

УДК 628.3

**ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ФІЛЬТРІВ
ТРУБЧАТИХ КОЛОДЯЗІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ
ВІД ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ
СЕНОМАНСЬКОГО ТА ЮРСЬКОГО
ВОДОНОСНИХ ГОРИЗОНТІВ**

*О.Ю. Маньковська, магістр
(Київський національний університет
будівництва та архітектури)*

Розглянуто питання щодо вибору фільтрів для свердловин, які забирають воду із сеноманського та юрського водоносних горизонтів. Наведена порівняльна характеристика фільтрів, що можуть бути встановлені в даних свердловинах. Обґрунтовано вибір раціональної конструкції фільтрів.

Рассмотрен вопрос насчет выбора фильтров для скважин, которые забирают воду из сеноманского и юрского водоносных горизонтов. Приведена сравнительная характеристика фильтров, которые могут быть использованы в данных скважинах. Обоснован выбор рациональной конструкции фильтров.

The problem of choice filters for wells that take water from senomaskiye and yurskiye water horizons is considered. Comparative characteristic of filters that may be used in such wells is represented. A choice of rational construction of filters is substantiated.

Вибір раціональної конструкції фільтрів представляє собою складну інженерну задачу. Правильний добір фільтрів, котрий залежить від гранулометричного складу ґрунту та певних гідрогеологічних умов, забезпечує більш тривалу роботу водозабірних свердловин, стабільність їх продуктивності, необхідну якість води, що подається, полегшує їх експлуатацію.

Тип, конструкцію та розміри фільтра вибирають в залежності від гідрогеологічних умов, дебіту, режиму експлуатації

свердловини, характеру породи водоносного горизонту, глибини свердловини, агресивності води [1].

Із аналізу досвіду експлуатації свердловин видно, що фільтри трубчатих колодязів повинні відповідати наступним вимогам:

1) при мінімальних розмірах забезпечувати забір необхідної кількості води;

2) мати мінімальний гідравлічний опір, максимально можливо шпаруватість і площу фільтрації;

3) забезпечувати необхідну механічну міцність;

4) пропускати пісок і дрібні фракції породи тільки в початковий період експлуатації;

5) в свердловинах, розрахованих на тривалу експлуатацію, фільтри повинні мати стійкість проти корозії і обрастання, а також забезпечувати використання механічних, а в окремих випадках і хімічних методів відновлення проникності прифільтрових зон і фільтра [2];

б) вода в свердловину повинна поступати по можливості з більшої поверхні водоносних порід і з найменшими швидкостями;

7) фільтри необхідно підбирати з врахуванням можливої зміни в часі, насамперед, таких його параметрів, як шпаруватість і розміри прохідних отворів в залежності від забору вод різноманітного хімічного складу [3].

Для полегшення вибору раціональної конструкції фільтрів на підставі експериментальних і теоретичних даних та з врахуванням вище згаданих вимог була запропонована класифікація фільтрів, що включає в себе основні їх властивості та випадки застосування [2]. За допомогою цієї класифікації підберемо фільтри для двох видів свердловин, що забирають воду із сеноманського та юрського водоносних горизонтів.

Свердловини, забір води з яких відбуватиметься із сеноманського водоносного горизонту (рис. 1), проходять через такі породи: пісок насипний (потужністю 2 м), пісок глинистий (3 м), пісок світлий різнозернистий (25 м), темно-сіра глина (3 м), пісок водоносний (16 м), крейда біла (2 м), кремній (4 м), піщаник (12 м), піщаник із прошарками глини (25 м). Статичний рівень води в свердловині становить 12 м, а динамічний — 52 м. Очікуваний дебіт однієї свердловини складатиме 30 м³/год. Її глибина становитиме 92 м.

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

Масштаб в м	N шарів	Опис порід	Схема геологічного розрізу та конструкція свердловини	Потужність пластів, м			Рівень статичний	Рівень динамічний	Кріплення свердлов.	
				від	до	всього			діаметр, мм	глибина, м
	1	Пісок насипний		0	2	2	12	Затрубна цементация Гравійна обсыпка	530	15
5	2	Пісок глинистий		2	5	3				
10	Пісок світлий різнозернистий									
15										
20										
25										
30		3		Глина темно - сіра	5	30				
35	4	Пісок водоносний		30	33	3				
40										
45										
50	5	Крейда біла	33	49	16					
50	6		49	51	2					
55	7	Кремній	51	55	4	52	425	50		
60	Піщаник	Піщаник				Рівень встановлення насосу	Верх фільтру 273 мм (65 м)	Низ фільтру 273 мм (15 м) (80 м)	92	
65										
70										
75										
80		Піщаник з прошарками глини								
85										
90										
95										
	8		55	67	12					
	9		67	92	25					

Рис. 1. Геологічний розріз та експлуатаційна конструкція свердловини із живленням із сеноманського водоносного горизонту

Свердловини, живлення яких передбачається з юрського водоносного горизонту (рис. 2), проходять через наступні породи: пісок насипний (потужністю 2 м), пісок глинистий (3 м), пісок світлий різнозернистий (25 м), темно-сіра глина (3 м), пісок водоносний (16 м), крейда біла (2 м), кремній (4 м), піщаник (12 м), піщаник із прошарками глини (4 м), пісок крупнозернистий (23 м), пісок дрібнозернистий (10 м), глина (14 м). Статичний рівень води в свердловині складає 76 м, а динамічний — 150 м відносно поверхні землі. Очікуваний дебіт однієї свердловини 45 м³/год. Її глибина становитиме 220 м.

Оскільки в геологічній будові даних свердловин переважають різнозернисті піски з домінуючою крупністю частинок від 0,5 до 2 мм, то згідно таблиці 64 [3] можна застосовувати трубчаті фільтри з щілинною перфорацією з водоприймальною поверхнею із дротяної обмотки, штампованого листа чи із сітки квадратного плетіння, стержневі фільтри з водоприймальною поверхнею із дротяної обмотки, сталевого штампованого листа чи із сітки квадратного плетіння, трубчаті та стержневі фільтри з гравійною обсіпкою.

Відомо, що фільтри на стержневих каркасах, порівняно з трубчатими, мають дещо кращі гідравлічні властивості і забезпечують більш ефективну роботу свердловин при довготривалій їх експлуатації. Особливо вони ефективні у підземних водах так званого нестійкого хімічного складу, що схильні до карбонатних відкладень на прохідних отворах фільтра. Проте їх не рекомендують для використання в свердловинах глибиною більше 200 м. Оскільки глибина свердловин, живлення яких відбуватиметься із юрського водоносного горизонту, становитиме близько 220 м, а вода в них не схильна до відкладень карбонатів, то для них вибираємо трубчаті металеві фільтри, використання котрих можливе на будь-якій глибині. При виборі типу перфорації труби необхідно звертати увагу на опір, що утворюється при протіканні води через отвори. Фільтри з щілинною і круглою перфорацією при однаковій шпаруватості мають приблизно однакові опори, тому вибираємо металеві трубчаті фільтри з круглою перфорацією. При виборі кількості отворів необхідно враховувати, що збільшення кількості отворів хоч і сприяє деякому підвищенню дебіту

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

Масштаб в м	N шарів	Опис порід	Схема геологічного розрізу та конструкція свердловини	Потужність пластів, м			Рівень води, м	Кріплення свердлов.						
				від	до	всього метрів		статичний	динамічний	діаметр, мм	глибина, м			
10	1	Пісок насичений		0	2	2	76	Загrubна цементна оболонка	530	15				
	2	Пісок глинистий		2	4	2								
20	3	Пісок світлий різнозернистий		4	5	1								
				5	30	25								
30	4	Глина темно-сіра		30	33	3								
				33	49	16								
40	5	Пісок водоносний		49	55	6								
				51	55	4								
50	6	Кремністий ситий		55	67	12					76	Гравійна оболонка	425	80
60	7	Піщаник		120	169	49					150	Рівень встановлення насосу	273 мм	155
70	8	Піщаник з прошарками глини		173	196	23					206	Верх фільтру (176 м)	273	220
80	9	Глина з прошарками піщаника	206	220	14	206	Низ фільтру (196 м)	273	220					
										206	220	14		
90	10	Пісок з прошарками глини	220	220	14	206	Верх фільтру (176 м)	273	220					
										220	220	14		
100	11	Пісок крупнозернистий	220	220	14	206	Низ фільтру (196 м)	273	220					
										220	220	14		
110	12	Пісок дрібнозернистий	220	220	14	206	Верх фільтру (176 м)	273	220					
										220	220	14		
120	13	Глина	220	220	14	206	Низ фільтру (196 м)	273	220					
										220	220	14		
130	14	Глина	220	220	14	206	Верх фільтру (176 м)	273	220					
										220	220	14		

Рис. 2. Геологічний розріз та експлуатаційна конструкція свердловини із живленням із юрського водоносного горизонту

свердловини, проте динаміка росту дебіту і зменшення опору зі збільшенням кількості отворів уповільнюється при високій скважності, оскільки вони мають здатність глушити один одного. Круглі отвори розташовуємо у шаховому порядку.

У геологічній будові даної свердловини присутні в невеликій кількості середньозернисті піски, які не гарантують тривалу роботу свердловини внаслідок обростання фільтрів, тому доцільно встановлювати фільтри з гравійною обсіпкою, за рахунок чого збільшується розмір прохідних отворів фільтрів. При чому, як показує експлуатація гравійно-обсіпних фільтрів, зі збільшенням товщини шару гравійної обсіпки збільшується не тільки продуктивність свердловин, але і їх стійкість проти хімічного обростання, стабільність роботи, стійкість дебіту у часі, усувається можливість його піскування.

Для даної свердловини водоприймальна поверхня фільтра може бути із штампованого листа (рис. 3, 6), сітки квадратного плетіння (рис. 4, 7) або дротяної обмотки (рис. 5, 8).

Фільтри з водоприймальною поверхнею із сталевого штампованого листа прості у виготовленні, мають економічну конструкцію, легкі в експлуатації. Їх шпаруватість становить від 20 до 25%. Оскільки отвори утворюються шляхом штампування, то можна отримати щілини будь-якого розміру. Та значним недоліком штампованих фільтрів є наявність гострих кромки у прохідних отворах, що викликають підвищений опір фільтрів за рахунок стиснення струменю, і відносно невелика площа фільтруючої поверхні — 0,8—1 мм, що зменшує термін їх експлуатації.

Однією із найстаріших конструкцій є фільтри з водоприймальною поверхнею із сіток. Такі фільтри можна використовувати в глибоких свердловинах, вони мають незначну різницю (до 50 мм) між діаметрами обсадної колони і каркасом фільтра. Їх можна використовувати у породах із широким діапазоном гранулометричного складу породи. Але суттєвими недоліками цих фільтрів є великі входні опори, що в свою чергу понижує їх фільтруючу здатність. Експлуатація сітчастих фільтрів показала, що їх можна застосовувати в таких гідрогеологічних і гідрохімічних умовах, де їх робота перевірена практикою довгорічної експлуатації.

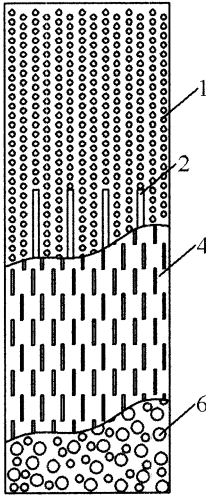


Рис. 3. Фільтр із сталюого штампованого листа з трубчастим каркасом і гравійною обсіпкою

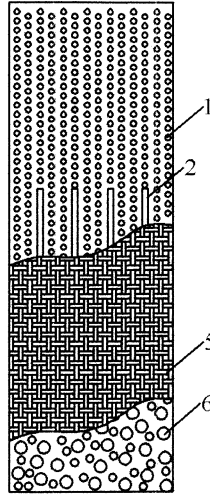


Рис. 4. Фільтр сітчастий з трубчастим каркасом і гравійною обсіпкою

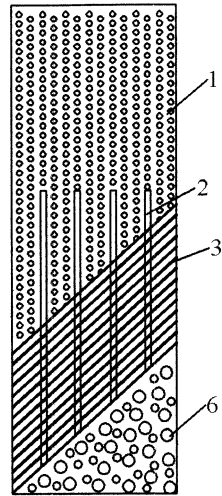


Рис. 5. Фільтр дротяний з трубчастим каркасом і гравійною обсіпкою

- 1 – трубчастий каркас з круглою перфорацією;
- 2 – поздовжні стержні підкладки;
- 3 – дротяна обмотка

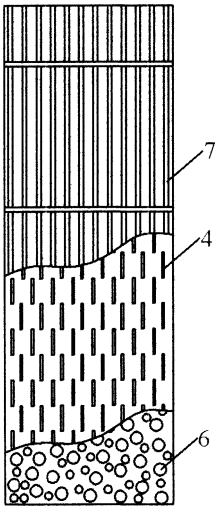


Рис. 6. Фільтр із сталюго штампованого листа з стержневим каркасом і гравійною обсіпкою

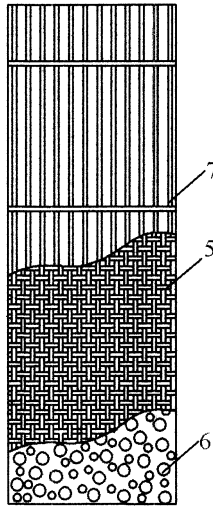


Рис. 7. Фільтр сітчастий із стержневим каркасом і гравійною обсіпкою

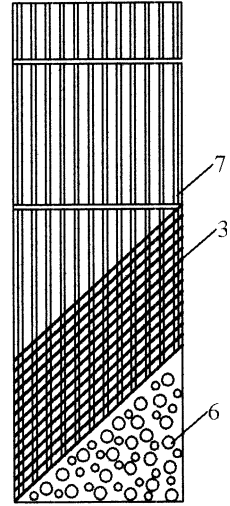


Рис. 8. Фільтр дротяний із стержневим каркасом і гравійною обсіпкою

- 4 – сталюий штампований лист з щілинною перфорацією;
- 5 – сітка квадратного плетіння;
- 6 – гравійна обсіпка;
- 7 – стержневий каркас

Дротяні фільтри вже давно і широко застосовуються в різних країнах [3]. Вони мають просту економічну конструкцію і тому не складні у виготовленні. Дріт навивається з щілинами, розміри яких визначаються гранулометричним складом водовміщуючих порід. Для довготривалої роботи такої водоприймальної поверхні фільтра необхідно застосовувати дріт із корозійностійких матеріалів. Враховуючи довготривалу роботу споруд і їх дороговизну необхідно обов'язково дотримуватися цих вимог незалежно від хімічного складу підземних вод, оскільки відомо, що всі води в тому чи іншому ступені корозійні і їх дія може виявитися в процесі тривалої експлуатації. В фільтрах з дротяним покриттям створюються умови для забивання піском міждротяних щілин, що призводить до зниження фільтраційних параметрів фільтра, але цього можна уникнути використовуючи гравійну засипку. Їх шпаруватість становить до 40%.

З вище викладеного можна зробити висновок, що в свердловині, живлення якої відбуватиметься з юрського водоносного горизонту, найбільш доцільним буде використання трубчатих металевих фільтрів із круглою перфорацією, дротяною водоприймальною поверхнею та гравійною засипкою. Така конструкція буде найбільш довготривалою в експлуатації, забезпечуватиме необхідний дебіт свердловини (до 45 м³/год), при проходженні води через отвори утворюватимуться мінімальні опори, шпаруватість фільтрів становитиме 40—50%.

Оскільки гранулометричний та механічний склад ґрунту свердловин, забір води з яких відбуватиметься з сеноманського водоносного горизонту, подібний до свердловин, живлення котрих відбуватиметься з юрського водоносного горизонту, то водоприймальна поверхня фільтра буде дротяною з гравійною обсіпкою. При глибині даної свердловини (92 м) його каркас може бути або трубчатим або стержневим.

На відміну від фільтрів з каркасами із бурових труб з круглими чи щілинними отворами, в фільтрах з стержневим каркасом конструкцію труби замінює каркас із сталевих стержнів. Заміна дірчастої труби стержневим каркасом значно збільшує шпаруватість фільтра. Основною перевагою такої конструкції є відсутність так званих мертвих зон між фільтруючою та опорною поверхнями, завдяки чому фільтруюча поверхня стає

доступною для періодичної очистки. Якщо порівняти стержневий каркас із трубчатим, то перший перевищує шпаруватість другого приблизно на 45%, а площа одного прохідного отвору на стержневому каркасі в 100 разів більше площі одного отвору на дірчастій трубі. Використання стержневих каркасів замість дірчастих труб зменшує витрату металу до 50%.

Як показав досвід експлуатації свердловин [2, 3], що обладнані фільтрами з каркасом із стержнів, при правильному виборі гравійної обсіпки на свердловинах не відбувається значного виносу піску. Не помічалось також суттєвого замулення відстійників. Водозабори з такими фільтрами протягом тривалого часу не потребували профілактичних ремонтів (приблизно 10 років).

Отже, для свердловини, живлення якої відбуватиметься із сеноманського водоносного горизонту доцільно застосовувати стержневий фільтр з дротяною водоприймальною поверхнею з гравійною обсіпкою. Такий фільтр довготривалий в експлуатації, має високу продуктивність, шпаруватість до 70% та економічну конструкцію.

З вищевикладеного можемо зробити наступні висновки.

1. Для свердловин, що живляться з юрського водоносного горизонту, доцільно використовувати трубчаті металеві фільтри з круглою перфорацією, дротяною водоприймальною поверхнею і гравійною засипкою.

2. Для свердловин, що забирають воду з сеноманського водоносного горизонту, раціональною конструкцією буде стержневий фільтр з дротяною водоприймальною поверхнею з гравійною обсіпкою.

3. Названі конструкції фільтрів допоможуть уникнути передчасного їх виходу з ладу, зменшення дебіту свердловин, піскування, обростання вхідних отворів, корозії. Такі фільтри довготривалі в експлуатації і мають економічну конструкцію.

* * *

1. Тугай А.М. Водоснабжение из подземных источников. Справочник / А.М. Тугай, И.Т. Прокопчук. — К.: Урожай, 1990. — 264 с.

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

2. Справочник по бурению скважин на воду / Д.Н. Башкатов, С.С. Сулакшин, С.И. Драхлис, Г.С. Квашин // Под ред. проф. Башкатова Д.Н. — М.: Недра, 1979. — 560 с.

3. Гаврилко В.М. Фильтры водозаборных, водопонижительных и гидрогеологических скважин / В.М. Гаврилко // 3-е изд., испр. и доп. — М.: Стройиздат, 1968. — 358 с.

Отримано: 1.06.2010 р.