https://doi.org/10.58225/ekosu.2026.2-25-28

UOT 697.43.

FEYZİYEVA G.H., HƏSƏNOV İ.M.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
huseynov.i2004@gmail.ru

ŞƏHƏR MİKRORAYONUNUN SU TƏCHİZATI SİSTEMİNİN REKONSTRUKSİYASI VƏ OPTİMALLAŞDIRILMASI

Şəhər su təchizatı sistemləri əhalinin normal həyat fəaliyyəti üçün əsas mühəndis infrastrukturlarmdan biri hesab olunur. Şəhərlərin genişlənməsi, əhalinin artımı və suya olan tələbatm yüksəlməsi mövcud su təchizatı şəbəkələrinin istismar yükünü əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Uzun müddət istismar olunan sistemlərdə bora xətlərinin fiziki və mənəvi aşmması, təzyiq itkilərinin artması və qəza hallarının çoxalması müşahidə olunur.

Mövcud su təchizatı sistemlərinin əksəriyyəti köhnə normativlər əsasmda layihələndirildiyindən, müasir istismar, etibarlılıq və seysmik dayamqlıq tələblərinə tam cavab vermir. Bu baxımdan şəhər mikrorayonlarının su təchizatı sistemlərinin rekonstruksiyası aktual elmi və praktik problem kimi çıxış edir. Xüsusilə seysmik aktiv zonalarda yerləşən yaşayış massivləri üçün etibarlı və davamlı su təchizatı sistemlərinin yaradılması mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Tədqiqatm məqsədi və vəzifələri.

Məqalənin məqsədi 1-ci mikrorayonun mövcud su təchizatı sisteminin texniki vəziyyətini qiymətləndirmək, onun rekonstruksiyası üçün səmərəli mühəndis həllərini təklif etmək və optimal variantı elmi əsaslarla müəyyən etməkdir. Bu məqsədlə aşağıdakı vəzifələr yerinə yetirilmişdir:

-su sərfinin və tələbatm müəyyən edilməsi;
-mövcud şəbəkənin texniki vəziyyətinin təhlili;
-hidravliki hesablamalarm aparılması;
-rekonstruksiya variantlarının işlənməsi;
-variantlarm texniki-iqtisadi müqayisəsi.

Tədqiqat obyekti və metodları. Tədqiqatın obyekti Bakı şəhərinin 1-ci mikrorayonun su təchizatı sistemidir. Tədqiqat zamanı sistemli təhlil, hidravliki hesablamalar, normativ sənədlərin təhlili və texniki-iqtisadi qiymətləndirmə metodlarından istifadə edilmişdir. Şəhər su təchizatı şəbəkəsi qovşaqlardan ibarət çoxluq N və bu qovşaqları birləşdirən boru sahələrindən ibarət çoxluq e kimi təqdim olunur. Hər bir boru sahəsi ey E e qovşaqlar i və j arasmda hidravliki əlaqəni ifadə edir. Şəbəkənin hidravliki davranışı qovşaqlarda kütlənin saxlanması və boru sahələri üzrə enerjinin saxlanması qanunlarının eyni zamanda ödənilməsi ilə müəyyən edilir. Hər bir ieN qovşağı üçün kütlə balansı aşağıdakı kimi yazılır:

$$Q_{ij}=D_i, \quad J \in \Omega_i \qquad (1)$$

Burada, Q_{ij} - i və j qovşaqlarmı birləşdirən boru sahəsində su sərfi, Ω_i - i qovşağma birləşən boru sahələrinin çoxluğu, Di - qovşaqda su sərfi (istehlak).

Bu tənlik şəbəkə üzrə axmlarm paylanmasının hidravliki uyğunluğunu təmin edir. Boru sahələri üzrə enerji balansı, boru sahəsi üzrə hidravliki itki qovşaqlardakı hidravliki səviyyələrin fərqi ilə ifadə olunur:

$$H_i - H_j = h_{ij} \qquad (2)$$

burada, H_i, H_j - müvafiq qovşaqlardakı hidravliki səviyyələr, h_{ij} - boru sahəsi üzrə ümumi hidravliki itki.

Qeyri-xətti hidravliki itki funksiyası Darsi-Vesbax ifadəsi əsasında aşağıdakı kimi modelləşdirilir:

$$h_{ij} = \lambda_{ij} \frac{L_{ij}}{D_{ij}} \frac{Q_{ij}^2}{2gA_{ij}^2} \qquad (3)$$

Burada H_i, H_j - müvafiq qovşaqlardakı hidravliki səviyyələr; h_{ij} – boru sahəsi üzrə ümumi hidravliki itki; L_{ij} -boru sahəsinin uzunluğu, *Dij* - borunun daxili diametri, $A_{ij} = \frac{\pi D_{ij}^2}{4}$ - borunun en kəsik sahəsi, λ_{ij} - sürtünmə əmsalı olub, boru materialmdan, səth kobudluğundan və axm rejimindən asılıdır.

(1)-(3) tənlikləri birlikdə şəbəkənin stasionar hidravliki rejimini təsvir edən qeyri-xətti tənliklər sistemini təşkil edir.

Axm rejiminin xarakteristikasına əsasən hər bir boru sahəsi üçün Reevnolds ədədi aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$Re_{ij} = \frac{4Q_{ij}}{\pi D_{ij\upsilon}} \qquad (4)$$

Burada, υ - suyun kinematik özlülük əmsalıdır.

Hesablamalar göstərmişdir ki, bütün boru sahələri üzrə axm turbulent rejımdə baş verir (Reij>4000). Rekonstruksiya üçün optimallaşdrrma meyarı, rekonstruksiya qərarlarının elmi əsaslandırılması məqsədilə hidravliki model optimallaşdırma meyarı ilə əlaqələndirilmişdir:

$$\min\ J = h_{ij}(D_{ij}),\ e_{ij} \in \mathcal{P}_k \qquad (5)$$

Burada, T_k -hidravliki baxımdaı kritik boru sahələrinin çoxluğu; $\mathcal{P}_k$ -hidravliki baxımdan kritik boru sahələrinin çoxluğudur.

Optimallaşdırma aşağıdakı məhdudiyyətlər altında aparılır:

$$\vartheta_{min} \le \frac{\pi D_{ij}^2}{4} \le \vartheta_{max} \qquad (6)$$

$$H_i \ge H_i^{tələb}, \quad \forall_i \le \mathrm{N} \qquad (7)$$

Burada, ϑ_{min}, ϑ_{max} - normativlərlə müəyyən edilmiş sürət hədləri, $H_i^{tələb}$ – qovşaq üzrə tələb olunan minimal hidravliki səviyyədir.

Yuxarıda qeyd olunan riyazi ifadələrdə edərək mövcud şəhər mikrorayonunun su təchizatı şəbəkəsinn rekonstruksiyası üçün hidravliki modelləşdirmə hesablamalarm nəticələrini aşağıdakı cədvəl 1-ə təqdim olunur.

Cədvəl 1.

Su təchizatı şəbəkəsinin rekonstruksiya qərarlarının elmi əsaslandırılması məqsədilə hidravliki modelləşdirmə göstəriciləri

№	Sahə (i–j)	Uzunluq L, m	Sərf Q, l/s	Diametr D, mm	Sürət v, m/s	Sürtünmə əmsalı λ	Hidravliki meyl i	Təzyiq itkisi h, m	Qeyd
1	1–2	120	18.5	200	0.59	0.028	0.012	1.44	Normada
2	2–3	95	14.2	150	0.8	0.03	0.018	1.71	Normada
3	3–4	160	9.6	125	0.78	0.032	0.02	3.2	Diqqət
4	4–5	140	6.4	100	0.82	0.035	0.025	3.5	Yolverilən

Qeyd: Hesablamalar Darcy–Weisbach düsturu əsasında aparılmışdır. Əldə olunan nəticələrə əsasən rekonstruksiya zamanı diametrlərin optimallaşdırılması tövsiyə olunur.

Məqalədə şəhər mikrorayonunun su təchizatı sisteminin mövcud vəziyyəti, rekonstruksiya zərurəti və tətbiq edilən mühəndis həlləri təqdim olunur. Belə ki, (1) - (7) tənliklər sistemi əsasında aparılmış hesablamalar boru sahələri üzrə normativdən artıq hidravliki itkilərin müəyyən edilməsinə, rekonstruksiya variantlarının qiymətləndirilməsinə və optimal diametrlərin seçilməsinə imkan vermişdir.

Tədqiqat zamanı hidravliki hesablamalar, normativ sənədlərin təhlili və texniki-iqtisadi müqayisə metodlarından istifadə edilmiş və su təzhizatı şəbəkəsinin hidravliki rejimini əks etdirə aşağıdakı sxemlər tərtib olunmuşdur.

Şəki 1a - Mövcud su şəbəkəsinin hidravliki rejiminin sxemi.

Şəki 1b – Rekonstruksiya mərhələsində su şəbəkəsinin hidravliki rejiminin sxemi.

Şəki 1q – Rekonstruksiya mərhələsində su şəbəkəsinin hidravliki rejiminin sxemi.

Şəkil 1a,1b və 1q-nin təhlili və hesabat nümunəsi əsasında rekonstruksiyadan əvvəl və sonra təzyiq itkilərin əldə olunan dəyərlərini aşağıdakı cədvəl 2-yə qeyd edirik.

Cədvəl 2.

Rekonstruksiyadan əvvəl və sonra təzyiq itkilərin dəyərlər

Parametr	Əvvəl	Sonra
Təzyiq itkisi, m	18.5	11.2

Cədvə 2-yə əsasən qeyd etmək olar ki, qəbul olunan rekonstruksiya variantı sistemin etibarlılığını artırır.

NƏTİCƏ

Məqalədə 1-ci mikrorayonun su təchizatı sisteminin rekonstruksiyası üçün elmi əsaslandırılmış mühəndis həlləri təklif edilmişdir. Aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, optimal rekonstruksiya variantının seçilməsi sistemin etibarlılığını və istismar səmərəliliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Əldə olunan nəticələr şəhər su təchizatı sistemlərinin layihələndirilməsi və yenidən qurulması prosesində praktik əhəmiyyət kəsb edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Feyziyev H.Q., Cəlilov M.F. İstilik təchizatı, dərslik. Bakı, Yurd NPB,2007.
2. Əliyev İ.Q. Bina və mühəndis sistemlərinin rekonstruksiyası**,** dərslik Bakı, 2005.
3. Məmmədov R.M. Şəhər su təchizatı sistemlərinin layihələndirilməsi**.** Bakı, 2016.
4. Orlov V.A. Водоснабжение и водоотведение**.** Москва: Стройиздат, 2015.
5. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения**.**
6. DBN B.2.5-64:2013. Su təchizatı. Xarici şəbəkələr və qurğular**.**
7. ISO 24512:2007. Activities relating to drinking water and wastewater services**.**
8. Rossman L.A. EPANET 2 User’s Manual**.** U.S. EPA, 2000.
9. Walski T.M. et al. Advanced Water Distribution Modeling and Management**.** Bentley Institute Press, 2014.
10. Todini E. Looped water distribution net-

works design. Journal of Hydraulic Engineering, 2000.
11. Алексеев Л.С. Надежность систем водоснабжения. Москва, 2012.

Feyziyeva G.H., Həsənov İ.M.

Şəhər mikrorayonunun su təchizatı sisteminin rekonstruksiyası və optimallaşdırılması

XÜLASƏ

Məqalədə şəhər mikrorayonunun mövcud su təchizatı sisteminin texniki-texnoloji vəziyyəti təhlil edilmiş, istismar zamanı yaranan əsas problemlər müəyyən olunmuş və sistemin rekonstruksiyası üçün optimal mühəndis həlləri işlənmişdir. Tədqiqat obyektini Bakı şəhərinin 1-ci mikrorayonunun su təchizatı şəbəkəsi təşkil edir. Mövcud şəbəkənin hidravliki rejimləri, boru xətlərinin aşınma səviyyəsi və etibarlılıq göstəriciləri qiymətləndirilmiş, müxtəlif boru materialları əsasında rekonstruksiya variantları təklif olunmuşdur. Aparılmış texniki-iqtisadi təhlil nəticəsində sistemin etibarlılığını və istismar səmərəliliyini artıran optimal rekonstruksiya variantı müəyyən edilmişdir. Əldə olunan nəticələr şəhər su təchizatı sistemlərinin yenidən qurulması zamanı praktik əhəmiyyət kəsb edir.

Açar sözlər: *su təchizatı sistemi, mikrorayon, rekonstruksiya, hidravliki hesablamalar, etibarlılıq, boru xətləri.*

Feyziyeva G.H., Hasanov I.M.

Reconstruction and optimization of an urban microdistrict water supply system based on hydraulic analysis

ABSTRACT

This article presents an analysis of the technical and technological condition of an existing urban microdistrict water supply system, identifies the main problems arising during operation, and develops optimal engineering solutions for system reconstruction. The object of the study is the water supply network of the 1st microdistrict of Baku city. The hydraulic operating regimes of the existing network, the degree of pipe deterioration, and reliability indicators were evaluated, and several reconstruction alternatives based on different pipe materials were proposed. As a result of the conducted technical and economic analysis, an optimal reconstruction option that enhances system reliability and operational efficiency was identified. The obtained results are of practical significance for the rehabilitation and modernization of urban water supply systems.

Açar sözlər: *su təchizatı sistemi, mikrorayon, rekonstruksiya, hidravliki hesablamalar, etibarlılıq, boru xətləri.*

Məqaləyə AzMİU-nun "Bina və qurğuların istismarı və rekoctruksiyasl" kafedrasının müdiri, dosent İ.Q. Əliyev rəy vermişdir.

Redaksiyaya daxil olma/Receuved 30.10.2025
Çapa qəbul olunma/Acceptid for publication 13.01.2026