

УДК 628.112

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ПОДАЧІ ВОДИ ІЗ ШАХТНИХ КОЛОДЯЗІВ

Т.П. ХОМУТЕЦЬКА

Інститут водних проблем і меліорації НААН

Запропоновано методику розрахунку автоматизованих систем подачі води із шахтних колодязів, що дає можливість визначати оптимальні розміри споруд системи, підбирати насос і найвигідніший режим його роботи за мінімальних питомих витрат електроенергії на подачу води.

Ключові слова: шахтний колодязь, автоматизація, пневматична водонапірна установка, методика розрахунку

Існуюча проблема. Для забору ґрунтових (інфільтраційних) вод, що залягають на глибинах до 30–40 м, доцільно застосовувати шахтні колодязі, які є одними з найпоширеніших водозабірних споруд у системах сільськогосподарського водопостачання (*рис. 1*).

Шахтний колодязь складається із водоприймальної частини, ствола і наземної частини (оголовка). Вертикальна шахта

© Т.П. Хомутецька, 2011

Меліорація і водне господарство. 2011. Вип. 99

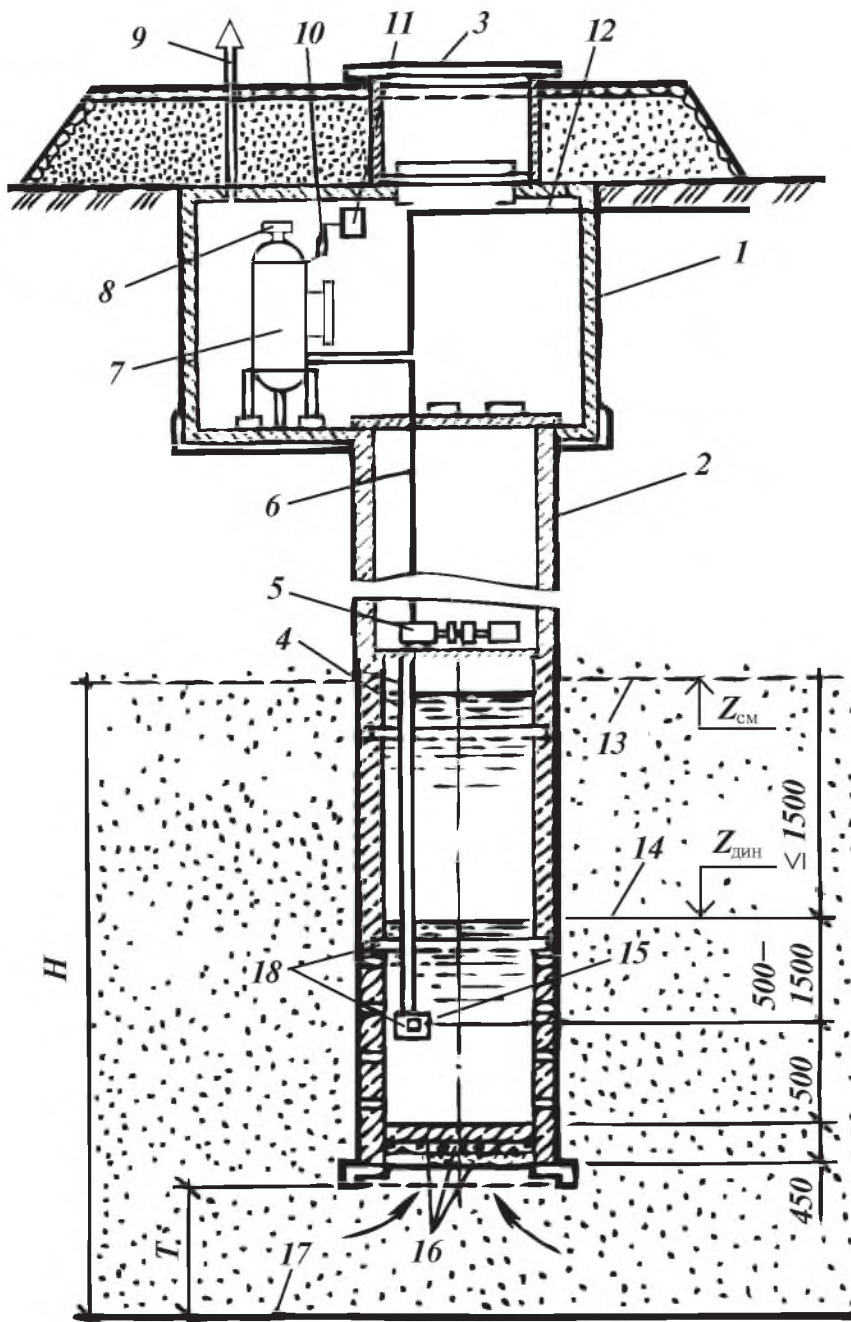


Рис. 1. Схема водопостачання окремих споживачів із шахтного колодязя:

1 – підземне приміщення; 2 – шахтний колодязь; 3 – кришка; 4 – всмоктувальна труба; 5 – горизонтальний електронасос; 6 – напірна труба; 7 – водонапірний пневматичний резервуар; 8 – запобіжний клапан; 9 – вентиляційна труба; 10 – реле тиску; 11 – пункт керування; 12 – напірний трубопровід; 13 – статичний рівень води; 14 – динамічний рівень води; 15 – приймальний клапан; 16 – зворотний фільтр; 17 – підшва водоносного пласта; 18 – вікна з пористого бетону для фільтрування води

(ствол) колодязя виконується прямокутного чи круглого перерізу діаметром до 1,5 м. Нижня частина його обладнана фільтром, у верхній розміщене обладнання, що запобігає забрудненню і призначене для нагляду за експлуатацією колодязя.

Шахтні колодязі влаштовують якнайближче до споживачів на незатоплюваних ділянках, не ближче 30 м від можливих джерел забруднення.

Щоб запобігти обвалу колодязя або його забрудненню, стінки колодязя закріплюють бетоном або збірним залізобетоном (рідше бутом, цеглою і деревиною). Наземна частина (оголовок) згідно із санітарними вимогами повинна бути розміщена на 0,8 м вище поверхні землі і закрита кришкою. Навколо неї роблять замок з утрамбованої глини глибиною 1,5–2 м і шириною 0,5 м, який запобігає забрудненню колодязя поверхневими водами. Поверхню землі навколо оголовка асфальтують з ухилом 0,025 від колодязя.

Часто для створення запасів води і її відстоювання внизу шахтного колодязя влаштовують відстійну частину (зумф), глибина якої досягає 10 м. Зумф не роблять, якщо нижче експлуатаційного горизонту залягає водоносний пласт з недоброякісною водою та існує загроза її підсмоктування в колодязь. Шахтний колодязь обладнують вентиляційною трубою, яку виводять вище поверхні землі не менше як на 2 м.

Вода з водоносного пласта надходить у шахту, відкачується насосом 5 і через водонапірний пневматичний резервуар 7 по напірному водоводу 12 подається споживачам. У разі необхідності воду знезаражують бактерицидними установками.

Для автоматизації роботи насоса застосовується реле тиску 10, що встановлюється на водонапірному пневматичному резервуарі і працює так (рис. 2). У години, коли подача насосів перевищує водозабір, надлишок води надходить у водоповітряний котел 5. Водночас рівень води у ньому піднімається, повітря згущується і тиск підвищується. У цей період роботи установки при заборі води із шахтного колодязя відмітка рівня води у ньому знижується на величину Δh від статичного $Z_{ст}$ до динамічного $Z_{дин}$. Коли відмітка рівня води у котлі 5 досягає величини Z_2 і відповідного їй тиску P_{max} , реле тиску 6 подає сигнал на вимикання електродвигуна насоса. Після цього вода

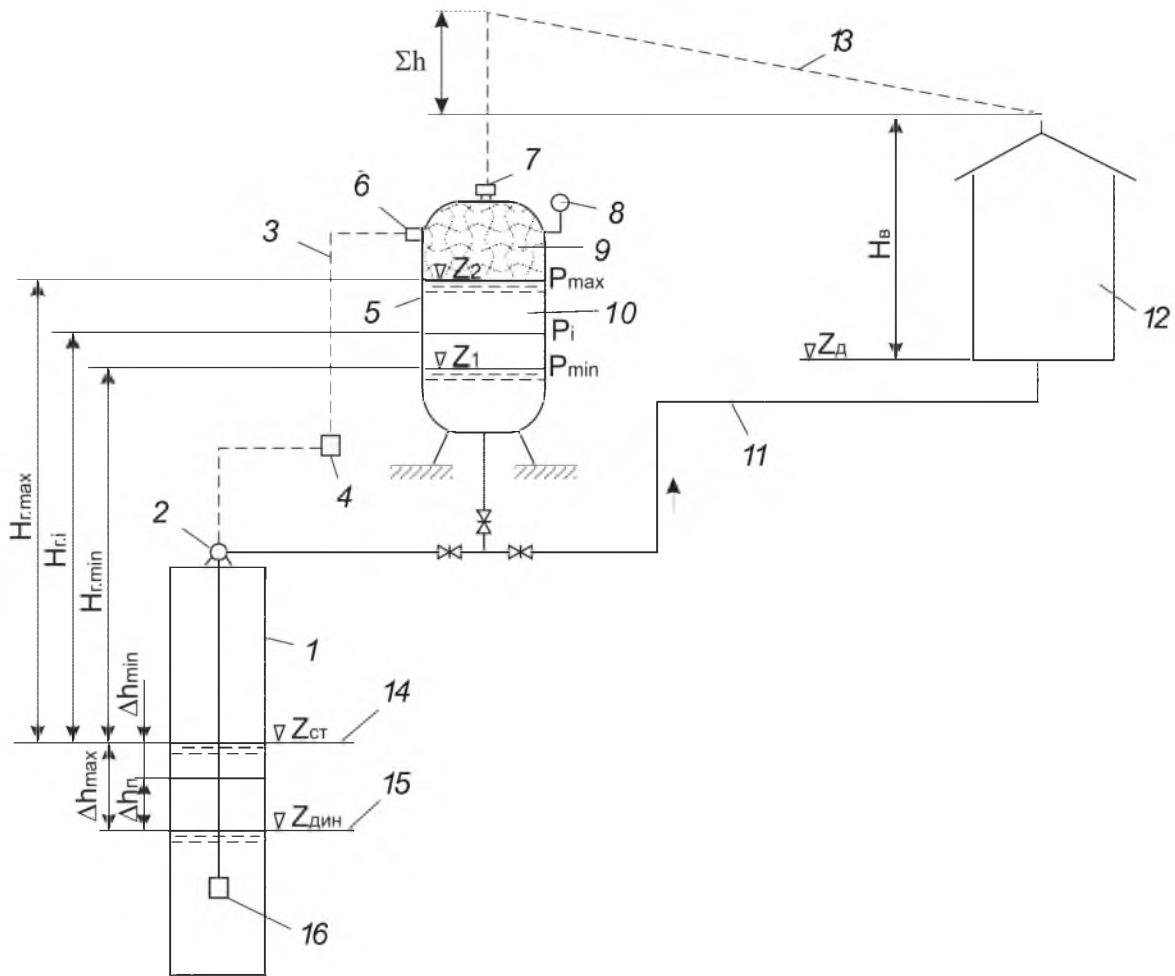


Рис. 2. Схема роботи пневматичної водонапірної установки змінного тиску при подачі води із шахтного колодезя:

1 – шахтний колодезь; 2 – насосний агрегат; 3 – електричні кабелі; 4 – шафа керування; 5 – водоповітряний котел; 6 – контактне реле; 7 – запобіжний клапан; 8 – манометр; 9 – повітря в еластичній оболонці при тиску P_{\max} ; 10 – регульований об’єм води; 11 – напірний трубопровід; 12 – об’єкт водопостачання; 13 – п’єзометрична лінія у водоводі; 14 – статичний рівень води; 15 – динамічний рівень води; 16 – приймальний клапан

у водопровідну мережу надходить тільки із водоповітряного котла 5 завдяки енергії стисненого повітря. У цей період рівень води у котлі знижується, повітря розширюється і тиск зменшується. Рівень води у шахтному колодезі 1, навпаки, піднімається завдяки надходженню води в колодезь із водоносного пласта, а насосний агрегат 2 не працює. При досягненні рівня води в котлі на відмітці Z_1 відповідного їй тиску P_{\min} реле

тиску b подає сигнал на вмикання насоса і цикл роботи установки повторюється.

Порівняно з водонапірними баштами пневматичні водонапірні установки мають такі переваги: меншу будівельну вартість і витрату металу; гасяться гідравлічні удари; у разі необхідності є можливість підвищувати напори в системі. В останніх конструкціях таких установок для запобігання виносу повітря із котла внаслідок його розчинення у воді необхідний об'єм повітря міститься в герметичних еластичних оболонках, що значно підвищує надійність таких установок і спрощує їхню експлуатацію.

До недоліків таких установок слід віднести значні витрати електроенергії, оскільки насоси працюють у широкому діапазоні $Q-N$ -характеристик, у тому числі і в зоні з низькими ККД. Для зменшення енерговитрат необхідно правильно підбирати насоси та оптимальний режим їхньої роботи сумісно з усіма гідравлічно взаємодіючими спорудами.

Мета роботи. Метою даної роботи було розроблення методики розрахунку автоматизованих систем подачі води із шахтних колодязів для забезпечення ефективної й економічно вигідної їхньої роботи.

Результати наукових досліджень. Об'єм стисненого повітря визначають на основі закону Бойля-Маріотта, прийнявши з допустимим наближенням процес зміни об'єму повітря в системі ізотермічним. При цьому правильним буде співвідношення [1]:

$$P_{\max} W_{\text{пов.}} = P_{\min} (W_{\text{пов.}} + W_{\text{рег.}}), \quad (1)$$

де $W_{\text{пов.}}$ – об'єм стисненого повітря при тиску P_{\max} , м^3 ; $W_{\text{рег.}}$ – регульований об'єм, м^3 , що міститься в котлі між рівнями води на відмітках Z_1 і Z_2 (рис. 2); P_{\max} і P_{\min} – відповідно максимальний і мінімальний тиск у котлі, МПа.

Призначивши відношення абсолютного максимального тиску до абсолютного мінімального тиску через ε

$$\varepsilon = \frac{(P_{\max} + 0,1)}{(P_{\min} + 0,1)}, \quad (2)$$

одержимо

$$W_{\text{пов.}} = \frac{W_{\text{рег.}}}{(\varepsilon - 1)}. \quad (3)$$

Регульований об'єм води в котлі, м³, який залежить від середньої подачі насоса за період між їхнім включенням і виключенням $Q_{\text{н.ср}}$, м³/год і максимальної кількості включень за годину n_{max} , год⁻¹, визначають на основі техніко-економічних розрахунків (орієнтовно $n_{\text{max}} = 5-6$ год⁻¹).

На основі досвіду проектування й експлуатації пневматичних водонапірних установок коефіцієнт ε приймають [1] у межах 1,33–2, але для конкретних випадків після підбору насоса цей коефіцієнт необхідно уточнювати, виходячи з вимог, щоб насос працював у зоні рекомендованого застосування його гідравлічної характеристики Q–H.

Мінімальний тиск, МПа, у котлах визначають за умови забезпечення вільного напору в диктуючій точці водопровідної мережі (рис. 2):

$$P_{\text{min}} = 0,00981 (Z_{\text{д}} + H_{\text{в}} + \Sigma h - Z_1), \quad (4)$$

де $Z_{\text{д}}$ – відмітка поверхні землі в диктуючій точці водоспоживачів (найвища або найвіддаленіша точка), м; $H_{\text{в}}$ – потрібний вільний напір у цій точці, м; Σh – сума втрат напору в трубопроводі, фасонних частинах і арматурі на шляху руху води від водяного котла до диктуючої точки, м; Z_1 – мінімальна відмітка рівня води в котлі, м; 0,00981 – коефіцієнт переведення метрів водяного стовпа в мегапаскалі.

Максимальний тиск визначають із формули (2) після визначення коефіцієнта ε .

Насоси, що працюють сумісно з водоповітряним котлом, підбирають за середньою витратою, що визначається, м³/год, за формулою:

$$Q_{\text{н.ср}} = Q_{\text{год max}} \quad (5)$$

і середнім напором, м, за цикл роботи між його включенням та виключенням:

$$H_{\text{н.ср}} = \frac{Z_1 + Z_2}{2} - \frac{Z_{\text{ст}} + Z_{\text{дин}}}{2} + \frac{102(P_{\text{max}} + P_{\text{min}})}{2} + \Sigma h_{\text{к}}. \quad (6)$$

У цих формулах $Q_{\text{год max}}$ – витрата води з водопровідної мережі за годину максимального водоспоживання, м³/год; Z_1 і Z_2 – відповідно мінімальні та максимальні відмітки рівнів води у водоповітряному котлі, м; $Z_{\text{ст.}}$ і $Z_{\text{дин.}}$ – відмітки відповідно статичного і динамічного рівнів води у шахтному колодязі, м (рис. 2); Σh_k – сума втрат напору в комунікаціях установки, яку орієнтовно можна приймати 2–3 м [2].

Після підбору насоса уточнюють значення P_{max} , МПа, за формулою:

$$P_{\text{max}} = 0,00981 (H_{\text{max}} - (Z_2 - Z_{\text{дин.}}) - \Sigma h_k), \quad (7)$$

де H_{max} – максимальний напір підбраного насоса в рекомендованій зоні його роботи, м.

Після визначення P_{max} уточнюють коефіцієнт ϵ за формулою (2) і визначають величину $W_{\text{пов.}}$ за формулою (3).

За сумісної роботи всіх гідравлічно взаємозв'язаних споруд подачу води, м³/год, насосом із шахтного колодязя у водоповітряний бак визначають за формулою [1, 2]:

$$Q_{\text{н.і}} = \sqrt{\frac{H_{\text{ф}} - (H_{\text{г.і}} + \Delta h_i + 102P_i)}{S_{\text{ф}} + S_{\text{к}}}}, \quad (8)$$

де $H_{\text{ф}}$ і $S_{\text{ф}}$ – параметри гідравлічної характеристики Q–H насоса (рис. 3) у зоні рекомендованого його застосування; $H_{\text{г.і}}$ – геометрична висота водопідйому, м, між відмітками рівня води у котлі Z_i (рис. 2) і статичного рівня води у пласті $Z_{\text{ст.}}$:

$$H_{\text{г.і}} = Z_i - Z_{\text{ст.}}; \quad (9)$$

Δh_i – зниження статичного рівня води у колодязі в i -й момент часу, м; P_i – тиск у котлі в i -й момент роботи насоса, МПа; $S_{\text{к}}$ – гідравлічний опір у комунікаціях насосної установки.

Середня подача насоса між його включенням і виключенням визначається за формулою:

$$Q_{\text{н.ср}} = 0,5\alpha \left[\sqrt{H_{\text{ф}} - (H_{\text{г.мак}} + \Delta h_{\text{мак}} + 102P_{\text{мак}})} + \sqrt{H_{\text{ф}} - (H_{\text{г.мін}} + \Delta h_{\text{мін}} + 102P_{\text{мін}})} \right], \quad (10)$$

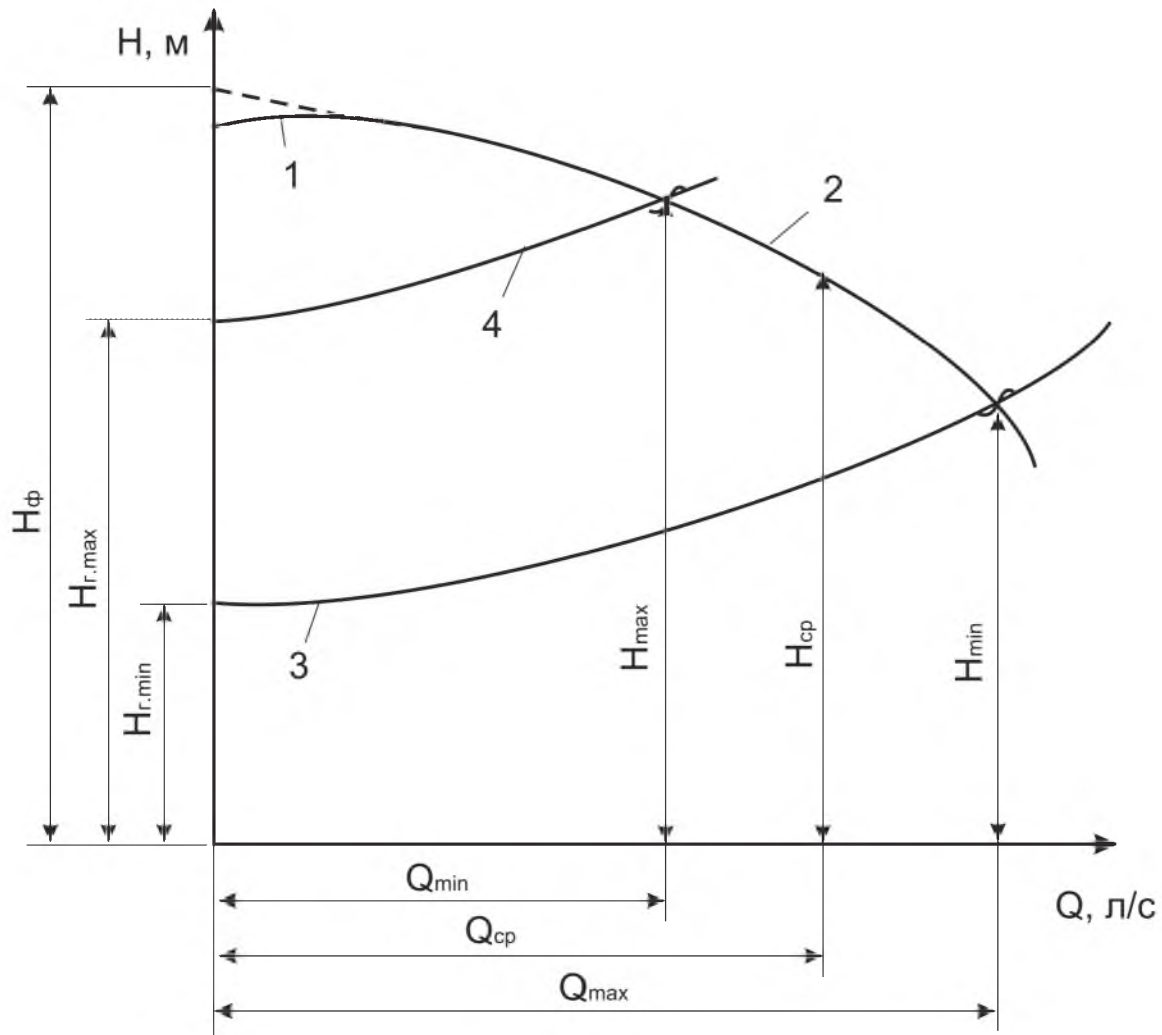


Рис. 3. Графіки сумісної роботи шахтного колодзя, насоса і водоповітряного котла:

1 – гідравлічна характеристика Q–H насоса; 2 – зона рекомендованого застосування роботи насоса; 3 – характеристика водопровідної системи при P_{\min} ; 4 – те саме при P_{\max}

де α – коефіцієнт, який знаходять із виразу:

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{S_{\phi} + S_{\kappa}}}, \quad (11)$$

$H_{\text{г.мин}}$ і $H_{\text{г.маx}}$ – відповідно мінімальна і максимальна геометрична висота водопідйому, м, що визначається за формулою (9), тобто

$$H_{\text{г.маx}} = Z_2 - Z_{\text{ст.}}; \quad (12)$$

$$H_{г.мин} = Z_1 - Z_{ст}, \quad (13)$$

$\Delta h_{мин}$ і $\Delta h_{маx}$ – відповідно мінімальна і максимальна величина зниження статичного рівня води в колодязі за період роботи насоса, м (рис. 4); $P_{мин}$ і $P_{маx}$ – відповідно мінімальний і максимальний тиск у котлі, МПа, при яких насос включається і виключається.

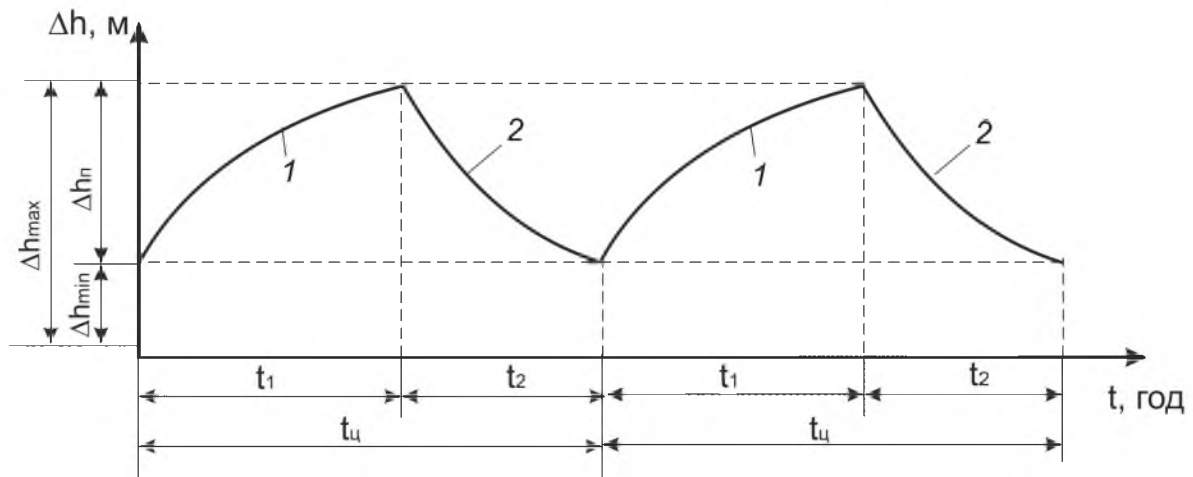


Рис. 4. Графіки зміни знижень статичного рівня води в шахтному колодязі протягом циклу роботи насосно-пневматичної установки:
1 – при включеному насосі; 2 – при виключеному насосі

Перед виключенням насоса зниження статичного рівня води в колодязі буде мінімальним $\Delta h_{мин}$, подача насоса в момент включення – максимальною $Q_{н.маx}$, а притік води в колодязь із водоносного пласта – мінімальним $Q_{к.мин}$. За період роботи насоса між його включенням і виключенням ці витрати води будуть несталими (рис. 5):

- 1) у насоса подача зменшується від $Q_{н.маx}$ до $Q_{н.мин}$;
- 2) у колодязя притік води збільшується від $Q_{к.мин}$ до $Q_{к.маx}$.

Рівність витрат води у насоса і в колодязя фіксуватиметься лише перед виключенням насоса, тобто

$$Q_{н.мин} = Q_{к.маx}. \quad (14)$$

Притік води в шахтний колодязь, м³/добу, встановлюють [1] з виразу:

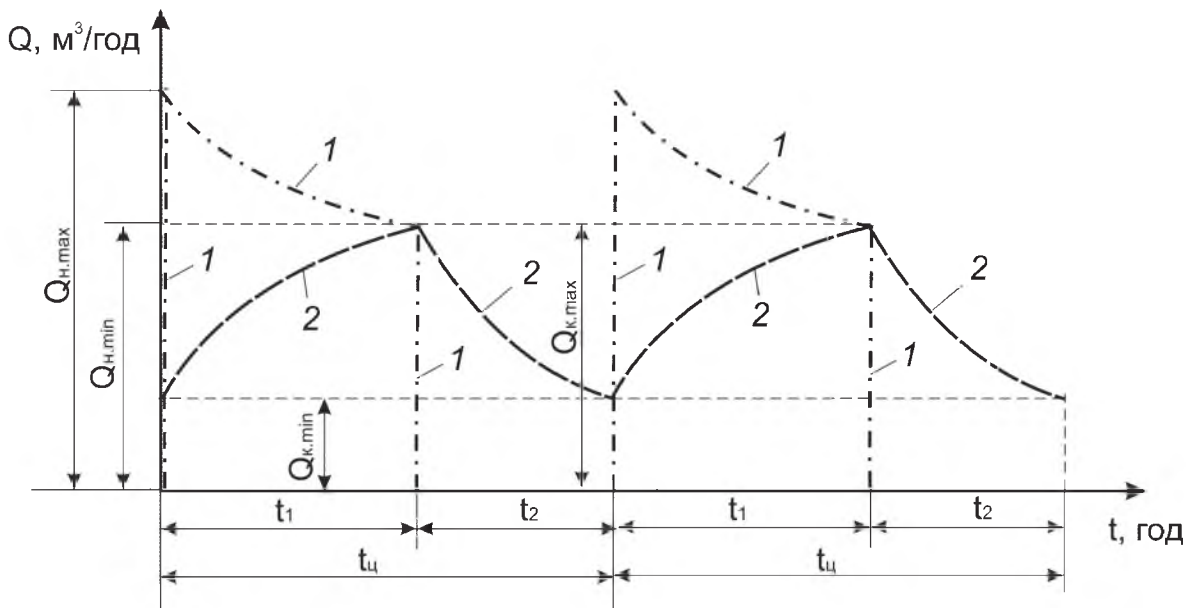


Рис. 5. Графіки зміни витрат води насоса і шахтного колодязя протягом циклу їхньої сумісної роботи:

1 — подача води насосом; 2 — надходження води в колодязь із водоносного пласта

$$Q_{к,i} = A (2H - \Delta h_i) \Delta h_i, \quad (15)$$

де A — параметр, м³/добу, що визначає умови надходження води із водоносного пласта у колодязь:

$$A = \frac{\pi K_{\phi}}{\ln \frac{1,65R}{r} + \xi_{\kappa}}, \quad (16)$$

K_{ϕ} — коефіцієнт фільтрації водоносного пласта, м/добу; R — радіус впливу колодязя, м; r — радіус колодязя, м; ξ_{κ} — фільтраційний опір, зумовлений недосконалістю колодязя; H — потужність водоносного пласта, м.

Порівнюючи між собою праві частини рівнянь (8) і (15), отримаємо рівняння:

$$\alpha \sqrt{H_{\phi} - (H_{г,макс} + \Delta h_{макс} + 102P_{макс})} = A(2H - \Delta h_{макс}) \cdot \Delta h_{макс}, \quad (17)$$

в якому невідомою є величина максимального зниження статичного рівня води у шахтному колодязі $\Delta h_{макс}$.

Розв'язання цього рівняння можна виконати методом ітерацій на ПК або графічним методом.

Координати точки, що утворюється при перетинанні графіків, побудованих відповідно за рівняннями (15) і (8), визначають значення Δh_{\max} (абсциса) і $Q_{\text{н.}\min}$ (ордината).

Величину мінімального зниження статичного рівня води в колодязі, м, знаходять з виразу:

$$\Delta h_{\min} = \Delta h_{\max} - \Delta h_{\text{п}}, \quad (18)$$

де $\Delta h_{\text{п}}$ – величина підняття рівня води в колодязі після виключення насоса за інтервал часу t_2 (рис. 4), яка визначається з рівняння:

$$t_2 = \frac{r^2(\ln(1,65R/r) + \xi_{\text{к}})}{K_{\phi}} \cdot \int_{\Delta h_{\min}}^{\Delta h_{\max}} \frac{d\Delta h}{2H\Delta h_i - \Delta h_i^2}. \quad (19)$$

Після розв'язання цього рівняння отримали таку залежність:

$$\frac{K_{\phi} t_2}{r^2(\ln(1,65R/r) + \xi_{\text{к}})} = \ln \Delta h_{\max}(2H - \Delta h_{\max}) - \ln \Delta h_{\min}(2H - \Delta h_{\min}), \quad (20)$$

звідки

$$\Delta h_{\min} = H - \sqrt{H^2 - \exp \frac{At_2}{\omega_{\text{к}} \ln \Delta h_{\max}(2H - \Delta h_{\max})}}, \quad (21)$$

де $\omega_{\text{к}}$ – площа поперечного перерізу шахтного колодязя.

Час роботи насоса між інтервалами його включення і виключення (рис. 5) визначається із залежності:

$$W_{\text{рег}} = \int_0^{t_1} Q_{\text{п.}i} dt = \int_0^{t_1} (Q_{\text{н.}i} - Q_{\text{м.}i}) dt, \quad (22)$$

де $W_{\text{рег}}$ – регульований об'єм води в котлі, м³, що заповнюється за час t_1 , год, після включення насоса; $Q_{\text{п.}i}$ – витрата води, що притікає в колодязь, м³/год, як різниця витрат води, що подає насос $Q_{\text{н.}i}$ і водоспоживання в цей момент $Q_{\text{м.}i}$.

У практиці інженерних розрахунків вважається [3], що водоспоживання протягом 1 год можна приймати стабільним ($Q_{\text{м.}i} = \text{const}$), а подача насоса згідно з графіком 1 на рис. 5 змінюється за формулою:

$$Q_{н.і} = Q_{н.маx} - \kappa t_i. \quad (23)$$

Після розв'язання рівняння (22) отримали

$$W_{пер.} = (Q_{н.маx} - Q_M)t_1 - \frac{\kappa t_1^2}{2}. \quad (24)$$

Коефіцієнт κ можна визначати за формулою:

$$\kappa = \frac{(Q_{н.маx} - Q_{н.мін})}{t_1}. \quad (25)$$

Тоді вираз (24) можна записати:

$$W_{пер.} = (Q_{н.ср} - Q_M)t_1 \quad (26)$$

або

$$t_1 = \frac{W_{пер.}}{(Q_{н.ср} - Q_M)}, \quad (27)$$

де $Q_{н.ср}$ – середня подача насоса, м³/год, за період між його включенням і виключенням, яка визначається за формулою (10).

Очевидно, час спорожнення регульованого об'єму води у котлі за стабільного водоспоживання буде визначатися, год, за формулою:

$$t_2 = \frac{W_{пер.}}{Q_M}. \quad (28)$$

Таким чином, тривалість одного циклу роботи насоса, год, при водоспоживанні в i -ту годину витрати $Q_{м.і}$ встановлюють за формулою:

$$t_{ц.і} = W_{пер.} \left(\frac{1}{Q_{н.ср} - Q_{м.і}} + \frac{1}{Q_{м.і}} \right), \quad (29)$$

а кількість включень насоса у цю годину, год⁻¹, дорівнює

$$n_i = \frac{1}{t_{ц.і}} = \frac{Q_{м.і} (Q_{н.ср} - Q_{м.і})}{W_{пер.} Q_{н.ср}} = \frac{B_i (1 - B_i)}{W_{пер.}}, \quad (30)$$

де B_i – відношення водоспоживання в дану годину $Q_{M.i}$ до максимального водоспоживання в мережі $Q_{M.max}$:

$$B_i = \frac{Q_{M.i}}{Q_{M.max}}. \quad (31)$$

Величина n_i залежить від B_i , а отже, при постійних значеннях $W_{рег.}$ і $Q_{M.max} = Q_{H.ср}$ залежить від величини $Q_{M.i}$.

Для визначення n_{max} потрібно похідну від B_i прирівняти 0:

$$n'_i = \frac{1}{W_{рег.}}(1 - 2B_i) = 0, \quad (32)$$

тобто будемо мати n_{max} за умови, якщо

$$2B_i = 1 \text{ або } Q_{M.i} = 0,5 Q_{M.max} = 0,5 Q_{H.ср}. \quad (33)$$

Підставивши цю граничну умову у формулу (31), отримали такі залежності для $W_{рег.}$, м³, співвідношення n_i / n_{max} :

$$W_{рег.} = \frac{Q_{H.ср}}{4n_{max}}; \quad (34)$$

$$\frac{n_i}{n_{max}} = 4B_i(1 - B_i). \quad (35)$$

У таблиці показано зміни співвідношення n_i / n_{max} за годинами доби для максимальних коефіцієнтів погодинної нерівномірності водоспоживання $K_{г.маx} = 2,5$ і $K_{г.маx} = 3,0$.

Насос і розміри водоповітряного котла слід розраховувати таким чином, щоб максимальна і мінімальна подачі насоса відповідно під час його включення та виключення були у зоні рекомендованого застосування даного насоса (рис. 3):

$$Q_{H.min} = \alpha \sqrt{H_{\phi} - (H_{г.маx} + \Delta h_{маx} + 102P_{маx})}; \quad (36)$$

$$Q_{H.max} = \alpha \sqrt{H_{\phi} - (H_{г.min} + \Delta h_{min} + 102P_{min})}. \quad (37)$$

У цьому разі витрати споживаної електроенергії на подачу води будуть найменшими.

Величини співвідношення n_i / n_{\max} за годинами доби водоспоживання

Години	$K_{г.\max} = 2,5$			$K_{г.\max} = 3,0$		
	$Q_{м.і}$	B_i	n_i / n_{\max}	$Q_{м.і}$	B_i	n_i / n_{\max}
1	0,6	0,0577	0,22	0,6	0,048	0,18
2	0,6	0,0577	0,22	0,6	0,048	0,18
3	1,2	0,11538	0,7	0,6	0,048	0,18
4	2	0,19231	0,62	0,6	0,048	0,18
5	3,5	0,33654	0,9	0,6	0,048	0,18
6	3,5	0,33654	0,9	1,4	0,112	0,4
7	4,5	0,43269	0,98	2,1	0,168	0,56
8	10,2	0,98077	0,08	3,9	0,312	0,86
9	8,8	0,84615	0,52	8,1	0,648	0,91
10	6,5	0,625	0,46	6,5	0,52	1
11	4,1	0,39423	0,96	5,2	0,416	0,97
12	4,1	0,39423	0,96	4,9	0,392	0,95
13	3,5	0,33654	0,9	3,9	0,312	0,86
14	3,5	0,33654	0,9	4,3	0,344	0,9
15	4,7	0,45192	0,99	3,9	0,312	0,86
16	6,2	0,59615	0,96	3,1	0,248	0,75
17	10,4	1	0	3,9	0,312	0,86
18	9,4	0,90385	0,35	5,3	0,424	0,98
19	7,3	0,70192	0,84	8,5	0,68	0,87
20	1,6	0,15385	0,52	9,5	0,76	0,73
21	1,6	0,15385	0,52	12,5	1	0
22	1	0,09615	0,17	6,9	0,552	0,99
23	0,6	0,0577	0,22	2,0	0,16	0,54
24	0,6	0,0577	0,22	1	0,08	0,29
Всього	100			100		

Висновок. Користуючись наведеною методикою розрахунку автоматизованих систем подачі води із шахтних колодязів, можна підібрати насос і визначити розміри водоповітряного котла таким чином, аби подача насоса завжди була у зоні рекомендованого його застосування, що забезпечить найменші питомі витрати електроенергії на подачу води.

Література

1. Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К.: Аграр. наука, 2008. – 534 с.

2. Хоружий П.Д. Расчёт гидравлического взаимодействия водопроводных сооружений. — Л.: Вища шк., 1983. — 152 с.
3. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання: підручник. — К.: Знання, 2009. — 735 с.
4. Хомуцька Т.П. Оптимізація сумісної роботи споруд в системах з водозабірними свердловинами // Водне господарство України. — 2010. — № 3. — С. 48–52.
5. Хомуцька Т.П. Регулювання і автоматизація відцентрових насосів при їх сумісній роботі з водонапірними спорудами // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. — Вип. 15. — К.: КНУБА, 2010. — С. 35–44.

Предложена методика расчета автоматизированных систем подачи воды из шахтных колодцев, которая дает возможность определять оптимальные размеры сооружений системы, подбирать насос и наиболее выгодный режим его работы при минимальных удельных расходах электроэнергии на подачу воды.

The paper proposed a method calculation of automated systems to deliver water from wells, which makes it possible to determine the optimal size of facilities, pump pick and choose the most advantageous mode of his work at minimum specific energy consumption for water supply.