетчиков 5](#_Toc120054709)

[Газодинамические функции 5](#_Toc120054710)

[ВВЕДЕНИЕ 6](#_Toc120054711)

[1 Аналитические функции теплоемкостей 7](#_Toc120054712)

[2 Цикл 10](#_Toc120054713)

[2.1 Исходные данные: 10](#_Toc120054714)

[2.2 Расчет цикла 12](#_Toc120054715)

[2.3 Результаты расчета цикла 20](#_Toc120054716)

[3 Турбина 21](#_Toc120054717)

[3.1 Исходные данные для расчета турбины 21](#_Toc120054718)

[3.2 Предварительный расчет турбины 24](#_Toc120054719)

[3.3 Построение проточной части турбины 28](#_Toc120054720)

[3.4 Расчет турбины по средней линии тока 32](#_Toc120054721)

[3.5 Расчет параметров ступени турбины 49](#_Toc120054722)

[3.6 Расчет параметров турбины 53](#_Toc120054723)

[3.7 Расчет ступени турбины по высоте 55](#_Toc120054724)

[4 Расчет лопатки РК на прочность 61](#_Toc120054725)

[4.1 Геометрические характеристики сечений лопатки 62](#_Toc120054726)

[4.2 Определение газодинамических сил и моментов, действующих на лопатку по ее высоте 63](#_Toc120054727)

[4.3 Определение точек, наиболее отдаленных от нейтральной линии 65](#_Toc120054728)

[4.4 Определение напряжений в лопатке 66](#_Toc120054729)

[4.5 Выносы лопатки 67](#_Toc120054730)

[4.6 Результаты расчета 67](#_Toc120054731)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 72](#_Toc120054732)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 73](#_Toc120054733)

[Приложение I. Численные результаты расчета цикла 74](#_Toc120054734)

# Список сокращений и условных обозначений

СТ – силовая турбина;

СЛ – сопловая лопатка;

РЛ – рабочая лопатка;

К – компрессор;

Т – турбина;

ГДФ – газодинамическая функция;

КПД – коэффициент полезного действия.

В расчетно-пояснительной записке используются элементы программирования для упрощения изложения расчета и его понимая:

– если;

– иначе;

– иначе если;

– конец условия .

# Значения индексов

Цифры в индексах обозначений соответствуют:

# Значения счетчиков

– номер ступени;

– радиус лопатки (1 – втулка, 2 – середина, 3 – периферия);

# Газодинамические функции

В расчете курсового проекта все ГДФ подсчитаны по уравнениям, представленным ниже и зависящим от показателя изоэнтропы и приведенной скорости .

ГДФ температуры:

ГДФ давления:

ГДФ плотности:

ГДФ расхода:

# ВВЕДЕНИЕ

## Аналитические функции теплоемкостей

Все данные взяты из [1].

Таблица . Расчетный состав топлив

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Топливо | Низшая теплота сгор. при 0°С, кДж/кг | Стехиометр. колич. сухого воздуха, кг/кг | Газовая пост. продуктов сгор. при α=1, Дж/(кг К) |
| Керосин (расчетный) | 43 970 | 14,815 | 288,9 |
| Дизельное топливо (средний состав) | 42 980 | 14,49 | 287,4 |
| Соляровое масло (средний состав) | 42 565 | 14,35 | 286,8 |
| Мазут Ф12 малосернистый | 41 515 | 14,01 | 285,9 |
| Природный газ | 49 208 | 16,683 | 302,18 |
| Коксовый газ | 33 103 | 10,287 | 308,48 |
| Биогаз | 17 926 | 6,078 | 292,08 |

Таблица .. Средняя теплоемкость газообразных топлив

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Природный газ | | Коксовый газ | | Биогаз | |
| t | C'pm | Cpm | C'pm | Cpm | C'pm | Cpm |
| оС | кДж/(м3град) | кДж/(кг град) | кДж/(м3град) | кДж/(кг град) | кДж/(м3град) | кДж/(кг град) |
| 0 | 1,5538 | 2,1230 | 1,3689 | 2,8212 | 1,5699 | 1,2922 |
| 10 | 1,5615 | 2,1335 | 1,3726 | 2,8287 | 1,5787 | 1,2995 |
| 20 | 1,5703 | 2,1455 | 1,3765 | 2,8367 | 1,5881 | 1,3072 |
| 30 | 1,5793 | 2,1579 | 1,3803 | 2,8447 | 1,5977 | 1,3151 |
| 40 | 1,5886 | 2,1706 | 1,3842 | 2,8526 | 1,6073 | 1,3230 |
| 50 | 1,5981 | 2,1836 | 1,3880 | 2,8605 | 1,6169 | 1,3310 |
| 60 | 1,6078 | 2,1969 | 1,3918 | 2,8683 | 1,6267 | 1,3390 |
| 70 | 1,6178 | 2,2105 | 1,3956 | 2,8762 | 1,6366 | 1,3471 |
| 80 | 1,6279 | 2,2244 | 1,3994 | 2,8840 | 1,6465 | 1,3553 |
| 90 | 1,6383 | 2,2385 | 1,4032 | 2,8919 | 1,6565 | 1,3635 |
| 100 | 1,6488 | 2,2529 | 1,4070 | 2,8997 | 1,6665 | 1,3718 |

Таблица .. Коэффициенты полиномов для зависимостей истинной массовой теплоемкости продуктов сгорания топлив при α = 1 от относительной температуры

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Коэффициент полинома | Керосин (расчетный) | Дизельное топливо | Соляровое масло | Мазут Ф12 малосернистый |
| A0 | 1,036867692 | 1,029211903 | 1,02608519 | 1,021419099 |
| A1 | –0,105966235 | –0,095175436 | –0,091902717 | –0,082335508 |
| A2 | 0,811522074 | 0,795973888 | 0,789661482 | 0,776148196 |
| A3 | –0,688234126 | –0,679454086 | –0,674743383 | –0,666407013 |
| A4 | 0,241363138 | 0,238871513 | 0,236921457 | 0,234418421 |
| A5 | –0,031481141 | –0,031173571 | –0,030820658 | –0,030526419 |
|  | Воздух сухой | Природный газ | Коксовый газ | Биогаз |
| A0 | 1,084192 | 1,099806221 | 1,13904699 | 1,040081554 |
| A1 | –0,684074 | –0,208964431 | –0,253191131 | –0,029358925 |
| A2 | 1,859839 | 0,959060465 | 1,013762164 | 0,724371574 |
| A3 | –1,8104 | –0,773425872 | –0,788320034 | –0,624213758 |
| A4 | 0,89029 | 0,265022712 | 0,261164452 | 0,218036431 |
| A5 | –0.221403 | –0,034093836 | –0,03227524 | –0,028242494 |
| A6 | 0,022161 |  |  |  |

Таблица .. Коэффициенты для зависимостей газовой постоянной продуктов сгорания от коэффициента избытка воздуха: R = A0 + A1/α

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид топлива | A0 | A1 |
| Керосин расчетный | 288,1954313 | 0,69169588 |
| Дизельное топливо (средний состав) | 288,1792281 | –0,813445523 |
| Соляровое масло (средний состав) | 288,1729604 | –1,432301634 |
| Мазут Ф12 малосернистый | 288,1635509 | –2,254443192 |
| Природный газ расчетный | 290,0288864 | 12,20796064 |
| Коксовый газ | 288,4860344 | 20,14625488 |
| Биогаз | 289,9681764 | 2,138861745 |

Теплоемкость воздуха:

Теплоемкость топлива находится при помощи линейной интерполяции по табл. 1:

Истинная теплоемкость воздуха и продуктов сгорания (Природного газа) при :

Теплоемкость продуктов сгорания (Природного газа) с зависимостью от температуры и :

где по табл. 1.1.

Газовая постоянная продуктов сгорания:

Интеграл нахождения средней теплоемкости воздуха:

Интеграл нахождения средней теплоемкости продуктов сгорания:

Интеграл нахождения средней теплоемкости продуктов сгорания при :

Интеграл нахождения средней теплоемкости топлива:

## Цикл

Расчет выполнен по методикам [1] и [2].

### Исходные данные:

Исходные данные представлены в табл. 2.1

Таблица .. Исходные данные для расчета турбины

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Обозначение** | **Величина** | **Значение** | **e.и.** |
| **Параметры ГТД и атмосферы** | | | |
|  | Мощность СТ | 18000000 | Вт |
|  | Температура на входе в турбину | 1519 | K |
|  | Допускаемая температура лопатки | 1150 | K |
|  | Скорость на выходе из СТ | 225 |  |
|  | Скорость на выходе из диффузора | 110 |  |
|  | Атмосферное давление | 101325 | Па |
|  | Атмосферная температура | 298.15 | K |
|  | Температура 0 градусов Цельсия по Кельвину | 273.15 | K |
| **Параметры воздуха** | | | |
|  | Универсальная газовая постоянная | 8.314 |  |
|  | Молярная масса воздуха | 0.02898 |  |
| **Параметры топлива** | | | |
|  | Низшая теплота сгорания при 0 град. С | 49208000 |  |
|  | Температура определения величины | 289 | K |
|  | Коэф. полноты сгорания топлива 0,98-0,995 | 0.99 |  |
|  | Температура топлива | 293.15 | K |
|  | Теоретически необходимая масса воздуха для сжигая 1 кг топлива (Природного газа) | 16.683 | кг |
| **Относительные расходы** | | | |
|  | Относительный расход воздуха, отбираемого из компрессора для наддува уплотнений и прочие нужды | 0.01 |  |
|  | Относительный расход воздуха на утечки в К | 0.02 |  |
| **Коэффициенты потерь полного давления** | | | |
|  | На входе в воздухозаборник | 0.97 |  |
|  | Коэффициент потерь при выходе с учетом конфигурации выхлопного устройства, системы шумоглушения и фильтров | 0.98 |  |
|  | Коэффициент потерь полного давления в камере сгорания | 0.965 |  |
|  | Коэффициент потерь полного давления между турбинами | 0.985 |  |
| **КПД** | | | |
|  | Политропический КПД компрессора | 0.91 |  |
|  | Политропический КПД турбины | 0.85 |  |
|  | Механический КПД | 0.99 |  |
|  | Лопаточный КПД силовой турбины | 0.91 |  |

Газовая постоянная воздуха:

Низшая теплота сгорания топлива при :

### Расчет цикла

Расчет цикла выполнен при выбранном значении .

Давление на входе в компрессор:

Давление за компрессором:

**Уточнение теплоемкости воздуха**

Задаемся средней теплоемкостью воздуха:

Задаемся показателем адиабаты:

Адиабатический КПД К:

Температура торможения за компрессором:

Средняя теплоемкость воздуха в интервале температур работы компрессора:

Показатель адиабаты для воздуха:

**Уточнение теплоемкости воздуха**

Удельная работа компрессора:

Давление торможения газа перед турбиной:

Относительный расход топлива:

Коэффициент избытка воздуха:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Относительный расход воздуха на охлаждение по формуле Тихонова [1]:

Относительный расход воздуха на охлаждение по формуле Тихонова [1]:

Относительный расход на входе в КС, отнесенный к расходу воздуха:

Относительный расход на входе в Т, отнесенный к расходу воздуха:

Относительный расход на входе в СТ, отнесенный к расходу воздуха:

Работа турбины:

Газовая постоянная для продуктов сгорания:

**Уточнение теплоемкости продуктов сгорания**

Задаемся средним показателем адиабаты продуктов сгорания в Т:

Задаемся адиабатическим КПД Т:

Задаемся средней теплоемкостью процесса расширения Т

Степень расширения по параметрам торможения:

Адиабатический кпд ТВД:

Температура торможения за турбиной:

Средняя теплоемкость продуктов сгорания в ТВД:

Средний показатель адиабаты продуктов сгорания в Т:

**Уточнение теплоемкости продуктов сгорания**

Давление на выходе из турбины:

Температура охлаждающего воздуха:

**Уточнение температуры смешения (на входе в СТ):**

Задаемся температурой смещения (на входе в СТ):

Температура на входе в силовую турбину по формуле смешения:

**Уточнение температуры смешения:**

Давление на входе в силовую турбину:

Статическое давление за диффузором:

**Уточнение средней теплоемкости продуктов сгорания в СТ, адиабатического КПД СТ, показателя адиабаты на выходе из СТ, температура на выходе из СТ**

Задаемся средней теплоемкостью продуктов сгорания в СТ:

Задаемся средним показателем адиабаты процесса расширения:

Задаемся адиабатическим КПД СТ:

Задаемся показателем адиабаты на выходе из СТ:

Задаемся температурой на выходе из СТ:

Показатель адиабаты на выходе из диффузора:

Температура торможения на выходе из диффузора:

Критическая скорость звука на выходе из диффузора:

Приведенная скорость на выходе из диффузора:

Давление торможения за диффузором:

Давление торможения на выходе из силовой турбины:

Степень расширения в силовой турбине по параметрам торможения:

Полная температура за турбиной:

Теплоемкость газов на выходе из СТ:

Показатель адиабаты на выходе из СТ:

Критическая скорость звука на выходе из СТ:

Приведенная скорость на выходе из турбины:

Статическое давление на выходе из турбины:

Степень расширения в силовой турбине по статическим параметрам:

Средняя теплоемкость продуктов сгорания в силовой турбине:

Средний показатель адиабаты продуктов сгорания в силовой:

Теплоперепад по параметрам торможения:

Располагаемый теплоперепад СТ:

КПД силовой турбины**:**

**Уточнение средней теплоемкости продуктов сгорания в СТ, адиабатического КПД СТ, показателя адиабаты на выходе из СТ, температура на выходе из СТ**

Работа силовой турбины:

Расход газа через силовую турбину:

Расход воздуха на входе в компрессор:

Расход воздуха на входе в Т:

Расход воздуха на входе в КС:

Расход воздуха на отборы:

Расход воздуха на утечки в К:

Расход воздуха на охлаждение турбины в целом:

Расход воздуха на охлаждение лопаток:

Расход топлива:

Работа турбины:

Работа силовой турбины:

Мощность компрессора:

Мощность турбины:

Мощность силовой турбины:

Мощность ГТУ:

Удельная мощность ГТУ:

Экономичность:

КПД ГТУ:

Располагаемый теплоперепад ТВД:

### Результаты расчета цикла

Графическое представление результата расчета цикла стационарной ГТУ представлен на рис. 2.1

Выбрана расчетная точка со степенью повышения давления в компрессоре . Необходимые величины из расчета цикла для расчета турбины представлены в табл. 3.1

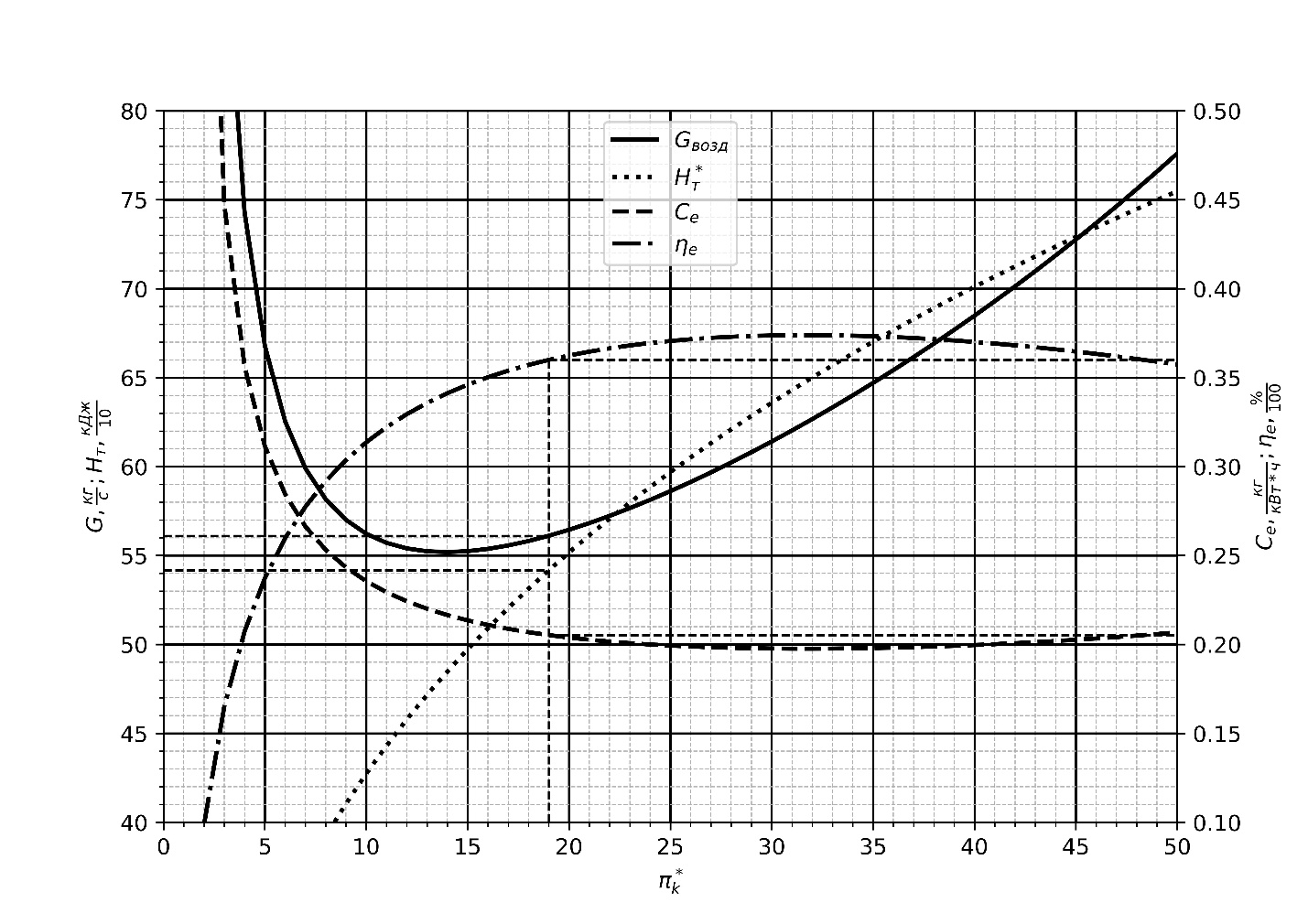


Рисунок 2.1 – Графическое представление результатов расчета цикла.

Численный результаты расчета цикла представлены в Приложении Приложение I.

## Турбина

Расчет турбины выполнен по методике [1].

### Исходные данные для расчета турбины

Исходные данные для расчета турбины представлены в табл. 3.1.

Таблица .. Исходные данные для расчета турбины

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Обозна-чение** | **Параметр** | **Значение** | **е.и.** |
|  | ***Исходные данные из цикла*** |  |  |
|  | Давление торможения на входе в турбину | 1802060.059 | Па |
|  | Температура торможения на входе в турбину | 1519 | K |
|  | Расход газа на входе в турбину | 48.9467 | кг/с |
|  | Температура охлаждающего воздуха | 780.4006 | K |
|  | Расход охлаждающего воздуха | 3.8414 | кг/с |
|  | Коэф. избытка воздуха | 2.7985 |  |
|  | Мощность турбины | 25129025.39 | Вт |
|  | ***Недостающие исходные данные*** |  |  |
|  | Угол входа в СА 1-й ступени турбины | 90 | град. |
|  | Скорость при выходе из турбины | 250 | м/с |
|  | Осевая скорость на входе в турбину | 115 | м/с |
|  | Температура 0 градусов | 273.15 | K |
|  | Допускаемая температура РЛ | 1100 | K |
|  | Допускаемая температура СЛ | 1173 | K |
|  | Порог, когда можно делать продувку замка РЛ | 70 | K |
|  | Порог, когда можно делать продувку замка СЛ | 70 | K |
|  | Лопаточный кпд турбины | 0.88 |  |
|  | Коэф. увеличение теплоперепада 1-ой ступени | 1.07 |  |
|  | ***Предварительный расчет турбины*** |  |  |
|  | Ресурс, час | 25000 | час |
|  | Окружная скорость на среднем диаметре последней ступени | 430 | м/с |
|  | Оптимальное отношение y\_0 | 0.55 |  |
|  | Коэф. использования скорости | 1 |  |
|  | Относительная величина осевого зазора | 0.25 |  |
|  | Минимальная величина радиального зазора | 0.001 | м |
|  | Скорость за РК 1-ой ступени | 249.3 | м/с |
|  | ***Потери в СА*** |  |  |
|  | Диаметр кромки охлаждаемого СА | 0.003 | м |
|  | Диаметр кромки НЕолаждаемого СА | 0.0015 | м |
|  |  | 0.9 |  |
|  | Потери смешения | 0.4 |  |
|  | ***Потери в РК*** |  |  |
|  | Диаметр кромки охлаждаемой лопатки РК | 0.003 | м |
|  | Диаметр кромки неохлаждаемой лопатки РК | 0.0015 | м |
|  |  | 0.8 |  |
|  | Потери смешения | 0.475 |  |
|  | ***Относительные потери*** |  |  |
|  | Потери на Т.В. Парциальность | 1 |  |
|  | ***Данные для оптимального шага решетки лопаток*** |  |  |
|  | Относит. макс. толщина профиля не охл. СА | 0.11 |  |
|  | Относит. макс. толщина профиля охл. СА | 0.21 |  |
|  | Относит. макс. толщина профиля не охл. РК | 0.11 |  |
|  | Относит. макс. толщина профиля охл. РК | 0.21 |  |
|  | ***Размеры перекрыш*** |  |  |
|  | Перекрытие на периферии | 0.0015 |  |
|  | Перекрытие у корня | 0.00125 |  |
|  | ***Вид проточной части*** | корень = const |  |
|  | ***Закон закрутки 2-ой ступени турбины*** | промежуточный |  |
|  | m (если закон закрутки промежуточный) | 1 |  |
|  | **Определение допускаемых напряжений** |  |  |
|  | Материал | ЖС6К |  |
|  | Запас по напряжениям | 1.25 |  |
|  | Коэффициент |  |  |

Параметр Ларсена-Мюллера:

На рис. 3.1 изображена длительная прочность сплавов в зависимости от параметра жаропрочности P Ларсена-Мюллера [1].

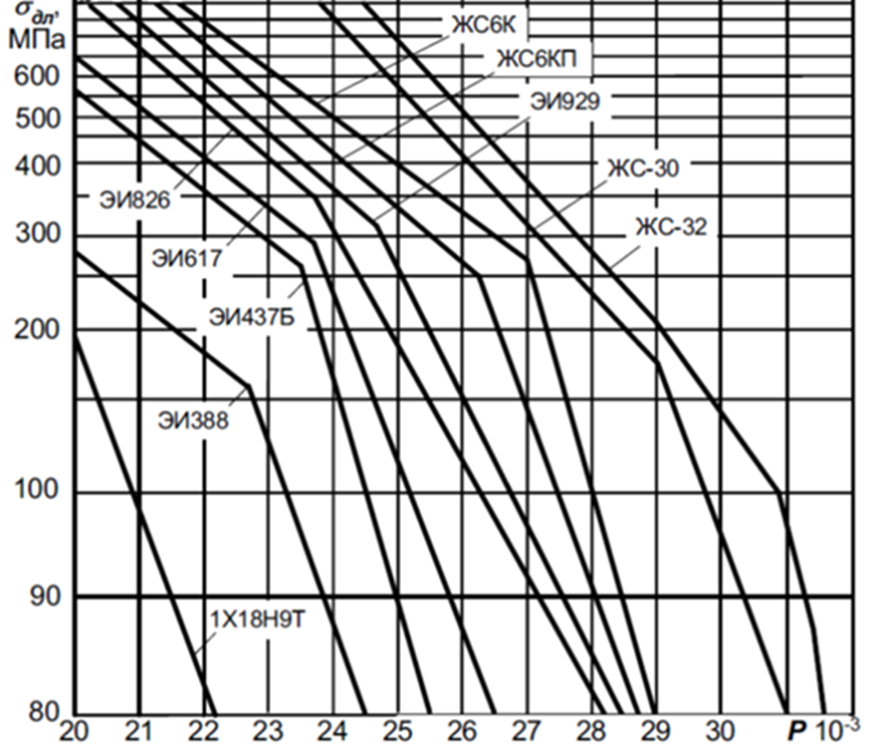


Рисунок 3.1 – Длительная прочность сплавов в зависимости от параметра жаропрочности P Ларсена-Мюллера.

Для лопаток РК выбран материал ЖС6К, для которого при рассчитанном параметре P длительная прочность (выбрана с запасом):

Распределение степени реактивности по ступеням :

1 ступень: ;

2 ступень: .

### Предварительный расчет турбины

Газовая постоянная для продуктов сгорания:

Удельная работа турбины:

Располагаемый теплоперепад турбины:

***Уточнение средней теплоемкости процесса расширения в турбине***

Задаемся средней теплоемкостью процесса расширения турбины:

Задаемся температурой на выходе из турбины:

Средняя теплоемкость процесса:

Показатель адиабаты:

Статическая температура на выходе турбины:

***Уточнение средней теплоемкости процесса расширения в турбине***

Теплоемкость газа на выходе из турбины:

Показатель адиабаты на выходе из турбины:

Статическое давление на выходе из турбины:

Степень расширения в турбине:

Удельный объем на выходе из турбины:

Расход газа на выходе турбины:

Площадь кольцевого сечения на выходе турбины:

Максимальна частота вращения:

Частота вращения ротора:

Средний диаметр последней ступени:

Длина рабочей лопатки последней ступени:

Диаметр периферии на выходе из турбины:

Диаметр корня на выходе из турбины:

**Уточнение теплоемкости на входе в турбину:**

Задаемся теплоемкостью газа на входе в турбину:

Статическая температура на входе в турбину:

Теплоемкость газов на входе в турбину:

Показатель адиабаты на входе в турбину:

Статическое давление на воде в турбину:

Удельный объем на входе в турбину:

Площадь кольцевого сечения на входе в турбину:

***Т.к. проточная часть :***

Диаметр корня на входе в Т:

Диаметр периферии на входе в Т:

Длина лопатки на входе в Т:

Средний диаметр при входе Т:

Средний диаметр при выходе в СА первой ступени:

Окружная скорость на входе в РК первой ступени:

Средняя окружная скорость в турбине:

Средняя скорость за ступенями задается исходя из значений скоростей перед первой и за последней ступенями:

***Уточнение коэффициента возврата теплоты***

Задаемся коэф. возврата теплоты:

Число ступеней турбины:

Коэф. возврата теплоты:

***Уточнение коэффициента возврата теплоты***

Округляем число ступеней турбины до целого значения:

### Построение проточной части турбины

Задаем длины лопаток по ступеням:

Длины сопловых лопаток на входе:

Длины сопловых лопаток на выходе:

Длины рабочих лопаток на входе:

Длины рабочих лопаток на выходе:

Удлинение рабочих лопаток:

Удлинение сопловых лопаток:

Осевая ширина сопловых лопаток:

***Т.к. проточная часть :***

Диаметр корня на входе в СА:

Диаметр периферии на входе в СА:

Диаметр корня на выходе из СА:

Диаметр периферии на выходе из СА:

Величина осевого зазора за СА:

Величина осевого зазора за РК:

Углы раскрытия внешнего и внутреннего контуров проточной части в зазоре после СА:

Ширина рабочих лопаток:

Диаметр корня на входе в РК:

Диаметр периферии на входе в РК:

Диаметр корня на выходе из РК:

Диаметр периферии на выходе из РК:

Углы раскрытия внешнего и внутреннего контуров проточной части в зазоре после РК:

***Величина радиального зазора:***

Если , то:

Иначе:

***Величина радиального зазора:***

Средний диаметр на входе в СА:

Средний диаметр на выходе из СА:

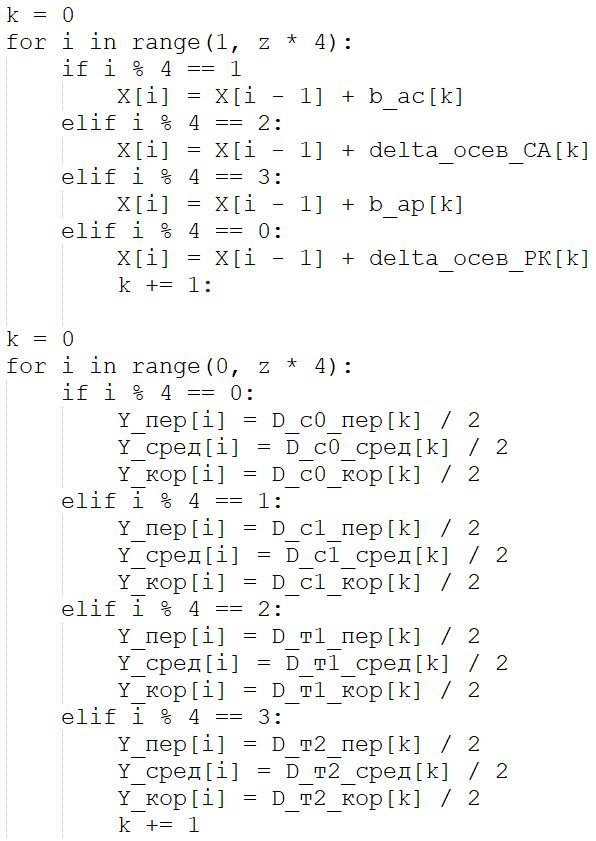
Средний диаметр на входе в Т:

Средний диаметр на выходе из Т:

Окружная скорость перед РК:

Окружная скорость за РК:

Координаты X и Y для вывода проточной части на график вычислены при помощи языка программирования Python 3.11, ввиду сложности представления логики вычисления письменно код представлен ниже:



Угол раскрытия проточной части СА:

Угол раскрытия внутреннего контура проточной части СА:

Угол раскрытия проточной части РК:

Угол раскрытия внутреннего контура проточной части РК:

### Расчет турбины по средней линии тока

Скорость на входе в СА:

Угол на входе в СА:

Температура торможения на входе в СА:

Давление торможения на входе в СА:

Расход газа на входе в СА:

***Уточнение мощности последней ступени***

Мощность ступени Т:

Если считаем первый раз, то:

Иначе уточняем:

Теплоперепад ступени Т:

***Уточнение коэф. :***

Задаемся коэф. :

Располагаемый теплоперепад в СА:

Скорость на входе в СА:

Адиабатическая скорость на выходе из СА:

Действительная скорость на выходе из СА:

Температура торможения на выходе из РК без учета смешения:

Относительная эффективность охлаждения СА:

Относительный расход охлаждающего воздуха на СА:

Температура смешения на выходе СА:

Температура торможения на выходе из СА:

Расход охлаждающего воздуха на СА:

Расход газа на выходе:

***Уточнение теплоемкости на входе в СА:***

Задаемся теплоемкостью на входе в СА:

Статическая температура на входе в СА:

Теплоемкость газа на входе в СА:

Показатель адиабаты на входе в СА:

***Уточнение теплоемкости на входе в СА:***

***Уточнение теплоемкости на выходе из СА:***

Задаемся теплоемкостью на выходе из СА:

Статическая температура на выходе СА:

Теплоемкость газа на выходе из СА:

Показатель адиабаты на выходе из СА:

***Уточнение теплоемкости на выходе из СА:***

Теплоемкость процесса расширения в СА:

Показатель адиабаты процесса расширения в СА:

Температура конца адиабатического расширения в СА:

Статическое давление на выходе СА:

Полное давление на выходе СА:

Удельный объем на выходе СА:

Угол потока на выходе из СА:

Угол установки профиля в решетке СА:

Относительная максимальная толщина профиля:

Оптимальный относительный шаг СЛ (ф-ле В. И. Дышлевского):

Длина хорды лопаток СА

Шаг лопаток СА:

Число лопаток СА с округлением до целого числа, кратного 3 (число СЛ в модуле) в большую сторону:

Пересчет шага лопаток СА:

Пересчет относительного шага:

Площадь кольцевого сечения на выходе СА:

Осевая скорость на выходе СА:

Окружная составляющая скорости на выходе СА:

Угол входа потока в РЛ:

Относительная скорость на выходе СА:

Окружная составляющая относительной скорости на выходе СА:

Осевая составляющая относительной скорости на выходе из СА:

Теплоемкость газа на входе в РК:

Температура торможения в относительном движении на входе в РК:

Показатель адиабаты на входе в РК:

Давление торможения в относительном движении на входе в РК:

***Потери на трение:***

Параметр, учитывающий поворот потока в венце:

Параметр, учитывающий конфузорность венца:

Потери на трение:

***Кромочные потери:***

Диаметр кромки СА:

Кромочные потери:

***Поправка на неавтмодельность:***

Средняя статическая температура процесса расширения в СА:

Вязкость продуктов сгорания:

Число Рейнольдса:

Поправка на неавтомодельность:

***Поправка на сжимаемость:***

Критическая скорость звука на выходе из СА:

Приведенная скорость на выходе из СА:

Оптимальная приведенная скорость на выходе из СА

Относительная приведенная скорость:

Коэф. X:

Коэф. :

Поправка на сжимаемость:

***Профильные потери:***

***Концевые потери:***

***Термодинамические потери:***

Комплекс :

При отсутствии газодинамических потерь в СА и наличии термодинамических потерь вследствие смешения газа и охлаждающего воздуха скорость на выходе из СА:

При отсутствии потерь в СА и температуре охлаждающего воздуха, равной теоретическая скорость на выходе из СА:

Удельные термодинамические потери:

Относительные термодинамические потери:

***Потери смешения:***

Для соплового аппарата коэффициент, учитывающий потери смешения выпускаемого воздуха с основным потоком:

Относительная скорость воздуха из щелей СЛ:

Потери смешения:

***Коэф. скорости СА:***

***Уточнение коэф.***

***Уточнение коэф.***

Задаемся коэф.

Располагаемый теплоперепад в РК:

Относительная адиабатическая скорость на выходе РК:

Относительная скорость на выходе РК:

***Уточнение теплоемкости процесса расширения***

Задаемся теплоемкостью процесса расширения в РК:

Статическая температура на выходе из РК:

Показатель адиабаты процесса расширения в РК:

Температура конца адиабатического расширения:

Статическое давление на выходе из РК:

Удельный объем на выходе из РК:

Площадь кольцевого сечения на выходе из РК:

Относительная эффективность охлаждения РК и относительный расход охлаждающего воздуха на РК соответственно:

Расход охлаждающего воздуха на РК:

Расход газа на выходе из РК:

Осевая скорость на выходе РК:

Окружная составляющая относительной скорости на выходе из РК:

Угол выхода потока из РК в относительном движении:

Угол установки профиля в решетке РК:

Относительная максимальная толщина профиля:

Оптимальный относительный шаг РЛ (ф-лф В. И. Дышлевского):

Длина хорды лопаток РК:

Шаг лопаток РК:

Число лопаток РК округленное до целого числа в большую сторону с учетом того, чтобы число лопаток РК и СА были взаимно простыми числами:

Пересчет шага лопаток РК:

Пересчет относительного шага:

Окружная составляющая скорости на выходе из РК:

Осевая составляющая относительной скорости на выходе из РК:

Абсолютная скорость газа на выходе из РК:

Угол выхода потока из РК в абсолютном движении:

Теплоемкость газа на выходе из РК:

Показатель адиабаты на выходе из РК:

Температура торможения на выходе из РК:

Она же равна температуре торможения на выходе из РК (необходима для подсчета термодинамических потерь):

Температура торможения в относительном движении на выходе из РК:

Температура смешения на выходе из РК:

Температура торможения на выходе из РК:

Статическая температура на выходе из РК:

**.**

Теплоемкость процесса расширения:

***Уточнение теплоемкости процесса расширения:***

Полное давление на выходе из РК:

***Потери трения:***

Параметр, учитывающий поворот потока в венце:

**.**

Параметр, учитывающий конфузорность венца:

***.***

Потери на трение:

***Кромочные потери:***

Диаметр кромки РК:

Кромочные потери:

***Поправка на неавтмодельность:***

Средняя статическая температура процесса расширения в РК:

Вязкость продуктов сгорания:

Число Рейнольдса:

Поправка на неавтомодельность:

***Поправка на сжимаемость:***

Критическая скорость звука на выходе из РК:

Приведенная скорость на выходе из РК:

Оптимальная приведенная скорость на выходе из РК

Относительная приведенная скорость в РК:

Коэф. :

Коэф. X:

**.**

Поправка на сжимаемость:

***Профильные потери:***

***Концевые потери:***

***Термодинамические потери:***

Комплекс :

При отсутствии газодинамических потерь в РК и наличии термодинамических потерь вследствие смешения газа и охлаждающего воздуха с температурами относительная скорость на выходе из РК:

При отсутствии потерь в РК и температуре охлаждающего воздуха, равной теоретическая скорость:

Удельные термодинамические потери:

Относительные термодинамические потери:

***Потери смешения:***

Относительная скорость воздуха из щелей РЛ:

Потери смешения:

***Коэф. скорости РК:***

***Уточнение коэф. :***

### Расчет параметров ступени турбины

Мощность на окружности РК:

Осредненная работа на окружности РК:

КПД на окружности РК №1:

Удельные потери в СА:

Удельные потери в СА с учетом их использования в РК:

Относительные потери в СА:

Относительные потери в СА с учетом их использования в РК:

Удельные потери в РК:

Относительные потери в РК:

Удельные потери с выходной скоростью:

Относительные потери с выходной скоростью:

КПД на окружности рабочего колеса №2:

Удельные потери в радиальном зазоре:

Относительные потери в радиальном зазоре:

Затраты мощности на трение и вентиляцию:

Потери на трение вентиляцию:

Удельные потери на трение ие вентиляцию:

Относительные потери на трение и вентиляцию:

Мощностной КПД ступени:

Лопаточный КПД ступени:

Удельная работа ступени:

Мощность ступени:

***Уточнение мощности последней ступени***

Статическая температура за ступенью:

Температура торможения за ступенью:

Давление торможения за ступенью:

Степень расширения в ступени по полному давлению:

Степень расширения в ступени по статическому давлению:

Теплоперепад в ступени по параметрам торможения:

Располагаемый теплоперепад в ступени (контрольный):

КПД ступени по параметрам торможения:

Условная адиабатическая скорость:

Коэф. нагрузки ступени:

Критические скорости в расчетных сечениях:

Скорости звука в расчетных сечениях:

Приведенные скорости в расчетных сечениях:

Числа Маха в расчетных сечениях:

### Расчет параметров турбины

Проверяем совпадает сумма мощностей турбины по ступеням с необходимой мощностью для вращения КВД с учетом механических потерь:

Суммарный расход воздуха на охлаждение всех ступеней турбины:

Расход газа на выходе из турбины:

Удельная работа турбины:

Степень расширения в турбине по статическому давлению:

Степень расширения в турбине по полному давлению:

Средняя теплоемкость процесса расширения:

Средний показатель адиабаты процесса расширения:

Располагаемый теплоперепад в турбине:

Теплоперепад в турбине по параметрам торможения:

КПД турбины мощностной:

КПД турбины по параметрам торможения:

Политропический КПД турбины:

КПД турбины лопаточный:

### Расчет ступени турбины по высоте

Расчет выполнен по методике [3].

Осевая проекция абсолютной скорости на среднем диаметре перед и за РК соответственно:

Угловая частота:

Окружная скорость на среднем диаметре перед и за РК соответственно:

Окружная проекция абсолютной скорости на среднем диаметре перед и за РК соответственно:

Радиус галтели на корне:

**.**

Радиус галтели на корне:

Матрицы расчетных диметров на входе и на выходе соответственно:

Закон закрутки:

Окружные скорости на входе и на выходе из РК соответственно:

Относительные радиусы на входе и на выходе из РК соответственно:

Осевые составляющие абсолютной скорости перед и за РК:

Окружные составляющие абсолютной скорости перед и за РК:

Угол потока в абсолютном движении на входе в РК:

Угол потока в абсолютном движении на выходе из РК:

Абсолютные скорости на входе и на выходе из РК соответственно:

Приведенная скорость потока на выходе и на выходе из РК соответственно:

Угол потока в относительном движении на входе в РК:

Угол потока в относительном движении на выходе из РК:

Относительная скорость потока на входе и на выходе из решетки РК соответственно:

Окружная составляющая относительной скорости потока на входе и на выходе из РК соответственно:

Осевая составляющая относительной скорости потока на входе и на выходе из РК соответственно:

Температура торможения в относительном движении на входе и на выходе из РК соответственно:

Приведенная скорость в относительном движении на входе и на выходе из РК соответственно:

Статическое давление на входе и на выходе из РК соответственно:

Степень реактивности на входе и на выходе из РК соответственно:

Числа Маха по абсолютной скорости перед и за РК соответственно:

Числа Маха по относительной скорости перед и за РК соответственно:

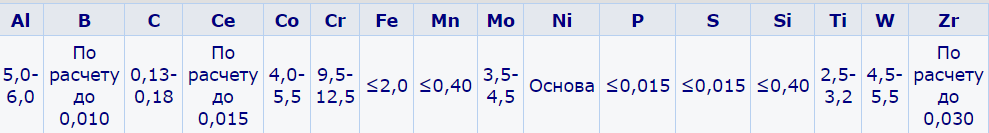
## Расчет лопатки РК на прочность

В данном пункте представлена методика расчета на прочность рабочей лопатки [4] и [5] 2-ой ступени турбины написанной в PyCharm на языке программирования Python 3.10. Расчет представлен для втулочного сечения, перенос точек с помощью матрицы переноса-поворота представлен для одной точки втулочного сечения с относительной координатой.

Материал лопатки ЖС6К, для которого предел длительной прочности при температуре 1100 К за 25000 часов работы ГТУ равен . Плотность .

Химический состав ЖС6К (ХН65КМВЮТЛ) представлен в табл. 4.1

Таблица .. Химический состав ЖС6К (ХН65КМВЮТЛ)



Расчетная схема представлена на рис. рис. 4.1.

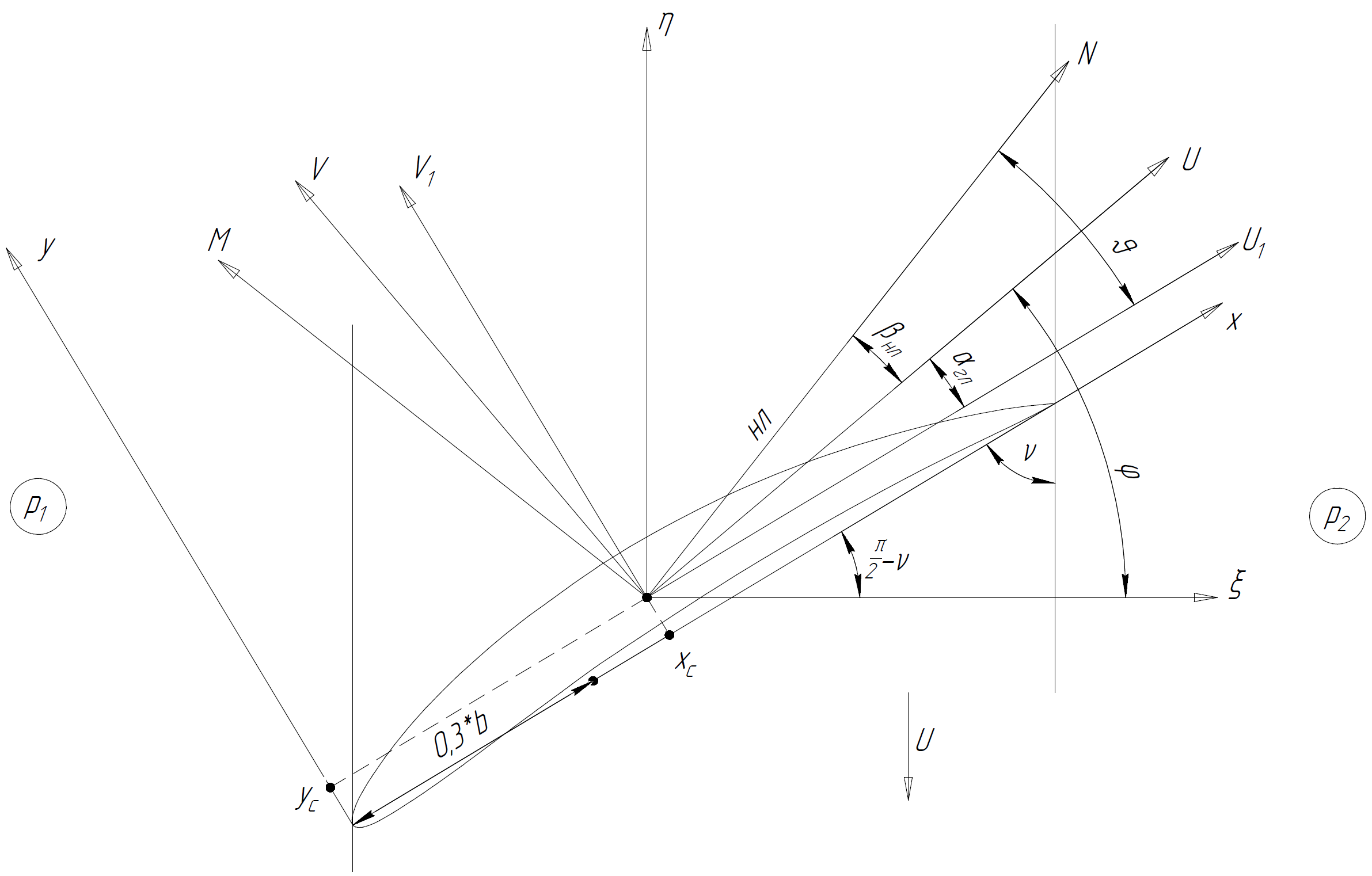


Рисунок 4.1 – Расчетная схема лопатки рабочего колеса.

### Геометрические характеристики сечений лопатки

Геометрические характеристики сечений лопатки находятся численным интегрированием.

Создаются функции спинки и корыта лопатки в зависимости от координаты , направленной вдоль хорды лопатки от входной кромки к выходной:

Площадь сечения профиля находится численным интегрированием:

Статические моменты инерции сечений:

Координаты центра тяжести сечений профиля:

Моменты инерции сечения профиля относительно заданной системы координат:

Моменты инерции сечения профиля в центральной системе координат:

Угол поворота главной центральной системы координат относ. центральной системы координат:

Моменты инерции сечения профиля в главной центральной системе координат:

### Определение газодинамических сил и моментов, действующих на лопатку по ее высоте

З-н изменения площади поперечного сечения лопатки по ее длине задан квадратичной функцией по 3-ем сечениям:

где коэф., найденные из системы 3-ех квадратичных уравнений, граничными условиями которого являются площади сечений и радиусы, на которых они расположены.

Угловая частота вращения ротора:

З-н действительного изменения растягивающей силы лопатки по ее длине:

где

З-н действительного изменения растягивающего напряжения лопатки по ее длине :

Растягивающие напряжения от вращения на втулочном сечении:

З-ны изменения статических давлений и , осевых и и окружных и составляющих абсолютной скоростей, средней плотности рабочего тела заданы квадратичной функцией по трем сечениям.

Распределенная нагрузка, направленная по оси К:

Распределенная нагрузка, направленная перпендикулярно оси компрессора:

Изгибающий момент относительно оси ξ:

Изгибающий момент относительно оси η:

Для данного расчета лопатки на прочность предполагается, что центр давления находится на расстоянии 0,3 от длины хорды, считая от входной кромки лопатки.

В заданном сечении точки приложения газодинамических сил по осям ξ и η находятся при помощи матрицы переноса-поворота осей:

при :

После нахождения точек приложения газодинамических сил в 3-ех сечениях, задаются квадратичные функции по высоте лопатки.

Крутящий момент, действующий на лопатку:

В данном расчете на прочность сделано предположение, что ось лопатки строго направлена по радиусу:

Суммарные моменты, действующие на лопатку:

З-н изменения угла между осями изгибающих моментов и главными центральными осями инерции по длине лопатки:

где и з-н изменения угла поворота главной центральной системы координат относительно центральной системы координат, заданного квадратичной функцией по 3-ем сечениям,

з-н изменения угла установки профиля РК, заданного квадратичной функцией по 3-ем сечениям.

Изгибающие моменты относ. центральных осей получены поворотом осей на угол :

Угол наклона НЛ:

### Определение точек, наиболее отдаленных от нейтральной линии

Для того, чтобы определить точки, наиболее отдаленные от НЛ необходимо перенести координаты профиля в систему координат, центр которой находится в центре масс сечения, а горизонтальная ось направлена вдоль НЛ.

Угол поворота:

Координаты точек спинки и корыта в новой системе координат:

Интерполированием создаются функции и .

Для определения точек, максимально отдаленных от НЛ, используются встроенные функции MATLAB для определения локальных максимумов и минимумов функций. Локальные максимумы и минимумы функций сравниваются со значениями функции на входной и выходной кромке с целью выявления точек, максимально отдаленных от НЛ по модулю.

Чтобы подсчитать напряжения от изгиба в данных точках текущего сечения, необходимо перенести эти точки в главную центральную систему координат:

### Определение напряжений в лопатке

Напряжения от изгибающих моментов в точках, максимально отдаленных от НЛ (на спинке и на корыте) в корневом сечении:

Суммарные напряжения изгиба и растяжения в точках, максимально отдаленных от НЛ (на спинке и на корыте) в корневом сечении:

### Выносы лопатки

Выносы лопатки делаются с целью уравновешивания изгибных моментов от вращения и от газодинамических сил:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

### Результаты расчета

Результаты расчета лопатки на прочность в корневом и среднем сечениях представлены в табл. 4.2

Таблица . – Результаты расчета лопатки на прочность

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ступень | 1 | 2 | 3 |
| , |  |  |  |
| , |  |  |  |
| , |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , |  |  |  |
| , |  |  |  |
| , |  |  |  |
| , |  |  |  |
| , |  |  |  |
| , |  |  |  |
| , |  |  |  |
| , |  |  |  |
| , град. |  |  |  |
| , Н |  |  |  |
| , |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| , |  |  |  |
| , |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , Н\*м |  |  |  |
| , град |  |  |  |
| , Н\*м |  |  |  |
| , Н\*м |  |  |  |
| , град. |  |  |  |
| , град |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , МПа |  |  |  |
| , МПа |  |  |  |
| , МПа |  |  |  |
| , МПа |  |  |  |
| , мм |  |  |  |
| , мм |  |  |  |

Графики распределения растягивающих напряжений и выносов по длине лопатки представлены на рис. 4.2, графики нагрузок от газодинамических сил и моментов от газодинамических сил на рис. 4.4. Эпюры растягивающих напряжений от изгибающих моментов представлены на рис. 4.3 и 4.5

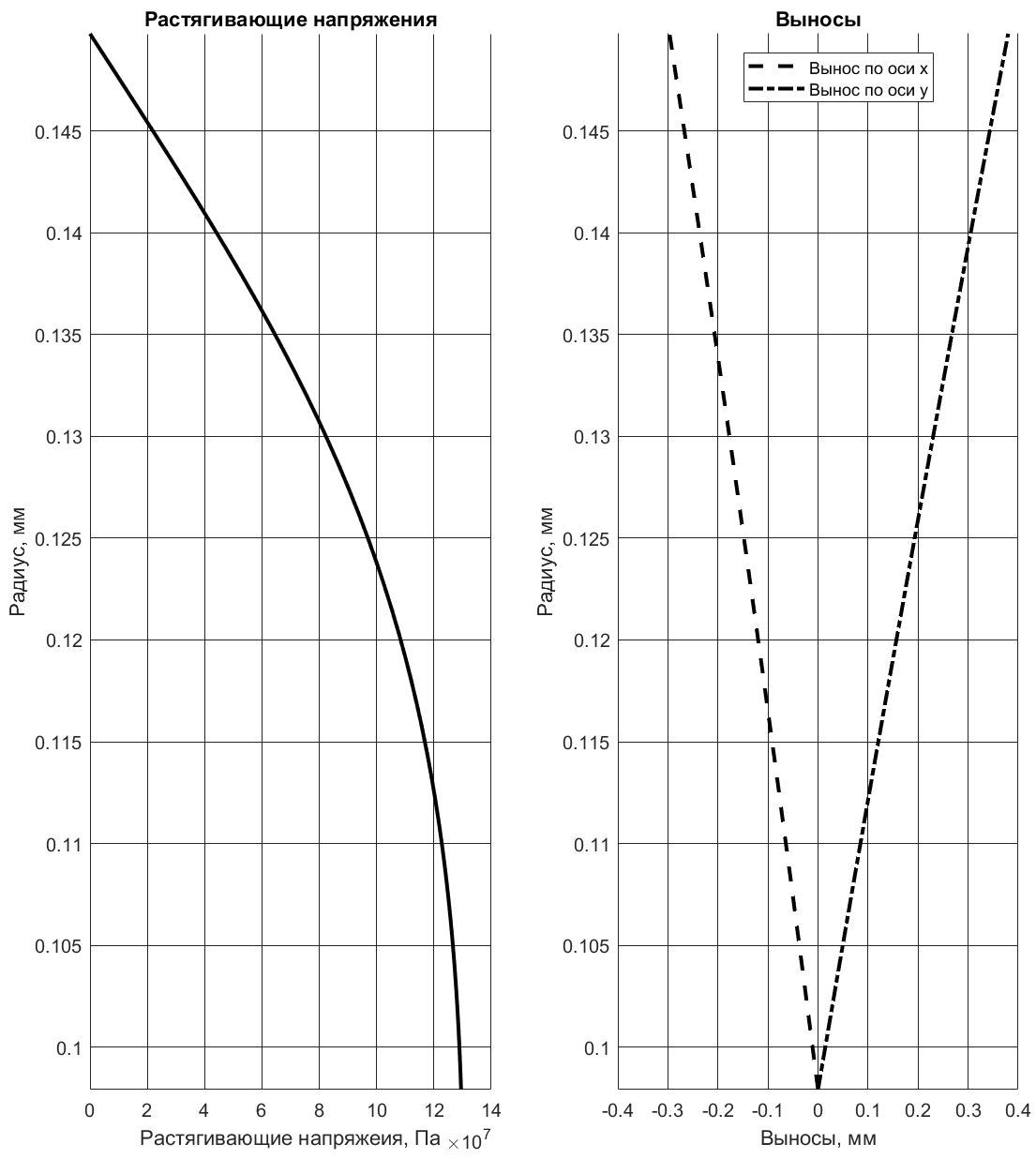


Рисунок 4.2 – Графики распределения растягивающих напряжений и выносов по длине лопатки.

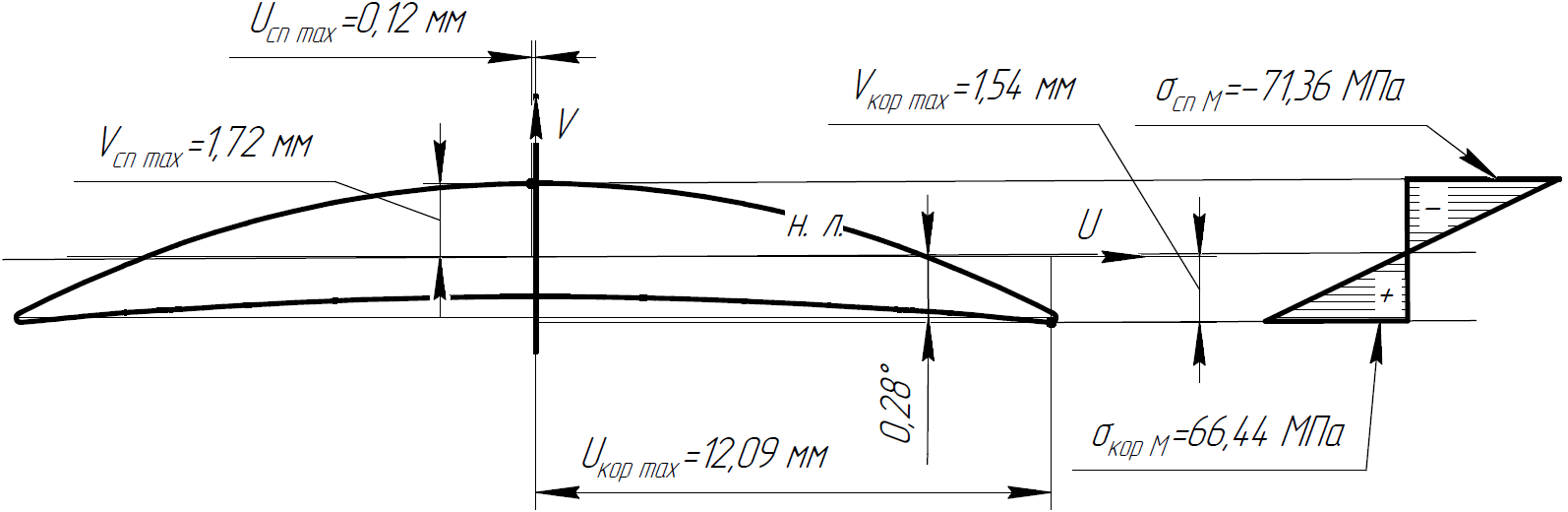


Рисунок 4.3 – Эпюра растягивающий напряжений от изгибающих моментов на втулочном сечении.

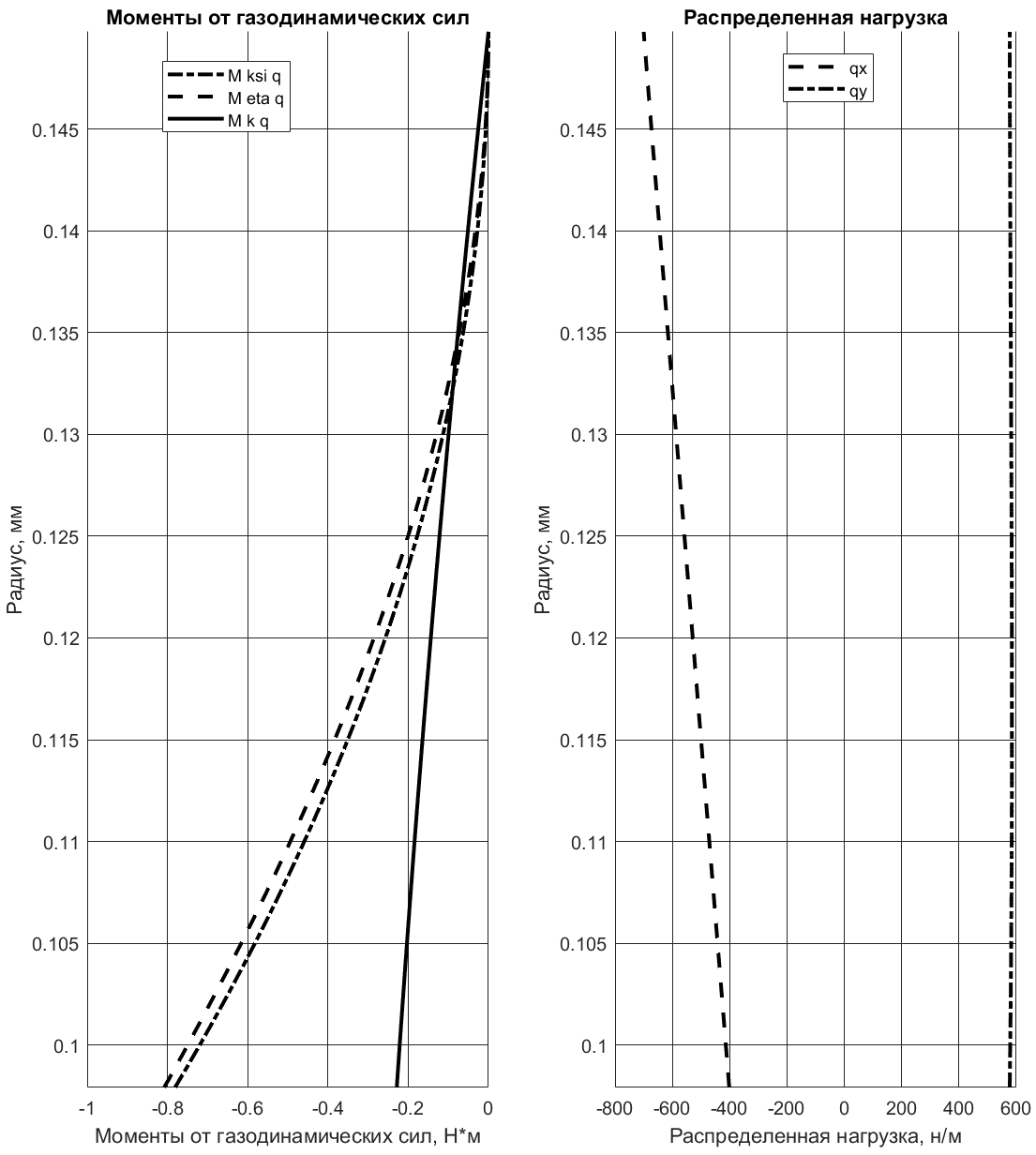


Рисунок 4.4 – Графики распределения нагрузок от газодинамических сил и моментов от газодинамических сил.

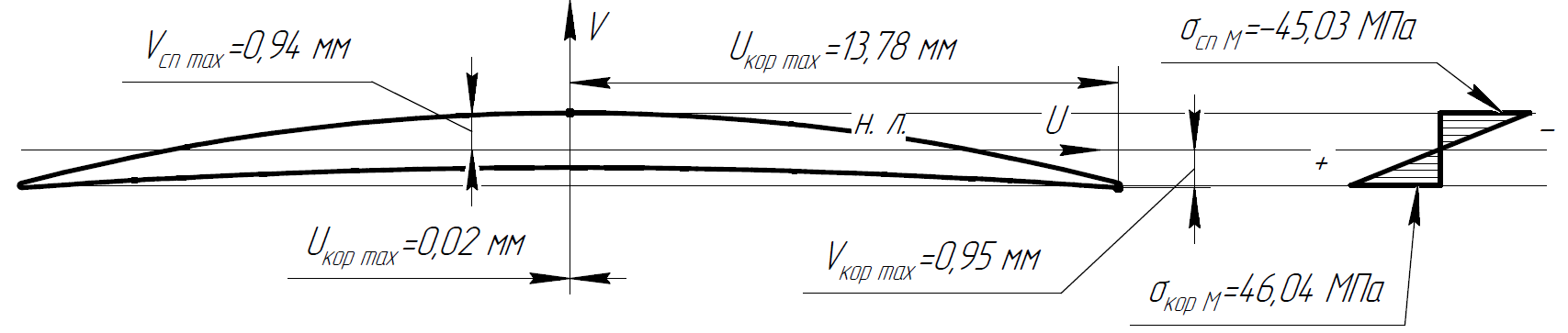


Рисунок 4.5 – Эпюра растягивающий напряжений от изгибающих моментов на среднем сечении.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лекции по курсу: «Лопаточный машины ч.2», Куникеев Б. А.
2. Расчет параметров цикла при проектировании газотурбинных двигателей и комбинированных установок : учеб. пособие/ В. Е. Михальцев, В. Д. Моляков ; под ред. И. Г. Суровцева. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. — 58, [2] с. : ил.
3. Копелев С. З., Тихонов Н. Д. Расчет турбин авиационных двигателей. (Газодинамический расчет. Профилирование лопаток). М., «Машиностроение», 1974, 268 с.
4. Конструирование и расчет на прочность турбомашин газотурбинных и комбинированных установок: Учеб. пособие для студентов машиностроит. спец. вузов / Под ред. Н. Н. Малинина. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.: ил.
5. Прочность турбомашин. Н. Н. Малинин. – М.: Машиностроение, 1962. – 291 с.: ил.

# Приложение . Численные результаты расчета цикла

Таблица I.1. Численные результаты расчета цикла

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 196570.5 | 1.3989 | 1006.19 | 0.9008 | 370.4747 | 72772.42 | 72772.97 | 189690.5 | 1.9848 | 0.0302 | 0.0302 | 1.9848 | 0.8531 | 0.8789 | 0.9958 | 79671.78 | 296.1796 | 1.2904 | 0.853 | 1316.045 | 1.2369 |
| 3 | 294855.8 | 1.3975 | 1008.705 | 0.8953 | 420.3033 | 123216.6 | 123216.6 | 284535.8 | 2.0649 | 0.029 | 0.029 | 2.0649 | 0.8533 | 0.878 | 0.9948 | 135033.5 | 295.9411 | 1.2921 | 0.8552 | 1309.1283 | 1.4419 |
| 4 | 393141 | 1.3961 | 1011.185 | 0.8913 | 459.3589 | 163011.9 | 163011.7 | 379381.1 | 2.133 | 0.0281 | 0.0281 | 2.133 | 0.8534 | 0.8773 | 0.994 | 178787 | 295.7523 | 1.2935 | 0.857 | 1303.5942 | 1.6335 |
| 5 | 491426.3 | 1.3948 | 1013.541 | 0.8881 | 491.8828 | 196356.1 | 196355.3 | 474226.3 | 2.1938 | 0.0273 | 0.0273 | 2.1938 | 0.8534 | 0.8768 | 0.9933 | 215501.6 | 295.5937 | 1.2946 | 0.8585 | 1298.9031 | 1.8184 |
| 6 | 589711.5 | 1.3936 | 1015.761 | 0.8856 | 519.9531 | 225298.8 | 225297 | 569071.6 | 2.2495 | 0.0266 | 0.0266 | 2.2495 | 0.8535 | 0.8762 | 0.9927 | 247409.8 | 295.4558 | 1.2957 | 0.8599 | 1294.79 | 2 |
| 7 | 687996.8 | 1.3925 | 1017.849 | 0.8834 | 544.7582 | 251009.8 | 251009.9 | 663916.9 | 2.3015 | 0.026 | 0.026 | 2.3015 | 0.8536 | 0.8758 | 0.9922 | 275786.4 | 295.3332 | 1.2966 | 0.8611 | 1291.1031 | 2.1802 |
| 8 | 786282 | 1.3915 | 1019.816 | 0.8815 | 567.0574 | 274236.1 | 274236.3 | 758762.1 | 2.3507 | 0.0255 | 0.0255 | 2.3507 | 0.8536 | 0.8754 | 0.9918 | 301446.1 | 295.2223 | 1.2974 | 0.8623 | 1287.7453 | 2.3605 |
| 9 | 884567.3 | 1.3905 | 1021.675 | 0.8798 | 587.3598 | 295478.3 | 295478.7 | 853607.4 | 2.3975 | 0.025 | 0.025 | 2.3975 | 0.8537 | 0.875 | 0.9913 | 324935 | 295.1208 | 1.2982 | 0.8633 | 1284.6509 | 2.5415 |
| 10 | 982852.5 | 1.3895 | 1023.434 | 0.8783 | 606.0296 | 315094.5 | 315095.1 | 948452.7 | 2.4425 | 0.0245 | 0.0245 | 2.4425 | 0.8537 | 0.8747 | 0.991 | 346643.8 | 295.027 | 1.299 | 0.8643 | 1281.7733 | 2.7241 |
| 11 | 1081138 | 1.3887 | 1025.104 | 0.8769 | 623.3362 | 333349.8 | 333350.7 | 1043298 | 2.486 | 0.0241 | 0.0241 | 2.486 | 0.8538 | 0.8743 | 0.9906 | 366862.1 | 294.9396 | 1.2997 | 0.8652 | 1279.0775 | 2.9087 |
| 12 | 1179423 | 1.3878 | 1026.694 | 0.8757 | 639.4851 | 350446.6 | 350447.9 | 1138143 | 2.5281 | 0.0237 | 0.0237 | 2.5281 | 0.8538 | 0.874 | 0.9902 | 385810.9 | 294.8578 | 1.3004 | 0.8661 | 1276.5368 | 3.0956 |
| 13 | 1277708 | 1.387 | 1028.21 | 0.8745 | 654.6371 | 366543.5 | 366545.2 | 1232988 | 2.5691 | 0.0233 | 0.0233 | 2.5691 | 0.8538 | 0.8738 | 0.9899 | 403663.5 | 294.7807 | 1.301 | 0.867 | 1274.1305 | 3.2853 |
| 14 | 1375994 | 1.3863 | 1029.659 | 0.8734 | 668.9205 | 381767 | 381769.3 | 1327834 | 2.6091 | 0.023 | 0.023 | 2.6091 | 0.8539 | 0.8735 | 0.9896 | 420558.2 | 294.7078 | 1.3016 | 0.8678 | 1271.8417 | 3.478 |
| 15 | 1474279 | 1.3855 | 1031.046 | 0.8725 | 682.4394 | 396220.1 | 396223.1 | 1422679 | 2.6483 | 0.0226 | 0.0226 | 2.6483 | 0.8539 | 0.8732 | 0.9893 | 436607.6 | 294.6386 | 1.3022 | 0.8686 | 1269.6567 | 3.674 |
| 16 | 1572564 | 1.3849 | 1032.377 | 0.8715 | 695.2799 | 409987.9 | 409991.6 | 1517524 | 2.6868 | 0.0223 | 0.0223 | 2.6868 | 0.8539 | 0.873 | 0.9891 | 451904.7 | 294.5726 | 1.3027 | 0.8693 | 1267.5644 | 3.8735 |
| 17 | 1670849 | 1.3842 | 1033.656 | 0.8707 | 707.5136 | 423141.3 | 423145.9 | 1612370 | 2.7246 | 0.022 | 0.022 | 2.7246 | 0.854 | 0.8728 | 0.9888 | 466527.2 | 294.5096 | 1.3033 | 0.87 | 1265.5553 | 4.0767 |
| 18 | 1769135 | 1.3836 | 1034.887 | 0.8699 | 719.201 | 435740.4 | 435746 | 1707215 | 2.7618 | 0.0217 | 0.0217 | 2.7618 | 0.854 | 0.8725 | 0.9885 | 480540.9 | 294.4492 | 1.3038 | 0.8707 | 1263.6214 | 4.2838 |
| 19 | 1867420 | 1.383 | 1036.075 | 0.8691 | 730.4006 | 447843.8 | 447843.4 | 1802060 | 2.7985 | 0.0214 | 0.0214 | 2.7985 | 0.854 | 0.8723 | 0.9883 | 494010 | 294.3912 | 1.3043 | 0.8714 | 1261.7547 | 4.4951 |
| 20 | 1965705 | 1.3824 | 1037.22 | 0.8684 | 741.1443 | 459482.5 | 459481.9 | 1896905 | 2.8348 | 0.0211 | 0.0211 | 2.8348 | 0.8541 | 0.8721 | 0.9881 | 506968.2 | 294.3354 | 1.3048 | 0.8721 | 1259.9514 | 4.7105 |
| 21 | 2063990 | 1.3818 | 1038.326 | 0.8677 | 751.4765 | 470700.7 | 470700 | 1991751 | 2.8706 | 0.0209 | 0.0209 | 2.8706 | 0.8541 | 0.8719 | 0.9878 | 519464.1 | 294.2816 | 1.3053 | 0.8727 | 1258.2054 | 4.9304 |
| 22 | 2162276 | 1.3813 | 1039.397 | 0.867 | 761.4306 | 481532.2 | 481531.4 | 2086596 | 2.9061 | 0.0206 | 0.0206 | 2.9061 | 0.8541 | 0.8717 | 0.9876 | 531534.5 | 294.2297 | 1.3058 | 0.8733 | 1256.5122 | 5.1548 |
| 23 | 2260561 | 1.3807 | 1040.433 | 0.8664 | 771.0361 | 492006.3 | 492005.3 | 2181441 | 2.9413 | 0.0204 | 0.0204 | 2.9413 | 0.8541 | 0.8715 | 0.9874 | 543211.8 | 294.1795 | 1.3062 | 0.874 | 1254.868 | 5.3839 |
| 24 | 2358846 | 1.3802 | 1041.438 | 0.8658 | 780.3191 | 502149.1 | 502147.9 | 2276286 | 2.9761 | 0.0201 | 0.0201 | 2.9761 | 0.8542 | 0.8714 | 0.9872 | 554524.5 | 294.1308 | 1.3067 | 0.8746 | 1253.2691 | 5.6178 |
| 25 | 2457131 | 1.3797 | 1042.413 | 0.8652 | 789.3029 | 511983.9 | 511982.6 | 2371132 | 3.0108 | 0.0199 | 0.0199 | 3.0108 | 0.8542 | 0.8712 | 0.987 | 565498.2 | 294.0837 | 1.3071 | 0.8751 | 1251.7125 | 5.8568 |
| 26 | 2555417 | 1.3793 | 1043.359 | 0.8646 | 798.008 | 521531.4 | 521529.9 | 2465977 | 3.0451 | 0.0197 | 0.0197 | 3.0451 | 0.8542 | 0.871 | 0.9868 | 576155.4 | 294.0379 | 1.3075 | 0.8757 | 1250.1953 | 6.101 |
| 27 | 2653702 | 1.3788 | 1044.279 | 0.8641 | 806.453 | 530810.3 | 530808.5 | 2560822 | 3.0793 | 0.0195 | 0.0195 | 3.0793 | 0.8542 | 0.8708 | 0.9866 | 586516.8 | 293.9934 | 1.3079 | 0.8763 | 1248.7152 | 6.3504 |
| 28 | 2751987 | 1.3784 | 1045.174 | 0.8636 | 814.6546 | 539837.3 | 539835.3 | 2655667 | 3.1133 | 0.0193 | 0.0193 | 3.1133 | 0.8542 | 0.8707 | 0.9864 | 596600.7 | 293.9501 | 1.3083 | 0.8768 | 1247.2697 | 6.6053 |
| 29 | 2850272 | 1.3779 | 1046.045 | 0.8631 | 822.6279 | 548627.6 | 548625.4 | 2750513 | 3.1471 | 0.019 | 0.019 | 3.1471 | 0.8543 | 0.8705 | 0.9863 | 606423.8 | 293.908 | 1.3087 | 0.8774 | 1245.8569 | 6.8658 |
| 30 | 2948558 | 1.3775 | 1046.894 | 0.8626 | 830.3866 | 557195.2 | 557192.7 | 2845358 | 3.1808 | 0.0188 | 0.0188 | 3.1808 | 0.8543 | 0.8704 | 0.9861 | 616001.3 | 293.8669 | 1.3091 | 0.8779 | 1244.4749 | 7.132 |
| 31 | 3046843 | 1.3771 | 1047.721 | 0.8621 | 837.943 | 565552.5 | 565549.6 | 2940203 | 3.2144 | 0.0186 | 0.0186 | 3.2144 | 0.8543 | 0.8702 | 0.9859 | 625347 | 293.8268 | 1.3095 | 0.8784 | 1243.122 | 7.4042 |
| 32 | 3145128 | 1.3767 | 1048.528 | 0.8617 | 845.3087 | 573711 | 573707.9 | 3035049 | 3.2478 | 0.0185 | 0.0185 | 3.2478 | 0.8543 | 0.8701 | 0.9858 | 634473.5 | 293.7877 | 1.3099 | 0.879 | 1241.7967 | 7.6823 |
| 33 | 3243413 | 1.3763 | 1049.315 | 0.8613 | 852.4939 | 581681.3 | 581677.9 | 3129894 | 3.2812 | 0.0183 | 0.0183 | 3.2812 | 0.8543 | 0.8699 | 0.9856 | 643392.3 | 293.7495 | 1.3103 | 0.8795 | 1240.4975 | 7.9667 |
| 34 | 3341699 | 1.3759 | 1050.084 | 0.8608 | 859.5083 | 589473.1 | 589469.3 | 3224739 | 3.3145 | 0.0181 | 0.0181 | 3.3145 | 0.8544 | 0.8698 | 0.9855 | 652114.3 | 293.7121 | 1.3106 | 0.88 | 1239.2231 | 8.2575 |
| 35 | 3439984 | 1.3756 | 1050.835 | 0.8604 | 866.3606 | 597095.3 | 597091.2 | 3319584 | 3.3477 | 0.0179 | 0.0179 | 3.3477 | 0.8544 | 0.8697 | 0.9853 | 660649 | 293.6756 | 1.311 | 0.8805 | 1237.9724 | 8.5547 |
| 36 | 3538269 | 1.3752 | 1051.569 | 0.86 | 873.0589 | 604556.2 | 604551.7 | 3414430 | 3.3809 | 0.0177 | 0.0177 | 3.3809 | 0.8544 | 0.8695 | 0.9851 | 669005.7 | 293.6398 | 1.3114 | 0.8809 | 1236.7441 | 8.8587 |
| 37 | 3636554 | 1.3748 | 1052.287 | 0.8596 | 879.6107 | 611863.4 | 611858.4 | 3509275 | 3.414 | 0.0176 | 0.0176 | 3.414 | 0.8544 | 0.8694 | 0.985 | 677192.7 | 293.6047 | 1.3117 | 0.8814 | 1235.5373 | 9.1695 |
| 38 | 3734840 | 1.3745 | 1052.989 | 0.8593 | 886.023 | 619023.9 | 619018.5 | 3604120 | 3.4471 | 0.0174 | 0.0174 | 3.4471 | 0.8544 | 0.8693 | 0.9849 | 685217.8 | 293.5704 | 1.312 | 0.8819 | 1234.351 | 9.4872 |
| 39 | 3833125 | 1.3742 | 1053.677 | 0.8589 | 892.3022 | 626044.4 | 626038.6 | 3698965 | 3.4802 | 0.0172 | 0.0172 | 3.4802 | 0.8544 | 0.8692 | 0.9847 | 693088.2 | 293.5368 | 1.3124 | 0.8824 | 1233.1843 | 9.8122 |
| 40 | 3931410 | 1.3738 | 1054.35 | 0.8586 | 898.4543 | 632931 | 632924.8 | 3793811 | 3.5132 | 0.0171 | 0.0171 | 3.5132 | 0.8545 | 0.869 | 0.9846 | 700810.6 | 293.5037 | 1.3127 | 0.8828 | 1232.0363 | 10.1445 |
| 41 | 4029695 | 1.3735 | 1055.01 | 0.8582 | 904.4849 | 639689.5 | 639682.7 | 3888656 | 3.5463 | 0.0169 | 0.0169 | 3.5463 | 0.8545 | 0.8689 | 0.9844 | 708391.5 | 293.4713 | 1.3131 | 0.8833 | 1230.9064 | 10.4843 |
| 42 | 4127981 | 1.3732 | 1055.657 | 0.8579 | 910.3993 | 646325 | 646317.8 | 3983501 | 3.5794 | 0.0167 | 0.0167 | 3.5794 | 0.8545 | 0.8688 | 0.9843 | 715836.5 | 293.4395 | 1.3134 | 0.8837 | 1229.7937 | 10.8318 |
| 43 | 4226266 | 1.3729 | 1056.291 | 0.8575 | 916.2022 | 652842.8 | 652835 | 4078346 | 3.6125 | 0.0166 | 0.0166 | 3.6125 | 0.8545 | 0.8687 | 0.9842 | 723151.4 | 293.4083 | 1.3137 | 0.8842 | 1228.6977 | 11.1872 |
| 44 | 4324551 | 1.3726 | 1056.913 | 0.8572 | 921.8982 | 659247.3 | 659239 | 4173192 | 3.6456 | 0.0164 | 0.0164 | 3.6456 | 0.8545 | 0.8686 | 0.9841 | 730341.1 | 293.3776 | 1.314 | 0.8846 | 1227.6176 | 11.5506 |
| 45 | 4422836 | 1.3723 | 1057.523 | 0.8569 | 927.4917 | 665543.2 | 665534.3 | 4268037 | 3.6787 | 0.0163 | 0.0163 | 3.6787 | 0.8545 | 0.8685 | 0.9839 | 737410.6 | 293.3474 | 1.3143 | 0.8851 | 1226.5529 | 11.9224 |
| 46 | 4521122 | 1.372 | 1058.122 | 0.8566 | 932.9867 | 671734.4 | 671725 | 4362882 | 3.7119 | 0.0161 | 0.0161 | 3.7119 | 0.8546 | 0.8684 | 0.9838 | 744364.4 | 293.3177 | 1.3147 | 0.8855 | 1225.5029 | 12.3025 |
| 47 | 4619407 | 1.3717 | 1058.71 | 0.8563 | 938.3869 | 677825 | 677814.9 | 4457728 | 3.7452 | 0.016 | 0.016 | 3.7452 | 0.8546 | 0.8682 | 0.9837 | 751206.8 | 293.2886 | 1.315 | 0.8859 | 1224.4672 | 12.6913 |
| 48 | 4717692 | 1.3715 | 1059.287 | 0.856 | 943.6959 | 683818.5 | 683807.9 | 4552573 | 3.7784 | 0.0159 | 0.0159 | 3.7784 | 0.8546 | 0.8681 | 0.9836 | 757941.9 | 293.2598 | 1.3153 | 0.8863 | 1223.4453 | 13.089 |
| 49 | 4815977 | 1.3712 | 1059.853 | 0.8557 | 948.906 | 689705.9 | 689707.2 | 4647418 | 3.8117 | 0.0157 | 0.0157 | 3.8117 | 0.8546 | 0.868 | 0.9834 | 764559.3 | 293.2316 | 1.3156 | 0.8868 | 1222.4389 | 13.4949 |
| 50 | 4914263 | 1.3709 | 1060.411 | 0.8554 | 954.0419 | 695514.9 | 695516.3 | 4742263 | 3.8451 | 0.0156 | 0.0156 | 3.8452 | 0.8546 | 0.8679 | 0.9833 | 771090.2 | 293.2038 | 1.3159 | 0.8872 | 1221.4432 | 13.9108 |

Продолжение табл. I.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 1458.461 | 153360.1 | 420.4747 | 1352.657 | 151059.7 | 1.2985 | 0.8921 | 1288.347 | 1.301 | 1256.079 | 1.301 | 1256.075 | 648.6079 | 0.1696 | 102989.4 | 105091.2 | 1.4374 | 1280.091 | 648.6091 | 0.3469 | 98125.56 |
| 3 | 1415.852 | 197333.1 | 470.3033 | 1318.649 | 194373.1 | 1.3028 | 0.8982 | 1273.31 | 1.3074 | 1161.225 | 1.3074 | 1161.21 | 624.0441 | 0.1763 | 103128.4 | 105233.1 | 1.8471 | 1258.692 | 624.0481 | 0.3605 | 97697.45 |
| 4 | 1381.851 | 232255.6 | 509.3589 | 1291.547 | 228771.8 | 1.3061 | 0.8999 | 1262.034 | 1.3122 | 1098.39 | 1.3122 | 1098.366 | 607.2104 | 0.1812 | 103234.1 | 105340.9 | 2.1717 | 1243.101 | 607.217 | 0.3705 | 97373.1 |
| 5 | 1353.09 | 260799.2 | 541.8828 | 1268.645 | 256887.2 | 1.3088 | 0.9007 | 1252.922 | 1.3161 | 1052.096 | 1.3161 | 1052.064 | 594.4925 | 0.185 | 103320.2 | 105428.8 | 2.4366 | 1230.853 | 594.5013 | 0.3785 | 97109.32 |
| 6 | 1327.919 | 284540.4 | 569.9531 | 1248.619 | 280272.3 | 1.3111 | 0.9011 | 1245.233 | 1.3193 | 1015.811 | 1.3193 | 1015.773 | 584.3227 | 0.1883 | 103393.4 | 105503.5 | 2.6565 | 1220.79 | 584.3333 | 0.3851 | 96885.72 |
| 7 | 1305.395 | 304516.4 | 594.7582 | 1230.712 | 299948.7 | 1.3131 | 0.9014 | 1238.557 | 1.3221 | 986.1901 | 1.3221 | 986.1475 | 575.8815 | 0.191 | 103457.3 | 105568.7 | 2.8413 | 1212.268 | 575.8936 | 0.3907 | 96690.97 |
| 8 | 1284.912 | 321446.2 | 617.0574 | 1214.437 | 316624.5 | 1.3149 | 0.9015 | 1232.639 | 1.3245 | 961.3046 | 1.3245 | 961.2582 | 568.6876 | 0.1934 | 103514.1 | 105626.7 | 2.9976 | 1204.891 | 568.701 | 0.3956 | 96518.04 |
| 9 | 1266.064 | 335863.3 | 637.3598 | 1199.47 | 330825.3 | 1.3166 | 0.9016 | 1227.316 | 1.3267 | 939.9433 | 1.3267 | 939.8939 | 562.4349 | 0.1956 | 103565.4 | 105679 | 3.1305 | 1198.4 | 562.4493 | 0.4 | 96362.26 |
| 10 | 1248.559 | 348171.9 | 656.0296 | 1185.578 | 342949.4 | 1.3181 | 0.9016 | 1222.469 | 1.3287 | 921.2997 | 1.3287 | 921.2481 | 556.9169 | 0.1975 | 103612.1 | 105726.6 | 3.2437 | 1192.613 | 556.9321 | 0.404 | 96220.38 |
| 11 | 1232.182 | 358688 | 673.3362 | 1172.587 | 353307.7 | 1.3195 | 0.9017 | 1218.014 | 1.3305 | 904.8109 | 1.3305 | 904.7576 | 551.9878 | 0.1993 | 103655.1 | 105770.5 | 3.3403 | 1187.4 | 552.0036 | 0.4076 | 96090 |
| 12 | 1216.767 | 367663.6 | 689.4851 | 1160.365 | 362148.6 | 1.3208 | 0.9017 | 1213.889 | 1.3321 | 890.0696 | 1.3321 | 890.0149 | 547.5409 | 0.2009 | 103695 | 105811.2 | 3.4226 | 1182.663 | 547.5572 | 0.4109 | 95969.33 |
| 13 | 1202.185 | 375303.7 | 704.6371 | 1148.808 | 369674.1 | 1.3221 | 0.9016 | 1210.045 | 1.3336 | 876.7715 | 1.3336 | 876.7159 | 543.4959 | 0.2024 | 103732.1 | 105849.1 | 3.4925 | 1178.328 | 543.5127 | 0.414 | 95856.96 |
| 14 | 1188.331 | 381777.3 | 718.9205 | 1137.833 | 376050.6 | 1.3232 | 0.9016 | 1206.442 | 1.335 | 864.6841 | 1.335 | 864.6279 | 539.791 | 0.2038 | 103766.9 | 105884.6 | 3.5515 | 1174.335 | 539.808 | 0.4168 | 95751.81 |
| 15 | 1175.121 | 387225.7 | 732.4394 | 1127.373 | 381417.3 | 1.3243 | 0.9016 | 1203.051 | 1.3363 | 853.6258 | 1.3364 | 853.5692 | 536.3773 | 0.2051 | 103799.6 | 105918 | 3.6011 | 1170.639 | 536.3946 | 0.4195 | 95652.99 |
| 16 | 1162.486 | 391767.9 | 745.2799 | 1117.371 | 385891.4 | 1.3254 | 0.9015 | 1199.845 | 1.3376 | 843.4523 | 1.3376 | 843.3955 | 533.2159 | 0.2063 | 103830.5 | 105949.5 | 3.6422 | 1167.202 | 533.2334 | 0.422 | 95559.76 |
| 17 | 1150.365 | 395505.6 | 757.5136 | 1107.782 | 389573.1 | 1.3264 | 0.9015 | 1196.805 | 1.3387 | 834.0469 | 1.3387 | 833.9901 | 530.2751 | 0.2074 | 103859.8 | 105979.4 | 3.6759 | 1163.991 | 530.2927 | 0.4243 | 95471.54 |
| 18 | 1138.711 | 398526.1 | 769.201 | 1098.564 | 392548.2 | 1.3274 | 0.9014 | 1193.913 | 1.3398 | 825.3143 | 1.3398 | 825.2576 | 527.5287 | 0.2085 | 103887.6 | 106007.8 | 3.703 | 1160.982 | 527.5463 | 0.4265 | 95387.8 |
| 19 | 1127.474 | 400893.1 | 780.4006 | 1089.679 | 394879.7 | 1.3283 | 0.9014 | 1191.152 | 1.3408 | 817.1765 | 1.3408 | 817.12 | 524.9552 | 0.2095 | 103914.1 | 106034.8 | 3.7241 | 1158.153 | 524.9729 | 0.4286 | 95308.15 |
| 20 | 1116.629 | 402693.5 | 791.1443 | 1081.108 | 396653.1 | 1.3292 | 0.9013 | 1188.513 | 1.3418 | 809.5654 | 1.3418 | 809.5093 | 522.5359 | 0.2105 | 103939.3 | 106060.5 | 3.7399 | 1155.485 | 522.5535 | 0.4306 | 95232.18 |
| 21 | 1106.139 | 403975.3 | 801.4765 | 1072.82 | 397915.7 | 1.33 | 0.9012 | 1185.984 | 1.3427 | 802.4263 | 1.3427 | 802.3706 | 520.2553 | 0.2114 | 103963.5 | 106085.2 | 3.7509 | 1152.963 | 520.2729 | 0.4325 | 95159.6 |
| 22 | 1095.976 | 404789.4 | 811.4306 | 1064.794 | 398717.5 | 1.3308 | 0.9012 | 1183.555 | 1.3436 | 795.7113 | 1.3436 | 795.6561 | 518.1002 | 0.2123 | 103986.6 | 106108.8 | 3.7576 | 1150.573 | 518.1177 | 0.4343 | 95090.13 |
| 23 | 1086.116 | 405180.6 | 821.0361 | 1057.011 | 399102.8 | 1.3316 | 0.9011 | 1181.218 | 1.3444 | 789.3806 | 1.3444 | 789.326 | 516.0594 | 0.2132 | 104008.8 | 106131.4 | 3.7605 | 1148.303 | 516.0768 | 0.436 | 95023.54 |
| 24 | 1076.537 | 405188.8 | 830.3191 | 1049.45 | 399111 | 1.3324 | 0.901 | 1178.966 | 1.3452 | 783.397 | 1.3452 | 783.343 | 514.1223 | 0.214 | 104030.1 | 106153.1 | 3.7598 | 1146.143 | 514.1395 | 0.4376 | 94959.59 |
| 25 | 1067.22 | 404849.7 | 839.3029 | 1042.099 | 398777 | 1.3332 | 0.9009 | 1176.793 | 1.346 | 777.7307 | 1.346 | 777.6774 | 512.2804 | 0.2147 | 104050.6 | 106174.1 | 3.7559 | 1144.085 | 512.2975 | 0.4392 | 94898.12 |
| 26 | 1058.148 | 404195.2 | 848.008 | 1034.944 | 398132.3 | 1.3339 | 0.9009 | 1174.692 | 1.3467 | 772.3549 | 1.3467 | 772.3023 | 510.5262 | 0.2155 | 104070.3 | 106194.2 | 3.7491 | 1142.119 | 510.5431 | 0.4407 | 94838.95 |
| 27 | 1049.304 | 403253.9 | 856.453 | 1027.97 | 397205.1 | 1.3346 | 0.9008 | 1172.659 | 1.3474 | 767.2459 | 1.3474 | 767.1941 | 508.8528 | 0.2162 | 104089.4 | 106213.6 | 3.7397 | 1140.239 | 508.8695 | 0.4422 | 94781.94 |
| 28 | 1040.675 | 402051.7 | 864.6546 | 1021.169 | 396020.9 | 1.3353 | 0.9007 | 1170.69 | 1.3481 | 762.3829 | 1.3481 | 762.3318 | 507.2542 | 0.2169 | 104107.7 | 106232.4 | 3.7279 | 1138.438 | 507.2708 | 0.4436 | 94726.94 |
| 29 | 1032.248 | 400611.7 | 872.6279 | 1014.529 | 394602.6 | 1.3359 | 0.9006 | 1168.78 | 1.3487 | 757.7472 | 1.3487 | 757.6968 | 505.7251 | 0.2175 | 104125.5 | 106250.5 | 3.7139 | 1136.712 | 505.7414 | 0.4449 | 94673.85 |
| 30 | 1024.011 | 398955.3 | 880.3866 | 1008.041 | 392971 | 1.3366 | 0.9005 | 1166.926 | 1.3493 | 753.3223 | 1.3494 | 753.2727 | 504.2607 | 0.2181 | 104142.6 | 106268 | 3.6979 | 1135.054 | 504.2768 | 0.4462 | 94622.55 |
| 31 | 1015.954 | 397101.5 | 887.943 | 1001.697 | 391145 | 1.3372 | 0.9004 | 1165.124 | 1.3499 | 749.0931 | 1.35 | 749.0444 | 502.8565 | 0.2188 | 104159.2 | 106284.9 | 3.6802 | 1133.461 | 502.8725 | 0.4474 | 94572.94 |
| 32 | 1008.068 | 395067.9 | 895.3087 | 995.4899 | 389141.8 | 1.3378 | 0.9003 | 1163.372 | 1.3505 | 745.0475 | 1.3505 | 744.9996 | 501.5092 | 0.2193 | 104175.2 | 106301.3 | 3.6607 | 1131.929 | 501.5249 | 0.4486 | 94524.94 |
| 33 | 1000.343 | 392870.3 | 902.4939 | 989.4104 | 386977.2 | 1.3385 | 0.9002 | 1161.666 | 1.3511 | 741.1713 | 1.3511 | 741.1242 | 500.2144 | 0.2199 | 104190.8 | 106317.2 | 3.6398 | 1130.452 | 500.2299 | 0.4498 | 94478.45 |
| 34 | 992.7717 | 390523.3 | 909.5083 | 983.454 | 384665.4 | 1.339 | 0.9002 | 1160.004 | 1.3516 | 737.4553 | 1.3516 | 737.4091 | 498.9696 | 0.2205 | 104205.9 | 106332.5 | 3.6176 | 1129.029 | 498.9848 | 0.4509 | 94433.41 |
| 35 | 985.3458 | 388040.2 | 916.3606 | 977.6141 | 382219.6 | 1.3396 | 0.9001 | 1158.383 | 1.3521 | 733.8893 | 1.3521 | 733.8438 | 497.7716 | 0.221 | 104220.5 | 106347.5 | 3.5941 | 1127.656 | 497.7866 | 0.452 | 94389.75 |
| 36 | 978.0588 | 385433.3 | 923.0589 | 971.8852 | 379651.8 | 1.3402 | 0.9 | 1156.803 | 1.3526 | 730.4641 | 1.3526 | 730.4195 | 496.6179 | 0.2215 | 104234.7 | 106361.9 | 3.5694 | 1126.33 | 496.6326 | 0.4531 | 94347.4 |
| 37 | 970.9042 | 382713.7 | 929.6107 | 966.2621 | 376973 | 1.3407 | 0.8999 | 1155.26 | 1.3531 | 727.1717 | 1.3531 | 727.1279 | 495.5059 | 0.222 | 104248.5 | 106376 | 3.5438 | 1125.048 | 495.5204 | 0.4541 | 94306.3 |
| 38 | 963.876 | 379891.8 | 936.023 | 960.7401 | 374193.4 | 1.3413 | 0.8998 | 1153.753 | 1.3536 | 724.0045 | 1.3536 | 723.9616 | 494.4335 | 0.2225 | 104261.9 | 106389.7 | 3.5172 | 1123.809 | 494.4478 | 0.4551 | 94266.4 |
| 39 | 956.9686 | 376977.1 | 942.3022 | 955.3148 | 371322.4 | 1.3418 | 0.8997 | 1152.28 | 1.3541 | 720.9557 | 1.3541 | 720.9136 | 493.3987 | 0.2229 | 104274.9 | 106402.9 | 3.4898 | 1122.609 | 493.4127 | 0.456 | 94227.65 |
| 40 | 950.1769 | 373978.3 | 948.4543 | 949.9819 | 368368.6 | 1.3423 | 0.8996 | 1150.84 | 1.3545 | 718.0189 | 1.3545 | 717.9776 | 492.3995 | 0.2234 | 104287.5 | 106415.8 | 3.4616 | 1121.447 | 492.4132 | 0.4569 | 94189.99 |
| 41 | 943.496 | 370903.5 | 954.4849 | 944.7376 | 365340 | 1.3429 | 0.8994 | 1149.43 | 1.3549 | 715.1884 | 1.3549 | 715.1479 | 491.4341 | 0.2238 | 104299.8 | 106428.3 | 3.4327 | 1120.322 | 491.4477 | 0.4578 | 94153.4 |
| 42 | 936.9214 | 367760.2 | 960.3993 | 939.5784 | 362243.8 | 1.3434 | 0.8993 | 1148.051 | 1.3553 | 712.4588 | 1.3553 | 712.4191 | 490.5011 | 0.2243 | 104311.7 | 106440.5 | 3.4033 | 1119.23 | 490.5144 | 0.4587 | 94117.82 |
| 43 | 930.4489 | 364555.4 | 966.2022 | 934.5008 | 359087.1 | 1.3439 | 0.8992 | 1146.7 | 1.3557 | 709.8251 | 1.3558 | 709.7863 | 489.5989 | 0.2247 | 104323.3 | 106452.4 | 3.3732 | 1118.172 | 489.6119 | 0.4595 | 94083.23 |
| 44 | 924.0744 | 361295.4 | 971.8982 | 929.5017 | 355875.9 | 1.3443 | 0.8991 | 1145.377 | 1.3561 | 707.2828 | 1.3561 | 707.2448 | 488.726 | 0.2251 | 104334.6 | 106463.9 | 3.3427 | 1117.144 | 488.7388 | 0.4604 | 94049.57 |
| 45 | 917.7943 | 357986.1 | 977.4917 | 924.578 | 352616.3 | 1.3448 | 0.899 | 1144.08 | 1.3565 | 704.8276 | 1.3565 | 704.7903 | 487.8813 | 0.2255 | 104345.6 | 106475.1 | 3.3117 | 1116.146 | 487.8939 | 0.4612 | 94016.83 |
| 46 | 911.605 | 354633.1 | 982.9867 | 919.7271 | 349313.6 | 1.3453 | 0.8989 | 1142.808 | 1.3569 | 702.4555 | 1.3569 | 702.419 | 487.0635 | 0.2258 | 104356.4 | 106486.1 | 3.2804 | 1115.177 | 487.0759 | 0.4619 | 93984.97 |
| 47 | 905.5031 | 351241.5 | 988.3869 | 914.9471 | 345972.9 | 1.3457 | 0.8988 | 1141.561 | 1.3573 | 700.1636 | 1.3573 | 700.1279 | 486.2718 | 0.2262 | 104366.8 | 106496.7 | 3.2487 | 1114.235 | 486.2839 | 0.4627 | 93953.96 |
| 48 | 899.4857 | 347816 | 993.6959 | 910.2337 | 342598.8 | 1.3462 | 0.8986 | 1140.337 | 1.3576 | 697.947 | 1.3576 | 697.9121 | 485.5046 | 0.2266 | 104376.9 | 106507.1 | 3.2167 | 1113.318 | 485.5164 | 0.4634 | 93923.77 |
| 49 | 893.5623 | 344383.5 | 998.906 | 905.5953 | 339217.8 | 1.3466 | 0.8985 | 1139.137 | 1.358 | 695.8008 | 1.358 | 695.7667 | 484.7604 | 0.2269 | 104386.8 | 106517.2 | 3.1846 | 1112.427 | 484.772 | 0.4641 | 93894.35 |
| 50 | 887.7056 | 340904.5 | 1004.042 | 901.0107 | 335790.9 | 1.3471 | 0.8984 | 1137.957 | 1.3583 | 693.7267 | 1.3583 | 693.6934 | 484.0398 | 0.2273 | 104396.5 | 106527 | 3.1522 | 1111.56 | 484.0511 | 0.4648 | 93865.72 |

Продолжение табл. I.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 1.5395 | 139469 | 164547.5 | 124425.8 | 144.6645 | 145.2797 | 127.6884 | 123.9452 | 1.4528 | 2.9056 | 16.9762 | 10.0211 | 3.7432 | 79671.81 | 124425.7 | 10466635 | 10572359 |
| 3 | 1.9895 | 223162.5 | 248088.6 | 200448.7 | 89.7985 | 90.2707 | 79.2608 | 77.0249 | 0.9027 | 1.8054 | 10.5377 | 6.2205 | 2.236 | 135033.7 | 200448.2 | 11011624 | 11122853 |
| 4 | 2.3494 | 270873.3 | 295694.4 | 243770.3 | 73.84 | 74.2871 | 65.175 | 63.3935 | 0.7429 | 1.4857 | 8.665 | 5.115 | 1.7815 | 178787.3 | 243769.4 | 11988593 | 12109689 |
| 5 | 2.6453 | 301225.3 | 325967.9 | 271319.6 | 66.3424 | 66.7887 | 58.5572 | 56.9998 | 0.6679 | 1.3358 | 7.7852 | 4.5956 | 1.5574 | 215502.1 | 271318.3 | 12983217 | 13114361 |
| 6 | 2.8928 | 321705.6 | 346386.7 | 289901.1 | 62.0901 | 62.5441 | 54.804 | 53.3815 | 0.6254 | 1.2509 | 7.2862 | 4.3011 | 1.4224 | 247410.6 | 289899.4 | 13950190 | 14091101 |
| 7 | 3.1021 | 335988.4 | 360619.8 | 302853.6 | 59.4347 | 59.9001 | 52.4601 | 51.1285 | 0.599 | 1.198 | 6.9746 | 4.1171 | 1.3316 | 275787.5 | 302851.6 | 14885152 | 15035507 |
| 8 | 3.2805 | 346103.2 | 370693.7 | 312021 | 57.6884 | 58.1673 | 50.9188 | 49.6526 | 0.5817 | 1.1633 | 6.7696 | 3.9962 | 1.2661 | 301447.4 | 312018.8 | 15792063 | 15951579 |
| 9 | 3.4331 | 353280.5 | 377836.9 | 318521.5 | 56.5111 | 57.0046 | 49.8796 | 48.663 | 0.57 | 1.1401 | 6.6315 | 3.9146 | 1.2166 | 324936.5 | 318519.1 | 16675188 | 16843624 |
| 10 | 3.5642 | 358309.5 | 382837 | 323071.9 | 55.7152 | 56.2239 | 49.1771 | 47.9991 | 0.5622 | 1.1245 | 6.5381 | 3.8595 | 1.1779 | 346645.5 | 323069.2 | 17538699 | 17715858 |
| 11 | 3.6768 | 361721.9 | 386224.8 | 326154.9 | 55.1885 | 55.713 | 48.7122 | 47.5653 | 0.5571 | 1.1143 | 6.4763 | 3.823 | 1.1469 | 366864 | 326152.1 | 18386200 | 18571920 |
| 12 | 3.7736 | 363889.6 | 388371.5 | 328108.5 | 54.8599 | 55.4004 | 48.4222 | 47.3007 | 0.554 | 1.108 | 6.4377 | 3.8002 | 1.1215 | 385813 | 328105.6 | 19220742 | 19414891 |
| 13 | 3.8565 | 365081 | 389544.8 | 329176.3 | 54.6819 | 55.2387 | 48.2651 | 47.1647 | 0.5524 | 1.1048 | 6.4168 | 3.7879 | 1.1004 | 403665.8 | 329173.3 | 20044906 | 20247380 |
| 14 | 3.9273 | 365494.6 | 389942.9 | 329538.6 | 54.6218 | 55.1949 | 48.212 | 47.1293 | 0.5519 | 1.1039 | 6.4098 | 3.7837 | 1.0827 | 420560.6 | 329535.5 | 20860894 | 21071610 |
| 15 | 3.9875 | 365280.6 | 389715.4 | 329331.7 | 54.6561 | 55.2458 | 48.2423 | 47.1746 | 0.5525 | 1.1049 | 6.4138 | 3.7861 | 1.0677 | 436610.2 | 329328.5 | 21670598 | 21889493 |
| 16 | 4.0382 | 364554.4 | 388977.8 | 328660.4 | 54.7678 | 55.3741 | 48.3409 | 47.2859 | 0.5537 | 1.1075 | 6.4269 | 3.7938 | 1.0549 | 451907.4 | 328657.3 | 22475663 | 22702690 |
| 17 | 4.0805 | 363406.5 | 387820 | 327606.9 | 54.9439 | 55.5669 | 48.4963 | 47.4523 | 0.5557 | 1.1113 | 6.4476 | 3.806 | 1.044 | 466530 | 327603.7 | 23277537 | 23512664 |
| 18 | 4.1153 | 361908.5 | 386313.6 | 326236.1 | 55.1748 | 55.8147 | 48.7001 | 47.6656 | 0.5581 | 1.1163 | 6.4747 | 3.822 | 1.0345 | 480543.7 | 326232.9 | 24077503 | 24320710 |
| 19 | 4.1432 | 360109.1 | 384507.1 | 324592.1 | 55.4542 | 56.1111 | 48.9467 | 47.9203 | 0.5611 | 1.1222 | 6.5075 | 3.8414 | 1.0264 | 494012.9 | 324588.9 | 24877735 | 25129025 |
| 20 | 4.1651 | 358070.6 | 382462.6 | 322731.7 | 55.7739 | 56.4479 | 49.2289 | 48.2095 | 0.5645 | 1.129 | 6.545 | 3.8635 | 1.0194 | 506971.1 | 322728.5 | 25677464 | 25936832 |
| 21 | 4.1816 | 355823.9 | 380211.1 | 320682.8 | 56.1302 | 56.8215 | 49.5434 | 48.5301 | 0.5682 | 1.1364 | 6.5868 | 3.8882 | 1.0134 | 519467 | 320679.6 | 26478472 | 26745931 |
| 22 | 4.193 | 353400.6 | 377783.9 | 318474 | 56.5195 | 57.2282 | 49.887 | 48.8789 | 0.5723 | 1.1446 | 6.6325 | 3.9152 | 1.0082 | 531537.5 | 318470.8 | 27281646 | 27557219 |
| 23 | 4.2 | 350827.2 | 375207.4 | 316129.4 | 56.9387 | 57.6649 | 50.257 | 49.2533 | 0.5766 | 1.1533 | 6.6817 | 3.9442 | 1.0038 | 543214.7 | 316126.2 | 28087782 | 28371497 |
| 24 | 4.203 | 348124.8 | 372502.6 | 313668 | 57.3855 | 58.1294 | 50.6514 | 49.6514 | 0.5813 | 1.1626 | 6.7341 | 3.9752 | 1 | 554527.4 | 313664.9 | 28897724 | 29189620 |
| 25 | 4.2022 | 345312.2 | 369688.4 | 311107.1 | 57.8579 | 58.6196 | 51.0684 | 50.0715 | 0.5862 | 1.1724 | 6.7895 | 4.0079 | 0.9969 | 565501 | 311104 | 29712173 | 30012296 |
| 26 | 4.198 | 342405.1 | 366780.4 | 308460.7 | 58.3543 | 59.134 | 51.5065 | 50.5122 | 0.5913 | 1.1827 | 6.8478 | 4.0423 | 0.9943 | 576158.2 | 308457.6 | 30531833 | 30840236 |
| 27 | 4.1907 | 339416.9 | 363791.8 | 305741 | 58.8734 | 59.6713 | 51.9647 | 50.9724 | 0.5967 | 1.1934 | 6.9087 | 4.0782 | 0.9922 | 586519.5 | 305738 | 31357383 | 31674124 |
| 28 | 4.1807 | 336358.8 | 360733.9 | 302958.3 | 59.4141 | 60.2304 | 52.442 | 51.4513 | 0.6023 | 1.2046 | 6.9722 | 4.1157 | 0.9906 | 596603.3 | 302955.4 | 32189477 | 32514623 |
| 29 | 4.168 | 333240.7 | 357616.5 | 300121.5 | 59.9757 | 60.8106 | 52.9377 | 51.9482 | 0.6081 | 1.2162 | 7.0381 | 4.1546 | 0.9894 | 606426.4 | 300118.6 | 33028756 | 33362380 |
| 30 | 4.153 | 330071 | 354448.1 | 297238.1 | 60.5575 | 61.4112 | 53.4512 | 52.4625 | 0.6141 | 1.2282 | 7.1063 | 4.1949 | 0.9886 | 616003.8 | 297235.2 | 33875847 | 34218028 |
| 31 | 4.1359 | 326857 | 351235.7 | 294314.8 | 61.159 | 62.0317 | 53.9821 | 52.9939 | 0.6203 | 1.2406 | 7.1769 | 4.2366 | 0.9882 | 625349.4 | 294311.9 | 34731379 | 35082201 |
| 32 | 4.1168 | 323605.3 | 347986.1 | 291357.6 | 61.7797 | 62.6717 | 54.53 | 53.5418 | 0.6267 | 1.2534 | 7.2498 | 4.2796 | 0.9882 | 634475.8 | 291354.8 | 35595912 | 35955467 |
| 33 | 4.0959 | 320320.7 | 344703.9 | 288370.8 | 62.4196 | 63.3311 | 55.0948 | 54.1064 | 0.6333 | 1.2666 | 7.3248 | 4.3239 | 0.9884 | 643394.6 | 288368 | 36470161 | 36838546 |
| 34 | 4.0734 | 317008.6 | 341394.6 | 285359.3 | 63.0784 | 64.0097 | 55.6762 | 54.6872 | 0.6401 | 1.2802 | 7.4021 | 4.3695 | 0.989 | 652116.4 | 285356.6 | 37354652 | 37731972 |
| 35 | 4.0494 | 313673.1 | 338062.3 | 282326.8 | 63.7559 | 64.7072 | 56.2742 | 55.2844 | 0.6471 | 1.2941 | 7.4817 | 4.4165 | 0.9899 | 660651.1 | 282324.2 | 38250026 | 38636390 |
| 36 | 4.024 | 310317.8 | 334710.4 | 279276.6 | 64.4522 | 65.4239 | 56.8889 | 55.8978 | 0.6542 | 1.3085 | 7.5634 | 4.4647 | 0.991 | 669007.7 | 279274 | 39156903 | 39552427 |
| 37 | 3.9973 | 306946 | 331342.4 | 276211.6 | 65.1674 | 66.1597 | 57.5201 | 56.5276 | 0.6616 | 1.3232 | 7.6473 | 4.5142 | 0.9925 | 677194.6 | 276209.1 | 40075910 | 40480717 |
| 38 | 3.9695 | 303560.4 | 327960.9 | 273134.4 | 65.9016 | 66.9149 | 58.1682 | 57.174 | 0.6691 | 1.3383 | 7.7335 | 4.5651 | 0.9942 | 685219.6 | 273131.9 | 41007686 | 41421905 |
| 39 | 3.9407 | 300163.7 | 324568.5 | 270047.3 | 66.655 | 67.6895 | 58.8331 | 57.837 | 0.6769 | 1.3538 | 7.8219 | 4.6173 | 0.9962 | 693089.9 | 270044.8 | 41952879 | 42376645 |
| 40 | 3.9109 | 296757.9 | 321167.3 | 266952.2 | 67.4278 | 68.4839 | 59.5153 | 58.5169 | 0.6848 | 1.3697 | 7.9125 | 4.6708 | 0.9984 | 700812.3 | 266949.8 | 42912153 | 43345609 |
| 41 | 3.8803 | 293345.2 | 317759.4 | 263850.9 | 68.2204 | 69.2984 | 60.2148 | 59.2139 | 0.693 | 1.386 | 8.0056 | 4.7257 | 1.0009 | 708393.1 | 263848.5 | 43886189 | 44329484 |
| 42 | 3.8488 | 289927 | 314346.3 | 260744.9 | 69.033 | 70.1334 | 60.9321 | 59.9285 | 0.7013 | 1.4027 | 8.1009 | 4.782 | 1.0036 | 715838.2 | 260742.6 | 44875684 | 45328973 |
| 43 | 3.8167 | 286505.1 | 310929.6 | 257635.7 | 69.8661 | 70.9892 | 61.6674 | 60.6609 | 0.7099 | 1.4198 | 8.1987 | 4.8397 | 1.0065 | 723153 | 257633.4 | 45881356 | 46344804 |
| 44 | 3.7839 | 283080.7 | 307510.6 | 254524.4 | 70.7201 | 71.8664 | 62.4212 | 61.4115 | 0.7187 | 1.4373 | 8.2989 | 4.8989 | 1.0097 | 730342.7 | 254522.2 | 46903946 | 47377724 |
| 45 | 3.7506 | 279654.9 | 304090.6 | 251412.1 | 71.5956 | 72.7654 | 63.194 | 62.1808 | 0.7277 | 1.4553 | 8.4016 | 4.9595 | 1.0132 | 737412.2 | 251409.9 | 47944220 | 48428505 |
| 46 | 3.7167 | 276229 | 300670.5 | 248299.7 | 72.493 | 73.6868 | 63.9861 | 62.9692 | 0.7369 | 1.4737 | 8.5069 | 5.0217 | 1.0168 | 744366.1 | 248297.6 | 49002970 | 49497949 |
| 47 | 3.6824 | 272803.9 | 297251.5 | 245188.4 | 73.4129 | 74.6311 | 64.798 | 63.7773 | 0.7463 | 1.4926 | 8.6149 | 5.0854 | 1.0208 | 751208.6 | 245186.3 | 50080962 | 50586830 |
| 48 | 3.6476 | 269380.1 | 293833.8 | 242078.3 | 74.3561 | 75.5992 | 65.6305 | 64.6056 | 0.756 | 1.512 | 8.7256 | 5.1508 | 1.0249 | 757943.7 | 242076.3 | 51179155 | 51696117 |
| 49 | 3.6128 | 265974.2 | 290434.3 | 238984.7 | 75.3186 | 76.587 | 66.4801 | 65.4509 | 0.7659 | 1.5317 | 8.8385 | 5.2174 | 1.0292 | 764561.3 | 238982.7 | 52294284 | 52822509 |
| 50 | 3.5774 | 262556.3 | 287022.9 | 235880.3 | 76.3099 | 77.6042 | 67.3551 | 66.3212 | 0.776 | 1.5521 | 8.9549 | 5.2861 | 1.0339 | 771092.3 | 235878.3 | 53435103 | 53974852 |

Продолжение табл. I.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | **Проверка по расходам** |
| 2 | 18000000 | 18000000 | 123898.9 | 0.0007 | 0.0987 | 218914.9 | 0 |
| 3 | 18000000 | 18000000 | 199400.2 | 0.0004 | 0.1652 | 262285.7 | 0 |
| 4 | 18000000 | 18000000 | 242303.1 | 0.0004 | 0.2074 | 296506.7 | 0 |
| 5 | 18000000 | 18000000 | 269506.8 | 0.0003 | 0.2372 | 325186.7 | 0 |
| 6 | 18000000 | 18000000 | 287797.1 | 0.0003 | 0.2598 | 350086.4 | 0 |
| 7 | 18000000 | 18000000 | 300500.5 | 0.0003 | 0.2775 | 372210.2 | 0 |
| 8 | 18000000 | 18000000 | 309452.1 | 0.0003 | 0.2918 | 392199.5 | 0 |
| 9 | 18000000 | 18000000 | 315764 | 0.0002 | 0.3037 | 410484.1 | 0 |
| 10 | 18000000 | 18000000 | 320148.3 | 0.0002 | 0.3137 | 427371.5 | 0 |
| 11 | 18000000 | 18000000 | 323084.3 | 0.0002 | 0.3222 | 443089.2 | 0 |
| 12 | 18000000 | 18000000 | 324907.3 | 0.0002 | 0.3295 | 457811 | 0 |
| 13 | 18000000 | 18000000 | 325858.6 | 0.0002 | 0.3358 | 471673 | 0 |
| 14 | 18000000 | 18000000 | 326116.8 | 0.0002 | 0.3413 | 484783.8 | 0 |
| 15 | 18000000 | 18000000 | 325816.7 | 0.0002 | 0.346 | 497231.9 | 0 |
| 16 | 18000000 | 18000000 | 325062 | 0.0002 | 0.3502 | 509090.2 | 0 |
| 17 | 18000000 | 18000000 | 323933.6 | 0.0002 | 0.3539 | 520419.8 | 0 |
| 18 | 18000000 | 18000000 | 322495.8 | 0.0002 | 0.3572 | 531272.1 | 0 |
| 19 | 18000000 | 18000000 | 320791.9 | 0.0002 | 0.36 | 541697.7 | 0 |
| 20 | 18000000 | 18000000 | 318878 | 0.0002 | 0.3625 | 551722.9 | 0 |
| 21 | 18000000 | 18000000 | 316781.4 | 0.0002 | 0.3646 | 561385.9 | 0 |
| 22 | 18000000 | 18000000 | 314530.3 | 0.0002 | 0.3665 | 570715.6 | 0 |
| 23 | 18000000 | 18000000 | 312148.2 | 0.0002 | 0.3681 | 579735.7 | 0 |
| 24 | 18000000 | 18000000 | 309654 | 0.0002 | 0.3695 | 588472 | 0 |
| 25 | 18000000 | 18000000 | 307064.5 | 0.0002 | 0.3706 | 596942.5 | 0 |
| 26 | 18000000 | 18000000 | 304393.4 | 0.0002 | 0.3716 | 605165.2 | 0 |
| 27 | 18000000 | 18000000 | 301652.7 | 0.0002 | 0.3724 | 613156.1 | 0 |
| 28 | 18000000 | 18000000 | 298852.3 | 0.0002 | 0.373 | 620929.5 | 0 |
| 29 | 18000000 | 18000000 | 296001 | 0.0002 | 0.3734 | 628498.7 | 0 |
| 30 | 18000000 | 18000000 | 293106.1 | 0.0002 | 0.3737 | 635875.4 | 0 |
| 31 | 18000000 | 18000000 | 290174 | 0.0002 | 0.3739 | 643070.8 | 0 |
| 32 | 18000000 | 18000000 | 287210.8 | 0.0002 | 0.3739 | 650093.1 | 0 |
| 33 | 18000000 | 18000000 | 284220.3 | 0.0002 | 0.3738 | 656954.6 | 0 |
| 34 | 18000000 | 18000000 | 281207.6 | 0.0002 | 0.3736 | 663661 | 0 |
| 35 | 18000000 | 18000000 | 278176 | 0.0002 | 0.3733 | 670220.8 | 0 |
| 36 | 18000000 | 18000000 | 275128.8 | 0.0002 | 0.3728 | 676641 | 0 |
| 37 | 18000000 | 18000000 | 272068.8 | 0.0002 | 0.3723 | 682928.2 | 0 |
| 38 | 18000000 | 18000000 | 268998.5 | 0.0002 | 0.3716 | 689088.6 | 0 |
| 39 | 18000000 | 18000000 | 265920.1 | 0.0002 | 0.3709 | 695127.8 | 0 |
| 40 | 18000000 | 18000000 | 262835.4 | 0.0002 | 0.3701 | 701051 | 0 |
| 41 | 18000000 | 18000000 | 259746.1 | 0.0002 | 0.3692 | 706863.2 | 0 |
| 42 | 18000000 | 18000000 | 256653.7 | 0.0002 | 0.3682 | 712569.1 | 0 |
| 43 | 18000000 | 18000000 | 253559.6 | 0.0002 | 0.3671 | 718172.8 | 0 |
| 44 | 18000000 | 18000000 | 250464.8 | 0.0002 | 0.3659 | 723678.5 | 0 |
| 45 | 18000000 | 18000000 | 247370.4 | 0.0002 | 0.3647 | 729090 | 0 |
| 46 | 18000000 | 18000000 | 244277.2 | 0.0002 | 0.3634 | 734410.7 | 0 |
| 47 | 18000000 | 18000000 | 241186.3 | 0.0002 | 0.362 | 739643 | 0 |
| 48 | 18000000 | 18000000 | 238097.8 | 0.0002 | 0.3605 | 744792.3 | 0 |
| 49 | 18000000 | 18000000 | 235026.8 | 0.0002 | 0.359 | 749849.7 | 0 |
| 50 | 18000000 | 18000000 | 231946.3 | 0.0002 | 0.3574 | 754838.9 | 0 |