

Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием Smath Studio

Авторы:

Валерий Федорович Очков

Наталья Владимировна Егорова,

Юлия Владимировна Шацких

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва

Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath

Задача 3.1.

На вход газовой турбины поступает газ при давлении $p_1 = 1,6$ МПа и температуре $T_1 = 1050$ °С. В турбине газ расширяется обратимо адиабатно до атмосферного давления $p_2 = 0,1$ МПа. Определить мощность турбины, если расход газа составляет $D = 150$ кг/с. Принять, что свойства газа совпадают со свойствами воздуха.

Решение

Обратившись к таблицам [3], найдем параметры газа на входе в турбину:

$$h_1 = 1423,9 \text{ кДж/кг},$$

$$s_1 = s_1^0 = 8,464 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)},$$

и по формуле (3.50) рассчитаем энтропию газа в конечном состоянии

$$\begin{aligned} s^0(T_2) &= s^0(T_1) + R \cdot \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = 8,464 + \frac{8,314}{29} \cdot \ln\left(\frac{0,1}{1,6}\right) = \\ &= 7,668 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}. \end{aligned}$$

По этой величине в таблице найдем

$$t_2 = 380^\circ\text{C},$$

$$h_2 = 663,6 \text{ кДж/кг}.$$

Мощность турбины

$$N = D \cdot l_{\text{тех}} = 150 \cdot (1423,9 - 663,6) = 114 \text{ МВт}.$$

Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath

Решение с использованием пакета WaterSteamPro:

$gas := "Air"$

$$h_1 := \text{wspgHGST}(gas, T_1) = 1423.9 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$s_1 := \text{wspgSGSPT}(gas, p_1, T_1) = 7.6678 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

$$s_2 := s_1$$

$$T_2 := \text{wspgTGSPS}(gas, p_2, s_2) = 379.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_2 := \text{wspgHGST}(gas, T_2) = 663.5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Ответ:

$$N := D \cdot (h_1 - h_2) = 114.1 \text{ МВт}$$

Ответ:

$$N := D \cdot (h_1 - h_2) = 117.3 \text{ МВт}$$

Изменим в исходных данных $p_1 = 1,8 \text{ МПа}$

Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath

$$T_2 := \text{wspgTGSPS}(\text{gas}, p_2, s_2) = 379.9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 653.043453568522 \text{ K}$$

$$h_1 := \text{wspgHGST}(\text{gas}, T_1) = 1423.9 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$\Gamma p = \text{Дж} / \text{кг} = \text{м}^2 / \text{с}^2.$$

$$h_1 = \frac{142388832282691 \text{ м}^2}{100000000 \text{ с}^2}$$

Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath

Ответ:

$$N := D \cdot (h_1 - h_2) = \blacksquare \text{ кВт}$$

кВт	↑	Киловатт (Мощность)
кг		$\text{кВт} = 10^3 \frac{\text{кг м}^2}{\text{с}^3}$
кгс		
кГц		
кд	↓	Нажмите ТАВ для вставки

Ответ:

$$N := D \cdot (h_1 - h_2) = 1.141 \cdot 10^5 \text{ кВт}$$

Ответ:

$$N := D \cdot (h_1 - h_2) = \blacksquare \text{ МВт}$$

МВт	↑	Мегаватт (Мощность)
мг		$\text{МВт} = 10^6 \frac{\text{кг м}^2}{\text{с}^3}$
Мг		
мГн		
МГц	↓	Нажмите ТАВ для вставки

Ответ:

$$N := D \cdot (h_1 - h_2) = 114.1 \text{ МВт}$$

Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath

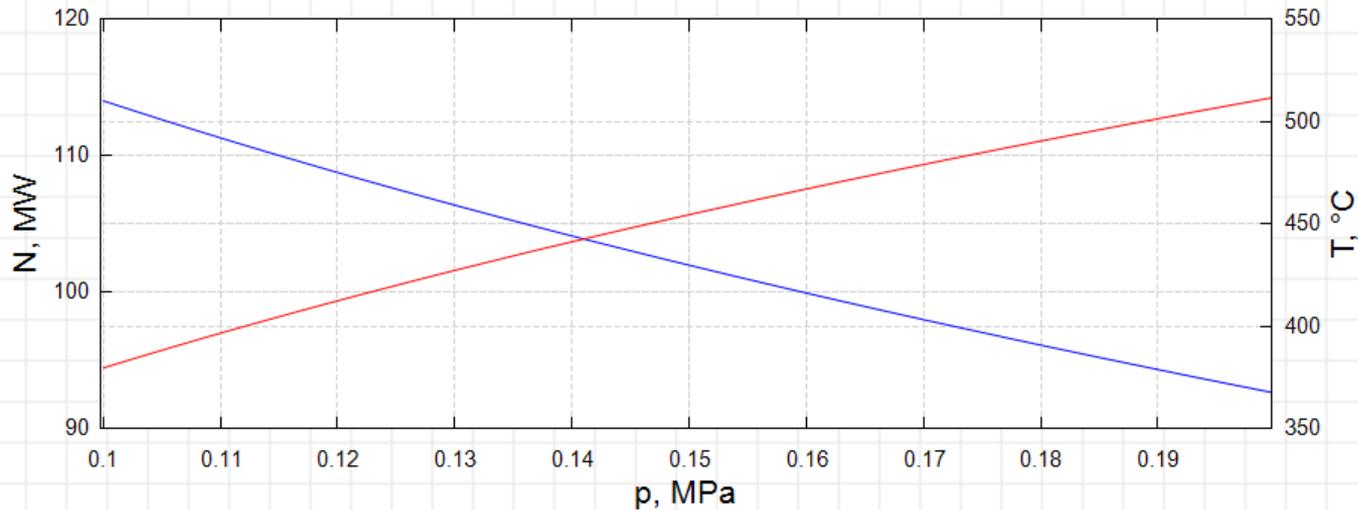
$$p := \left[P_{21}, P_{21} + \frac{P_{22} - P_{21}}{300} \dots P_{22} \right]$$

$$T := \overrightarrow{\text{wspgTGSPS}}(gas, p, s_2)$$

$$h := \overrightarrow{\text{wspgHGST}}(gas, T)$$

$$N := D \cdot (h_1 - h)$$

$P_{21} := 0.1$ МПа до $P_{22} := 0.2$ МПа.



Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath

Решение с использованием пакета CoolProp Wrapper

$gas := "Air"$

$$h_1 := \text{CoolProp_Props} ("H", "P", p_1, "T", T_1, gas) = 1551.1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$s_1 := \text{CoolProp_Props} ("S", "P", p_1, "T", T_1, gas) = 4.688 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$$

$$s_2 := s_1$$

$$T_2 := \text{CoolProp_Props} ("T", "P", p_2, "S", s_2, gas) = 379.8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$h_2 := \text{CoolProp_Props} ("H", "P", p_2, "S", s_2, gas) = 789.4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$N := D \cdot (h_1 - h_2) = 114.3 \text{ МВт}$$

Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath

Пример 5.2

В барабане парового котла находится $m_x := 3$ т влажного пара при давлении $p := 8$ МПа. Объем барабана $V := 6$ м³.

Определить температуру и степень сухости пара, количество сухого насыщенного пара и занимаемый им объем барабана.

Решение

$$t_H := \text{wspTSP}(p) = 295 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$v' := \text{wspVSWT}(t_H) = 0.001385 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}} \quad v'' := \text{wspVSST}(t_H) = 0.02353 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$$

$$v_x := \frac{V}{m_x} = 0.002 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$$

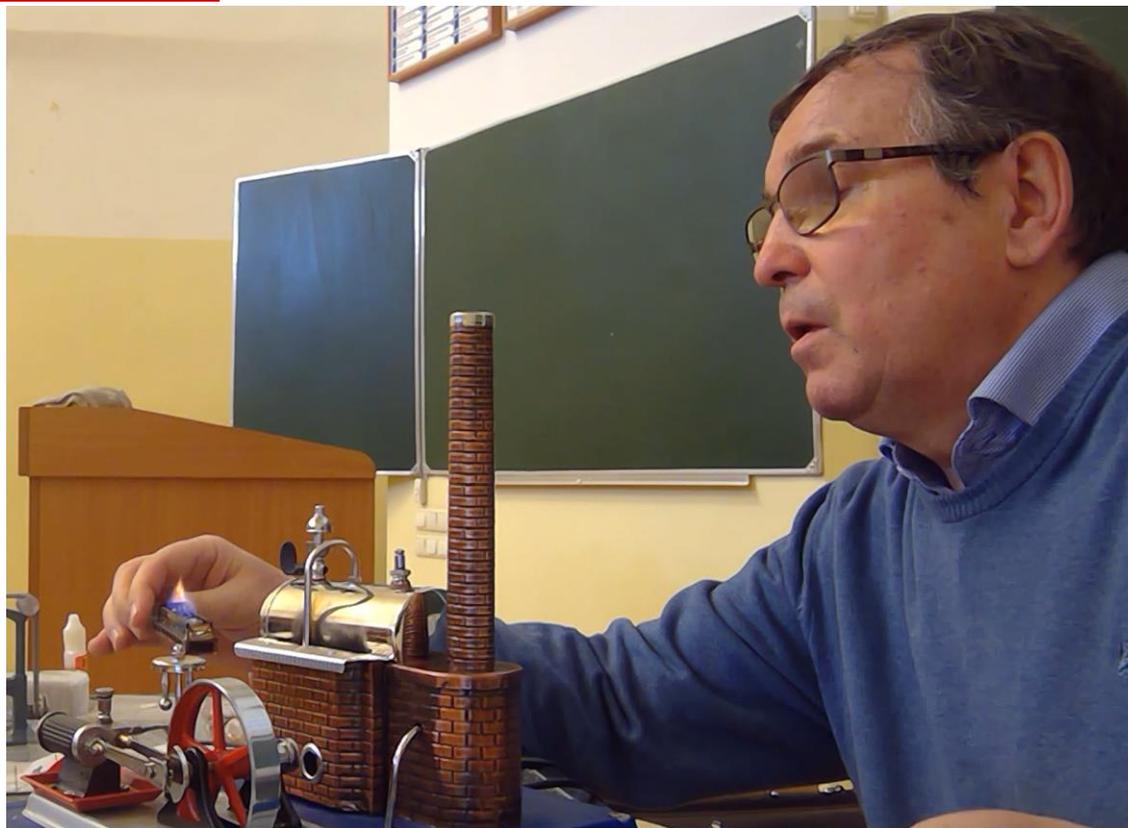
$$x := \frac{v_x - v'}{v'' - v'} = 0.02779$$

$$m'' := x \cdot m_x = 83.37 \text{ кг}$$

$$m' := (1 - x) \cdot m_x = 2.917 \text{ т}$$

$$V'' := m'' \cdot v'' = 1.961 \text{ м}^3 \quad V' := m' \cdot v' = 4.039 \text{ м}^3$$

Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath



Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath

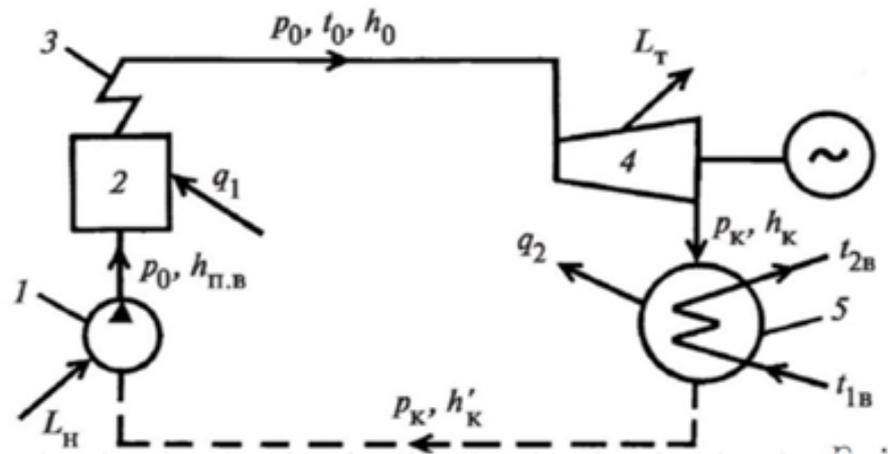
$$p_0 := 14 \text{ МПа} = 1.4 \cdot 10^7 \text{ Па}$$

$$T_0 := 560 \text{ }^\circ\text{C} = 833.15 \text{ К}$$

$$p_k := 5 \text{ кПа} = \frac{5000 \text{ кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}^2}$$

$$\eta_{iT} := 0.85$$

$$\eta_{ip} := 0.87$$



Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath

Обратимый цикл

Работа турбины

Работа насоса

$$l_T := h_0 - h_k = 1255 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

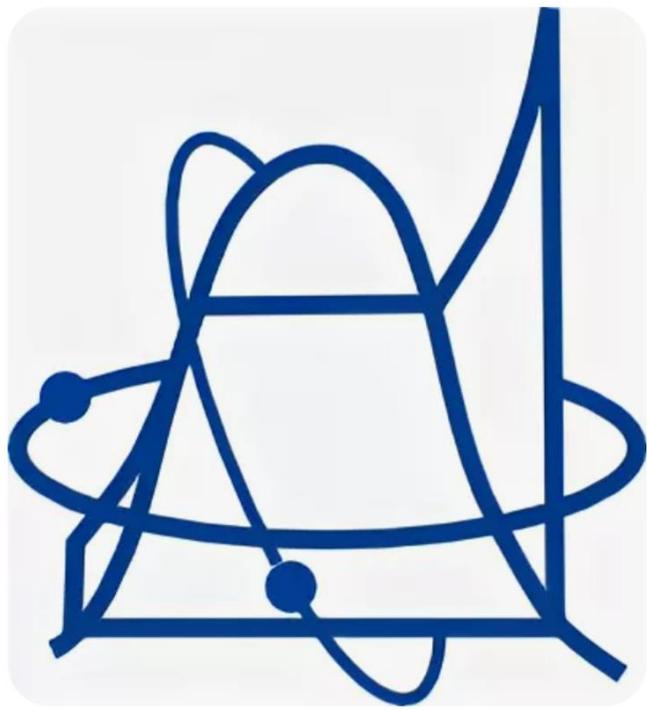
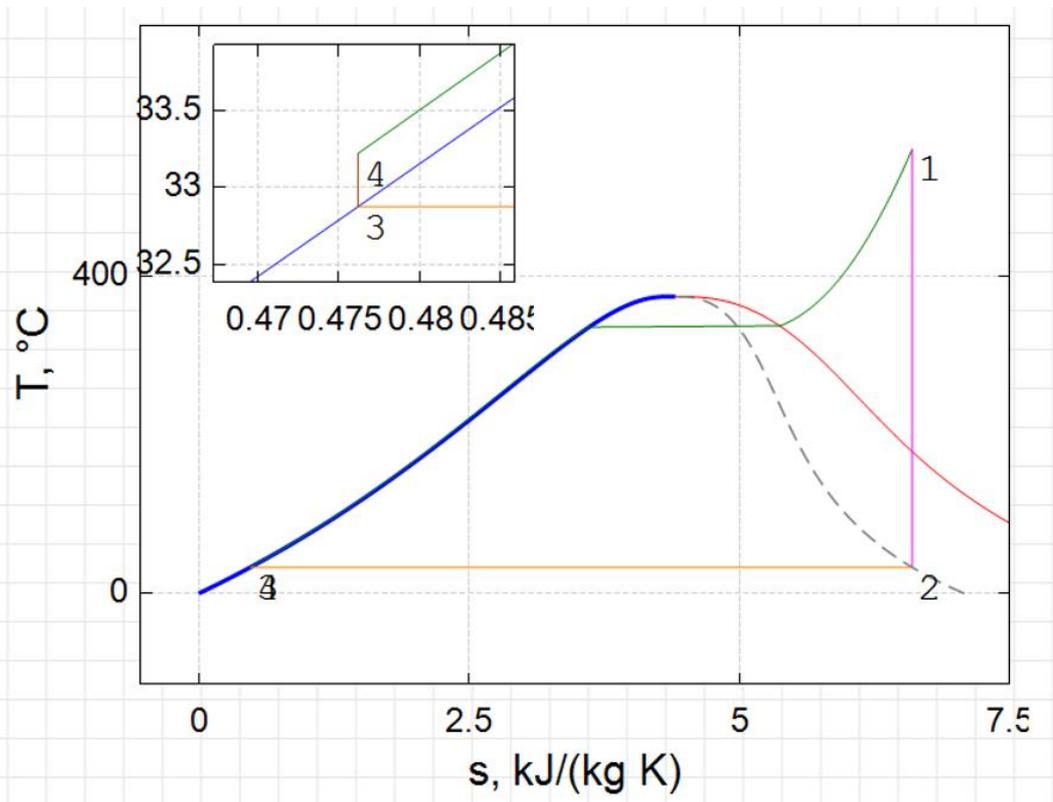
$$l_P := h_{пв} - h'_k = 14.03 \text{ кДж/кг}$$

Подведенная теплота

$$q_1 := h_0 - h_{пв} = 3336 \text{ кДж/кг}$$

$$\eta_T := \frac{l_T - l_P}{q_1} = 37.21 \%$$

Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath



Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath



Книги

Журналы

ВКР

Курсы

Самотестирование



Ваш IP: 176.59.56.164
Подписчик не определен

Войти

Каталог СПО

Показывать издательства

К областям знаний

Инженерно-технические науки

Автоматизированные системы и информатика

Автоматика и управление в технических системах

Архитектура и строительство

БЖД, охрана окружающей среды

Геодезия, землеустройство и кадастры

Геология

Гидромеханизация

Горное дело

Машиностроение

Металлургия

Метрология, стандартизация и сертификация

Минерология и материаловедение

Поиск по системе

Главная • Книги • Инженерно-технические науки • Энергетика • Теплоэнергетика и теплотехника • Установки для трансформации тепла и охлаждения: расчеты на SMath

Установки для трансформации тепла и охлаждения: расчеты на SMath: Учебное пособие для вузов



Бударин Н. Л., Мартынов А. В., Очков В. Ф., Шелгинский Е. А., Яворовский Ю. В.

Издательство

Издательство "Лань"

ISBN

978-5-507-49252-7

Год

2024

Страниц

184

Уровень образования

Бакалавриат, Магистратура



Авторизуйтесь для доступа

Возможность прочесть книгу появится после авторизации.

Инновационные методики преподавания Термодинамики с использованием SMath

Спасибо за внимание!