

УДК 621.1/5(09)(с)

## Академік Б.Є. Веденєєв про проблеми використання енергії Іртиша

### Academician B.E. Vedeneev about the problems of use of energy of Irtysh

Тетяна Карадобрій<sup>1</sup>

Tetyana Karadobriy

<sup>1</sup> Державний економіко-технологічний університет транспорту, Київ, Україна, [uzt@inbox.ru](mailto:uzt@inbox.ru)**Ключові слова:**

Борис Веденєєв, вартість будівництва, Усть-Кам'яногорська гідроелектростанція, Бухтарминська гідроелектростанція

**Анотація:** У статті висвітлюється внесок академіка Б.Є. Веденєєва у будівництво гідроелектростанцій на річці Іртиш. Розробки та пропозиції, висунуті видатним діячем вітчизняної гідроенергетики, відіграли значну роль у створенні нових важливих джерел дешевої електроенергії, що живлять великі райони Алтаю і Східного Казахстану. У 30-х роках ХХ століття Б.Є. Веденєєв оцінював гідрогеологічні умови річки Іртиш, як дуже сприятливі для будівництва каскаду ГЕС. Тому що на ділянці від озера Зайсан до Семипалатинська існувала можливість усі греблі зводити на міцній скельній основі. Він також вказував, що умови рельєфу тут дуже зручні для гідротехнічного будівництва: долина річки Іртиш не дуже широка і має ряд звужень, отже її природно-історичні умови дозволяли використовувати величезні потужності річки без зведення дорогих гідротехнічних споруд.

**Key words:**

Boris Vedeneev, cost of construction, Ust-Kam'yanohorska hydropower plant, Buhartarmynska hydropower plant

**Abstract—** The article highlights the contribution of academician B. E. Vedeneev in the hydropower plants construction on the river Irtysh. The developments and proposals put forward by the prominent figure of native hydropower have played a significant role in creating new important sources of cheap electric power, feeding vast areas of Altai and Eastern Kazakhstan. In the 30-s of the XX-th century B. Ye. Vedeneev assessed hydrogeological conditions of the river Irtysh. According to his opinion they were very favorable friendly for the construction of hydropower plants. There was a possibility to erect all the dams on a solid rock bed on the section from the lake Zaisan to Semypalatyns'k. He also indicated that the terrain conditions were ideal for hydrotechnical building, because the river Irtysh valley was not very wide and had a number of narrowings. So its natural and historical conditions allowed making use of the river's high capacity not erecting costly hydrotechnical structures.

Проблема використання водної енергії річки Іртиша вперше була висунута в Комісії ГОЕЛРО. Тоді вже намітилися загальні контури цієї проблеми і навіть обговорювалося місце майбутнього будівництва першої станції Іртишського каскаду – район міста Усть-Кам'яногорська.

Через багато років після цього, у 1934 році, Борис Євгенович Веденєєв зайнявся впритул розробкою проблеми Іртиша. Проте ще раніше Б.Є. Веденєєв приступив до підготовчих робіт, пов'язаних з цією проблемою. В той час було ще багато неясних питань, які могли бути вирішені лише в результаті проведення в широких масштабах вишукувальних та дослідницьких робіт, а також складних економічних розрахунків [1].

Річка Іртиш – головна притока Обі - основна водна магістраль Західного Алтаю. Вона володіє багатющими ресурсами енергії. Ділянка ріки до впадіння в озеро Зайсан носить назву Чорного Іртиша. Потім річка витікає з озера і її ділянка, що починається звідси, вже називається Білим або Тихим Іртишем. Річка на ділянці понад 400 км від озера Зайсан до міста Усть-Каменогорська за своїми природними даними найбільш зручна для енергетичного використання. Отримуючи живлення від снігів і льодовиків гірського Алтаю і протікаючи через озеро Зайсан, річка Іртиш має рівномірний – річний та

багаторічний стік.

Загальне природне падіння Іртиша від озера Зайсан до Усть-Каменогорська становить 100 м. На ділянці від гирла великого припливу Іртиша – Бухтарми до Усть-Каменогорська падіння річки досягає 50 см на 1 км. Вище цього міста Іртиш тече у вузькій долині, має значний ухил дна і володіє великою швидкістю течії, тобто умовами, сприятливими для енергетичного використання.

У 30-х роках ХХ століття Б.Є. Веденєєв оцінював гідрогеологічні умови річки Іртиш, як дуже сприятливі для будівництва каскаду ГЕС. Тому що на ділянці від озера Зайсан до Семипалатинська існувала можливість усі греблі зводити на міцній скельній основі. Він також вказував, що умови рельєфу тут дуже зручні для гідротехнічного будівництва: долина річки Іртиш не дуже широка і має ряд звужень, отже її природно-історичні умови дозволяли використовувати величезні потужності річки без зведення дорогих гідротехнічних споруд [2].

Грунтуючись на глибокому знанні місцевих умов, Борис Євгенович вже тоді вперто висловлювався за спорудження першочерговим іртишської гідроелектростанції в районі Усть-Каменогорська, біля гори Аблакетки.

У 1931 році Ленінградське відділення Всесоюзно-

го проектного інституту «Гидроэнергопроект» за участю Б.Е. Веденєєва розробило один з попередніх варіантів схеми каскадного використання водної енергії річки Іртиша. Надалі інші фахівці склали проекти двох потужних іртишських гідроелектростанцій: Усть-Кам'яногорської і Бухтарминської, причому вони використовували у своїй роботі ряд матеріалів, пов'язаних з розробками Б.Є. Веденєєва в контексті проблематики гідроенергетичного використання Іртиша.

У 1934 році в Москві відбувалася третя сесія Вченої ради Казахстанської бази Академії наук СРСР. На сесії з доповіддю «Проблема використання річки Іртиша в гідробудівництві СРСР» виступив Б.Є. Веденєєв. Він підкреслював, що Усть-Кам'яногорська гідроелектростанція заслуговує найпильнішої уваги як джерело дешевої електроенергії. Борис Євгенович навів техніко-економічні обґрунтування для побудови робочої гіпотези використання енергії Іртиша, які започаткували великі дослідні та проектні роботи. Згодом ці роботи відіграли важливу роль у підготовці до іртишського будівництва.

Усі оцінки річки Іртиш як найважливішого джерела дешевої енергії в Алтайському краю, зроблені в 30-х роках Б.Є. Веденєєвим, були повністю підтверджені в ході подальших робіт. У зв'язку з вирішенням проблеми Іртиша Борис Євгенович розробив новий метод розрахунку вартості гідроенергетичного будівництва за висловом, названим ним «питомість бетону». Цей метод отримав широке поширення завдяки своїй простоті і точності, цілком достатньою на певній стадії розробки планів гідроенергетичного будівництва. Оцінюючи новий метод розрахунку, запропонований Б.Є. Веденєєвим, академік Ф.П. Саваренський вказував, що він дозволяє за загальними даними найголовніших категорій будівельних робіт підрахувати в одних одиницях і вартість усієї споруди, що спрощує порівняння різних варіантів і дозволяє оцінити їх при загальному плануванні гідротехнічного будівництва [3]. Викладаючи свій метод «питомість бетону» стосовно до іртишських ГЕС, Б.Є. Веденєєв писав, що за своїми характеристиками іртишські гідроелектростанції найзручніше порівнювати з Дніпрогесом, яка може служити еталоном гідроелектростанції потужної та дешевої собівартості електроенергії. Для таких гідроелектростанцій, як Дніпровська, обсяг будівельних робіт в основному визначається кількістю бетону. Отже вартість бетонних робіт – найважливіший фактор, від якого залежить вартість 1 кВт\*год електроенергії. На будівництві комплексу споруд Дніпровської гідроелектростанції (виключаючи шлюз) для отримання 3 млрд. кВт/год на рік довелося вкласти 1 млн. кубометрів бетону. На підставі цих величин можна винести коефіцієнт, за яким з Дніпрогесом можуть бути порівняні інші гідроелектростанції. Можна легко підрахувати, що для отримання 1 млрд. кВт\*год електроенергії (сезонної) потрібно укласти 330 тис. м<sup>3</sup> бетонної суміші. За величиною цього питомого об'єму бетону можна порівнювати Дніпровську гідроелектростанцію з іншими станціями із незарегульованим стоком, які виробляють постійну та сезонну енергію. Приблизьких за величиною питомих обсягів бетону і напорах для гідроелектростанцій з незарегульованим стоком, вартість їх енергій повинні бути близькі до вартості енергії Дніпрогесу. Еталоном потужної та дешевої гідроелектростанції, який

можна брати для порівняння, може бути станція, що характеризується питомим об'ємом бетону в 330 тис. м<sup>3</sup> (при незарегульованому стоці) і не більше 600 тис. м<sup>3</sup> (при зарегульованому стоці). Якщо питомий об'єм бетону при напорі в 30-50 м не перевершує цих цифр, то можна вважати, що вартість електроенергії буде приблизно одного порядку з Дніпровською. Грунтуючись на своєму методі розрахунку вартості гідробудівництва за величиною «питомість бетону», Б.Є. Веденєєв стверджував, що за умови правильного проектування Іртишська гідроелектростанція зможе дати електроенергію, дешевшу, ніж Дніпровська енергетична система. Вартість 1 кВт\*год цієї електроенергії була 1 копіяка.

У роки Великої Вітчизняної війни були тимчасово перервані вже розпочаті підготовчі роботи до будівництва Усть-Кам'яногорської гідроелектростанції. Разом з тим не припинялося її проектування. У воєнні роки Борис Євгенович продовжував займатися проблемами іртишського каскаду ГЕС, причому ця робота вплинула на проектування станції, що здійснювалося видатними радянськими фахівцями [4].

Після закінчення війни почалося будівництво Усть-Кам'яногорської гідроелектростанції, і в грудні 1952 року перший агрегат станції дав промисловий струм. Через кілька місяців, у червні 1953 року відкрився рух через судноплавний шлюз гідровузла.

Загалом, Усть-Кам'яногорська гідроелектростанція – була великим досягненням радянської гідроенергетики. Вузол споруд складався з масивної бетонної водозливної греблі, гідроелектростанції і шлюзу. Біля гори Аблакетки, недалеко від міста Усть-Кам'яногорська, річка Іртиш проривається через вузьку гірську ущелину (межигір'я). Сама природа створила тут чудові умови для спорудження великої гідроелектричної станції. Гребля Усть-Каменогорської ГЕС побудована на міцній скельній основі. Вона однією стороною примикає до лівого берега, а іншою сполучається із щитовим відділенням гідроелектростанції (розташованому також у руслі). Скидання повеневих вод проводиться через чотири водозливних отвори в греблі, що закриваються металевими затворами вагою по 200 т кожен. Затвори управляються за допомогою потужних порталних кранів. Щитове відділення являє собою масивну бетонну споруду. Його призначення – подача води з верхнього б'єфа до агрегатів гідроелектростанції. Пройшовши через спеціальні отвори в щитовій стінці, вода рухається з великою швидкістю трубопроводом (біля 8 м в поперечнику), забитим в масив щитової споруди. По трубопроводах вода потрапляє в спіральні камери і далі на лопаті робочого колеса турбіни. Відпрацьована турбінами вода за допомогою відсмоктувальних труб скидається у нижній б'єф.

В процесі будівництва Усть-Кам'яногорської станції виникло багато труднощів, пов'язаних зі специфічними природними умовами. Для подолання їх потрібна була розробка спеціальних методів огороження котловану під основні споруди гідровузла; перекриття швидкої протічної річки; цементації ґрунту з гальки для створення цементаційної завіси, що огорожувала котлован від води; розбирання перемичок за допомогою підготовлених вибухами отворів та ін.

Укладання величезної кількості бетонної суміші (всього на будівництві було укладено 600 тис. м<sup>3</sup>) в тіло греблі та інші споруди проводилося за допомогою металевої естакади, спорудженої між берегами на висоті понад 30 м. На ній були прокладені два ряди залізничних колій. По одній колії підвозили бетонну суміш; на другій пересувалися спеціальні бетоноукладувальні крани. Таким способом вся основна маса бетону була покладена в дуже короткий термін – два роки. При укладанні в блоки бетонна суміш оброблялася високочастотними вібраторами. Бетонування проводилося цілий рік, у тому числі і в зимові місяці при дуже низьких температурах (до -45 °С). Будівництво Усть-Кам'яногорської ГЕС проводилося на високому технічному рівні. Учасники його показали блискучі зразки сміливих і оригінальних рішень низки найскладніших інженерних проблем. Ці рішення базувалися на великому досвіді вітчизняного гідробудівництва, що почалося від Волховбуду і Дніпробуду.

Цікаво, що за схемою і навіть дещо за зовнішнім виглядом Усть-Кам'яногорська гідроелектростанція нагадує Дніпрогес. «Жителі Алтаю і Казахстану називають її «Казахською Дніпрогес». І в зв'язку з пуском станції газета «Правда» опублікувала статтю начальника будівництва, який відзначив, що Усть-Каменогорська гідроелектростанція відіграє значну роль в подальшому індустріальному розвитку Східного Казахстану та використання його природних багатств [5]. Вона забезпечить електротехніку підприємств і будов, шахт і транспортних споруд, зростаючу легку і харчову промисловість. У зв'язку зі створенням цієї великої гідроелектростанції ще більше зростуть темпи розвитку гірничорудного Алтаю, значно збільшиться випуск продукції гірничої і металургійної індустрії. Значно збільшиться в короткі терміни кількість електрифікованих колгоспів в Східно-Казахстанській області, електроенергія широко увійде в побут трудящих міст і сіл. Усть-Кам'яногорська ГЕС – перша в каскаді іртишських станцій. Влітку 1953 року ще до повного її закінчення багато будівельників вже переїхали на місце будівельного майданчика другої станції – Бухтарминської, верхнього ступеню каскаду [6].

Створ Бухтарминської гідроелектростанції протікає також у вузькій гірській ущелині з прямовисним лівим і крутим правим берегами. В цьому мальовничому місці була зведена гігантська гребля висотою близько 90 м. Вона стала однією з найвищих гребель, які будувалися в Радянському Союзі. Підпір річки цією греблею призвів до утворення величезного водосховища – цілого моря з акваторією в 5 500 км<sup>2</sup>. У цьому водосховищі легко поміститься озеро Зайсан. Утворена гігантська водойма дозволила повністю регулювати стік Іртиша в маловодні роки і змінювати в широких межах витрати води через турбіни, відповідно річним графіком навантаження станції.

Гребля Бухтарминської ГЕС, як і Усть-Кам'яногорської, зводилася на міцній скельній основі. Будівельники застосували цементацию тріщин і пустот в скелі з метою запобігання фільтрації води через основу греблі. Три водозливних прогони шириною 18 м кожен служили для скидання повеневих вод. Для перекриття прогонів спроектовані пласкі колісні затвори системи Стоней вагою по

100 т кожен.

Перед будівлею гідроелектростанції розташували масивну щитову стінку (щитове відділення) з водоприймальними отворами. Через ці отвори вода потрапляла до спіральних камер і потім на лопаті турбін. Гідроелектростанція Бухтарминського вузла була поділена на сім секцій. В одній секції розташувалася монтажна площадка, на якій мали укрупнюватися доставлені з заводів окремі вузли гідроагрегатів. В інших секціях, складових машинне відділення ГЕС, будуть встановлені агрегати, що склалися з радіально-осьових турбін і генераторів, розташованих на одному з ними валу.

В головних трансформаторах, встановлених на спеціальному майданчику (зі сторони нижнього б'єфу), електрострум, вироблений генераторами ГЕС, підвищувався з 13,8 кВ до 100 і 220 кВ. По лінії високовольтної передачі струм високої напруги пішов на понижуючі підстанції, а звідти вже надходив безпосередньо до споживачів. Бухтарминська ГЕС почала працювати в одній енергетичній системі з Усть-Кам'яногорською і рядом інших гідралічних і теплових електростанцій. В управлінні станціями іртишського каскаду знайшли застосування новітні засоби автоматики і телемеханіки. Черговий диспетчер, який знаходився на відстані 80 км від гідроелектростанції, поворотом ключа міг ввести у дію або виключити будь-який агрегат, змінити його навантаження і т. д.

Проектування і будівництво великих гідроелектростанцій пов'язане з багаторічною діяльністю Б.Є. Веденеєва в галузі «іртишської проблеми» [7]. Розробки та пропозиції, висунуті видатним діячем вітчизняної гідроенергетики Б.Є. Веденеєвим, відіграли значну роль у створенні нових важливих джерел дешевої електроенергії, що досі живлять великі райони Алтаю і Східного Казахстану.

#### **Джерела та література:**

1. Веденеєв Б.Е. Проблема использования р. Иртыш в гидростроительстве СССР / Б.Е. Веденеєв. Большой Алтай: Казахская база Академии наук СССР. – Москва; Ленинград, 1936.- Труды: Т. 3, вып. 6. – С. 53-56.
2. Веденеєв Б.Е. Простой объективный метод определения стоимости гидроэнергоузлов и его применение при проектировании / Б.Е. Веденеєв // Гидротехническое строительство. – 1936. - №6. – С. 2-7.
3. Саваренский Ф.П. К 60-летию академика Б.Е. веденеєва / Ф.П. Саваренский // Вестник Академии наук СССР. – 1945. - №4. – С. 87.
4. Веденеєв Б.Е. Проблемы использования р. Иртыш в гидроэлектростроительстве СССР / Б.Е. Веденеєв // Большой Алтай: Казахская база Академии наук СССР. – Москва; Ленинград, 1936.- Труды: Т. 3, вып. 6. – С. 53-56.
5. Газета «Правда». – 1953. – 2 июл.
6. Веденеєв Б.Е. 25 лет гидроэнергетического строительства в СССР / Б.Е. Веденеєв // Гидротехническое строительство. – 1945. - №12. – С. 5-8.

7. Веденеев Б.Е. К вопросу о методологии определения стоимости энергии при проектировании гидроэлектростанций / Б.Е. Веденеев // Электрические станции. – 1945. - №1-2. – С. 5-8.



**Карадобрій Тетяна Андріївна** – пошукач кафедри екології і безпеки життєдіяльності Державного економіко-технологічного університету транспорту, Київ.