

## Практичне заняття 1

### ТЕМА ЗАНЯТЬ: Аналіз гідравлічних характеристики елементів систем подачі і розподілу води та їх дослідження

**Мета заняття:** набуття навичок аналізувати робочі параметри насосного обладнання, відхилення апроксимації розрахункових параметрів від фактичної характеристики за абсолютною величиною та у відсотках.

**Задача №1.** Напірно-витратна характеристика відцентрового насосу описується даними  $Q_1-H_1, Q_2-H_2, Q_3-H_3, Q_4-H_4, Q_5-H_5, Q_6-H_6$ , числові значення яких наведено в додатку А. Описати характеристику аналітично тричленом. Оцінити відхилення апроксимації від реальної характеристики за абсолютною величиною і в відсотках і зробити висновок про доцільність такої апроксимації.

#### Розв'язування типової задачі

Вихідні дані наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані до задачі №1

Напір, м	72	70	67	65	60	57
Подача, л/с	110	125	133	139	156	167

За умовою задачі рівняння, яке описує характеристику насоса, має загальний вигляд:

$$H = a_0 + a_1Q + a_2Q^2.$$

Для того, щоб користуватися цим рівнянням, необхідно за умовами задачі визначити величину коефіцієнтів  $a_0, a_1$  і  $a_2$ . З цією метою треба скласти систему із трьох рівнянь за даними таблиці і розв'язати їх любим відомим студенту методом відносно невідомих коефіцієнтів.

При складанні рівнянь рекомендується величини напорів і витрат взяти на крайніх межах і в середині таблиці. Тоді система рівнянь може мати такий вигляд:

$$\begin{cases} 72 = a_0 + a_1 \times 110 + a_2 \times 110^2 \\ 67 = a_0 + a_1 \times 133 + a_2 \times 133^2 \\ 57 = a_0 + a_1 \times 167 + a_2 \times 167^2 \end{cases}$$

або

$$\begin{cases} 72 = a_0 + a_1 \times 110 + a_2 \times 12100 \\ 67 = a_0 + a_1 \times 133 + a_2 \times 17689 \\ 57 = a_0 + a_1 \times 167 + a_2 \times 27889 \end{cases}$$

Якщо від першого рівняння відняти друге, отримаємо:

$$5 = -23 a_1 - 5589 a_2 .$$

Виразимо з цього рівняння коефіцієнт  $a_1$  через коефіцієнт  $a_2$  і результат підставимо в третє рівняння. Тоді одержимо:

$$a_1 = - \frac{5+5589a_2}{23} = - 0,217 - 243 a_2 .$$

$$57 = a_0 + 167 (-0,217 - 243a_2) + 27889 a_2 ,$$

$$57 = a_0 - 36,24 - 40581a_2 + 27889 a_2 ,$$

$$93,24 = a_0 - 12692a_2, \quad a_0 = 93,24 + 12692a_2.$$

Підставимо величини  $a_1$  і  $a_2$  в перше рівняння:

$$72 = 93,24 + 12692 a_2 + 110 (-0,217 - 243a_2) + 12100 a_2$$

Розв'язуючи це рівняння, отримаємо

$$0 = 21,24 + 12692 a_2 - 23,87 - 26730a_2 + 12100 a_2 ,$$

$$0 = - 2,63 - 1938 a_2, \quad a_2 = -0,00136.$$

Підставимо  $a_2$  в вираз для  $a_1$ . Одержимо

$$a_1 = -0,217 + 243 \times 0,00136 = 0,11 .$$

Визначимо величину коефіцієнта  $a_0$

$$A_0 = 93,24 - 12692 \times 0,00136 = 93,24 - 17,26 = 75,98 .$$

Тоді аналітичний вираз для характеристики буде:

$$H = 75,98 + 0,11 Q - 0,00136 Q^2 .$$

Для оцінки відхилення апроксимації від реальної характеристики визначимо напір насоса в наведених точках характеристики, користуючись отриманим рівнянням. Тоді:

при  $H_1=72\text{м}$

$$H_{1p} = 75,98 + 0,11 \times 110 - 0,00136 \times 110^2 = 75,98 + 12,1 - 16,46 = 71,62$$

м;

( $H_{1p}$  - напір, який визначено за отриманою формулою);

при  $H=70\text{м}$

$$H_{2p} = 75,98 + 0,11 \times 125 - 0,00136 \times 125^2 = 75,98 + 13,75 - 21,25 = 68,48$$

м;

при  $H=67$ м

$$H_{3p} = 75,98 + 0,11 \times 133 - 0,00136 \times 133^2 = 75,98 + 14,63 - 24,06 = 66,55$$

м;

при  $H=65$ м

$$H_{4p} = 75,98 + 0,11 \times 139 - 0,00136 \times 139^2 = 75,98 + 15,29 - 26,28 = 64,99$$

м;

при  $H=60$ м

$$H_{5p} = 75,98 + 0,11 \times 156 - 0,00136 \times 156^2 = 75,98 + 17,16 - 33,1 = 60,04$$

м;

при  $H=57$ м

$$H_{6p} = 75,98 + 0,11 \times 167 - 0,00136 \times 167^2 = 75,98 + 18,37 - 37,93 = 56,42$$

м .

Співставлення реальних і розрахункових точок доцільно звести в таблицю 2.

Таблиця 2 – Оцінка відхилення фактичних і розрахункових напорів

Напір реальний, м	72	70	67	65	60	57
Напір розрахунковий, м	71,62	68,48	66,55	64,99	60,04	56,42
Абсолютне відхилення, м	0,38	1,52	0,45	0,01	-0,04	0,58
Відносне відхилення, %	0,5	2,17	0,67	0,02	-0,07	1,02

З останньої таблиці видно, що апроксимація у вигляді тричлена дає достатню точність.

**Задача №2.** Для умов попередньої задачі описати характеристику аналітично двочленом, якщо в якості розрахункових витрат і напорів приймати різні пари напорів:

*I варіант* – крайні значення (тобто  $H_1=72$ м і  $H_2=57$ м);

*II варіант* – один з крайніх значень напорів і один з середніх ( $H_1=72$ м і  $H_2=57$ м);

*III варіант* – два середніх значення ( $H_1=70$ м і  $H_2=60$ м);

*IV варіант* – середні коефіцієнти по трьох попередніх варіантах.

Для кожного варіанту знайти абсолютні і відносні відхилення для всіх точок характеристики, які даються в вихідних даних. Вибрати оптимальний варіант для апроксимації характеристики двочленом.

Розв'язування типової задачі

Загальний вигляд рівняння напірно-витратної характеристики при описанні її двочленом має вигляд:

$$H = a_0 + a_1 Q^2 .$$

Відповідно до умови задачі необхідно для кожного з чотирьох варіантів визначити величини коефіцієнтів  $a_0$  і  $a_1$ , написати відповідні рівняння, співставити величини напорів, які обчислені за цими рівняннями в характерних точках, з відповідними напорами вихідної напірно-витратної характеристики і визначити абсолютні і відносні відхилення. Після цього співставити між собою отримані для кожного варіанту відносні відхилення і зробити висновок відносно доцільності вибору розрахункових точок на характеристиці Q-H насосів.

*I варіант.* Система рівнянь буде мати вигляд

$$\begin{cases} 72 = a_0 + a_1 \times 110^2 \\ 57 = a_0 + a_1 \times 167^2 \end{cases} ,$$

або

$$\begin{cases} 72 = a_0 + a_1 \times 12100, \\ 57 = a_0 + a_1 \times 27889. \end{cases}$$

Віднімемо від першого рівняння друге. Отримаємо

$$15 = (12100 - 27889) a_1 ,$$

$$15 = - 15789 a_1 , \quad a_1 = - 0,00095.$$

Підставимо в перше рівняння величину  $a_1$  і знайдемо  $a_0$  .

$$72 = a_0 - 0,00095 \times 12100,$$

$$a_0 = 72 + 11,5 = 83,5.$$

Для першого варіанту рівняння буде мати такий вигляд:

$$H = 83,5 - 0,00095 Q^2 .$$

Визначимо величини напорів для відповідних точок вихідної характеристики:

при  $H_1=72\text{м}$

$$H_{1p} = 83,5 - 0,00095 \times 110^2 = 83,5 - 0,00095 \times 12100 = 83,5 - 11,5 = 72\text{м} ;$$

при  $H_2=70\text{м}$

$$H_{2p} = 83,5 - 0,00095 \times 125^2 = 83,5 - 14,84 = 68,66 \text{ м} ;$$

при  $H_3=67\text{м}$

$$H_{3p} = 83,5 - 0,00095 \times 133^2 = 83,5 - 16,80 = 66,70 \text{ м} ;$$

при  $H_4=65\text{м}$

$$H_{4p} = 83,5 - 0,00095 \times 139^2 = 83,5 - 18,35 = 65,15 \text{ м} ;$$

при  $H_5=60\text{м}$

$$H_{5p} = 83,5 - 0,00095 \times 156^2 = 83,5 - 23,12 = 60,38 \text{ м} ;$$

при  $H_6=57\text{м}$

$$H_{6p} = 83,5 - 0,00095 \times 167^2 = 83,5 - 26,49 = 57,00 \text{ м} .$$

Розрахунок відхилень зводимо в таблицю 3.

Таблиця 3 – Оцінка відхилень фактичних і розрахункових напорів для I варіанту

Напір реальний, м	72	70	67	65	60	57
Напір розрахунковий, м	72	68,66	66,7	65,15	60,38	57,0
Абсолютне відхилення, м	0	1,34	0,3	-0,15	-0,38	0
Відносне відхилення, %	0	1,9	0,4	-0,2	-0,6	0

*II варіант.* Система рівнянь буде мати вигляд:

$$\begin{cases} 72 = a_0 + a_1 \times 12100 \\ 67 = a_0 + a_1 \times 133^2 \end{cases} ,$$

або

$$\begin{cases} 72 = a_0 + a_1 \times 12100, \\ 67 = a_0 + a_1 \times 17689. \end{cases}$$

Віднявши з першого рівняння друге, одержимо

$$5 = - 5589 a_1 .$$

Тоді

$$a_1 = - 0,00089.$$

Підставивши величину  $a_1$  в перше рівняння, одержимо:

$$72 = a_0 - 0,00089 \times 12100,$$

$$72 = a_0 - 10,77, \quad a_0 = 82,77.$$

Аналітична характеристика буде мати вигляд:

$$H = 82,77 - 0,00089 \times Q^2.$$

Знаходимо напори насоса в характерних точках:

при  $H_1=72\text{м}$

$$H_{1p} = 82,77 - 0,00089 \times 110^2 = 82,77 - 10,77 = 72\text{м} ;$$

при  $H_2=70\text{м}$

$$H_{2p} = 82,77 - 0,00089 \times 125^2 = 82,77 - 13,91 = 68,9 \text{ м} ;$$

при  $H_3=67\text{м}$

$$H_{3p} = 82,77 - 0,00089 \times 133^2 = 82,77 - 15,74 = 67,03 \text{ м} ;$$

при  $H_4=65\text{м}$

$$H_{4p} = 82,77 - 0,00089 \times 139^2 = 82,77 - 17,19 = 65,58 \text{ м} ;$$

при  $H_5=60\text{м}$

$$H_{5p} = 82,77 - 0,00089 \times 156^2 = 82,77 - 21,66 = 61,11 \text{ м} ;$$

при  $H_6=57\text{м}$

$$H_{6p} = 82,77 - 0,00089 \times 167^2 = 82,77 - 24,82 = 57,95 \text{ м} .$$

Розрахунок відхилень зводимо в табл. 4.

Таблиця 4 – Оцінка відхилень фактичних і розрахункових напорів для II варіанту

Напір реальний, м	72	70	67	65	60	57
Напір розрахунковий, м	72	68,9	67,03	65,58	61,11	57,95
Абсолютне відхилення, м	0	1,1	-0,03	-0,58	-1,11	-0,95
Відносне відхилення, %	0	1,6	-0,04	-0,9	-1,85	-1,67

Апроксимація в основному завищує напори.

III варіант. Система рівнянь матиме вигляд:

$$\begin{cases} 70 = a_0 + a_1 \times 125^2 \\ 60 = a_0 + a_1 \times 156^2 \end{cases},$$

або

$$\begin{cases} 70 = a_0 + a_1 \times 15625, \\ 60 = a_0 + a_1 \times 24336. \end{cases}$$

Від першого рівняння віднімемо друге. Тоді одержимо

$$10 - (15625 - 24336)a_1 = -8711a_1,$$

Тоді

$$a_1 = -0,0011.$$

З першого рівняння знайдемо коефіцієнт  $a_0$  :

$$70 = a_0 - 0,0011 \times 15625,$$

$$70 = a_0 - 17,19, \quad a_0 = 87,19.$$

Аналітична характеристика в III випадку буде мати вигляд

$$H = 87,19 - 0,0011 \times Q^2.$$

Знаходимо напори насоса в характерних точках :

при  $H_1=72\text{м}$

$$H_{1p} = 87,19 - 0,0011 \times 110^2 = 87,19 - 13,31 = 73,88\text{м};$$

при  $H_2=70\text{м}$

$$H_{2p} = 87,19 - 0,0011 \times 125^2 = 87,19 - 17,19 = 70\text{ м};$$

при  $H_3=67\text{м}$

$$H_{3p} = 87,19 - 0,0011 \times 133^2 = 87,19 - 19,46 = 67,73\text{ м};$$

при  $H_4=65\text{м}$

$$H_{4p} = 87,19 - 0,0011 \times 139^2 = 87,19 - 21,25 = 65,94\text{ м};$$

при  $H_5=60\text{м}$

$$H_{5p} = 87,19 - 0,0011 \times 156^2 = 87,19 - 26,77 = 60,42\text{ м};$$

при  $H_6=57\text{м}$

$$H_{6p} = 87,19 - 0,0011 \times 167^2 = 87,19 - 30,68 = 56,51\text{ м}.$$

Розрахунок відхилень зводимо в табл. 5.

Таблиця 5 – Оцінка відхилень фактичних і розрахункових напорів для III варіанту

Напір реальний, м	72	70	67	65	60	57
Напір розрахунковий, м	73,88	70	67,73	65,94	60,42	56,51
Абсолютне відхилення, м	-1,88	0	-0,73	-0,94	-0,42	0,49
Відносне відхилення, %	-2,6	0	-1,1	-1,4	-0,7	0,9

Апроксимація в основному завищує напори.

*IV варіант.* В цьому варіанті величини  $a_0$  і  $a_1$  визначаються як середні по трьох попередніх значеннях, тобто:

$$a_0 = \frac{83,5 + 82,77 + 87,19}{3} = 84,49,$$

$$a_1 = \frac{-0,00095 - 0,00089 - 0,0011}{3} = -0,00098.$$

Аналітичне рівняння буде мати вигляд



$$H = 84,49 - 0,00098 \times Q^2.$$

Знаходимо напори насоса в характерних точках:

при  $H_1=72\text{м}$

$$H_{1p} = 84,49 - 0,00098 \times 110^2 = 84,49 - 11,86 = 72,63\text{м};$$

при  $H_2=70\text{м}$

$$H_{2p} = 84,49 - 0,00098 \times 125^2 = 84,49 - 15,31 = 69,18 \text{ м};$$

при  $H_3=67\text{м}$

$$H_{3p} = 84,49 - 0,00098 \times 133^2 = 84,49 - 17,33 = 67,16 \text{ м};$$

при  $H_4=65\text{м}$

$$H_{4p} = 84,49 - 0,00098 \times 139^2 = 84,49 - 18,93 = 65,56 \text{ м};$$

при  $H_5=60\text{м}$

$$H_{5p} = 84,49 - 0,00098 \times 156^2 = 84,49 - 23,85 = 60,64 \text{ м};$$

при  $H_6=57\text{м}$

$$H_{6p} = 84,49 - 0,00098 \times 167^2 = 84,49 - 27,33 = 57,16 \text{ м}.$$

Розрахунок відхилень зводимо в табл. 6.

Таблиця 6 – Оцінка відхилень фактичних і розрахункових напорів для III варіанту

Напір реальний, м	72	70	67	65	60	57
Напір розрахунковий, м	72,63	69,18	67,16	65,56	60,64	57,16
Абсолютне відхилення, м	-0,63	0,82	-0,16	-0,56	-0,64	-0,16
Відносне відхилення, %	-0,9	1,2	-0,2	-0,9	-1,1	-0,3

Апроксимація в IV варіанті в основному завищує напори.

Порівняння отриманих результатів показує, що найбільш раціональним слід визнати перший варіант тому, що всі інші варіанти завищують напори, а відносне відхилення результатів для всіх варіантів близьке.

### **Питання для самоконтролю**

1. Що відноситься до місцевих природних факторів, які впливають на елементи систем водопостачання і в чому цей вплив виявляється?
2. Як впливає на структуру системи водопостачання врахування вимог надійності?
3. Особливості техніко-економічного розрахунку систем подачі і розподілу води.
4. Якою аналітичною залежністю можна описати напірно-витратну характеристику відцентрового насосу?
5. Якою аналітичною залежністю можна описати напірно-витратну характеристику поршневого насосу?
6. Як описуються характеристики напірних і безнапірних резервуарів?
7. Яку аналітичну характеристику мають пневматичні установки?

### **Література**

1. Добровольська О.Г. Водопровідні мережі : навчально-методичний посібник. Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2022. 221 с.
2. Ткачук О. А. Міські інженерні мережі : навч. посіб. Рівне : НГВГП, 2015. 412 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054235.pdf>.
3. Тугай А. М., Орлов В. О. Водопостачання : підручник. Київ : Знання, 2009. 735 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0051607.pdf>.
4. Українець М. О. Аналіз ефективності роботи систем водопостачання та водовідведення : метод. вказівки до практ. занять і самост. роботи. Запоріжжя : ЗДІА, 2003. 76 с.

### Вихідні дані для розв'язування задач

Показник		Величина показника при останній цифрі залікової книжки									
Вид	Одиниця виміру	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$H_1$	м	67	68,5	70	71	72	65	63	70	68	79,5
$H_2$	м	64	66	68	69,5	70,5	61,5	59	66	63,5	75,5
$H_3$	м	62	64,5	66,5	68	69,6	59,5	56,5	63	61	73
$H_4$	м	60,5	63	65	67	68,8	58	54,6	61	58,5	71
$H_5$	м	55,5	58,5	61	64	66	52	48,6	54,6	52	65,5
$H_6$	м	42	55	58	61	63,5	48	44	50	43,3	61,4
$Q_1$	л/с	100	90	80	70	60	110	120	130	140	150
$Q_2$	л/с	115	105	95	85	75	125	135	145	155	165
$Q_3$	л/с	123	113	103	93	83	133	143	153	163	173
$Q_4$	л/с	129	119	109	99	89	139	149	159	169	179
$Q_5$	л/с	146	136	126	116	106	156	166	176	186	196
$Q_6$	л/с	157	147	137	127	117	167	177	187	197	207
$n$	штук	3	4	2	3	4	5	2	3	4	5
$K$	разів	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
$Z_1$	м	92	89	86	81	79	97	100	105	110	115
$Z_2$	м	70	68	65	61	58	75	80	85	90	95
$Z_3$	м	82	79	75	71	67	91	96	101	106	111
$Z_4$	м	115	112	105	102	99	123	128	133	138	143
$W_1$	м <sup>3</sup>	1,5	1,8	2,1	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3
$W_2$	м <sup>3</sup>	1,8	2,1	2,3	2,7	2,6	2,1	2,2	2,3	2,5	2,7
$P_1$	МПа	0,25	0,27	0,30	0,35	0,37	0,40	0,40	0,35	0,35	0,30
$H_{бак}$	м	3	3,5	4,0	4,5	5,0	3,5	3,5	4,0	4,5	5,0

$P_n$	м.вод.ст	7	6	7	8	8	6	8	6	7	9
$H_{рез}$	м	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,1	4,2	4,3	4,4
$H_7$	м	49	51	52	53	54	55	56	57	58	59
$S_{вс} \times 10^4$	(для Q в л/с)	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
$S_H \times 10^4$	(для Q в л/с)	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9

Продовження додатку А

Показник		Величина показника при останній цифрі номера залікової книжки									
Вид	Одиниця виміру	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_1$	л/с	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$Q_2$	л/с	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$S_1 \times 10^4$	(для Q в л/с)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,1	1,9	2,0	1,8	2,2
$S_2 \times 10^4$	(для Q в л/с)	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3
$\Delta Z_1$	м	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
$\Delta Z_2$	м	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
$S_3 \times 10^4$	(для Q в л/с)	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
$S_6 \times 10^4$	(для Q в л/с)	6	5	6	5	7	8	7	6	6	7
$\Delta H$	м	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$S_4 \times 10^4$	(для Q в л/с)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$S_5 \times 10^4$	(для Q в л/с)	25	27	29	28	26	26	28	29	30	32

$l_1$	км	4,1	3,5	4,0	3,6	4,2	4,5	5,0	4,9	3,3	3,6
$l_2$	км	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,1	2,2	2,3	2,4
$H_6$	м	34,0	34,5	35,0	35,5	36,0	35,5	35,0	34,5	34,0	35,0
$q_1$	л/с	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
$q_2$	л/с	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$q_3$	л/с	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$S_{H-1} \times 10^4$	(для Q в л/с)	35	36	37	38	39	40	39	38	37	36
$S_{1-2} \times 10^4$	(для Q в л/с)	30	31	32	33	34	33	32	31	30	29
$S_{2-3} \times 10^4$	(для Q в л/с)	24	23	23	22	22	24	22	25	26	27
$S_{3-Б} \times 10^4$	(для Q в л/с)	10	11	12	13	12	11	13	9	8	7
$q_4$	л/с	2	3	4	5	6	7	8	7	6	5
$q_5$	л/с	3	5	7	9	11	9	8	7	5	4
$q_6$	л/с	5	9	7	8	12	9	6	5	4	10
$q_7$	л/с	4	5	6	7	6	5	4	3	2	2
$S_{2-5} \times 10^4$	(для Q в л/с)	2	3	4	2,5	2,8	3,4	3,5	3,1	3,2	3,3
$S_{5-7} \times 10^4$	(для Q в л/с)	1	1,5	1,6	1,8	1,9	1,4	1,3	1,2	1,1	1,5
$S_{7-8} \times 10^4$	(для Q в л/с)	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1

Продовження додатку А

Показник		Величина показника при останній цифрі номера залікової книжки									
Вид	Одиниця виміру	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q_8$	л/с	10	9	8	7	6	5	4	3	2	5
$q_9$	л/с	5	6	7	8	9	10	9	5	6	4
$q_{10}$	л/с	10	9	8	7	6	5	7	9	8	5
$q_{11}$	л/с	15	14	12	10	11	13	10	9	9	10
$q_{12}$	л/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	6
$q_{13}$	л/с	9	10	11	12	13	14	15	16	17	12
$q_{15}$	л/с	4	5	4	3	1	2	1	3	1	3
$q_{16}$	л/с	6	7	8	9	10	11	10	9	8	8
$q_{17}$	л/с	5	4	3	4	2	1	3	4	6	2
$q_{18}$	л/с	15	14	13	12	11	10	9	8	7	9
$q_{19}$	л/с	4	4	5	4	6	5	4	5	8	6
$q_{21}$	л/с	8	9	10	11	12	13	14	15	16	11
$q_{22}$	л/с	17	17	15	14	13	10	9	8	9	10
$q_{23}$	л/с	19	18	17	19	18	17	19	18	17	15
$q_{24}$	л/с	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$q_{25}$	л/с	35	34	33	32	31	32	33	34	35	32
$q_{26}$	л/с	55	56	57	58	59	58	57	56	55	56
$q_{27}$	л/с	50	49	48	47	46	45	46	47	48	46
$H_{p1}$	м	10	10,5	10	9	9	8,5	9,2	9,3	9,2	9,6
$H_{p2}$	м	6,2	6,3	6,0	6,2	6,1	6,0	6,1	6,2	6,3	6,1
$S_{7 \times 10^4}$	(для Q в л/с)	9	10	11	12	11	10	9	10	11	10

$S_{8 \times 10^4}$	(для Q в л/с)	20	21	22	20	21	22	21	20	19	20
$Q_{1к}$	л/с	26	27	28	25	28	27	26	27	25	26
$Q_{2к}$	л/с	31	32	33	31	33	32	30	32	31	30
$Q_{3к}$	л/с	36	37	38	36	38	37	35	37	36	35

Продовження додатку А

Показник		Величина показника при останній цифрі номера залікової книжки									
Вид	Одиниця виміру	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_{4к}$	л/с	41	42	43	41	43	42	40	42	41	40
$Q_{5к}$	л/с	47	48	49	47	49	48	46	48	47	46
$H_{1к}$	м	52	51	50	52	50	51	52	51	50	52
$H_{2к}$	м	50,0	49,5	49	50	49	49,5	50	49,5	50	50
$H_{3к}$	м	48	47,5	47,5	48	47,5	47,5	48	47,5	48	48
$H_{4к}$	м	46	46	45,5	46	45,5	46	46,5	46	46	46,5
$H_{5к}$	м	44	44	43,5	44	43,5	44	44	44	44	44
$l_3$	м	14	15	19	16	22	19	21	18	20	17
$\varphi$	разів	1,4	1,6	1,6	1,7	2	1,9	2	1,7	2	1,8
$n_0$	шт	1	2	3	2	1	3	2	1	3	2
$L$	м	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
$\varphi_2$	разів	1,1	1,2	1,4	1,2	1,1	1,15	1,25	1,35	1,4	1,2
$l_4$	м	140	160	170	130	120	140	150	160	170	180