

## VI ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

УДК 621.165

### ПАРОВА ТУРБІНА

*Борисюк Дмитро Вікторович аспірант*

*Твердохліб Ігор Вікторович асистент*

*Кузь Вадим Олександрович студент*

*Вінницький національний аграрний університет*

*Borysyuk D.*

*Tverdokhlib I.*

*Kuz V.*

*Vinnitsia National Agrarian University*

*Анотація:* у статті пропонується спроектувати парову турбіну для вироблення електричної енергії з використанням пари підвищеного тиску, яка повинна замінити звичайну парову турбіну в структурі парової електростанції з метою підвищення виходу електричної енергії за рахунок розміщеного вертикального вітрового двигуна та концентратора повітряного потоку, що знижує аеродинамічний опір лопатей, а також зменшення затрат на її будівництво та обслуговування під час експлуатації.

*Коротко проаналізовані перші спроби створення перших парових турбін.*

*Коротко описані існуючі прототипи парових турбін, їх переваги, недоліки та галузі використання.*

*Наведено принцип роботи запропонованої парової турбіни, особливості її конструкції та основні переваги в роботі.*

*Запропоновано методику регулювання лопатей до напрямку дії повітряно-газового потоку в залежності від тиску джерела пару, що діє на місці експлуатації парової турбіни.*

*Ключові слова:* парова турбіна, електрична енергія, електростанція, вітровий двигун, концентратор повітряного потоку, аеродинамічний опір, пар підвищеного тиску.

### **Вступ**

Теплова електростанція (ТЕС) - електростанція, в якій первісна енергія має хімічну форму і вивільняється шляхом спалювання вугілля, рідкого палива чи газу; в парових електростанціях (з паровими турбінами) у топці парового котла відбувається перетворення хімічної енергії палива в тепло газів — продуктів згорання; це тепло передається воді та водяній парі, пара з котла надходить до парової турбіни, де тепло перетворюється на кінетичну енергію обертання електрогенератора, з'єданого з турбіною; відпрацьована в турбіні пара надходить до конденсатора і віддає тепло охолоджуючій воді (наприклад, з ріки); у деяких електростанціях застосовують замість парової газову турбіну [1].

Парова турбіна (фр. turbine від лат. turbo - вихор, обертання) – паровий двигун неперервної дії, що перетворює теплову енергію в енергію обертання ротора. Він потрібен для перетворення теплової енергії водяної пари в механічну роботу. Парова турбіна використовує не потенційну енергію, а кінетичну енергію пари [2].

Спроби створити парову турбіну тривали дуже довго. Відомий опис примітивної парової турбіни, зроблений Героном Олександрійським (1 ст. до н.е.). Але тільки в кінці 19 ст., коли машинобудування і металургія досягли достатнього рівня, К.Г.П. Лаваль (Швеція)

та Ч.А. Парсонс (Великобританія) незалежно один від одного у 1884-89 рр. створили промислово придатні парові турбіни [2].

Парова турбіна виявилась дуже зручною для приводу обертових механізмів (генератори електричного струму, насоси) та судових гвинтів; вона виявилась дуже легкою, швидкісною та економічною. Розвиток парової турбіни йшло дуже швидко, як в напрямку поліпшення економічності та підвищення одиниці потужності, так і в напрямку створення спеціалізованих парових турбін різного застосування [2].

Неможливість отримати велику агрегатну потужність і дуже велика частота обертання одноступеневої парової турбіни Лавалля (до 3000 об/хв у перших зразків) призвело до того, що вона зберегла своє значення тільки для приводу допоміжних механізмів. Розвиток турбін дав можливість збільшити потужність, зберігши достатню частоту обертання, необхідну для неї [3].

### *Мета дослідження*

Замінити парову турбіну в структурі парової електричної станції на парову турбіну, яка забезпечує високоефективне використання всіх складових енергії вітрового потоку вітроподвигуном з концентратором та вертикальними лопатями, які змінюють кут атаки, а також забезпечує високоефективне перетворення повітряно-газової енергії в електричну багатогенераторним блоком.

### *Основна частина*

Винахід відноситься до області перетворення кінетичної енергії пару або газу для вироблення електроенергії.

Відома вітроенергетична установка для вироблення електричної енергії [№24847, F03D1/04, 1993], що містить корпус з входною частиною, горловину, вихідний дифузор та розташовану у корпусі віротурбіну з електрогенератором, закріпленим у горловині [4].

Відома теплова електрична станція [Сазонова Б.В., Юрєнева В.Н., Бажєнова М.И., Богородського А.С. «Тепловые электрические станции», «Энергия», 1967] для використання кінетичної енергії пари підвищеного тиску для вироблення електричної енергії, що містить по структурі паротурбінну установку, кінематично зв'язану з електрогенератором та конденсаторну установку [4].

Найбільш близькою до заявленої за технічною суттю є парова електростанція [а.с. ua №64891, F01K17/00, 2004], яка містить у собі джерело пару підвищеного тиску, корпус з турбоелектричним генератором вітроенергетичної установки з'єднаної з соплами кільцевим пристроєм, що розміщений у горловині для направлення пари підвищеного тиску на лопаті ротора паротурбінни, патрубок для відведення відпрацьованої пари та конденсаторну установку [4].

Недоліком вище зазначених установок, є шкідливий аеродинамічний опір площини робочих коліс за рахунок горизонтально розміщеної паротурбіни у вигляді пропелера, яка орієнтується перпендикулярно напрямку дії повітряного потоку, використовуючи лише частково енергію повітряно-газової суміші, в наслідок чого вихід електроенергії низький [4].

Дана задача розв'язується шляхом створення парової турбіни яка забезпечує високоефективне використання всіх складових енергії вітрового потоку вітроподвигуном з концентратором та вертикальними лопатями, які змінюють кут атаки, а також забезпечує високоефективне перетворення повітряно-газової енергії в електричну багатогенераторним блоком [4].

На (рис. 1), представлена принципова схема розробленої парової турбіни, (рис. 2) та (рис. 3) – переріз по А-А та переріз по Б-Б відповідно.

Парова турбіна містить паровий кожух 1 з соплами 2 розміщеними по колу, вітродвигун 3 з концентратором повітряно-газового потоку 4, встановлений на блок генераторів 5 і приєднаний вертикальним валом 6 через двохступеневий редуктор 7 до генераторів 8, патрубків 9, 10 для відведення конденсату та відпрацьованої пари [3].

Запропонована парова турбіна працює наступним чином. Від джерела пари підвищеного тиску подаються у паровий кожух 1, в якому через сопла 2 направляються в концентратор повітряно-газового потоку 4, ввігнута поверхня лопатей сприймає силу тиску, відцентрову силу та кінематичну енергію пару, що створює на валу вітродвигуна 3 обертальний момент, який передається через вертикальний вал 6 та еластичну муфту в блок генераторів 5 на двохступеневий редуктор 7, який збільшує частоту обертання валу в 16 разів і передає її на вали електрогенераторів 8 постійного струму. Конденсат та відпрацьована пара відводяться патрубками 9 та 10 [3].

Кут атаки лопатей до напрямку дії повітряно-газового потоку “ $\alpha$ ” встановлюють в залежності від тиску джерела пари, що діє на місці експлуатації паротурбіни [4].

При низькому тиску джерела лопаті закріплюються під максимальним кутом атаки, а при великому кут “ $\alpha$ ” зменшується і частота обертання лопатей синхронізується з лінійною швидкістю вітрового потоку, що забезпечує зменшення вітрильної поверхні лопатей, тобто забезпечується автоматичний самозахист паротурбіни від пошкоджень та руйнувань [4].

Таким чином, застосування парової турбіни, що містить вертикальний вітродвигун з концентратором вітрової енергії та блок генераторів дає змогу значно знизити аеродинамічний опір лопатів та підвищити вихід електроенергії [4].

### Висновки

Запропонована парова турбіна підвищує вихід електроенергії за рахунок розміщеного вертикального вітродвигуна та концентратора повітряного потоку, що знижує аеродинамічний опір лопатів.

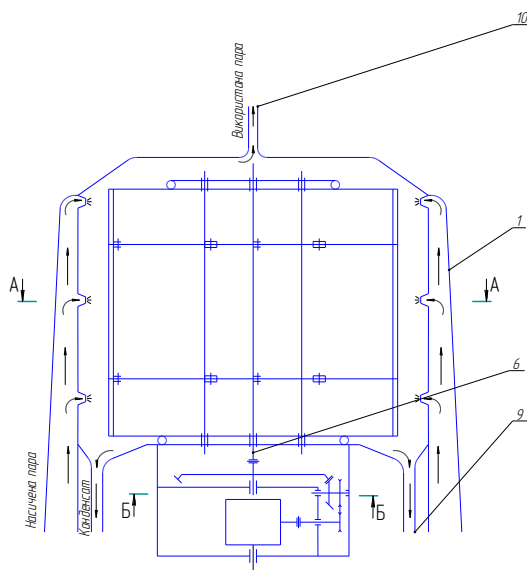


Рис. 1. Принципова схема парової турбіни

Технічний результат: парова турбіна, що містить концентратор, блок генераторів та вертикальний вітровадигун з ввігнутими лопатями, які можуть змінювати кут атаки.

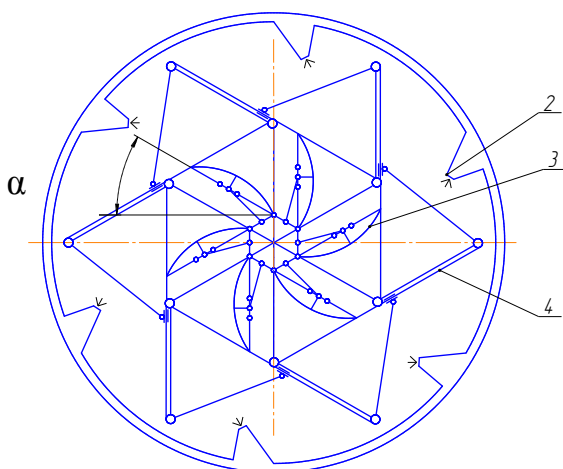


Рис. 2. Переріз по А-А

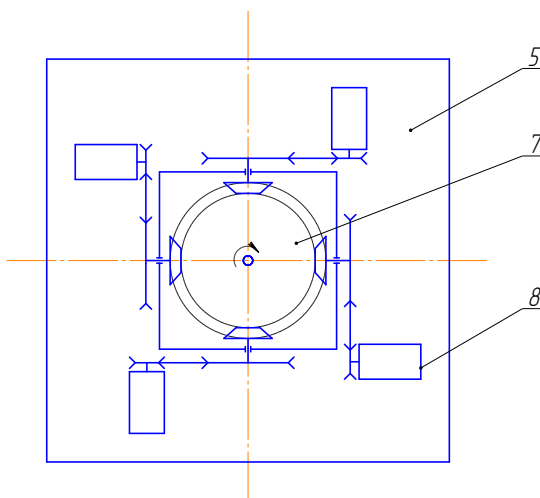


Рис. 3. Переріз по Б-Б

### Література

1. Тепловые и атомные электростанции: учебник для вузов / Л. С. Стерман, С. А. Тевлин, А. Т. Шарков; под ред. Л. С. Стермана. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Энергоиздат, 1982. — 456 с.: ил.
2. Щегляев А. В. Паровые турбины. Теория теплового процесса и конструкции турбин: ученик. для вузов: В 2 кн. Кн. 1.- 6-е изд., перераб., доп. и подгот. к печати Б. М. Трояновским.- М.: Энергоатомиздат, 1993.- 384 с: ил.
3. Щегляев А. В. Паровые турбины. Теория теплового процесса и конструкции турбин: Учеб. для вузов: В 2 кн. Кн. 2. - 6-е изд., перераб., доп. и подгот. к печати Б.М. Трояновским. - М.: Энергоатомиздат,- 1993. - 416 с: ил.
4. Пат. 69762 Україна, МПК F03D 1/04 (2006.01). Парова турбіна / Яцковський В.І., Борисюк Д.В., Янович В.П.; власник Вінницький національний аграрний університет.- №и 2011 13078; заяв. 07.11.2011; опубл. 10.05.2012, Бюл. №23.

### References

1. Teplovyue i atomnyye elektrostantsii: uchebnik dlya vuzov / L. S. Sterman, S. A. Tevlin, A. T. Sharkov; pod red. L. S. Stermana. - 2-ye izd., ispr. i dop. - M.: Energoizdat, 1982. — 456 s.: il.
2. Shcheglyayev A. V. Parovyue turbiny. Teoriya teplovogo protsesssa i konstruksii turbin: uchenik. dlya vuzov: V 2 kn. Kn. 1.- 6-ye izd., pererab., dop. i podgot. k pecha-ti B. M. Troyanovskim.- M.: Energoatomizdat, 1993.- 384 s: il.
3. Shcheglyayev A. V. Parovyue turbiny. Teoriya teplovogo protsesssa i konstruksii turbin: Ucheb. dlya vuzov: V 2 kn. Kn. 2. - 6-ye izd., pererab., dop. i podgot. k pechatu B.M. Troyanovskim. - M.: Energoatomizdat,- 1993. - 416 s: il.
4. Pat. 69762 Ukraїna, MPK F03D 1/04 (2006.01). Parova turbina / Yatskovs'kiy V.І., Borisyuk D.V., Yanovich V.P.; vlasnik Vinnits'kiy natsional'niy agrarniy universitet.- №u 2011 13078; zayav. 07.11.2011; opubl. 10.05.2012, Byul. №23.

### ПАРОВАЯ ТУРБИНА

**Аннотация:** в статье предлагается спроектировать паровую турбину для выработки электрической энергии с использованием пара повышенного давления, которая должна заменить обычную паровую турбину в структуре паровой электростанции с целью повышения выхода электрической энергии за счет размещенного вертикального ветрового двигателя и концентратора воздушного потока, снижает аэродинамическое

*сопротивление лопастей, а также уменьшение затрат на ее строительство и обслуживание во время эксплуатации.*

*Коротко проанализированы первые попытки создания первых паровых турбин.*

*Кратко описаны существующие прототипы паровых турбин, их преимущества, недостатки и области применения.*

*Приведен принцип работы предложенной паровой турбины, особенности ее конструкции и основные преимущества в работе.*

*Предложена методика регулировки лопастей к направлению действия воздушно-газового потока в зависимости от давления источника пара, действующего на месте эксплуатации паровой турбины.*

**Ключевые слова:** *паровая турбина, электрическая энергия, электростанция, ветровой двигатель, концентратор воздушного потока, аэродинамическое сопротивление, пар повышенного давления.*

## STEAM TURBINE

**Summary:** *the article proposes to design a steam turbine to generate electric power using high-pressure steam, which is to replace the conventional steam turbine in the structure of a steam power plant to increase the output of electricity generation by wind is vertical hub motor and air flow, reducing aerodynamic drag of the blades and reduce the costs of its construction and maintenance during operation.*

*Briefly reviewed first attempts to create the first steam turbines.*

*Briefly describes the existing steam turbine prototypes, their strengths, weaknesses and areas of use.*

*Shows the principle of the proposed turbine, especially its design, the main advantages to work with.*

*The method of adjustment of the blades to the direction of the air-gas flow depending on the pressure of steam power, acting in place of operating a steam turbine.*

**Keywords:** *steam turbine, electricity, power plant, wind motor, hub of air flow, aerodynamic resistance, high-pressure steam.*