

## ЗАДАЧИ

по дисциплината „Водни турбини“

### Задачи

#### Задача 1.

Водна турбина тип Францис при дебит  $Q = 1\,019\text{ l/s}$  и напор  $H = 100\text{ m}$  дава мощност на вала на  $P = 900\text{ kW}$ . Да се определи стойността на к.п.д. на турбината за този режим на работа.  $\{\eta = 90\%\}$

#### Задача 2.

Да се определи стойността на дебита на водна турбина с мощност  $5\,000\text{ kW}$ , напор  $100\text{ m}$  и к.п.д.  $90\%$ .  $\{Q = 5.665\text{ m}^3/\text{s}\}$

#### Задача 3.

Да се определи стойността на напора на водна турбина с мощност  $5\,000\text{ kW}$ , дебит  $1\,000\text{ l/s}$  и к.п.д.  $90\%$ .  $\{H = 566.5\text{ m}\}$

#### Задача 4.

Да се определи стойността на к.п.д. на водна турбина с мощност  $5\,000\text{ kW}$ , напор  $100\text{ m}$  и дебит  $5\,600\text{ l/s}$ .  $\{\eta = 0.91\}$

#### Задача 5.

Дебитът на една водна турбина е  $Q = 8\,000\text{ l/s}$ , а напорът –  $H = 50\text{ m}$ . Да се определи активната мощност на директно свързания с нея генератор, ако се знае, че к.п.д. на турбината за разглеждания режим е  $90\%$ , докато к.п.д. на генератора е  $95\%$ .  $\{P = 3.353\text{ MW}\}$

#### Задача 6.

Геодезичният напор на една ВЕЦ е  $300\text{ m}$ . Хидравличните загуби в напорния тръбопровод са  $5\text{ m}$ . Да се определи мощността на инсталираната турбина, ако нейният к.п.д. е  $92\%$ , а дебитът е  $5\,000\text{ l/s}$ .  $\{P = 13.308\text{ MW}\}$

#### Задача 7.

Водна турбина работи с напор  $H = 50\text{ m}$  и дебит  $Q = 2\,000\text{ l/s}$  при к.п.д.  $\eta_T = 92\%$ . Да се определи к.п.д. на генератора, ако е известна неговата мощност:  $P_G = 857\,394\text{ W}$ .  $\{\eta_G = 95\%\}$

#### Задача 8.

На шините на генератор е измерена активна мощност  $P_G = 100\text{ MW}$  при к.п.д. на същия  $\eta_G = 98\%$ . Да се определи напора на турбината, ако са известни стойностите на дебита  $Q = 100\text{ m}^3/\text{s}$  и к.п.д. на турбината  $\eta_T = 92\%$ .  $\{H = 113.1\text{ m}\}$

#### Задача 9.

Водна турбина тип Францис при напор  $H = 100\text{ m}$  и стойност на к.п.д.  $90\%$  дава мощност на вала  $P = 1\text{ MW}$ . Да се определи дебита на турбината за този режим на работа.  $\{Q = 1.133\text{ m}^3/\text{s}\}$

**Задача 10.**

При напор на водната турбина  $H = 800$  m, на шините на свързания с нея генератор е измерена активна мощност  $P_G = 10$  MW. Да се определи дебита на турбината, ако са известни к.п.д. на турбината и генератора съответно  $\eta_T = 91\%$  и  $\eta_G = 98\%$ .  
{ $Q = 1.429$  m<sup>3</sup>/s}

**Задача 11.**

Да се определи напора на турбина, през която протича дебит  $Q = 12\,000$  l/s, като в този режим к.п.д. на турбината е  $\eta_T = 90\%$ , ако на шините на генератора е измерена мощност  $P_G = 13$  MW а к.п.д. на генератора е  $\eta_G = 0.98$ . { $H = 125.25$  m}

**Задача 12.**

На шините на хидрогенератор е измерена активна мощност 100 MW. Генераторът е свързан с Францисова турбина, която работи с дебит 52 m<sup>3</sup>/s и напор 211 m при стойност на к.п.д. 95%. Да се определи к.п.д. на генератора. { $\eta_G = 0.978$ }

**Задача 13.**

Стойността на приведения еднометров дебит на една водна турбина е 250 l/s. Турбината е с основен диаметър 2 m и работи в този режим с дебит 10 m<sup>3</sup>/s. Да се определи ефективната мощност на турбината, ако е известна стойността на к.п.д. (90%). { $P = 8\,825.985$  kW}

**Задача 14.**

Дебитът на една водна турбина е  $Q = 1\,000$  l/s, а напорът –  $H = 80$  m. Да се определи к.п.д. на тази турбина, ако е известно, че мощността на шините на генератора е  $P_G = 0.671$  MW, при к.п.д. на последния  $\eta_G = 95\%$ . { $\eta_T = 0.9$ }

**Задача 15.**

Определете типа на турбина със следните параметри: честота на въртене  $n = 1\,000$  min<sup>-1</sup>, напор  $H = 800$  m и мощност на вала  $P = 26$  MW. { $n_s = 37.8$  min<sup>-1</sup> → турбината е Пелтон.}

**Задача 16.**

Какъв тип е водна турбина с напор  $H = 16$  m, мощност на вала  $P = 40$  MW и честота на въртене  $n = 128$  min<sup>-1</sup>? { $n_s = 800$  min<sup>-1</sup> → турбината е осова.}

**Задача 17.**

Какъв тип е водна турбина със следните параметри: мощност на вала  $P = 6\,400$  kW, честота на въртене  $n = 300$  min<sup>-1</sup> и напор  $H = 16$  m? { $n_s = 750$  min<sup>-1</sup> → турбината е осова.}

**Задача 18.**

Какъв тип е водна турбина със следните параметри: мощност на вала  $P = 10\,000$  kW, честота на въртене  $n = 250$  min<sup>-1</sup> и напор  $H = 81$  m? { $n_s = 102.9$  min<sup>-1</sup>,  $P = 10$  MW → турбината е Францисова.}

**Задача 19.**

Какъв тип е водна турбина със следните параметри: приведена еднометрова честота на въртене  $n_1 = 40 \text{ min}^{-1}$ , приведен еднометров дебит  $Q_1 = 40 \text{ l/s}$  и стойност на к.п.д.  $\eta = 90.25\%$ ?  $\{n_s = 23.8 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{турбината е Пелтонова.}\}$

**Задача 20.**

Определете стойността на дебита на осова турбина, ако са известни основният диаметър  $D_1 = 4 \text{ m}$ , диаметъра на главината  $d = 1 \text{ m}$  и стойността на осовата съставляща на абсолютната скорост за средното сечение  $c_z = 5 \text{ m/s}$ .  $\{Q = 58.9 \text{ m}^3/\text{s}\}$

**Задача 21.**

Какъв тип е водна турбина със следните външни параметри: напор  $H = 16 \text{ m}$ , ефективна мощност  $P = 256 \text{ kW}$  и честота на въртене  $n = 500 \text{ min}^{-1}$ ?  $\{n_s = 250 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{турбината е Францисова.}\}$

**Задача 22.**

Измерена е активна мощност на шините на генератор  $P_G = 23 \text{ MW}$  при к.п.д. на същия  $\eta_G = 97\%$ . Да се определи дебита на турбината, ако са известни стойностите на напора  $H = 260 \text{ m}$  и к.п.д.  $\eta_T = 0.92$ .  $\{Q = 10.108 \text{ m}^3/\text{s}\}$

**Задача 23.**

Какъв тип е водна турбина със следните параметри: приведена еднометрова честота на въртене  $n_1 = 90 \text{ min}^{-1}$ , приведен еднометров дебит  $Q_1 = 6\,400 \text{ l/s}$  и стойност на к.п.д.  $\eta = 90.25\%$ ?  $\{n_s = 677.35 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{турбината е осова.}\}$

**Задача 24.**

Измерена е активна мощност на шините на генератор  $P_G = 110 \text{ MW}$  при к.п.д. на хидроагрегата  $\eta_A = 88\%$ . Да се определи дебита на турбината, ако е известна стойността на напора  $H = 200 \text{ m}$ .  $\{Q = 63.73 \text{ m}^3/\text{s}\}$

**Задача 25.**

Водна турбина със специфична честота на въртене  $n_s = 16 \text{ min}^{-1}$  работи с напор  $H = 860 \text{ m}$ . Посочете типа на турбината и ефективната ѝ мощност, ако е известна стойността на честотата на въртене  $n = 750 \text{ min}^{-1}$ .  $\{\text{Пелтон, } P = 9.871 \text{ MW}\}$

**Задача 26.**

Какъв тип е водна турбина със следните външни параметри: напор  $H = 16 \text{ m}$ , ефективна мощност  $P = 900 \text{ kW}$  и честота на въртене  $n = 1\,000 \text{ min}^{-1}$ ?  $\{n_s = 937.5 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{турбината е осова.}\}$

**Задача 27.**

Какъв тип е водна турбина със следните външни параметри: напор  $H = 81 \text{ m}$ , ефективна мощност  $P = 144 \text{ kW}$  и честота на въртене  $n = 600 \text{ min}^{-1}$ ?  $\{n_s = 29.6 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{турбината е Пелтонова.}\}$

## Задачи

### Задача 28.

В една ВЕЦ е инсталирана Пелтонова турбина. Тя работи с дебит  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ , дава мощност на вала  $25\,000 \text{ kW}$  при к.п.д.  $90\%$ . Да се определят хидравличните загуби в тръбопровода, ако стойността на геодезичния напор е  $590 \text{ m}$ .  $\{h_v = 23.49 \text{ m}\}$

### Задача 29.

На входа на дюзата на Пелтонова водна турбина е измерено надналягане  $p = 5.2 \text{ MPa}$ . Турбината е с една дюза и работи с дебит  $Q = 0.8 \text{ m}^3/\text{s}$ . Да се определи мощността на вала на турбината, ако е известна честотата на въртене ( $n = 750 \text{ min}^{-1}$ ) и диаметърът на работното колело ( $D_1 = 1.6 \text{ m}$ ) и се приеме, че в работните лопатки струята се извива на  $180^\circ$ .  $\{P = 10.252 \text{ MW}\}$

### Задача 30.

В една ВЕЦ са инсталирани две еднакви водни турбини, всяка от които работи с дебит  $Q = 5 \text{ m}^3/\text{s}$  при стойност на к.п.д. в оптималния режим  $90\%$ . Общият напорен тръбопровод е прав, с дължина  $2 \text{ km}$ , диаметър  $2\,400 \text{ mm}$  и коефициент на линейно съпротивление  $0.02$ . Да се определи инсталираната мощност в централата, ако геодезичният напор е  $80 \text{ m}$ .  $\{P = 6.694 \text{ MW}\}$

### Задача 31.

Разстоянието между ГВН и ДВН на една ВЕЦ е  $600 \text{ m}$ . В централата са инсталирани две турбини, работещи с общ напорен тръбопровод. При самостоятелна работа на една от тях е измерен напор  $H_1 = 590 \text{ m}$ . Да се определят напора и дебита при едновременна работа на двете турбини, ако е известна стойността на сумарния коефициент на съпротивление на напорния тръбопровод:  $k_v = 0.123 \text{ s}^2/\text{m}^5$ .  $\{Q = 9.0166 \text{ m}^3/\text{s}, H = 560 \text{ m}\}$

### Задача 32.

Разстоянието между ГВН и ДВН на една ВЕЦ е  $450 \text{ m}$ . В централата е инсталирана една водна турбина. Тя работи с дебит  $Q = 2\,000 \text{ dm}^3/\text{s}$ , честота на въртене  $n = 600 \text{ min}^{-1}$  и к.п.д.  $\eta = 90\%$ . Да се определи типа на тази водна турбина, ако е известна стойността на сумарния коефициент на съпротивление на напорния тръбопровод:  $k_v = 5 \text{ s}^2/\text{m}^5$ . {Пелтон}

### Задача 33.

Разстоянието между ГВН и ДВН на една ВЕЦ е  $270 \text{ m}$ . Напорният тръбопровод е прав с дължина  $L = 1\,200 \text{ m}$  и диаметър  $d = 2\,400 \text{ mm}$ . В централата е инсталирана една Францисова турбина, която в оптималния си режим на работи с дебит  $Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$ . Да се определи ефективната мощност на турбината, ако е известна стойността на к.п.д. за този режим ( $\eta = 92\%$ ) и коефициентът на линейно съпротивление на напорния тръбопровод ( $\lambda = 0.04$ ).  $\{P = 23.91 \text{ MW}\}$

#### Задача 34.

На шините на хидрогенератор е измерена активна мощност  $P_G = 21\,500\text{ kW}$  при стойност на к.п.д. на хидроагрегата  $\eta = 90.2\%$ . Стойността на напора и ефективната мощност на водната турбина са съответно  $H = 120\text{ m}$  и  $P = 22\text{ MW}$ . Да се определи стойността на к.п.д., дебита и хидравличната мощност на турбината за този режим на работа.  $\{\eta_T = 0.923, Q = 20.255\text{ m}^3/\text{s}, P_h = 23\,836\text{ kW}\}$

#### Задача 35.

Стойностите на приведените еднометрови честота на въртене и дебит на една водна турбина са съответно  $n_1^1 = 64\text{ min}^{-1}$  и  $Q_1^1 = 160\text{ dm}^3/\text{s}$ . През турбината за време  $t = 10\text{ min}$  преминават  $6\,000\text{ m}^3$ . Да се определи основния диаметър на тази турбина, ако е известна честотата ѝ на въртене:  $n = 500\text{ min}^{-1}$ .  $\{D_1 = 2\text{ m}\}$

#### Задача 36.

Стойността на приведения еднометров дебит на една Капланова турбина е  $Q_1^1 = 1\,000\text{ l/s}$  при к.п.д.  $90\%$ . Геодезичният ѝ напор е  $38\text{ m}$ , а хидравличните загуби в тръбопровода –  $2\text{ m}$ . Да се определи ефективната мощност и основния диаметър на турбината, ако е известна стойността на дебита –  $Q = 54\text{ m}^3/\text{s}$ .  $\{P = 20.335\text{ MW}, D_1 = 3\text{ m}\}$

#### Задача 37.

Манометърът на входа на реактивна водна турбина показва  $M = 8\text{ mHg}$  ( $\rho_{\text{Hg}} = 13\,550\text{ kg/m}^3$ ). Манометърът е разположен на два метра над оста на входното сечение. Разстоянието между ДВН и средата на изходното сечение е  $4\text{ m}$ . Входното сечение на турбината е с кота  $810\text{ m}$ , а котата на изходното е  $805.6\text{ m}$ . Да се определи мощността на вала на турбината, ако е известно, че за един час през нея преминават  $36\,000\text{ m}^3$  вода, а стойността на к.п.д. за този режим на работа е  $\eta = 92\%$ .  $\{P = 9.997\text{ MW}\}$

#### Задача 38.

На шините на хидрогенератор е измерена активна мощност  $P_G = 74.6\text{ MW}$ . Генераторът е директно свързан с Пелтонова водна турбина, която работи с дебит  $Q = 12\,500\text{ l/s}$  и напор  $H = 690\text{ m}$ . За този режим на работа стойността на к.п.д. на турбината е  $\eta_T = 90\%$ . Да се определи к.п.д. на генератора и на хидроагрегата.  $\{\eta_G = 0.98, \eta_A = 0.882\}$

#### Задача 39.

Измерванията, направени по време на работа на една реактивна турбина, са показали следното: показание на манометъра  $M = 4\text{ kgf/cm}^2$ ; показание на вакуумметъра  $V = 50\text{ mmHg}$  ( $\rho_{\text{Hg}} = 13\,550\text{ kg/m}^3$ ); разстояние между центъра на скалата на манометъра и точката на присъединяване на вакуумметъра  $\Delta z = 2.5\text{ m}$ ; дебит  $Q = 400\text{ dm}^3/\text{s}$ . Да се определи ефективната мощност на турбината, ако е известно, че к.п.д. за този режим на работа е  $\eta = 90\%$ , а диаметрите на входа и изхода на турбината са съответно  $d_1 = 0.5\text{ m}$  и  $d_2 = 0.8\text{ m}$ .  $\{P = 152.9\text{ kW}\}$

#### Задача 40.

В една ВЕЦ са инсталирани две турбини, които работят с напор  $H = 100$  m. Ефективната мощност на първата е  $P = 36$  MW, а честотата на въртене  $n = 300$  min<sup>-1</sup>. Втората работи с дебит  $Q = 14.36$  m<sup>3</sup>/s, честота на въртене  $n = 500$  min<sup>-1</sup> и к.п.д.  $\eta = 92\%$ . Да се определи дали двете водни турбини са подобни. {Подобни са:  $n_{s1} = n_{s2} = 180$  min<sup>-1</sup>}

#### Задача 41.

На шините на хидрогенератор е измерена активна мощност  $P_G = 21\,573$  kW при стойност на к.п.д на същия  $\eta_G = 98\%$ . Стойността на напора и дебита на водната турбина са съответно  $H = 120$  m и  $Q = 20$  m<sup>3</sup>/s. Да се определи стойността на к.п.д. и хидравличната мощност на турбината за този режим на работа.  $\{P_h = 23\,512$  kW,  $\eta_T = 0.936$  }

#### Задача 42.

Геодезичният напор на една ВЕЦ е 200 m. Дължината на напорния тръбопровод е 2 000 m при диаметър 1 000 mm и коефициент на линейно съпротивление 0.02. Да се определи мощността на инсталираната в централата турбина, ако е известно, че тя работи с дебит 2 m<sup>3</sup>/s при стойност на к.п.д. 90%. Покажете схема на системата.  $\{P = 3\,296.9$  kW}

#### Задача 43.

Електромерът след трансформатора на една ВЕЦ е отчел 100 MW·h електроенергия след 120 минути работа на един хидроагрегат при един и същ режим на работа. Турбината е тип Францис и работи с напор 100 m при стойност на к.п.д. 91%. Да се определи дебита на турбината, ако са известни стойностите на к.п.д. на генератора (96%) и трансформатора (97.2%).  $\{Q = 60$  m<sup>3</sup>/s}

#### Задача 44.

Да се определи честотата на въртене на турбина, работеща с дебит  $Q = 12\,000$  l/s и напор  $H = 120$  m при к.п.д.  $\eta = 0.9$ , чиято специфична честота на въртене за този режим е  $n_s = 94.5$  min<sup>-1</sup>.  $\{n = 333$  min<sup>-1</sup>}

#### Задача 45.

Геодезичният напор на една ВЕЦ е 810 m. Напорният тръбопровод е прав с дължина  $L = 2\,500$  m и диаметър  $d = 800$  mm (коефициентът на линейно съпротивление  $\lambda = 0.05$ ). На шините на генератора е измерена активна мощност  $P = 6.38$  MW при дебит на турбината  $Q = 1$  m<sup>3</sup>/s. Да се определи к.п.д. на турбината, ако е известно, че к.п.д. на генератора е  $\eta_G = 97\%$ .  $\{\eta_T = 86\%\}$

#### Задача 46.

Напорният тръбопровод на една ВЕЦ е с диаметър 2 m, като средната скорост на течението на входа на централата е 2 m/s. В централата има инсталирани две еднакви турбини, които работят с напор  $H = 500$  m при стойност на к.п.д. 92%. Да се определи ефективната мощност на всяка турбина.  $\{P = 14.172$  MW}

**Задача 47.**

Две ВЕЦ работят в каскада, като долния басейн на първата се явява горен басейн на втората. Във всяка от тях е инсталирана по една турбина. Турбината в горната ВЕЦ дава с 20% по-голяма мощност от тази в долната при една и съща стойност на дебита и на к.п.д. Да се определят напорите на двете турбини, ако в двата напорни тръбопровода хидравличните загуби са съответно 5 m и 4 m, а разликата между нивата в най-горния басейн и най-долния е 185 m.  $\{H_1 = 96 \text{ m}, H_2 = 80 \text{ m}\}$

**Задача 48.**

Да се определи напора на една реактивна водна турбина, ако на входа ѝ е измерено налягане 10 bar, разстоянието между оста на измервателния уред и ДВН е 3 000 mm, а скоростите на входното и изходното сечение на турбината са съответно 5 m/s и 200 cm/s.  $\{H = 106.042 \text{ m}\}$

**Задача 49.**

Осова турбина работи с напор  $H = 8 \text{ m}$  и дебит  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$  при стойност на к.п.д.  $\eta_T = 88\%$ . Между турбината и генератора е монтиран мултипликатор, който увеличава честотата на въртене пет пъти, а стойността му на к.п.д. е  $\eta_C = 95\%$ . Да се определи мощността на шините на генератора, ако той работи с к.п.д.  $\eta_G = 97\%$ .  $\{P_G = 1.272 \text{ MW}\}$

**Задача 50.**

Геодезичният напор на една ВЕЦ е  $H' = 180 \text{ m}$ , а хидравличните загуби в тръбопровода  $h_v = 10 \text{ m}$ . Да се определи к.п.д. на турбината, ако тя работи с дебит  $Q = 850 \text{ l/s}$  и дава мощност на вала  $P = 1.276 \text{ MW}$ .  $\{\eta = 90\%\}$

**Задача 51.**

Геодезичният напор на една ВЕЦ е  $H' = 110 \text{ m}$ . В централата е инсталирана Францисова турбина, която работи с дебит  $Q = 5 000 \text{ l/s}$ . Да се определи мощността на шините на генератора, ако са известни стойностите на к.п.д. на турбината ( $\eta_T = 90\%$ ) и на генератора ( $\eta_G = 96\%$ ), както и хидравличните загуби в напорния тръбопровод ( $h_v = 6 \text{ m}$ ).  $\{P_G = 4.406 \text{ MW}\}$

**Задача 52.**

Водна турбина работи с напор 100 m. За 10 минути през нея преминават  $600 \text{ m}^3$  вода. Да се определи мощността на вала на турбината, ако е известна стойността на к.п.д. за този режим на работа (90%).  $\{P = 882.6 \text{ kW}\}$

**Задача 53.**

В една малка ВЕЦ се предвижда да бъде инсталирана водна турбина с дебит  $400 \text{ l/s}$  и напор 150 m. Турбината ще работи в оптималния си режим с к.п.д. 90%. Фирмата доставчик предлага хидроагрегат с Пелтонова турбина на цена 195 410 €. Да се определи стойността на специфичните капиталовложения.  $\{369 \text{ €/kW}\}$

**Задача 54.**

Оригинална водна турбина е изработена по модел с диаметър на работното колело  $D_{1M} = 400 \text{ mm}$ , изпитан при напор  $H_M = 3 \text{ mH}_2\text{O}$  и имащ к.п.д.  $\eta_M = 0.88$ . Да се определи к.п.д. на оригиналната турбина, ако основният ѝ диаметър е  $D_1 = 2.5 \text{ m}$  и работи с напор  $H = 86 \text{ m}$ .  $\{\eta = 92.41\%\}$

**Задача 55.**

Да се определи мощността на вала на водна турбина, ако се знае че: к.п.д. е  $\eta = 0.9$ , дебитът е  $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$  и нето падът е  $H = 6 \text{ mHg}$  ( $\rho_{\text{Hg}} = 13\,600 \text{ kg/m}^3$ ). Да се определи типът на турбината, ако честотата на въртене е  $n = 600 \text{ min}^{-1}$ .  $\{P = 1\,440 \text{ kW}, n_s = 92.85 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{турбината е Францисова.}\}$

**Задача 56.**

Да се определи мощността на вала на водна турбина, ако се знае че: к.п.д. е  $\eta = 0.9$ , дебитът е  $Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$  и нето падът е  $p = 10 \text{ E}+5 \text{ Pa}$ . Да се определи типът на турбината, ако честотата на въртене е  $n = 500 \text{ min}^{-1}$ .  $\{P = 9 \text{ MW}, n_s = 146.38 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{турбината е Францисова.}\}$

**Задача 57.**

Да се определи типът на водна турбина за която е известно че: дебитът е  $Q = 800 \text{ l/s}$ , нето падът е  $H = 20 \text{ mHg}$  ( $\rho_{\text{Hg}} = 13\,600 \text{ kg/m}^3$ ), честотата на въртене е  $n = 300 \text{ min}^{-1}$  и к.п.д. е  $\eta = 0.8$ .  $\{n_s = 11.22 \text{ min}^{-1} \rightarrow \text{турбината е Пелтонова.}\}$

**Задача 58.**

Водна турбина тип Францис при напор  $H = 100 \text{ m}$  и стойност на к.п.д.  $\eta = 90\%$  дава мощност на вала  $P = 1 \text{ MW}$ . Да се определят стойностите на дебита и коефициента на бързоходност на турбината за този режим на работа, ако е известна честотата на въртене  $n = 1\,000 \text{ min}^{-1}$ .  $\{Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}, n_s = 100 \text{ min}^{-1}\}$

**Задача 59.**

Приведена еднометрова честота на въртене на една моделна турбина с основен диаметър  $D_1 = 500 \text{ mm}$  е  $n_1 = 87 \text{ min}^{-1}$ . Да се определи честотата на въртене на оригиналната турбина, която работи с напор  $H = 133 \text{ m}$  при коефициент на геометрично подобие  $k_L = 4$ .  $\{n = 501.67 \text{ min}^{-1}\}$

**Задача 60.**

Приведеният еднометров дебит на една моделна турбина е  $Q_1 = 995 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Да се определи диаметъра на оригиналната турбина, която работи с напор  $H = 43 \text{ m}$ , ако за една минута през тази турбина преминават  $5\,400 \text{ m}^3$  вода.  $\{D_1 = 3.714 \text{ m}\}$

**Задача 61.**

Геодезичният напор на една ВЕЦ е  $H' = 120 \text{ m}$ . В централата е инсталирана Францисова турбина, която при дебит  $Q = 5\,000 \text{ l/s}$  дава мощност на вала  $P = 5\,190 \text{ kW}$ . Да се определят хидравличните загуби в тръбопровода, ако к.п.д. на турбината е  $\eta = 92\%$ .  $\{h_v = 4.95 \text{ m}\}$

**Задача 62.**

В една малка ВЕЦ са инсталирани две двукратни турбини. При напор  $H = 58$  m и дебит  $Q = 200$  l/s, коефициентът на полезно действие на едната турбина е  $\eta = 80\%$ . Да се определят специфичните капиталовложения за двете турбини, ако за тях е заплатена сумата 66 000 лева.  $\{K = 420.6$  лв/kW $\}$

**Задача 63.**

Да се определи теоретичната стойност на разгонната честота на въртене на Пелтонова турбина с четири дюзи, ако са известни стойностите на напора  $H = 429.9$  m, на основния диаметър  $D_1 = 2$  m и на скоростния коефициент на струята  $k_c = 0.98$ .  $\{n_p = 859.32$  min $^{-1}$  $\}$

**Задача 64.**

Да се определи стойността на дебита на Пелтонова турбина с две дюзи, която работи с напор  $H = 510$  m и има диаметър на струята  $d = 100$  mm, ако скоростният коефициент на струята е  $k_c = 0.98$ .  $\{Q = 1.54$  m $^3$ /s $\}$

**Задача 65.**

Да се определи дебитът на водна турбина, за която е известно, че по време на работа: показанието на манометъра е  $M = 12$  atm, показанието на вакуумметъра  $V = 150$  mmHg, разстоянието между оста на циферблата на манометъра и приложената точка на вакуумметъра е  $\Delta z = 2.0$  m, скоростите в сеченията на присъединяване на манометъра и вакуумметъра са еднакви, мощността на вала на турбината е  $P = 6$  000 kW и за този режим на работа к.п.д. е  $\eta = 80\%$ .  $\{Q = 5.974$  m $^3$ /s $\}$

**Задача 66.**

Да се определи мощността на вала на водна турбина, за която са измерени: к.п.д.  $\eta = 0.8$ , дебит  $Q = 3$  000 l/s, показание на манометъра  $M = 50$  atm, показание на вакуумметъра  $V = 100$  mmHg, разстояние от чувствителния елемент на манометъра до точката на присъединяване на вакуумметъра  $\Delta z = 2.0$  m, ако диаметрите в точките на присъединяване на манометъра и вакуумметъра са еднакви.  $\{P = 12.238$  MW $\}$

**Задача 67.**

Да се определи типа и мощността на вала на водна турбина, ако са известни: к.п.д.  $\eta = 0.9$ , дебитът  $Q = 5$  000 l/s, нето падът  $H = 13$  mHg и честотата на въртене  $n = 428$  min $^{-1}$ .  $\{P = 7.802$  MW,  $n_s = 58.64$  min $^{-1}$   $\rightarrow$  турбината е Пелтонова с шест дюзи. $\}$

**Задача 68.**

Да се определи смукателната височина на реактивна водна турбина, която работи с нетен пад  $H = 150$  m и има кавитационен коефициент  $\sigma = 0.08$ . Турбината е монтирана 600 m над морското равнище, а температурата на водата е  $t = 20^\circ\text{C}$ .  $\{H_s = -10.5$  m $\}$

**Задача 69.**

Водна турбина при напор  $H = 242$  m работи със специфична честота на въртене  $n_s = 77$  min $^{-1}$  и приведена еднометрова честота на въртене  $n_1^* = 60$  min $^{-1}$ . Да се определи основният ѝ диаметър, ако ефективната ѝ мощност е  $P = 60$  MW.  $\{D_1 = 3.11$  m $\}$

### Задача 70.

Водна турбина с основен диаметър  $D_1 = 2$  m работи със специфична честота на въртене  $n_s = 77 \text{ min}^{-1}$  и приведена еднометрова честота на въртене  $n_1^1 = 64 \text{ min}^{-1}$ . Да се определи ефективната ѝ мощност, ако е известен напора  $H = 260$  m.  $\{P = 24\,274 \text{ kW}\}$

### Задача 71.

Стойността на специфичната честота на въртене на една водна турбина е  $n_s = 25 \text{ min}^{-1}$ . Известни са още стойността на напора  $H = 797$  m и дебита  $Q = 2.83 \text{ m}^3/\text{s}$ . Да се определи мощността на вала на турбината и честотата на въртене, ако за този режим на работа стойността на к.п.д. е  $\eta = 90\%$ .  $\{P = 19\,907 \text{ kW}, n = 750 \text{ min}^{-1}\}$

## Задачи

### Задача 72.

Да се намери ъгъла на входа на работна лопатка от турбина Францис, за която е известно че: честотата на въртене е  $n = 600 \text{ min}^{-1}$ , нето падът е  $H = 100$  m, дебитът през турбината е  $Q = 3\,000 \text{ l/s}$ , основният диаметър е  $D_1 = 1$  m, височината при входа на работното колело е  $B_1 = 150$  mm, хидравличният коефициент на полезно действие е  $\eta_h = 95\%$  и изтичането от работното колело е радиално.  $\{\beta_1 = 74^\circ 32' 10.48''\}$

### Задача 73.

При честота на въртене  $n = 500 \text{ min}^{-1}$  напорът на една Пелтонова турбина е  $H = 720$  m. Да се определи броят на дюзите на тази турбина, ако стойността на к.п.д. в оптималния ѝ режим на работа е  $\eta = 90\%$ , а протичащият дебит е  $Q = 12.5 \text{ m}^3/\text{s}$ .  $\{z_d = 4\}$

### Задача 74.

Дебитът на една Пелтонова турбина с шест дюзи е  $Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$ . Диаметърът на струята е  $d_o = 190$  mm, честотата на въртене е  $n = 360 \text{ min}^{-1}$ , скоростният коефициент е  $k_c = 0.98$  и к.п.д. е  $\eta = 0.9$ . Да се определи приведения еднометров дебит и специфичната честота на въртене, ако приведената еднометрова честота на въртене е  $n_1^1 = 40 \text{ min}^{-1}$ .  $\{Q_1^1 = 0.101 \text{ m}^3/\text{s}, n_s = 25.13 \text{ min}^{-1}\}$

### Задача 75.

Моделна водна турбина с основен диаметър  $D_{1m} = 400$  mm, изпитана при напор  $H_m = 20$  m, в оптималния си режим на работа се характеризира със следните параметри: приведена еднометрова честота на въртене  $n_{1m}^1 = 65 \text{ min}^{-1}$ , приведен еднометров дебит  $Q_{1m}^1 = 160 \text{ dm}^3/\text{s}$  и коефициент на полезно действие  $\eta_m = 0.9$ . Да се определи мощността и бързоходността на оригиналната турбина, която има основен диаметър  $D_1 = 2$  m и ще работи с напор  $H = 250$  m.  $\{P = 24\,140 \text{ kW}, n_s = 82.431 \text{ min}^{-1}\}$

**Задача 76.**

Пелтонова турбина с основен диаметър на работното колело  $D_1 = 2$  m, брой на дюзите  $z_d = 4$  и диаметрово отношение  $m = 11.5$  работи при напор  $H = 760$  m и честота на въртене  $n = 333$  min<sup>-1</sup>. Да се определят приведения еднометров дебит, мощността и специфичната честота на въртене на турбината, ако скоростния коефициент е  $k_{c1} = 0.98$ , а к.п.д. в номиналния режим е  $\eta = 90\%$ .  $\{Q_1^1 = 0.103$  m<sup>3</sup>/s,  $P = 76$  260 kW,  $n_s = 23.045$  min<sup>-1</sup>}

**Задача 77.**

Водна турбина тип Пелтон с четири дюзи има основен диаметър  $D_1 = 2$  m и работи с честота на въртене  $n = 600$  min<sup>-1</sup>. Работната лопатка е с ъгъл на входа  $\beta_1 = 10^\circ$ , а относителната скорост е  $w_1 = 65$  m/s. Да се определи мощността на турбината, ако се пренебрегне скоростта на изхода на работната лопатка ( $c_2 = 0$ ), а стойностите на обемния, механичния и хидравличния к.п.д. са съответно  $\eta_Q = 0.99$ ,  $\eta_m = 0.97$  и  $\eta_H = 0.94$ .  $\{P = 104.794$  MW}

**Задача 78.**

Турбина Францис с основен диаметър  $D_1 = 2$  m и честота на въртене  $n = 500$  min<sup>-1</sup> има ъгъл на входа на лопатката  $\beta_1 = 70^\circ$ . Приведената еднометрова честота на въртене е  $n_1^1 = 64$  min<sup>-1</sup>, а хидравличният к.п.д. е  $\eta_H = 0.95$ . Да се определи ъгъла на течението на изхода от направляващия апарат, ако се приеме меридианно изтичане от работното колело.  $\{\alpha_0 = 29^\circ 25' 53.29''\}$

**Задача 79.**

Циркулацията на изхода на направляващия апарат на една реактивна турбина с честота на въртене  $n = 600$  min<sup>-1</sup>, дебит  $Q = 114$  dm<sup>3</sup>/s, к.п.д.  $\eta = 0.9$  и хидравличен к.п.д.  $\eta_H = 0.95$  е  $\Gamma = 14.5$  m<sup>2</sup>/s. Да се определи типа на турбината, ако за средната токова линия на изхода на работното колело: диаметърът е  $D_{2av} = 0.182$  m, ъгълът на лопатката е  $\beta_{2av} = 24^\circ$ , а меридианната скорост е  $c_{m2av} = 2.3$  m/s.  $\{n_s = 78.085$  min<sup>-1</sup> → турбината е Францисова.}

**Задача 80.**

Осова турбина с дебит  $Q = 552$  m<sup>3</sup>/s, честота на въртене  $n = 51.7$  min<sup>-1</sup> има основен диаметър  $D_1 = 9.3$  m и диаметър на главината  $d_b = 3.25$  m. Ъглите на входа и изхода на средното сечение ( $D_{av} = 6.6$  m) са съответно  $\beta_1 = 60^\circ$  и  $\beta_2 = 28^\circ$ . Да се определи мощността на турбината, ако хидравличният и к.п.д. е  $\eta_H = 94\%$ , а пълният –  $\eta = 90\%$ .  $\{P = 113.922$  MW}

**Задача 81.**

Турбина в една ВЕЦ работи с дебит  $Q = 10$  m<sup>3</sup>/s и мощност на вала  $P = 23$  MW при к.п.д.  $\eta = 87\%$ . Да се определи смукателната височина на турбината, ако коефициентът на кавитация на инсталацията е  $\sigma_v = 0.033$ , налягането на насищане на водните пари е  $p_t = 1.74$  kPa, а барометричното налягане е  $B = 710$  mmHg.  $\{H_s = 0.582$  m}

### Задача 82.

След пресмятането на меридианното скоростно поле е установено, че за средната токова линия на работното колело на Францисова турбина меридианната скорост на входа е  $c_{1m} = 3.6 \text{ m/s}$ , на изхода –  $c_{2m} = 3.2 \text{ m/s}$ , като диаметъра на входа е  $D_{1av} = 345 \text{ mm}$ , на изхода –  $D_{2av} = 257 \text{ mm}$ , а ъглите на входа и изхода са съответно  $\beta_1 = 65^\circ$  и  $\beta_2 = 23^\circ$ . Да се определи хидравличният к.п.д. на турбината, ако напорът ѝ е  $H = 10 \text{ m}$ , основният диаметър –  $D_1 = 350 \text{ mm}$ , а приведената еднометрова честота на въртене е  $n_1^1 = 66 \text{ min}^{-1}$ .  $\{\eta_H = 0.959\}$

### Задача 83.

Разстоянието между ГВН и ДВН на една ВЕЦ е 73.4 m. Турбините в тази ВЕЦ имат основен диаметър  $D_1 = 6.3 \text{ m}$ . Номиналният им режим на работа се характеризира със следните параметри: приведена еднометрова честота на въртене  $n_1^1 = 78.5 \text{ min}^{-1}$ , приведен еднометров дебит  $Q_1^1 = 1\,150 \text{ m}^3/\text{s}$  и к.п.д.  $\eta = 0.9$ . Общият коефициент на съпротивление на напорния тръбопровод е  $k_v = 7.3 \text{ E-5 s}_2/\text{m}^5$ . Да се определи мощността и специфичната честота на въртене на турбината при самостоятелната ѝ работа.  $\{P = 204\,861.594 \text{ kW}, n_s = 250.09 \text{ min}^{-1}\}$

### Задача 84.

Да се определи теоретичната стойност на граничната честота на въртене на вертикална Пелтонова турбина с четири дюзи, дебит  $Q = 12.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , диаметър на струята  $d_o = 185 \text{ mm}$ , приведен еднометров дебит  $Q_1^1 = 94.687 \text{ l/s}$  и скоростен коефициент  $k_{c1} = 0.98$  (данните се отнасят за номиналния режим на работа).  $\{n_p = 1\,000 \text{ min}^{-1}\}$

### Задача 85.

Бавноходна Францисова турбина има основен диаметър  $D_1 = 2 \text{ m}$ . В номиналния режим на работа средната скорост на изхода на направляващия апарат е  $c_o = 47.2 \text{ m/s}$  при ъгъл на изхода на направляващите лопатки  $\alpha_o = 15^\circ$ . Височината на направляващите лопатки е  $b_o = 150 \text{ mm}$ , а изходящият им диаметър е  $D_o = 2.1 \text{ m}$ . Да се определи дебита и честотата на въртене на турбината, ако входящия ъгъл на работните лопатки е  $\beta_1 = 61^\circ$ .  $\{Q = 12.089 \text{ m}^3/\text{s}, n = 500 \text{ min}^{-1}\}$

### Задача 86.

Меридианните скорости за средното сечение на входа и изхода на работните лопатки на една моделна Францисова турбина са съответно  $c_{1m} = 4 \text{ m/s}$  и  $c_{2m} = 2.4 \text{ m/s}$ , а радиусите  $R_1 = 200 \text{ mm}$  и  $R_2 = 65 \text{ mm}$ . Да се определят ъглите на входа и на изхода на работните лопатки, ако честотата на въртене е  $n = 500 \text{ min}^{-1}$ , като за оптималния режим на работа хидравличният к.п.д. е  $\eta_H = 0.95$ , а хидравличните загуби са  $\Delta H = 0.5 \text{ m}$ .  $\{\beta_1 = 68^\circ 30' 4.21'', \beta_2 = 35^\circ 11' 26.4488''\}$

### Задача 87.

На шините на генератор на Францисова турбина с основен диаметър  $D_1 = 2 \text{ m}$  е измерена мощност  $P_G = 21.2 \text{ MW}$ , при к.п.д. на генератора  $\eta_G = 0.96$ . Да се определи напора, дебита и честотата на въртене на турбината, ако приведените еднометрови честота на въртене и дебит са съответно  $n_1^1 = 65 \text{ min}^{-1}$  и  $Q_1^1 = 160 \text{ dm}^3/\text{s}$ , а специфичната честота на въртене е  $n_s = 80 \text{ min}^{-1}$ .  $\{n = 500 \text{ min}^{-1}, H = 236.686 \text{ m}, Q = 9.846 \text{ m}^3/\text{s}\}$

**Задача 88.**

Вертикална Пелтонова турбина с шест дюзи има основен диаметър  $D_1 = 2.69$  m при диаметрово отношение  $m = 11$ . В номиналния режим на работа скоростта на струята е  $c_1 = 92$  m/s, а к.п.д. е  $\eta = 0.9$ . Да се определи ефективната мощност на турбината, ако се знае, че приведената еднометрова честота на въртене е  $n_{1p}^1 = 72$  min<sup>-1</sup>. { $P$  136.278 MW}

**Задача 89.**

Осова турбина с честота на въртене  $n = 71.5$  min<sup>-1</sup> и дебит  $Q = 750$  m<sup>3</sup>/s има основен диаметър  $D_1 = 9.5$  m и втулково отношение  $d_s = 0.45$ . За средното сечение ( $R_{av} = 3.6$  m) ъгълът на изхода на работните лопатки е  $\beta_2 = 30^\circ$ . Да се определи к.п.д. на дифузора, ако общите загуби в него са  $h_{dt} = 2$  m. { $\eta_{dt} = 0.7955$ }

**Задача 90.**

При изпитване на моделна турбина в определен режим на работа са направени следните измервания: показание на манометъра  $M = 2$  kgf/cm<sup>2</sup>, показание на вакуумметъра  $V = 20$  cmH<sub>2</sub>O, дебит  $Q = 150$  l/s. Разстояние от оста на манометъра до точката на присъединяване на вакуумметъра е  $\Delta z = 0.5$  m, диаметърът на входа на спиралната камера, където е присъединен манометъра е  $d_{sc} = 250$  mm, а диаметърът в точката на присъединяване на вакуумметъра е  $d_{dt} = 500$  mm. Балансовите изследвания за този режим на работа са показали следното: хидравлични загуби  $\Delta H = 1$  m, обемни загуби  $\Delta Q = 3$  l/s, относителни дискови загуби  $\zeta_d = 0.01$ , относителни механични загуби  $\zeta_m = 0.015$ . Да се определи к.п.д. на турбината. { $\eta = 0.91$ }

**Задача 91.**

При изпитване на моделна турбина в определен режим на работа са направени следните измервания: показание на манометъра  $M = 2$  kgf/cm<sup>2</sup>, показание на вакуумметъра  $V = 20$  cmH<sub>2</sub>O, дебит  $Q = 150$  l/s, честота на въртене  $n = 600$  min<sup>-1</sup>, въртящ момент на вала  $T = 45.6$  kgf·m. Разстояние от оста на манометъра до точката на присъединяване на вакуумметъра е  $\Delta z = 0.5$  m, диаметърът на входа на спиралната камера, където е присъединен манометъра е  $d_{sc} = 250$  mm, а диаметърът в точката на присъединяване на вакуумметъра е  $d_{dt} = 500$  mm. Балансовите изследвания за този режим на работа са показали следното: обемни загуби  $\Delta Q = 3$  l/s, относителни дискови загуби  $\zeta_d = 0.01$ , относителни механични загуби  $\zeta_m = 0.015$ . Да се определи хидравличния к.п.д. и типа на турбината. { $\eta_H = 0.9452$ ,  $n_s = 70.136$  min<sup>-1</sup> → турбината е Францисова.}