

1. Вихідні дані для виконання курсового проекту

1.1. Побудова гідрографу маловодного року

Графік середньомісячних витрат річки для маловодного року будується на підставі вихідних даних, наведених у таблиці 1.1. Таблиця 1.1 заповнюється за додатком 2 таблиця 1 у відповідності з номером варіанту.

Таблиця № 1.1

Рік \ Міс.	Середньомісячні витрати м ³ /с												Середньорічна витрата м ³ /с
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Маловодний рік	3.66	5.06	3.51	1.47	2.31	1.16	1.22	0.45	0.95	1.25	1.14	1.10	1.94

Середньорічну витрату визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{ср}} = \frac{\sum Q_i}{12} = \frac{23.28}{12} = 1.94 \text{ м}^3/\text{с}$$

Де

Q_i – середньомісячні витрати;

12 – кількість місяців в році.

Гідрограф маловодного року будується за даними таблиці 1.1 (дод.1, рис.1). При цьому масштаб часу приймається $1\text{см}=1\text{місяць}$, а масштаб витрат може бути різний і вибирається таким, щоб він був кратним 10, 100. Ордината мінімальної витрати повинна становити по висоті близько 1см, а максимального – близько 15см. Якщо останню вимогу виконати не вдається, то максимальні витрати графічно зображують з розривом.

1.2. Побудова кривої витрат

Крива витрат або графік залежності рівня води в нижньому б'єфі від витрат будується по трьох точках.

Розрахунок проводиться в табличній формі.

Таблиця № 1.2

$Z_{нб}$	Q
$\downarrow Дна=810 м$	0
$\downarrow Дна + 0,25 * H=810+0.25*3=810.75 м$	$Q_{ср}=1.94 м^3/с$
$\downarrow Дна + 0,5 * H=810+0.5*3=811.5 м$	$Q_{ср} * 6=1.94*6=11.64 м^3/с$

Де:

$Q_{ср}$ – середньорічна витрата в маловодному році;

H – напір ГЕС. Напір приймається за додатком 2 таблиця 2 у відповідності з другою цифрою номера варіанта.

Побудова кривої витрат проводиться по таблиці 1.2 (дод.1. Рис.2). Відмітка дна приймається відповідно до номера варіанту.

1.3. Побудова кривої об'ємів

Крива об'ємів або графік залежності рівня верхнього б'єфу від обсягу водосховища будується по чотирьох точках.

Розрахунок проводиться в табличній формі.

Таблиця № 1.3

$Z_{вб}$	W
$\downarrow Дна=810$	0
$\downarrow Дна + 0,5 * H = 810 + 0,5 * 3 = 811.5$	$0.2 * W_{полн.} = 0,2 * 30589920 = 6117984$
$\downarrow Дна + 0,75 * H = 810 + 0,75 * 3 = 812.25$	$0.5 * W_{полн.} = 0,5 * 30589920 = 15294960$
$\downarrow Дна + H = 810 + 3 = 813$	$W_{полн.} = 30589920$
$\downarrow Дна + 1,1 * H = 810 + 1,1 * 3 = 813.3$	$1.5 * W_{полн.} = 1,5 * 30589920 = 45884880$

Де:

H – напір ГЕС;

$W_{полн.}$ – повний об'єм водосховища

$$W_{полн.} = 0,5 * W_{ср.} = 0,5 * 61179840 = 30589920 м^3$$

$W_{ср.}$ – середній об'єм водосховища

$$W_{ср.} = Q_{ср} * T = 1,94 * 31536000 = 61179840 м^3$$

$Q_{ср}$ – середньорічні витрати

$T=31536000$ – кількість секунд в році.

Побудова кривої об'ємів проводиться по таблиці 1.3 (дод.1. Рис.3).

2 Потужність і вироблення ГЕС при відсутності регулювання стоку

2.1. Незарегульовані витрати водотоку

Припустимо, що на одному з водотоків з побудованим гідрографом передбачається будівництво малої ГЕС. Відповідно до місцевих умов для проектованої ГЕС прийнята деяка відмітка $НПУ = \downarrow Дна + Н$. При цій позначці утворюється водосховище, корисний об'єм якої недостатній для регулювання побутового стоку і ГЕС можуть бути корисно використані тільки незарегульовані витрати водотоку.

2.2. Залежність відміток верхнього б'єфу від часу

Залежність відміток верхнього б'єфу від часу ($\downarrow BB = f(T)$ рис.2.1) зображує постійний рівень верхнього б'єфу. Постійність рівня може бути забезпечено, якщо в багатоводні періоди водоскидні споруди гідровузла дозволяють скидати в нижній б'єф будь-які витрати, що перевищують витрати, використовувані турбінами ГЕС, а в маловодні періоди витрати турбін будуть дорівнювати витратам водотоку. Пунктирні лінії на графіку залежностей відміток верхнього б'єфу від часу ($\downarrow BB = f(T)$) показують тимчасове підвищення (форсування) рівня верхнього б'єфу при проходженні паводку, яке може відбуватися в тому випадку, якщо витрати водотоку виявляються більше витрат, визначених сумарною пропускною здатністю гідротурбін і водоскидів.

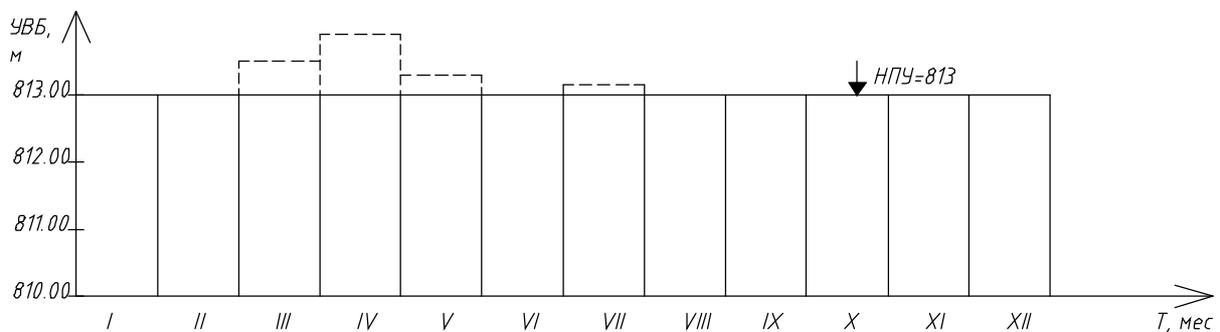


Рис. 2.1. Залежність відміток верхнього б'єфу від часу

2.3. Графік залежності відміток нижнього б'єфу від часу

Графік залежності відміток нижнього б'єфу від часу ($\downarrow NB = f(T)$) будують за допомогою графіка залежності рівня води в річці від побутових витрат (рис. 2.2.).

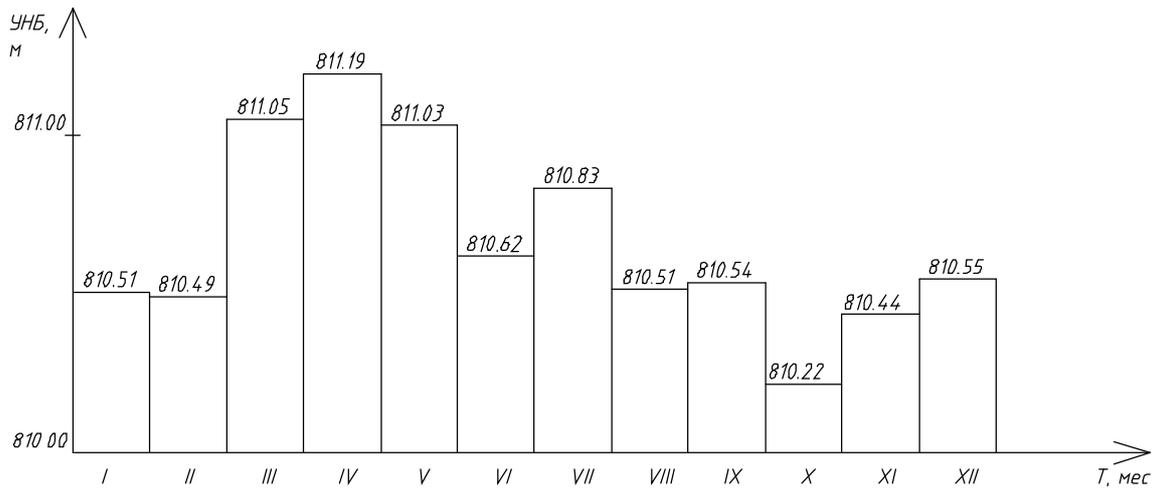


Рис. 2.2. Залежність відміток нижнього б'єфу від часу

2.4. Побудова графіка середніх статичних напорів

За відомими відмітками верхнього і нижнього б'єфів для кожного місяця підраховують середній статичний напір (рис. 2.3).

$$H_{cm} = 0,95 * H_{cp},$$

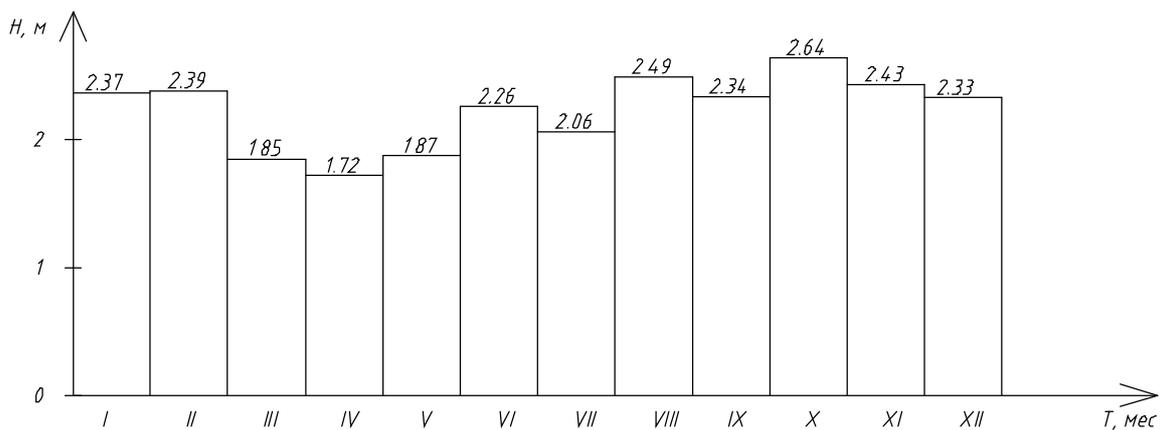


Рис. 2.3. Середні статичні напори ГЕС

2.5. Підрахунок середньодобової потужності

За відомою витратою та натиску підраховують середньодобову потужність (N), забезпечувану водотоком. Коефіцієнт корисної дії беруть за рекомендаціями заводів-виготовлювачів енергетичного устаткування і, з достатньою для попередніх розрахунків ступенем точності, приймають постійним. Внутрішньорічні зміни потужностей (N) показано на графіку (рис. 2.4).

$$N_{ГЕС} = 9,81 * Q_{cp} * H_i * \eta$$

Де:

$Q_{ср.}$ – середньорічні витрати;

H_i – середній статичний напір ГЕС для відповідного місяця;

$\eta=0,86$ - к.к.д. устаткування ГЕС.

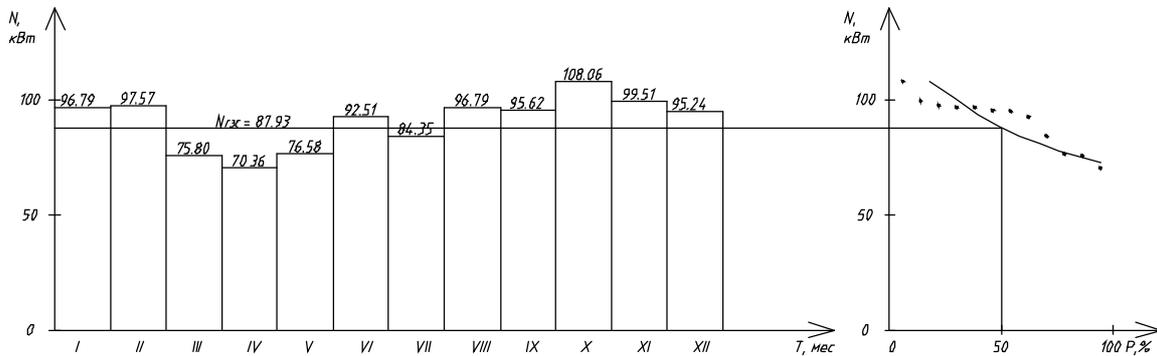


Рис. 2.4. Внутрішньорічні зміни потужностей ГЕС

2.6. Побудова графіка середньомісячних потужностей

Графік забезпеченості середньомісячних потужностей будується праворуч від графіка внутрішньорічної зміни потужностей, за значеннями потужностей, збудованих в порядку зменшення і забезпеченості (P).

Таблиця № 2.1

№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
N , кВт, Середньомісячні	96,79	97,57	75,80	70,36	76,58	92,51	84,35	96,79	95,62	108,06	99,51	95,24
N , кВт, в порядку зменшення	108,06	99,51	97,57	96,79	96,79	95,62	95,24	92,51	84,35	76,58	75,80	70,36
P , %	5,65	13,71	21,77	29,84	37,90	45,97	54,03	62,10	70,16	78,23	86,29	94,35

$$P = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} * 100\%$$

Де:

m – порядковий номер кожного члена ряду потужностей;

n – загальне число членів ряду (в даному випадку $n = 12$)

Таким чином, робоча потужність гідроелектростанції ($N_{ГЕС}$) може бути прийнята будь-якою в межах від мінімальної до максимальної середньодобової потужності, що забезпечується водотоком. Оптимальним зазвичай виявляється варіант, при якому $N_{max} > N_{ГЕС} > N_{min}$ (ця потужність на графіку $N=f(T)$ рис. 2.4. показана прямою горизонтальною лінією). У нашій роботі приймаємо $P=50\%$. По відомому напору зворотним порядком може бути визначений витрата ($Q_{ГЕС}$), що пропускається турбінами ГЕС. Пропускна здатність водоскидних споруд $Q_{сбр.} = Q_{max} - Q_{ГЕС}$.

3. Визначення місця ГЕС на графіку добового навантаження

3.1. Визначення витрат ГЕС

Витрата ГЕС визначається за формулою:

$$Q_{ГЕС} = \delta * Q_{cp} = 2,5 * 1,94 = 4,85 \text{ м}^3/\text{с}$$

Де:

Q_{cp} – середньорічні витрати;

$\delta = 2.5$ – коефіцієнт що залежить від величини розрахункової потужності ГЕС і умов роботи ГЕС;

3.2. Визначення середньої потужності ГЕС по водотоку

Середня потужність ГЕС визначається за формулою:

$$N_{cp} = 9,81 * Q_{cp} * H * \eta = 9,81 * 1,94 * 0,86 = 49.10 \text{ кВт}$$

Де:

Q_{cp} – середньорічні витрати;

H – напір ГЕС;

$\eta = 0,86$ - к.к.д. устаткування ГЕС.

3.3. Визначення середньодобового виробітку електроенергії

Середньодобовий виробіток електроенергії визначається за формулою:

$$\mathcal{E}_{cp} = 24 * N_{cp} = 24 * 49.10 = 1178.40 \text{ кВт*Г}$$

Де:

N_{cp} - середня потужність ГЕС;

24 – число годин у добі.

3.4. Визначення потужності ГЕС по водотоку

Потужність ГЕС визначається за формулою:

$$N_{ГЕС} = 9,81 * Q_{ГЕС} * H * \eta = 9.81 * 4.85 * 3 * 0.86 = 122.75 \text{ кВт}$$

Де:

$Q_{ГЕС}$ – витрати ГЕС;

H – напір ГЕС;

$\eta = 0,86$ - к.к.д. устаткування ГЕС.

3.5. Визначення максимального навантаження енергосистеми

Максимальне навантаження енергосистеми визначається за формулою:

$$P_{max} = 20 * N_{cp} = 20 * 49,10 = 982,00 \text{ кВт}$$

Де: N_{cp} - середня потужність ГЕС;

3.6. Побудова графіка добового навантаження енергосистеми

Для отримання навантажень енергосистеми по годинах доби, необхідно максимальне навантаження помножити на відповідний кожній годині коефіцієнт навантаження. Обчислення навантажень зводяться в таблицю 3.1.

Таблиця №3.1

Години	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Навантаження												
K_n	0,550	0,528	0,490	0,515	0,580	0,700	0,778	0,905	0,967	0,995	0,984	0,975
$P=P_{\max} * K_n$	540,10	518,50	481,18	505,73	569,56	687,40	764,00	888,71	949,59	977,09	966,29	957,45
Години	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Навантаження												
K_n	0,936	0,979	1,000	0,980	0,955	0,920	0,940	0,965	0,900	0,820	0,745	0,604
$P=P_{\max} * K_n$	919,15	961,38	982,00	962,36	937,81	903,44	923,08	947,63	883,80	805,24	731,59	593,13

Побудова графіка добового навантаження енергосистеми проводиться по таблиці 3.1 (додаток 4 рис.1)

Коефіцієнт добового навантаження енергосистеми приймається за додатком 2, таблиця 3, відповідно до останньої цифри номеру варіанту:

I – варіант – цифра непарна (1, 3, 5, 7, 9);

II – варіант – цифра парна (0, 2, 4, 6, 8).

3.7. Побудова аналізуючої кривої

Графік аналізуючої кривої будемо за графіком добового навантаження енергосистеми. Обидва графіка мають спільну вісь ординат. Графік добового навантаження енергосистеми розбиваємо на частини горизонтальними лініями. Перша нижня ділянка (базис ГДНЕ) обмежений знизу горизонтальною лінією, що проходить через нульову потужність, зверху - горизонтальною лінією, що проходить через P_{\min} . Кількість горизонтальних ліній, при розбитті графіка на частини рекомендується приймати 8-14 шт. Площа кожної частини графіка відповідає певній кількості енергії $\Delta \mathcal{E}_1, \Delta \mathcal{E}_2, \Delta \mathcal{E}_3, \dots$ (додаток 4 рис.1). Аналізуючу криву будемо по точкам. Для першої точки А ордината відповідає горизонтальній лінії, що проходить через P_{\min} . Абсцису знайдемо відкладаючи значення $\Delta \mathcal{E}_1$ від початку координат в прийнятому масштабі осі енергії. Для другої точки ордината відповідає верхній межі другої ділянки ГДНЕ. Абсцису знайдемо підсумовуванням $\Delta \mathcal{E}_1$ та $\Delta \mathcal{E}_2$. За цією методикою знаходимо місце розташування всіх точок аналізуючої кривої, включаючи останню точку Б. Для неї ордината дорівнює P_{\max} , а абсциса – площі всього графіка або сумі всіх значень $\Delta \mathcal{E}_i$.

3.8. Визначення місця ГЕС на графіку добового навантаження.

Місце ГЕС на графіку добового навантаження енергосистеми визначимо на аналізуючій кривій за допомогою величин середньодобового вироблення електроенергії - \mathcal{E}_{cp} і наближеного значення потужності ГЕС - $N_{ГЕС}$. З урахуванням масштабів осей координат аналізуючої кривої будемо допоміжний трикутник і накладаємо його на криву таким чином, щоб точки гіпотенузи лежали на аналізуючій кривій, а катети \mathcal{E}_{cp} и $N_{ГЕС}$ розташувалися відповідно горизонтально і вертикально (додаток 4 рис.1).

4. Добове регулювання роботи ГЕС

4.1. Для виконання розрахунків добового регулювання приймаємо наступні допущення:

- водосховище наповнене до НПУ до моменту часу, коли навантаження в смузі графіка навантаження, займаної ГЕС, досягає значення $N_{ГЕС}$ або більше його;
- рівні води в нижньому б'єфі миттєво досягають побутових відміток для розглянутих витрат, тобто миттєво приймають значення, що відповідають кривій зв'язку $Z_{НБ}=f(Q)$;
- при збільшенні завантаження понад $N_{ГЕС}$ починається сработка водосховища.

4.2. Розрахунок виконуємо для двох місяців, що мають мінімальний і максимальний побутові витрати. Відомими початковими величинами є: відмітка НПУ, навантаження, тобто величина робочої потужності ГЕС у розглянутий період часу. Невідомі витрата і натиск ГЕС.

4.3. Для визначення орієнтовного значення напору необхідно прийняти за основу мінімально допустимий рівень води в нижньому б'єфі ГЕС, який приймаємо за графіком витрат для найменшої середньомісячної витрати маловодного року.

Розрахунки проводимо в табличній формі.

Таблиця №4.1

Розрахунок добового регулювання для місяця з мінімальними витратами. $Q_{min}=0,45 \text{ м}^3/\text{с}$.											
Години доби	N_i , кВт	Попереднє значення				Уточнені значення				Зміна обсягу водосховища ΔW_i , м^3	Об'єм водосховища W_i , м^3
		$Z'_{вбі}$, м	$Z'_{нбі}$, м	H_i , м	Q_i , $\text{м}^3/\text{с}$	$Z'_{вбі}$, м	$Z'_{нбі}$, м	H'_i , м	Q'_i , $\text{м}^3/\text{с}$		
8	32.84	813.000	810.174	2.826	1.377	813.000	810.706	2.294	1.697	4488.97	30585431.03
9	93.72	813.000	810.706	2.293	4.844	813.000	811.009	1.990	5.581	18470.52	30566960.51
10	121.22	812.999	811.009	1.990	7.222	812.999	811.193	1.806	7.957	27024.87	30539935.63
11	110.42	812.998	811.193	1.804	7.253	812.998	811.196	1.802	7.263	24527.39	30515408.24
12	101.58	812.996	811.196	1.801	6.686	812.996	811.152	1.845	6.527	21877.83	30493530.41
13	63.28	812.995	811.152	1.844	4.068	812.995	810.949	2.046	3.666	11577.37	30481953.04
14	105.51	812.995	810.949	2.045	6.114	812.995	811.108	1.887	6.627	22236.32	30459716.72
15	122.75	812.994	811.108	1.886	7.714	812.994	811.231	1.762	8.256	28100.97	30431615.75
16	106.49	812.992	811.231	1.761	7.168	812.992	811.189	1.803	7.000	23578.31	30408037.44
17	81.94	812.991	811.189	1.802	5.389	812.991	811.051	1.940	5.007	16406.01	30391631.44
18	47.57	812.990	811.051	1.939	2.908	812.990	810.860	2.131	2.646	7906.26	30383725.17
19	67.21	812.990	810.860	2.130	3.739	812.990	810.924	2.066	3.856	12261.01	30371464.16
20	91.76	812.989	810.924	2.065	5.266	812.989	811.042	1.947	5.585	18486.12	30352978.05
21	27.93	812.988	811.042	1.946	1.701	812.988	810.831	2.157	1.535	3904.60	30349073.45
22	0.00	812.988	810.174	2.814	0.000	812.988	810.174	2.814	0.000	-1620.00	30350693.45
23	0.00	812.988	810.174	2.814	0.000	812.988	810.174	2.814	0.000	-1620.00	30352313.45
24	0.00	812.988	810.174	2.814	0.000	812.988	810.174	2.814	0.000	-1620.00	30353933.45
1	0.00	812.988	810.174	2.814	0.000	812.988	810.174	2.814	0.000	-1620.00	30355553.45
2	0.00	812.989	810.174	2.815	0.000	812.989	810.174	2.815	0.000	-1620.00	30357173.45
3	0.00	812.989	810.174	2.815	0.000	812.989	810.174	2.815	0.000	-1620.00	30358793.45
4	0.00	812.989	810.174	2.815	0.000	812.989	810.174	2.815	0.000	-1620.00	30360413.45
5	0.00	812.989	810.174	2.815	0.000	812.989	810.174	2.815	0.000	-1620.00	30362033.45
6	0.00	812.989	810.174	2.815	0.000	812.989	810.174	2.815	0.000	-1620.00	30363653.45
7	0.00	812.989	810.174	2.815	0.000	812.989	810.174	2.815	0.000	-1620.00	30365273.45

Де

t – години доби – час доби по годинах;

N_i – потужність ГЕС розрахункової години;

Q_i – витрати ГЕС розрахункової години;

$$Q_i = \frac{N_i}{9.81 * \eta * H_i}; Q'_i = \frac{N_i}{9.81 * \eta * H'_i}$$

$\eta = 0.86$ - к.к.д. устаткування ГЕС;

$Z_{ВВі}$ – відмітка у верхньому б'єфі розрахункової години. Для першого розрахункової години приймається рівною позначці нормального підпертого рівня. Для наступних розрахункових годин, як для попередніх, так і для уточнених значень, відмітка рівня верхнього б'єфу визначається по кривій об'ємів виходячи з об'єму води у водосховищі в кінці попереднього часу;

$Z_{НБі}$ – відмітка в нижньому б'єфі розрахункової години. У попередніх значеннях, для першої розрахункової години приймається рівною позначці що відповідає мінімальній витраті маловодного року, для наступних годин приймається рівним уточненого значення попередньої години. Для уточнених значень відмітка нижнього б'єфу визначається по кривій витрат виходячи з витрати розрахункової години попередніх значень;

H_i – напір ГЕС розрахункової години;

$$H_i = Z_{ВВі} - Z_{НБі}; H'_i = Z_{ВВі}' - Z_{НБі}'$$

W_i – об'єм води у водосховищі в кінці розрахункової години;

$$W_i = W_{i-1} - \Delta W_i$$

ΔW_i – зміна обсягу води у водосховищі протягом розрахункової години;

$$\Delta W_i = (Q'_i - Q_{min}) * T$$

W_{i-1} – об'єм води у водосховищі в кінці попередньої розрахункової години, для першої розрахункової години $W_{i-1} = W_{полн.}$;

Q_{min} – витрата для розрахункового місяця з найменшою середньомісячною витратою;

$T = 3600$ сек. – кількість секунд в годині.

Розрахунок починається з першої години роботи ГЕС.

Таблиця №4.2

Розрахунок добового регулювання для місяця з максимальною витратою. $Q_{max}=5,06 \text{ м}^3/\text{с}$.											
Години доби	N_i , кВт	Попередні значення				Уточнені значення				Зміна обсягу водосховища ΔW_i , м^3	Об'єм водосховища W_i , м^3
		$Z_{\text{ВБі}}$, м	$Z_{\text{НБі}}$, м	H_i , м	Q_i , $\text{м}^3/\text{с}$	$Z'_{\text{ВБі}}$, м	$Z'_{\text{НБі}}$, м	H'_i , м	Q'_i , $\text{м}^3/\text{с}$		
22	0.00	812.988	810.174	2.814	0.000	813.000	810.706	2.294	1.697	4488.97	30585431.03
23	0.00	812.989	810.174	2.815	0.000	813.000	811.009	1.990	5.581	18470.52	30566960.51
24	0.00	812.990	810.174	2.816	0.000	812.999	811.193	1.806	7.957	27024.87	30539935.63
1	0.00	812.991	810.174	2.817	0.000	812.998	811.196	1.802	7.263	24527.39	30515408.24
2	0.00	812.992	810.174	2.818	0.000	812.996	811.152	1.845	6.527	21877.83	30493530.41
3	0.00	812.993	810.174	2.819	0.000	812.995	810.949	2.046	3.666	11577.37	30481953.04
4	0.00	812.994	810.174	2.820	0.000	812.995	811.108	1.887	6.627	22236.32	30459716.72
5	0.00	812.994	810.174	2.820	0.000	812.994	811.231	1.762	8.256	28100.97	30431615.75
6	0.00	812.995	810.174	2.821	0.000	812.992	811.189	1.803	7.000	23578.31	30408037.44
7	0.00	812.996	810.174	2.822	0.000	812.991	811.051	1.940	5.007	16406.01	30391631.44
8	32.84	812.997	810.174	2.823	1.379	812.990	810.860	2.131	2.646	7906.26	30383725.17
9	93.72	812.998	810.533	2.465	4.507	812.990	810.924	2.066	3.856	12261.01	30371464.16
10	121.22	812.998	810.948	2.049	7.011	812.989	811.042	1.947	5.585	18486.12	30352978.05
11	110.42	812.997	811.142	1.855	7.055	812.988	810.831	2.157	1.535	3904.60	30349073.45
12	101.58	812.997	811.145	1.851	6.503	812.988	810.174	2.814	0.000	-1620.00	30350693.45
13	63.28	812.997	811.103	1.894	3.960	812.988	810.174	2.814	0.000	-1620.00	30352313.45
14	105.51	812.997	810.906	2.091	5.982	812.988	810.174	2.814	0.000	-1620.00	30353933.45
15	122.75	812.997	811.063	1.934	7.523	812.988	810.174	2.814	0.000	-1620.00	30355553.45
16	106.49	812.996	811.182	1.814	6.956	812.989	810.174	2.815	0.000	-1620.00	30357173.45
17	81.94	812.996	811.138	1.858	5.227	812.989	810.174	2.815	0.000	-1620.00	30358793.45
18	47.57	812.996	811.004	1.992	2.831	812.989	810.174	2.815	0.000	-1620.00	30360413.45
19	67.21	812.996	810.819	2.177	3.659	812.989	810.174	2.815	0.000	-1620.00	30362033.45
20	91.76	812.996	810.883	2.114	5.146	812.989	810.174	2.815	0.000	-1620.00	30363653.45
21	27.93	812.996	810.998	1.999	1.656	812.989	810.174	2.815	0.000	-1620.00	30365273.45

Де

години доби – час доби по годинах, ;

N_i – потужність ГЕС розрахункової години;

Q_i – витрати ГЕС розрахункової години;

$$Q_i = \frac{N_i}{9.81 * \eta * H_i} \quad Q'_i = \frac{N_i}{9.81 * \eta * H'_i}$$

$\eta = 0.86$ - к.к.д. устаткування ГЕС;

Z_{BBi} – відмітка у верхньому б'єфі розрахункової години. Для першої розрахункової години в першому наближенні приймається рівною мінімальній позначці верхнього б'єфу з розрахунку, проведеного для місяця з мінімальною середньомісячною витратою. Для наступних розрахункових годин, як для попередніх, так і для уточнених значень, відмітка верхнього б'єфу визначається по кривій об'ємів виходячи з об'єму води у водосховищі в кінці попередньої години;

Z_{HBi} – відмітка в нижньому б'єфі розрахункової години. У попередніх значеннях, для першої розрахункової години приймається рівною позначці що відповідає мінімальній витраті маловодного року, для наступних годин приймається рівним уточненим значенням попередньої години. Для уточнених значень відмітка нижнього б'єфу визначається по кривій витрат, виходячи з витрати розрахункової години;

H_i – напір ГЕС розрахункової години;

$$H_i = Z_{BBi} - Z_{HBi}; \quad H'_i = Z_{BBi}' - Z_{HBi}'$$

ΔW_i – зміна обсягу води у водосховищі протягом розрахункової години;

$$\Delta W_i = (Q_{max} - Q'_i) * T$$

Q_{max} – витрати розрахункового місяця з найбільшими середньомісячними витратами;

$T = 3600$ сек. – кількість секунд в годині.

W_i – об'єм води у водосховищі в кінці розрахункової години.

$$W_i = W_{i-1} - \Delta W_i.$$

Для першої розрахункової години W_{i-1} відповідає позначці рівня верхнього б'єфу попереднього значення.

Розрахунок починається з першої години зупинки ГЕС. Якщо в кінці розрахунку відмітка у верхньому б'єфі водосховища менше або більше $НПУ$ більш ніж на $0.01m$, то розрахунок необхідно повторити, підвищивши, або знизивши позначку верхнього б'єфу на початку розрахунку на величину рівну різниці відміток $НПУ$ і отриманої позначки в кінці розрахунку.

5. Підсумкові характеристики ГЕС

1. Середньорічна витрата	Q_{cp} , м ³ /с;
2. Напір ГЕС:	H , м;
3. Повний об'єм водосховища:	$W_{полн}$, м ³ ;
4. Середній об'єм водосховища:	W_{cp} , м ³ ;
5. Витрата ГЕС	$Q_{ГЕС}$, м ³ /с;
6. Середня потужність ГЕС по водотоку:	N_{cp} , кВт;
7. Середньодобовий виробіток електроенергії	\mathcal{E}_{cp} , кВт-ч
8. Потужність ГЕС:	$N_{ГЕС}$, кВт;
9. Максимальне навантаження енергосистеми	P_{max} , кВт;
10. Відмітки води у водосховищі:	$\nabla_{НПУ}$, м. $\nabla_{Дна}$, м.
11. Відмітки води в нижньому б'єфі:	
мінімальна	$\nabla_{НБ_{мин}}$, м.
максимальна	$\nabla_{НБ_{макс}}$, м.
12. Вид регулювання - добове.	

6. Вибір типу турбін ГЕС

6.1. Підбір кількості агрегатів здійснюється за формулою:

$$N_T = \frac{N_{ГЕС}}{m * \eta}$$

Де:

$N_{ГЕС}$ – потужність ГЕС;

m – кількість агрегатів ГЕС, $m=(1 \div \infty) * 2$;

η – коефіцієнт корисної дії гідрогенератора, $\eta=0.95$.

За отриманим значенням потужності турбіни (N_T) і напору (H) підбираємо тип гідроагрегату за допомогою області застосування турбін (додаток 3, рис.1; 2). Підбравши турбіну, робимо креслення турбіни й приміщення машинного залу згідно розмірам (додаток 4, рис.1; 2).

Додаток 1.

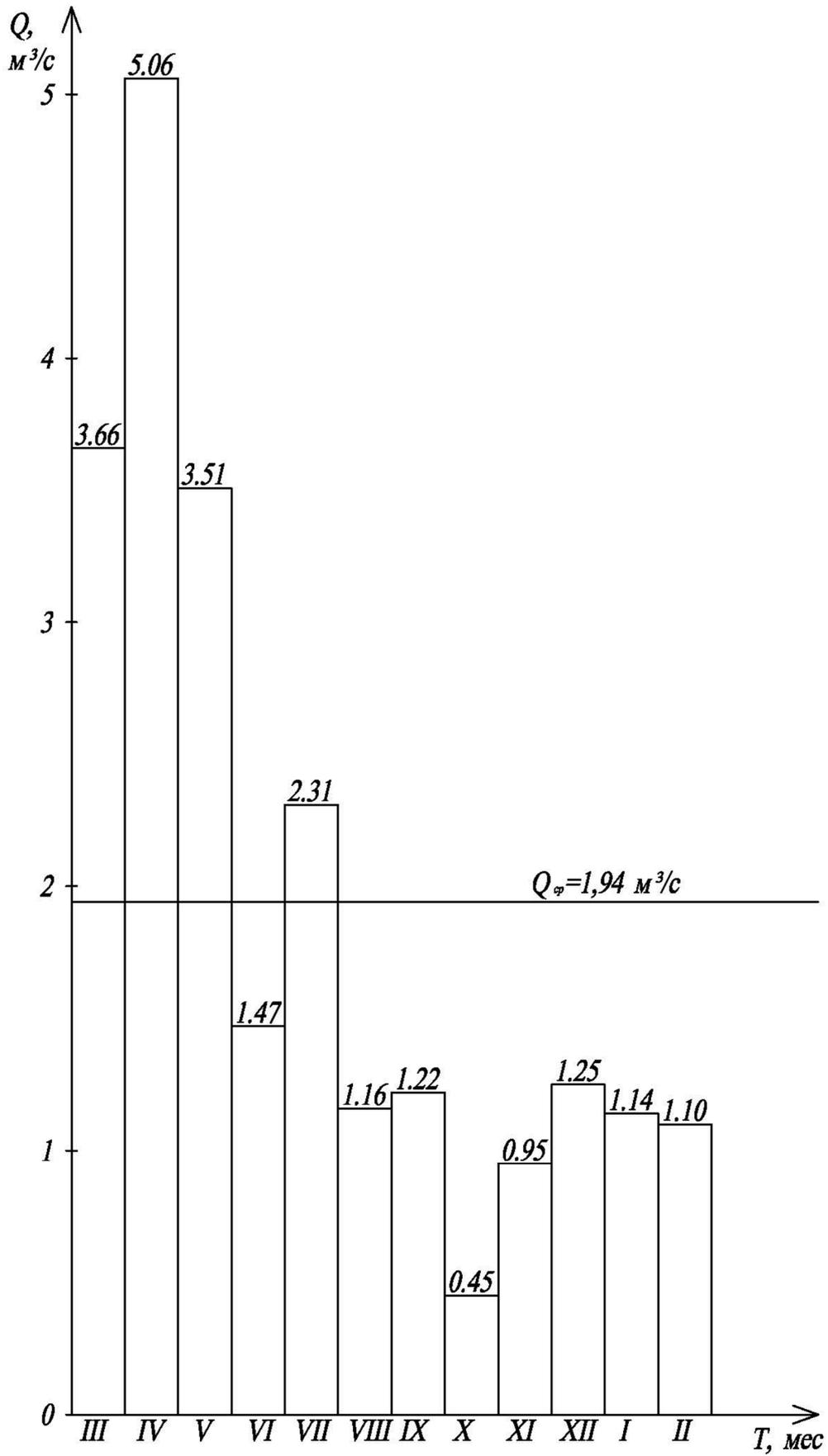


Рис. 1. Гідрограф маловодного року

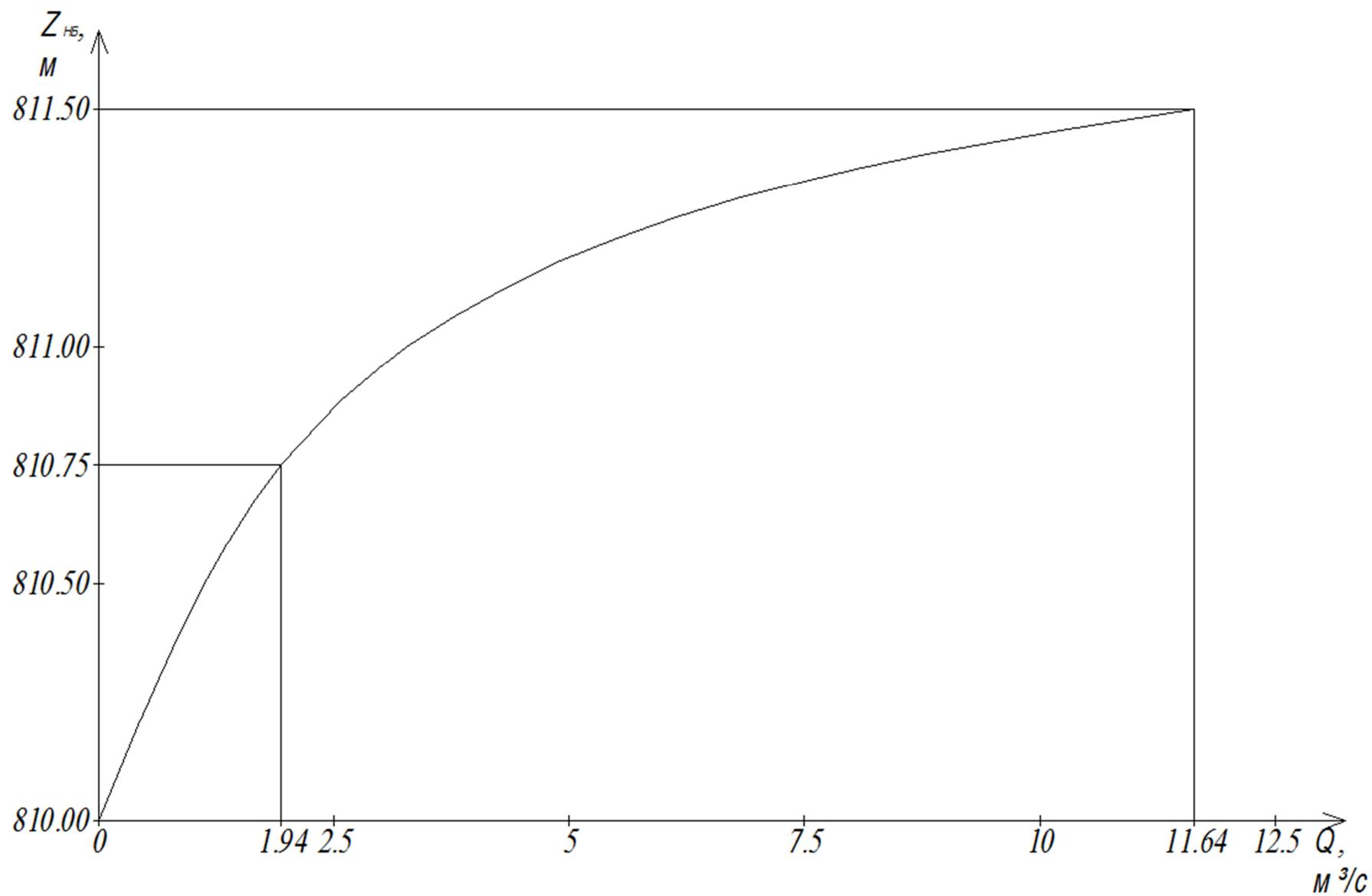


Рис. 2. Крива витрат

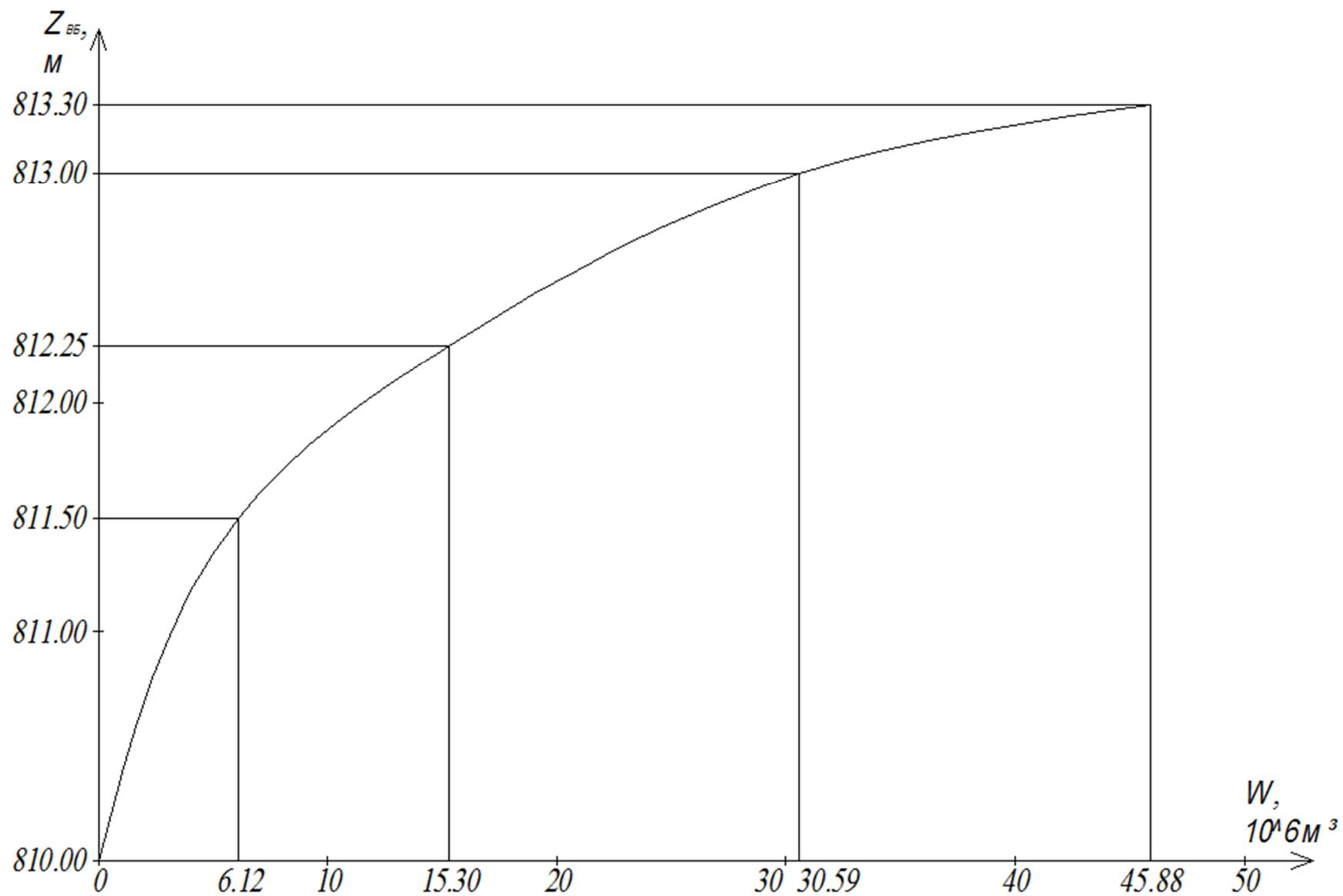


Рис. 3. Крива об'ємів

ВИТРАТИ ЗА РІК РОЗРАХУНКОВОЇ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ м ³ /с												
№	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
0	14,200	8,780	3,020	2,670	2,860	2,670	2,740	3,000	3,060	3,380	2,730	3,430
1	5,060	5,630	3,330	1,790	1,230	1,850	1,850	2,150	4,790	7,910	2,500	2,260
2	4,670	12,600	6,710	2,510	2,460	3,480	1,950	3,680	6,940	5,370	2,600	2,490
3	4,930	4,600	1,570	3,630	2,350	1,380	3,770	2,580	3,060	6,960	3,310	2,490
4	13,200	6,490	2,810	3,170	1,860	1,710	2,300	2,630	4,600	2,960	3,150	4,960
5	2,210	0,910	0,940	1,480	1,450	0,920	1,570	1,160	0,910	0,400	0,370	0,390
6	2,150	2,710	3,180	3,440	3,480	2,930	2,730	3,320	3,050	3,400	0,740	0,720
7	19,900	2,920	2,740	2,670	2,150	1,480	1,380	1,280	1,690	1,430	1,060	1,220
8	4,430	2,920	2,720	1,990	0,990	0,630	1,810	1,600	2,820	2,040	3,100	4,750
9	10,100	6,070	1,460	1,040	0,590	0,660	0,860	1,220	1,020	1,410	0,220	0,340
10	1,890	1,020	1,110	0,630	0,310	0,270	1,170	0,810	0,830	0,560	1,240	1,850
11	2,020	1,140	1,310	2,200	2,160	1,050	0,760	1,220	1,240	1,160	2,300	1,870
12	13,400	21,200	6,220	3,640	0,800	0,870	0,720	1,770	1,950	0,850	0,120	0,082
13	5,950	3,020	0,590	0,480	0,420	0,430	0,720	0,810	0,730	0,360	0,300	0,430
14	31,000	2,420	1,940	0,930	0,640	0,500	0,460	0,880	1,590	0,960	0,570	2,010
15	15,700	9,150	5,020	1,680	1,010	0,860	1,150	1,500	2,020	1,630	2,590	2,570
16	0,960	24,000	8,730	2,080	0,770	0,520	0,920	1,040	1,030	1,050	0,770	0,560
17	3,230	9,240	4,490	2,320	1,640	1,360	1,130	1,670	1,470	1,050	0,950	0,930
18	25,500	2,630	2,180	1,030	1,220	4,210	3,400	2,060	2,520	2,760	0,850	1,790
19	5,740	14,900	9,220	3,270	4,100	1,440	0,850	1,440	2,840	4,420	1,760	2,650
20	5,320	1,420	1,100	0,650	0,180	0,074	0,092	0,150	0,290	0,700	0,350	4,140
21	8,420	2,230	1,010	1,270	3,640	1,300	0,280	0,350	0,530	0,510	1,500	4,110
22	1,880	2,920	0,560	0,430	2,580	0,230	0,270	0,770	0,610	1,890	0,840	0,820
23	3,980	8,660	3,010	1,540	0,470	0,380	0,180	0,100	0,550	0,440	2,710	1,730
24	1,860	9,510	4,730	0,260	0,140	0,400	0,130	0,290	0,240	0,640	2,290	1,170
25	9,670	3,630	1,730	9,900	2,440	0,240	0,510	2,070	3,910	3,150	3,150	1,810
26	36,000	10,500	1,300	0,970	0,840	0,810	0,870	0,880	0,670	1,000	0,970	0,830
27	1,100	10,800	4,600	1,500	1,100	0,700	0,470	0,340	0,490	0,540	0,900	1,060
28	4,430	9,980	5,900	5,140	0,710	0,830	1,110	1,370	1,490	1,070	1,990	3,330
29	3,510	1,470	2,310	1,160	1,220	0,450	0,950	1,250	1,140	1,100	3,660	5,060

Таблиця 2

Напори ГЕС	
Остання цифра номера варіанту	H (м)
0	3.0
1	3.5
2	4.0
3	4.5
4	5.0
5	5.5
6	6.0
7	7.0
8	8.0
9	8.5

Таблиця 3

Навантаження в частках від P _{max}		
Години доби	1 варіант	2 варіант
1	0.474	0.550
2	0.430	0.528
3	0.445	0.490
4	0.480	0.515
5	0.517	0.580
6	0.630	0.700
7	0.794	0.778
8	0.857	0.905
9	0.925	0.967
10	0.970	0.995
11	0.990	0.984
12	0.917	0.975
13	0.895	0.936
14	0.930	0.979
15	0.960	1.000
16	0.955	0.980
17	0.978	0.955
18	0.981	0.920
19	1.000	0.940
20	0.973	0.965
21	0.920	0.900
22	0.874	0.820
23	0.736	0.745
24	0.512	0.604

Додаток 3. Основні розміри турбін.

Таблиця 1

Марка турбіни Ф300	А	Б	Г	Е	Ж	З	Имин	К	М	О	П	Р	Т
ГО-35	2085	1850	1760	800	720	570	850	500	1850	660	1100	1400	900
ГО-42	2320	2000	1920	900	810	645	950	530	2000	760	1120	1500	1000
ГО-50	2575	2150	2100	1000	950	740	1050	625	2150	860	1220	1600	1050
ГО-59	2930	2300	2380	1150	1080	880	1150	675	2300	990	1270	1900	1250
ГО-71	3315	2550	2640	1300	1260	1000	1250	805	2550	1150	1320	2200	1400
ГО-84	3750	2800	2950	1450	1450	1140	1400	935	2800	1310	1370	2200	1560

Перевищення підлоги машинного залу над підлогою шківного приміщення С рекомендується в межах 2.5 - 3.5 м. Розміри відсмоктуючих труб ДЗ, Д4 і Л наведені в табл.3. Розміри Вг і Дт приймаються за розрахунком передачі.

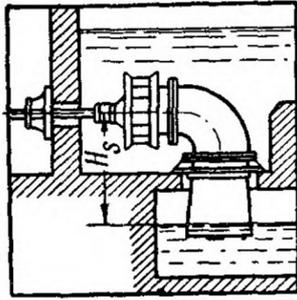
Таблиця 2

Марка турбіни Ф300	А	Б	В	Г	Дсв	Дн	Дб	Д1	Д2	К	Ж	Е	И
ГФ-35	3500	1600	650	220	600	755	705	1155	785	225	570	800	660
ГФ-42	3700	1700	760	220	800	975	920	1320	890	215	645	900	760
ГФ-50	4000	2000	860	220	1000	1175	1120	1560	1000	255	740	1000	860
ГФ-59	4800	2500	1000	260	1000	1175	1120	1775	1140	225	880	1150	990
ГФ-71	5400	3000	1120	260	1200	1390	1320	2090	1310	290	1000	1300	1150
ГФ-84	6000	3300	1250	260	1600	1790	1730	2400	1480	350	1140	1450	1310

Размеры отсасывающих труб ДЗ, Д4 и Л приведены в табл. 3.

Таблиця 3

Турбіни	Вхідний діаметр труби ДЗ (в мм)	Найбільша довжина конусної частини (в мм)	Загальна довжина труби Л в (м)					
			1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
			Вихідний діаметр труби Д4 (в мм)					
Ф300-ГО-35, Ф300-ГФ-35	510	2,0	-	965	965	965	965	965
Ф300-ГО-42, Ф300-ГФ-42	605	2,0	945	1060	1060	1060	1060	1060
Ф300-ГО-50, Ф300-ГФ-50	720	2,0	1065	1175	1175	1175	1175	1175
Ф300-ГО-59, Ф300-ГФ-39	850	2,5	1190	1305	1420	1420	1420	-
Ф300-ГО-71, Ф300-ГФ-71	1010	3,0	1350	1465	1580	1695	1695	-
Ф300-ГО-84, Ф300-ГФ-84	1170	2,5	1510	1625	1740	1740	1740	-



У данной турбины при указанных на графике напорах высота отсасывания не лимитируется кавитационными условиями и выбирается из соображений удобства расположения турбины

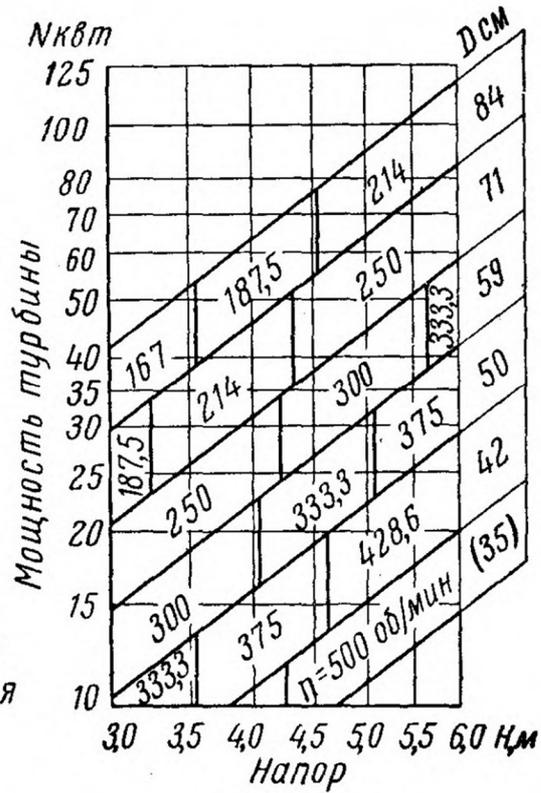
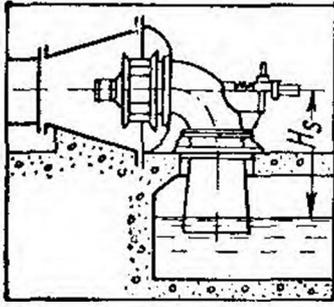


Рис. 1. Область застосування турбіни Ф300-ГО



Здесь

$$H_s = h_s - \frac{\nabla}{900} - \frac{D}{2} \text{ (в м)}$$

h_s - берется по
 графику h_s
 ∇ - отметка турбины
 над уровнем моря

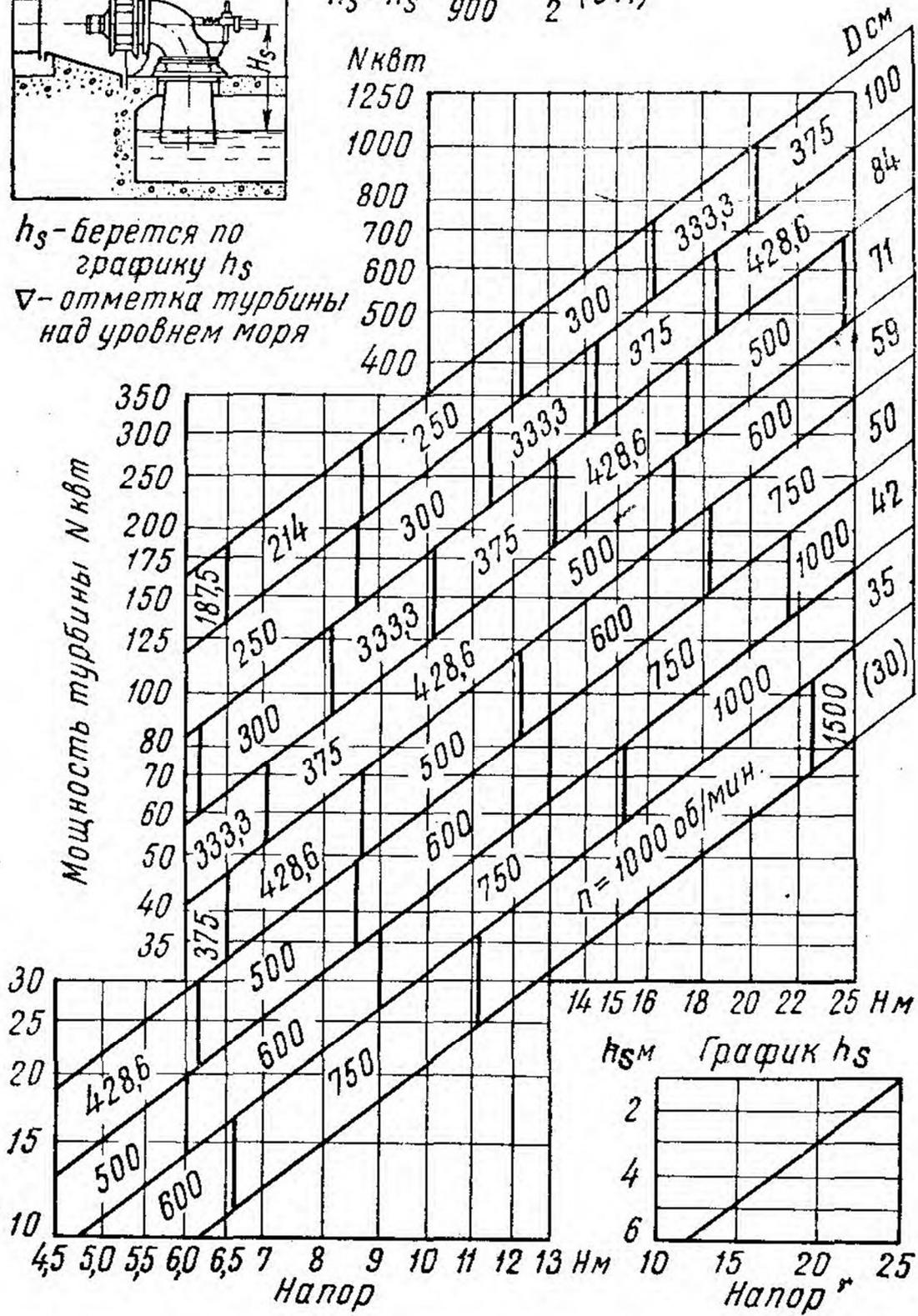


Рис. 2. Область застосування турбіни Ф300-ГФ

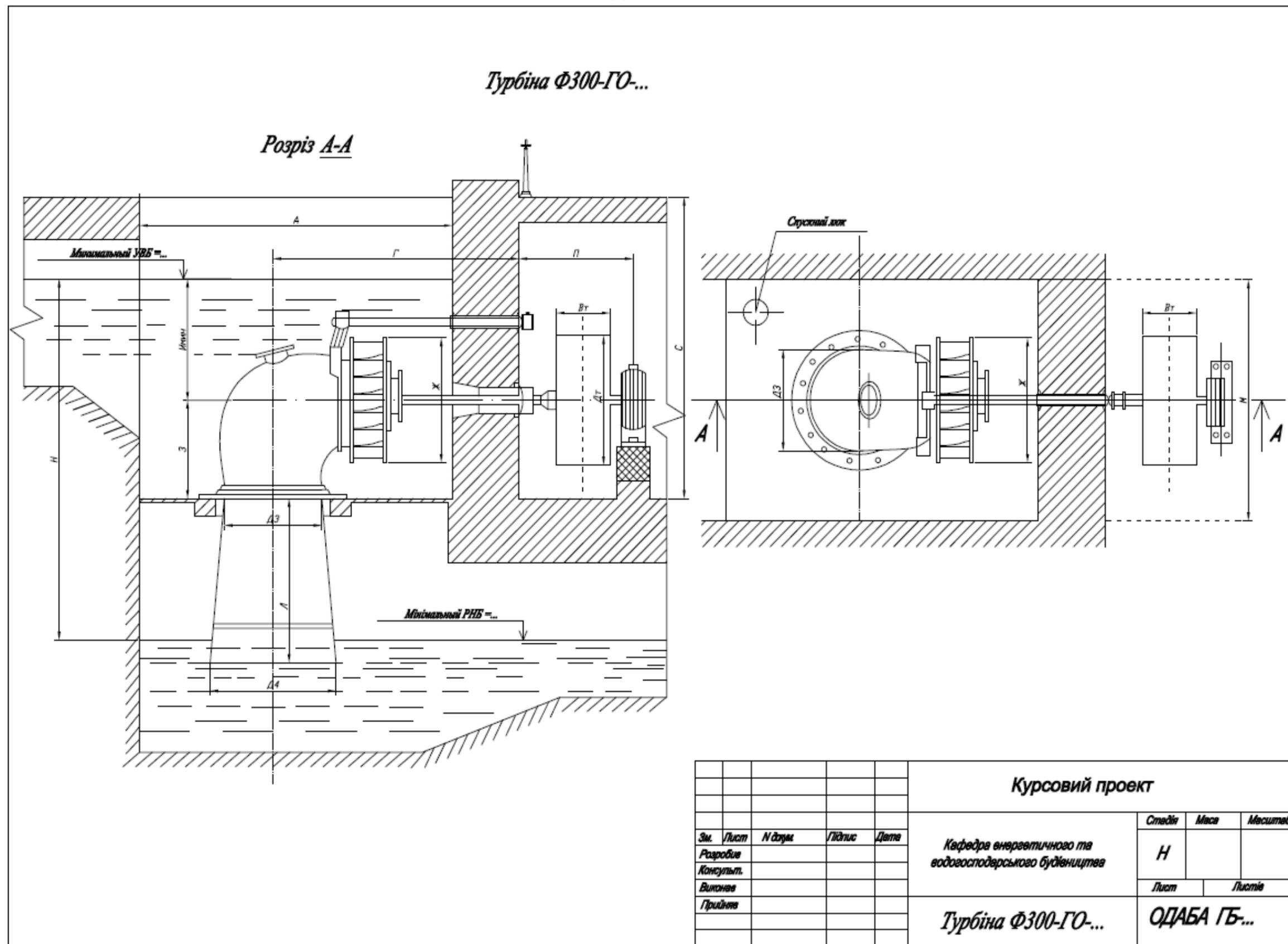
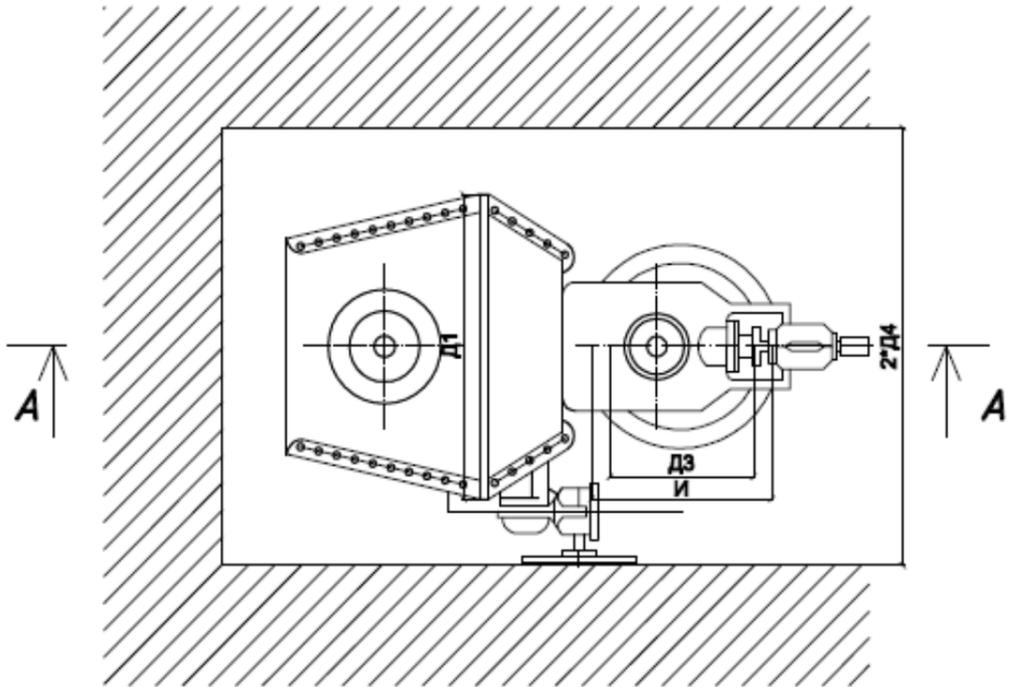
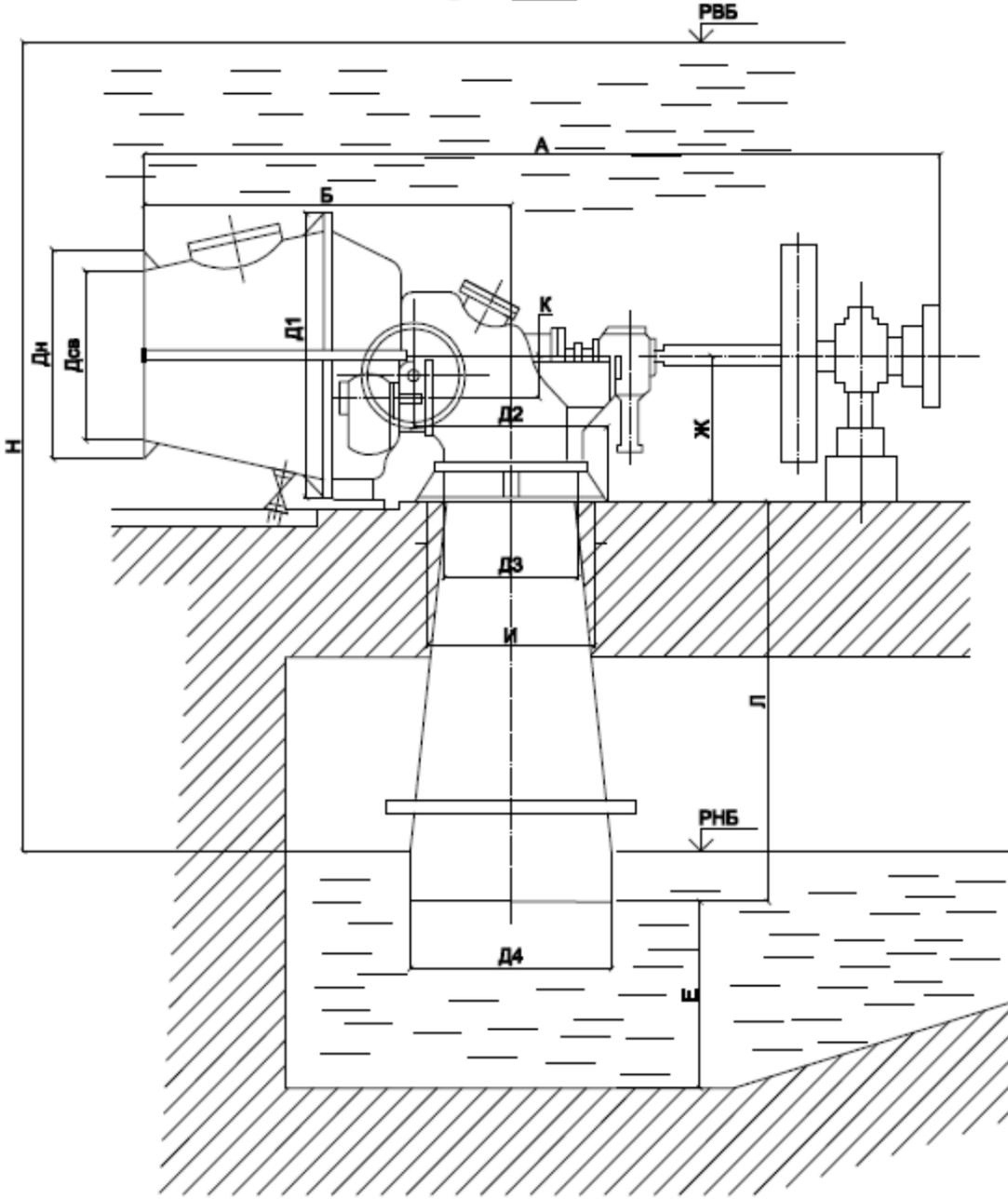


Рис.1. Креслення турбіни Ф300-ГО.

Турбіна Ф300-ГФ-84

Розріз А-А



					Курсовий проект			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ТА ВОДОГОСПОДАРСЬКОГО БУДІВНИЦТВА	Стедів	Маса	Масштаб
Розроб.						Н		
Консульт.						Лист	Листів	
Виконав								
Прійняв					Турбіна Ф300-ГФ-...		ОДАБА ГБ-...	

Рис.2. Креслення турбіни Ф300-ГФ.

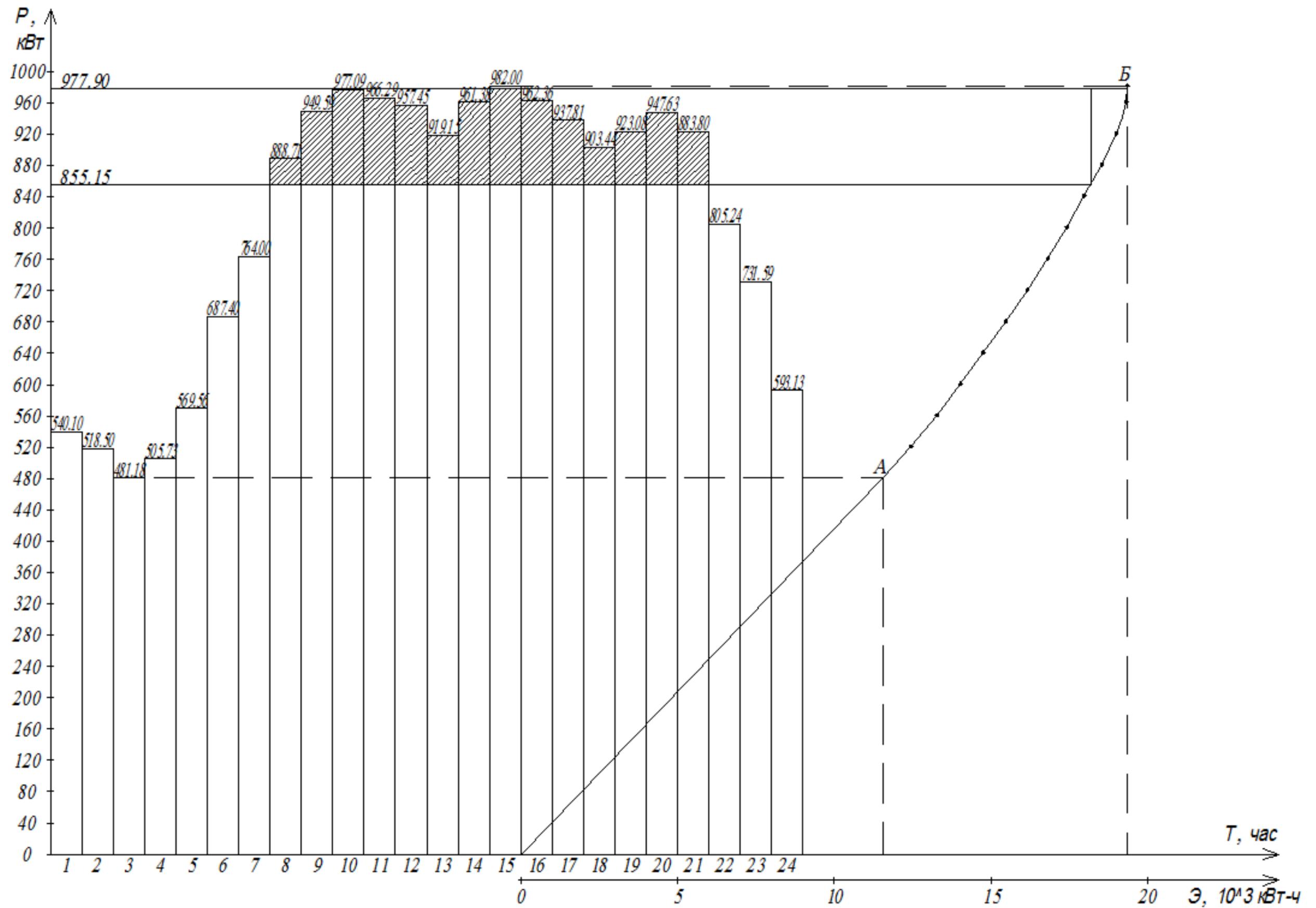


Рис.3. Графік добового навантаження та аналізуюча крива