



**Негосударственное частное образовательное учреждение
высшего образования
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ТЕПЛОФИЗИКА**

Направление подготовки

22.03.02 Metallurgia

Профиль подготовки

Metallurgia цветных металлов

Уровень высшего образования

Прикладной бакалавриат

Рассмотрено на заседании кафедры Metallurgii
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма
2021

Задания и методические указания к выполнению расчетной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Теплофизика».

| | | | |
|-------------------------------------|----------------------|---|------------------|
| Код направления и уровня подготовки | Название направления | Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО | |
| | | Дата | Номер приказа |
| 22.03.02 | Металлургия | 04.12.2015 | 1427 |

| | | |
|---|---|--|
| Автор – разработчик /Дата создания/ | Гольцев В.А., к.т.н., доцент | |
| Эксперт | Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК-Холдинг», д-р техн. наук, ст.науч.сотр. | |
| Заведующий кафедрой «Металлургия» /Дата утверждения/ | Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доцент | |
| Продолжительность модуля/дисциплины | 108 часов (3 ЗЕ) | |
| Место проведения | Учебные аудитории Технического университета УГМК | |
| Цель модуля/дисциплины | Цель изучения дисциплины – применять законы передачи теплоты и массы, механики жидкостей и газов для осуществления экспериментального и теоретического исследования тепловых, газо- и гидродинамических процессов в металлургических агрегатах. | |

Расчетная работа № 1

Выполнить полный аналитический расчет горения топлива. Варианты заданий.

Вариант № 1

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| C ^c | H ^c | O ^c | N ^c | S ^c | A ^c | W ^p |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 94,63918 | 1,340206 | 1,134021 | 1,340206 | 1,134021 | 0,412371 | 3 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % | q ₄ , % | g, г/м ³ |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1.24 | 20 | 230 | 3 | 0.5 | 16 |

Вариант № 2

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | N ₂ | g, г/м ³ |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------|
| 0,1 | 95,5 | 1 | 0,2 | 0 | 0 | 3,2 | 23 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| 1,12 | 5 | 200 | 1,8 |

Вариант № 3

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| C ^c | H ^c | O ^c | N ^c | S ^c | A ^c | W ^p |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 90,44118 | 2,731092 | 1,890756 | 1,995798 | 1,680672 | 1,260504 | 4,8 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % | q ₄ , % | g, г/м ³ |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1,35 | 25 | 300 | 1,5 | 2 | 22 |

Вариант № 4

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | N ₂ | g, г/м ³ |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------|
| 0,1 | 95,5 | 1 | 0,2 | 0 | 0 | 3,2 | 23 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| 1,12 | 5 | 200 | 1,8 |

Вариант № 5

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| C ^c | H ^c | O ^c | N ^c | S ^c | A ^c | W ^p |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 88,55359 | 10,30177 | 0,208117 | 0,520291 | 0,312175 | 0,104058 | 3,9 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α , доли ед. | $t_{\text{топл}}$, °C | $t_{\text{возд}}$, °C | q_3 , % | q_4 , % | g , г/м ³ |
|---------------------|------------------------|------------------------|-----------|-----------|------------------------|
| 1,18 | 88 | 220 | 1,5 | 0,5 | 12 |

Вариант № 6

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | N ₂ | g , г/м ³ |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|------------------------|
| 0,2 | 97,9 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 1,8 | 12 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α , доли ед. | $t_{\text{топл}}$, °C | $t_{\text{возд}}$, °C | q_3 , % |
|---------------------|------------------------|------------------------|-----------|
| 1,05 | 5 | 450 | 2 |

Вариант № 7

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| C ^c | H ^c | O ^c | N ^c | S ^c | A ^c | W ^p |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 89,79592 | 8,673469 | 0,408163 | 0,306122 | 0,510204 | 0,306122 | 2 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α , доли ед. | $t_{\text{топл}}$, °C | $t_{\text{возд}}$, °C | q_3 , % | q_4 , % | g , г/м ³ |
|---------------------|------------------------|------------------------|-----------|-----------|------------------------|
| 1,23 | 78 | 250 | 1,25 | 1,5 | 15 |

Вариант № 8

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | N ₂ | g , г/м ³ |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|------------------------|
| 0,1 | 97,9 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0 | 1,2 | 14 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α , доли ед. | $t_{\text{топл}}$, °C | $t_{\text{возд}}$, °C | q_3 , % |
|---------------------|------------------------|------------------------|-----------|
| 1,18 | 25 | 120 | 1,5 |

Вариант № 9

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| C ^c | H ^c | O ^c | N ^c | S ^c | A ^c | W ^p |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 87,22966 | 10,91658 | 0,514933 | 0,411946 | 0,720906 | 0,205973 | 2,9 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % | q ₄ , % | g, г/м ³ |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1,27 | 88 | 190 | 3 | 1 | 18 |

Вариант № 10

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | N ₂ | g, г/м ³ |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------|
| 0,1 | 98 | 0,4 | 0,2 | 0 | 0 | 1,3 | 16 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| 1,2 | 15 | 300 | 2,5 |

Вариант № 11

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| C ^c | H ^c | O ^c | N ^c | S ^c | A ^c | W ^p |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 88,68313 | 9,979424 | 0,308642 | 0,514403 | 0,411523 | 0,102881 | 2,8 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % | q ₄ , % | g, г/м ³ |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1,22 | 78 | 350 | 2,5 | 0,9 | 12 |

Вариант № 12

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | N ₂ | g, г/м ³ |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------|
| 0,1 | 93,5 | 4 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 17 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| 1,15 | 30 | 500 | 3 |

Вариант № 13

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| C ^c | H ^c | O ^c | N ^c | S ^c | A ^c | W ^p |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 89,69072 | 8,865979 | 0,206186 | 0,309278 | 0,618557 | 0,309278 | 3 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % | q ₄ , % | g, г/м ³ |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1,15 | 94 | 225 | 2 | 2 | 12 |

Вариант № 14

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | N ₂ | g, г/м ³ |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------|
| 0,1 | 95,5 | 1 | 0,2 | 0,1 | 0 | 3,1 | 23 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| 1,22 | 5 | 25 | 1,5 |

Вариант № 15

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| C ^c | H ^c | O ^c | N ^c | S ^c | A ^c | W ^p |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 87,57764 | 11,0766 | 0,414079 | 0,414079 | 0,310559 | 0,207039 | 3,4 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % | q ₄ , % | g, г/м ³ |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1,32 | 66 | 320 | 2,5 | 1,5 | 22 |

Вариант № 16

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | N ₂ | g, г/м ³ |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------|
| 3,8 | 42,4 | 12 | 20,5 | 7,2 | 3,1 | 11 | 8 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| 1,12 | 75 | 200 | 1,8 |

Вариант № 17

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| C ^c | H ^c | O ^c | N ^c | S ^c | A ^c | W ^p |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 89,9384 | 8,521561 | 0,513347 | 0,410678 | 0,513347 | 0,102669 | 2,6 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % | q ₄ , % | g, г/м ³ |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1,24 | 75 | 200 | 1 | 1 | 15 |

Вариант № 18

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | N ₂ | g, г/м ³ |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------|
| 0,2 | 94 | 1,2 | 0,7 | 0,4 | 0,2 | 3,3 | 18 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| 1,1 | 0 | 20 | 2 |

Вариант № 19

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| C ^c | H ^c | O ^c | N ^c | S ^c | A ^c | W ^p |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 88,94575 | 9,416581 | 0,307062 | 0,307062 | 0,716479 | 0,307062 | 2,3 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % | q ₄ , % | g, г/м ³ |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1,22 | 86 | 235 | 2,5 | 1 | 22 |

Вариант № 20

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | N ₂ | g, г/м ³ |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------|
| 0 | 92,2 | 0,8 | 0 | 0,1 | 0 | 6,9 | 22 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| 1,08 | 10 | 235 | 2 |

Вариант № 21

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| C ^c | H ^c | O ^c | N ^c | S ^c | A ^c | W ^p |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 88,4655 | 10,19567 | 0,205973 | 0,411946 | 0,514933 | 0,205973 | 2,9 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % | q ₄ , % | g, г/м ³ |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1,26 | 88 | 330 | 2,2 | 0,5 | 22 |

Вариант № 22

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | N ₂ | g, г/м ³ |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------|
| 0,2 | 76,7 | 4,5 | 1,7 | 0,8 | 1,6 | 14,5 | 14,5 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| 1,15 | 25 | 230 | 2,1 |

Вариант № 23

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| C ^c | H ^c | O ^c | N ^c | S ^c | A ^c | W ^p |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 90,15385 | 8,205128 | 0,410256 | 0,512821 | 0,615385 | 0,102564 | 2,5 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % | q ₄ , % | g, г/м ³ |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1,25 | 20 | 360 | 1,8 | 2,2 | 15 |

Вариант № 24

Таблица 1 – Элементарный состав топлива на сухую массу

| CO ₂ | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₅ H ₁₂ | N ₂ | g, г/м ³ |
|-----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------|
| 0,3 | 88 | 1,9 | 0,2 | 0,3 | 0 | 9,3 | 12 |

Таблица 2 – Характеристики процесса сжигания топлива

| α, доли ед. | t _{топл} , °C | t _{возд} , °C | q ₃ , % |
|-------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| 1,12 | 30 | 300 | 3,2 |

Расчетная работа №2

Выполнить расчет дымовой (воздушной) трассы (по выбору студента).

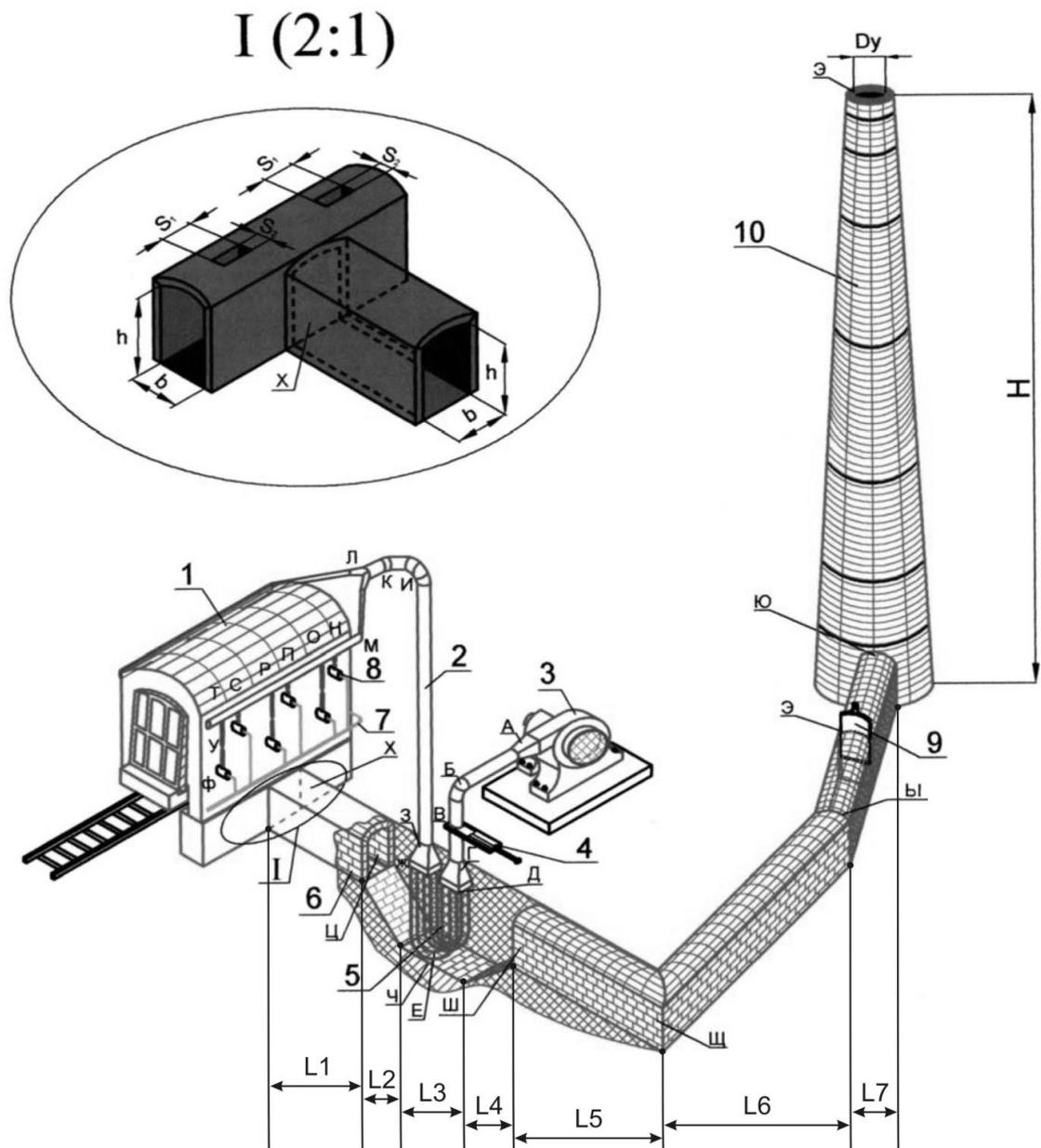


Рисунок – Схема подачи воздуха к нагревательной печи и отвода продуктов горения в дымовую трубу: 1 – нагревательная печь; 2 – воздухопровод; 3 – вентилятор; 4 – воздушный шибер; 5 – петлевой рекуператор; 6 – дымовой бороз; 7 – газопровод; 8 – горелки; 9 – газовый шибер; 10 – дымовая труба

Таблица вариантов исходных данных для расчета дымовой трассы

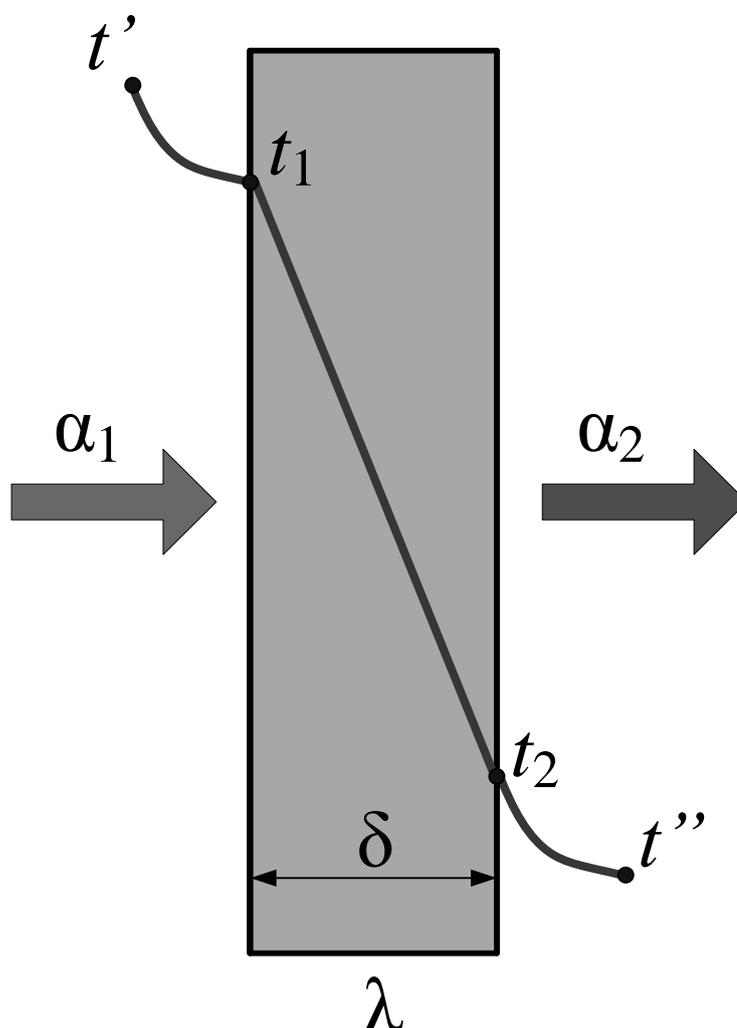
| Вариант | Длины отдельных участков дымовой трассы, м | | | | | | | B , $m^3/ч$ | Q^p , кДж/м ³ | w_d , м/с |
|---------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------------------------------|----------------|
| | L_1 | L_2 | L_3 | L_4 | L_5 | L_6 | L_7 | | | |
| 1 | 4 | 1,0 | 4,3 | 1,0 | 10 | 11 | 8 | 400 | 33915 | 2 |
| 2 | 5 | 1,1 | 4,4 | 1,1 | 5 | 10 | 9 | 600 | 34332 | 2 |
| 3 | 6 | 1,2 | 4,5 | 1,2 | 6 | 9 | 10 | 550 | 34750 | 2 |
| 4 | 6 | 1,3 | 4,4 | 1,3 | 7 | 8 | 9 | 300 | 35170 | 2 |
| 5 | 5 | 1,4 | 4,3 | 1,4 | 8 | 7 | 8 | 350 | 35588 | 2 |
| 6 | 4 | 1,0 | 4,2 | 1,0 | 9 | 6 | 7 | 400 | 33495 | 2 |
| 7 | 3 | 1,1 | 4,1 | 1,1 | 10 | 15 | 6 | 450 | 35170 | 2 |
| 8 | 6 | 1,2 | 4,0 | 1,2 | 9 | 14 | 5 | 500 | 34750 | 2 |
| 9 | 5 | 1,3 | 4,1 | 1,3 | 8 | 13 | 10 | 550 | 33495 | 2 |
| 10 | 4 | 1,4 | 4,2 | 1,4 | 7 | 12 | 9 | 500 | 33915 | 2 |
| 11 | 3 | 1,3 | 4,3 | 1,3 | 6 | 11 | 8 | 450 | 34332 | 2 |
| 12 | 6 | 1,2 | 4,4 | 1,2 | 5 | 10 | 7 | 400 | 34750 | 2 |
| 13 | 5 | 1,1 | 4,5 | 1,1 | 10 | 9 | 6 | 350 | 35170 | 2 |
| 14 | 4 | 1,0 | 5,0 | 1,0 | 9 | 8 | 5 | 300 | 35588 | 3 |
| 15 | 3 | 1,4 | 4,9 | 1,4 | 8 | 7 | 5 | 600 | 36017 | 3 |
| 16 | 6 | 1,3 | 4,8 | 1,3 | 7 | 6 | 6 | 550 | 35588 | 3 |
| 17 | 5 | 1,2 | 4,7 | 1,2 | 6 | 5 | 7 | 500 | 35170 | 3 |
| 18 | 4 | 1,1 | 4,6 | 1,1 | 5 | 15 | 8 | 450 | 34750 | 3 |
| 19 | 3 | 1,0 | 4,5 | 1,0 | 5 | 14 | 9 | 400 | 34332 | 3 |
| 20 | 6 | 1,1 | 4,0 | 1,1 | 6 | 13 | 10 | 350 | 33915 | 3 |
| 21 | 5 | 1,2 | 4,6 | 1,2 | 7 | 12 | 10 | 300 | 33495 | 3 |
| 22 | 4 | 1,3 | 4,7 | 1,3 | 8 | 11 | 9 | 350 | 36017 | 3 |
| 23 | 3 | 1,4 | 4,8 | 1,4 | 9 | 10 | 8 | 400 | 35588 | 3 |
| 24 | 6 | 1,1 | 4,7 | 1,1 | 10 | 9 | 7 | 450 | 35170 | 3 |
| 25 | 5 | 1,0 | 4,9 | 1,0 | 8 | 8 | 6 | 500 | 34750 | 3 |

Таблица вариантов исходных данных для расчета воздушной трассы

| Вариант | Длины отдельных участков воздушной трассы, м | | | | | | | | V_b , м ³ /с | t_b , °C | n | m |
|---------|--|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------|------------|-----|-----|
| | $L_{A-Г}$ | $L_{диф-кон}$ | $L_{рек}$ | $L_{З-И}$ | $L_{И-Л}$ | $L_{Л-М}$ | $L_{М-Т}$ | $L_{Т-Ф}$ | | | | |
| 1 | 6 | 0,7 | 2,3 | 7 | 4 | 4 | 6 | 2,4 | 1,1 | 150 | 5 | 6 |
| 2 | 7 | 0,8 | 2,4 | 8 | 5 | 5 | 7 | 2,3 | 1,2 | 200 | 6 | 6 |
| 3 | 8 | 0,9 | 2,5 | 9 | 6 | 6 | 8 | 2,0 | 1,3 | 250 | 7 | 6 |
| 4 | 9 | 0,9 | 2,4 | 10 | 7 | 4 | 5 | 2,1 | 1,4 | 300 | 8 | 6 |
| 5 | 10 | 0,8 | 2,3 | 9 | 8 | 5 | 6 | 2,2 | 1,3 | 350 | 5 | 7 |
| 6 | 9 | 0,9 | 2,2 | 8 | 7 | 6 | 7 | 2,3 | 1,3 | 400 | 6 | 7 |
| 7 | 8 | 0,8 | 2,1 | 7 | 6 | 5 | 8 | 2,4 | 1,4 | 450 | 7 | 7 |
| 8 | 7 | 0,7 | 2,0 | 6 | 5 | 4 | 7 | 2,5 | 1,5 | 450 | 8 | 7 |
| 9 | 6 | 0,7 | 2,5 | 5 | 4 | 6 | 6 | 2,0 | 1,4 | 400 | 5 | 8 |
| 10 | 5 | 0,9 | 2,4 | 7 | 8 | 5 | 5 | 2,1 | 1,2 | 350 | 6 | 8 |
| 11 | 6 | 1,0 | 2,3 | 8 | 7 | 4 | 8 | 2,2 | 1,3 | 300 | 7 | 8 |
| 12 | 7 | 0,7 | 2,2 | 9 | 6 | 6 | 7 | 2,3 | 1,5 | 250 | 8 | 8 |
| 13 | 8 | 0,7 | 2,1 | 10 | 5 | 5 | 6 | 2,4 | 1,1 | 200 | 5 | 6 |
| 14 | 9 | 0,8 | 2,0 | 5 | 4 | 4 | 5 | 2,5 | 1,2 | 150 | 6 | 6 |
| 15 | 10 | 0,8 | 2,1 | 6 | 4 | 6 | 8 | 2,4 | 1,3 | 450 | 7 | 6 |
| 16 | 9 | 0,9 | 2,2 | 7 | 5 | 5 | 7 | 2,3 | 1,4 | 400 | 8 | 6 |
| 17 | 8 | 0,8 | 2,3 | 8 | 6 | 4 | 6 | 2,2 | 1,2 | 350 | 5 | 7 |
| 18 | 7 | 0,8 | 2,4 | 9 | 7 | 6 | 5 | 2,1 | 1,3 | 300 | 6 | 7 |
| 19 | 6 | 0,9 | 2,5 | 10 | 8 | 5 | 8 | 2,0 | 1,4 | 250 | 7 | 7 |
| 20 | 5 | 0,9 | 2,4 | 9 | 7 | 4 | 7 | 2,1 | 1,5 | 200 | 8 | 7 |
| 21 | 7 | 0,7 | 2,3 | 8 | 6 | 6 | 6 | 2,2 | 1,1 | 150 | 5 | 8 |
| 22 | 8 | 0,8 | 2,2 | 7 | 8 | 5 | 5 | 2,3 | 1,2 | 450 | 6 | 8 |
| 23 | 9 | 0,9 | 2,1 | 6 | 6 | 4 | 8 | 2,4 | 1,3 | 400 | 7 | 8 |
| 24 | 10 | 1,0 | 2,0 | 5 | 5 | 6 | 7 | 2,5 | 1,5 | 350 | 8 | 8 |
| 25 | 9 | 0,8 | 2,4 | 5 | 4 | 5 | 6 | 2,4 | 1,1 | 300 | 5 | 6 |

Расчетная работа № 3

«Расчет тепловых потерь через стенку теплотехнического агрегата»



Стенка теплотехнического агрегата состоит из огнеупорного материала толщиной δ , м, коэффициент теплопроводности которого известен (λ , Вт/(м·К)) и зависит от температуры. Температура газов (продуктов горения), омывающих внутреннюю поверхность стенки, составляет t' , 0С. Температура воздуха, охлаждающего наружную поверхность стенки, равна t'' , 0С. Коэффициент теплоотдачи от газов к внутренней поверхности стенки составляет α_1 , Вт/(м²·К). Площадь стенки F , м². Излучательная способность (степень черноты) наружной поверхности стенки ε , доли ед. Условия теплопередачи стационарные.

Необходимо определить (с точностью до 1 цифры после запятой):

1. Температуры внутренней и наружной поверхности стенки t_1 и t_2 .
2. Суммарный коэффициент теплоотдачи от наружной стенки к воздуху α_2 , Вт/(м²·К).
3. Коэффициент теплопередачи K_Σ , Вт/(м²·К); плотность теплового потока q , Вт/м² и количество тепла Q , МДж, теряемое через стенку за час.

Таблица вариантов исходных данных для расчета потерь через печные ограждения

| № вар. | δ , м | λ , Вт/(м·К) | t' , °С | t'' , °С | α_1 , Вт/(м·К) | ε | F , м ² |
|--------|--------------|---|-----------|------------|-----------------------|---------------|----------------------|
| 1 | 0,23 | $0,974+0,372 \cdot 10^{-3}t-0,009 \cdot 10^{-6}t^2$ | 1000 | 15 | 198 | 0,89 | 10 |
| 2 | 0,23 | $0,804+0,59 \cdot 10^{-3}t$ | 850 | 15 | 116 | 0,86 | 12 |
| 3 | 0,345 | $0,95+0,41 \cdot 10^{-3}t-0,01 \cdot 10^{-6}t^2$ | 1100 | 20 | 210 | 0,68 | 12 |
| 4 | 0,23 | $0,837+0,58 \cdot 10^{-3}t$ | 900 | 18 | 116 | 0,22 | 14 |
| 5 | 0,46 | $1,745+0,055 \cdot 10^{-3}t+0,157 \cdot 10^{-6}t^2$ | 1100 | 16 | 210 | 0,18 | 12 |
| 6 | 0,345 | $1,425+0,112 \cdot 10^{-3}t+0,075 \cdot 10^{-6}t^2$ | 900 | 15 | 128 | 0,89 | 12 |
| 7 | 0,345 | $1,198+0,192 \cdot 10^{-3}t+0,032 \cdot 10^{-6}t^2$ | 1200 | 15 | 280 | 0,80 | 10 |
| 8 | 0,23 | $0,663+0,144 \cdot 10^{-3}t$ | 900 | 20 | 125 | 0,76 | 10 |
| 9 | 0,46 | $0,654+0,141 \cdot 10^{-3}t$ | 1100 | 20 | 175 | 0,69 | 14 |
| 10 | 0,23 | $0,753+0,473 \cdot 10^{-3}t$ | 900 | 20 | 122 | 0,22 | 13 |
| 11 | 0,46 | $0,908+0,22 \cdot 10^{-3}t+0,046 \cdot 10^{-6}t^2$ | 1100 | 20 | 210 | 0,2 | 14 |
| 12 | 0,345 | $0,97+0,38 \cdot 10^{-3}t-0,009 \cdot 10^{-6}t^2$ | 1000 | 20 | 145 | 0,89 | 12 |
| 13 | 0,23 | $0,87+0,38 \cdot 10^{-3}t-0,009 \cdot 10^{-6}t^2$ | 800 | 15 | 116 | 0,86 | 10 |
| 14 | 0,23 | $1,58+0,38 \cdot 10^{-3}t$ | 950 | 15 | 125 | 0,68 | 11 |
| 15 | 0,23 | $3,21-0,008 \cdot 10^{-3}t+0,29 \cdot 10^{-6}t^2$ | 925 | 15 | 125 | 0,22 | 13 |
| 16 | 0,46 | $3,192-0,01 \cdot 10^{-3}t+0,24 \cdot 10^{-6}t^2$ | 1200 | 20 | 255 | 0,18 | 12 |
| 17 | 0,345 | $2,961-0,013 \cdot 10^{-3}t+0,331 \cdot 10^{-6}t^2$ | 1100 | 20 | 240 | 0,89 | 10 |
| 18 | 0,345 | $0,47+0,35 \cdot 10^{-3}t$ | 1050 | 14 | 215 | 0,80 | 10 |
| 19 | 0,23 | $0,49+0,347 \cdot 10^{-3}t$ | 950 | 18 | 128 | 0,76 | 12 |
| 20 | 0,46 | $0,35+0,351 \cdot 10^{-3}t$ | 1100 | 15 | 230 | 0,69 | 13 |