

ІНЖЕНЕРНИЙ ЗАХИСТ ТЕРИТОРІЇ
«Противільтраційна завіса (ПФЗ) для захисту від затоплення м.
Кам'янка-Дніпровська Запорізької області»

ЛЮБЧЕНКО В.В., ст. викладач
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

ЛЮБЧЕНКО М.Л.
*Дніпропетровський регіональний проектно-
випробувальний інститут «Дніпродіпроводгосп»*

Будівництво і експлуатація Каховського водосховища (1956 р.), вирішуючи безліч водогосподарських завдань потягнуло за собою небажані явища, такі як підтоплення сільськогосподарських земель та населених пунктів, обвалення берегів, зсувні процеси, замулення водоприймачів водозаборів та ін.

Наповнення Каховського водосховища до проектної відмітки визвало підвищення горизонту води в р. Дніпро на 9 м – з абсолютної відмітки 7 (1955 р.) до абсолютної відмітки 16 м (1956 р.), що призвело до підвищення рівня ґрунтових вод на прилеглий території.

В природних умовах до наповнення Каховського водосховища ґрунтові води на території м. Кам'янка - Дніпровська залягали на глибині 7-10 м. Область живлення ґрунтових вод співпадала з областю розповсюдження, а областю розвантаження слугували ріки Дніпро, Білозерка.

В умовах експлуатації водосховища областями розвантаження ґрунтового потоку стали лінійний береговий вертикальний дренаж та Білозерський лиман.

Досліджувана територія (м. Кам'янка - Дніпровська, площею 2064 га) захищається від затоплення і підтоплення Кам'янською і Білозерською дамбами, лінійним береговим вертикальним дренажем.

Лінійний береговий вертикальний дренаж введений в експлуатацію 5 червня 1956 року. За період експлуатації рівні ґрунтових вод підвищились на 3-6 м, що призвело до підтоплення окремих ділянок м. Кам'янка – Дніпровська.

Кам'янський лінійний береговий дренаж експлуатується більше 55 років. Експлуатація його ведеться при сталому режимі фільтрації. На період вишукувань територія міста захищається від підтоплення комплексом противільтраційних споруд, в склад яких входять вертикальний дренаж, обладнаний 192 ерліфтами (відстань між ними 50м-75м) і 3 свердловини вертикального дренажу обладнаними насосами ЕЦВ; цей береговий дренаж не забезпечує сприятливої побутової гідрогеологічної обстановки на захищеній території і потребує капітального ремонту.

Скид води ерліфтами відбувається в існуючий залізобетонний колектор і самопливом скидається у відкритий канал, а далі в Білозерський лиман, звідки

насосною станцією вода перекачується в Каховське водосховище. На сьогодні, із-за низької ефективності, виведені з роботи 48 свердловин обладнаних ерліфтами.

Досліджувана територія (місто Кам'янка-Дніпровська) розташована в нижній течії р. Дніпро на лівому березі центральної частини Каховського водосховища.

Перший від поверхні водоносний горизонт приурочений до алювіальної товщі пісків, супісків і суглинків, має вільну поверхню.

До утворення Каховського водосховища живлення алювіального водоносного горизонту відбувалося в основному за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Наповнення і експлуатація водосховища різко змінили гідрогеологічні умови на ділянках приєднань. В теперішній час живлення алювіального водоносного горизонту проходить за рахунок інфільтрації атмосферних опадів так і за рахунок фільтрації із водосховища в основу і через тіло захисної дамби, а також притоку зі сторони корінного берегу і кучугур.

Областями розвантаження фільтрації служать Білозерський лиман і система придамбового дренажу, які повинні забезпечувати сприятливу гідрогеологічну обстановку на захищеній території м. Кам'янка – Дніпровська.

Спостереження за рівнем режиму ґрунтових вод прибережної зони водосховища показують, що високе їх розташування спостерігається як на окремих понижених незахищених, так і захищених територіях. Обстеження підтоплених ділянок показало, що в більшості випадків вони представлені присадибними ділянками з глибинами залягання рівня ґрунтових вод менше двох метрів. Площі які підтоплюються у м. Кам'янка- Дніпровська представляють собою забудовані території з глибиною залягання ґрунтових вод менше трьох метрів. Ґрунтовий потік на території м. Кам'янка- Дніпровська в західній частині направлений від вертикального дренажу до Білозерського лиману, в східній частині від масиву «кам'янський под» і кучугур до вертикального дренажу.

Кам'янський лінійний береговий дренаж збирає ґрунтові води четвертинних алювіальних відкладень другої надзаплавної тераси р. Дніпро. Водовмісні породи - різнозерністі піски, до низу розрізу нерідко крупнозерністі та гравелісті, потужністю від 11 м до

34 м. Горизонт перекривається алювіальними піщано-глинистими породами і лесовидними суглинками. В його підшві залягають слабо проникні палеогенові глини або кристалічні породи. Питомий дебіт свердловин змінюються від 7 до 29 м³/год., коефіцієнт водопроникності алювіальних відкладень складає 400-500 м²/добу. Річні амплітуди коливань рівнів ґрунтових вод змінюються від 0,5 м до 2 м.

Кам'янський береговий вертикальний дренаж на період вишукувань працює з витратою значно менше проектної (розрахунковий проектний водовідбір складає 1350 л/с). Результати розрахунку притоку фільтраційних вод в свердловинах вертикального дренажу з ерліфтною установкою підйому води при підтриманні

різних динамічних рівнів по результатах розрахунків Черкаської гідрогеологічної експедиції наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Приток фільтраційних вод, л/с, в свердловинах вертикального дренажу при підтриманні різних динамічних рівнів

Абсолютна відмітка динамічного рівня води, м	Приток фільтраційних вод, л/с				
	до свердловини на ділянці від св.8 до св.130	до ділянки від св.8 до св.130	до свердловини на ділянці від св.130 до св.172	до ділянки від св.130 до св.172	до ділянки від св.8 до св.172
10,0	5,54	681,42	5,06	212,52	893,9
9,0	6,12	752,76	5,86	246,12	998,9
8,0	6,85	842,55	6,62	278,04	1120,6
7,0	7,55	928,65	7,35	308,7	1237,4

Приток фільтраційних вод на ділянках обхідної фільтрації на відмітці динамічного рівня 7,0 м становить 110,95 л/с, в перерахунку на одну свердловину вертикального дренажу – 4,1 л/с; а приток фільтраційних вод до завіси становить 1348,4 л/с (Укргідропроєкт).

Розрахований приток фільтраційних вод на ділянці свердловин вертикального дренажу від св.90 до св.162 (кількість 72) з ерліфтною установкою підйому води на відмітці динамічного рівня 7,0м при середньому притоці фільтраційних вод до свердловин 7,5 л/с складає 540 л/с (1944 м³/год.).

Фактичний водовідбір свердловинами вертикального дренажу ерліфтами на ділянці від св.90 до св.162 склав за серпень 2013 року 415 л/с (1494 м³/год.). Фактичний максимальний водовідбір свердловинами вертикального дренажу значно менше проектного, що і призвело до підтоплення прилеглої території.

В серпні – вересні 2013 року на ділянці розташування св.135 (з ерліфтом) проведено буріння і обладнання нової дренажної свердловини вертикального дренажу 135 (з насосом ЕЦВ). За результатами відкачок дебіт нової св.135 склав 100 м³/год. при зниженні рівня води 12м.

При роботі св. 135 обладнаної насосом ЕЦВ додаткове зниження рівня ґрунтових вод на відстані 120 м в сторону вододілу склало близько 1 м.

Аналіз гідрогеологічної обстановки в межах захищеної частини міста показує, що існуюча дренажна система (свердловини вертикального дренажу з підйому води ерліфтами) не в змозі забезпечити задовільні гідрогеологічні умови, тому необхідно виконати буріння нових свердловин з установкою в них високопродуктивних занурюваних насосів ЕЦВ.

З метою визначення кількості проєктованих свердловин вертикального дренажу з установкою в них занурюваних насосів ЕЦВ, можливого дебіту і кривої депресії виконані розрахунки при умові безнапірних вод.

Стосовно до гідрогеологічних умов, коли проєктований однолінійний ряд свердловин в умовах безнапірних вод розташований між границями з постійними напорами (рівнями води) дебіт кожної із досконалих свердловин лінійного ряду визначається за формулою А.В. Романова

$$Q = \frac{1,36 \cdot k \cdot (2H - S)}{\lg \frac{a}{\pi \cdot r} + \frac{1,36 \cdot R_1 \cdot R_2}{a \cdot L}} = 91,2 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

де k - коефіцієнт фільтрації, 10 м/добу;

H - величина (потужність) не пониженого рівня ґрунтових вод, 29 м;

S - пониження рівня ґрунтових вод в свердловинах лінійного ряду, 12 м;

a - половина відстані між свердловинами лінійного ряду, 85 м;

r - радіус свердловини, 0,16 м;

R_1 - відстань від ряду свердловин до області живлення (водосховища), 100 м;

R_2 - відстань від ряду свердловин до області живлення зі сторони вододілу, 300 м; $L = R_1 + R_2$, 400 м.

При великій кількості свердловин у водозаборі лінійного типу розрахунок пониження в свердловині в умовах безнапірних вод виконується по формулі Маскета - Лейбензона

$$S = H \cdot \sqrt{H^2 - \frac{Q}{\pi \cdot k} \left(\ln \frac{\lambda}{2\pi \cdot r} + \frac{2 \cdot \pi \cdot l}{\lambda} \right)} = 14 \text{ м}$$

де λ - середня відстань між свердловинами в ряду, 170 м; (мін. 48,0 м, макс. 295,0 м); l - відстань до водосховища, 100 м.

При розрахунку кривої депресії по лінії, направленої нормально до лінійного ряду і яка проходить через кожну із свердловин досконалого типу застосована формула

С.Ф. Авер'янова

$$H_x = H - S \cdot \left(1 - \frac{x}{R}\right) \cdot a, \text{ м}$$

де a - коефіцієнт, який дорівнює

$$a = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot a^*}{R_2} \cdot A},$$

$$A = 0,733 \cdot \lg \frac{a^*}{\pi \cdot r},$$

де a^* - половина відстані між свердловинами в ряду, 85 м.

Розрахована величина (потужність) зниженого рівня ґрунтових вод в сторону вододілу при роботі проєктованих свердловин вертикального дренажу на відстані 100 м складе 24,15 м (зниження рівня ґрунтових вод – 4,85 м);

- на відстані 150 м складе 25,37м (зниження рівня ґрунтових вод – 3,63 м);

- на відстані 200 м складе 26,51м (зниження рівня ґрунтових вод – 2,41 м);

- на відстані 250 м складе 27,79 м (зниження рівня ґрунтових вод – 1,21 м).

Розрахований приток фільтраційних вод на ділянці свердловин вертикального дренажу від св.90 до св.162 (кількість 72) – є водовідбором на ділянці від св.90 до св.162 на відмітці динамічного рівня 7,0 м і складає 1944 м³/год.

Враховуючи, що одна свердловина №135 з насосом ЕЦВ10 вже пробурена в 2013 р. і працює з дебітом 100м³/год., необхідний водовідбір із свердловини фільтраційної завіси на ділянці від св.90 до св.162 становить 1844 м³/год.

Із врахуванням середнього дебіту проєктованих свердловин 91,2 м³/год., їх кількість складе 20 свердловин (1844 м³/год.: 91,2 м³/год.= 20 св.).

Орієнтовні дебіти свердловин що проєктуються, прийняті на основі аналізу фондів матеріалів зібраних в Нікопольському РУВР, за більш, ніж 60-річний термін експлуатації фільтрової завіси, а також матеріалів фактичного буріння і експлуатації свердловин вертикального дренажу в районі лікарні та на вул. Красіна, обладнаних занурювальними насосами ЕЦВ.

Висновок: дебіти проєктних свердловин вертикального дренажу складають 40-120 м³/годину. Середня відстань між свердловинами вертикального дренажу складає 170 м (в залежності від літологічного складу водомістких порід відстань може змінюватись від 48 до 295м). Кількість свердловин проєктних – 20 шт.

Таким чином, враховуючи досвід експлуатації фільтраційної завіси, прийнято оптимальну комбінацію ерліфтів і свердловин вертикального дренажу.

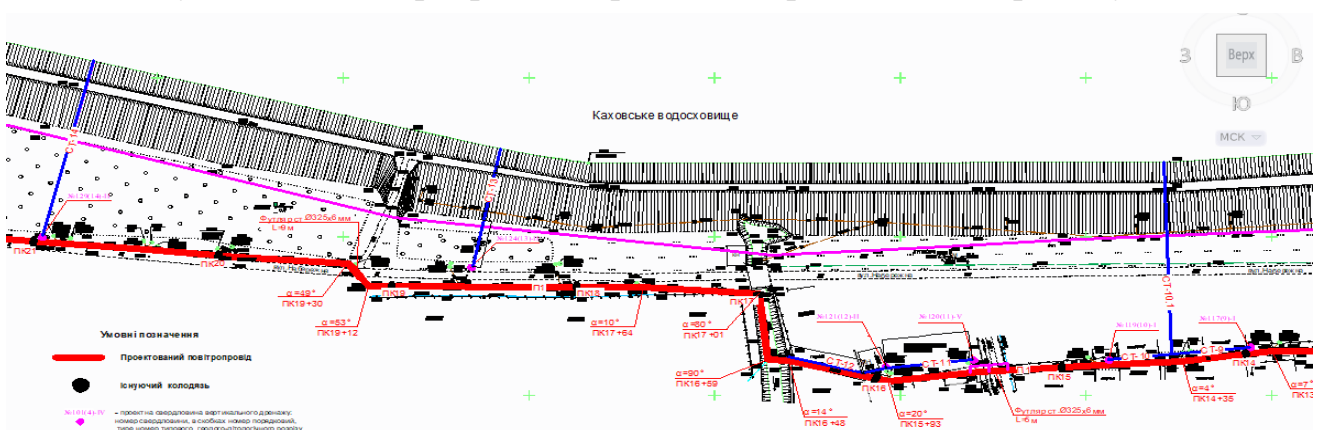


Рисунок 1 – Ділянка протифільтраційної завіси (ПФЗ) для захисту від затоплення м. Кам'янка-Дніпровська Запорізької області