

Задание

Ветровая установка состоит из n однотипных ветроэнергетических установок (ВЭУ). Длина лопасти ветроколеса L , м. Скорость ветра V , м/с. КПД ветродвигателя η_B . Температура окружающего воздуха и атмосферное давление соответственно t , °C и P , кПа.

Расчет ветроустановки

1. Определить мощность ветровой электростанции, содержащей n однотипных ветроэнергетических установок. Длина лопасти ветроколеса L , скорость ветра V , КПД ветродвигателя η_B , электрический КПД установки (генератора и преобразователя) η_3 , температура воздуха t , атмосферное давление P .

2. Построить график зависимости мощности ветроустановки от скорости ветра (диапазон изменения скорости ветра принять от 0 до $V - 5$ точек). Как изменится мощность ВЭУ при снижении температуры воздуха на 10 °C?

3. Построить графики зависимостей частоты вращения двухлопастного и трехлопастного колеса ветроустановки от скорости ветра (диапазон изменения скорости ветра принять от 0 до $V - 5$ точек).

Исходные данные принять по табл. 1.

Вариант	n , шт	L , м	V , м/с	η_B , %	η_3 , %	t , °C	p , кПа
1	8	55	12	31	73	-20	100
2	9	57	11	32	74	-15	101
3	10	59	10	33	75	-10	102
4	11	61	9	34	76	-5	101
5	12	63	12	33	78	0	100
6	11	66	14	32	77	5	99
7	10	69	16	33	76	10	98
8	9	72	18	34	77	15	97
9	8	75	20	33	78	20	99
10	7	56	18	34	79	25	101
11	6	58	10	31	73	-23	100
12	5	60	9	32	74	-17	101
13	15	62	11	33	75	-13	102
14	16	64	12	34	76	-3	101

15	17	66	14	33	78	2	100
16	18	68	16	32	77	6	99
17	19	70	13	33	76	8	98
18	20	72	14	34	77	10	97
19	21	74	17	33	78	12	99

Решение:

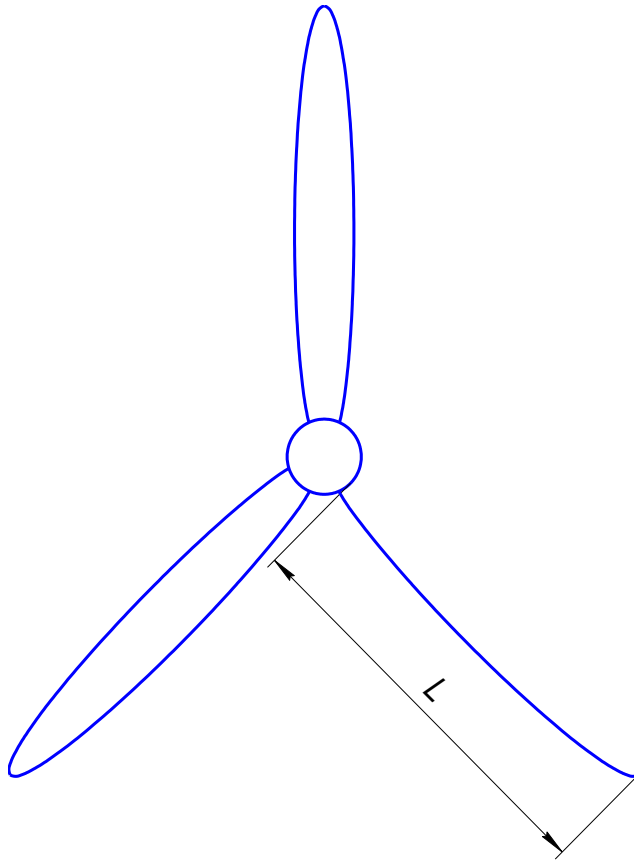


Рисунок 1 - Принципиальная схема ветроустановки

1. Мощность ветровой установки

Площадь лопасти:

$$F = \pi \cdot L^2 = \text{м}^2.$$

Плотность воздуха:

$$\rho = \frac{P}{R \cdot T} = \text{кг} / \text{м}^3, \text{ где } R = \frac{8314}{29} = 286,7 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{К} - \text{универсальная газовая}$$

постоянная.

Масса воздуха проходящего через сечение в единицу времени:

$$m = \rho \cdot V \cdot F = \text{кг}.$$

Мощность идеальной ветроустановки:

$$N_{\text{взв}_0} = \frac{mV^2}{2} = \text{МВт}.$$

Мощность реальной ветроустановки:

$$N_{ВЭУ} = N_{ВЭУ_0} \cdot \eta_B \cdot \eta_{\text{Э}} = \text{МВт}.$$

Мощность всей станции:

$$N_{ВЭС} = N_{ВЭУ} \cdot n = \text{МВт}.$$

2. Строим график зависимости мощность ветроустановки от скорости ветра (диапазон изменения скорости ветра принять от 0 до $V = 11 \text{ м/с}$ - 6 точек).

$V, \text{ м/с}$	0	2	4	6	9	11
$N_{ВЭУ}, \text{ МВт}$ ($t = \text{°C}$)						
$N_{ВЭУ}, \text{ МВт}$ ($t = \text{°C}$)						

График зависимости мощности ветроустановки от скорости ветра.

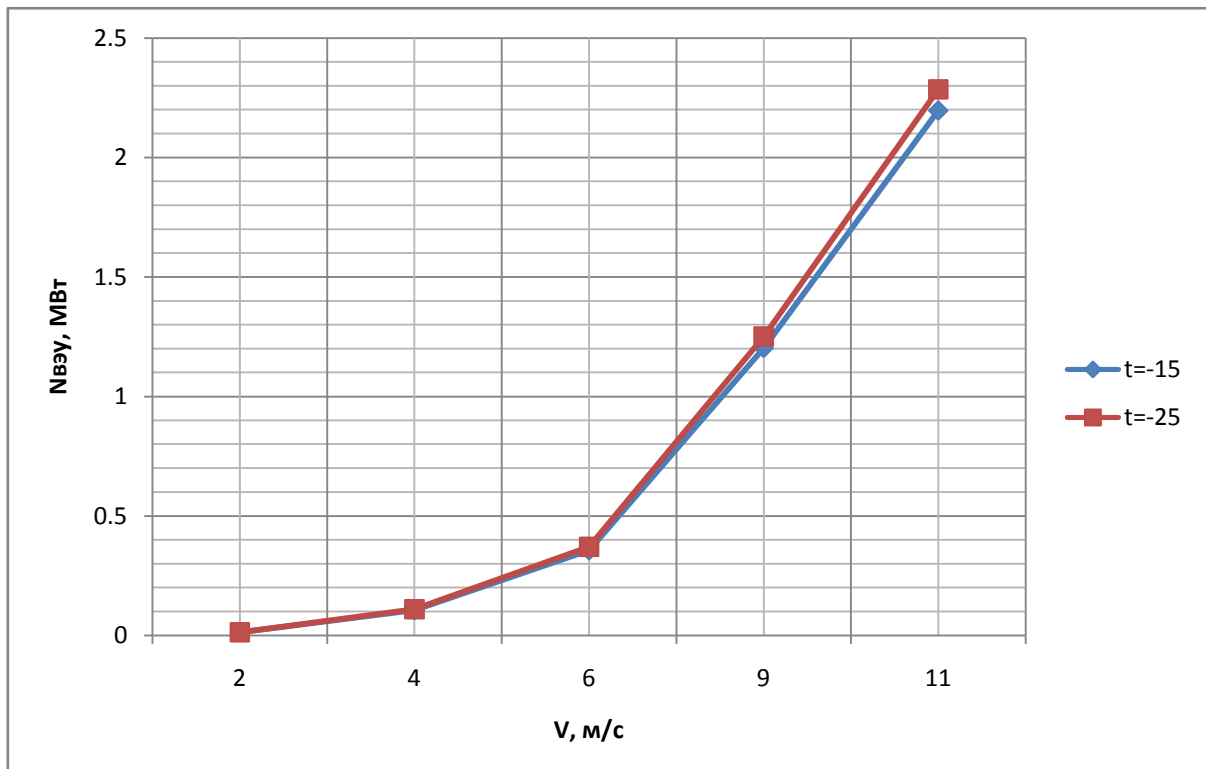


Рисунок 2 – График зависимости мощности ВЭУ от скорости ветра

Строим график зависимости мощность ветроустановки от скорости ветра при понижении температуры воздуха на 10°C (диапазон изменения скорости ветра принять от 0 до $V = 11 \text{ м/с}$ - 6 точек).

$$\rho = \frac{P}{R \cdot T} = \text{кг} / \text{м}^3, \text{ где } R = \frac{8314}{29} = 286,7 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{К} - \text{универсальная газовая}$$

постоянная.

Масса воздуха проходящего через сечение в единицу времени:

$$m = \rho \cdot V \cdot F = \text{кг}.$$

3. График зависимости частоты вращения от скорости ветра.

Оптимальная скорость вращения двухлопастного колеса (при

$$V = \text{м} / \text{с}):$$

$$\omega = \frac{4 \cdot \pi \cdot V}{n \cdot L} = \text{рад} / \text{с}.$$

Частота вращения двухлопастного колеса (при $V = \text{м} / \text{с}$):

$$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \text{об} / \text{с}.$$

Угловая скорость вращения трехлопастного колеса (при $V = \text{м} / \text{с}$):

$$\omega = \frac{4 \cdot \pi \cdot V}{n \cdot L} = \text{рад} / \text{с}.$$

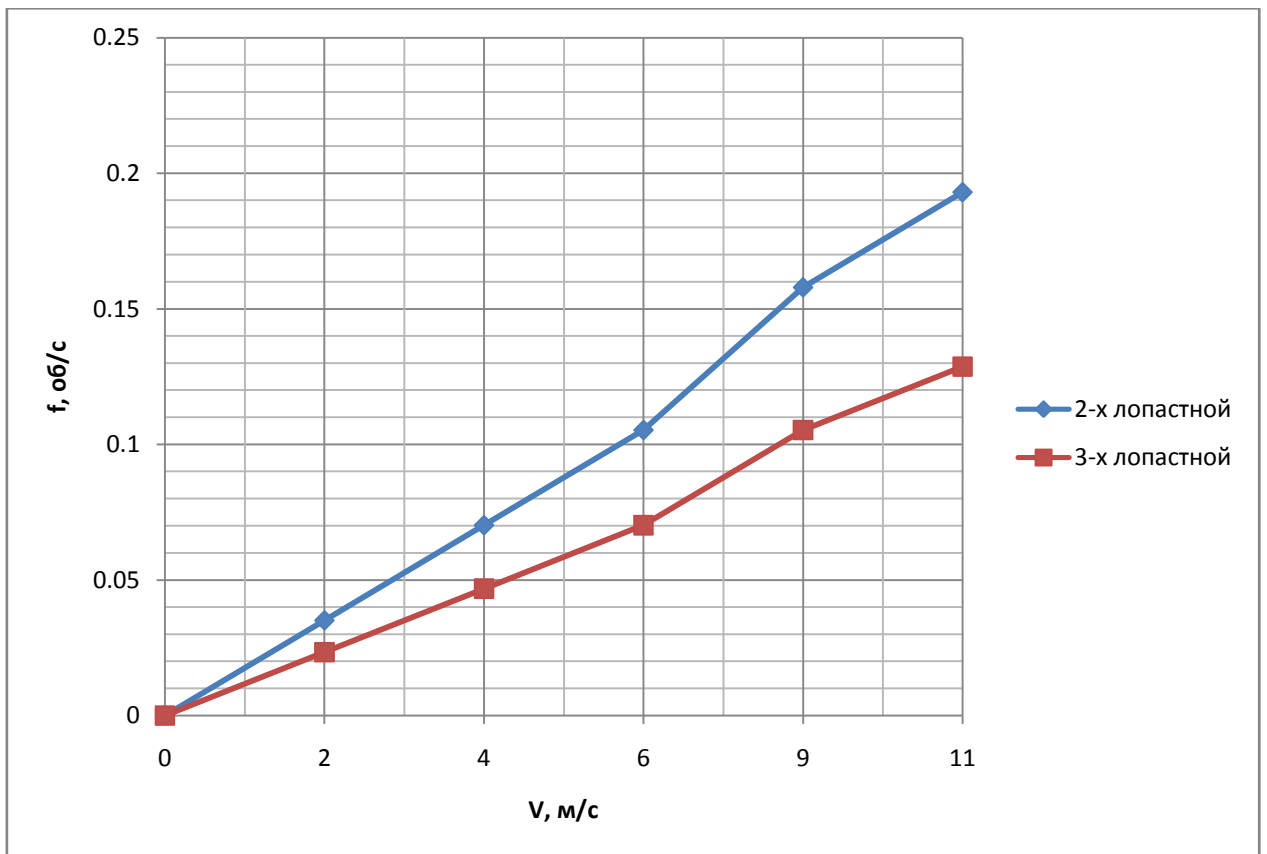
Частота вращения трехлопастного колеса (при $V = \text{м} / \text{с}$):

$$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \text{об} / \text{с}.$$

Строим график зависимостей частоты вращения двухлопастного и трехлопастного колеса ветроустановки от скорости ветра (диапазон изменения скорости ветра принять от 0 до $V = 11 \text{ м} / \text{с}$ - 6 точек).

$V, \text{м} / \text{с}$						
$f, \text{об} / \text{с}$ (2-х лопаст.)						
$f, \text{об} / \text{с}$ (3-х лопаст.)						

Зависимость частоты вращения 2-х лопастного и 3-х лопастного колеса ветроустановки от скорости ветра.



Выводы: