

Альтернативна енергетика

Тема 3 Гідроенергетика

Водяні турбіни
(лекція)

Гідроенергетика



Гідроенергетика – галузь відновлюваної енергетики, що базується на використанні потенціальної та кінетичної енергії води шляхом перетворення її в електричну.



Гідроелектростанція (ГЕС) – електростанція, що використовує для вироблення електричної енергії енергію рухомих водних мас

Класифікація гідроелектростанцій



- До 0,1 МВт – мікроГЕС
- 0,1...1,0 МВт – мініГЕС
- 1,0...10 МВт – малі ГЕС



- 10...25 МВт – середні ГЕС
- Більше 25 МВт – потужні ГЕС

Використання енергії води

Переваги

- Поновлювальний енергоресурс
- Найдешевша вартість виробленої електроенергії
- Відсутність шкідливих викидів в атмосферу
- Швидкій вихід електростанції на робочий режим після запуску (порівняно із іншими видами електростанцій)
- Поліпшення клімату поблизу водосховищ

Недоліки

- Затоплення орних земель
- Нерівномірність розподілення ресурсу по території
- Річки можуть знаходитися у районах із підвищеною сейсмічно активністю
- Наявність хоча навіть одної гідроелектростанції змінює екологічну системи цілої річки

Історія гідроенергетики

Використання енергії води



Водяні млини були відомі в Римській імперії з II століття до нашої ери. Найбільшого поширення вони набули в Середньовіччі, особливо при монастирях.

До промислової епохи водяні млини широко використовувалися

- для помелу борошна
- у сукновальній справі (з 1223, Німеччина)
- для виготовлення паперу (з 1238, Іспанія)
- для кування заліза (з 1197, Швеція)
- для розпилу деревини на водяних лісопильнях (гідравлічна пилка — не пізніше 1240)
- для обробки конопель
- для дубління шкіри
- для заточування інструментів
- у пивоварній справі

Перша гідроелектростанція



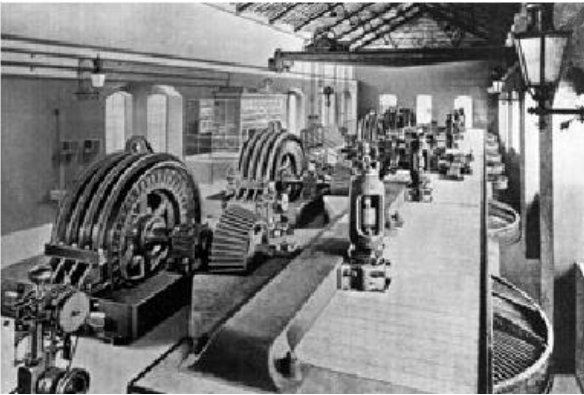
Першу гідроелектростанцію побудував британський інженер, конструктор гармат та промисловець, барон **Вільям Джордж Армстронг** у **1878** році у Нортумберленді (Англія) Спочатку вона призначалася для живлення лише однієї дугової лампи.

Перша електростанція працювала до 1945 року, після чого будинок був підключений до центральної електричної мережі.

У 2014 році електростанцію реставрували, встановивши новий генератор потужністю 12 кВт. Головним елементом станції є Архімедів гвинт довжиною 17 метрів.

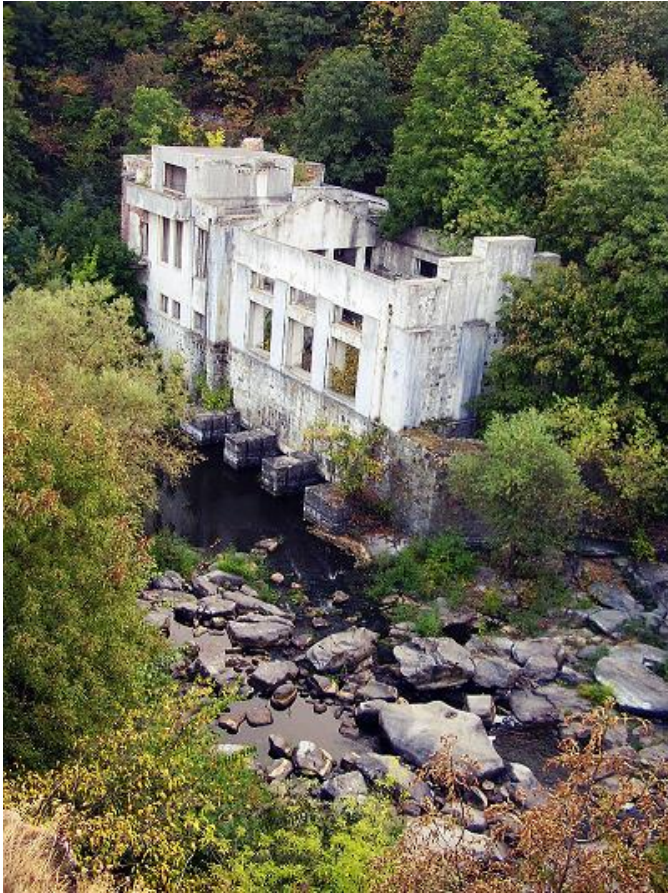


Перші гідроелектростанції



- **1881** Електростанція Schoelkopf на Ніагарському водоспаді
- **1882** Перша електростанція Томаса Едісона (12,5 кВт)
- **1886** у США та Канаді працюють 45 гідроелектростанцій
- **1889** тільки у США було побудовано більше 200 ГЕС
- **1920** близько 20% електроенергії у світі виробляється ГЕС

Перша електростанція України

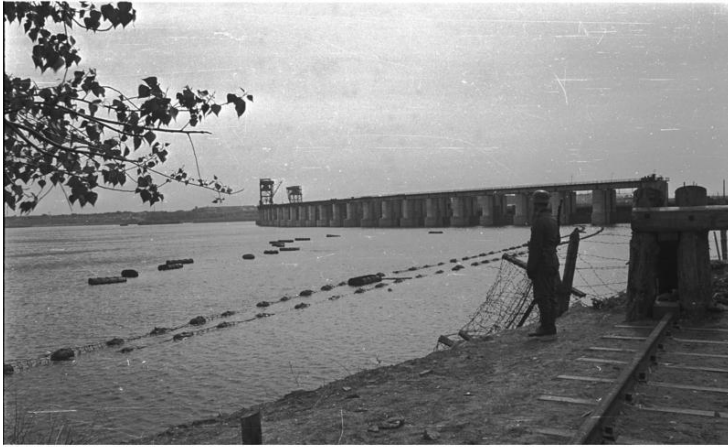


Буцька GES ім. Г. І. Петровського розташована біля селища Буки в Маньківському районі Черкаської області України. Побудована в кінці 1920-х років на річці Гірський Тікич в Буцькому каньйоні, запущена 7 листопада 1929 року та пропрацювала до 1991 року. Потужність трьох агрегатів становила 0,57 МВт.

Унікальність GES полягає у водозабірнику. У верхньому б'єфі перепад води становить близько 6...8 м. Завдяки правильно обраному розташуванню «лотка» на турбіни йшов потік води з висоти 18 метрів.

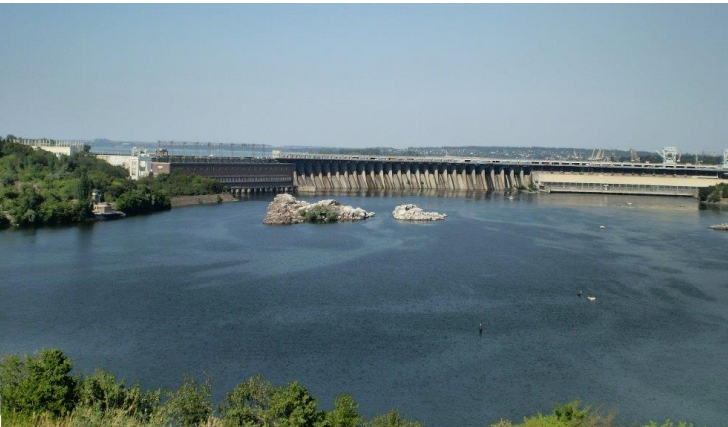
На теперішній час споруда електростанції частково зруйнована, але проводяться роботи по її відновленню.

Перша велика ГЕС в Україні



Bundesarchiv, B 145 Bild-F016107-0002
Foto: o. Ang. | 1942 Sommer

Дніпровська ГЕС (ДніпроГЕС, у 1930-ті роки відома під назвою Дніпрельстан) - п'ятий ступінь нижчої частини каскаду гідроелектростанцій на р. Дніпро. Розташована у Дніпровському районі міста Запоріжжя. Утворює найстаріше на Дніпрі Дніпровське водосховище.



- Початок будівництва – 1927 р.
- Введена в експлуатацію – 1932 р.
- Потужність – 1569 МВт
- Середньорічне виробництво електроенергії – 4008 млн кВт·год

Типи гідротурбін

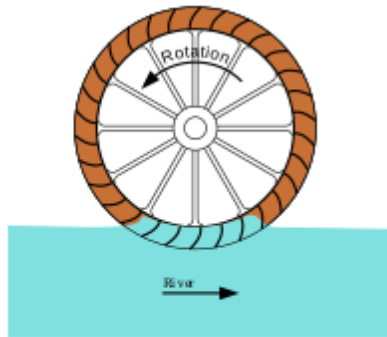
Водяне колесо



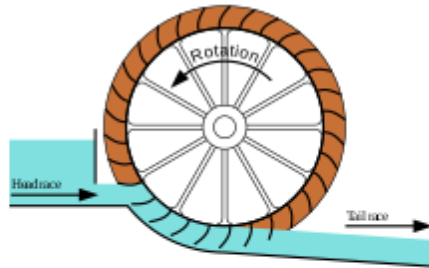
Водяне колесо – механічний пристрій, який перетворює енергію потоку води або енергію піднятої води в обертювий рух, що може використовуватись як рушій в інших механізмах

Найчастіше колесо монтується вертикально на горизонтальній осі, але так зване норвезьке (мутовчасте) колесо встановлюється горизонтально на вертикальній осі

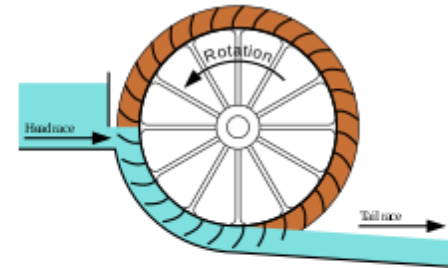
Види водяних коліс



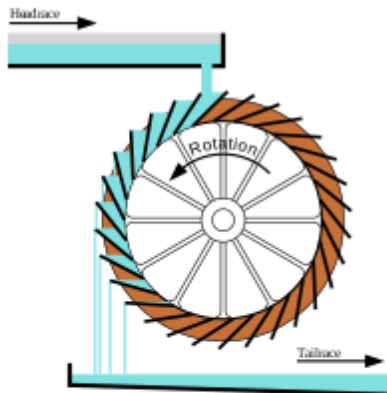
Потокове колесо



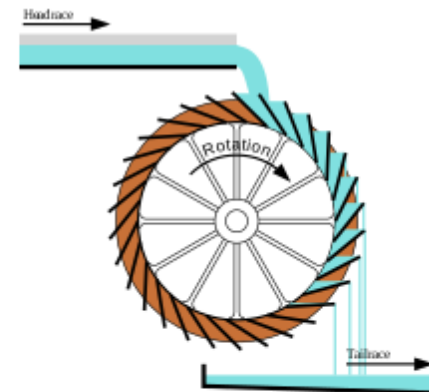
Нижньобійне колесо



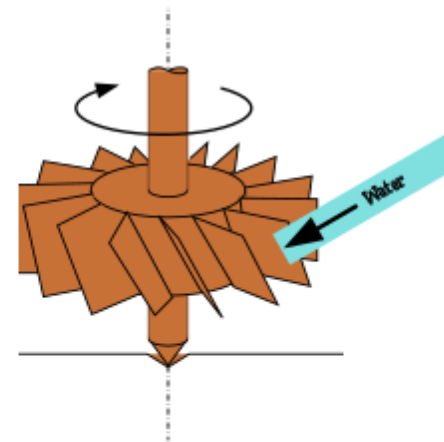
Середньобійне колесо



Задньобійне колесо



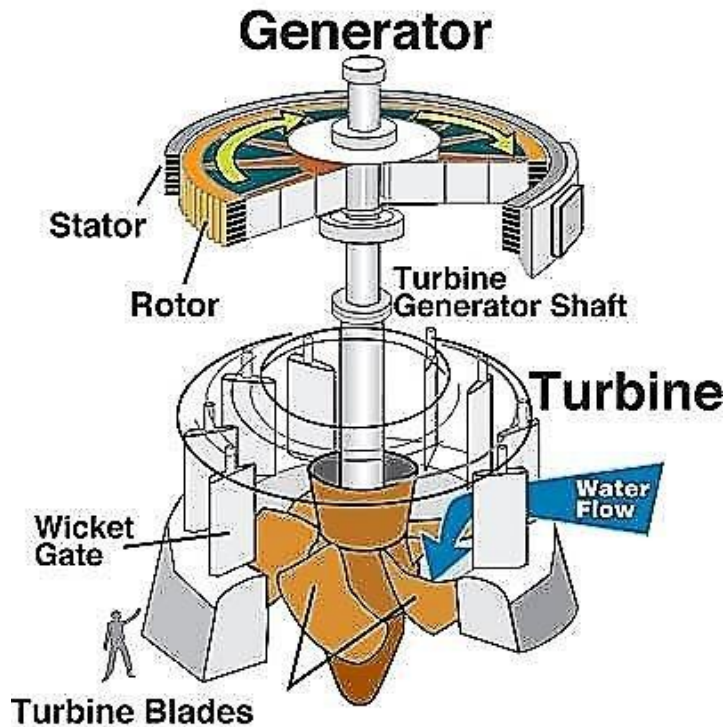
Верхньобійне (наливне) колесо



Горизонтальне (мутовчасте, норвезьке) колесо

Гідротурбіна

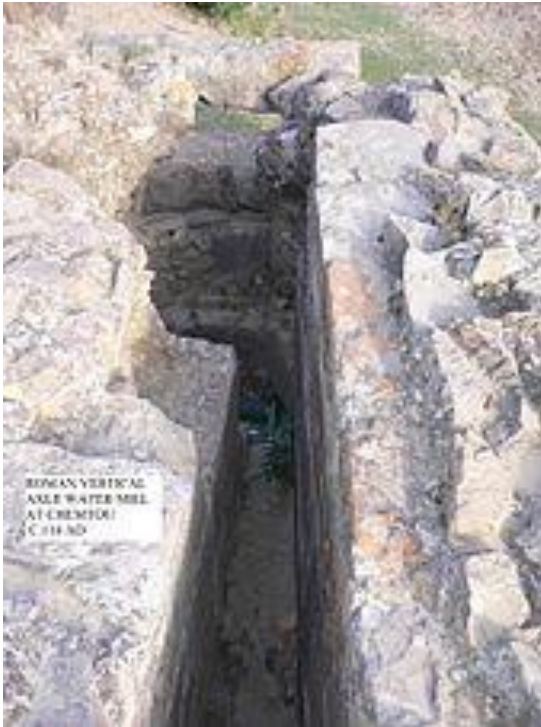
Гідротурбіна (водяна турбіна) – ротаційна машина, що перетворює кінетичну та потенційну енергію води у механічну роботу



Створені у XIX сторіччі на заміну водяним колесам. Широко використовувалися для промислової енергетики до появи централізованих електричних мереж.

Зараз в основному використовуються для вироблення електроенергії із кінетичної енергії води.

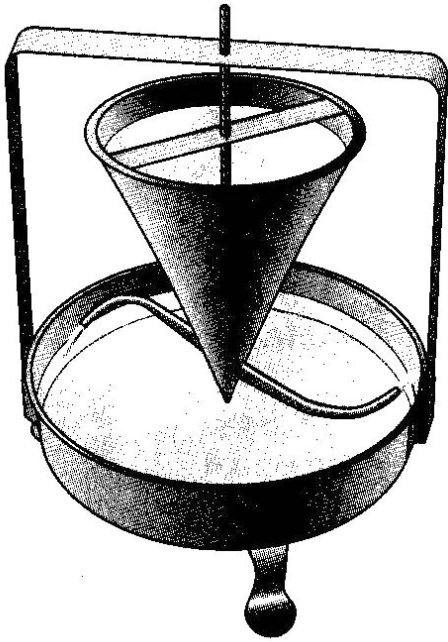
Гідротурбіна



Залишки турбінного млину часів Римської імперії поблизу Хемтоу, Туніс.

- Слово «турбіна» означає «завихрення» або «вихор».
- Основна відмінність між першими водяними турбінами і водяними колесами – наявність вихрової складової води, яка і обертає ротор.
- Наявність вихрової складової дозволяє турбіні бути менше, ніж водяне колесо тієї ж потужності і обертатися швидше.
- Пізніше були розроблені імпульсні турбіни, які не використовують вихор.

Сегнерове колесо

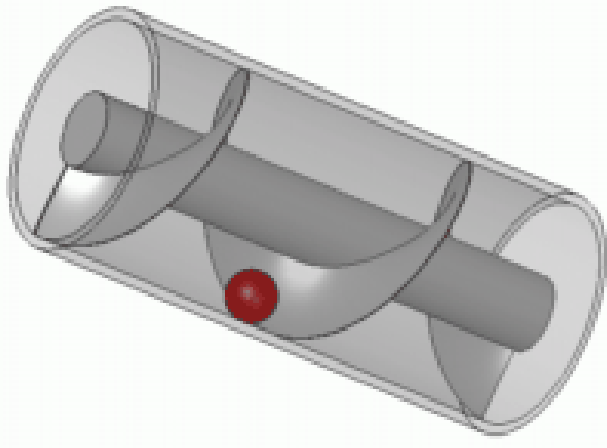


Сегнерове колесо – двигун, заснований на реактивній дії витікання води. Перша в історії гідравлічна турбіна.

Розташоване в горизонтальній площині колесо без обода, у якого спиці замінені трубками з відігнутими кінцями так, що витікаюча з них вода приводить колесо в обертання.

Винайдене Йоганном Зегнером.

Шнекова гідротурбіна

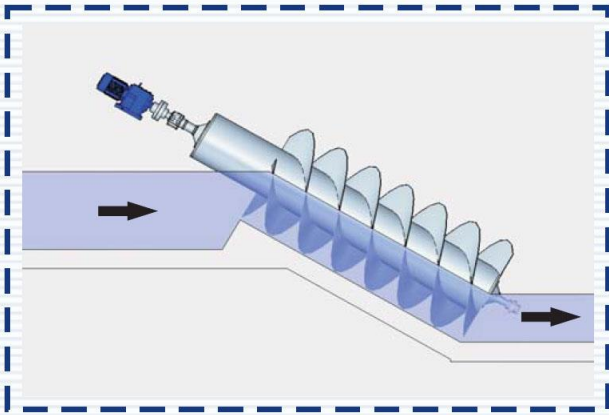


Гідродинамічна турбіна, яка використовується для передачі потенційної енергії водного потоку для вироблення електроенергії. по використанню схожа з водним колесом, але з набагато більш високою ефективністю.



Турбіна складається з ротора в формі гвинта Архімеда, який обертається в жолобі. Вода тече в жолобі і своєю вагою тисне на лопаті турбіни, яка, в свою чергу, через редуктор обертає генератор.

Шнекова гідротурбіна



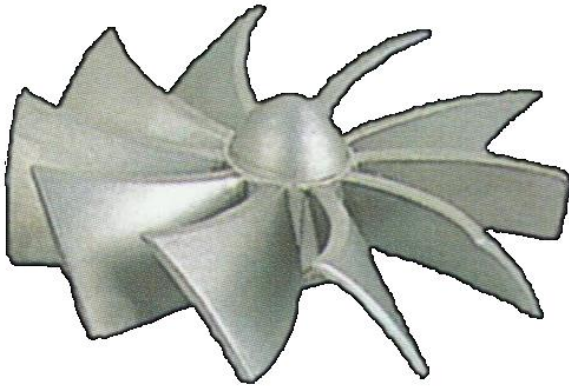
- Винайдена Архімедом (287—212 до н.е.)
- Використовується на річках із перепадом води від 1 м до 10 м
- Максимальні витрати води – до 10 м³/с (на одну турбіну)
- Є безпечною для річних рослин і тварин (у тому числі риб)

Можуть використовуватися на річках із жорсткими вимогами до охорони довколишнього середовища

Пропелерна турбіна



- Найвища швидкість обертання серед турбін
- За рахунок високої швидкості обертання можна використовувати більш дешеві генератори
- Використовують при найменших напорах та невеликих швидкостях потоків
- Існують із фіксованими та поворотними лопатями

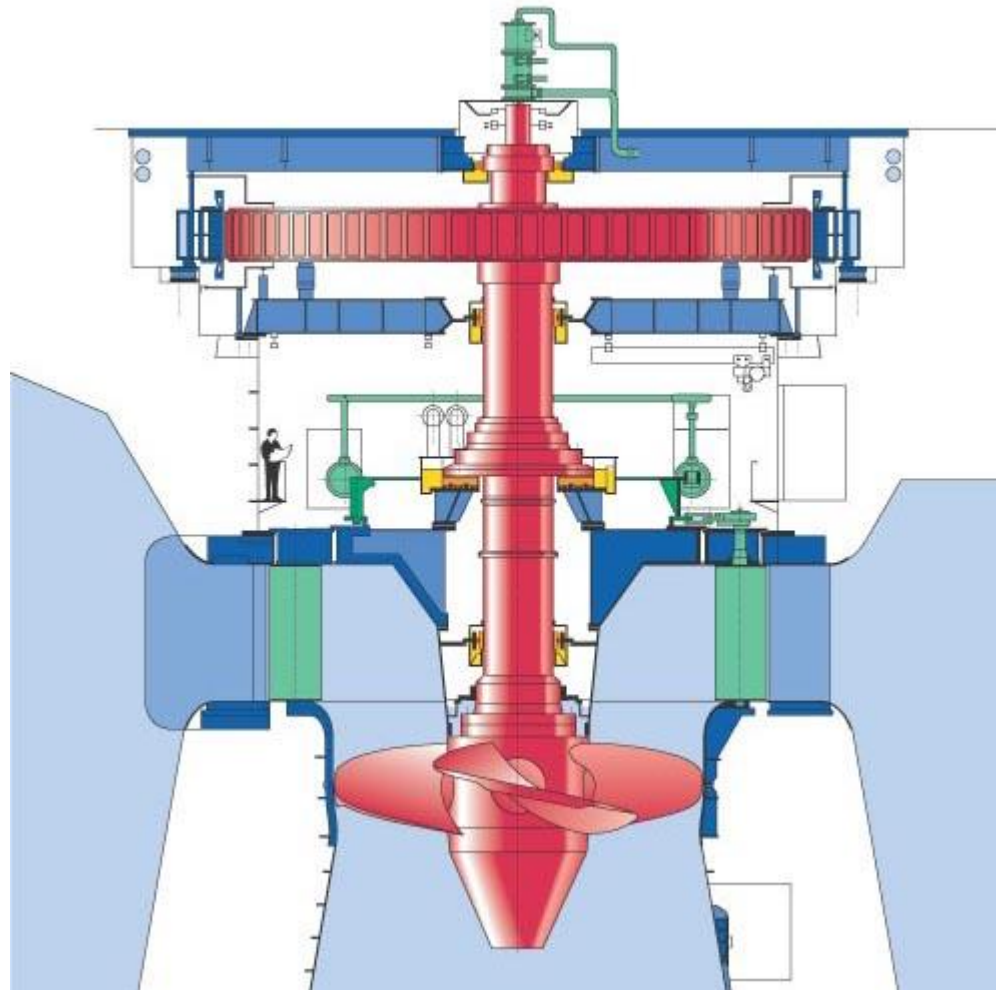


Пропелерна турбіна із поворотними лопатями (турбіна Каплана)



- **Поворотно-лопатева турбіна Каплана** – реактивна турбіна, лопаті якої можуть повертатися навколо своєї осі, за рахунок чого регулюється її потужність
- Запатентована у 1920 році Віктором Капланом (Австрія)
- Лопаті гідротурбіни можуть бути розташовані як перпендикулярно її осі, так і під кутом

Електростанція з турбіною Каплана



Радіально-осьова турбіна (турбіна Френсіса)

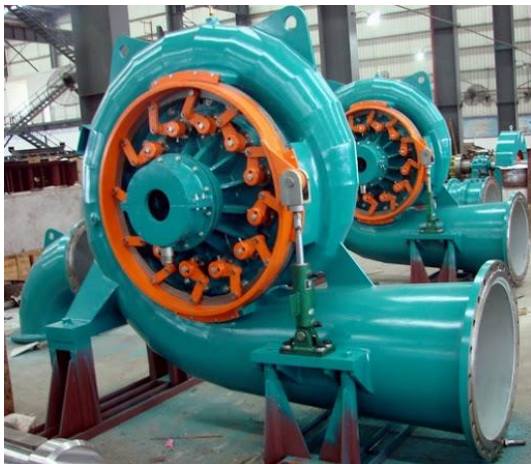


Реактивна пропелерна гідротурбіна, у робочому колесі якої потік води має спочатку радіальний (до осі), а потім осьовий напрямок.

Вода в напрямний апарат радіально-осьової турбіни надходить зі спіральної камери гідротурбіни, відсмоктуюча труба зазвичай вигнута.

Запропонована Джеймсом Френсісом (США) у 1847 році

Радіально-осьові турбіни мають найоптимальніший ККД зі всіх гідротурбін



Радіально-осьова турбіна із електрогенератором



Турбіна електростанції «Три ущелини»



Ковшові турбіни (турбіни Пелтона)



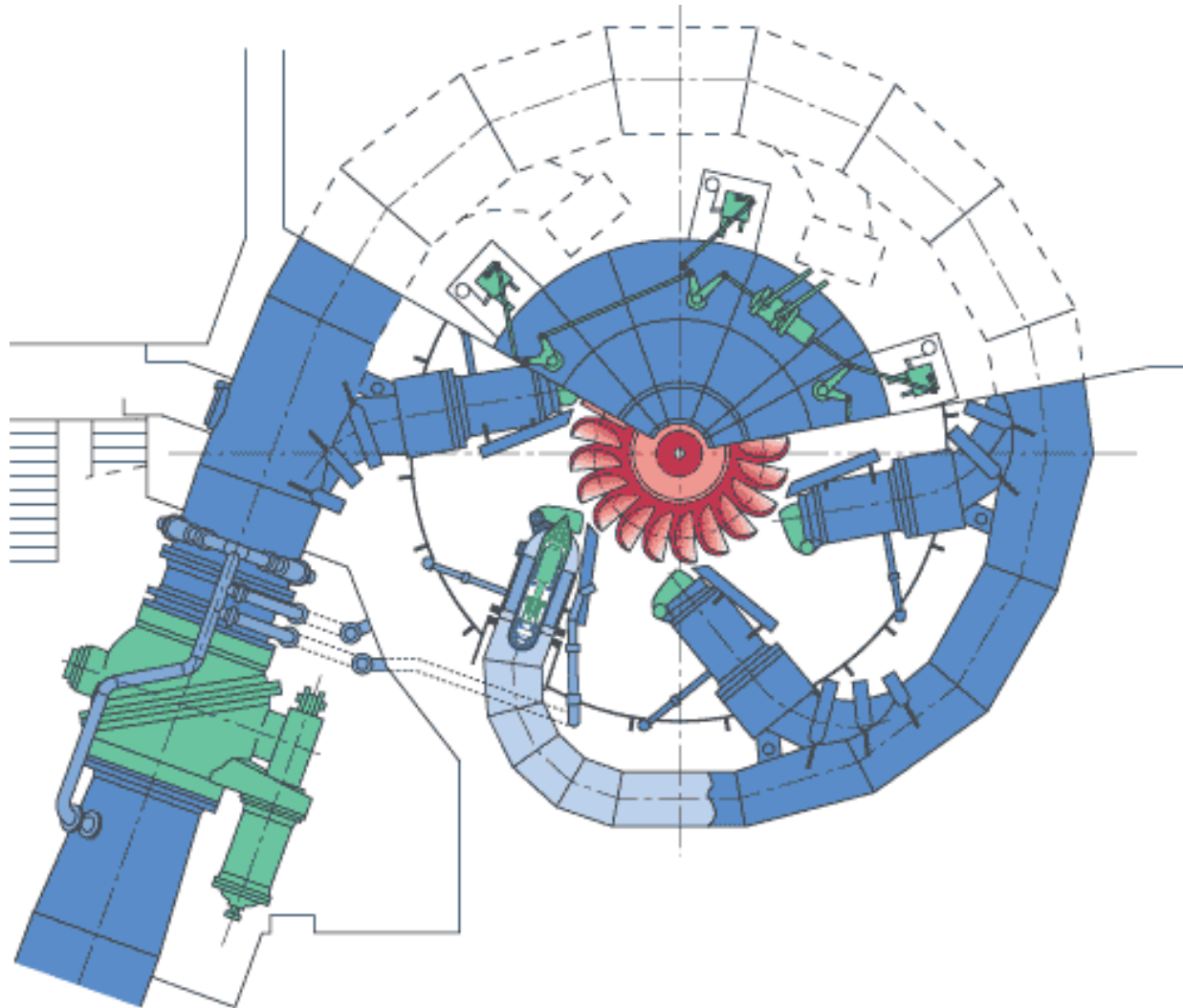
Активна гідравлічна турбіна,
яка використовується при
дуже великих напорах
(більше 200 м)

Має найменші витрати води

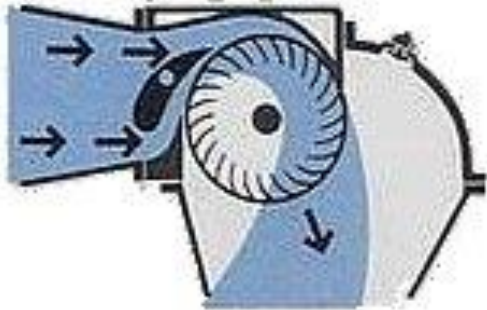
Критична до якості води

Розроблена А. Пелтоном
(США) у 1889 році

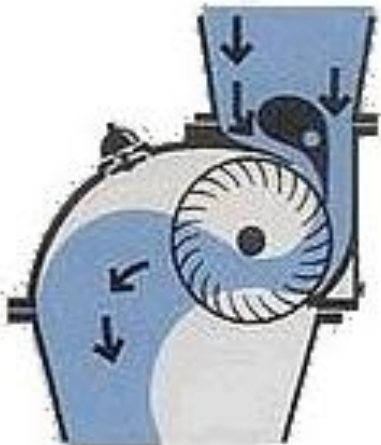
Принцип роботи ковшової турбіни



Турбіна поперечного потоку

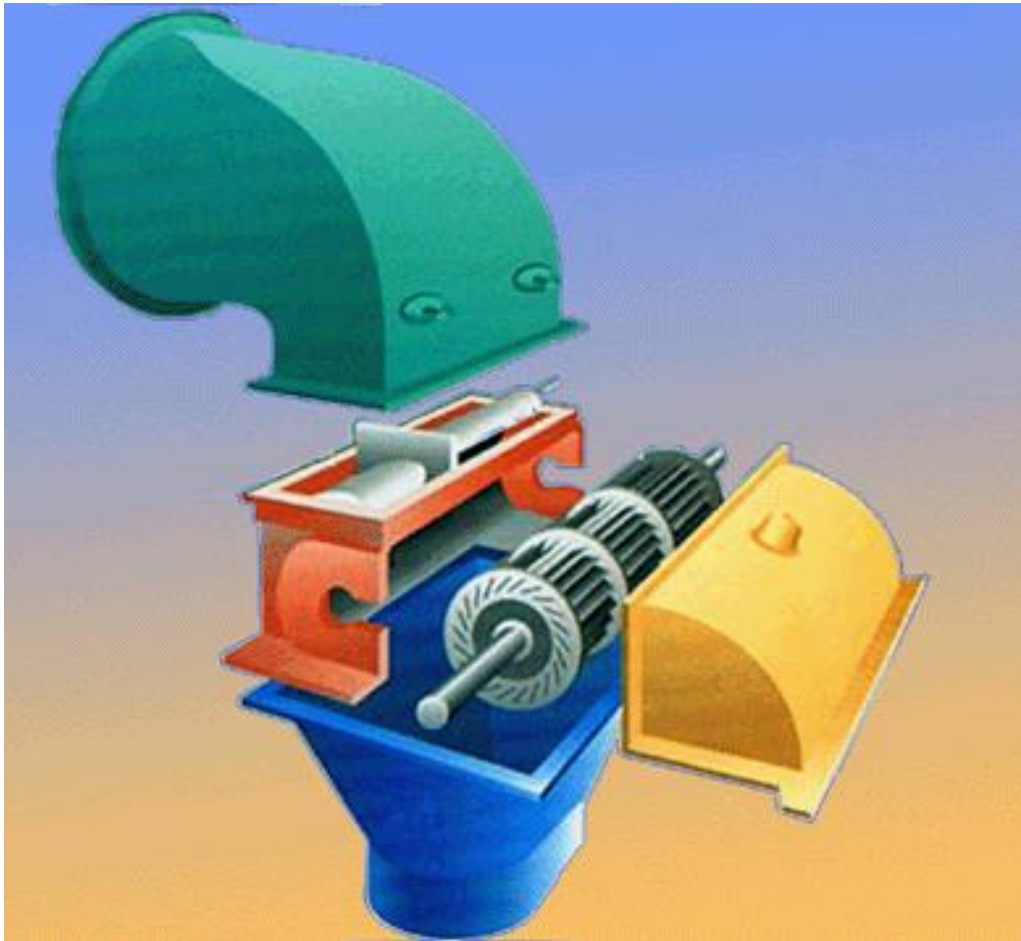


Турбіна поперечного потоку
(турбіна Банки-Мітчела або
турбіна Осбергера)



На відміну від більшості
гідротурбін, в яких потік води
має осьовий або радіальний
напрямок, в турбіні поперечного
потоку вода проходить через
лопатки турбіни в поперечному
напрямку два рази, спочатку в
напрямку осі, а потім від неї

Принцип роботи турбіни поперечного потоку



Особливості турбін поперечного потоку



- Простота конструкції
- Низькі експлуатаційні витрати
- Менший ККД (порівняно із турбінами Каплана Френсіса та Пелтона)
- Менша залежність ККД від навантаження (може працювати з високим ККД при навантаженні 1/6 від максимального значення)
- Самоочищається від сміття
- Висока надійність та термін служби

Використовується у міні та мікро ГЕС потужністю до 2000 кВт і напорах води до 200 м – на невеличких маловодних річках

Турбіна Горлова



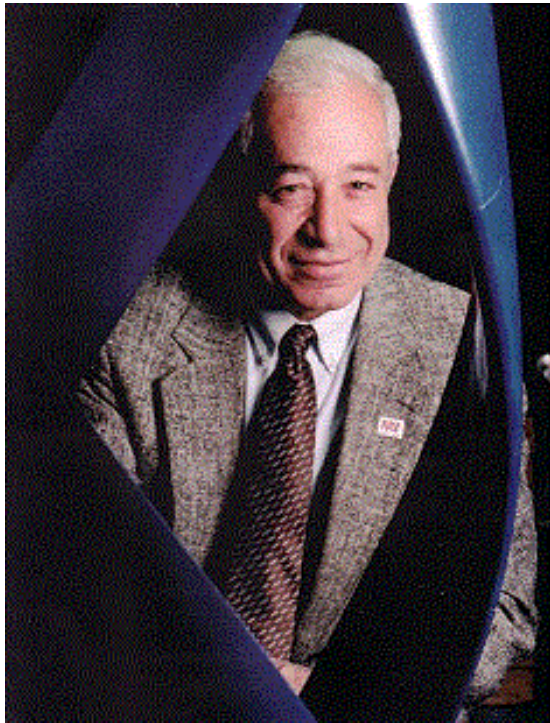
Турбіна Горлова — гелікоїдна водяна турбіна з вертикальною віссю американського вченого Олександра Мойсейовича Горлова (англ. Gorlov helical turbine; GHT). Є модифікацією турбіни Дар'є.

Не залежить від напрямку потоку, тому не потребує пристрою орієнтації

Високий коефіцієнт швидкохідності при малих швидкостях потоку

Високий коефіцієнт використання енергії

Турбіна Горлова



Висновки

- Існує не так багато типів гідротурбін
- Кожен із типів гідротурбін краще підходить до свого типу річки
- Пошук ефективних гідротурбін для малих річок (для міні- та мікро-ГЕС) ще триває

Дякую за увагу!

О.П. Русу

2020 р.